PROSIDING

knastik 2016

KONFERENSI NASIONAL
TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI

INOVASI E-HEALTH DAN BIOMEDIKA UNTUK INDONESIA

19 November 2016

Ruang Harun, Gedung Hagios
Universitas Kristen Duta Wacana

FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2016

PROSIDING KNASTIK 2016

ISSN: 2338-7718

19 November 2016

DEWAN REDAKSI

Editor:

1. Ignatia Dhian EKR, S.Kom.,M.Eng. (Koordinator)
2. Kristian Adi Nugraha, S.Kom., M.T
3. Antonius Rachmat C., S.Kom., M.Cs.

TIM REVIEWER

1. Prof. Dr. Ir. Wiranto Herry Utomo, M.Kom. – (Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga)
2. Prof. Ir. Rolly Intan, M.A.Sc., Dr.Eng. - (Universitas Kristen Petra Surabaya)
3. Dr. Volker Müller - (Université du Luxembourg)
4. Dr. Ir. MM. Inggriani Liem - (Institut Teknologi Bandung)
5. Ir. P. Insap Santosa, M.Sc., Ph.D. - (Universitas Gadjah Mada)
6. Dr. Sri Kusumadewi, S.Si., M.T. - (Universitas Islam Indonesia)
7. Dr. Ratna Wardani, S.Si., M.T. - (Universitas Negeri Yogyakarta)
8. Dr. (Eng.) Drs. Erning Wihardjo, M.Eng., M.Eng.Sc. – (Universitas Kristen Krida Wacana Jakarta)
9. Gloria Virginia, S.Kom., MAI., Ph.D.- (Universitas Kristen Duta Wacana)
10. Restyandito, S.Kom., M.SIS., Ph.D. - (Universitas Kristen Duta Wacana)
11. Dr. Ir. Sri Suwarno, M.Eng. – (Universitas Kristen Duta Wacana)
12. Drs. R. Gunawan Santosa, M.Si. - (Universitas Kristen Duta Wacana)

ORGANISASI KNASTIK

Penanggung Jawab

Dekan Fakultas Teknologi Informasi UKDW

Steering Committee

Budi Susanto, S.Kom., M.T.
Gloria Virginia, S.Kom., MAI., Ph.D.
Drs. Jong Jek Siang, M.Sc.

Ketua Panitia

Antonius Rachmat C., S.Kom., M.Cs.

Wakil Ketua
Halim Budi Santoso, S.Kom., MT., MBA.

Bendahara
Dra. Krisni Noor Patrianti, M.Hum.

Sekretaris
Dave GSM Fernandez, S.Kom.

Sie Publikasi dan Dokumentasi
1. Lukas Chrisantyo AA., S.Kom., M.Eng. (Koordinator)
2. Laurentius Kuncoro P.S., S.T., M.Eng.
3. Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs.

Sie Seminar dan Acara
1. Nugroho Agus Haryono, S.Si., MSi.(Koordinator)
2. Yetli Oslan, S.Kom., M.T.
3. Umi Proboyekti, S.Kom., MLIS.

Sie Layout dan Cetak Prosiding
1. Ignatia Dhian EKR, S.Kom.,M.Eng.(Koordinator)
2. Kristian Adi Nugraha, S.Kom., M.T.
3. Prihadi Beny W., S.Si., M.T.

Sie Konsumsi
Mintarsih

Sie Perlengkapan
Eka Nugroho Cahyandaru

Sie Reviewer
Drs. R Gunawan S., M.Si.

Sekretariat
Panitia KNASTIK 2016
Universitas Kristen Duta Wacana
Jl. Dr. Wahidin Sudirohusodo 5-25
Yogyakarta 55224
Telp. 0274 – 563929 ext. 322
URL : http://knastik.ukdw.ac.id
E-mail : info@knastik.ukdw.ac.id

PROSIDING KNASTIK

ISSN: 2338-7718

Diterbitkan oleh:

FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
Universitas Kristen Duta Wacana
Yogyakarta
2016

SAMBUTAN REKTOR

Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta

Salam sejahtra bagi kita semua,

Pertama-tama saya ingin mengucapkan selamat kepada Fakultas Teknologi Informasi UKDW yang telah berhasil menyelenggarakan Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi 2016 (KNASTIK 2016) yang mengusung tema **"Inovasi E-health dan Biomedika untuk Indonesia".** Panitia telah memilih tema KNASTIK 2016 ini yang menurut saya sangat relevan dan menarik sekali untuk dibahas dan didiskusikan bersama. Kalimat pada tema ini sebenarnya sudah menunjukkan bahwa inovasi yang dimaksudkan secara jelas pastilah bersifat inter-disipliner, kolaboratif dan kontekstual. Inovasi inter-disipliner ini tentu perlu mensinergikan setidaknya beberapa pendekatan dari sisi teknologi informasi komunikasi *(Information Communication Technology)* dan kesehatan *(health science),* pendekatan biologi dasar *(Fundamental Biology)* dan kedokteran *(Medicine).* Dikatakan bersifat kontekstual karena semua inovasi di atas adalah untuk Indonesia yang kita cintai, yang mempunyai keunikan sosial budaya, keberagaman suku, agama dan ras serta tingkat kesejahtraan.

Perkembangan E-health saat ini telah berkembang dengan sedemikian cepat di berbagai negara. Pemanfaatan E-health adalah salah satu solusi teknologi yang dapat dikembangkan di Indonesia untuk membantu mengatasi kesenjangan ketersediaan tenaga medis dan fasilitas yang belum merata di Indonesia. Menurut data Konsil Kedokteran Indonesia (KKI) per 9 Mei 2016, jumlah dokter 110.720 orang, artinya satu dokter melayani 2.270 penduduk. Sebenarnya Rasio jumlah dokter terhadap populasi di Indonesia sudah memenuhi standar dari WHO yaitu sebesar 1:2500, namun demikian penyebaran dokter yang masih belum merata dan hanya terkonsentrasi di kota-kota besar di pulau Jawa dan Sumatra saja. Di sisi lain justru Kemristekdikti ingin rasio dokter Indonesia jadi lebih ideal yaitu satu dokter untuk 1.100 warga. Sepertinya target Kemristekdikti ingin mendekati rasio dokter di Malaysia (2010) yaitu 1: 835 atau di Singapura (2013) dengan rasio 1:513.

Masalah distribusi yang belum merata ini juga terjadi pada tenaga kesehatan lain seperti perawat dan bidan. Pada tahun 2014, ada 2,958 Puskesmas (30,8%) yang belum mempunyai sanitarian, 2,898 Puskesmas (30,2%) yang belum mempunyai tenaga gizi, dan ada 5.274 Puskesmas (54,9%) yang mempunyai tenaga analis laboratorium (data dari www.depkes.go.id) . Menyadari akan kondisi tenaga medis dan standar kompetensi yang kurang di Indonesia ini, maka diperlukan upaya terobosan dan inovasi teknologi informasi yang bisa segera membantu mengatasinya. Saya yakin dengan kemajuan teknologi informasi komunikasi saat ini tidak ada tempat yang tidak dapat dijangkau dengan pelayanan satelit. Tidak ada lagi hambatan yang berarti untuk fasilitas kesehatan dimanapun berada untuk mendapatkan dukungan infomasi dan analisis data yang dibutuhkan oleh para tenaga medis untuk melayani di sana.

Beberapa informasi yang saya sampaikan di atas, diharapkan dapat memberikan semangat dan motivasi bagi para peserta KNASTIK 2016 untuk menjawab tantangan inovasi E-health dan Biomedika sesuai dengan konteks Indonesia. Semoga KNASTIK 2016 dapat berlangsung dengan lancar dan membawa manfaat bagi semua peserta konferensi. Tidak cukup hanya berdiskusi dan mendengarkan presentasi seharian di dalam ruang ini, namun keberlanjutan kerjasama untuk saling dukung dan berbagi dalam riset pengembangan selanjutnya sangatlah dinanti. Untuk itulah ilmu pengetahuan dan keahian di bidang teknologi informasi yang anda semua telah miliki menjadi lebih berarti.

Ir. Henry Feriadi, M.Sc., Ph.D.
Rektor

SAMBUTAN DEKAN

Fakultas Teknologi Informasi pada KNASTIK 2016

Yth. Para Pemakalah dan Peserta KNASTIK 2016,

Salam sejahtera untuk kita semua,

Pertama-tama marilah kita panjatkan Puji Syukut kepada Tuhan yang maha kasih bahwa hanya oleh karena berkatNya kita dapat hadir pada kegiatan Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (KNASTIK) 2016. Kami selaku penyelenggara KNASTIK 2016 mengucapkan terima kasih atas kehadiran dan partisipasi Anda dalam seminar yang bertempat di Universitas Kristen Duta Wacana (UKDW) Yogyakarta. KNASTIK 2016 merupakan salah satu konferensi nasional di bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi yang di selenggarakan oleh Fakultas Teknologi Informasi (FTI) UKDW.

KNASTIK 2016 merupakan salah satu wadah bagi para akademisi, para pelaku industri, dan pemerintah untuk dapat saling berbagi pengetahuan, mempublikasikan hasil – hasil penelitian, mendiskusikan isu – isu terkini dan perkembangan teknologi informasi terbaru. Kolaborasi ini diharapkan dapat memberikan suatu kontribusi ilmiah, inovasi, dan solusi terhadap permasalahan dalam upaya meningkatkan daya saing bangsa di bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK).

Tema besar KNASTIK 2016 kali ini adalah berkaitan dengan Inovasi E-Health dan Biomedika untuk Indonesia. Bidang E-Health dan Biomedik adalah salah satu bidang yang saat ini menjadi perhatian bersama sebagai upaya untuk meningkatkan pelayanan kesehatan masyarakat melalui berbagai penerapan TIK. Penelitian di bidang ini membutuhkan kerjasama yang sangat baik antara bidang medik, biologi, elektronika, dan juga ilmu computer/informatika (termasuk sistem informasi). Untuk itulah kegiatan konferensi bidang e-health dan biomedia diharapkan dapat terus diselenggarakan secara rutin.

Kami mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada para pembicara utama yang berkenan membagikan ilmunya kepada seluruh peserta pada kegiatan ini, yaitu Prof. Dr. Ir. Tati Latifah R. Mengko, Hanung Adi Nugroho, S.T., M.E., Ph.D., dan juga Dr. Antonius Dharma Setiawan. Kepada seluruh pemakalah dan peserta seminar, kami juga sampaikan terima kasih untuk kehadiran dan partisipasinya pada kegiatan ini karena tanpa partisipasi pemakalah dan peserta tentu kegiatan konferensi ini tidak akan terlaksana. Tanpa terkecuali, saya mengucapkan selamat dan terima kasih atas kerja keras panitia dan semua pihak penyelenggara dan pendukung kegiatan KNASTIK 2016.

Salam,

Dekan Fakultas Teknologi Informasi

Universitas Kristen Duta Wacana

Budi Susanto, S.Kom., M.T.

SAMBUTAN KETUA PANITIA KNASTIK 2016

Pada acara Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Telekomunikasi

Ruang Harun, UKDW, Sabtu, 19 November 2016

Yang terhormat Ketua Kopertis Wilayah V Yogyakarta atau yang mewakili,
Yang terhormat Rektor dan para Wakil Rektor Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta,
Yang terhormat para pembicara: Prof. Dr. Ir. Tati Latifah E.R. Mengko, Bpk. Hanung Adi Nugroho, S.T., M.E, Ph.D., dan Bpk Dr. Antonius Darma Setiawan, S.Si, M.T sebagai para pembicara pada KNASTIK 2016
Yang terhormat Dekan dan para Wakil Dekan Fakultas Teknologi Informasi, UKDW
Dan para Pemakalah, Tamu Undangan, dan para peserta KNASTIK 2016 sekalian yang berbahagia,

Salam sejahtera bagi kita semua,

Pertama-tama, saya ucapkan selamat pagi dan selamat datang di kampus Universitas Kristen Duta Wacana di Yogyakarta ini. Kami bersyukur kepada Tuhan atas Kasih dan Karunia-Nya sehingga acara Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (KNASTIK) 2016 ini dapat berjalan dengan baik dan lancar pada hari ini.

Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi atau disingkat KNASTIK diselenggarakan sebagai acara tahunan sekaligus dilaksanakan dalam rangka memeriahkan rangkaian acara DIES NATALIS UKDW yang tahun ini berulang tahun yang ke-54. KNASTIK 2016 mengambil teman seminar "Inovasi E-Heatlh dan Biomedika untuk Indonesia". Kami mengusung tema ini dengan tujuan untuk memperkenalkan, menunjukan, dan berusaha mencari peluang penelitian di bidang E-Health dan Biomedika yang semakin marak dan penting untuk dikembangkan. Teknologi informasi merupakan disiplin ilmu yang sangat cepat berkembang dan sekaligus mudah berkolaborasi dengan berbagai bidang lain, seperti salah satunya bidang kesehatan. Kolaborasi kedua bidang ini dapat dilihat pada teknik biomedika yang mensinergikan keteknikan dan biomedis untuk meningkatkan kesehatan manusia. Di lain pihak perkembangan E-Health juga makin dibutuhkan untuk menciptakan berbagai aplikasi berbasis web yang berkaitan dengan bidang medis.

KNASTIK 2016 juga diharapkan dapat menjadi sarana dalam mempertemukan para peneliti, akadmisi maupun praktisi dalam menampilkan karya-karya penelitian tentang pemanfaatan Teknologi Informasi dalam berbagai bidang. Untuk itu kami telah mengundang berbagai pembicara yang memang pakar di bidangnya, yaitu Ibu Prof. Dr. Ir. Tati Latifah E.R. Mengko dari bidang keilmuan studi Teknik Biomedika Insitut Teknolgi Bandung, Bpk. Hanung Adi Nugroho, S.T., M.E, Ph.D. dari bidang Biomedical Signal and Image Processing, Fakultas Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada, dan Bpk Dr. Antonius Darma Setiawan, S.Si, M.T sebagai Direktur Riset, Pengembangan Bisnis, dan Kerjasama Strategis PT. Jasamedika Saranatama sekaligus sebagai CEO PT. Logiq Aset Sulisindo dari Bandung.

Sebagai laporan, acara ini diikuti oleh banyak pemakalah dan peserta yang berasal dari universitas dan instansi yang berbeda-beda dari berbagai daerah di Indonesia. Jumlah peminat yang cukup besar ini tentu saja hal ini membuat kami bangga dan gembira. Forum seminar seperti ini diharapkan dapat bermanfaat bagi kita semua, untuk berdiskusi, bertukar ilmu dan pemikiran, serta memperluas wacana di berbagai topik teknologi informasi.

Pada kesempatan ini perkenankanlah kami selaku panitia KNASTIK 2016, mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada para pembicara, pihak Kopertis, jajaran Rektorat UKDW, Fakultas Teknologi Informasi UKDW, para pemakalah, peserta seminar, serta para sponsor sekalian.

Brother Indonesia. Terakhir, saya pribadi juga ingin mengucapkan terimakasih kepada segenap panitia yang sudah berjuang dan bekerjasama selama persiapan sampai dengan pelaksanaan acara ini.

Panitia telah berusaha mempersiapkan segala sesuatu sebaik mungkin, namun tentunya masih jauh dari sempurna, dan mungkin masih memiliki kekurangan, untuk itu kami mohon maaf yang sebesar-besarnya. Kritik dan saran sangat kami harapkan untuk perbaikan di tahun-tahun mendatang. Akhir kata, selamat berkonferensi, maju terus ilmu pengetahuan Indonesia, terimakasih.

Ketua Panitia KNASTIK 2016
Antonius Rachmat C., S.Kom., M.Cs.

DAFTAR ISI

Judul			.....	**i**
Sambutan Rektor			.....	**iv**
Sambutan Dekan FTI			.....	**v**
Sambutan Ketua Panita			.....	**vi**
Daftar Isi			.....	**viii**
Sistem Pendukung Keputusan untuk Manajemen				
SPKM-1	Tantangan Pengimplementasian Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit (Sebuah Perspektif Sumber Daya Manusia)	**Restyandito**	.....	**1-6**
SPKM-2	Pengembangan Sistem Tour of Duty untuk Manajemen Pelaporan Akhir Shift Petugas Gerbang Tol (Studi Kasus di PT. Marga Harjaya Infrastruktur)	**Rida Indah Fariani**, Pamungkas Utomo, Rendi Eka Putra Suherman	.....	**7-13**
SPKM-4	Analisis Efektifitas Kuliah Berbasis Online untuk Meningkatkan Kemajuan Belajar Mahasiswa (Studi Kasus : Jurusan Informatika Univ. Muhammadiyah Jakarta)	**Priadhana Edi Kresnha**, Emi Susilowati, Sitti Nurbaya Ambo	.....	**14-19**
SPKM-5	Sistem Pengambilan Keputusan Promosi Jabatan dengan Metode Analytical Hierarchy Process Suatu Perusahaan Industri Kimia	**Moedjiono**, Nuraeni, Aries Kusdaryono	.....	**20-26**
SPKM-6	Sistem Rekomendasi Pengambilan Mata Kuliah Dengan Menggunakan Algoritma Genetika dan Metode Constraint Satisfaction	**I Made Arya Beta Widyatmika**, Gloria Virginia, Rosa Delima	.....	**27-35**
Sistem Pendukung Keputusan				
SPK-1	Pengembangan Business Intelligence Dashboard untuk Mendukung Strategi Pemasaran pada Usaha Online Food Delivery	**Warsun Najib**, Ridho Pratama	.....	**36-44**
SPK-2	Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Gadget Berdasarkan Karakteristik dan Budget Pengguna	**Maria Bellaniar Ismiati**, Latius Hermawan	.....	**45-52**
SPK-3	Aplikasi Peramalan Penentuan Jumlah Permintaan Konsumen Terhadap Produk Bordir pada Kota Tasikmalaya	**Lies Sunarmintyastuti**, Salman Alfarisi, Fitria Sari Hasanusi	.....	**53-62**
SPK-4	Penilaian Tingkat Kapabilitas Proses Tata Kelola Teknologi Informasi dengan COBIT 5 pada Domain EDM (Studi Kasus di PT. Nusa Halmahera Minerals)	**Heri Purnomo**, Silmi Fauziati, Wing Wahyu Winarno	.....	**63-69**

SPK-5	Analisis Konteks Bisnis Sebagai Pertimbangan Perencanaan Strategi Sistem Informasi pada STMIK Bina Patria Magelang dengan Metode Ward and Peppard	**Danny Sebastian**, Robet Habibi	.....	**70-81**
SPK-6	Penggunaan Standar Pengkodean Internasional Sebagai Sistem Pendukung Peresepan	**Daniel Chriswinanto Adityo Nugroho**, Lukas Chrisantyo	.....	**82-85**

Sistem Informasi dan Komputer

SIK-1	Object Counting menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (Kasus Kantin Kejujuran Berbasis Computer Vision)	**Abdur Rabi'**, Nachrowie	.....	**86-92**
SIK-2	Aplikasi Berbasis Web Pelayanan Jasa Aqiqah	**Wawa Wikusna**, Elis Hernawati, Fatmafarrasi Herliza Putri	.....	**93-103**
SIK-3	Pemanfaatan Infrastruktur Kunci Publik Dalam Single Medical Record Online	**Frizka Ferina**, Ummu Fauziah Fitri	.....	**104-110**
SIK-5	Metode User-Centered Design untuk Pembangunan Sistem Informasi Umat Gereja Paroki Maria Assumpta Babarsari Yogyakarta	**Kristian Adi Nugraha**, Ignatia Dhian Estu Karisma Ratri	.....	**111-117**
SIK-6	Analisis Kondisi dan Kesiapan Masyarakat Tani di Daerah Istimewa Yogyakarta untuk Memanfaatkan TIK di Bidang Pertanian	**Rosa Delima**	.....	**118-126**

Teknik Komputer dan Aplikasi

TKA-1	Pengembangan Aplikasi Distribusi Produk Bersubsidi dengan Kupon Elektronik	**Arif Wibisono**, Amna S. Nisafani, Rully Agus Hendrawan, Mahendrawathi ER	.....	**127-138**
TKA-2	Mesin Tempe menggunakan Teknologi Mikrokontroller Arduino Uno	**Atmiasri**, Widodo	.....	**139-143**
TKA-3	Pengembangan Sistem Pemantau Dan Pengendali Kendaraan Menggunakan Raspberry Pi dan Firebase	**Erma Susanti**, Joko Triyono	.....	**144-152**
TKA-4	Perancangan Manajemen Pengetahuan Teknik Pemasangan Tiang Listrik Tegangan Menengah menggunakan Metode Case Based Reasoning	**Fathoni**	.....	**153-159**

TKA-5	Rancang Bangun Alat Pemantau Cairan Intravena Jenis Ringer Laktat (RH) Menggunakan Jaringan GSM	Ibnu Adi Perdana, **Iman Fahruzi**	.....	**160-165**
TKA-6	Desain Sistem Pencataan Timbangan Telur Ayam Berbasis Komputer dengan menggunakan Visual Studio	**Kurniawan Teguh Martono**, Ike Pertiwi Windasari	.....	**166-171**
TKA-7	Metode Komunikasi Multi Line Follower Robot pada Kasus Obstacles Avoidance	**Robisman Marpaung**, Angga Rusdinar, Favian Dewanta	.....	**172-177**

Data Mining

DM-1	Analisis dan Perbandingan Algoritma Clustering dalam Penentuan Alokasi Bantuan Dana Pendidikan Propinsi Jawa Tengah	**Yuniaz Hezron Salulolo**, Andeka Rocky Tanaamah, Alz Danny Wowor	.....	**178-187**
DM-2	Evaluation of Performance Feature Selection on Data Mining Technique for Diagnosis Coronary Heart Disease	**Wiharto**, Herianto, Hari Kusnanto	.....	**188-193**
DM-4	Pendeteksian Tingkat Similaritas Dokumen Berbasis Web Menggunakan Algoritma Winnowing	**Nur Fadillah Ulfa**, Metty Mustikasari, Irwan Bastian	.....	**194-203**
DM-5	Sentiment Analysis Terhadap Acara Televisi Mata Najwa Berdasarkan Opini Masyarakat Pada Microblogging Twitter	**Kelik Sussolaikah**, Aslan Alwi	.....	**204-211**
DM-6	Seleksi Fitur menggunakan Metode Kombinasi Algoritme Genetika dan Sequential Minimal Optimization untuk Klasifikasi Halaman Web	**Hendri Noviyanto**, Teguh Bharata Adji, Noor Akhmad Setiawan	.....	**212-217**
DM-7	SENTIPOL: Dataset Sentimen Komentar Pada Kampanye PEMILU Presiden Indonesia 2014 dari Facebook Page	Antonius Rachmat, **Yuan Lukito**	.....	**218-228**

Analisis Citra

AC-1	Pemanfaatan Simple Additive Weighting pada Game Kebudayaan “Rama Sinta”	**Dyah Ayu Irawati, S.T., M.Cs.**, Dr. Eng. Cahya Rahmad, S.T., M.Kom., Inandiastya Herinda Putri,S.ST.	.....	**229-234**
AC-2	Restorasi Citra Menggunakan SVD dengan Matriks Distribusi Gauss Terotasi	**Priadhana Edi Kresnha**	.....	**235-248**

AC-3	Implementasi Algoritma Watershed Untuk Segmentasi Nodul Kanker Pada Citra CT Scan Kanker Paru	**Rina Noviana**, Isram Rasal, Eva Utari C.L.	.....	**249-256**
AC-4	Penggunaan Teknik Face Tracking pada Facial Expression Animasi 3D	**Suraji**, M. Suyanto, Hanif Al Fatta	.....	**257-262**
AC-5	Klasifikasi Motif Batik Semen Berdasarkan Ekstraksi Polar Fourier Transform dan K-Nearest Neighbour	**Vinanda Diya Novita**, Nugroho Agus Haryono, Ignatia Dhian E.K.R.	.....	**263-267**
AC-6	Segmentasi Warna pada Batik Menggunakan Pendekatan HSV dengan Teknik Linkage	**Widi Hapsari**, Nugroho Agus Haryono	.....	**268-274**

Resume Seminar Utama dan Kelas Paralel **275-283**

TANTANGAN PENGIMPLEMENTASIAN SISTEM INFORMASI MANAJEMEN RUMAH SAKIT (SEBUAH PERSPEKTIF SUMBER DAYA MANUSIA)

Restyandito[1]
[1]Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta, Indonesia
[1]dito@ti.ukdw.ac.id

Abstrak

Penerapan Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit (SIMRS) dapat berjalan baik apabila masalah-masalah teknologi, manusia dan organisasi ditangani dengan tepat. Paper ini membahas rencana pengembangan SIMRS dari sudut pandang kesiapan sumber daya manusia. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi studi literatur mengenai SIMRS, wawancara serta penyebaran kuesioner terhadap stakeholder yang terlibat dan terdampak dengan pengimplementasian SIMRS. Dari hasil penelitian ini dapat teridentifikasi tantangan yang mungkin timbul dan beberapa solusi yang dapat diambil untuk mengatasi tantangan tersebut.

Kata Kunci **:** *Sistem Informasi Manajemen, Sumber Daya Manusia, Maturity Model*, Evaluasi

1. Pendahuluan

Manfaat dari suatu sistem informasi dalam suatu organisasi memerlukan suatu evaluasi yang cermat. Hal ini disebabkan karena keberhasilan pengimplementasian sistem informasi dipengaruhi oleh banyak faktor, bukan hanya sekedar penggunaan teknologi perangkat keras , perangkat lunak maupun piranti terbaru. Isu organisasi dan isu sosial merupakan komponen utama dari sistem informasi yang harus diperhatikan (Sittig et. al, 2002).Yusof et.al (2008) mengungkapkan bahwa potensi manfaat dari pengimplementasian suatu sistem informasi dapat maksimal apabila teknologi, manusia dan organisasi dapat saling mendukung satu dengan yang lainnya (*human,organization and technology-fit*). Oleh sebab itu, keberhasilan Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit (SIMRS) juga sangat bergantung pada kebijakan manajemen, budaya organisasi dan terlebih lagi sumber daya manusia yang ada pada rumah sakit tersebut.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Sistem Informasi Rumah Sakit

SIMRS adalah sebuah sistem informasi yang terintegrasi yang disiapkan untuk menangani keseluruhan proses manajemen rumah sakit, mulai dari pelayanan diagnose dan tindakan untuk pasien, rekam medik, apotek, gudang farmasi, penagihan, basis data personalia, penggajian karyawan, proses akuntansi sampai dengan pengendalian oleh manajemen rumah sakit.

Saat ini SIMRS merupakan bagian penting dari pelayanan rumah sakit terhadap stakeholder.Kewajiban menyelenggarakan SIMRS bahkan telah dianjurkan oleh pemerintah yang tertuang dalam UU Nomor 44 tentang Rumah Sakit dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 82 tahun 2013.

Penerapan SIMRS diharapkan dapat membuat pekerjaan para pekerja medis menjadi lebih efisien dan efektif. Data rekam medik pasien yang tersimpan dan dapat diakses oleh dokter maupun perawat, membantu mereka dalam mendiagnosa kondisi pasien dan memberikan tindak lanjut yang tepat. Penggunaan teknologi informasi dapat mempercepat proses administrasi yang terjadi, dari saat pasien mendaftarkan diri hingga ia meninggalkan rumah sakit. Dengan teknologi, data dapat disajikan secara cepat bagi pihak-pihak atau unit yang membutuhkan. Penggunaan teknologi juga mengurangi kebutuhan penggunaan kertas sehingga lebih ramah terhadap lingkungan.

2.2. Tingkat Kematangan Manajemen SIMRS

Menurut Sabarguna(2008), fungsi manajemen informasi pada rumah sakit terdiri dari perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), mengimplementasikan (*actuating*),

mengendalikan (*controlling*), mengevaluasi (*evaluation*) dan inovasi (*innovation*). Proses ini berlangsung terus secara iteratif, berdasarkan hasil evaluasi ditemukan permasalahan dan inovasi pengembangan sistem yang harus direncanakan untuk pengembangan sistem selanjutnya, dan seterusnya. Peran SIMRS menjadi sangat penting dalam setiap tahap manajemen informasi tersebut. Oleh sebab itu, diperlukan sumber daya manusia yang kompeten untuk dapat mengikuti perkembangan kebutuhan dan kemajuan teknologi yang terus berkembang dengan cepat. Inovasi yang dilakukan dapat berupa cara baru melakukan sesuatu(*new way of doing things*), memperbaiki suatu produk (*improved product*) maupun penerapan pengetahuan dalam proses bisnis (Baltzan & Philips, 2008).

Kematangan manajemen teknologi informasi pada suatu institusi kesehatan itu sendiri dapat diukur menggunakan berbagai instrumen untuk mengetahui bagaimana manajemen organisasi mengimplementasikan fungsi sistem informasi di dalam institusinya(Carvalho, Rocha, & Abreu, 2016).Salah satu instrumen yang banyak digunakan adalah NIMM (*NHS Infrastructure Maturity Model*). Model ini memiliki lima tingkat kematangan.

Level 1 ditandai oleh manajemen dan proses pendukung yang bersifat ad-hoc berdasarkan kebutuhan yang muncul. Biasanya karakteristik organisasi di level ini berfokus pada bagaimana sistem dapat berjalan dan berfungsi. Organisasi di level 2 berfokus pada kontrol, monitoring pelayanan dan insfrastruktur yang ada, termasuk praktik penggunaan teknologi informasi yang aman. Pada level ini *sharing know-how* menjadi hal yang menjadi perhatian. Tidak ada karyawan yang sangat menguasai suatu bagian tertentu, sehingga apabila karyawan tersebut keluar karyawan yang lain masih dapat melanjutkan pekerjaan yang ditinggalkan. Selain kebiasaan *sharing know-how*, maka pendokumentasian dan pembuatan manual menjadi sesuatu yang sangat penting. Pada Level 3, fokus manajemen tertuju pada standarisasi infrastruktur dan pengadopsian *best practice*. Ada kesadaran mengenai pentingnya organisasi kemampuan untuk mengembangkan dan memanfaatkan aset intelektual. Level 4 merupakan tingkat dimana optimasi infrastruktur merupakan fokus dari manajemen. Dan Level 5, merupakan tingkat kematangan paling tinggi, di mana fokus manajemen adalah pada penggunaan teknologi informasi untuk melakukan berbagai inovasi.

3. Studi Kasus

3.1. Metode Penelitian

Studi kasus dilakukan di sebuah rumah sakit yang telah cukup lama mengimplementasikan SIMRS. Dalam penelitian ini, penulis melakukan pengumpulan data dengan wawancara dan penyebaran kuesioner kepada karyawan dan pasien rumah sakit tersebut sebagai *stakeholder* yang mengalami dampak langsung dari pengimplementasian SIMRS di rumah sakit tersebut. Tabel 1menunjukkan data responden yang diperoleh menggunakan kuesioner.Total terdapat 447 orang responden yang mengisi kuesioner.

Tabel 1.Deskripsi statistik responden

Responden	Jenis Kelamin		Usia (rata-rata)
	P	W	
Karyawan RS	78	112	28.97
Pasien RS	69	70	39.93
Keluarga Pasien	39	79	36.56

Responden dipilih menggunakan metode *purposive sampling* sehingga diharapkan semua *stake holder* yang berkepentingan terwakili. Pemilihan responden karyawan meliputi semua unit yang ada di rumah sakit dengan mempertimbangkan masa kerja dan jabatan karyawan. Responden pasien dan keluarga pasien meliputi mereka yang merupakan pasien rawat jalan maupun rawat inap.

Jumlah sampel karyawan ditentukan dengan menggunakan *confidence level* 95% dan *margin of error* sebesar ±7. Dengan jumlah karyawan sebanyak 1349 orang, berdasarkan perhitungan estimasi Walpole (1976), dibutuhkan setidaknya 171 orang responden.Sehingga data kuesioner karyawan yang diperoleh sebanyak 190 orang dapat dianggap telah memenuhi jumlah sampel yang dibutuhkan. Sampel pasien dan keluarga pasien (257 responden) telah memenuhi kebutuhan jumlah sampel berdasarkan tabel Cohen, Manion dan Morrison (2013). Dengan asumsi terdapat 650 pasien yang datang setiap hari, maka

dibutuhkan minimal 257 responden (*confidence level* 95%).

3.2. Analisa Data

3.2.1 Analisa Data Karyawan

Kuesioner yang disebarkan terdiri dari 10 pertanyaan yang dikelompokkan menjadi tiga aspek penggunaan SIMRS. Masing-masing pertanyaan menggunakan 5 skala likert. Hasil pengolahan kuesioner terhadap karyawan dapat dilihat pada Tabel 2. Dapat disimpulkan bahwa setidaknya 60% karyawan di rumah sakit tersebut merasakan dampak dan manfaat dari SIMRS. Sebanyak 67% karyawan menganggap bahwa SIMRS yang ada saat ini cukup mudah digunakan.

Tabel 2**.** Faktor pemanfaatan SIMRS untuk mendukung kegiatan operasional karyawan

Aspek Penggunaan SIMRS	Top Box [1]	Top Box [2]	Z-Score to Percentile Rank% [3]
Manfaat SIMRS (1,2,3,6)	24%	72%	61.5%
Dampak SIMRS (4,5)	5%	33%	63.0%
Kemudahan penggunaan SIMRS (7,8,9,10)	11%	63%	67.0%

[1]persentase responden yang menjawab sangat setuju

[2]persentase responden yang menjawab setuju dan sangat setuju

[3]persentase responden yang menyatakan setuju dengan pendekatan *six-sigma technique* (Sauro&Kindlund, 2005), menggunakan *benchmark* 80% dari skala pilihan (Nielsen & Levy, 1994)

Berdasarkan hasil kuesioner, lebih dari 30% responden tidak memberikan respond positif terhadap pemanfaatan SIMRS. Hal ini kemungkinan disebabkan karena mereka tidak mendapatkan pelatihan yang memadai berkaitan dengan pemanfaatan SIMRS. Dari hasil wawancara, masalah tersebut dikarenakan keterbatasan waktu, sehingga pelatihan tidak dilakukan rutin berkala, melainkan secara ad-hoc pada saat ada pengimplementasian sistem baru. Pelatihan itupun hanya diberikan ke beberapa karyawan (misalnya kepala unit) yang berada pada unit yang terdampak dengan pengimplementasian sistem baru tersebut. Tidak semua karyawan terlibat dalam perancangan dan pengimplementasian SIMRS yang ada saat ini, demikian pula tidak semua karyawan merasa dilibatkan dalam proses komunikasi untuk mensosialisasikan SIMRS yang ada (Tabel 3). Tujuh puluh persen responden yang memberikan respon positif kemungkinan disebabkan mereka telah memiliki kompetensi yang memadai untuk penggunaan SIMRS dalam pekerjaan mereka. Namun demikian, dalam observasi, tampak adanya kecenderungan karyawan kurang memiliki kesadaran terhadap *data quality* dan *security awareness*.

Tabel 3**.**Faktor keberhasilan pembangunan dan implementasi SIMRS

Aspek Penggunaan SIMRS	Top Box [1]	Top Box [2]	Z-Score to Percentile Rank% [3]
Pelatihan (11,14)	5%	42%	71.0%
Pengaruh rekan kerja dan lingkungan (12,13)	6%	44%	71.0%
Keterlibatan dalam proses pembuatan dan implementasi (15,16,17)	5%	30%	74.5%

[1]persentase responden yang menjawab sangat setuju

[2]persentase responden yang menjawab setuju dan sangat setuju

[3]persentase responden yang menyatakan setuju dengan pendekatan *six-sigma technique* (Sauro&Kindlund, 2005), menggunakan *benchmark* 80% dari skala pilihan (Nielsen & Levy, 1994)

Saat ini seluruh karyawan di Rumah Sakit tersebut telah menggunakan SIMRS, karena adanya sistem *rewards* dan *punishments* yang diterapkan oleh pihak manajemen rumah sakit. Untuk mengetahui tingkat loyalitas karyawan dalam menggunakan SIMRS yang ada, digunakan metode pendekatan *Net Promotor Score* (NPS; persentase responden yang menyatakan sangat setuju/*promoter*

dikurangi dengan persentase responden yang menyatakan sangat tidak setuju/*destructor*) untuk menganalisa pertanyaan 18,19 dan 20. Hasil yang diperoleh dari kuesioner, NPS karyawan dalam penggunaan SIMRS kurang baik yaitu sebesar 16%.Artinya, hanya sedikit karyawan yang merasakan entusias dalam menggunakan SIMRS.Sebanyak 57% karyawan merupakan pengguna yang *passive satisfied*.

Berdasarkan 18 pertanyaan kuesioner mengenai tingkat kepentingan terhadap fasilitas dan fungsi yang disediakan oleh SIMRS yang sedang digunakan sekarang, rata-rata hanya 44.31% responden yang memiliki kesadaran atas berbagai aspek kepentingan fasilitas dan fungsi yang disediakan oleh SIMRS, hal ini sesuai dengan hasil observasi awal, di mana banyak karyawan yang belum memiliki kesadaran dan pemahaman akan pentingnya *quality data* dan masalah *security*.

Hasil kuesioner dengan nilai yang rendah (di bawah 40%) diantaranya: tidak tersedianya buku panduan berikut instruksi yang jelas dalam menggunakan SIMRS; kurangnya dorongan dari manajemen untuk berinovasi melalui penggunaan SIMRS; dan kurang tersedianya lingkungan kerja yang mendukung (misalnya tempat kerja yang menyenangkan, jumlah komputer yang cukup, beban kerja yang sesuai, dsb);

3.2.2 Analisa Data Pasien dan Keluarga

Sebanyak 13 pertanyaan diajukan kepada pasien maupun keluarga mereka untuk mengetahui pemanfaatan SIMRS bagi mereka.Selain itu, setiap responden diminta untuk menjawab 6 pertanyaan demografis untuk memahami latar belakang mereka dan apakah hal tersebut menjadi faktor penting dalam pemanfaatan SIMRS. Pertanyaan tersebut seputar usia, pendidikan, pengalaman menggunakan komputer, *smartphone* maupun internet.

Hasil analisis regresi terhadap faktor latar belakang dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan nilai R^2 terlihat bahwa 68% total variasi variabel dependen dapat dijelaskan oleh faktor-faktor tersebut. Tiga puluh dua persen yang lain kemungkinan dipengaruhi oleh faktor non-demografis, seperti alasan penggunaan SIMRS, desain antarmuka SIMRS, dan lain sebagainya. Berikutnya, tabel ANOVA menunjukkan bahwa persamaan regresi yang dihasilkan dari data kuesioner yang diperoleh secara signifikan dapat memprediksi variabel dependen (F.Sig = 0.00078). Selanjutnya dari ke-6 faktor demografis tersebut dapat dilihat bahwa faktor yang berpengaruh (p<0.05) adalah usia, pendidikan dan kepemilikan *smartphone*. Ketiga faktor tersebut memiliki koefisien positif.

Dari data pasien yang memanfaatkan fitur SIMRS, 91% (234 responden) menyatakan SIMRS berguna. Pemanfaatan SIMRS oleh pasien terutama digunakan untuk mencari informasi jadwal klinik dan dokter praktek (52.0%), jadwal jam berkunjung (20.3%), biaya (12.8%), layanan rumah sakit (7.1%), profil rumah sakit (3.9%) dan kontak (3.9%).

Tabel 4. Analisis regresi faktor pemanfaatan SIMRS

Regression Statistics	
Multiple R	0.295615221
R Square	**0.683883591**
Adjusted R Square	0.574623407
Standard Error	2.582826655
Observations	257

ANOVA

	Df	*SS*	*MS*	*F*	*Sig. F*
Regression	5	146.28	29.26	4.39	**0.00078**
Residual	251	1527.66	6.67		
Total	256	1673.94			

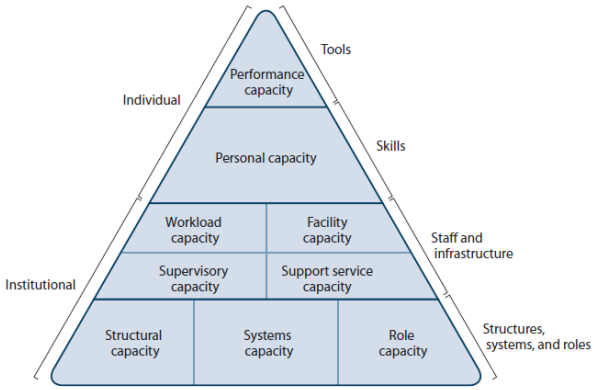
	Coeff	*SE*	*t Stat*	*P-val*
Intercept	0.99	0.93	1.06	0.28858
Jenis Kelamin	-0.45	0.35	-1.28	0.20133
Kategori Usia	0.29	0.14	2.13	**0.03466**
Pendidikan Terakhir	0.16	0.18	0.91	**0.00138**
Kepemilikan Komputer	0.27	0.33	0.83	0.40696
Kepemilikan Smartphone	0.65	0.28	2.34	**0.02037**
Waktu Akses Internet	0.07	0.23	0.32	0.75098

4. Pembahasan

Salah satu faktor yang berdampak pada keberhasilan penerapan SIMRS adalah faktor kemampuan pengguna. Seperti diungkapkan oleh Heeks (2006) dalam penelitiannya yang berjudul *Health Information System: Failure, Success and Improvisation,* peran dan kompetensi pengguna sangat berpengaruh untuk memperkecil jarak yang mungkin ada di antara fungsi dan manfaat SIMRS dengan pemanfaatan dan dampak dari SIMRS tersebut. Ekspansi yang cepat dari teknologi komputer ke dalam semua aspek pelayanan kesehatan modern menuntut perawat di abad ke-21 ini untuk memiliki kompetensi di bidang penguasaan teknologi komputer (Hobbs, 2002).

Oleh karena itu, tingkat loyalitas pengguna SIMRS yang cukup rendah perlu mendapat perhatian. Dari hasil pengamatan dan wawancara yang dilakukan terhadap karyawan rumah sakit, terkesan ada resistensi dari perawat untuk memanfaatkan dan mengembangkan SIMRS yang ada pada saat dilakukan audit internal. Hal ini kemungkinan disebabkan adanya ketakutan atau keengganan terjadinya perubahan budaya kerja yang sudah menjadi '*comfort zone*' selama ini. Resistensi tenaga medis dalam penerapan SIMRS bukanlah suatu hal yang baru (Ash & Bates, 2005; Geyer, 2004; Lapointe&Rivard, 2005; Lapointe&Rivard, 2006; Loomis, Saywell&Thakker, 2002; Poon, et.al, 2004). Meski faktor teknis sistem (*workflow* yang benar, antarmuka yang ramah pengguna, dan desain yang inovatif, dll) penting dalam pengimplementasian SIMRS yang sukses, faktor organisasi (mis, dukungan manajemen/pimpinan, keterlibatan karyawan, dan pemberdayaan tenaga medis) merupakan faktor utama keberhasilan pengimplementasian TI di rumah sakit. (Ash, et.al, 2004; Chin, 2003; Doolan, et.al, 1999; Garibaldi, 1998).

Usaha melibatkan karyawan (*stake holder*) harus dimulai dari penyusunan SIMRS. Dukungan manajemen/pimpinan berupa komitmen dalam pengimplementasian SIMRS sesuai dengan masukan dari *stake holder* yang berkepentingan.
Pemberdayaan karyawan juga merupakan kunci keberhasilan pengimplementasian SIMRS. Potter &Brough(2004) dalam artikel mereka "*Systemic Capacity Building: A Hierarchy of Needs*" yang diterbitkan dalam jurnal *Health Policy and Planning,* menunjukkan ada dua hal yang berkaitan dengan kerangka *capacity building* yang berhubungan dengan individu, yaitu *performance capacity* dan *personal capacity* (Gambar 1).



Gambar 1. Capacity Buildingframework (Sumber: Potter &Brough, 2004)

Performance capacity berkaitan dengan ketersediaan sumber daya (*resources*) untuk mendukung pekerjaan yang dilakukan. *Personal capacity* berkaitan dengan pengetahuan maupun keterampilan yang dimiliki untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dengan baik. Untuk itu, pemberdayaan karyawan/tenaga medis perlu dilakukan dengan memperbaiki sikap dan pandangan mereka mengenai pentingnya SIMRS. Karyawan/tenaga medis perlu mendapatkan pembekalan dan penguatan keterampilan yang dibutuhkan untuk pemanfaatan SIMRS yang efisien. Selanjutnya sikap kerja karyawan harus diperbaiki agar mereka dapat menyelesaikan tugasnya dengan baik sesuai dengan potensi mereka.

SIMRS juga akan bermanfaat apabila dapat memenuhi kebutuhan pasien yang merupakan konsumen dari layanan jasa rumah sakit. Oleh sebab itu pengembangan SIMRS juga harus memperhatikan latar belakang dan kemampuan pasien dalam mengakses informasi yang disediakan oleh SIMRS. Penyajian arsitektur informasi yang jelas, memudahkan pasien/calon pasien/keluarga pasien dalam mencari informasi yang dibutuhkan. Desain antar muka yang baik, juga akan memudahkan pengguna dalam menggunakan SIMRS tersebut.

5. Kesimpulan

Paper ini telah membahas pentingnya peranan sumber daya manusia dalam penerapan SIMRS di suatu rumah sakit. Dari data studi kasus yang dipresentasikan, dapat dilihat bahwa walaupun rumah sakit tersebut telah menerapkan SIMRS cukup lama, tetapi belum sepenuhnya dirasakan manfaatnya oleh *stakeholder* (karyawan maupun pasien dan keluarga pasien). Oleh sebab itu dalam pengimplementasian SIMRS sangat perlu diperhatikan kesiapan dari sumber daya manusia yang dimiliki oleh suatu rumah sakit. Sosialisasi SIMRS dan pelatihan yang cukup akan memperbesar penerimaan di kalangan karyawan, dokter maupun perawat, sehingga mereka mau mempergunakannya. Desain SIMRS juga harus memperhatikan kebutuhan dari pasien dan keluarga mereka, seperti latar belakang pengalaman mereka. SIMRS yang baik tidak semata-mata hanya ditentukan oleh perangkat keras, perangkat lunak dan piranti yang canggih.

Daftar Pustaka

Ash, J. S., & Bates, D. W. (2005). Factors and forces affecting EHR system adoption: report of a 2004 ACMI discussion. *Journal of the American Medical Informatics Association, 12*(1), 8-12

Ash, J. S., Gorman, P. N., Seshadri, V., &Hersh, W. R. (2004). Computerized physician order entry in US hospitals: results of a 2002 survey. *Journal of the American Medical Informatics Association, 11*(2), 95-99

Baltzan, P. & Philips, A. (2008). *Business Driven Information System*.New York:McGraw-Hill/Irwin.

Carvalho, J.V., Rocha, A., & Abreu, A. (2016). Maturity Models of Healthcare Information Systems and Technologies: a Literature Review. *Journal of medical systems,* 10(1),1-10

Chin, T. (2003). Doctors pull plug on paperless system. *Am Med News, 46*(7), 1

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2013). *Research methods in education*.Routledge.

Doolan, D. F., Bates, D. W., & James, B. C. (2003). The use of computers for clinical care: a case series of advanced US sites. *Journal of the American Medical Informatics Association, 10*(1), 94-107

Garibaldi, R. A. (1998). Computers and the quality of care—a clinician's perspective.*New England Journal of Medicine, 338*(4), 259-260

Geyer, S. (2004). Physicians: the key to IT success. *Trustee: the journal for hospital governing boards, 57*(2), 6-10

Heeks, R. (2006). Health information systems: Failure, success and improvisation. *International journal of medical informatics, 75*(2), 125-137

Hobbs, S. D. (2002). Measuring nurses' computer competency: an analysis of published instruments.*Computers Informatics Nursing, 20*(2), 63-73

Lapointe, L., &Rivard, S. (2005). A multilevel model of resistance to information technology implementation.*MIS quarterly*, 461-491.

Lapointe, L., &Rivard, S. (2006). Getting physicians to accept new information technology: insights from case studies.*Canadian Medical Association Journal, 174*(11), 1573-1578

Loomis, G. A., Ries, J. S., Saywell Jr, R. M., &Thakker, N. R. (2002). If electronic medical records are so great, why aren't family physicians using them?(Original Research). *Journal of Family Practice, 51*(7), 636-642

Potter, C., &Brough, R. (2004). Systemic capacity building: a hierarchy of needs. *Health policy and planning, 19*(5), 336-345

Nielsen, J., & Levy, J. (1994).Measuring Usability: Preference vs. Performance.*Magazine Communication of the ACM*, 66-75.

Sabarguna, B. (2008). *Atlas of Managing Information in Hospital*.SagungSeto

Sauro, J., &Kindlund, E. (2005). Making Sense of Usability Metrics: Usability and Six Sigma. *UPA Conference*.

Sittig, D. F., Hazlehurst, B. L., Palen, T., Hsu, J., Jimison, H., &Hornbrook, M. C. A. (2002). Clinical information system research agenda for kaiserpermanente. *Permanente J, 6*(3).

Walpole, R.E., (1976). *Elementary Statistical Concepts*. Macmillan, New York.

Yusof, M. M., Kuljis, J., Papazafeiropoulou, A., &Stergioulas, L. K. (2008). An evaluation framework for Health Information Systems: human, organization and technology-fit factors (HOT-fit). *International journal of medical informatics*, *77*(6), 386-398.

Biodata Penulis

Restyandito, memperoleh gelar S1 di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Informatika, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta. Memperoleh gelar S2 di School of Information Sciences, University of Pittsburgh, USA. Memperoleh gelar S3 dari Systems Engineering & Engineering Management Dept., City University of Hong Kong, HKSAR.
Saat ini menjadi pengajar di Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana.

PENGEMBANGAN SISTEM TOUR OF DUTY UNTUK MANAJEMEN PELAPORAN AKHIR SHIFT PETUGAS GERBANG TOL (STUDI KASUS DI PT. MARGA HARJAYA INFRASTRUKTUR)

Rida Indah Fariani[1], Pamungkas Utomo[2], Rendi Eka Putra Suherman[3]
[1]Jurusan Manajemen Informatika, Politeknik Manufaktur Astra, Jakarta , Indonesia
[1]rida.i.fariani@polman.astra.ac.id, [2]pamungkas.utomo@gmail.com, [3]rendi.eka.putra@gmail.com

Abstract

TOD system is an accountability reporting system for officer on duty at the toll gates that are currently used in Mojokerto-Kertosono toll road. TOD system used for anticipating losses resulting from errors or fraud that appears when the toll gates in operation. The new TOD system is an improvement on the existing system. Those improvements are addition of features that do not exist in the old system, namely the management of smallchanges, scheduling and assignment collector officer. System development TOD uses javascript programming language using a web server Node JS. Implementation of the TOD system has reduced the time used to complete the toll attendant reporting up to 50% and also prevents the possibility of falsification of data entered into the system.

Keywords : *Information System, toll, TOD, improvement*

1. Pendahuluan

Pesatnya pembangunan disegala bidang menyebabkan tingginya pembangunan infrastruktur sebagai salah satu penunjang. P.T Marga Harjaya Infrastruktur (P.T MHI) adalah perusahaan yang bergerak di bidang infrastruktur, bertindak sebagai pemegang konsesi dari 40,5 km Jalan Tol yang merupakan bagian dari jaringan Jalan Tol Trans Jawa antara Mojokerto dan Kertosono. Dalam membangun infrastruktur tersebut, P.T MHI membangun Sistem Informasi yang terintegrasi, yaitu pengadaan server transaksi tol (TPS), aplikasi *Tour of Duty (TOD),* aplikasi *Smart Card Management (SCM),* perangkat input petugas supervisor (TCM) dan perangkat input petugas gardu tol (TCT). Salah satu projek yang saat ini sedang dalam tahap *improvement* adalah sistem TOD yang merupakan sistem manajemen pelaporan petugas gardu tol. Aplikasi ini dibuat untuk mengatur laporan pertanggungjawaban dari karyawan gerbang tol sampai kepada supervisor gerbang tol.

Saat ini, sistem TOD sudah berjalan akan tetapi masih menggunakan sistem lama yang masih berbasis desktop. Sistem yang ada sekarang tidak bisa memenuhi seluruh kebutuhan dari bisnis proses yang sudah diperbaharui, diantaranya manajemen uang kembalian dan penandatanganan laporan pertanggung jawaban yang saat ini masih menggunakan sistem manual, scheduling petugas yang masih manual untuk pembuatan jadwal Shift serta rentan akan terjadinya kecurangan-kecurangan yang dapat dilakukan oleh petugas dalam membuat laporan pertanggungjawaban. Dari sisi perawatan juga terdapat kekurangan dimana perawatan lebih sulit karena sistem di install pada setiap komputer di gerbang tol. Selain itu performa aplikasi bergantung pada sepesifikasi komputer yang digunakan, karena proses kalkulasi dilakukan di setiap komputer. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka dilakukan *improvement* terhadap Sistem TOD berupa analisa bisnis proses yang ada dan penambahan modul yang belum ada pada sistem terkait bisnis proses tersebut, selain itu juga merubah sistem menjadi web based dan arsitektur *three-tier.*

Terkait dengan latar belakang yang dijelaskan sebelumnya, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengurangi waktu tanda tangan laporan petugas gerbang (pultol dan pengawas) yang dilakukan manual dimana memerlukan waktu 15 – 20 menit menjadi minimal 5-10 menit.
2. Mengurangi dampak negatif manipulasi data yang timbul dari kecurangan karyawan dalam pembuatan laporan pertanggungjawaban.
3. Membuat jadwal kerja petugas gerbang tol (pultol dan pengawas) dari manual menjadi terkomputerisasi. Hal ini mempermudah karena jadwal yang dibuat lebih akurat dan mudah untuk diperbaiki ketika ada keharusan untuk diubah.
4. Membuat manajemen uang kembalian untuk petugas gerbang pultol yang sebelumnya tidak terdapat di sistem yang lama.

2. Tinjauan Pustaka

Pengembangan sistem informasi terbagi menjadi pengembagan berbasis obyek dan terstruktur. Pengembangan sistem informasi secara terstruktur terbagi menjadi tiga pendekatan, yaitu penjelasan mengenai modeling tools, pengertian basis data dan konsep – konsep pengolahan data dan strategi analisis kebutuhan data. Strategi analisis kebutuhan data di dalamnya terbagi menjadi tiga, yaitu Business Process Automation, Business Process Improvement, Business Process Reengineering (Yourdon, 1989 dan Dennis, 2010) .

Sistem Informasi itu sendiri didefinisikan sebagai kombinasi teratur dari orang – orang (brainware), perangkat keras (hardware), perangkat lunak (software), jaringan komunikasi (network), sumber data yang mengumpulkan, mengubah dan menyebarkan informasi dalam sebuah organisasi (database) (Connoly, 2005).

2.1. Pengembangan Sistem Terstruktur

Dalam melakukan rekayasa sistem berbasis terstruktur konsep pengembangan yang digunakan adalah *Project Life Cycle* (Yourdon, 1989). *Project Life Cycle* adalah siklus hidup dari pengerjaan proyek-proyek. Ada tiga jenis metode yang disediakan dalam *Project Life Cycle*, diantaranya:

1. *Classical Project Life Cycle* ; disini terdapat metode *Structured Project Life Cycle.* Pengembangan sistem informasi metode *Structured Project Life Cycle* merupakan metode pengembangan yang dalam pelaksanaan aktivitasnya dilakukan secara bertahap dan berurutan dari aktivitas satu ke aktivitas selanjutnya.
2. *Semistructured Life Cycle* ; dimana aktivitas *coding* dan pengujian dilakukan secara pararel. Selain itu, dalam pelaksanaanya ada aktivitas yang boleh dilewati jika memungkinkan. Bagian penting dari pekerjaan yang dilakukan dengan metode desain terstruktur adalah upaya secara manual untuk memperbaiki spesifikasi narasi yang kurang tepat.
3. *Prototyping Life Cycle;* dimulai dengan aktivitas survey, kemudian dilanjutkan dengan determinasi apakah proyek merupakan kandidat yang bagus untuk pendekatan prototyping.

3. Metodologi

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perumusan masalah
2. Analisa bisnis proses saat ini pada Sistem TOD
3. Pemetaan Sistem TOD yang lama terhadap kebutuhan bisnis proses saat ini
4. Pengembangan Sistem TOD versi baru
5. Pengujian Sistem TOD versi baru
6. Penyajian Hasil dan Kesimpulan Penelitian

Analisa bisnis proses dilakukan berdasarkan analisis kebutuhan saat ini. Kemudian dilakukan pemetaan terhadap sistem lama untuk mengetahui gap kebutuhan yang ada. Dari gap yang ada kemudian dilakukan pengembangan terhadap sistem TOD lama. Dengan demikian analisis kebutuhan yang dilakukan adalah *business process improvement* (BPI).

Pengembangan sistem TOD yang baru menggunakan metodologi PLC (*Project Life Cycle*) dengan pendekatan *Structured Project Life Cycle*. Adapun aktivitas yang dilakukan adalah:

1. *System analysis*, merupakan aktivitas yang bertujuan untuk menguah dua input utama yaitu kebijakan pengguna dan *user requirement* menjadi spesifikasi yang terstruktur.
2. *Design* , yaitu berkaitan dengan pengalokasian spesifikasi kebutuhan yang telah dibuat sebelumnya.

3. *Implementation*, mencakup coding dan integrasi modul ke kerangka yang semakin lengkap dalam membentuk system utama.
4. *Quality assurance* , untuk memastikan bahwa sistem bekerja dengan kualitas terbaik dengan cara melakukan uji coba terhadap sistem yang dikembangkan

Installation, yang merupakan aktivitas terakhir dimana sistem siap untuk digunakan.

4. Pembahasan Dan Hasil Penelitian

4.1. Analisa Bisnis Proses Saat Ini

Sistem TOD menangani manajemen pelaporan petugas tol yang diawali dengan pembuatan schedule yang dibuat oleh pengawas dengan menggunakan Microsoft Excel. Dalam membuat schedule petugas tol (Pultol) diawali dengan pembuatan pola schedule, yaitu rumus untuk menentukan hari masuk, hari libur dan petugas tol yang ditugaskan. Dalam pembuatan pola disertai dengan penambahan petugas tol atau karyawan siaga. Hal ini bertujuan untuk menggantikan pultol yang tidak hadir. Dalam pembuatan schedule harus disertakan pultol siaga yang berfungsi menggantikan pultol yang sedang bertugas.

Setelah pembuatan schedule selesai dibuat pada hari dimana pultol ditugaskan, pengawas akan memberikan kantong batch / uang kembalian kepada pultol tersebut. Setelah itu pengawas akan assign pultol ke gardu. Di dalam gardu pultol akan beroperasi untuk mencatat kejadian / volume lalu lintas. Saat akhir shift, pultol yang bertugas membuat laporan operasional harian atau yang disebut laporan akhir shift (ATB/ATT). Laporan akhir shift yang sudah dibuat kemudian ditanda tangani dan di kirim ke pengawas. Pengawas akan melihat laporan pultol dan verifikasi laporan pultol (TPC02). Setelah diverifikasi, pengawas membuat laporan akhir shift pengawas dan ditanda tangani pengawas. Laporan yang sudah dibuat dan diapprove kemudian dikirim ke supervisor. Supervisor akan melihat laporan tersebut dan diverifikasi. Kemudian supervisor akan melakukan laporan dan dikirim kembali ke pengawas untuk dijadikan report.

Dalam sistem lama, proses manajemen uang kembalian dan penandatanganan laporan pertanggung jawaban yang saat ini masih menggunakan sistem manual, juga scheduling petugas yang masih manual untuk pembuatan jadwal Shift

4.2. Bussiness Process Improvement (BPI)

Dengan adanya kekurangan dari hasil analisa bisnis proses saat ini maka dilakukan *Bussiness Process Improvement* (BPI). Dengan BPI waktu yang digunakan untuk pembuatan schedule, manajemen uang kembali, dalam pembuatan laporan sampai kepada verifikasi supervisor lebih efektif dan efisien. Pembuatan schedule yang sebelumnya masih manual menggunakan Microsoft Excel kini sudah masuk ke dalam sistem dan lebih mudah jika terjadi perubahan. Proses manajemen smallchanges yang sebelumnya dilakukan manual dalam proses perhitungan dan masih manual dalam proses persetujuan uang kembalian yang diterima oleh pultol, kini sudah terkomputerisasi dan mudah dalam perhitungan uang kembalian dan proses persetujuan oleh Pultol yang bertugas.

Aplikasi TOD sebelumnya masih menggunakan teknologi pengembangan berbasis desktop sehingga tampilan pada aplikasi ini kurang mendukung dalam menampilkan informasi. Pada pengembangan kali ini, aplikasi TOD menggunakan teknologi berbasis web. Hal ini membantu karyawan dalam melihat informasi yang pertama kali dicari. Seperti pada *dashboard*, terdapat informasi lalu lintas yang ditampilkan

4.3 Perancangan dan Pengembangan Sistem

Aplikasi TOD merupakan aplikasi berbasis web yang berfungsi untuk pembuatan laporan operasional harian petugas tol dan pengawas. Pemilihan berbasis web dimaksudkan agar akses terhadap sistem lebih fleksibel, tidak bergantung terhadap spesifikasi problem dan Sistem Operasi yang digunakan serta dapat diakses dari berbagai tempat selama terkoneksi dengan jaringan intranet. Aplikasi ini digunakan user di gerbang tol dan di kantor pusat (HO). Dalam melakukan pengembangan aplikasi TOD menggunakan NodeJs sebagai *development tools* dengan menggunakan bahasa pemrograman *Javascript* dan SQL server 2012 sebagai basisdata. Dalam pengembangan aplikasi TOD menggunakan NodeJs diharapkan

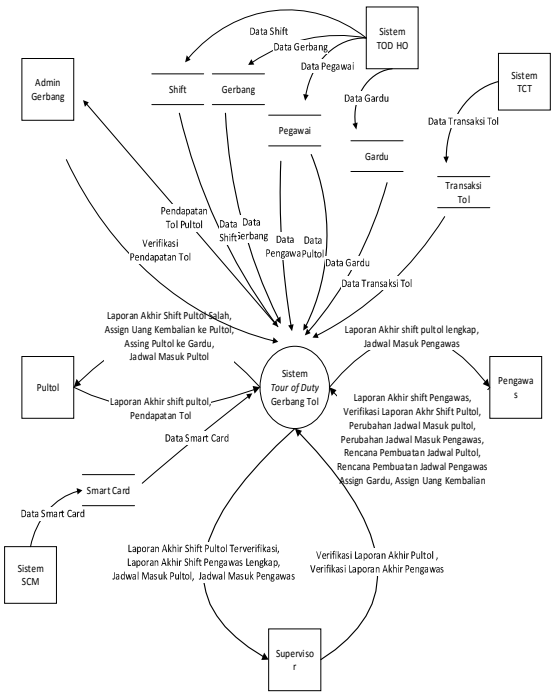
lebih ringan dalam eksekusi program di *web browser*. Sedangkan untuk database management sistem menggunakan SQL server 2012, aspek yang dipertimbangkan adalah kestabilan performa database dalam mengolah data yang cukup banyak dan juga ketersedian fitur *stored procedure* untuk memudahkan dalam proses pengembangan sistem.

Arsitektur yang digunakan adalah arsitektur *client-server three-tiered* yang berjalan pada jaringan intranet. *Web Browser* pada komputer *client* berfungsi sebagai *presentation logic*, *application server* berfungsi sebagai *application logic* dan *database server* bertanggung jawab sebagai *data access logic* dan *data storage*.

Dalam Sistem TOD terdapat beberapa kategori pengguna, yaitu pihak yang terlibat dalam penggunaan aplikasi TOD. Setiap pengguna memiliki hak akses dan fungsi yang berbeda. Setiap pengguna hanya memiliki satu kategori pengguna (role). Di bawah ini merupakan daftar tabel katagori pengguna aplikasi TOD beserta hak akses dan fungsinya. Pengguna sistem TOD dapat dilihat pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Kategori Pengguna Aplikasi TOD

Kategori Pengguna	**Tugas**	**Hak Akses**	**Jabatan**
Pultol	Membuat laporan harian pultol	- *Input, view*, edit dan *delete* data lalu lintas tol - *Approve* peneriman uang kembalian	Pultol
Pengawas	- Membuat *Schedule* pultol dan pengawas - *Monitoring* laporan harian pultol - Membuat laporan pengawas	- *View* dan *approve* laporan harial pultol - *Input, view*, edit dan *delete* data lalu lintas tol - *Input, view*, edit dan *delete schedule*	Pengawas
Supervisor	- *Monitoring* Laporan harian pultol dan pengawas	- *View* dan *approve schedule* pultol dan pengawas - *View* dan *approve* laporan pultol dan pengawas	Supervisor
Admin Gerbang	Monitoring pendapatan tol	View dan verifikasi laporan pendapatan tol	Admin Gerbang



Gambar 1. Context Diagram sistem TOD

4.4 Deskripsi Fungsional

Deskripsi fungsional merupakan penjelasan mengenai fungsi yang ada pada sistem TOD. Deskripsi fungsional digambarkan dengan context diagram seperti pada Gambar 1. Kemudian dari context diagram tersebut dijabarkan menjadi data flow diagram yang akan menjelaskan proses/ fungsi dan aliran data dengan lebih terperinci. Secara umum sistem TOD memiliki 4 proses yang saling terkait yang tergambar juga pada DFD level 1, yaitu:

1. Pembuatan Jadwal; proses ini merupakan pembuatan jadwal karyawan pultol dan pengawas. Untuk membuat jadwal dibutuhkan rencana pola pembuatan jadwal (*pattern*) atau rencana pembuatan jadwal. Pola pembuatan jadwal dibuat untuk karyawan pultol dan pengawas. Dari pola pembuatan jadwal ini dihasilkan data jadwal masuk karyawan pultol dan pengawas.
2. *Assign* Pultol ; pada proses ini pultol juga menerima uang kembalian dan gardu untuk dioperasikan, yang nantinya juga dimasukkan ke dalam data store uang kembalian. Pada proses ini, pultol dioperasikan di gardu untuk mencatat data lalu lintas dan kejadian transaksi tol. Data ini yang nantinya digunakan untuk pembuatan laporan akhir shift pultol tersebut. Data ini meliputi data assign uang kembalian dan data assign gardu.
3. Pembuatan Laporan Akhir *Shift* Pultol ; merupakan proses untuk membuat laporan harian akhir shift pultol.
4. Laporan akhir *shift* pengawas ; merupakan proses untuk membuat laporan harian akhir shift pengawas.

4.5 Implementasi Dan Pengujian

Pengujian terhadap aplikasi *Tour of Duty* dilakukan sesuai dengan proses bisnis. Pengujian ini meliputi semua *form* yang ada di aplikasi TOD. Fungsional yang diuji secara garis besar meliputi pembuatan laporan akhir *shift* petugas pultol dan pengawas kepada supervisor, laporan *schedule* dan manajemen uang kembalian (*smallchanges*). Berikut adalah hasil yang diperoleh dari pengujian aplikasi ini:

1. Setelah adanya aplikasi Tour of Duty, proses pembuatan laporan seperti laporan akhir shift, laporan pembuatan jadwal dan manajemen uang kembalian dapat digunakan dengan mudah melalui sistem.
2. Aplikasi ini dapat membuat jadwal kerja petugas tol dan pengawas secara efektif dan efisien, pengguna tinggal memilih petugas – petugas yang akan bertugas dan memilih pattern kerja, gardu untuk petugas tol serta tanggal, jadwal sudah langsung terbuat.
3. Penggunaan aplikasi ini dinilai cukup mudah untuk manajemen uang kembalian yang akan diberikan kepada petugas tol oleh pengawas. Pengawas tinggal membuat rumus untuk pemberian uang kembalian secara manual sesuai dengan peraturan perusahaan, selanjutnya pengawas memasukkan nominal ke dalam sistem. Informasi jumlah uang kembalian yang sudah dibuat dapat diketahui oleh petugas tol melalui sistem setelah pengawas sudah menyetujui anggaran uang kembalian yang dibuat dan petugas tol memeriksa apakah uang yang diterima sesuai dengan anggaran dana yang terdapat di sistem.
4. Fitur manajemen uang kembalian dinilai cukup memudahkan dan membantu, dengan alur sebagai berikut :

a. Pengawas memberikan alokasi uang kembalian kepada petugas tol ketika awal shift pada sistem.
b. Setelah dialokasikan pada sistem, pengawas menyerahkan fisik uang kembalian kepada petugas tol.
c. Petugas tol lalu menghitung lalu menginput pecahan uang kembalian yang diterimanya kedalam sistem.
d. ketika terjadi perbedaan data pengawas tol akan diberi notifikasi. untuk kemudian pengawas akan mengecek permasalahannya

5. Dalam pelaporan data, setelah pembuatan laporan akhir shift, pengguna dapat melihat status persetujuan laporan yang dibuat sudah melalui sistem. Pengguna tinggal melihat status laporan yang sudah dibuat pada hidder.
6. Aplikasi ini menyediakan fungsi *search* untuk melihat laporan yang sudah dibuat pada bulan, tahun yang lalu. Sehingga pengguna dapat dengan mudah mencari laporan jika dibutuhkan dengan format tanggal. Pengguna dapat menggunakan fungsi *search* dengan menekan tombol yang bergambar kaca pembesar pada *list* laporan.

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan perancangan sistem dalam pengembangan sistem Tour of Duty (TOD), serta hasil implementasi sistem tersebut, didapat hasil sebagai berikut:

1. Sistem TOD dapat mengurangi waktu pembuatan pelaporan akhir shift para petugas tol sampai sekitar 50% dari waktu yang dibutuhkan sebelum diimplementasi ke sistem TOD yang ada. Dari sebelumnya membutuhkan waktu 15 – 20 menit untuk melengkapi laporan akhir shift menjadi 5 – 10 menit. Hal ini dimungkinkan karena adanya improvement berupa penghitungan data secara otomatis dari sistem serta validasi data yang diperbaharui.

2. Sistem TOD dapat mencegah kesalahan input data dari para petugas tol seminimal mungkin dengan mengganti beberapa proses input manual menjadi perhitungan otomatis. Hal ini dimungkinkan dengan mengimplementasikan verifikasi untuk setiap form input, dan memperbanyak fitur perhitungan otomatis dan validasi data dengan sistem lain yang sudah ada, yaitu TCM dan TCT.

3. Sistem TOD dapat mencegah manipulasi data yang timbul dari kecurangan karyawan dalam pembuatan laporan pertanggungjawaban dengan menerapkan validasi dan melakukan improvement dalam proses bisnisnya berupa penghitungan data secara otomatis dari sistem serta validasi data yang diperbaharui. Pada sistem lama validasi hanya sebatas validasi tipe data dan panjang karakter belum ada validasi data antar sistem.
4. Sistem TOD juga memiliki fitur pembuatan Schedule sehingga proses pembuatan Schedule kerja petugas gerbang tol (pultol dan pengawas) menjadi lebih akurat, tersimpan dengan baik dan mudah untuk diperbaiki ketika ada keharusan untuk diubah.
5. Sistem TOD memiliki fitur manajemen uang kembalian untuk petugas gerbang pultol. Dengan fitur ini mempermudah pembagian uang kembalian dari pengawas ke petugas pengumpul tol pada awal shift.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil implementasi sistem TOD yang dirangkum pada bagian kesimpulan diatas, maka saran yang dapat dipertimbangkan dalam pengembangan sistem TOD selanjutnya, yaitu:

1. Pembatasan proses approval laporan akhir shift dari petugas pengumpul tol (Pultol) ke pengawas dengan menambahkan fitur setuju dan tolak, sehingga ketika pultol melaporkan laporan akhir shiftnya kepada pengawas, pultol tidak dapat mengubah laporannya sebelum ditolak oleh pengawas.
2. Fitur pembuatan schedule di sistem TOD diintegrasikan dengan fitur absensi pada sistem HR, sehingga informasi jadwal tugas Pultol dapat dijadikan parameter untuk digunakan dalam sistem HR.

Daftar Pustaka

Connoly, T., & Begg, E. C. (2005). *Database System : A Practical Approach to Design, Implementation, and Management*. Fourth Edition. British: Addison Wesley

Dennis, A., Tegarden, D., & Wixom, B. H. (2010). *System Analysis and Design with UML An Object Oriented Approach*. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc

Yourdon, E. (1989). *Modern Structure Analysis*. United States: Prentice-HalL

Biodata Penulis

Rida Indah Fariani, S.Si, M.T.I , memperoleh gelar S1 dan S2 di Universitas Indonesia . Saat ini menjadi pengajar di Politeknik Manufaktur Astra.

Pamungkas Utomo A.Md, memperoleh gelar Ahli Madya di Politeknik Manufaktur Astra. Saat ini menjadi pegawai di PT. Steel Center Indonesia.

Rendi Eka Putra Suherman A.Md, memperoleh gelar Ahli Madya di Politeknik Manufaktur Astra. Saat ini menjadi pegawai di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia (TMMIN).

ANALISIS EFEKTIFITAS KULIAH BERBASIS ONLINE UNTUK MENINGKATKAN KEMAJUAN BELAJAR MAHASISWA DI JURUSAN INFORMATIKA UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA

Priadhana Edi Kresnha[1] , Emi Susilowati[2] , Sitti Nurbaya Ambo[3]
[1,2,3]Teknik Informatika, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakarta Pusat, Indonesia
Jl Cempaka Putih Tengah No. 27 Jakarta Pusat 10510
[1]dhanahebat@gmail.com, [2]emi.susilowati@ftumj.ac.id, [3]baya.ambo@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini mengetengahkan peran kuliah online untuk mendukung proses belajar-mengajar di Universitas Muhammadiyah Jakarta. Tujuan dari kuliah ini adalah untuk mengukur efektifitas kuliah online yang diintegrasikan dengan tatap muka tradisional, dimana semua keunggulan kuliah online dimanfaatkan sepenuhnya sekaligus meminimalisir kekurangan kuliah tatap muka. Model kuliah ini disebut model hibrid karena mencampur keunggulan dari masing-masing model perkuliahan. Berbeda dengan kuliah tradisional biasa, dalam kuliah online, mahasiswa dituntut untuk turut aktif berperan dan berpartisipasi dalam berbagai media komunikasi online. Evaluasi efektifitas kuliah online dilihat dari perubahan nilai mahasiswa dari cara kuliah tradisional ke kuliah berbasis online, forum network analysis, dan hasil kuesioner mahasiswa berbasis skala likert. Setelah penerapan model hibrid ini, ditambah pula dengan penerapan collaborative learning pada kuliah tatap muka, nilai mahasiswa bisa naik dengan memuaskan, dan tanggapan mahasiswa banyak yang setuju dengan penerapan model kuliah ini. Adapun hal yang perlu ditingkatkan adalah penggunaan forum. Perpindahan kuliah tradisional ke kuliah berbasis online mengharuskan mahasiswa untuk aktif dalam forum, dimana mahasiswa tidak terbiasa penggunaan forum dalam kuliah. Hal ini terlihat dari forum network analysis dimana keikutsertaan mahasiswa dalam forum sangat rendah, dan jaring-jaring yang dihasilkan sangat kecil dan berkisar hanya ke beberapa orang saja.

Kata Kunci : *Kuliah tatap muka, kuliah berbasis online, elearning, forum network analysis.*

1. Pendahuluan

Pada penelitian ini, kuliah online dijadikan sarana untuk mendukung kegiatan belajar mengajar di kelas. Kuliah online adalah sebuah metode pembelajaran kuliah yang tidak menggunakan cara-cara tradisional seperti tatap muka secara fisik di ruang kelas, dan diskusi menggunakan lisan di kelas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengukur efektifitas kuliah online yang digunakan sebagai pelengkap kuliah tradisional.

Di Negara Republik Indonesia tidak ada peraturan atau regulasi secara spesifik mengenai kuliah online maupun pengakuan kelulusan bagi para peserta kuliah online. Namun di Indonesia sudah ada regulasi mengenai pendidikan jarak jauh, atau dalam bahasa Inggris dikenal dengan sebutan distance learning. Berikut adalah pasal yang berkaitan dengan kuliah jarak jauh, Pasal 31 UU sistem pendidikan Indonesia No.20 Tahun 2003:

Ayat (2) Pendidikan jarak jauh berfungsi memberikan layanan pendidikan kepada kelompok masyarakat yang tidak dapat mengikuti pendidikan secara tatap muka atau reguler.
Ayat (3). Pendidikan jarak jauh diselenggarakan dalam berbagai bentuk, modus dan cakupan yang didukung oleh sarana dan layanan belajar serta system penilaian yang menjamin mutu lulusan sesuai dengan standar nasional pendidikan

Berkaitan dengan metode *distance learning*, kuliah online merupakan salah satu cara penerapan bentuk universitas terbuka dengan memanfaatkan teknologi informasi secara penuh. Terlebih lagi, di model kuliah ini mahasiswa juga bisa berinteraksi dengan mahasiswa lain dan instruktur / dosen secara online melalui internet, sehingga belajar bukan hanya secara aktif melalui bahan ajar yang diberikan, namun juga bisa aktif berbagi pikiran dan

bertanya secara langsung ke dosen tanpa ada kendala jarak.

2. Media Kuliah Online

Untuk mendukung keberlangsungan kuliah online, berbagai tools pendukung, baik berbentuk *hardware* maupun *software*, wajib disiapkan, baik oleh pihak penyelenggara maupun oleh peserta kuliah. Karena penyampaian kuliah melalui internet, maka yang harus disediakan utama adalah jaringan yang terhubung ke internet. Keterhubungan jaringan harus dimiliki oleh penyelenggara dan peserta. Selain itu peralatan baku system informasi harus tersedia, seperti PC / laptop, system operasi, peraltan jaringan, seperti wifi / kabel jaringan, dan sebagainya. Khusus penyelenggara, komputer server harus tersedia, baik itu melalui sewa ataupun disiapkan dan dikelola secara mandiri.

Menurut Chitkushev, Vodenska, & Zlateva (2014) *tools* yang disiapkan harus meliputi kemampuan untuk *live classrooms*, *webinars*, *video-conferencing* untuk sesi diskusi. Segala fasilitas yang mendukung konten media secara online (*media-rich online content*), termasuk di dalamnya *video*, *discussion boards*, *animations*, *quiz*, *virtual laboratorium* dan *proctored online exams* juga harus tersedia.

Pada penelitian ini, penggunaan tools berupa *online conference* / *live classrooms*, serta konten *video* dilakukan pada tahap berikutnya. Hingga tahap publikasi ini, kuliah berbasis online dilakukan menggunakan elearning dengan fitur yang dipakai adalah publikasi materi, tugas online, dan forum online.

3. *Outcome* kuliah online

Terdapat beberapa penelitian terkait *outcome* / lulusan peserta kuliah online. Dalam makalah yang ditulis oleh Jaggars & Bailey (2010) banyak penelitian yang menyatakan bahwa mahasiswa yang menyelesaikan *online courses* belajar mendapat hak yang sama dengan mahasiswa di kelas tradisional, jumlah pertemuannya pun sama banyaknya dengan *face-to-face* di kelas, mendapatkan nilai yang setara, dan sama-sama puas dengan kuliah yang diikuti. Bahkan di dalamnya tertulis, beberapa penelitian menyatakan *outcome* dari kuliah jauh lebih baik (*superior*) dibanding traditional tatap muka.

Lulusan / *outcome* yang superior, menurut Lapsley, et al (2008) lebih disebabkan karena faktor internal dari mahasiswa itu sendiri. Mahasiswa tersebut memang sudah siap belajar, memiliki akses dan fasilitas yang memadai, dan memiliki tujuan dalam mengikuti kuliah. Hal tersebut kurang menggenelisir mahasiswa-mahasiswa lain yang memiliki kondisi sebaliknya, terutama mahasiswa yang secara akademik kurang terlayani dengan baik.

4. *Learning Management System*

Learning Management System (*LMS*) adalah aplikasi perangkat lunak untuk administrasi, dokumentasi, *tracking*, *reporting* dan pengiriman teknologi edukasi elektronik (*e-learning*) program pelatuhan atau kuliah. Menurut Baggs & Wu (2010), *LMS* utamanya berbentuk website yang memiliki fungsi luas dan kemudahan dalam pemakaian untuk kepentingan pendidikan dan bertukar pikiran, di dalamnya terdapat fasilitas untuk saling berkirim email, forum diskusi, *live chats*, dan menyediakan pula jam kerja *virtual*.

Learning management system yang digunakan dalam penelitian ini berupa *e-learning* moodle. Di dalamnya terdapat berbagai fitur yang bisa digunakan untuk mendukung proses belajar-mengajar secara online. Fitur yang secara intensif digunakan pada tahap penelitian awal ini adalah publikasi materi, tugas online, dan forum online.

5. *Evaluation Method*

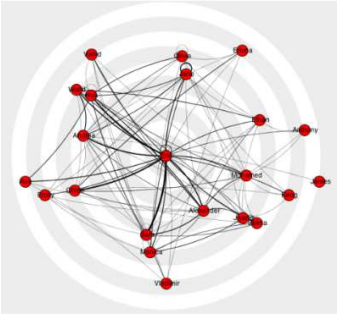
Untuk membuktikan kualitas penerapan kuliah online di perguruan tinggi, harus ada *tools* untuk mengukur dan menghitung efektifitas kuliah secara kuantitatif. Perhitungan ini membutuhkan data-data yang menjadi parameter pengukuran efektifitas kuliah online. Data-data dapat diambil dari berbagai sumber, antara lain kuesioner, kuantitas dan kualitas tulisan posting mahasiswa di fórum, dan nilai yang didapat mahasiswa dari tugas online.

Pada makalah yang ditulis Chitkushev, Vodenska, & Zlateva (2014), pengukuran dilakukan untuk mendapat informasi mengenai kepuasan mahasiswa beserta faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kepuasan mahasiswa. Data yang digunakan adalah kuesioner survey mahasiswa yang mengikuti kuliah online. Kuesioner ini berisi beberapa pertanyaan seputar kuliah online, antara lain fasilitator, instruktur, dan kepuasan keseluruhan

yang harus dijawab mahasiswa. Pengukuran kuesioner mahasiswa diukur dengan skala likert dengan nilai antara 1-5. Sementara kualitas kuliah online diukur dengan mencari korelasi kepuasan kuliah mahasiswa dengan kepuasan terhadap instruktur, fasilitator, serta distribusi nilai mahasiswa.

Khusus untuk evaluasi penggunaan forum, metode yang digunakan adalah *Forum Network Analysis*. *Network analysis* adalah metode evaluasi kuliah online melalui analisis partisipasi mahasiswa terhadap kuliah yang sedang diberikan. Pada makalah Baggs & Wu (2010), penelitian difokuskan pada analisa jaringan sosial (*social network analysis*), dimana pembelajaran online dilakukan dengan membuat komunitas belajar.

Sementara itu pada makalah Rabbany, Takaffoli, & Zaiane (2011), perangkat lunak bernama *Meerkat-ED* dikembangkan untuk menganalisis keaktifan mahasiswa dalam forum. perangkat ini bukan hanya menggambarkan banyaknya *message* yang di-*posting* mahasiswa, ataupun menganggap bahwa message berikutnya hanyalah tanggapan *message* yang berada tepat di belakangnya. Perangkat ini mampu menganalisis keterkaitan antar *posting*, dimana seorang mahasiswa menanggapi mahasiswa yang lain.



Gambar 1. [5] Jaring-jaring posting, disini bisa dilihat mahasiswa yang menjadi pusat dan mahasiswa yang berada di sekelilingnya.

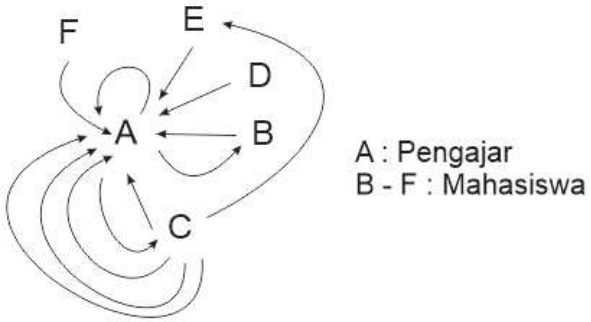
6. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini, parameter keberhasilan metode pembelajaran yang diterapkan didasarkan atas 3 hal, yaitu keaktifan mahasiswa dalam forum, nilai tugas/kuis, dan feedback dari mahasiswa berupa kuesioner. Ketiga hal ini dijadikan parameter karena ketiga hal ini bisa diukur secara kuantitatif. Adapun parameter lain seperti antusiasme mahasiswa mengikuti kuliah, suasana belajar kelompok, tajamnya analisa/tanggapan mahasiswa terhadap suatu kasus tidak bisa diukur secara kuantitatif dan sangat bergantung dari subjektifitas pengajar/fasilitator.

6.1. *Forum Network Analysis*

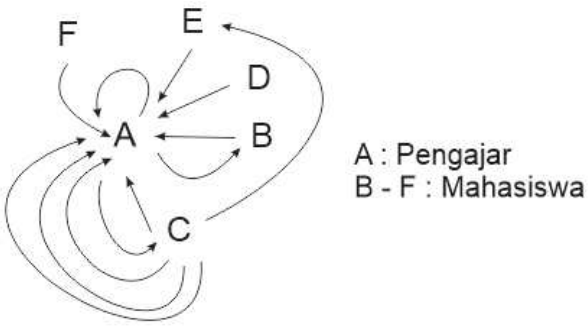
Keaktifan mahasiswa dalam forum diukur dari *network* yang dibentuk berdasarkan keterhubungan antar *posting*-an mahasiswa. Mahasiswa saling menanggapi jawaban dan pemikiran dari teman-temannya sendiri. Selain itu, pengukuran juga dilihat dari prosentase mahasiswa yang terlibat dalam forum, dan berapa frekuensi rata-rata mahasiswa melakukan *posting* dalam forum.

Sepanjang perkuliahan yang telah diadakan pada semester berjalan, pembukaan forum sudah dilaksanakan sebanyak 3 kali. Berikut adalah hasil dari penilaian ketiga forum tersebut.



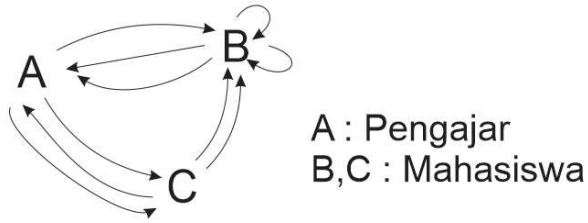
Gambar 2. *Network Analysis* di Forum pertama.

Network analysis pada forum pertama dapat dilihat pada Gambar 2. Pada forum ini mahasiswa peserta kuliah adalah 12 orang, dan mahasiswa yang aktif dalam forum adalah 5 orang. Artinya prosentase keaktifan adalah 41.67%. Sementara itu, berdasarkan jumlah *posting*-an, terdapat total 9 *posting* yang dikirim oleh mahasiswa dari 5 mahasiswa yang aktif. Artinya rata-rata jumlah *posting*-an dari mahasiswa yang aktif adalah 1.8 kali *posting*.



Gambar 3. Network Analysis di Forum kedua.

Network analysis pada forum kedua dapat dilihat pada Gambar 3. Pada forum ini mahasiswa peserta kuliah adalah 12 orang, dan mahasiswa yang aktif dalam forum adalah 3 orang. Artinya prosentase keaktifan adalah 25%. Sementara itu, berdasarkan jumlah *posting*-an, terdapat total 3 *posting* yang dikirim oleh mahasiswa dari 3 mahasiswa yang aktif. Artinya rata-rata jumlah *posting*-an dari mahasiswa yang aktif adalah 1 kali *posting*.



Gambar 4. Network Analysis di Forum ketiga.

Network analysis pada forum ketiga dapat dilihat pada Gambar 4. Pada forum ini mahasiswa peserta kuliah adalah 18 orang, dan mahasiswa yang aktif dalam forum adalah 2 orang. Artinya prosentase keaktifan adalah 11.11%. Sementara itu, berdasarkan jumlah *posting*-an, terdapat total 7 *posting* yang dikirim oleh mahasiswa dari 2 mahasiswa yang aktif. Artinya rata-rata jumlah *posting*-an dari mahasiswa yang aktif adalah 3.5 kali *posting*.

Dari beberapa kali forum dilakukan tersebut dapat ditarik kesimpulan,

1. Rata-rata prosentase mahasiswa yang aktif dalam keseluruhan forum adalah

$$\frac{5+3+2}{12+12+18} * 100\% = 23.81\%$$

2. Frekuensi rata-rata mahasiswa melakukan *posting* dari keseluruhan forum adalah

$$\frac{9+3+7}{5+3+2} = 1.9$$

Berdasarkan keaktifan mahasiswa dalam forum, metode pembelajaran menggunakan forum online masih jauh dari memuaskan, karena bahkan prosentase mahasiswa aktif kurang dari 50%. Sementara itu rata-rata frekuensi *posting* seorang mahasiswa hanya 1.9 kali *posting*. Metode pembelajaran berbasis forum online dianggap berhasil jika lebih dari 75% mahasiswa peserta forum mengambil peran dalam aktifitas tanya jawab, dan rata-rata *posting* setiap mahasiswa adalah 3 kali. Untuk lebih mudahnya silakan lihat tabel 1.

Tabel 1. Kondisi forum online

Forum	Jumlah mahasiswa peserta kuliah	Jumlah mahasiswa aktif	banyaknya postingan mahasiswa	Prosentase keaktifan forum terhadap jumlah mahasiswa	Rata-rata posting mahasiswa aktif
1	12	5	9	41.67%	1.8
2	12	3	3	25%	1
3	18	2	7	11%	3.5
Rata-rata keaktifan mahasiswa				23.81%	1.9

6.2. Nilai Tugas dan Kuis

Dari 134 nilai rata-rata tugas dan kuis mahasiswa yang berhasil dikumpulkan menggunakan metode baru, didapat rata-rata nilai keseluruhan adalah 70.76 dan standar deviasi 22.79. Nilai ini didapat dari 8 kelas yang metode belajarnya berbasis berbantu kuliah online dan *collaboration learning.*

Sementara itu sebagai pembandingnya, diambil nilai yang menggunakan cara-cara metode belajar mengajar konvensional, yaitu pengajar tahu segala / pengajar sumber ilmu. Rata-rata nilai keseluruhan yang didapat menggunakan cara konvensional adalah 49 dan *standar deviasi*-nya adalah 24.84. Nilai ini diambil dari keseluruhan tugas dan kuis yang diambil dari awal mengajar peneliti hingga sebelum metode baru ini diterapkan, dimana peneliti sebagai sumber ilmu bagi seluruh mahasiswa.

Dari sini dapat ditarik sebuah kesimpulan, terjadi peningkatan nilai rata-rata mahasiswa dan penurunan *standar deviasi* seiring dengan diterapkannya metode baru. Nilai rata-rata mahasiswa naik sebesar dan *standar deviasi* turun sebesar Untuk memperjelas, dapat dilihat tabel 2.

Tabel 2. Perubahan nilai pada metode baru

Forum	Jumlah mahasiswa peserta kuliah	Jumlah mahasiswa aktif	banyaknya postingan mahasiswa	Prosentase keaktifan forum terhadap jumlah mahasiswa	Rata-rata posting mahasiswa aktif
1	12	5	9	41.67%	1.8
2	12	3	3	25%	1
3	18	2	7	11%	3.5
Rata-rata keaktifan mahasiswa				23.81%	1.9

Dari data kuantitatif tersebut, bisa dikatakan penerapan metode berbantu kuliah online dan *collaboration learning* sangat bagus karena mampu meningkatkan nilai rata-rata, serta menurunkan *standar deviasi*. Peningkatan nilai rata-rata adalah pertanda baik karena hasil belajar lebih menonjol, ditambah pula dengan turunnya standar deviasi, yang artinya daya belajar untuk mendapatkan nilai bagus tersebar dengan baik di kalangan mahasiswa peserta kuliah.

6.3. Kuesioner kuliah online

Kuisioner digunakan dalam penelitian ini karena cukup menggambarkan hasil kuantitatif dari kepuasan mahasiswa dalam mengikuti kuliah dengan metode berbantu kuliah online dan collaboration learning. Terdapat 18 pertanyaan seputar kuliah online dan *collaboration learning*. Ke-18 pertanyaan tersebut dibagi ke dalam 4 kelompok pertanyaan, yaitu teknis *e-learning*, antar muka *e-learning*, materi yang dipublikasi online, dan *collaboration learning*. Hasil pengisian kuesioner dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Prosentasi hasil kuesioner berbasis likert

Keterangan	dalam %
Sangat tidak setuju	0.73
Tidak Setuju	3.3
Kurang Setuju	18.9
Setuju	56.79
Sangat Setuju	20.28

Total peserta yang mengisi kuesioner adalah 61 mahasiswa. Sebagian besar mahasiswa, yaitu 56.79% setuju dan mendukung penerapan metode kuliah berbantu online dan *collaboration learning*. Sementara itu mahasiswa yang memilih tidak setuju atau sangat tidak setuju sangat sedikit. Hal ini menunjukkan mahasiswa cukup menikmati cara belajar kuliah online dan *collaboration learning*, serta siap untuk menghadapi beberapa tambahan yang akan diterapkan dari cara belajar ini, yaitu *online class room* dan *online forum* based course.

7. Kesimpulan

Kuliah online berhasil diterapkan untuk melengkapi kuliah tatap muka konvensional. Penerapan kuliah online ini berdampak sangat cukup signifikan. Selain bisa menambah waktu kuliah kelas yang sangat terbatas, atau bahkan berkurang jika pengajar / mahasiswa terlambat masuk kelas, kuliah berbasis online bisa dijadikan tempat mengukur antusiasme mahasiswa dalam mengikuti kuliah.

Berdasarkan pengukuran dengan parameter nilai tugas dan kuisioner, kuliah online memiliki korelasi positif dengan nilai yang berhasil diraih mahasiswa dan tingkat kepuasan mahasiswa teradap kuliah yang sudah berjalan. Rata-rata nilai tugas dan kuis meningkat dari 49 menjadi 70.76, dengan standar deviasi menurun dari 24.84 menjadi 22.79.

Sementara itu dari hasil kuesioner, sebagian besar mahasiswa (56.79%) merasa puas dengan metode kuliah berbantu online, dan siap untuk melanjutkan kuliah berbantu online ini. Hanya keaktifan mahasiswa dalam forum saja yang perlu ditingkatkan, sebab mahasiswa belum terbiasa dengan penggunaan forum online sebagai tempat diskusi materi kuliah.

Pada penelitian selanjutnya, *online classroom* akan mulai diterapkan, dan parameter penghitungan keaktifan mahasiswa akan bertambah. Yaitu mencakup kehadiran mahasiswa dalam *online classroom*, jumlah mahasiswa yang mengunduh materi via *e-learning*, dan kecepatan mahasiswa untuk mengunggah tugas via *e-learning*. Parameter pengukuran keaktifan ini akan mengungkapkan seberapa besar minat mahasiswa terhadap kuliah berbantu online yang sudah dilakukan.

Acknowledgement
Penelitian ini terselenggara atas bantuan hibah pdp dikti (penelitian dosen pemula dikti) tahun anggaran 2016. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada dikti atas hibah yang diberikan. Penulis berharap hibah ini terus digalakkan dan ditingkatkan besaran nominalnya untuk mendukung kualitas penelitian di Indonesia.

Daftar Pustaka

Chitkushev, L., Vodenska, I., Zlateva, T (2014). Digital Learning Impact Factors: Student Satisfaction and Performance in Online Courses. *International International Journal of Information and Education Technology*, Vol. 4, No. 4, August 2014.

Jaggars, S., S., Bailey, T (2010). Effectiveness of Fully Online Courses for College Students: Response to a Department of Education Meta-Analysis. *International Council for Open and Distance Education*, July 2010.

Lapsley, R., et al (2008). Is Identical Really Identical? An Investigation of Equivalency Theory and Online Learning. *The Journal of Educators Online*, Vol. 5, No. 1, August 2014.

Baggs, R., Wu, C., W (2010). Exploration of Asynchronous Online Teaching With a Network Analysis of Class Interaction. *The 2nd International Conference on Social Computing (SocialCom)*, Minneapolis, MN, 20-22 August 2010.

Rabbany, R.,K., Takaffoli, M., Zaiane, O., R (2011). Social Network Analysis and Mining to Support the Assessment of On-line Student Participation. *SIGKDD Explorations*, Vol. 13, Issue. 2.

Biodata Penulis

Priadhana Edi Kresnha, memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom.), Jurusan Ilmu Komputer Universitas Indonesia, lulus tahun 2007. Kemudian melanjutkan lagi sekolah S2 dan memperoleh gelar Magister Komputer (M.Kom.) Program Pasca Sarjana Magister Komputer Universitas Indonesia, lulus tahun 2010. Saat ini menjadi Dosen di Jurusan Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.

Emi Susilowati, memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom.), Jurusan Ilmu Komputer STMIK Nusa Mandiri Jakarta, lulus tahun 2009. Memperoleh gelar Magister Komputer (M.Kom.) Program Pasca Sarjana Magister Komputer STMIK Nusa Mandiri Jakarta, lulus tahun 2011. Saat ini menjadi Dosen di Jurusan Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.

Sitti Nurbaya Ambo, memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom.), Jurusan Sistem Informasi Universitas Gunadarma, lulus tahun 2002. Memperoleh gelar Magister Manajemen Sistem Informasi (M.M.S.I) Program Pasca Sarjana Sistem Informasi Bisnis Universitas Gunadarma, lulus tahun 2006. Saat ini menjadi Dosen di Jurusan Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.

SISTEM PENGAMBILAN KEPUTUSAN PROMOSI JABATAN DENGAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS SUATU PERUSAHAAN INDUSTRI KIMIA

Moedjiono[1], Nuraeni[2], Aries Kusdaryono[3]
[1, 3]Program Pascasarjana, Universitas Budi Luhur, Jakarta, Indonesia
[2]Section Head Human Resources Management, PT. Pardic Jaya Chemicals, Jakarta.
[1]moedjiono@gmail.com, [2]aininamina@gmail.com, [3]aries.kusdaryono@gmail.com

Abstrak

Promosi jabatan sebagai salah satu fungsi dari kegiatan manajemen sumber daya manusia memiliki peranan yang sangat penting bagi peningkatan produktivitas karyawan. Mempromosikan karyawan membutuhkan pertimbangan yang matang, terutama untuk jabatan menengah ke atas. Konsep utama untuk melaksanakan promosi yang tepat adalah memilih yang terbaik dari mereka yang terbaik. Keputusan untuk melakukan promosi jabatan bagi karyawan sebaiknya juga harus mengacu kepada kriteria dan kompetensi yang dapat memenuhi kebutuhan perusahaan dan memberikan kepuasan kepada para karyawannya. Demikian halnya dengan suatu perusahaan industri kimia untuk pencapaian kegiatan promosi karyawan secara maksimal perlu adanya Sistem Pengambilan Keputusan (SPK) dengan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) sebagai suatu sistem pendukung keputusan. Dengan metode AHP dapat membantu memecahkan masalah yang kompleks berdasarkan pada dekomposisi masalah menjadi sebuah struktur hierarki yang terdiri dari tujuan, kriteria, sub-kriteria dan alternatif, sehingga dengan menggunakan sistem yang terkomputerisasi dan terintegrasi dengan baik atasan dapat terbantu untuk pengambilan keputusan penentuan suatu jabatan di perusahaan.

Kata Kunci : *Promosi, Jabatan, Karyawan, Sistem Pengambilan Keputusan (SPK), Analitycal Hierarchy Process (AHP).*

1. Pendahuluan

Suatu Perusahaan yang bergerak di bidang industri kimia yang merupakan suatu cabang perusahaan yang berpusat di luar negeri, demi menjaga kualitas sebagai salah satu perusahaan terbaik, tentunya membutuhkan karyawan yang mempunyai loyalitas dan efektivitas tinggi terhadap perusahaan. Tingkat keberhasilan suatu perusahaan sangat bergantung kepada kemampuan sumber daya manusianya dalam melaksanakan aktivitas. Perusahaan kimia tersebut dalam hal merekrut karyawan baru ataupun promosi jabatan telah menerapkan beberapa kriteria tertentu untuk mendapatkan karyawan yang memang benar-benar mempunyai efektivitas tinggi terhadap perusahaan.

Penilaian kinerja karyawan yang didasarkan pada beberapa kriteria tersebut seringkali menjadi masalah bagi karyawan. Masalah utama yang dihadapi dalam menyeleksi karyawan untuk promosi jabatan adalah masih kurangnya ketepatan dan kecepatan proses penilaian kinerja masing-masing karyawan guna memenuhi suatu jabatan tertentu.

2. Landasan Teori

2.1. Sistem Pengambilan Keputusan (SPK)

Menurut (Turban, 2007) Sistem Pendukung Keputusan (SPK) adalah "sebuah sistem yang mampu memberikan kemampuan pemecahan masalah maupun kemampuan pengkomunikasian untuk masalah dengan kondisi semi terstruktur dan tak terstruktur". Sistem ini digunakan untuk membantu pengambilan keputusan dalam situasi semi terstruktur dan situasi yang tidak terstruktur, di mana tak seorangpun tahu secara pasti bagaimana keputusan seharusnya dibuat (Turban, 2007). Fulop (2005) menyebutkan, secara umum proses pengambilan keputusan meliputi langkah-langkah :

1. Mendefinisikan masalah.
2. Menentukan kebutuhan.
3. Menetapkan tujuan.
4. Mengidentifikasi alternatif.
5. Mendefinisikan kriteria.
6. Memilih tool pengambil keputusan.
7. Mengevaluasi alternatif terhadap kriteria.
8. Memvalidasi solusi.

Tseng dan Huang (2011) menuliskan 4 langkah pengambilan keputusan meliputi identifikasi masalah, menyusun preferensi, mengevaluasi alternatif, dan menentukan alternatif terbaik. SPK digunakan untuk mengumpulkan data, menganalisis dan membentuk data yang dikoleksi dan mengambil keputusan yang benar atau membangun strategi dari analisis, tidak terpengaruh oleh komputer, basis data atau manusia penggunanya.

2.2. Analytic Hierarchy Process (AHP)

AHP merupakan suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Model pendukung keputusan ini akan menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hierarki. Menurut (Saaty, 1991), hierarkhi didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level di mana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub-kriteria dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif.

Dengan hierarkhi, suatu masalah yang komplek dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk hierarkhi sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis. AHP sering digunakan sebagai metode pemecahan masalah dibanding dengan metode yang lain karena beberapa alasan sebagai berikut :

1. Struktur yang berhierarkhi, sebagai konsekuensi dari kriteria yang dipilih, sampai pada subkriteria yang paling dalam.
2. Memperhitungkan validitas sampai dengan batas toleransi inkonsistensi berbagai kriteria dan alternatif yang dipilih oleh pengambil keputusan.
3. Memperhitungkan daya tahan output analisis sensitivitas pengambilan keputusan.

Dalam menyelesaikan permasalahan dengan AHP ada beberapa prinsip yang harus dipahami di antaranya adalah sebagai berikut (Marimin, 2013) :

1. Membuat hierarki.
   Sistem yang kompleks bisa dipahami dengan memecahnya menjadi elemen-elemen pendukung, menyusun elemen secara hierarkhi dan menggabungkannya atau mensintesisnya.
2. Penilaian kriteria dan alternatif.
   Kriteria dan alternatif dilakukan dengan perbandingan berpasangan.

Menurut (Saaty, 1991), untuk berbagai persoalan, skala 1 sampai 9 adalah skala terbaik untuk mengekspresikan pendapat. Nilai dan definisi pendapat kualitatif dari skala perbandingan Saaty bisa diukur menggunakan tabel analisis seperti ditunjukkan pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Skala perbandingan AHP (Saaty)

Nilai	Keterangan
1	A sama penting (Equal) dengan B
3	A sedikit lebih penting (Moderate) dari B
5	A jelas lebih penting (Strong) dari B
7	A sangat jelas penting (Very Strong) dari B
9	A mutlak lebih penting (Extreme) dari B
2,4,6,8	Apabila ragu-ragu antara 2 nilai yang berdekatan
1/(1-9)	Kebalikan nilai tingkat kepentingan dari skala 1-9

Langkah-langkah penyelesaian AHP (Agustina dkk, 2013) :

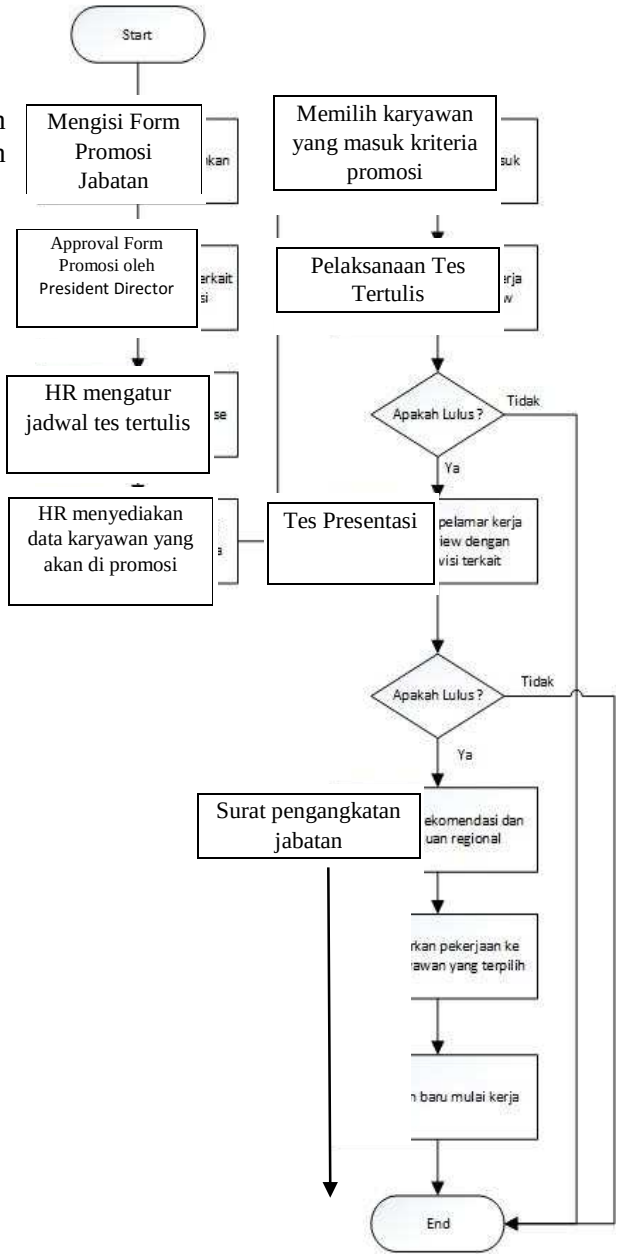
1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan, kemudian menyusun hierarkhi dari permasalahan yang dihadapi.
2. Menentukan prioritas elemen dengan membuat perbandingan pasangan, yaitu dengan membandingkan elemen secara berpasangan sesuai kriteria yang diberikan.
3. Membuat matriks perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusi relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya.

Tabel 2. Contoh matriks perbandingan berpasangan
Tabel II-5 matriks perbandingan berpasangan penuh

Kriteria	**C_1**	**C_2**	**C_3**
C_1	1	C_{12}	C_{13}
C_2	C_{ij}	1	C_{23}
C_3	C_{ij}	C_{ij}	1

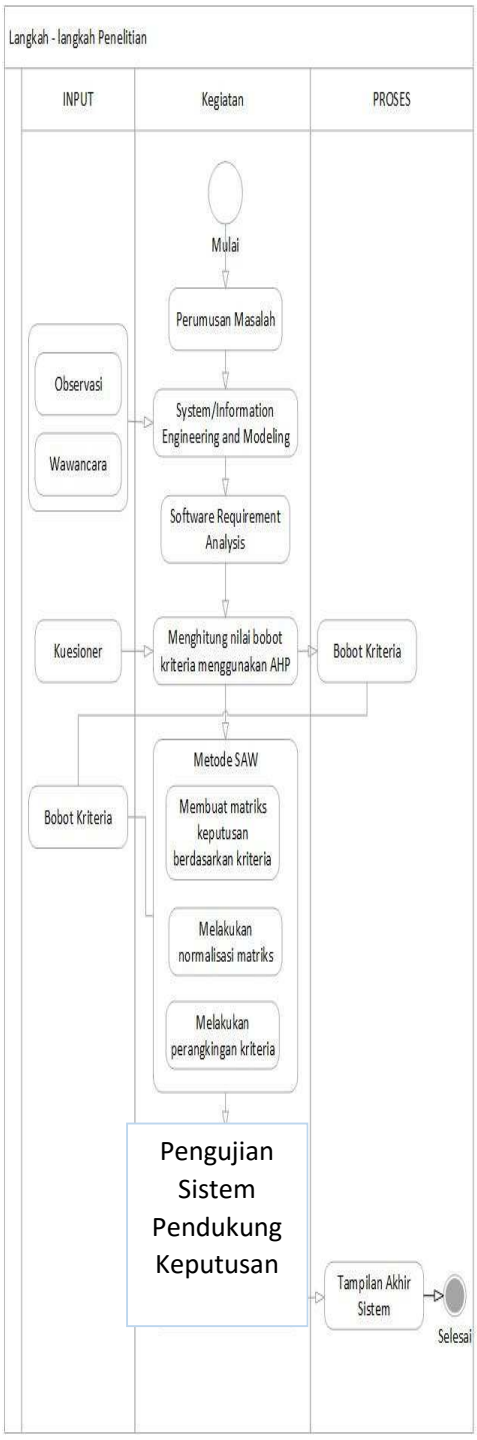
2.3 Alur Proses Promosi Jabatan

Secara garis besar promosi jabatan adalah dengan melaksanakan proses mengisi form promosi jabatan, terus pemilihan karyawan yang masuk kriteria sampai dengan keluar surat pengangkatan jabatan.



Gambar 1. Proses Promosi Jabatan

3. Metodologi Penelitian



Gambar 2. Langkah-langkah Penelitian

Penjelasan :

- Pada awal penelitian dilakukan perumusan masalah terlebih dahulu untuk menentukan tujuan dari penelitian serta ruang lingkup penelitian yang akan dilakukan.
- Selanjutnya dilakukan proses pengumpulan kebutuhan user pada tahap System/Information Engineering and Modeling, pada tahap ini terdapat dua input yaitu hasil penilaian kinerja karyawan.
- Kemudian di tahap Software Requirement Analysis dilakukan analisis kebutuhan user, sehingga diperoleh daftar kebutuhan user baik yang bersifat fungsional ataupun non-fungsional.
- Pada tahap selanjutnya dilakukan perhitungan bobot atau tingkat kepentingan tiap kriteria berdasarkan penilaian user. Input dari tahap ini adalah hasil kuesioner user. Dari input tersebut dilakukan perhitungan bobot menggunakan metode AHP, hasil dari perhitungan ini adalah bobot tiap kriteria yang kemudian menjadi input untuk tahap selanjutnya.
- Tahap selanjutnya yaitu menguji sistem pendukung keputusan yang menampilkan tampilan layar sistem.

4. Hasil Penelitian

4.1. Pengelompokan Data

Langkah awal yang dilakukan untuk mengidentifikasi obyek penelitian adalah dengan menganalisis data yang terkumpul dari hasil wawancara. Berikut adalah klasifikasi data tersebut:

No	Jenis	Keterangan
1.	Profil Departemen	Dari hasil wawancara didapatkan bahwa dalam proses promosi jabatan, user harus melakukan standar prosedur yang sudah di tetapkan oleh pihak *Human Resources* (HR) agar permintaan promosi jabatan bisa di proses.
2	Prosedur Promosi Jabatan	Dari hasil wawancara, prosedur promosi jabatan dilakukan dengan pengisian form promotion oleh user kemudian submit *approval Division Head* dan Direktur terkait. Jika sudah di approve maka HR akan langsung membuat jadwal tes.
3	Kriteria – kriteria penilaian promosi Jabatan	Dari hasil wawancara, diketahui bahwa terdapat 5 kriteria dalam promosi jabatan, yaitu: • **Disiplin** : faktor kedisiplinan merupakan salah satu faktor penting dalam penilaian kinerja karyawan. Karyawan yang disiplin memiliki pola kerja yang baik sehingga kegiatan operasional perusahaan dapat berjalan dengan baik. • **Tanggung jawab** : apabila seorang karyawan memiliki tanggung jawab dalam melakukan pekerjaan maka semua pekerjaannya akan dapat diselesaikan dengan baik. • **Kerjasama** : kerjasama sangat diperlukan dalam kerja tim agar mendapatkan hasil yang maksimal. • **Prestasi Kerja** : pada umumnya setiap perusahaan mencantumkan syarat prestasi kerja untuk mendapatkan hasil yang maksimal. • **Inisiatif** : pada promosi jabatan syarat tingkat inisiatif dan kreativitas harus diperhatikan karena untuk menunjang pekerjaan agar berjalan lancar.
4	Cara menentukan kelulusan kandidat	Dari hasil wawancara, cara menentukan kelulusan kandidat dari hasil test teknikal dan hasil interview (HR dan Panelis) yang mencakup 4 kriteria yang ada (Disiplin, Tanggung jawab, Kerjasama dan Inisiatif). Jika hasilnya bagus maka kandidat tersebut dinyatakan lulus tes promosi.
5	Perangkingan kandidiat	Dilihat dari hasil nilai tes secara keseluruhan sesuai bobot yang ditetapkan.

Tabel 3. Rangkuman hasil wawancara dengan user

4.2. Proses Pembobotan

Untuk menemukan tingkat kepentingan dari kriteria yang ada kemudian digunakan metode AHP untuk menentukan besar bobot masing-masing kriteria yang akan dijadikan tolak ukur penilaian. Berikut tabel tingkat kepentingan hasil rangkuman format kuesioner yang diberikan oleh user menurut skala Saaty :

Tabel 4. Tingkat Kepentingan kriteria menurut user

	DS	TJ	KS	PK	IN
DS	1	3	2	5	7
TJ		1	1/5	2	7
KS			1	3	7
PK				1	5
IN					1

Keterangan :
DS = Disiplin
TJ = Tanggung Jawab
KS = Kerjasama
PK = Prestasi Kerja
IN = Inisiatf

4.3. Pembobotan dengan Metode AHP

Pada metode ini pertama-tama dibuat matriks perbandingan berpasangan yang diambil dari nilai tabel kepentingan kriteria menurut user. Untuk mempermudah maka disini matriks dimasukan dalam bentuk table. Setelah nilai tiap kepentingan kriteria dimasukan kemudian dijumlah tiap kriteria.

Tabel 5. Matriks perbandingan berpasangan 1

	DS	TJ	KS	PK	IN
DS	1	3	2	5	7
TJ	0,33	1	3	2	7
KS	0,50	0,33	1	3	7
PK	0,20	0,50	0,33	1	5
IN	0,14	0,14	0,14	0,20	1
Sum	2,18	4,98	6,48	11,20	27,00

Menghitung Normalisasi Matriks dan bobot kriteria.

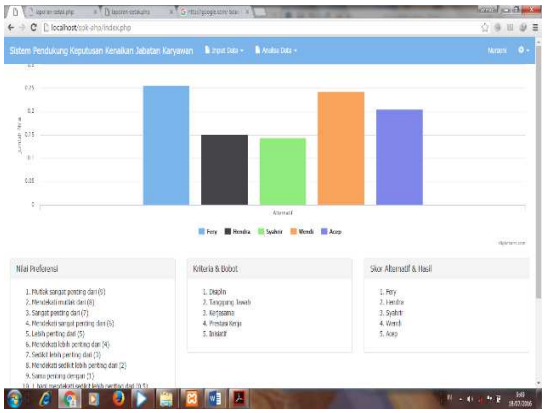
Tabel 6. Matriks perbandingan berpasangan 2

	DS	TJ	KS	PK	IN	Bobot
DS	0,46	0,31	0,54	0,45	0,26	0,404072
TJ	0,15	0,10	0,05	0,18	0,26	0,149822
KS	0,23	0,52	0,27	0,27	0,26	0,309483
PK	0,09	0,05	0,09	0,09	0,19	0,10178
IN	0,07	0,01	0,04	0,02	0,04	0,034843

4.4. Perancangan Prototipe Model

Gambar 3. Desain tampilan halaman form input bobot kriteria

Gambar 4. desain tampilan grafik perhitungan metode AHP



5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang digunakan dalam pembuatan sistem pendukung keputusan kenaikan jabatan pegawai ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan sistem pendukung keputusan kenaikan jabatan dengan metode AHP dapat membantu dalam mengambil suatu keputusan.
2. Dengan menggunakan sistem yang terkomputerisai dan terintegrasi dengan baik dapat membantu dalam penentuan suatu jabatan di perusahaan industri kimia.
3. Sistem yang dibangun dapat membantu atasan dalam mengambil keputusan.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas dan sistem yang telah dibuat, dapat diajukan beberapa saran yang dapat menjadi bahan pertimbangan dalam memanfaatkan sistem pendukung keputusan kenaikan jabatan sebagai berikut:

1. Pengolahan data bobot kriteria, pengisian matrik perbandingan diharapkan dapat lebih baik agar user dapat lebih mudah merubah bobot kriteria yang diinginkan.
2. Sistem dapat dijadikan bahan dalam pengembangan dan penelitian lebih lanjut sehingga dapat memberikan manfaat lebih banyak lagi dan menghasilkan suatu sistem baru yang lebih baik interaktif dan *user friendly*.

Daftar Pustaka

Afshari, A., Mojahed, M. & Yusuff, R., 2010, Simple Additive Weighting Approach To Personnel Selection Problem. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 1(5), pp.511–515. Diakses pada 27 Januari 2016, < http://www.researchgate.net/publication/256031272_Simple_Additive_Weighting_Approach_to_Personnel_Selection_Problem/file/e0b49524c34debf7b5.pdf>.

Agustina, S., Rachmadi, A., dan Wicaksono, S.A. 2013, Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Prioritas Pelanggan Dealer Suzuki Soekarno-Hatta Malang Menggunakan Metode AHP dan SAW.

Bash, E. 2015, Prosedur Seleksi Dan Penerimaan Calon Karyawan, *PhD Proposal*, 1.

Denis, A., Wixom, B.H., Tegarden, D. 2009, *System Analysis Design UML Version 2.0 An Object-Oriented Approach*, 3rd edition, John Wiley & Sons , US.

Fulop, J. 2005, *Introduction to Decision Making Methods*, Laboratory of Operation Research and Decision System: Computer and Automation Institute, Hungarian Academy of Sciences.

Hakim, L. 2012, *Modul Analisis & Desain Berorientasi Objek*, Universitas Bunda Mulia.

Jaberidoost, M., Olfat, L., Hosseini, A., Kebriaeezadeh, A., Abdollahi, M., Alaeddini, M., dkk. 2015, Pharmaceutical Supply Chain Risk Assessment In Iran Using Analytic Hierarchy Process (AHP) and Simple Additive Weighting (SAW) methods, *[GS],Journal of Pharmaceutical Policy and Practice*, 8(9), pp.1–10.

Kusumadewi, S. 2006, *Fuzzy Multi Atribut Decision Making*, Penerbit Graha Ilmu.

Marimin dan Maghfiroh, N. 2013, *Aplikasi Teknik Pengambilan Keputusn dalam Manajemen Rantai Pasok*, Cetakan Ketiga, PT. Penerbit IPB Press, Bogor.

Saaty, Thomas L., 1991. *Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin, Proses; Hirarki Analitik untuk Pengambilan Keputusan dalam Situasi Yang Kompleks*. Seri Manajemen No.134, PPM, Jakarta.

Tseng, G.H. and J.J. Huang, 2011. *Multiple Attribute Decision Making, Methods and Applications.* CRC Press, Boca Raton.

Turban, Efraim & Jay E. Aronson, 2007. *Decision Support System and Intelligent Systems, 6th edition.* Prentice Hall: Upper Saddle River, NJ.

Biodata Penulis

Moedjiono, tamat dari Akademi Angkatan Laut, Surabaya, tahun 1971. Memperoleh gelar S2 dari The United States Naval Postgraduate School, Monterey, California, USA, tahun 1982. Memperoleh gelar S3 dari The United States George Washington University, Washington D.C., USA, tahun 1999. Saat ini mengajar di Universitas Budi Luhur, Jakarta, mulai tahun 1983.

Nuraeni, memperoleh gelar S1 dari STMIK Raharja Tangerang, tahun 2010. Memperoleh gelar S2 dari Universitas Budi Luhur, Jakarta, pada tahun 2016. Saat ini sebagai Section Head Human Resources Management di PT. Pardic Jaya Chemicals, Jakarta.

Aries Kusdaryono, memperoleh gelar S1 dari Universitas Budi Luhur, Jakarta, tahun 2004. Memperoleh gelar S2 dari Universitas Budi Luhur, Jakarta, tahun 2007. Memperoleh gelar S3 dari Sunmoon University, Korea, tahun 2011. Saat ini mengajar di Universitas Budi Luhur, Jakarta, mulai tahun 2012.

SISTEM REKOMENDASI PENGAMBILAN MATA KULIAH DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA DAN METODE *CONSTRAINT SATISFACTION*

I Made Arya Beta Widyatmika[1], Gloria Virginia[2], Rosa Delima[3]
[1,2,3]Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta, Indonesia
[1]aryabwidyatmika@ti.ukdw.ac.id, [2]virginia@ti.ukdw.ac.id, [3]rosadelimaplg@ti.ukdw.ac.id

Abstract

Registration are routine activities performed by students before the start of the new school year. The number of classes offered at different times and professors require students to be able to determine the best combination of classes in the semester according to the curriculum that will be pursued. This research aims at establishing a system on courses that can help students in selecting subjects and making the schedule. This research applied a Genetic Algorithm combined with a Constraint Satisfaction Problem. The data used in this research are the data schedule of courses offered in the second semester of 2015/2016 in the Department of Information Engineering, UKDW. The analysis of testing results showed that by using genetic algorithms and Constraint Satisfaction Problem we are able to optimize the system recommendation with 100% accuracy, and that the system can produce schedules without violating the given constraints. In contrast, if only genetic algorithms are used, the accuracy obtained is 98%, and the system can produce schedules without violating the given constraints.

Keywords **:** *Genetic Algorithm, Constraint Satisfaction Problem,Recommendation System, Decision Support System,*

1. Pendahuluan

Penjadwalan merupakan hal penting yang sering dilakukan pada setiap kegiatan, baik dalam lingkup perusahaan, transportasi, sekolah, perguruan tinggi dan lain sebagainya. Pada perguruan tinggi, penjadwalan mata kuliah merupakan kegiatan wajib yang harus dilakukan setiap semester untuk dapat terlaksananya sebuah proses belajar mengajar. Penjadwalan mata kuliah di sebuah perguruan tinggi merupakan masalah yang sulit untuk dipecahkan (Gunawan & Poh, 2007). Permasalahan penjadwalan ini juga banyak ditemukan di universitas-universitas lain di seluruh dunia (Kumar, Husain, Upretti, & Gupta, 2010).

Dalam pengambilan mata kuliah, setiap mahasiswa wajib merencanakan mata kuliah yang akan diambil pada semester tersebut. Banyaknya kelas yang ditawarkan dengan waktu dan dosen yang berbeda mengharuskan mahasiswa untuk dapat menentukan kombinasi kelas yang paling baik menurut kurikulum pada semester yang akan ditempuh. Masalah penjadwalan perkuliahan berbeda-beda dari satu universitas ke universitas yang lain, bahkan dari satu jurusan ke jurusan lain pada universitas yang sama (Buliali, Herumurti, & Wiriapradja, 2008). Dengan kemajuan ilmu pengetahuan di bidang komputasi cerdas, maka masalah penjadwalan oleh dosen dan pengambilan mata kuliah oleh mahasiswa dapat diotomatisasi sehingga dapat memberikan solusi dan rekomendasi yang optimal sesuai dengan batasan-batasan dan syarat yang sudah ditentukan.

Pada penelitian ini, studi kasus yang diambil adalah pada jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah sistem rekomendasi pengambilan mata kuliah untuk menyelesaikan masalah pengambilan mata kuliah berikut jadwal kuliah oleh mahasiswa Jurusan Teknik Informatika UKDW. Dalam penelitian ini sistem rekomendasi mata kuliah dan jadwal perkuliahan dibangun menggunakan algoritma Genetika dan *Constraint Satisfaction.*

2. Landasan Teori

2.1. Algoritma Genetika

Algoritma genetika adalah algoritma pencarian yang didasari atas mekanisme dari seleksi alam yang lebih dikenal dengan proses evolusi. Dalam proses evolusi, individu secara terus-menerus mengalami perubahan gen untuk menyesuaikan dengan lingkungan hidupnya. Hanya individu-individu yang kuat akan mampu bertahan. Proses seleksi alamiah ini melibatkan perubahan gen yang terjadi pada individu melalui proses perkembangbiakan. Dalam algoritma genetika, proses perkembangbiakan ini menjadi proses dasar yang menjadi perhatian utama, dengan dasar berpikir: "Bagaimana mendapat keturunan yang lebih baik" (Basuki, 2003).

Secara umum dalam algortma genetika terdapat 5 (lima) proses, yaitu : pembentukan populasi awal, perhitungan nilai *fitness*, seleksi, regenerasi (*crossover* dan mutasi), dan penciptaan populasi baru hasil regenerasi (Setemen & Purnomo, 2008). Sebuah representasi algoritma genetika yang efektif dan nilai *fitness* yang bermakna adalah kunci keberhasilan dalam aplikasi genetika (Witary, Rachmat, & Inayatullah, 2005).

2.1.1 Populasi

Populasi adalah kumpulan kromosom. Kromosom ini dibentuk dari komponen-komponen penyusun yang disebut gen dan nilainya dapat berupa bilangan numerik, biner, simbol, ataupun karakter tergantung dari permasalahan yang ingin diselesaikan (Chairi, 2010). Berikut ini adalah contoh kromosom yang digunakan dalam menghasilkan individu awal pada sistem, kromosom berisi informasi :

1. Semester (s)
2. Maksimal pengambilan sks (k)
3. Mata kuliah wajib yang harus diambil (w)
4. Maksimal kelas pada satu mata kuliah (m)

Susunan *Course Object* pada kromosom yang baru adalah: **<s, k, w, m>**

2.1.2 Individu

Individu merupakan kumpulan gen dalam sistem algoritma genetika, bisa dikatakan sama dengan kromosom. Individu dalam algoritma genetika dapat juga menyatakan salah satu kemung-kinan solusi yang dicari (Chairi, 2010).

Setelah kromosom terbentuk, maka langkah selanjutnya adalah memilih individu induk yang akan digunakan untuk kawin silang kromosom. Individu induk yang digunakan merupakan individu yang sudah terpilih melalui berbagai macam proses.

2.1.3 Nilai *Fitness*

Nilai *fitness* merupakan suatu ukuran baik tidaknya suatu solusi yang dinyatakan sebagai satu individu, atau dengan kata lain nilai *fitness* menyatakan nilai dari fungsi tujuan. Algoritma genetika mempunyai tujuan untuk memaksimalkan nilai *fitness* atau mencari nilai *fitness* maksimal. Untuk permasalahan minimalisasi, nilai *fitness* adalah inversi dari nilai minimal yang diharapkan (Basuki, 2003). Proses inversi dapat dilakukan dengan rumus berikut :

$$fitness = \frac{1}{1+pinalti} \quad (1)$$

$$fitnes \frac{1}{1+\sum Bobot\ pinalti.\sum Indikator\ pinalti} \quad (2)$$

Dari cara menghitung nilai *fitness* di atas maka nilai *fitness* yang terbaik adalah 1 karena tidak adanya *constraint* yang dilanggar.

2.1.4 Seleksi

Seleksi merupakan proses pemilihan kromosom dari generasi lama untuk dijadikan orang tua yang akan saling kawin silang untuk membentuk kromosom baru di generasi baru, dalam hal ini kita menggunakan seleksi roda *roulette* (*roulette wheel selection*). Pemilihan dua buah kromosom sebagai orang tua (*parent*) dilakukan secara proposional sesuai dengan nilai *fitness*nya. Kromosom yang memiliki nilai *fitness* tertinggi akan menempati potongan yang lebih besar pada lingkaran daripada kromosom dengan nilai *fitness* yang lebih rendah (Brigida, 2015). Menghitung probabilitas seleksi kromosom dan nilai *fitness* populasi dilakukan menggunakan persamaan :

$$Prob\ seleksi\ krom(i) = \frac{nilai\ fitness(i)}{nilai\ fitness\ populasi} \quad (3)$$

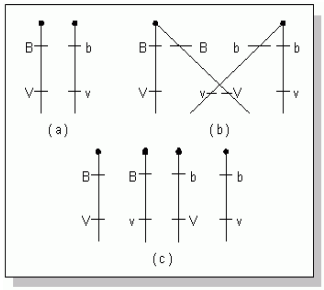
$$fitness\ populasi = \sum fitness\ kromosom \quad (4)$$

2.1.5 *Crossover* (Persilangan)

Perkawinan silang (*crossover)* adalah salah satu operator dalam algoritma genetika yang me-libatkan dua induk untuk menghasilkan keturunan yang baru. Perkawinan silang dilakukan dengan

melakukan pertukaran gen dari dua induk yang berbeda secara acak(Chairi, 2010).

Berikut adalah contoh *crossover* pada kromosom B – V, di mana Gambar (a) menunjukkan 2 buah kromosom induk, Gambar (b) merupakan proses *crossover*, dan Gambar (c) adalah 2 buah kromosom baru. Proses *Crossover* dapat dilihat pada gambar berikut:



*Gambar 1.*Contoh *Crossover* oleh Yatim (1980)

(http://aimyaya.com/id/komputer/operator-algoritma-

2.1.6 Mutasi

Mutasi diperlukan untuk mengembalikan informasi bit yang hilang akibat pindah silang. Mutasi diterapkan dengan probabilitas yang sangat kecil. Jika mutasi dilakukan terlalu sering, maka akan menghasilkan individu yang lemah karena konfigurasi gen pada individu yang unggul akan dirusak.

2.2 *Constraint Satisfaction Problem (CSP)*

Constraint satisfaction problem (CSP) merupakan sebuah pendekatan dari problem yang bersifat matematis dengan tujuan menemukan keadaan atau obyek yang memenuhi sejumlah persyaratan (*constraint*) yang sudah ditetapkan (Ratnawati, Liliana, Regasari, & Muflikhah, 2012). Algoritma yang digunakan dalam *Constraint Satisfaction* adalah *Backtracking* yang dilakukan pada semua jadwal yang masih ada *constraint* yang terlanggar.

CSP terdiri dari komponen-komponen berikut :

- Variabel merupakan penampung yang dapat diisi berbagai nilai.
- *Constraint* merupakan suatu aturan yang ditentukan untuk mengatur nilai yang boleh dimasukkan ke variabel atau kombinasi variabel.
- Domain merupakan kumpulan nilai legal yang dapat diisi ke variabel.
- Solusi merupakan *assignment* nilai-nilai dari domain ke setiap variabel dengan tidak ada *constraint* yang dilanggar.

Constraint dari CSP terbagi atas 2 (dua) ketegori yaitu :

1. *Hard Constraint* merupakan batasan yang harus dipenuhi dan tidak boleh dilanggar dalam pembuatan penyelesaian masalah. Dalam perhitungan nilai *fitness, hard constraint* akan memiliki nilai penalti 2.
2. *Soft Constraint* merupakan batasan tambahan yang biasanya merupakan sebuah permintaan. Dalam perhitungan nilai *fitness, soft constraint* akan memiliki nilai penalti 1.

2.2.1 *Backtracking*

Algoritma *backtracking* adalah algoritma yang paling umum dan banyak dipakai dalam aplikasi perhitungan untuk *Constraint Satisfaction Problem*. Pada dasarnya *backtracking* secara perlahan-lahan mencoba mengembangkan kumpulan *label* yang masih belum lengkap untuk beberapa variabel menuju ke kumpulan *label* yang lengkap, dengan secara berulang-ulang memilih nilai bagi variabel yang lain yang konsisten dengan solusi yang masih belum lengkap. Algoritma *backtracking* adalah pendekatan *brute-force* yang sudah diperbaiki, yang secara sistematik mencari sebuah solusi atas sebuah masalah di antara semua pilihan yang ada (Gurari, 1999).

2.3 Kombinasi Algoritma Genetika dengan CSP

Dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Buliali, Herumurti dan Wiriapradja (2008) tentang ”Penjadwalan Mata Kuliah Dengan Menggunakan Algoritma Genetika dan Metode *Constraint Satisfaction*” bisa disimpulkan bahwa sistem pengolahan jadwal yang diteliti mampu menangani penjadwalan pada waktu tertentu dan telah mampu mengolah data mata kuliah yang ditawarkan, serta mampu menghasilkan jadwal tanpa ada *constraint* yang terlanggar (Buliali, Herumurti, & Wiriapradja, 2008)

Constraint Satisfaction Problem (CSP) diterapkan pada saat sebelum pemberian nilai *fitness* dengan menggunakan kromosom yang dihasilkan pada metode genetika. Kromosom yang dihasilkan pada metode Algoritma Genetika dapat diproses

dengan metode *Constraint SatisfactionProblem* sehingga dapat ditemukan batasan-batasan pada penjadwalan yang harus dipenuhi dengan cepat dan akurat.

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam melakukan analisis apakah sistem dapat merekomendasikan mazta kuliah yang baik sesuai kurikulum dan riwayat mata kuliah *user*, penulis akan melampirkan riwayat mata kuliah dan rekomendasi sistem dari beberapa *user*. Data *user* diambil secara acak dari beberapa mahasiswa program studi Teknik Informatika UKDW semester 4, 6 dan 8. Lampiran tersebut akan dinilai oleh beberapa dosen wali untuk mengetahui apakah sistem sudah dapat merekomendasikan mata kuliah yang benar. Pada setiap lampiran *user* akan disertakan lembar penilaian untuk memudahkan dosen wali dalam menilai rekomendasi sistem.

Skala penilaian sistem adalah dari skor 1 sampai 5. Kriteria penilaian tersebut adalah sebagai berikut:

5 = sangat baik, apabila rekomendasi mata kuliah sangat sesuai dengan kurikulum
4 = baik, apabila rekomendasi mata kuliah sesuai dengan kurikulum
3 = cukup, apabila sebagian besar rekomendasi sudah sesuai dengan kurikulum, namun ada sedikit mata kuliah yang belum sesuai
2 = kurang, apabila rekomendasi mata kuliah tidak sesuai dengan kurikulum
1 = sangat kurang, apabila semuga rekomendasi mata kuliah tidak sesuai dengan kurikulum.

Hasil seluruh penilaian rekomendasi sistem oleh dosen wali terhadap 25 data uji akan digunakan untuk menentukan apakah sistem sudah dapat merekomendasikan mata kuliah yang baik sesuai kurikulum dan riwayat mata kuliah *user*. Tabel berikut akan memaparkan total hasil penilaian terhadap tiga aspek pengamatan dari beberapa dosen wali :

Tabel 1.
Hasil penilaian rekomendasi mata kuliah mahasiswa

No	Aspek Pengamatan	Total Skor Penilaian					Rata-Rata (kategori)
		1	2	3	4	5	
1.	Kecocokan rekomendasi mata kuliah wajib pada semester yang ditempuh.	0	0	0	17	8	4,32 (baik)
2.	Kecocokan rekomendasi mata kuliah pilihan, menurut jumlah konsentrasi yang paling banyak ditempuh pada semester sebelumnya. (jika mahasiswa semester 4, maka semua konsentrasi ditampilkan pada rekomendasi karena belum pernah menempuh mata kuliah pilihan sebelumnya)	0	0	6	10	9	4,12 (baik)
3.	Kecocokan rekomendasi untuk mata kuliah wajib yang mendapatkan nilai < B- pada semester sebelumnya jika ada.	0	0	5	8	12	4,28 (baik)

Dalam pengujian selanjutnya dilakukan untuk mengetahui jumlah kromosom terbaik dalam satu populasi. Percobaan dilakukan dengan menjalankan sistem dengan beberapa jumlah kromosom yang telah ditetapkan. Dalam penetapan jumlah kromosom, penulis menggunakan dasar penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dari beberapa jurnal ilmiah dengan algoritma Genetika. Pada tabel berikut akan dipaparkan jumlah kromosom yang telah digunakan dari beberapa sumber penelitian :

Tabel 2.
Tabel jumlah kormosom dari beberapa sumber

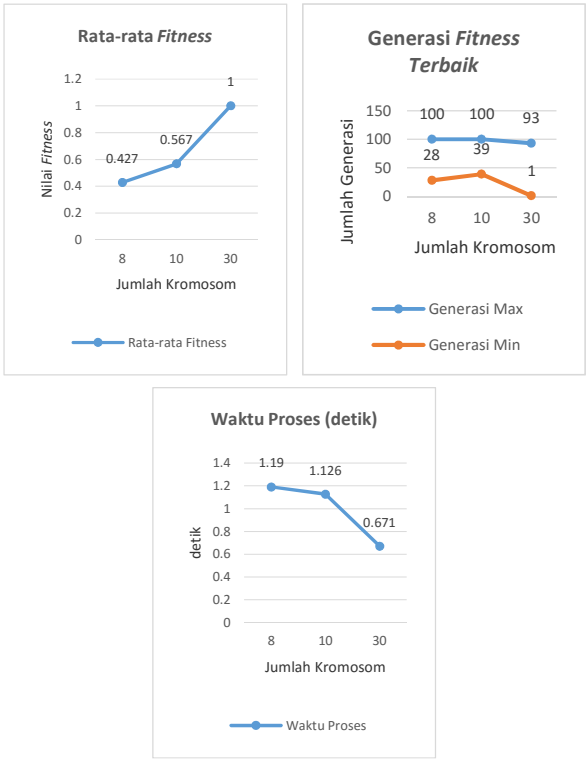
Jumlah Kromosom	Sumber
8	(Widyadana & Pamungkas, 2002)
10	(Mawaddah & Mahmudy, 2006), (Arifudin, 2011), dan (Buliali, Herumurti, & Wiriapradja, 2008)
30	(Saputro, 2004)

Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali untuk setiap jumlah kromosom. Dalam setiap percobaan akan ditetapkan probabilitas *crossover* 0,5, probabilitas mutasi 0,15, dan maksimal generasi

100. Pada tabel berikut ditampilkan hasil pengujian yang dilakukan.

Tabel 3.
Hasil pengujian jumlah kromosom dari 10 kali percobaan

Jumlah Kromosom	Rata-rata Nilai *Fitness*	Generasi *Fitness* Terbaik		Rata-rata Waktu Proses
		Terkecil	Terbesar	
8	0,427	28	100	1,19 s
10	0,567	39	100	1,126 s
30	1	1	93	0,671 s



Gambar 2 Diagram hasil pengujian jumlah kromosom

Dari perbandingan data di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa dengan jumlah kromosom 30 maka akan mendapatkan rata-rata nilai *fitness* lebih baik dibanding jumlah kromosom 8 dan 10.

Dalam analisis untuk mengetahui nilai probabilitas *crossover* (PC) dan probabilitas mutasi (PM), penulis akan melakukan beberapa percobaan. Penulis telah mengumpulkan beberapa sumber dari penelitian sebelumnya untuk mengetahui nilai PCdan PM yang akan diterapkan pada sistem. Kombinasi nilai PC dan PM dari beberapa sumber adalah sebagai berikut:

1. PC = 0,5 dan PM = 0,03 (Arifudin, 2011)
2. PC = 0,6 dan PM = 0,01 (Setemen, 2009)
3. PC = 0,8 dan PM = 0,2 (Saputro, 2004)

Setiap percobaan akan dilakukan pengujian sistem sebanyak 15 kali pengulangan dengan maksimal generasi 50.000. Dalam semua percobaan akan menggunakan 10 akun *user* dengan komposisi mata kuliah dan *soft constraint* yang berbeda. Hasil percobaan dari ketiga kombinasi di atas dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.
Hasil analisis dengan PC 0,5 dan PM 0,03

User Nim	Jml SC	Generasi *Fitness* terbaik		Rata-rata *fitness* terbaik	Rata-rata waktu proses	Persentase *fitness* 1
		Min	Max			
71130048	2	16	799	1	0,975	100%
71130101	4	717	36.225	1	20,79	100%
71130105	2	36	50.000	0,938	27,285	93%
71130010	0	2	3.000	1	2,253	100%
71130037	0	1	8.063	1	6,39	100%
71140021	1	5.813	45.946	1	47,05	100%
71130084	1	1	1.367	1	1,18	100%
71140062	3	367	40.685	1	30,48	100%
71140023	4	50.000	50.000	0,0767	133,6	0%
71130096	4	535	50.000	0,937	29,69	93%
Rata-rata Total		**5.748,8**	**28.608,5**	**0,89517**	**29,969**	**88,6%**

Tabel 5.
Hasil analisis dengan PC 0,6 dan PM 0,01

User Nim	Jml SC	Generasi *Fitness* terbaik		Rata-rata *fitness* terbaik	Rata-rata waktu proses	Persentase *fitness* 1
		Min	Max			
71130048	2	1	617	1	1,083	100%
71130101	4	233	50.000	0,94	47,996	93%
71130105	2	1	21.382	1	17,914	100%
71130010	0	124	50.000	0,942	12,647	93%
71130037	0	5	11.782	1	17,555	100%
71140021	1	657	50.000	0,815	64,338	80%
71130084	1	1	1.178	1	1,451	100%
71140062	3	787	50.000	0,878	52,978	87%
71140023	4	50.000	50.000	0,081	131,8	0%
71130096	4	1.832	50.000	0,816	36,212	80%
Rata-rata Total		**5.364,1**	**33.495,9**	**0,8472**	**38,397**	**83,3%**

Tabel 6.
Hasil analisis dengan PC 0,8 dan PM 0,2

User Nim	Jml SC	Generasi *Fitness* terbaik		Rata-rata *fitness* terbaik	Rata-rata waktu proses	Persentase *fitness* 1
		Min	Max			
71130048	2	1	48	1	0,854	100%
71130101	4	59	1.477	1	2,912	100%
71130105	2	1	2.760	1	2,388	100%
71130010	0	1	439	1	1,164	100%
71130037	0	1	1.171	1	1,933	100%
71140021	1	164	5.574	1	3,515	100%
71130084	1	3	236	1	0,702	100%
71140062	3	129	2.353	1	2,416	100%
71140023	4	50.000	50.000	0,081	129,4	0%
71130096	4	20	3.881	1	1,967	100%
Rata-rata Total		**5037,9**	**6.793,9**	**0,9081**	**14,725**	**90%**

Tabel 7 menampilkan hasil keseluruhan dari ketiga percobaan di atas.

Tabel 7.
Hasil rata-rata tiga percobaan

Kombinasi PC dan PM	Rata-rata Nilai *Fitness* Terbaik	Rata-rata Maksimal Generasi *Fitness* Terbaik	Rata-rata Waktu Proses (*second*)	Persentase *fitness* 1 dari 15 percobaan
PC = 0,5; PM = 0,03	0,89517	28.608,5	29,969	88,6%
PC = 0,6; PM = 0,01	0,8472	33.495,9	38,397	83,3%
PC = 0,8; PM = 0,2	0,9081	6.793,9	14,7251	90%

Dari ketiga hasil percobaan seperti tampak pada Tabel 7 dapat diketahui dengan nilai kombinasi PC=0,8 dan PM=0,2 memungkinan untuk mendapatkan nilai *fitness* terbaik akan semakin besar dengan jumlah generasi yang lebih sedikit dan dengan waktu proses yang lebih singkat. Dengan demikian maka dapat disimpulkan dengan nilai PC=0,8 dan PM=0,2 akan didapatkan hasil yang lebih baik dibandingkan dua kombinasi nilai yang lain.

Dengan data hasil percobaan pada Tabel 6 dapat dilihat pada semua kasus kecuali nomor 9 dengan nim 71140023, proses Genetika mampu memperoleh nilai *fitness* 1 dengan jumlah iterasi dari 1 sampai 5.574. Untuk kasus seperti nomor 9, di mana *soft constraint* yang ditetapkan sudah pasti terlanggar karena hari dan waktu pada *soft constraint* yang ditetapkan sama dengan hari dan waktu pada jadwal mata kuliah yang dipilih, proses genetika akan berhenti pada jumlah iterasi generasi maksimal. Dari data pada Tabel 6 maka dapat diketahui nilai maksimal generasi yang paling baik adalah pada *range* 5.000 sampai 6.000. Jumlah maksimal generasi dibatasi karena jumlah generasi akan mempengaruhi waktu proses jalannya program. Semakin besar iterasi yang dilakukan maka semakin lama proses Genetika berjalan.

Pengujian selanjutnya adalah untuk mengetahui berapa persen akurasi sistem dengan proses genetika dan CSP dalam memberikan rekomendasi jadwal dari mata kuliah yang telah di-pilih. Pada proses pengujian akan dilakukan percobaan terhadap 10 *user* seperti pada percobaan sebelumnya. Selanjutnya akan ditampilkan hasil pengujian dengan menampilkan berapa *constraint* yang terlanggar untuk setiap percobaan dan nilai *fitness-nya*. Pengujian dilakukan satu kali untuk setiap *user* dengan nilai PC 0,8, PM 0,2 dan maksimal generasi 5.000. Untuk menghitung akurasi sistem digunakan rumus sebagai berikut :

$$akurasi = \frac{\sum penalti - \sum\left(\frac{gen\ terlanggar}{maksimal\ gen\ terlanggar} \times penalti\right)}{\sum penalti} \times 100\ \% \quad (5)$$

Tabel 8 menampilkan hasil pengujian akurasi kinerja sistem yang telah dilakukan.

Tabel 8.
Hasil analisis kinerja sistem

User Nim	Jumlah SC	Jumlah Constraint Terlanggar			Nilai *Fitness*	Nilai akurasi
		K1	K2	SC		
71130048	2	0	0	0	1	100%
71130101	4	0	0	0	1	100%
71130105	2	0	0	0	1	100%
71130010	0	0	0	0	1	100%
71130037	0	0	0	0	1	100%
71140021	1	0	0	0	1	100%
71130084	1	0	0	0	1	100%
71140062	3	0	0	0	1	100%
71140023	4	1	2	2	0,11	80%
71130096	4	0	0	0	1	100%

Keterangan :
- K1 : tidak mengambil lebih dari satu jadwal pada hari dan jam yang sama. Nilai penalti: 2
- K2 : Tidak ada jadwal mata kuliah yang diambil dua kali. Nilai penalti: 2
- SC : *Softconstraint* yang ditetapkan *user* di mana tidak bisa mengambil mata kuliah di jam dan hari yang telah ditentukan. Nilai penalti: 1

Pada hasil pengujian akurasi genetika di atas, 9 dari 10 percobaan mendapatkan akurasi 100% sedangkan satu percobaan mendapatkan akurasi 80%. Dengan demikian hasil rata-rata akurasi Algoritma Genetika dari 10 percobaan adalah 98%.

Pada percobaan kesembilan dengan nim 71140023 mendapatkan nilai *fitness* 0,14 dengan 3 mata kuliah melanggar *hard constraint* dan 2 mata kuliah melanggar *soft constraint.* Dengan demikian, maka selanjutnya akan dilakukan proses CSP untuk mendapatkan hasil jadwal yang tidak melanggar *hard constraint.* Untuk melihat perbandingan jadwal yang dihasilkan pada kasus di atas dapat dilihat pada Tabel 9 dan Tabel 10. Percobaan untuk *user* dengan nim 71140023, dengan *soft constraint* tidak dapat mengambil jadwal mata kuliah pada hari Senin sesi 1, Senin sesi 2, Senin sesi 3 dan Senin sesi 4.

Tabel 9.
Hasil jadwal proses Genetika nim 71140023

Kode	Nama Mata kuliah	Group	Hasi	Waktu
MH1053	ILMU SOSIAL & BUDAYA DASAR	A	Selasa	SESI 1
MH1053	ILMU SOSIAL & BUDAYA DASAR	D	Selasa	SESI 2
PIW213	PRAKTIKUM PEMROGRAMAN WEB	A	Rabu	SESI 1
TIW183	DESAIN DAN EVALUASI ANTAR MUKA	B	Selasa	SESI 3
PIP463	PRAKTIKUM BRIDGING DAN SWITCHING	B	Kamis	SESI 2
TIW183	DESAIN DAN EVALUASI ANTAR MUKA	A	Senin	SESI 3
TIW213	PEMROGRAMAN WEB	D	Selasa	SESI 2
TIW133	KEAMANAN KOMPUTER	B	Senin	SESI 2
TIW203	KECERDASAN BUATAN	C	Kamis	SESI 3
TIW113	SISTEM OPERASI	B	Kamis	SESI 4

Pada Tabel 9 di atas dapat dilihat terdapat beberapa mata kuliah yang melanggar *cosntraint* yaitu :

- Dua mata kuliah yang sama yaitu mata kuliah "Ilmu Sosial & Budaya Dasar" dan "Desain dan Evaluasi Antar Muka".
- Jadwal dua mata kuliah yang bertabrakan yaitu pada hari Selasa sesi 2.
- Dua jadwal mata kuliah yang melanggar *soft constraint* yaitu hari Senin sesi 3 dan Senin sesi 2.

Tabel 10 adalah jadwal yang dihasilkan setelah proses CSP

Tabel 10.
Hasil jadwal setelah proses CSP pada nim 71140023

Kode	Nama Mata kuliah	Group	Hasi	Waktu
MH1053	ILMU SOSIAL & BUDAYA DASAR	A	Selasa	SESI 1
TIW213	PEMROGRAMAN WEB	D	Selasa	SESI 2
PIW213	PRAKTIKUM PEMROGRAMAN WEB	A	Rabu	SESI 1
TIW133	KEAMANAN KOMPUTER	B	Senin	SESI 2
PIP463	PRAKTIKUM BRIDGING DAN SWITCHING	B	Kamis	SESI 2
TIP213	PENGOLAHAN CITRA DIGITAL	A	Jumat	SESI 1
TIW183	DESAIN DAN EVALUASI ANTAR MUKA	D	Rabu	SESI 4
TJ3033	BRIDGING DAN SWITCHING	A	Senin	SESI 1
TIW203	KECERDASAN BUATAN	C	Kamis	SESI 3
TIW113	SISTEM OPERASI	B	Kamis	SESI 4

Pada hasil jadwal di atas tidak ada lagi *hard constraint* yang terlanggar. Masih terdapat *soft constraint* yang terlanggar karena dalam proses CSP tidak memperhitungkan *soft constraint.* Dengan percobaan di atas, maka dapat disimpulkan dengan proses CSP sistem mampu mengatasi jadwal yang masih memiliki *constraint* terlanggar setelah proses genetika.

4. Penutup

Kesimpulan didapat dari penelitian yang telah dilakukan tentang sistem rekomendasi mata kuliah antara lain sebagai berikut :

a. Sistem dapat merekomendasikan mata kuliah dan jadwal bagi mahasiswa dalam membantu proses registrasi.
b. Melalui analisis menggunakan skala likert, sistem dapat memberikan rekomendasi mata kuliah untuk membantu pengguna (mahasiswa) dalam memilih mata kuliah dengan nilai rata-rata 4,24 dari maksimal 5 (kategori baik). Rekomendasi mata kuliah dibagi ke dalam empat kelompok konsentrasi yaitu pemrograman, jaringan, *game*, dan sistem cerdas.
c. Pada hasil pengujian akurasi Genetika, 9 dari 10 percobaan mendapatkan akurasi 100% sedangkan satu percobaan mendapatkan akurasi 80%. Dengan demikian maka hasil rata-rata akurasi Algoritma Genetika dari 10 percobaan adalah 98%.
d. Jumlah kromosom dalam satu populasi dapat mempengaruhi hasil perhitungan pada proses genetika. Semakin banyak jumlah kromosom pada satu populasi maka semakin besar kemungkinan mendapatkan nilai *fitness* terbaik. Dari analisis yang dilakukan jumlah kromosom yang ditentukan pada populasi adalah 30.
e. Setelah melakukan analisis dengan menggunakan kombinasi nilai probabilitas *crossover* 0,8 dan probabilitas mutasi 0,2 akan mendapatkan rata-rata nilai *fitness* lebih baik.
f. Jumlah maksimal generasi yang paling baik dari analisis yang telah dilakukan adalah pada *range* 5.000 sampai 6.000 iterasi. Jumlah maksimal generasi mempengaruhi waktu proses jalannya program. Semakin banyak iterasi generasi yang dilakukan maka semakin lama proses genetika berjalan.
g. Proses *Constraint Satisfaction Problem* (CSP) setelah proses Genetika mampu memberikan rekomendasi jadwal yang lebih baik tanpa ada *constraint* mata kuliah yang terlanggar.

Daftar Pustaka

Arifudin, R. (2011). OPTIMASI PENJADWALAN PROYEK DENGAN PENYEIMBANGAN BIAYA MENGGUNAKAN KOMBINASI CPM DAN ALGORITMA GENETIKA . *Jurnal Masyarakat Informatika, Volume 2, Nomor 4*, 1-14.

Basuki, A. (2003). Algoritma Genetika, Suatu Alternatif Penyelesaian Permasalahan Searching, Optimasi dan Machine Learning. *Surabaya: PENT-ITS*.

Brigida. (2015, September 16). *Algoitma Genetik*. Diakses pada 2 Maret 2016 dari informatika.web.id: http://informatika.web.id/algoritma-genetik.htm

Buliali, J. L., Herumurti, D., & Wiriapradja, G. (2008). PENJADWALAN MATAKULIAH DENGAN MENGGUNAKAN. *Juti Volume 7, Nomor 1*, 29–38.

Buliali, J. L., Herumurti, D., & Wiriapradja, G. (2008). Penjadwalan Matakuliah dengan menggunakan Algoritma Genetika dan Metode Constraint Satisfaction. *Juti Volume 7, Nomor 1*, 29-38.

Chairi, L. S. (2010). Implementasi Algoritma Genetika untuk Penjadwalan Kegiatan Belajar Mengajar. In *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana.

Gunawan, A., & Poh, K. (2007). Solving the Teacher Assignment-Course Scheduling Problem by a Hybrid Algorithm. *World Academy of Science Engineering and Technology 33*, 259-264.

Kumar, M., Husain, M., Upretti, N., & Gupta, D. (2010). Genetic Algorithm : Review and Application. *International Journal of Information Technology and Knowledge Management 2*, 451-454.

Mawaddah, N. K., & Mahmudy, W. F. (2006). Optimasi Penjadwalan Ujian Menggunakan Algoritma Genetika. *Kursor, vol. 2, no. 2*, 1-8.

Ratnawati, D., Liliana, D., Regasari, R., & Muflikhah, L. (2012). Modul Bahan Ajar Kecerdasan Buatan. Program Teknologi Innformasi dan Ilmmu Komputer Universitas Brawijaya.

Saputro, Y. N. (2004). PEMAKAIAN ALGORITMA GENETIK UNTUK PENJADWALAN JOB SHOP DINAMIS . *Jurnal Teknik Industri*, 61-70.

Setemen, K., & Purnomo, M. H. (2008). Kombinasi Algoritma Genetika dan Tabu Search. *Seminar on Intelligent Technology and Its Applications 2008*, 375-378.

Widyadana, I. G., & Pamungkas, A. (2002). Perbandingan Kinerja Algoritma Genetika dan Simulated Annealing untuk Masalah Multiple Objective pada Penjadwalan Flowshop. *Jurnal Teknik Industri Vol.4 No. 1*, 26-35.

Witary, V., Rachmat, N., & Inayatullah. (2005). Optimasi Penjadwalan Perkuliahan dengan Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus : AMIK MDP, STMIK GI MDP dan STIE MDP). *STMIK GI MDP JURNAL*, 1-7.

Biodata Penulis

I Made Arya Beta Widyatmika, memperoleh gelar S1 di Universitas Kristen Duta Wacana.

Gloria Virginia, memperoleh gelar S1 di Universitas Kristen Duta Wacana. Memperoleh gelar S2 di Katholieke Universiteit Leuven, Belgium. Memperoleh gelar S3 di University of Warsaw, Poland. Saat ini menjadi pengajar di Universitas Kristen Duta Wacana.

Rosa Delima, memperoleh gelar S1 di Universitas Bina Darma. Memperoleh gelar S2 di Universitas Gajah Mada. Saat ini menjadi pengajar di Universitas Kristen Duta Wacana.

PENGEMBANGAN BUSINESS INTELLIGENCE DASHBOARD UNTUK MENDUKUNG STRATEGI PEMASARAN PADA USAHA ONLINE FOOD DELIVERY

Warsun Najib[1], RidhoPratama[2]
[1,2]Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, FakultasTeknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
[1]warsun@ugm.ac.id, [2]ridho.pratama@mail.ugm.ac.id

Abstract

One of many emerging online businesses in Indonesia is online food delivery. Makandiantar.com is a one of company which brings a kitchen or restaurant to the consumers via the website by providing food and beverage service delivery. The company still have no such reliable system to analyze their customer location and distribution by area in order to support the company creating an effective and efficient marketing strategy. This research developes a system that capable in displaying the information about distribution of customer location within a dashboard. The features of the dashboard help and facilitate in decision making about marketing strategy by using company data in order to help increasing of company income. The developed dashboard is designed as a web based application providing flexibility to its user. The resulted dashboard has fullfilled system requirements, such as capable in displaying distribution of customer location, newest customer location request, distance and time of delivery orders of each transaction and other interesting features important to marketing strategy.

Keywords **:** *business intelligence, dashboard, online business, customer analysis, online food delivery*

1. Pendahuluan

Dengan semakin berkembangnya teknologi internet, saat ini usaha *online food delivery* semakin banak dilakukan oleh para pelaku bisnis. Dengan banyaknya jasa antar makanan tersebut, sudah pasti terdapat data historis penjualannya. Data historis penjualan dapat dimanfaatkan dalam pembuatan strategi pemasaran pada usaha *online food delivery* sehingga meningkatkan omset penjualan.

Business Intelligence (BI) merupakan salah satu bentuk implementasi yang menggabungkan data dari sistem informasi internal suatu organisasi dan lingkungan tertentu, misalnya statistik, keuangan atau basis data lainnya. Penerapan BI dapat meningkatkan manajemen bisnis di organisasi yang menggunakannya (Jovita, 2009).

BI Dashboard berfungsi sebagai analisis, penghitung scorecard, sekaligus memberikan rekomendasi pada pengguna terhadap tindakan yang sebaiknya diambil. Indikator yang diberikan berupa sinyal-sinyal awal dalam identifikasi ketidakberesan proses bisnis di perusahaan. Dalam pengimplementasian BI ada tiga komponen yang harus diperhatikan supaya sistem tersebut bisa berjalan dengan baik dan sukses. Tiga komponen tersebut yaitu proses bisnis, teknologi informasi dan sumber daya manusia (Eckerson, 2006).

Strategi marketing merupakan cara yang dilakukan oleh sebuah perusahaan dalam memasarkan produknya. Pembuatan strategi marketing harus berdasarkan pada data yang ada, bukan berdasarkan intuisi atau naluri. Oleh karena itu diperlukan sebuah sistem yang dapat membantu menvisualisasikan data yang ada untuk dijadikan sarana pendukung pengambilan keputusan strategi bisnis perusahaan. Makandiantar.com merupakan sebuah sistem yang mempertemukan antara dapur atau restoran dengan para konsumen via website dalam memberikan layanan hantaran makanan dan minuman. Perusahaan ini didirikan oleh Fajar Montana Internasional (FMI) yang berasal dari Yogyakarta (Makandiantar, 2016). Perusahaan ini belum memiliki sistem yang dapat menampilkan informasi persebaran pelanggannya. Informasi persebaran pelanggan ini dapat digunakan sebagai acuan dalam menyusun strategi pemasaran.

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, maka pada penelitian ini dilakukan pengembangan

BI Dashboard terkait persebaran pelanggan PT Makan Diantar. Diharapkan dengan adanya BI Dashboard pada usaha *online food delivery* ini proses pembuatan strategi pemasaran akan lebih mudah, tepat dan akurat karena berdasarkan data transaksi yang ada.

2. Tinjuan Pustaka

2.1. Business Inteligence

Business Intelligence (BI) merupakan kerangka kerja konseptual untuk mendukung keputusan bisnis. BI menggabungkan arsitektur, basisdata, data warehouse, piranti analisis dan aplikasi (Turban, 2007). BI digunakan untuk aplikasi dan teknologi dalam mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, dan menyediakan akses pada data sehingga dapat membantu pengguna dari kalangan perusahaan atau organisasi untuk mengambil keputusan dengan lebih baik dan tepat (Brannon, 2010). Selain itu BI bertujuan untuk menyajikan berbagai informasi yang disesuaikan dengan kebutuhan setiap penggunanya. Informasi tersebut dapat berasal dari mana saja, misalnya data histori pembelian makanan oleh pelanggan. Data tersebut kemudian diolah dan disajikan dalam bentuk informasi yang mudah dicerna oleh penggunanya untuk membantu pencapaian tujuan bisnis perusahaan.

Secara umum BI merupakan sebuah proses untuk melakukan ekstraksi data operasional perusahaan dan mengumpulkannya dalam sebuah *data warehouse*. Selama proses ekstraksi juga dapat dilakukan transformasi dengan menerapkan berbagai formula, agregasi, maupun validasi sehingga diperoleh data yang sesuai dengan kepentingan analisis bisnis. Selanjutnya data warehouse diproses menggunakan berbagai analisis statistik dalam proses data mining, sehingga didapat berbagai kecenderungan atau *pattern* dari data. Hasil penyederhanaan dan peringkasan ini disajikan kepada pengguna (*end user)* yang biasanya merupakan pengambil keputusan bisnis. Dengan demikian manajemen dapat mengambil keputusan berdasarkan fakta-fakta aktual, tidak hanya mengandalkan intuisi dan pengalaman kuantitatif saja (Imelda, 2013).

Dashboard adalah satu kategori dari aplikasi BI yang secara real time akan memantau berbagai informasi yang dibutuhkan oleh suatu organisasi atau perusahaan dengan berbagai macam format seperti *graphical gadgets*, typically gauges, grafik, indikator-indikator, dan peta dengan kode warnayang memungkinkan pihak manajemen suatu organisasi atau perusahaan untuk membuat keputusan pintar secara cepat (Kusnawi, 2011).

2.2. Penelitian Terkait

Murtadho *et al* (2012) dalam penelitian mengenai penerapan BI pada aplikasi PRM (*Partner Relationship Management*) di PT. Indosat Sales Area Kota Mojokerto menerangkan bahwa penerapan BI pada aplikasi PRM terlihat pada pengukuran kinerja *canvasser*, penjualan produk di *outlet* dan *distributor*, perbandingan *starpack* antar *provider*, *monitoring* wilayah penjualan produk dan *dealer performance*. Kekurangan dari aplikasi PRM adalah informasi BI masih berupa data tabel dan belum berupa *dashboard*. Hasil dari penelitian ini berupa data-data yang menunjukkan proses-proses BI yang terjadi pada aplikasi PRM yang nantinya data tersebut bisa membantu CO (*Clusster Officer*) untuk membuat suatu keputusan.

Soleh *et al*.(2013) dalam penelitian mengenai peninjauan *dashboard* dari BI untuk membuat keputusan lebih baik menerangkan bahwa penggunaan *dashboard* sangat penting sebagai alat *monitoring* dan pengukuran secara terus menerus untuk memastikan ketercapaian tujuan yang sudah ditetapkan sebelumnya. Penggunaan metrik atau ukuran yang disebut dengan KPI (*Key Performance Indicator*) sangat berperan penting terhadap informasi yang akan ditampilkan di *dashboard*. Penelitian ini menyimpulkan bahwa untuk proses data yang tidak *real-time*, maka *dashboard* yang paling sesuai untuk digunakan adalah jenis *strategic* dan *tactical dashboard*.

Wang *et al.* (2013) dalam penelitian mengenai kesulitan dalam mempertimbangkan produk apa yang diminati oleh *consumers*, sehingga membuka kesempatan untuk membuat strategi *marketing* dengan menghasilkan rekomendasi produk kepada *consumers*. Metode yang digunakan berupa pendekatan baru yang dinamakan dengan TEA (*Two-Step Estimation Approach*), dimana akan mengestimasi atau memperkirakan *consumer's consideration probabilities* (CPs) sehingga penting bagi *consumers* dan *seller*, serta *market place e-business*. Setelah dilakukan pengujian di beberapa *online shop*, penggunaan metode TEA sangat efektif dan hasilnya lebih baik jika dibandingkan dengan sebelumnya.

Husni *et al* (2014) dalam penelitian mengenai implementasi BI pada manajemen laporan bank menerangkan bahwa proses BI dapat diterapkan pada sebuah bank ke dalam bentuk laporan atau *report. Report* tersebut dikelompokkan berdasarkan *risk*, *business growth*, *customer* dan *employee*. Pada penelitian ini dikaji tentang analisis data untuk *business growth* Bank XYZ dengan menggunakan metode analisis multidimensi serta menggunakan SAS (*Statistic Analytical System*) untuk *management reportbank* XYZ. Dengan menggunakan SAS perusahaan mampu meningkatkan kinerja pengolahan data serta proses analisis data perusahaan untuk penentu keputusan.

Sriyanto (2014) dalam penelitian mengenai perancangan sistem pelaporan untuk BI menyatakan bahwa informasi merupakan aset yang sangat berharga bagi organisasi. Setiap operasi yang dilakukan menghasilkan banyak data mentah. BI mengolah data mentah menjadi sesuatu yang lebih bermakna dan lebih mudah dibaca sehingga berguna untuk organisasi. Sistem dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP, *framework* CodeIgniter dan Oracle sebagai *database*. Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem pelaporan dengan kemampuan pengolahan dan pelaporan data. Pengolahan data terdiri dari proses manipulasi (*database*, *tabel*) dan penyaringan data (*order* dan *approval*). Pelaporan terdiri dari pembuatan, pencetakan, dan penampilan laporan di *dashboard.*

3. Metode Penelitian

Alur penelitian terdiri dari tiga tahapan utama yaitu tahapan pengumpulan data, tahapan pemrosesan data, dan tahapan pengembangan sistem. Tahapan pengumpulan data yang dilakukan yaitu dengan observasi, wawancara dan studi pustaka. Tahapan pemrosesan data dilakukan dengan cleansing data untuk memperoleh data valid dan siap digunakan. Tahapan pengembangan sistem terdiri dari tahapan analisis dan perancangan, implementasi sistem, pengujian sistem, serta dokumentasi. Pengembangan sistem berbasis web memanfaatkan Framework CodeIgniter, bahasa pemrograman PHP serta MySQL sebagai basis data. Data yang digunakan adalah data alamat dari transactions history yang ada, kemudian divisualisasikan dalam bentuk map dan chart.

Pada penelitian ini digunakan model pengembangan sistem Rapid Application Development (RAD). Pemilihan model pengembangan RAD didasarkan pada keunggulan RAD itu sendiri yaitu cepat dan tepat serta cocok untuk mengembangkan proyek skala kecil dan tidak membutuhkan anggota tim yang banyak.

3.1. Data Sumber Penelitian

Bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah data *transactions history* selama satu bulan yaitu bulan November 2015, sejumlah 304 data. Proses mendapatkan data dilakukan dengan membuat form *spreadsheet* di *googledocs* dan menambahkan pihak staf perusahaan sebagai *collaborator*, untuk memasukkan data pada *spreadsheet* tersebut. Tabel 1 menampilkan format form (kolom-kolom tabel) yang digunakan untuk memasukkan data oleh staf perusahaan. Hal ini perlu dilakukan karena pihak perusahaan tidak memperbolehkan data-data transaksi pelanggan disalin secara langsung.

Tabel 1. Strukturtabel untuk pengambilan data transaksi.

Nama Kolom	Deskripsi
Tanggal Pemesanan	Tanggal ketika pelanggan melakukan pesanan
Jam Pemesanan	Waktu ketika pelanggan check-out pesanannya pada aplikasi web.
Jam selesai pengiriman	Waktu ketika kurir selesai mengantarkan pesanan.
Alamat Pelanggan	Alamat pengantaran pesanan

Selain data transaksi, studi awal dilakukan juga dengan wawancara. Hasil dari wawancara dengan pihak manajemen perusahaan didapatkan bahwa penelitian ini agar berfokus pada pengembangan sistem untuk melihat persebaran pelanggan perbulan dalam satu tahun. Kebutuhan pengguna (*user requirement*) dari sistem yang dibutuhkan antara lain: sistem dapat menampilkan data persebaran pelanggan, sistem dapat menampilkan data persebaran permintaan wilayah pengantaran baru, daftar pelanggan terbaik (5 *top customer*) dan sistem dapat menampilkan estimasi jarak dan waktu pengantaran pesanan berdasarkan data pelanggan yang ada.

3.2. Data Cleansing

Cleansing data adalah proses pembersihan, perbaikan, penghapusan, dan penambahan data yang

tidak lengkap, tidak sesuai, dan tidak relevan terhadap penelitian. Data mentah yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2. Dari Tabel 2 tersebut dapat dilihat bahwa tidak ada keseragaman dalam penulisan data alamat, hal ini dikarenakan sistem pemesanan makandiantar.com tidak membuat *form* pengisian data alamat secara lengkap, seperti misalnya data kabupaten/kota, kecamatan, kelurahan, dan alamat lengkap. Oleh karena itu dilakukan penambahan data berupa data kabupaten/kota, data kecamatan, dan data kelurahan berdasarkan data lengkap pelanggan yang diperoleh.

Proses penambahan data dilakukan secara manual yaitu melalui proses *searching* di internet dan juga pada *website* pemerintah Yogyakarta yaitu *www.jogjakota.go.id* dan *www.slemankab.go.id*. Proses pencarian kelurahan dengan *keyword* kelurahan disertai dengan alamat lengkap pelanggan (misalnya:"kelurahan kos jjhouse nologaten") dapat juga dilakukan melalui mesin pencari Google.

Tabel 2. Contoh Data Transaksi Harian

Tanggal	Jam Order Pesanan	Jam Selesai	Alamat Lengkap Customer
01/11/2015	11:00	11:20	Miliran uh2/299
	10:00	10:38	Kos Putri Casa Paloma, Jl.Sulawesi 2 No.8
	10:50	12:07	Hotel Omahkoe Jl.Raya Laksda Adi Sucipto Km 7, Komplek Pangkalan T
	12:19	14:05	Jakal Km 4,5 Grha Swakarya Gg.Palaran No.11
	11:00	11:58	Klinik AmC , ruang rawat inap anggrek III lantai 3. Jl. Hos cokroaminoto n
	11:00	11:45	Jalan Kaliurang km4.5 perum swakarya, gg. campursari no.45.
	11:00	11:45	Jl. Nologaten no 99, depok, sleman.
	11:00	11:20	Miliran uh2/299
	12:00	14:05	Kos CHANNEL jl. Gejayan Gang Alamanda 14A RT 004/05 Caturtunggal,
	12:00	14:05	Bausasran DN III No. 1003 Yogyakarta
	10:08	11:27	Nandan jalan monjali rt7 rw39 no 60b yogyakarta
02/11/2015	10:00	12:00	Jalan Kaliurang Km. 6.5 Gg Timor Timur No. B26
	10:00	12:00	Perumahan nandan griya idaman pintu 5 no.6
	18:00	18:49	Jalan .Mataram Gg.Gemblakan
	11:00	12:01	Jl.Pandega Asih Blok E No.10 , Catur Tunggal, Depok, Sleman
	9:40	10:26	Jl. AM. Sangaji, gang Jatingali kav. 199
	11:00	12:00	PT Global Intermedia Nusantara, Jl. Taman Siswa No. 125 Yogyakarta
	12:00	13:58	Program Diploma Ekonomika dan Bisnis UGM

Setelah melakukan penambahan data kabupaten/kota, kecamatan, dan kelurahan, tahapan selanjutnya adalah melakukan pemisahan pada data lengkap pelanggan yang diperoleh. Pemisahan dilakukan dengan membagi data alamat lengkap pelanggan menjadi tiga bagian yaitu nama tempat, nomor rumah, dan nama jalan. Nama tempat mewakili tempat atau posisi pelanggan berada, misalnya pada data alamat lengkap pelanggan tertulis nama instansi/lembaga maka pada kolom nama tempat diisi dengan nama instansi/lembaga tersebut. Sedangkan jika pada data alamat lengkap pelanggan tidak ada nama tempat, lembaga/instansi maka pada kolom nama tempat ditulis sebagai Rumah. Nomor rumah mewakili nomor tempat, instansi/lembaga berada, jika pada data alamat lengkap pelanggan tidak ada nomor rumah maka ditulis sebagai nomor 1. Nama jalan mewakili nama jalan dari tempat, lembaga/instansi berada. Jika pada data alamat lengkap pelanggan tidak ada nama jalan maka dilakukan pengisian secara manual dengan mencari informasi melalui internet berdasarkan rujukan nama tempat atau daerah pelanggan berada.

Tahapan selanjutnya adalah pencarian koordinat *latitude* dan *longitude* berdasarkan data alamat lengkap pelanggan. Tujuan dari pencarian koordinat ini adalah agar data pelanggan yang diperoleh dapat dipetakan pada google *maps*, data koordinat ini juga digunakan untuk proses pencarian jarak dan estimasi waktu pengantaran pesanan kepada pelanggan. Proses pencarian koordinat dilakukan dengan mencari manual dari data alamat lengkap pelanggan pada google *maps*. Proses pencarian koordinat berdasarkan data alamat lengkap pelanggan dengan mengetikan *keyword* data alamat pelanggan pada google *maps* (misalnya: "Jl. Nologaten no 99, Depok, Sleman").

Tahapan terakhir dari proses *cleansing* data adalah memilih data yang *valid* untuk bisa digunakan pada penelitian. Data *valid* diperoleh dengan melihat data jam order pesanan dan jam selesai order pesanan. Jika jam order pesanan dan jam selesai order pesanan sesuai dan masuk akal maka data tersebut dinyatakan *valid*. Tabel 3 menunjukkan contoh data yang valid dan siap digunakan untuk penelitian.

Total data yang *valid* dan bisa digunakan pada penelitan ini sejumlah 260 data, sedangkan jumlah data yang tidak *valid* sejumlah 44 data. Data *valid* digunakan sebagai *data customer*untuk pengujian sistem BI Dashboard yang dikembangkan. Sedangkan sebagian data yang

Tabel 3. Contoh data setelah proses *data cleansing*

NO	Tgl dan Bulan	Nama Tempat	No rumah	Nama Jalan	kelurahan	kecamatan	kotamadya/kab	Jam Order	Jam selesai Ordre	Status Transaksi	Lat	Lng
1	1/11/2015	Rumah	299	Jl.Miliran	Semaki	Umbulharjo	Yogyakarta	11:00	11:20	sukses	-7.801102	110.387443
2	1/11/2015	Kos Putri Casa Paloma	8	Jl.Sulawesi 2	Sinduadi	Mlati	Sleman	10:00	10:38	sukses	-7.4490815	110.3830991
3	1/11/2015	Hotel Omah Koe	99	Jl.Raya Laksda Adi Sucipto Km 7	Wedomartani	Ngemplak	Sleman	10:50	12:07	sukses	-7.7852706	110.4249958
4	1/11/2015	Rumah	11	Jl.Kaliurang km 4,5	Caturtunggal	Depok	Sleman	12:19	14:05	sukses	-7.764394	110.380553
5	1/11/2015	Klinik AmC	17	Jl. Hos Cokroaminoto	Pakuncen	Wirobrajan	Yogyakarta	11:00	11:58	sukses	-7.7997374	110.3496354
6	1/11/2015	Rumah	45	Jl.Kaliurang km 4,5	Caturtunggal	Depok	Sleman	11:00	11:45	sukses	-7.763869	110.38082
7	1/11/2015	Kos JJ House	99	Jl.Nologaten	Caturtunggal	Depok	Sleman	11:00	11:45	sukses	-7.7715753	110.3867924
8	1/11/2015	Kos Channel	14	Jl.Gejayan	Condongcatur	Depok	Sleman	12:00	14:05	sukses	-7.7664011	110.3900831
9	1/11/2015	Rumah	1003	Jl.Bausasran	Bausasran	Danurejan	Yogyakarta	12:00	14:05	sukses	-7.797141	110.373543
10	1/11/2015	Rumah	60	Jl.Monjali	Sinduadi	Mlati	Sleman	10:08	11:27	sukses	-7.7567755	110.3674718
11	2/11/2015	Rumah	26	Jl.Kaliurang km 6,5	Condongcatur	Depok	Sleman	10:00	12:00	sukses	-7.747282	110.384654
12	2/11/2015	Perumahan nandan griya indah	6	Jl.Monjali	Sinduadi	Mlati	Sleman	10:00	12:00	sukses	-7.7914596	110.3456387
13	2/11/2015	Rumah	1	Jl.Mataram	Suryatmajan	Danurejan	Yogyakarta	18:00	18:49	sukses	-7.793754	110.368364
14	2/11/2015	Rumah	10	Jl.Pandega Asih Blok E	Caturtunggal	Depok	Sleman	11:00	12:01	sukses	-7.7579293	110.3852302
15	2/11/2015	Rumah	199	Jl.AM.Sangaji	Cokrodiningratan	Jetis	Yogyakarta	9:40	10:26	sukses	-7.776124	110.368353
16	2/11/2015	PT. Global Intermedia Nusantara	125	Jl.Taman Siswa	Wirogunan	Mergangsan	Yogyakarta	11:00	12:00	sukses	-7.8130595	110.3745428
17	2/11/2015	D3 Ekonomi Bisnis UGM	1	Jl.Notonegoro	Caturtunggal	Depok	Sleman	12:00	13:58	sukses	-7.7745803	110.378235
18	2/11/2015	Apartemen Mataram City	1	Jl. Palagan Tentara Pelajar km 7	Donoharjo	Ngaglik	Sleman	12:00	12:00	batal	-7.7394302	110.3750859
19	2/11/2015	Kos JJ House	99	Jl.Nologaten	Caturtunggal	Depok	Sleman	12:00	12:00	batal	-7.7715753	110.3867924
20	2/11/2015	Kantor Pusat Pengadaan dan Logistik UGM	1	Jl.Kaliurang	Caturtunggal	Depok	Sleman	12:00	13:58	sukses	-7.7743837	110.3742414
21	2/11/2015	Rumah	60	Jl.Dr.Wahidin	Klitren Lor	Gondokusuman	Yogyakarta	12:08	13:28	sukses	-7.7837769	110.3769907
22	2/11/2015	Kos Casa Tenera	249	Jl.Pogung Raya	Sinduadi	Mlati	Sleman	13:00	14:36	sukses	-7.7584604	110.3724362
23	2/11/2015	Rumah	23	Jl.Dl.Panjaitan	Mantrijeron	Mantrijeron	Yogyakarta	11:08	12:10	sukses	-7.8238129	110.3590243
24	2/11/2015	Kos Nyonya Suharti	8	Jl.Babarsari	Caturtunggal	Depok	Sleman	13:00	14:36	sukses	-7.7739854	110.4102464

tidak *valid* digunakan sebagai data *request* perluasan wilayah pengantaran karena memang sebagian data yang tidak *valid* disebabkan karena daerah tinggal *customer* tidak termasuk dalam area pengantaran.

3.3. Perancangan BI Dashboard

Berdasarkan informasi yang diperoleh melalui proses wawancara dapat disimpulkan bahwa sistem yang dikembangkan berfokus pada persebaran *customer* dan *request* wilayah layanan baru. Fokus penelitian ini kemudian dirumuskan menjadi kebutuhan fungsional dari BI Dashboard yang akan dikembangkan.

Pengguna sistem adalah staf atau operator di perusahaan. Untuk dapat masuk ke sistem dashboard, pengguna harus melakukan login. Setelah login pengguna dapat memilih menu atau fungsi-fungsi yang merupakan fitur-fitur yang dikembangkan pada penelitian ini. Secara singkat fitur yang dirancang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Fitur-fitur utama sistem BI Dashboard

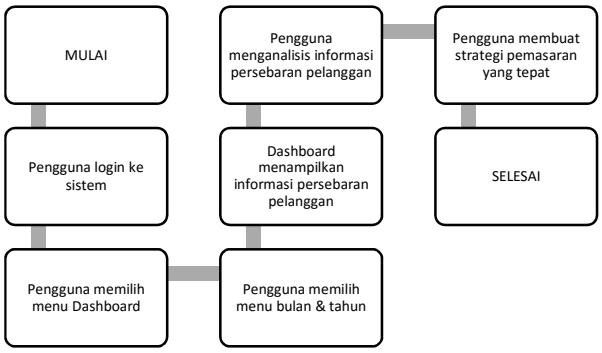
Fitur	**Keterangan**
Login, Logout	Membatasi akses sistem aplikasi
Dashboard Peta	Menampilkan visualisasi persebaran pelanggan pada peta
Menampilkan detil pelanggan	Dilakukan dengan meng-klik icon pada peta.
Edit Pelanggan	Mengubah data rinci pelanggan
Top 5 Customer	Menampilkan 5 pelanggan terbaik berdasarkan frekuensi dan nominal transaksi.
Menampilkan pelanggan per area	Menampilkan distribusi pelanggan per area (kelurahan, kecamatan, kabupaten, kota) dalam bentuk pie-chart
Menampilkan pelanggan baru	Menampilkan daftar pelanggan baru per bulannya.
Menampilkan total transaksi	Menampilkan total transaksi (harian, bulanan, atau tahunan)
Menampilkan total jarak pengantaran	Total pengantaran (dalam km)

Gambaran umum konsep sistem BI Dashboard yang dikembangkan ditunjukkan pada Gambar 1.

4. Hasil Penelitian

4.1. Fitur Dashboard Peta Pelanggan

Hasil pengembangan BI Dashboard berbasis web terdiri dari dua bagian utama, yaitu bagian *dashboard* dan bagian manajemen data. Bagian *dashboard* berfungsi untuk menampilkan informasi persebaran pelanggan, terdiri dari bagian peta, totalpelanggan dan permintaan wilayah baru, jumlah pelanggan dan permintaan layanan baru per area, total jarak transaksi dan jarak pengantaran, total pelanggan dan permintaanwilayah baru dalam periode satu tahun serta *top 5 customer*. Sedangkan bagian manajemen data berfungsi untuk melakukan manipulasi data, seperti menambah dan menyisipkan data baru, mengubah data, dan juga menghapus data. Gambar 2 menunjukkan tampilan *dashboard* sedangkan Gambar 3 menunjukkan menu manajemen data dari BI Dashboard yang dikembangkan.

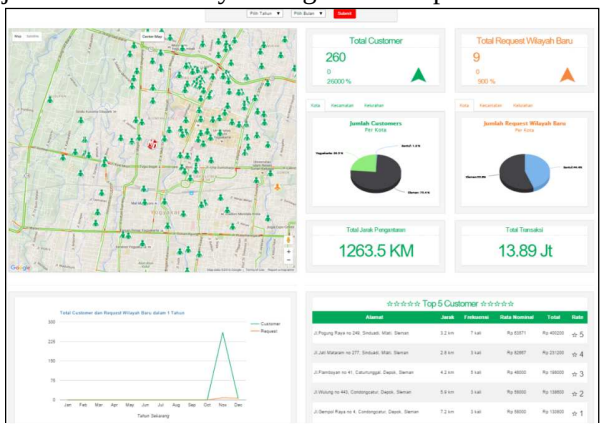


Gambar 1. Konsep Sistem BI Dashboard

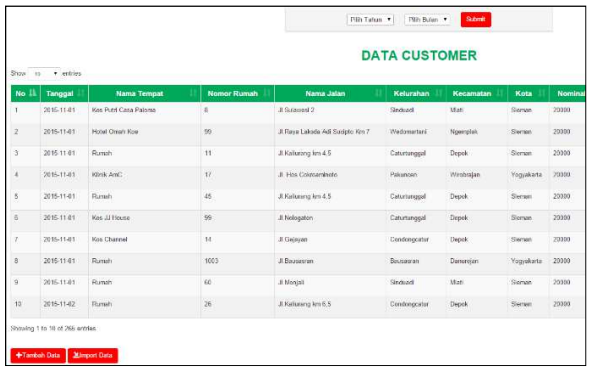
Peta berfungsi untuk menampilkan lokasi *customer* dan *request* wilayah baru dalam bentuk penanda (*marker*). Pada peta terdapat dua jenis *marker*, *marker* berwarna hijau menunjukkan posisi *customer* sedangkan *marker* warna *orange* menunjukkan posisi *request* wilayah baru. *Marker* didasarkan pada koordinat *latitude* dan *longitude* yang ada di *database*. Setiap *marker* memuat informasi nama tempat, alamat lengkap, serta estimasi jarak dan waktu. Estimasi jarak dan waktu diambil dari *database* yang diperoleh dari layanan *distance matrix* Google Maps API. Untuk menampilkan informasi dari sebuat titik *customer*/*request* wilayah baru pengguna harus mengklik pada salah satu titik lalu informasi akan muncul dalam bentuk *info window*. Pada peta juga terdapat informasi keadaan lalu lintas pada saat ini, warna merah menunjukkan keadaan lalu lintas padat, warna oranye keadaan lalu lintas sedang, dan warna hijau keadaan lalu lintas lengang.

4.2. Fitur Distribusi Pelanggan Berdasar Area

Fitur distribusi pelangganberdasarkan wilayah berfungsi untuk melihat persebaran pelanggan yang ada di suatu wilayah (area). Data pelanggan per wilayah ini dapat ditampilkan berdasarkan kota/kabupatenberdasarkankota/kabupaten, kecamatan, dan kelurahan. Jumlah *customer* berdasarkan wilayah ditampilkan dalam bentuk *pie chart* yang setiap bagian/potongan *chart* terdapat jumlah *customer*-nya sebagaimana dapat dilihat



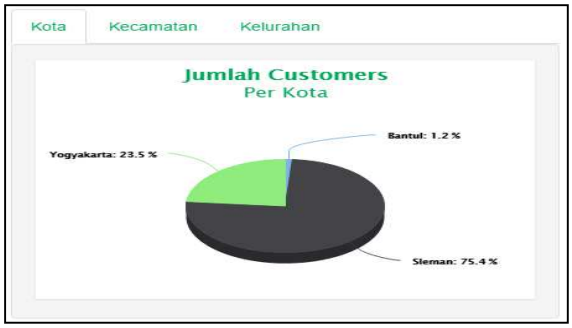
Gambar 2. Tampilan utama BI Dashboard data transaksi pelanggan



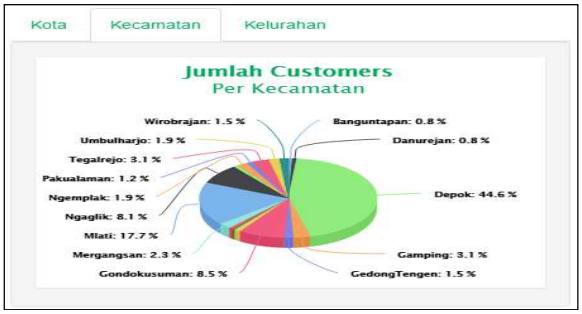
Gambar 3. Menu manajemen data pelanggan

pada Gambar 4 (per kota/kabupaten) dan Gambar 5 (per kecamatan). Pada Gambar 4 ditampilkan distribusi pelanggan dari Kabupaten Bantul, Sleman, dan kota Yogyakarta. Gambar 5 merupakan

contoh tampilan dashboard sebaran data pelanggan berdasarkan kecamatan.



Gambar 4. Dashboard jumlah pelanggan per wilayah kota/kabupaten



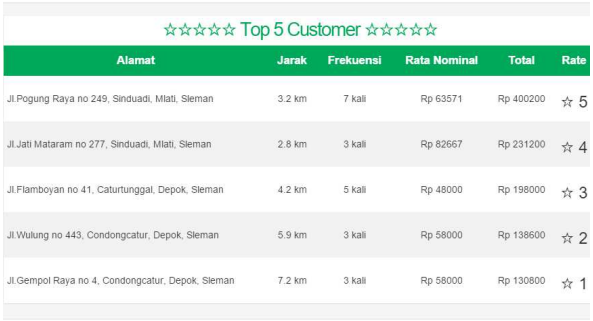
Gambar 5. Dashboard jumlah pelanggan per wilayah kecamatan

4.3. Fitur 5 Pelanggan Terbaik

Fitur *Top 5 customer* berfungsi untuk menampilkan 5 pelanggan yang paling potensial, yaitu *customer* yang jumlah nominal transaksi dan jumlah pemesananya terbanyak tetapi dengan jarak pengantaran yang terdekat. Bertujuan untuk mengetahui *customer* mana yang paling berpotensi sehingga dapat dibuat sebuah strategi pemasaran khusus untuk mempertahankan daya beli pelanggan tersebut (misalnya dengan menawarkan bonus). *Top 5 customer* ditampilkan dalam bentuk tabel dengan urutan baris pertama merupakan *customer* potensial pertama, baris kedua merupakan *customer* potensial kedua, dan seterusnya seperti dapat dilihat pada Gambar 6.

4.4. Fitur Import Data Transaksi Baru

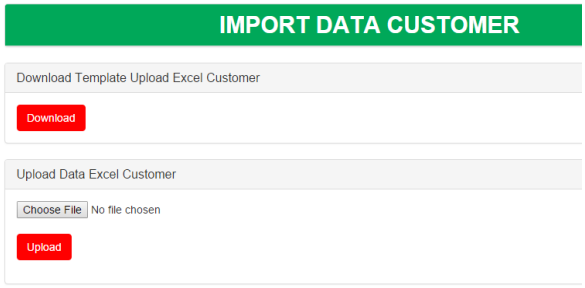
Fungsi *importdata customer* digunakan untuk melakukan *import datacustomer* dalam format Excel. *Import data customer* dilakukan dengan cara menekan tombol ImportData. Setelah menekan tombol ImportData maka halaman *import data* akan ditampilkan. Gambar 7 menunjukkan tampilan halaman *import data customer*.



Gambar 6.Top 5 Customer

Untuk mempermudah pengguna, disediakan *template* import data yang dapat diunduh terlebih dahulu yaitu dengan cara menekan tombol *download*. Setelah itu pengguna mengisi data request wilayah baru pada *template* import data.

Dengan fitur ini staf di perusahaan dapat menambahkan data transaksi dalam jumlah yang besar, misalkan data transaksi dalam satu bulan, sehingga proses pengolahan data transaksi baru akan menjadi lebih cepat. Idealnya penambahan data ini dilakukan secara periodik untuk membantu menentukan strategi bisnis yang tepat.



*Gambar 7.*Fasilitasuntuk menambahkan data transaksi baru melalui file spreadsheet.

4.5. Validasi Pengguna

Setelah BI Dashboard berhasil dikembangkan, maka selanjutnya dilakukan pengujian untuk mengetahui apakah fungsi-fungsi yang dikembangkan sudah sesuai dengan yang diharapkan pengguna (pihak perusahaan). Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian BI Dashboard yang telah dilakukan.

Validasi dilakukan oleh pihak makandiantar.com dengan menggunakan tabel

pengujian yang didasarkan pada metode pengujian *Black-Box*. Dari hasil validasi diketahui bahwa semua fungsi dapat berjalan dengan baik. Semua *Test case* (*input*) pengujian menghasilkan luaran (*output*) yang sesuai dengan apa yang diharapkan sehingga dapat disimpulkan semua fungsi *valid*.

Tabel 5. Hasil pengujian BI Dashboard oleh pengguna (pihak perusahaan)

Pengujian	Hasil Pengujian	Kesimpulan
Login	Sesuai	Valid
Home	Sesuai	Valid
Dashboard	Sesuai	Valid
Data Customer	Sesuai	Valid
Data Request	Sesuai	Valid
FAQ	Sesuai	Valid
Logout	Sesuai	Valid

Untuk memperkuat hasil validasi, maka diberikan juga beberapa pertanyaan kepada pihak perusahaan terkait BI Dashboard yang telah dikembangkan. Pertanyaan–pertanyaan tersebut antara lain:

a. *Apakah BI Dashboard dapat membantu dalam pembuatan strategi pemasaran di makandiantar.com?*
b. *Apakah BI Dashboard yang dikembangkan sudah sesuai dengan system requirements yang didefinisikan pada tahap awal pengembangan?*
c. *Apakah BI Dashboard mudah untuk digunakan?*
d. *Apakah informasi yang ditampilkan oleh BI Dashboard jelas?*
e. *Apakah tampilan antarmuka (interface) BI Dashboard menarik?*
f. *Apakah BI Dashboard sudah layak untuk digunakan?*

4.6. Penggunaan BI Dashboard untuk Mendukung Strategi Pemasaran

Berdasarkan kuesioner dan wawancara, jawaban pihak perusahaan menyatakan bahwa BI Dashboard yang dikembangkan sudah sesuai dengan *system requirement* dan dapat membantu dalam pembuatan strategi pemasaran perusahaan. Contoh strategi pemasaran yang dapat dibuat berdasarkan BI Dashboard yang telah dikembangkan yaitu misalnya dalam hal pengiklanan (*advertising*). Beberapa contoh strategi pemasaran yang dilakukan dengan memanfaatkan BI dashboard adalah sebagai berikut.

- Berdasarkan informasi titik persebaran *customer* yang ditampilkan *dashboard* maka dapat dilihat daerah mana saja yang pelanggannya sudah banyak dan yang masih sedikit. Sehingga saat akan melakukan pengiklanan seperti pemasangan *banner*, pembagian brosur, *leaflet*, pamflet dan sebagainya maka dapat difokuskan pada daerah yang pelanggannya masih sedikit.
- Dengan adanya fitur informasi *top 5 customer* yang ditampilkan *dashboard*, maka dapat diketahui *customer* mana saja yang potensial sehingga untuk mempertahankan daya beli dari *customer* tersebut maka dapat dibuat sebuah strategi *marketing* misalnya dengan memberikan promosi *buy 1 get 1 free*, *discount* 50%, dan sebagainya.

5. Penutup

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa BI Dashboard persebaran pelanggan yang dikembangkan sudah memenuhi *system requirements* yang ditentukan di awal pengembangan sistem, yaitu dapat memberikan memvisualisasikan persebaran lokasi pelanggan dan lokasi permintaan pelanggan baru serta estimasi jarak dan waktu pengantaran pesanan setiap transaksi. BI Dashboard yang dikembangkan sudah dapat memberikan analisis BI dan selanjutnya sangat bermanfaat untuk membantu pengambilan keputusan dalam membuat strategi pemasaran bagi perusahaan.

Daftar Pustaka

Brannon, Nadia., (2010). *Business Intelligence and E-Discovery, Intellectual Property and Technology Law Jurnal*, vol.22, no.7, pp 1-5.

Eckerson, W. (2006). *Performance Dashboards: Measuring, Monitoring, and Managing your Business*. John Wiley & Sons, Inc.

Husni.Z.N and I.Mukhlash. (2014). *Implementasi Business Intelligence pada Manajemen Report Bank XYZ*. Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.

Imelda. (2013). Business Intelligence. *JurnalManajemen Informatika*, Fakultas Teknik, Universitas Komputer Indonesia. Bandung.

Jovita, N. dan Rimantas. (2009). *Improving Business Rules Management through the Application of Adaptive Business Intelligence Technique*. Kaunas University of Technology, Department of Information Systems. Vol.38, pp 21-28.

Kusnawi. (2011). *Tinjauan Umum Metode Pendekatan Dashboard Pada Proses Business Intelligence*. Jurnal DASI Vol 12 No 2, STIMIK Amikom, Yogyakarta.

Makandiantar (2016), *About Us*, diakses 21 Juli 2016, http://www.makandiantar.com/about-us

Murtadho.M.A, Hendrik (2012). Penerapan Business Intelligence Pada Aplikasi Partner Relationship Management di PT Indosat Sales Area Kota Mojokerto, Prosiding Seminar Competitive Advantage 2012.Magister Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Soleh, M.A.Dewi., Arfiah, Asdin. (2013). *Metode Peninjauan Dashboard dari Business Intelligence untuk Membuat Keputusan Lebih Baik*. Jurusan Sistem Informasi, STMIK Raharja. Tangerang

Sriyanto, J. (2014). *Perancangan dan Implementasi Sistem Pelaporan untuk Business Intelligence*. Skripsi S1, Program Studi S1 Ilmu Komputer, Fakultas FMIPA, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Turban E., Aronson., J.E., Liang. T.P. (2007). *Decision Support and Business Intelligence System*. 8th edition, Pearson Education International, 52-75.

Wang, H., Q.Wei and G.Chen. (2013). *Journal. Decision Support System 56* (2013) 397- 405. School of Economic and Management, Tsinghua University, Beijing. China

Biodata Penulis

Warsun Najib, memperoleh gelar S1 di Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. Memperoleh gelar S2 bidang *Information and Communication Technology* di University of Agder, Norway. Saat ini menjadi staf pengajar di Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.

Ridho Pratama, memperoleh gelar S1 di Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. Saat ini bekerja sebagai enterpreneur bidang Teknologi Informasi di Yogyakarta.

SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN GADGET BERDASARKAN KARAKTERISTIK DAN BUDGET PENGGUNA

Maria Bellaniar Ismiati[1], Latius Hermawan[2]

[1,2] Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Katolik Musi Charitas
[1]maria.bella@ukmc.ac.id, [2]tiuz.hermawan@ukmc.ac.id

Abstrak

Gadget sudah menjadi kebutuhan primer saat ini karena dari kelas atas sampai bawah rata-rata sudah memiliki gadget, terutama smartphone. Hal tersebut dikarenakan harga yang ditawarkan smartphone bisa dijangkau seluruh lapisan masyarakat. User menjadi bingung ketika membeli smartphone yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik pribadinya. Metode yang digunakan dalam mendukung penelitian ini adalah berbasis Rule based atau If-Then Rules. Metode tersebut mengidentifikasikan rules-rules yang berkaitan dengan karakteristik pengguna smartphone; seperti elegan, entertainer, adventurer, dan social media. Setiap karakteristik dapat digabungkan satu sama lain untuk mendapatkan beberapa alternatif smartphone yang dapat menjadi pertimbangan user dalam membeli smartphone. Hasil penelitian ini didapatkan dari jawaban yang dimasukkan user dan selanjutnya diolah dengan menggunakan If-Then Rules. Setelah itu, user memasukkan budget yang sesuai dengan kemampuan dan dari budget tersebut, sistem mengeluarkan hasil berupa beberapa jenis smartphone dan harganya yang sesuai dengan karakteristik. If-Then Rules melakukan penalaran dari masalah menjadi hasil yang diinginkan.

Kata Kunci **:** *smartphone, If-Then Rules, karakteristik dan budget user*

1. Latar Belakang

Semakin berkembangnya teknologi informasi menjadikan *smartphone* bukan barang yang mewah lagi tetapi telah menjadi kebutuhan primer bagi seluruh lapisan masyarakat. Selain itu, masing-masing vendor *smartphone* terus-menerus mengembangkan *smartphone* dengan berbagai macam kecanggihannya. Kecanggihan *smartphone* tersebut tidak lagi dibeli dengan harga yang mahal/di atas rata-rata karena beberapa pihak pembuat *smartphone* telah menyediakan *smartphone* murah yang harganya terjangkau dengan fasilitas yang menggiurkan. Oleh karena itu, para vendor *smartphone* semakin mengutamakan kecanggihan fungsionalitas masing-masing *smartphone*, dimulai dari bisa menelpon dengan melihat wajah penerima telepon sampai *chatting* secara *real time* dan fitur *social* media yang lengkap.

Dari sekian banyaknya tawaran fasilitas yang menggiurkan dari masing-masing vendor *smartphone*, semakin membuat *user* bingung untuk membeli *smartphone* yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik pribadi *user*. Hal tersebut juga membuat pemilihan *smartphone* menjadi proses yang lama dan rumit untuk menghasilkan pilihan terbaik apalagi bila belum ada suatu aplikasi untuk pemilihan *smartphone* tersebut. Banyaknya kriteria yang berpengaruh terhadap sejumlah pilihan yang ada, mempersulit konsumen untuk memilih *smartphone* dengan optimal sehingga membuat *user* semakin bingung dalam memilih *smartphone* yang tepat sesuai dengan kebutuhan, karakteristik pribadi *user*, dan daya beli mereka. Penelitian ini membuat sistem untuk memilih *smartphone* berdasarkan karakteristik *user* yang dibagi menjadi empat belas kriteria yang sudah digabungkan satu sama lain. Tujuannya adalah agar *smartphone* yang dibeli benar-benar dapat berfungsi sesuai dengan karakteristik *user*-nya masing-masing.

Sistem ini menggunakan metode If-Then Rules, yang menggunakan cara berfikir untuk memperoleh kesimpulan dengan melakukan penalaran dari suatu masalah dan dilanjutkan hingga mendapatkan solusinya. *User* harus menjawab beberapa pertanyaan yang disesuaikan dengan

karakteristik *user* beserta *budget* yang disesuaikan dengan kemampuan *user* masing-masing. Bagian yang terakhir adalah sistem menampilkan aturan keberapa yang sesuai dengan salah satu karakteristik *user* yang sudah dipaparkan dan beberapa alternatif *smartphone* yang sesuai dan harga dari masing-masing *smartphone* tersebut.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Landasan Teori

2.1.1. Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Pengambilan keputusan merupakan proses pemilihan alternatif tindakan untuk mencapai tujuan atau sasaran tertentu. Pengambilan keputusan dilakukan dengan pendekatan sistematis terhadap permasalahan melalui proses pengumpulan data menjadi informasi serta ditambah dengan factor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pengambilan keputusan. Sistem Pendukung Keputusan (SPK) digunakan sebagai alat bantu bagi para pengambil keputusan untuk mengembangkan kemampuan para pengambil keputusan, namun tidak untuk menggantikan penilaian para pengambil keputusan (Turban, Aronson dan Liang, 2005). Pada prinsipnya, keberadaan SPK hanya sebagai sistem pendukung untuk pengambilan keputusan, bukan menggantikannya. Tahap-tahap pengambilan keputusan menurut Herbert A. Simon (Suparman, 1991) adalah sebagai berikut:

1. Tahap Pemahaman (*inteligence phase*)
   Tahap ini merupakan proses penelusuran dan pendeteksian dari lingkup problematika serta proses pengenalan masalah. Prosesnya adalah memperoleh data masukan, memproses, dan menguji data tersebut dalam rangka mengidentifikasi masalah.
2. Tahap Perancangan (*design phase*)
   Tahap ini merupakan proses pengembangan dan pencarian alternatif tindakan/solusi yang dapat diambil. Proses tersebut merupakan representasi kejadian nyata yang disederhanakan sehingga diperlukan proses validasi dan verifikasi untuk mengetahui keakuratan model dalam meneliti masalah yang ada.
3. Tahap Pemilihan (*choice phase*)
   Pada tahap ini dilakukan pemilihan terhadap berbagai alternatif solusi yang ada pada tahap perencanaan dengan memperhatikan kriteria-kriteria berdasarkan tujuan yang akan dicapai.
4. Tahap Implementasi (*implementation phase*)
   Pada tahap ini dilakukan penerapan terhadap rancangan sistem yang telah dibuat pada tahap perancanaan serta pelaksanaan alternatif tindakan yang telah dipilih pada tahap pemilihan.

2.1.2. Pohon Keputusan

Penelitian ini dijabarkan menggunakan pohon keputusan agar bisa didapatkan *rule-rule* yang mendukung proses pemilihan *smartphone* berdasarkan karakteristik *user*. Karakteristik utama yang digunakan dan dijabarkan menggunakan pohon keputusan adalah *Elegant*, *Entertainer*, *Adventurer*, dan *Social media addict* (Muetz, 2012). Terdapat enam belas pertanyaan yang masing-masing pertanyaan mewakili karakteristik seseorang. Setelah karakteristik tersebut didapatkan, dibagi lagi menjadi 3 kelas harga, yaitu *low*, *medium* dan *high* yang selanjutnya dihasilkan beberapa alternatif *smartphone* yang sesuai berdasarkan karakteristik dan *budget* yang mampu dibayarkan oleh pengguna. Pohon keputusan tersebut secara detail dipaparkan pada Gambar 1.

2.1.3. *Rule Based*

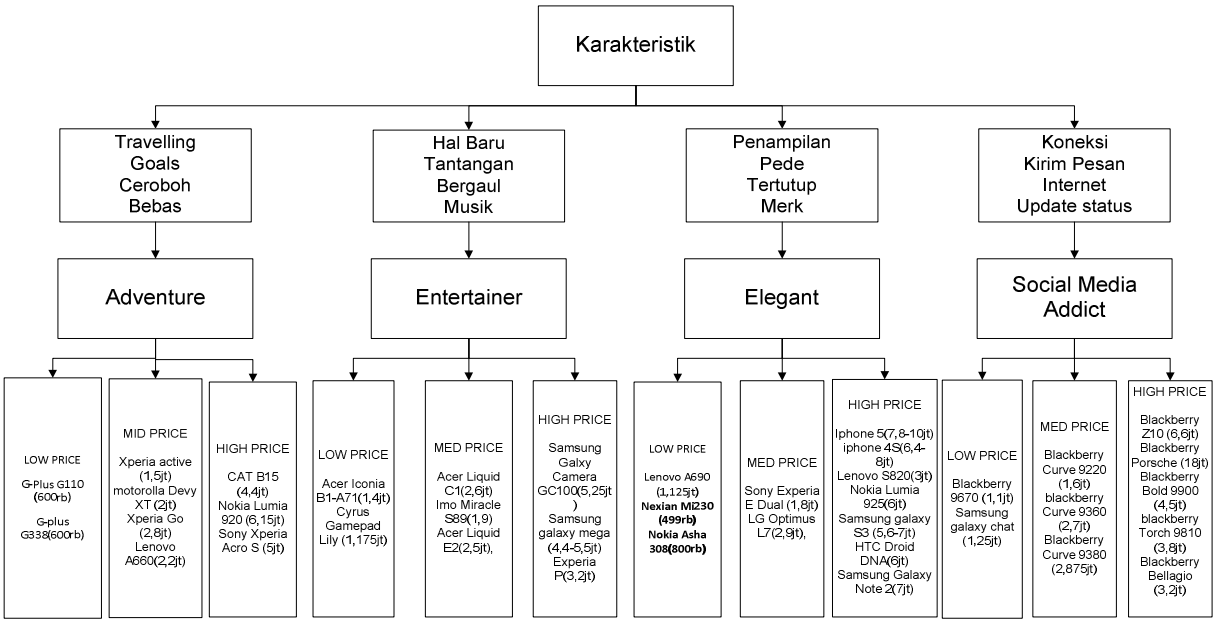
Rule based merupakan basis aturan yang berupa If-Then Rules dari alur sistem pendukung pengambilan keputusan pemilihan *smartphone*. Alur sistem atau langkah-langkah pencapaian solusi menggunakan *rule based* dikarenakan tiga hal berikut:

1. Pengetahuan dibuat dalam If-Then,
2. Digunakan karena telah memiliki pengetahuan dari suatu narasumber/pakar (dalam hal ini dari referensi pustaka) mengenai permasalahan tertentu secara berurutan,
3. Dibutuhkan karena harus ada penjelasan tentang langkah-langkah pencapaian solusi,

Di bawah ini diberikan beberapa contoh *rule based* yang nomornya diurutkan berdasarkan posisi aturan pada sistem pendukung keputusan pemilihan *gadget*, antara lain:

1. *IF* Koneksi *AND* Kirim_Pesan *AND Internet AND Update_Status AND Price*_1 *THEN Social_Media_Addict_low*
2. *IF* Koneksi *AND* Kirim_Pesan *AND Internet AND Update_Status AND Price*_2 *THEN Social_Media_Addict_med*

3. *IF* Koneksi *And* Kirim_Pesan *AND Internet And Update_Status AND Price*_3 *THEN Social_Media_Addict_high*
4. *IF* Hal_Baru *AND* Tantangan *AND* Bergaul *AND Travelling AND* Goals *AND* Ceroboh *AND Price*_1 THEN *Entertainer_low AND Adventurer_low*
5. *IF* Hal_Baru *AND* Tantangan *AND* Bergaul *AND* Koneksi *AND* Bebas *AND* Koneksi *AND Price*_1 THEN *Entertainer_low AND Social_Media_Addict_low*



Gambar 1. Struktur Pohon Keputusan

6. *IF Travelling AND* Goals *AND* Ceroboh *AND* Koneksi *AND* Kirim_Pesan *AND Internet AND Price*_1 *THEN Adventurer_low AND Social_Media_Addict_low*
7. *IF* Penampilan *AND* Pede *AND* Tertutup *AND* Hal_Baru *And* Tantangan *And* Bergaul *AND Price*_2 then Elegan_med *And Entertainer_med*
8. *IF* Penampilan *AND* Pede *AND* Tertutup *AND Travelling AND* Goals *AND* Ceroboh *AND Price*_2 *THEN* Elegan_med *AND* Adventurer_med
9. *IF* Hal_Baru *AND* Tantangan *AND Travelling AND* Goals *AND* Koneksi *AND* Kirim_Pesan *AND Price*_2 *THEN Entertainer_med AND* Adventurer_med *AND Social_Media_Addict_med*
10. *IF* Penampilan *AND* Pede *AND* Hal_Baru *AND* Tantangan *AND* Koneksi *AND* Kirim_Pesan *AND Price*_3 *THEN* Elegan_high *AND Entertainer_high AND Social_Media_Addict_high*

2.1.4. Prioritas Karakteristik Pengguna

Di bawah ini diberikan prioritas dari masing-masing pertanyaan yang mewakili karakteristik pengguna. Nilai 1 mewakili skala prioritas yang paling tinggi sedangkan untuk nilai 4 merupakan skala prioritas yang paling rendah. Sebagai contoh, untuk karakteristik *user* yang elegan maka jawaban *user* harus yes dalam pertanyaan mengenai penampilan, pede, merk, dan tertutup.

Tabel 1. Prioritas karakteristik pengguna

Kriteria pertanyaan	**Prioritas Karakteristik Utama**			
	a	**b**	**c**	**d**
Penampilan	1			
Pede	2			
Merk	3			
Tertutup	4			
Hal_baru		1		
Bergaul		2		
Musik		3		
Tantangan		4		
Travelling			1	
Ceroboh			2	
Bebas			3	
Goals			4	
Kirim_pesan				1

Internet				2
Update_status				3
Koneksi				4

Keterangan :
a. Entertainer, b. Elegant, c. Adventurer, d. Social Media

2.2. Penelitian Terdahulu

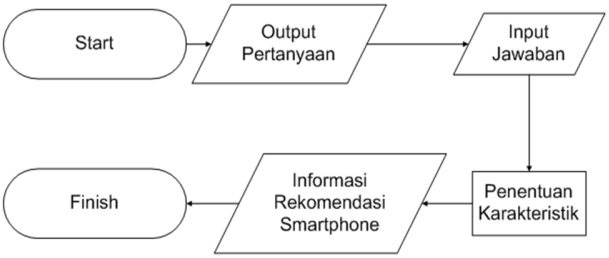
Dalam penelitiannya, Amalia et al memaparkan bahwa sistem pendukung keputusan yang dibuat dapat membantu memberikan rekomendasi kepada para pengguna *handphone*, untuk dapat memilih berdasarkan perilaku pengguna, yaitu umur dan jenjang pendidikan. Selain itu, pengguna dapat memilih atribut, fitur, dan merek *handphone* berdasarkan spesifikasi *handphone* yang sesuai dengan kriteria dari sistem, tetapi pada pengambilan keputusan akhir akan tetap ditentukan oleh pengguna. Dalam rancang bangun sistem pendukung keputusan berbasis web tersebut, basis data *fuzzy* tahani digunakan untuk melakukan perhitungan solusinya, karena dapat diambil pertimbangan bahwa hampir semua variabel-variabel yang terdapat pada *handphone* bersifat relatif. Saran pada penelitian selanjutnya adalah menambahkan kriteria perilaku konsumen dan kriteria variabel *input fuzzy* dan *non fuzzy*.

Sunarto dan Rengga Asmara membuat suatu sistem pendukung keputusan berbasis PHP dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Dalam proses tersebut ada empat kriteria, yaitu harga (*price*), jarak dari para penyalur (*distance*), mutu dari tenaga kerja (*labor*), dan ongkos tenaga kerja (*cost*). Cara kerja sistemnya adalah memilih salah satu jawaban di antara beberapa pilihan dari jawaban. Sebagai contohnya, dalam suatu permasalahan terdapat 3 kriteria dan masing-masing kriteria terdapat 5 pertanyaan, apabila bobot nilai benar adalah bernilai 1 sedangkan jika salah bernilai 0, maka nilai maksimum yang akan didapatkan adalah 5 dan nilai minimum adalah 0. Setelah selesai akan dilakukan proses konversi nilai. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah menambahkan fitur *e-commerce* agar dapat melakukan jual beli *online* dan dilakukan pengembangan sistem agar hasilnya lebih sempurna.

Penelitian yang sekarang adalah mengenai pembuatan sistem pendukung keputusan dalam memilih *gadget/smartphone* berdasarkan karakteristik *user* menggunakan metode *Rule based*. *Rule based* digunakan karena konsep dasar bahasa pemrograman Prolog adalah penelusuran *If-Then Rules.* Tujuan sistem ini adalah membantu *user* dalam menentukan pilihan mengenai *smartphone* yang sesuai dengan kebutuhan *user* dan karakteristik *user* itu sendiri. Terdapat empat karakteristik utama yang digunakan, yaitu Elegan, *Entertainer, Adventurer, dan Social media addict* dan karakteristik gabungan lainnya dari 4 karakteristik tersebut.

3. Analisis dan Pembahasan

Hasil yang didapat dari sistem pendukung keputusan pemilihan *gadget* ini adalah *output* yang berisi tentang karakteristik pengguna secara spesifik disertai dengan nomer *rule* yang sesuai dan informasi rekomendasi *smartphone* yang sesuai dengan karakteristik pengguna tersebut. *Output* tersebut didapat dari akumulasi jawaban yes yang dimasukkan *user* dari pertanyaan-pertanyaan yang diajukan oleh sistem. Pada Gambar 3 dan 4 diberikan contoh hasil sistem dari dua pengguna. Langkah-langkah alur sistem untuk mendapatkan *output* yang ditampilkan kepada pengguna dipaparkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Alur Sistem

Penjelasan mengenai alur sistem pendukung keputusan pemilihan *smartphone* tersebut dijelaskan secara lebih terperinci sebagai berikut:

a. Program Prolog memberikan Judul sistem dan tata cara penggunaan di awal sistem
b. Sistem menampilkan ketentuan hasil jawaban kepada user, yaitu apabila jawaban *user* ya/ *yes* maka ketikkan “y” dan selanjutnya apabila jawaban *user* tidak/*no* maka ketikkan “n”
c. Sistem akan menampilkan 16 pertanyaan kepada *user* untuk menentukan karakteristik *user* beserta nomer *rule* yang digunakan
d. Setelah 16 pertanyaan tersebut, sistem menampilkan juga pertanyaan mengenai *budget* yang mampu dibayar oleh *user*, mulai dari *low, mid,* dan *high*

e. Setelah pertanyaan dikeluarkan seluruhnya, sistem memberikan hasil aturan nomer berapa, karakteristik *user*, dan beberapa alternatif *smartphone* yang sesuai dengan karakteristik dan *budget* pengguna

f. Sistem Pendukung Keputusan telah selesai memberikan alternatif dalam memilih *gadget*, yaitu *smartphone*.

Hasil rekomendasi kepada *user* didasarkan pada Tabel 2, yang berisi pengelompokan *gadget* berdasarkan karakteristik dan *budget* pengguna.

Tabel 2. Pengelompokan *Gadget* berdasarkan karakteristik dan *budget* pengguna

Karakteristik pengguna dan *budget*	**Pengelompokan *Gadget***
Elegan dan *low*	Lenovo A690 (1,125jt), Nexian Mi230 (499rb), nokia Asha 308(800rb)
Elegan dan *mid*	Sony Experia E Dual (1,8jt), LG Optimus L7(2,9jt)
Elegan dan *high*	Iphone 5(7,8-10jt), iphone 4S(6,4-8jt), Lenovo S820(3jt), Samsung galaxy S3 (5,6-7jt), HTC Droid DNA(6jt), Samsung Galaxy Note 2(7jt)
Entertainer dan *low*	Acer Iconia B1-A71(1,4jt), Cyrus Gamepad Lily (1,175jt)
Entertainer dan *mid*	Acer Liquid C1(2,6jt), Imo Miracle S89(1,9), Acer Liquid E2(2,5jt)
Entertainer dan *high*	Samsung Galxy Camera GC100(5,25jt), Samsung galaxy mega (4,4-5,5jt), Experia P(3,2jt)
Adventurer dan *low*	G-Plus G110 (600rb), G-plus G338(600rb)
Adventurer dan *mid*	Xperia active (1,5jt), motorolla Devy XT (2jt), Xperia Go (2,8jt), Lenovo A660(2,2jt)
Adventurer dan *high*	CAT B15 (4,4jt), Nokia Lumia 920 (6,15jt), Sony Xperia Acro S (5jt)
Social media addict dan *low*	Blackberry 9670 (1,1jt), samsung galaxy chat (1,25jt)
Social media addict dan *mid*	Blackberry Curve 9220 (1,6jt), blackberry Curve 9360 (2,7jt), Blackberry Curve 9380 (2,875jt)
Social media addict dan *high*	Blackberry Z10 (6,6jt), Blackberry Porsche (18jt), Blackberry Bold 9900 (4,5jt), blackberry Torch 9810 (3,8jt),
Elegan, entertainer, dan *low*	Lenovo A690 (1,125jt), Nexian Mi230 (499rb), nokia Asha 308(800rb),Acer Iconia B1-A71(1,4jt)
Elegan, entertainer, dan *mid*	Sony Experia E Dual (1,8jt), LG Optimus L7(2,9jt), Acer Liquid C1(2,6jt),
Elegan, entertainer, dan *high*	Iphone 5(7,8-10jt), iphone 4S(6,4-8jt), Lenovo S820(3jt), Nokia Lumia 925(6jt), Samsung galaxy S3 (5,6-7jt), HTC Droid DNA(6jt), Samsung Galaxy Note 2(7jt), Samsung Galxy Camera GC100(5,25jt), Samsung galaxy mega (4,4-5,5jt), Experia P(3,2jt)
Elegan, adventurer, dan *low*	Lenovo A690 (1,125jt), Nexian Mi230 (499rb), nokia Asha 308(800rb), G-Plus G110 (600rb), G-plus G338(600rb)
Elegan, adventurer, dan *mid*	Sony Experia E Dual (1,8jt),LGOptimusL7(2,9jt), Xperiaactive (1,5jt) ,motorollaDevyXT(2jt),Xperia Go (2,8jt) ,LenovoA660(2,2jt)
Elegan, adventurer, dan *high*	Iphone 5(7,8-10jt), iphone 4S(6,4-8jt), Lenovo S820(3jt), Nokia Lumia 925(6jt), Samsung galaxy S3 (5,6-7jt), HTC Droid DNA(6jt), Samsung Galaxy Note 2(7jt), CAT B15 (4,4jt), Nokia Lumia 920 (6,15jt), Sony Xperia Acro S (5jt)
Elegan, social media addict, dan *low*	Lenovo A690 (1,125jt), Nexian Mi230 (499rb), nokia Asha 308(800rb), Blackberry 9670 (1,1jt), Samsung galaxy chat (1,25jt)
Elegan, social media addict, dan *mid*	Sony Experia E Dual (1,8jt), LG Optimus L7(2,9jt), Blackberry Curve 9220 (1,6jt), blackberry Curve 9360 (2,7jt), Blackberry Curve 9380 (2,875jt)
Elegan, social media addict, dan *high*	iPhone 5(7,8-10jt), iPhone 4S(6,4-8jt), Lenovo S820(3jt), Nokia Lumia 925(6jt), Samsung galaxy S3 (5,6-7jt), HTC Droid DNA(6jt), Samsung Galaxy Note 2(7jt), Blackberry Z10 (6,6jt), Blackberry Porsche (18jt), Blackberry Bold 9900 (4,5jt), blackberry Torch 9810 (3,8jt)

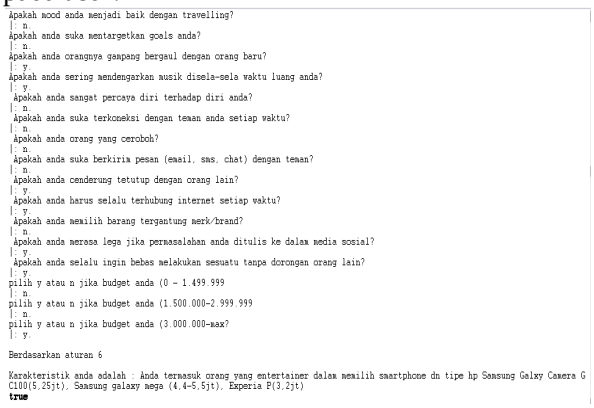
Entertainer, adventurer, dan *low*	Acer Iconia B1-A71(1,4jt), Cyrus Gamepad Lily (1,175jt), G-Plus G110 (600rb), G-plus G338(600rb)
Entertainer, adventurer, dan *mid*	Acer Liquid C1(2,6jt), Imo Miracle S89(1,9), Acer Liquid E2(2,5jt), Xperia active (1,5jt), motorolla Devy XT (2jt), Xperia Go (2,8jt), Lenovo A660(2,2jt)
Entertainer, adventurer, dan *high*	Samsung Galxy Camera GC100(5,25jt), Samsung galaxy mega (4,4-5,5jt), Experia P(3,2jt), CAT B15 (4,4jt), Nokia Lumia 920 (6,15jt), Sony Xperia Acro S (5jt), CAT B15 (4,4jt), Nokia Lumia 920 (6,15jt), Sony Xperia Acro S (5jt)
Entertainer, social media addict, dan *low*	Acer Iconia B1-A71(1,4jt), Cyrus Gamepad Lily (1,175jt), Blackberry 9670 (1,1jt), samsung galaxy chat (1,25jt)
Entertainer, social media addict, dan *mid*	Acer Liquid C1(2,6jt), Imo Miracle S89(1,9), Acer Liquid E2(2,5jt), Blackberry Curve 9220 (1,6jt), blackberry Curve 9360 (2,7jt), Blackberry Curve 9380 (2,875jt)
Entertainer, social media addict, dan *high*	Samsung Galaxy Camera GC100(5,25jt), Samsung galaxy mega (4,4-5,5jt), Experia P(3,2jt), Blackberry Z10 (6,6jt), Blackberry Porsche (18jt), Blackberry Bold 9900 (4,5jt), blackberry Torch 9810 (3,8jt), Blackberry Bellagio (3,2jt)
Adventurer, social media addict, dan *low*	Blackberry 9670 (1,1jt), samsung galaxy chat (1,25jt), hp G-Plus G110 (600rb), G-plus G338(600rb)
Adventurer, social media addict, dan *mid*	Blackberry Curve 9220 (1,6jt), blackberry Curve 9360 (2,7jt), Blackberry Curve 9380 (2,875jt), Xperia active (1,5jt), motorolla Devy XT (2jt), Xperia Go (2,8jt), Lenovo A660(2,2jt)
Adventurer, social media addict, dan *high*	Blackberry Z10 (6,6jt), Blackberry Porsche (18jt), Blackberry Bold 9900 (4,5jt), blackberry Torch 9810 (3,8jt), Blackberry Bellagio (3,2jt), CAT B15 (4,4jt), Nokia Lumia 920 (6,15jt), Sony Xperia Acro S (5jt)
Elegan, entertainer, adventurer, dan *low*	Acer Iconia B1-A71(1,4jt), Cyrus Gamepad Lily (1,175jt), hp G-Plus G110 (600rb), G-plus G338(600rb), Lenovo A690 (1,125jt), Nexian Mi230 (499rb), nokia Asha 308(800rb)
Elegan, entertainer, adventurer, dan *mid*	Acer Liquid C1(2,6jt), Imo Miracle S89(1,9), Acer Liquid E2(2,5jt), Xperia active (1,5jt), motorolla Devy XT (2jt), Xperia Go (2,8jt), Lenovo A660(2,2jt), Sony Experia E Dual (1,8jt), LG Optimus L7(2,9jt)
Elegan, entertainer, adventurer, dan *high*	Samsung Galaxy Camera GC100(5,25jt), Samsung galaxy mega (4,4-5,5jt), Experia P(3,2jt), CAT B15 (4,4jt), Nokia Lumia 920 (6,15jt), Sony Xperia Acro S (5jt), Iphone 5(7,8-10jt), iphone 4S(6,4-8jt), Lenovo S820(3jt), Nokia Lumia 925(6jt), Samsung galaxy S3 (5,6-7jt), HTC Droid DNA(6jt), Samsung Galaxy Note 2(7jt)
Elegan, entertainer, adventurer, dan *low*	Acer Iconia B1-A71(1,4jt), Cyrus Gamepad Lily (1,175jt), Blackberry 9670 (1,1jt), samsung galaxy chat (1,25jt), Lenovo A690 (1,125jt), Nexian Mi230 (499rb), nokia Asha 308(800rb)
Elegan, entertainer, adventurer, dan *mid*	Acer Liquid C1(2,6jt), Imo Miracle S89(1,9), Acer Liquid E2(2,5jt), Blackberry Curve 9220 (1,6jt), blackberry Curve 9360 (2,7jt), Blackberry Curve 9380 (2,875jt), Sony Experia E Dual (1,8jt), LG Optimus L7(2,9jt)
Elegan, entertainer, adventurer, dan *high*	Samsung Galaxy Camera GC100(5,25jt), Samsung galaxy mega (4,4-5,5jt), Experia P(3,2jt), Blackberry Z10 (6,6jt), Blackberry Porsche (18jt), Blackberry Bold 9900 (4,5jt), blackberry Torch 9810 (3,8jt), Blackberry Bellagio (3,2jt), Iphone 5(7,8-10jt), iphone 4S(6,4-8jt), Lenovo S820(3jt), Nokia Lumia 925(6jt), Samsung galaxy S3 (5,6-7jt), HTC Droid DNA(6jt), Samsung Galaxy Note 2(7jt)
Elegan, entertainer, adventurer, dan *low*	Blackberry 9670 (1,1jt), samsung galaxy chat (1,25jt), hp G-Plus G110 (600rb), G-plus G338(600rb)

Elegan, entertainer, adventurer, dan *mid*	Acer Liquid C1(2,6jt), Imo Miracle S89(1,9), Acer Liquid E2(2,5jt), Blackberry Curve 9220 (1,6jt), blackberry Curve 9360 (2,7jt), Blackberry Curve 9380 (2,875jt), Xperia active (1,5jt), motorolla Devy XT (2jt), Xperia Go (2,8jt), Lenovo A660(2,2jt)'
Elegan, entertainer, adventurer, dan *high*	Samsung Galxy Camera GC100(5,25jt), Samsung galaxy mega (4,4-5,5jt), Experia P(3,2jt), Blackberry Z10 (6,6jt), Blackberry Porsche (18jt), Blackberry Bold 9900 (4,5jt), blackberry Torch 9810 (3,8jt), Blackberry Bellagio (3,2jt), CAT B15 (4,4jt), Nokia Lumia 920 (6,15jt), Sony Xperia Acro S (5jt)

Hasil uji coba sistem kepada beberapa *user* dipaparkan pada Gambar 3 dan 4.

Gambar 3. Hasil uji coba *user* I terhadap sistem

Hasil uji coba yang pertama menunjukkan bahwa *user* pertama merupakan karakteristik pengguna yang bebas dan pengguna tersebut dapat memilih *smartphone* sesuai keinginannya dan kebutuhannya. Hal ini terjadi apabila jawaban dari *user* tidak ada yang sesuai dengan *rule* yang dibuat. *Rule* yang ada di dalam sistem ini adalah 42 *rule*, apabila jawaban *user* tidak sesuai dengan salah satu dari 42 *rule* tersebut, maka sistem akan menampilkan jawaban seperti di Gambar 3. Apabila sistem menampilkan hasil tersebut, tidak berarti sistem tersebut gagal karena hasil akhir dari sistem pendukung keputusan akan dikembalikan lagi ke *user*. Sistem hanya akan menampilkan beberapa alternatif/saran, sedangkan jawaban finalnya ada pada *user*.



Gambar 4. Hasil uji coba *user* I terhadap sistem

Hasil jawaban *user* kedua adalah karakteristik *entertainer* berdasarkan aturan *rule* nomor 6. Sistem menampilkan aturan *rule* nomor berapa yang sesuai dengan karakteristik *user*, dan setelah itu ditampilkan karakteristik *user* berdasarkan jawaban yang dimasukkan oleh *user*. Selanjutnya yang paling penting adalah sistem telah menampilkan beberapa alternatif *smartphone* yang sesuai dengan karakteristik *user* dan *budget* yang mampu dibayar oleh *user*. Hasil akhir/final tetap dikembalikan lagi ke *user* karena *user* mempunyai hak sepenuhnya untuk menentukan keputusan dalam membeli *smartphone* tersebut.

Analisis yang didapat dari hasil sistem yang telah selesai dibuat dan dicoba oleh *user* adalah:

a. Setiap pertanyaan diambil dari *literature* yang sesuai berdasarkan karakteristik *user*
b. Pertanyaan menjurus kepribadian masing-masing *user*
c. Hasil jawaban didapat dari banyaknya jawaban *yes*/‘y’ yang dijawab oleh *user*
d. Setiap pertanyaan pada masing-masing karakteristik memiliki prioritas yang berbeda sesuai dengan Tabel prioritas tentang karakteristik pengguna

e. Apabila terdapat jawaban *yes* yang sama dari 2 karakteristik, maka jawaban yang lebih banyak akan dihitung berdasarkan nilai prioritas yang lebih tinggi
f. Apabila setiap jawaban *user* tidak ada yang sesuai dengan *rule* yang dibuat, maka sistem akan menampilkan satu jawaban yang sama untuk semua *user* dengan kondisi tersebut.

Selain hasil rekomendasi dan analisis mengenai sistem yang telah dicoba oleh *user*, diberikan pula tabel yang berisi nilai evaluasi mengenai tanggapan *user* terhadap hasil rekomendasi yang didapat. Hasil evaluasi tersebut dipaparkan pada Tabel 2.

Berdasarkan tanggapan *user* yang telah mencoba sistem ini, didapatkan persentase sebesar 70% untuk rekomendasi yang sesuai, 25% untuk rekomendasi sangat sesuai, dan 5% untuk rekomendasi yang tidak sesuai.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan paparan yang telah dijelaskan di atas, dapat diambil kesimpulan, yaitu:

1. Sistem mampu menampilkan urutan nomer *rule* yang sesuai dengan karakteristik *user* masing-masing

Tabel 3. Hasil Evaluasi Tanggapan *user* terhadap Rekomendasi Sistem

Nama	Tanggapan *user*			
	STS Sangat Tidak Sesuai	TS Tidak Sesuai	S Sesuai	SS Sangat Sesuai
Tomi			√	
Beni				√
Esa			√	
Reza			√	
Dina			√	
Tiara			√	
Steven				√
Siska				√
Laura			√	
Mario			√	
Ramse		√		
Tondi			√	
Katlin			√	
Adrian			√	
Rexy			√	
Vani			√	
Yuni				√
Ida				√
Nike			√	
Indra			√	

2. Sistem mampu menampilkan beberapa alternatif *smartphone* sesuai dengan karakteristik dan *budget* pengguna
3. Hasil akhir/final dari sistem pendukung keputusan ini dikembalikan lagi ke *user* untuk menentukan *smartphone* yang akan dibeli

Sesuai dengan kesimpulan yang didapat, maka saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Data karakteristik pengguna dapat dijabarkan lebih luas / lebih banyak
2. Sistem dapat dibuat dalam bahasa pemrograman lain
3. Daftar pertanyaan dapat dibuat lebih dinamis
4. Pengembangan metode dapat dilakukan untuk mendukung penelitian selanjutnya

Daftar Pustaka

Amalia, L., Zainuddin, B.F., dan Didit, N.U., (2010) Model Fuzzy Tahani Untuk Pemodelan Sistem Pendukung Keputusan (SPK), pp. 127-132. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2010 (SNATI 2010)

Desiani, A., dan Muhammad, A. (2006) *Konsep Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi Offset.

Kurniasih, D.L., (2013), Pelita Informatika Budi Darma, Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Laptop Dengan Metode Topsis, pp.6-13.

Muetz, A.F., "Tips Memilih Smartphone Sesuai Kepribadian," *Kota Dunia Fashion Terkenal*, 18-Jan-2012.

Suparman, (1991) *Mengenal Artificial Intellegence*. Yogyakarta: Andi Offset

Biodata Penulis

Maria Bellaniar Ismiati , memperoleh gelar S1 di Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta. Memperoleh gelar S2 di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Saat ini menjadi pengajar di UNIKA Musi Charitas Palembang.

Latius Hermawan , memperoleh gelar S1 di UNIKA Musi Charitas Palembang. Memperoleh gelar S2 di Universitas DIAN Nuswantoro Semarang. Saat ini menjadi pengajar di UNIKA Musi Charitas Palembang.

Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (KNASTIK 2016) *ISSN: 2338-7718*
Yogyakarta, 19 November 2016

APLIKASI PERAMALAN PENENTUAN JUMLAH PERMINTAAN KONSUMEN TERHADAP PRODUK BORDIR PADA KOTA TASIKMALAYA

Lies Sunarmintyastuti[1], Salman Alfarisi[2], Fitria Sari Hasanusi[3]
[1,2,3]Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Matematika dan IPA Universitas Indraprasta PGRI Jakarta
[1]liesbina@yahoo.com, [2]salman.hotaru@gmail.com, [3]hasanfitria26@gmail.com

Abstrak

Peramalan penentuan jumlah permintaan terhadap produk bordir pada kota Tasikmalaya mempunyai tujuan khusus untuk menentukan jumlah kebutuhan permintaan konsumen secara periodik (berkala) dan pola kebutuhan permintaan konsumen dimasa yang akan datang secara trend (musiman). Penelitian ini berawal dari konsep pemikiran bagaimana supaya produsen bordir pada kota Tasikmalaya mendapatkan pendapatan yang optimal dan efisiensi dalam biaya produksi bordir mereka. Berdasarkan hasil perhitungan dari Single Exponential Smoothing Model dengan menggunakan nilai α = 0.1, 0.5, dan 0.9, maka didapat nilai error terkecil dengan menggunakan 4 (empat) metode yang memperoleh hasil ME=5, MAD=13, MAPE=7%, dan MSE= 241, yaitu dari nilai α = 0.9. Perhitungan Double Exponential Smoothing Model yang dilaksanakan dengan menggunakan kombinasi nilai α = 0,1, 0,5, 0,9, dan nilai β = 0,1, 0,5, 0,9. Dari hasil perhitungan didapat hasil nilai error yang terkecil yaitu : ME = -1, MAD = 12, MAPE = 7%, MSE = 246 yang diperoleh dari kombinasi nilai α = 0,9 dan nilai β = 0,1. Perhitungan Model Triple Exponential Smoothing dengan Multiplicative Seasonal Model dengan menggunakan kombinasi α = 0,1, 0,5, 0,9 dan β = 0,1, 0,5, 0,9 serta γ = 0,1, 0,5, 0,9. Hasil perhitungan didapatkan error terkecil yaitu ME =2, MAD = 16 , MAPE = 9% dan MSE = 329 dari kombinasi α = 0,5, β = 0,1 dan γ = 0,5. Hasil perhitungan peramalan yang memiliki error yang terkecil akan digunakan sebagai informasi prediksi penjualan produk untuk periode berikutnya. Pada tahap berikutnya dibangun sebuah sistem peramalan penentuan permintaan konsumen terhadap produk bordir pada Kota Tasikmalaya.

Kata Kunci: *aplikasi, peramalan, bordir, exponential smoothing, Tasikmalaya.*

1. Pendahuluan

Pada periode saat ini untuk menghadapi era globalisasi banyak perusahan dalam menjalankan strategi bisnisnya mencoba untuk mengoptimalkan produksi dengan menggunakan beberapa cara atau sistem dengan tujuan untuk efisiensi biaya. Permasalahan yang terjadi biasanya adalah tidak sinkronnya informasi antara departemen produksi dengan departemen penjualan dan dengan bagian distribusi. Hal ini sangat berdampak pada total biaya yang di keluarkan perusahan yang akan mengakibatkan pengurangan laba, bahkan dapat terjadi menurunnya laba perusahaan.

Salah satu upaya dalam permasalahan tersebut adalah dengan melakukan perencanaan produksi bordir seefisien dan seakurat mungkin untuk memaksimalkan total laba, dengan melaksanakan peramalan permintaan konsumen. Berikutnya adalah menentukan penggunaan dana yang efisien, pengaturan waktu produksi untuk meminimalkan biaya produksi. Penelitian ini menitik beratkan bagaimana cara mengoptimalkan perencanaan dan peramalan jumlah permintaan konsumen untuk produk bordir berdasarkan data penjualan sebelumnya.

Haryati *Embroidery Collection*, Zianka Art Bordir adalah merupakan salah satu produsen bordir di daerah Kawalu Tasikmalaya yang merupakan sentra Industri hiasan Bordir di Tasikmalaya. Produk yang dihasilkan oleh Haryati Embrodery Collection, Zianka Art Bordir antara lain, Kebaya,

Mukena, Tunik, Selendang, Blus, Rok, Sprei, Sarung Bantal, Taplak Meja, Baju Gamis, Baju Koko, kerudung dan Kopiah Haji. Selanjutnya para pengusaha bordir juga mendirikan Koperasi yang bernama GAPEBTA (Gabungan Pengusaha Bordir Tasikmalaya) sebagai suatu lembaga yang didirikan oleh para pengusaha bordir yang terpanggil berperan aktif membangun dan mengembangkan potensi dan kemampuan ekonomi masyarakat bordir melalui kegiatan positif dalam suatu wadah yang memenuhi aspek yuridis. Jenis produk yang sangat diminati, permintaan tinggi di pasar, khususnya hasil produk dari pengusaha bordir yang tergabung dalam koperasi GAPEBTA dan yang berjualan di Tanah Abang adalah Baju Koko. Meskipun produk jenis lainnya juga banyak peminatnya.

Kemajuan teknologi informasi memungkinkan kegiatan peramalan saat ini dapat dilakukan dengan mudah lewat bantuan komputer. Untuk mengatasi masalah yang ada, maka dibutuhkan suatu rancang bangun aplikasi peramalan. Aplikasi peramalan ini dapat mempercepat perhitungan peramalan, sehingga hasil peramalan tersebut dapat membantu para produsen bordir salah satunya yang berlokasi di Tasikmalaya. Aplikasi peramalan tersebut digunakan untuk perkiraan penentuan jumlah produk yang harus diproduksi dengan tepat dan bermutu. Sistem yang dirancang bangun ini menggunakan bahasa pemrograman java sebagai aplikasi penyelesaian perhitungan peramalan untuk data produksi yang berdasarkan data penjualan untuk pola permintaan konsumen secara periodik, trend dan musiman.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Peramalan

Jay Heizer dan Barry Render (2015), menyatakan bahwa peramalan adalah suatu seni dan ilmu pengetahuan dalam memprediksi peristiwa-peristiwa pada masa mendatang. Peramalan akan melibatkan mengambil data historis (seperti penjualan tahun lalu) dan memproyeksikan mereka ke masa yang akan datang dengan model matematika. William J. Stevenson dan Sum Chee Chuong (2014) menyatakan bahwa peramalan (*forecast*) adalah pernyataan mengenai nilai yang akan datang dari variabel seperti permintaan. Artinya ramalan adalah prediksi mengenai masa depan. Sedangkan Sofjan Assauri (2016) menyatakan bahwa prakiraan ramalan adalah kegiatan memprediksi nilai masa depan, dengan dasar pengetahuan atau nilai masa lalu yang dipersiapkan. Prakiraan ramalan mencakup penggunaan data historis, dengan memproyeksikannya untuk masa depan yang menggunakan jenis model matematis. Berdasarkan beberapa definisi diatas, pada hakikatnya peramalan merupakan suatu keputusan tentang kemungkinan masa yang akan datang yang didasarkan fakta-fakta ekonomi sekarang dan sejarah masa lalu. Sebelum melakukan peramalan harus diketahui lebih dulu persoalan dalam pengambilan keputusan. Dengan adanya peramalan manajemen dapat segera menyiapkan langkah paling baik dalam mengatasi permasalahan dan dapat bersiap-siap memanfaatkan situasi jika terjadi perkembangan yang lebih baik dalam peramalan. Peramalan yang menjadi titik tolak bagi tindakan perusahaan adalah ramalan penjualan. Pengertian ramalan penjualan adalah proyeksi teknis permintaan konsumen yang potensial pada masa yang akan datang dengan menggunakan berbagai pendekatan. Hal ini sangat berhubungan dengan kegiatan produksi. Dalam proses produksi kegiatan yang dilaksanakan dalam peramalan adalah untuk menentukan jumlah perntaan konsumen terhadap suatu produk yang dilakukan pada awal proses perencanaan dan untuk kepentingan proses pengendalian produksi. Oleh sebab itu perangkat lunak sangat dibutuhkan, untuk mendukung peramalan permintaan konsumen untuk mempercepat, mempermudah dan menghindari hitungan dengan tangan yang kemungkinan terjadi kesalahan.

2.2. Pendekatan Peramalan

Menurut Jay Heizer dan Barry Render (2015), terdapat dua pendekatan umum untuk peramalan, hanya terdapat dua cara untuk mengatasi seluruh permodelan keputusan. Salah satu adalah analisis kuantitatif, yang satunya lagi adalah pendekatan kualitatif. Didalam metode peramalan kualitatif tidak digunakan perhitungan-perhitungan

dengan rumus dan metode yang pasti melainkan melalui pendapat dari berbagai pihak. Metode peramalan kualitatif antara lain didasarkan pada penilaian dan opini (Opini dewan Eksekutif, Opini bagian Penjualan), Survei Pasar, Metode Delphi. Sedangkan metode peramalan kuantitatif adalah metode peramalan yang sangat mengandalkan pola data historis yang dimiliki. Pada metode kuantitatif menggunakan metode yang berhubungan dengan ilmu statistik dan matematika, sehingga dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Metode kuantitatif dikelompokan menjadi dua jenis yaitu: analisis sebab-akibat (*Causal Methods*) yang didasarkan atas pengguna analisa pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel lain yang mempengaruhinya dan analisa deret berkala (*Time Series*) yang pada umumnya selalu berdasarkan atas penggunaan analisa pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu. Metode ini merupakan metode peramalan yang memperkirakan permintaan konsumen/penjualan periode yang akan datang dengan menggunakan data historis.

Data deret berkala (*time series)* merupakan data yang dikumpulkan, dicatat atau diobsevasi sepanjang waktu secara berurutan. Periode waktu observasi dapat berbentuk tahun, kuartal, bulan, minggu dan dibeberapa kasus dapat juga hari atau jam. *Time series* dianalisis untuk menemukan pola variasi masa lalu yang dapat dipergunakan untuk memperkirakan nilai masa depan dan membantu dalam manajemen operasi serta membuat perencanaan.

Analisis deret berkala dapat dilakukan dengan mengamati data dan melihat apakah empat komponen data deret berkala yang mempengaruhi suatu pola data masa lalu dan sekarang, yang cenderung berulang di masa mendatang terdapat di data tersebut. Empat komponen pola deret waktu, antara lain:

a. *Trend*, yaitu pergerakan data secara bertahap keatas atau kebawah secara bertahun-tahun.
b. Musiman, yaitu pola data yang mengulang dengan sendirinya setelah satu periode (hari, minggu, bulan, atau kuartalan) dan berfluktuasi secara musiman
c. Siklus, yaitu pola data yang terjadi setiap beberapa tahun. Siklus dari data deret berkala akibat dari kondisi ekonomi atau peristiwa politik dan hal ini sangat penting dalam analisis jangka pendek.
d. Variasi secara acak, yaitu pola acak didalam data yang disebabkan oleh adanya peristiwa yang tidak bisa diprediksi atau tidak beraturan

Ada 3 (tiga) teknik untuk menghitung deret berkala terdiri dari: metode rata-rata bergerak (*Moving Average*), rata-rata bergerak tertimbang (*weight average*) dan penghalusan eksponensial (*Exponential Smoothing*). Penjelasan dari ketiga teknik menghitung rata-rata pada metode analisa deret berkala (*Time Series*) adalah sebagai berikut :

a. Metode Rata-Rata Bergerak (*Moving Average*)

   Rata-rata bergerak mengembangkan suatu model berdasarkan hasil perhitungan rata-rata dari sebagian besar penelitian dengan menggunakan persamaan:

   $F_1 = (A_{t-1} + A_{t-2} + \ldots + A_z) / N$

   Penjelasan:

   F_1 = Hasil peramalan untuk periode t

   N = jumlah data penelitian

   A_t = data historis penjualan/permintaan konsumen.

   A_{t-2} …. A_z = data historis penjualan/ permintaan konsumen periode 2 hingga t-n

b. Metode Rata-Rata Bergerak Tertimbang (*Weighted Moving Average*)

   Metode ini sama dengan rata-rata bergerak, tetapi nilai terbaru dalam deret berkala diberikan beban lebih besar untuk menghitung peramalan.

   Secara matematis, rata-rata bergerak tertimbang ditunjukan sebagai berikut:

   Rata-rata bergerak tertimbang =

   $$w_n A_{t-n} + w_{n-1} A_{t-(n-1)} + \ldots + w_1 A_{t-1}$$

   Dimana:

w_n = bobot yang diberikan pada nilai terbaru

A_{t-1} = nilai aktual pada periode t-1

c. Metode Penghalusan Eksponensial (*Exponential Smoothing*)

Peramalan Penghalusan Eksponensial (*Exponential Smoothing*) merupakan salah satu kategori metode *time series* yang menggunakan pembobotan data masa lalu untuk melakukan peramalan. Besarnya bobot berubah menurun secara eksponensial bergantung pada data histori.

Berdasarkan bobot yang digunakan, metode eksponensial terbagi menjadi tiga jenis yaitu:

1) Metode *Single Exponential Smoothing*

Metode ini memberikan bobot berdasarkan level (α)

Bentuk matematis dari metode *Single Exponential Smoothing* ditunjukan sebagai berikut:

$$F_t = \alpha A_{t-1} + (1-\alpha)F_{t-1}$$

Dimana:

F_t = Ramalan Baru

F_{t-1} = Ramalan Sebelumnya

α = Konstanta Penghalu

A_{t-1} = Permintaan aktual periode sebelumnya

2) Metode *Double Exponential Smoothing* (Metode Holt)

Metode ini merupakan pengembangan dari S*ingle Exponential* dimana menambahkan unsur *trend* pada bobot perhitungan, sehingga pada *Double Exponential Smoothing* (Metode Holt) kita memberikan dua jenis bobot pada perhitungan yaitu *level* (α) dan *trend* (β)

Bentuk matematis dari *Double Exponential Smoothing* ditunjukan sebagai berikut:

$$A_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1}$$

$$F_{t+m} = A_t + T_t m$$

A_t = nilai pemulusan eksponensial
α = konstanta pemulusan untuk data (0 < α < 1)
β = konstanta pemulusan untuk estimasi trend (0 < β < 1)
Y_t = nilai aktual pada periode t
T_t = estimasi trend
$F_{(t+m)}$ = Nilai ramalan

3) Metode *Triple Exponential Smoothing*

Metode *Triple Exponential Smoothing* atau dapat dikenal dengan nama *"Winter's Method"*, merupakan pengembangan dari *Double Exponential* dimana melakukan peramalan dengan tiga parameter dengan bobot yang berbeda yaitu *level* (α), *trend* (β) dan *seasona*l (γ)

Berdasarkan tipe musiman (*Triple Exponential Smoothing*) dibagi menjadi dua yaitu:

- *Multiplicative Seasonal* Model
- *Additive Seasonal* Model

Perbedaan antara Multiplication Seasonal Model dengan Additive Seasonal adalah sebagai berikut:

Pada Multiplicative Seasonal Model yaitu mengalikan hasil perhitungan level dan trend dengan perhitungan Seasonal. Sedangkan Additive Seasonal Model yaitu menambahkan hasil perhitungan level dan trend dengan perhitungan Seasonal. Tetapi yang akan di bahas disini hanya *Triple Exponential Smoothing* dengan *Multiplicative Seasonal Model*

$$A_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-L}} + (1-\alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

A_t = nilai pemulusan eksponensial
α = konstanta pemulusan untuk data (0 < α < 1)

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1}$$

$$S_t = \mu \frac{Y_t}{A_t} + (1-\mu)S_{t-L}$$

$$\hat{Y}_{t+p} = (A_t + T_t p)S_{t-L+p}$$

β = konstanta pemulusan untuk estimasi trend ($0 < \beta < 1$)

μ = konstanta pemulusan untuk estimasi musiman ($0 < \mu < 1$)
Y_t = nilai aktual pada periode t
T_t = estimasi trend
S_t = estimasi musiman
L = panjangnya musim
p = jumlah periode ke depan yang akan diramalkan

2.3. Mengukur Kesalahan Peramalan

Beberapa ukuran yang digunakan dalam praktiknya untuk menghitung keseluruhan dalam kesalahan peramalan. Ukuran-ukuran ini dapat digunakan untuk membandingkan model peramalan yang berbeda, sejalan dengan untuk memonitor peramalan untuk memastikan bahwa mereka berfungsi dengan baik. Tiga ukuran yang paling terkenal adalah deviasi rata-rata yang absolut (*mean absolute deviation*—MAD), kesalahan rata-rata-rata yang dikuadratkan (*mean squared error*—MSE), dan kesalahan persentase rata-rata yang absolut (*mean absolute percent error*—MAPE). Tetapi disini akan ditambahkan kesalahan rata-rata (*mean error*—ME) sebagai acuan pertama mencari nilai error.

a) ME (*Mean Error*) atau Nilai Rata-Rata Kesalahan

$$ME = \frac{\Sigma\, Aktual - Peramalan}{n}$$

b) MAD (*Mean Absolute Deviation*) atau Nilai Deviasi Rata-Rata Kesalahan Absolute

$$MAD = \frac{\Sigma\, |Aktual - Peramalan|}{n}$$

c) MSE (*Mean Square Error*) atau Nilai Rata-Rata Kesalahan Kuadrat

$$MSE = \frac{\Sigma\, |Aktual - Peramalan|^2}{n}$$

d) MAPE (*Mean Absolute Percent Error*) atau Nilai Rata-Rata Kesalahan Persentase Absolute

MAPE=

$$\frac{\sum_{i-1}^{n} 100|\, Aktual_i - Aktual_i|/Aktual_i}{n}$$

3. Analisis dan Pembahasan

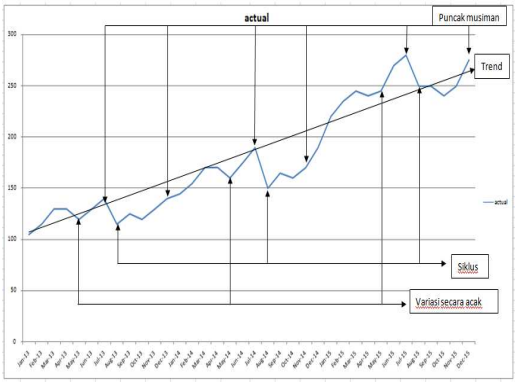
3.1. Deskripsi Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini diperoleh melalui instrument kuesioner yang berisi data historis penjualan perbulan selama 3 tahun (tahun 2015, 2014 dan 2013) dari responden dan data dari hasil wawancara kepada produsen sekaligus pedagang ditambah dari pengurus dan ketua koperasi GAPEBTA, dimana datanya adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data Penjualan Bordir Tasikmalaya Toko A bulan Jan 2013 s/d Des 2015

month	actual
Jan-13	105
Feb-13	115
Mar-13	130
Apr-13	130
May-13	120
Jun-13	130
Jul-13	140
Aug-13	115
Sep-13	125
Oct-13	120
Nov-13	130
Dec-13	140
Jan-14	145
Feb-14	155
Mar-14	170
Apr-14	170
May-14	160
Jun-14	175
Jul-14	190
Aug-14	150
Sep-14	165
Oct-14	160
Nov-14	170
Dec-14	190
Jan-15	220
Feb-15	235
Mar-15	245
Apr-15	240
May-15	245
Jun-15	270
Jul-15	280
Aug-15	250
Sep-15	250
Oct-15	240
Nov-15	250
Dec-15	275

Dari data di atas akan disajikan dengan grafik agar bisa dilakukan analisis sehingga terlihat bahwa data tersebut termasuk ke dalam jenis pola data deret berkala.



Gambar 1. Hasil Analisis Data Deret Berkala

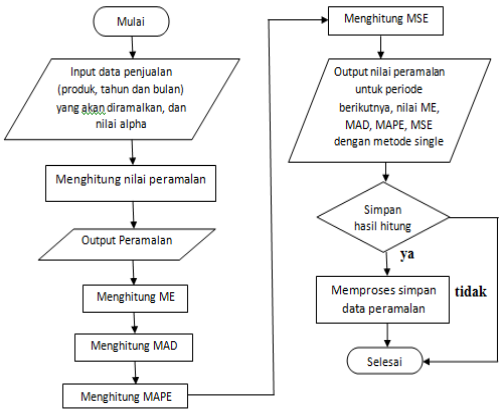
Penjelasan:

a. Kecenderungan (trend) adalah pergerakan data secara bertahap ke atas atau ke bawah secara bertahun-tahun. Pada data yang kami peroleh dari pedagang selama 3 tahun (2013, 2014, 2015), menunjukkan peningkatan yang terus-menerus. Analisis bisnis ini sangat penting untuk jangka panjang yang mendasari pertumbuhan atau penurunan suatu data time series.
b. Musiman adalah pola data yang mengulang dengan sendirinya setelah satu periode (hari, minggu, bulan, atau kuartalan) dan berfluktuasi secara musiman. Pada data di atas (tahun 2013, 2014 dan 2015), menunjukkan bahwa puncak musiman terjadi pada bulan Juni (liburan sekolah), Juli (Lebaran), Desember (liburan sekolah).
c. Siklus adalah pola data yang terjadi setiap beberapa tahun. Fluktuasi atau siklus dari data time series akibat dari kondisi ekonomi atau peristiwa politik dan hal ini sangat penting dalam analisis jangka pendek. Pada pola data diatas selama 3 tahun setiap bulan agustus, menunjukkan penurunan daya beli (grafik turun secara drastis). Hal ini disebabkan karena adanya tradisi mudik di Indonesia, sehingga terjadi penurunan penjualan.
d. Variasi secara acak (tak beraturan) adalah pola acak didalam data yang disebabkan oleh adanya peristiwa yang tidak bisa diprediksi atau tidak beraturan. Dari grafik pola data diatas, selama 3 tahun menunjukkan secara berturut-turut selama 2 tahun (2013 dan 2014) setiap bulan Mei pola data penjualan naik, tetapi pada bulan Mei tahun 2015 pola data penjualan menurun.

Dari penjelasan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa data yang diperoleh menunjukkan data time series, karena telah memenuhi 4 komponen pola data yang bisa dianalisis dengan model time series, yaitu: kecenderungan (trend), musiman, siklus, dan variasi secara acak. Selanjutnya data akan diolah dengan 3 model pemulusan (*single*, *double* dan *triple exponential smoothing*) menggunakan sistem peramalan yang dibuat dengan editor NetBeans berbahasa pemrograman Java dan basis data menggunakan MySQL berdasarkan rancangan sistem yang dibuat dengan *flowchart* pada sub bab 3.2.

3.2. *Flowchart* Sistem

Bagan Alir (*flowchart*) digunakan untuk alat bantu komunikasi dan untuk dokumentasi (Pressman, 2010). *Flowchart* untuk sistem ini dibagi menjadi 3 *flowchart* untuk masing-masing peramalan (*single exponential smoothing*, *double exponential smoothing* dan *triple exponential smoothing*), tetapi pada penelitian ini *flowchart* yang diberikan hanya *flowchart* untuk peramalan



single exponential smoothing. Berikut *flowchart* sistem untuk peramalan *single exponential smoothing*.

Gambar 2. Flowchart sistem peramalan dengan perhitungan *single exponential smoothing*

Bagan alir program perhitungan di atas dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Memasukkan data penjualan yang akan diramalkan dan nilai alpha
2. Menghitung nilai peramalan
3. Keluaran untuk proses perhitungan peramalan
4. Menghitung nilai *Mean Error* (ME)
5. Menghitung nilai *Mean Absolute Deviation* (MAD)
6. Menghitung nilai *Mean Percentage Error* (MAPE)
7. Menghitung nilai *Mean Square Error* (MSE)
8. Keluaran untuk ramalan periode berikutnya serta nilai ME, MAD, MAPE, MSE dengan metode *single exponential smoothing*.
9. Jika ingin menyimpan hasil peramalan maka komputer akan memproses penyimpanan data kemudian selesai. Jika tidak maka selesai.

3.3. Hasil Dan Pembahasan

Proses awal dari sistem peramalan ini adalah dengan menginput data barang berdasarkan kode barang, nama barang dan jumlah penjualan barang (nilai aktual).

Proses selanjutnya adalah perhitungan nilai peramalan dengan ketiga metode peramalan (*single*, *double*, dan *triple exponential smoothing*). Berikut adalah hasil perhitungan peramalannya.

Tabel 2.

Hasil Perhitungan Metode *Single Exponential Smoothing*

month	actual	forecast
Jan-13	105	105
Feb-13	115	105
Mar-13	130	114
Apr-13	130	128
May-13	120	130
Jun-13	130	121
Jul-13	140	129
Aug-13	115	139
Sep-13	125	117
Oct-13	120	124
Nov-13	130	120
Dec-13	140	129
Jan-14	145	139
Feb-14	155	144
Mar-14	170	154
Apr-14	170	168
May-14	160	170
Jun-14	175	161
Jul-14	190	174
Aug-14	150	188
Sep-14	165	154
Oct-14	160	164
Nov-14	170	160
Dec-14	190	169
Jan-15	220	188
Feb-15	235	217
Mar-15	245	233
Apr-15	240	244
May-15	245	240
Jun-15	270	245
Jul-15	280	267
Aug-15	250	279
Sep-15	250	253
Oct-15	240	250
Nov-15	250	241
Dec-15	275	249

Tabel 3.

Hasil Perhitungan Nilai Kesalahan Metode *Single Exponential Smoothing*

Nilai Kesalahan	α = 0.1	α = 0.5	α = 0.9
ME	33	9	5
MAD	34	15	13
MAPE	17%	8%	7%
MSE	1667	319	241

Berdasarkan hasil perhitungan dari *Single Exponential Smoothing* Model dengan menggunakan nilai α = 0.1, 0.5 dan 0.9, maka didapat nilai error terkecil dengan menggunakan 4 metode yang memperoleh hasil ME=5, MAD=13, MAPE=7% dan MSE= 241 ,yaitu dari nilai α = 0.9. Nilai α inilah yang akan digunakan untuk menghitung nilai peramalan pada periode berikutnya. *Single Exponential*

Smoothing Model digunakan pada peramalan jangka pendek, biasanya satu bulan kedepan. Model ini mengasumsikan bahwa data berfluktuasi disekitar nilai mean yang tetap, tanpa trend atau pola pertumbuhan.

Tabel 4.

Hasil Perhitungan Metode *Double Exponential Smoothing*

month	actual yt	At	Tt	Forecast
Jan-13	105	105.00	5.00	
Feb-13	115	114.50	5.45	110
Mar-13	130	129.00	6.35	120
Apr-13	130	130.53	5.87	135
May-13	120	121.64	4.40	136
Jun-13	130	129.60	4.75	126
Jul-13	140	139.44	5.26	134
Aug-13	115	117.97	2.59	145
Sep-13	125	124.56	2.99	121
Oct-13	120	120.75	2.31	128
Nov-13	130	129.31	2.93	123
Dec-13	140	139.22	3.63	132
Jan-14	145	144.79	3.82	143
Feb-14	155	154.36	4.40	149
Mar-14	170	168.88	5.41	159
Apr-14	170	170.43	5.03	174
May-14	160	161.55	3.63	175
Jun-14	175	174.02	4.52	165
Jul-14	190	188.85	5.55	179
Aug-14	150	154.44	1.55	194
Sep-14	165	164.10	2.36	156
Oct-14	160	160.65	1.78	166
Nov-14	170	169.24	2.46	162
Dec-14	190	188.17	4.11	172
Jan-15	220	217.23	6.61	192
Feb-15	235	233.88	7.61	224
Mar-15	245	244.65	7.93	241
Apr-15	240	241.26	6.79	253
May-15	245	245.31	6.52	248
Jun-15	270	268.18	8.16	252
Jul-15	280	279.63	8.48	276
Aug-15	250	253.81	5.05	288
Sep-15	250	250.89	4.26	259
Oct-15	240	241.51	2.89	255
Nov-15	250	249.44	3.40	244
Dec-15	275	272.78	5.39	253

Tabel 5.

Hasil Perhitungan Nilai Kesalahan Metode *Double Exponential Smoothing*

Nilai kesalahan	Kombinasi α = 0.1, 0.5, 0.9 dan β =0.1, 0.5, 0.9								
	α=0.1 β=0.1	α=0.1 β=0.5	α=0.1 β=0.9	α=0.5 β=0.1	α=0.5 β=0.5	α=0.5 β=0.9	α=0.9 β=0.1	α=0.9 β=0.5	α=0.9 β=0.9
ME	1	0	-2	0	0	1	0	0	1
MAD	17	20	21	13	14	15	12	13	15
MAPE	9%	10%	12%	7%	8%	8%	7%	8%	9%
MSE	426	552	632	281	338	340	239	299	371

Perhitungan *Double Exponential Smoothing* Model yang dilaksanakan dengan menggunakan kombinasi nilai α = 0.1, 0.5, 0.9 dan nilai β = 0.1, 0.5, 0.9. Dari hasil perhitungan didapat hasil nilai error yang terkecil yaitu: ME = -1, MAE = 12, MAPE = 7%, MSE = 246 yang diperoleh dari kombinasi nilai α = 0.9 dan nilai β = 0.1. *Model Double Exponential Smoothing* mempunyai kinerja yang bagus dalam meramalkan data dengan nilai perhitungan tingkat error yang paling kecil terhadap data pengamatan sebenarnya di lapangan. Untuk kenaikan pada setiap tahunnya, walaupun pada bulan tertentu di setiap tahun terjadi fluktuasi. *Double Exponential Smoothing* hanya dipergunakan untuk pola data yang mengandung trend.

Tabel 6.

Hasil Perhitungan Metode *Triple Exponential Smoothing*

month	actual yt	At	Tt	St	Forecast
Jan-13	105			0.90	
Feb-13	115			0.99	
Mar-13	130	130.00	0	1.11	
Apr-13	130	137.22	1	0.92	117
May-13	120	129.84	0	0.95	136
Jun-13	130	123.21	-1	1.08	145
Jul-13	140	137.02	1	0.97	113
Aug-13	115	129.08	0	0.92	132
Sep-13	125	122.08	-1	1.05	140
Oct-13	120	122.30	-1	0.98	118
Nov-13	130	131.21	0	0.96	112
Dec-13	140	132.12	0	1.06	139
Jan-14	145	140.42	1	1.00	129
Feb-14	155	151.76	2	0.99	135
Mar-14	170	157.36	2	1.07	163
Apr-14	170	164.51	3	1.02	161
May-14	160	164.61	3	0.98	166
Jun-14	175	165.51	2	1.06	179
Jul-14	190	177.22	3	1.05	171
Aug-14	150	166.80	2	0.94	177
Sep-14	165	162.02	1	1.04	179
Oct-14	160	158.19	1	1.03	171
Nov-14	170	169.94	2	0.97	149
Dec-14	190	177.21	2	1.06	179
Jan-15	220	196.78	4	1.07	185
Feb-15	235	221.59	6	1.02	195
Mar-15	245	229.86	6	1.06	241
Apr-15	240	229.96	6	1.06	254
May-15	245	238.53	6	1.02	239
Jun-15	270	249.52	7	1.07	260
Jul-15	280	260.31	7	1.07	271
Aug-15	250	256.05	6	1.00	273
Sep-15	250	247.61	4	1.04	281
Oct-15	240	238.48	3	1.04	269
Nov-15	250	245.93	4	1.01	241
Dec-15	275	256.85	4	1.06	260

Tabel 7.

Hasil Perhitungan Nilai Kesalahan Metode *Triple Exponential Smoothing*

Nilai Kesalahan	ME	MAD	MAPE	MSE
α=0.1, β=0.1, γ=0.1	15	22	11%	792
α=0.1, β=0.5, γ=0.1	1	21	11%	614
α=0.1, β =0.9, γ =0.1	-1	24	13%	776
α =0.5, β =0.1, γ =0.1	1	17	10%	480
α =0.5, β =0.5, γ =0.1	-1	20	11%	551
α =0.5, β =0.9, γ =0.1	0	21	12%	603
α =0.9, β =0.1, γ =0.1	-1	23	13%	821
α =0.9, β =0.5, γ =0.1	-2	27	15%	1150
α =0.9, β =0.9, γ =0.1	-2	35	19%	1698
α =0.1, β =0.1, γ =0.5	10	20	11%	560
α =0.1, β =0.5, γ =0.5	1	19	10%	576
α =0.1, β =0.9, γ =0.5	-1	20	11%	674
α =0.5, β =0.1, γ =0.5	2	16	9%	329
α =0.5, β =0.5, γ =0.5	0	17	9%	384
α =0.5, β =0.9, γ =0.5	1	17	10%	436
α =0.9, β =0.1, γ =0.5	0	20	11%	556
α =0.9, β =0.5, γ =0.5	-1	23	13%	763
α =0.9, β =0.9, γ =0.5	-1	30	17%	1176
α =0.1, β =0.1, γ =0.9	7	19	10%	540
α =0.1, β =0.5, γ =0.9	1	20	11%	578
α =0.1, β =0.9, γ =0.9	-1	21	11%	625
α =0.5, β =0.1, γ =0.9	2	16	9%	345
α =0.5, β =0.5, γ =0.9	0	18	10%	424
α =0.5, β =0.9, γ =0.9	0	18	10%	527
α =0.9, β =0.1, γ =0.9	1	18	10%	432
α =0.9, β =0.5, γ =0.9	0	20	12%	590
α =0.9, β =0.9, γ =0.9	0	25	14%	919

Perhitungan *Model Triple Exponential Smoothing* dengan *Multiplicative Seasonal Model* dengan menggunakan kombinasi α = 0.1, 0.5, 0.9 dan β = 0.1, 0.5, 0.9 serta γ = 0.1, 0.5, 0.9. Hasil perhitungan didapatkan error terkecil yaitu ME = 2, MAE = 16, MAPE = 9% dan MSE = 329 dari kombinasi α = 0.5, β = 0.1 dan γ = 0.5. *Metode Triple Exponential Smoothing* dengan *Multiplicative Seasonal Model* menyatakan bahwa dari hasil perbandingan peramalan tersebut yang memiliki error yang terkecil akan digunakan sebagai informasi prediksi penjualan produk untuk periode musiman berikutnya, yaitu bulan Juli dan Desember (musim liburan sekolah), serta pada waktu menjelang Lebaran. Selanjutnya metode ini digunakan ketika menunjukan adanya trend dan perilaku musiman, serta lebih cocok untuk membuat ramalan yang berfluktuatif atau mengalami gelombang pasang surut pada kasus peramalan permintaan konsumen bordir dai Tasikmalaya sering dijumpai pada bulan Juni, Desember dan pada bulan menjelang Lebaran.

Dari hasil perhitungan ketiga model peramalan (*single, double, triple exponential smoothing* dengan *Multiplicative Seasonal Model*), maka aplikasi peramalan ini sangat sesuai digunakan oleh pengusaha bordir di Tasikmalaya. Hasil perhitungan dengan model *single exponential smoothing* digunakan untuk meramalkan bulan berikutnya. Hasil perhitungan dengan model *double exponential smoothing* dengan metode Holt dapat digunakan untuk peramalantahun berikutnya. Hasil perhitungan *metode triple exponential smoothing* dengan *multiplicative seasonal model* sangat baik digunakan untuk peramalan tahun berikutnya yang mengandung unsur musiman. Berdasarkan analisis data aktual diatas, periode musiman terjadi pada bulan Juni, Desember dan menjelang waktu Lebaran.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

a. Hasil perhitungan dengan metode *Single Exponential Smoothing* digunakan untuk peramalan dalam jangka pendek biasanya satu bulan kedepan. Data dari hasil perhitungannya berfluktuasi disekitar nilai *mean* (rata-rata) yang tetap tanpa trend dan pertumbuhan.
b. Hasil perhitungan dengan metode *Double Exponential Smoothing* meramalkan data untuk tahun depan. Hal tersebut ditunjukan dengan pola data yang kecenderungan naik.
c. Hasil perhitungan dengan metode *Triple Exponential Smoothing* dengan *Multiplicative Seasonal* Model menunjukan bahwa dengan melakukan pemulusan sebanyak tiga kali yaitu nilai level, nilai trend dan nilai estimasi musiman, maka diharapkan nilai peramalan yang didapatkan memiliki nilai ketepatan yang cukup tinggi dan dapat memberikan hasil data peramalan untuk periode musiman untuk tahun berikutnya.
d. Setelah peneliti melakukan pengolahan data berdasarkan data historis penjualan dari responden dengan pengujian *trial and error* untuk semua metode (*single exponential*

smoothing, double exponential smoothing dan *triple exponential smoothing* dengan *Multiplicative Seasonal Model*), maka dapat disimpulkan grafik dari data penjualan responden berbeda untuk setiap responden tergantung dari data historisnya.

Daftar Pustaka

Heizer, Jay., Barry, Render. (2015). *Manajemen Operasi, Edisi 11*, Jakarta: Salemba Empat.

Assauri, Sofjan, (2016), *Manajemen Operasi Produksi Edisi 3*, Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.

Stevenson, William J and Sum Chee Chuong. (2014), *Operations Management; An Asian Prespective.* Jakarta: Salemba Empat.

Pressman, Roger S. (2010). *Software Engeneering A Practitioner Approach (7th Edition)*. New York: McGraw Hill.

Biodata Penulis

Lies Sunarmintyastuti, memperoleh gelar S1 di Universitas Brawijaya Malang. Memperoleh gelar S2 di Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi IPWI Jakarta.

Saat ini menjadi pengajar di Universitas Indraprasta PGRI Jakarta.

Salman Alfarisi, memperoleh gelar S1 di Universitas Indraprasta PGRI Jakarta. Memperoleh gelar S2 di Universitas Budi Luhur.

Saat ini menjadi pengajar di Universitas Indraprasta PGRI Jakarta.

Fitria Sari Hasanusi, memperoleh gelar S1 di Universitas Dr. Hamka (Uhamka). Memperoleh gelar S2 di Universitas Indraprasta PGRI Jakarta.

Saat ini menjadi pengajar di Universitas Indraprasta PGRI Jakarta.

PENILAIAN TINGKAT KAPABILITAS PROSES TATA KELOLA TEKNOLOGI INFORMASI DENGAN COBIT 5 PADA DOMAIN EDM (STUDI KASUS DI PT. NUSA HALMAHERA MINERALS)

Heri Purnomo[1], Silmi Fauziati[2], Wing Wahyu Winarno[3]
[1,2,3]Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik,
Universitas Gadjah Mada
[1]herip@nhm.co.id, [2]silmi.fauziati@gmail.com, [3]maswing@gmail.com

Abstrak

Tata kelola teknologi informasi (IT Governance) di perusahaan memiliki peranan penting dalam memaksimalkan teknologi informasi yang sudah diimplementasikan di perusahaan. Tata kelola TI di perusahaan bertujuan untuk menyelaraskan strategi TI dengan strategi bisnis perusahaan.Tanpa tata kelola TI yang baik maka akan timbul berbagai permasalahan. Tingkat kapabilitas tata kelola TI juga harus diukur, dimonitor, dan dievaluasi sehingga tata kelola TI semakin meningkatkan kinerja TI dalam mendukung proses bisnis. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat kapabilitas proses tata kelola TI menggunakan tools COBIT 5 pada domain EDM (evaluate, direct, monitor) dengan metode Self Assessment dengan studi kasus di PT. Nusa Halmahera Minerals (NHM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kapabilitas proses tata kelola TI di PT. NHM berada pada Level 1(Performed Process) yakni perusahaan telah berhasil melaksanakan proses-proses TI dan tujuan proses TI tersebut sudah berhasil dicapai.

Kata Kunci: *IT Governance, COBIT , EDM, capability level*

1. Pendahuluan

Tata kelola TI diharapkan mendapat dukungan dari *stakeholder*, memberikan pengembangan dan implementasi sistem *on budget, on schedule* dengan kualitas yang tinggi, meningkatkan efisiensi, produktivitas dan efektivitas, serta menjamin kerahasiaan, kelengkapan, dan ketersediaan informasi. Namun tata kelola TI dapat memiliki beberapa masalah akibat TI hanya menjadi *concern* dari tim teknikal karena tidak memperoleh perhatian dari pimpinan puncak. Akibatnya terjadi kerugian finansial, rusaknya reputasi, proyek *overbudget / overtime / underspec*, penurunan efektivitas karena buruknya kualitas keluaran sistem TI, dan buruknya kualitas dukungan yang ditandai oleh sistem yang belum terintegrasi, aplikasi-aplikasi *stand alone*, buruknya kualitas sistem, tingginya keluhan *user* mengenai kinerja sistem TI, rendahnya kepedulian terhadap aspek kerahasiaan informasi, rendahnya tingkat ketersediaan informasi, tidak adanya kebijakan dan prosedur tata kelola TI secara utuh.

Permasalahan di atas juga terjadi di PT. Nusa Halmahera Minerals (NHM). PT. NHM adalah salah satu perusahaan tambang emas di Indonesia yang merupakan usaha patungan antara Newcrest Mining Limited (NML) dan PT. Aneka Tambang (ANTAM). PT. NHM terletak di Gosowong, Halmahera, Maluku Utara (ANTAM, 2013 dan 2014). PT. NHM tergolong perusahaan besar dan kompleks dalam usaha kegiatan pertambangannya. PT. NHM memiliki kantor perwakilan di Jakarta dan Manado, dan kegiatan utama operasional tambang di Gosowong. Setiap proses bisnis di PT. NHM memerlukan dukungan teknis sistem informasi TI. Informasi ini harus diketahui oleh Manajemen. Seperti halnya perusahaan besar lainnya yang memiliki berbagai lokasi, sistem informasi di setiap

lokasi dikembangkan sendiri-sendiri sehingga pada saat akan diintegrasikan muncul berbagai kendala atau kesulitan. Di samping itu, divisi TI di PT. NHM belum teratur, kebanyakan bersifat reaktif, jika ada problem langsung *troubleshooting*, aspek perencanaan TI ke depan dan manajemen resiko belum terlalu diperhatikan. Permasalahan - permasalahan yang terjadi di PT. NHM harus ditanggapi serius, kalau tidak maka masalah akan terus terjadi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan saran dan solusi. Solusi untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dengan menerapkan tata kelola TI yang baik mencontoh sebagian atau seluruh standar kerangka kerja tata kelola TI.

Saat ini tersedia berbagai kerangka kerja tata kelola TI dan metode penilaian yang berbeda untuk mengukur kinerja TI di sebuah organisasi atau perusahaan. Beberapa kerangka kerja dan metode tata kelola TI, antara lain *Information Technology Infrastructure* Lybrary (ITIL), ISO 17799, *Committee of the Sponsoring Organization* (COSO), dan *Control Objective for Information and related* Technology (COBIT). ITIL merupakan kerangka kerja pengolahan layanan TI, kumpulan *best practice* penerapan pengelolaan layanan TI namun belum memberikan panduan pengelolaan TI yang memenuhi kebutuhan di tingkat yang lebih tinggi di organisasi seperti yang ada pada kerangka kerja COBIT. ISO/IEC 17799 adalah panduan yang tediri dari saran dan rekomendasi yang digunakan untuk memastikan keamanan informasi organisasi. COSO merupakan kerangka kerja tata kelola yang menitikberatkan pada perbaikan kualitas pelaporan keuangan melalui etika bisnis, pengendalian internal yang efektif dan tata kelola organisasi. COBIT 4 yang dikembangkan oleh IT *Governance Institute* (ITGI) memiliki tata kelola pada empat domain utama yaitu *Planning and Organization* (PO), *Acquisition and Implementation* (AI), *Delivery and Support* (DS), dan *Monitoring* (M) (Brand and Boonen, 2007).

Berbagai macam kerangka kerja atau *framework* tata kelola TI dalam penerapannya memiliki fokus yang berbeda-beda. ITGI membuat perbandingan tata kelola TI seperti ditunjukkan pada Tabel 1 (ISACA, 2012). Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa COBIT menganalisis setiap komponen yang berhubungan dengan TI lebih luas dibandingkan dengan metode tata kelola TI yang lainnya.

Tabel 1. Perbandingan COBIT dengan ITIL, ISO/IEC 17799, dan COSO

	PO	AI	DS	ME
COSO	+	+	0	0
ITIL	0	0	+	-
ISO/IEC 1799	0	+	+	0

Sumber : ITGI [25]
Keterangan:
+ : sering ditangani
0 : cukup ditangani
- : kurang ditangani

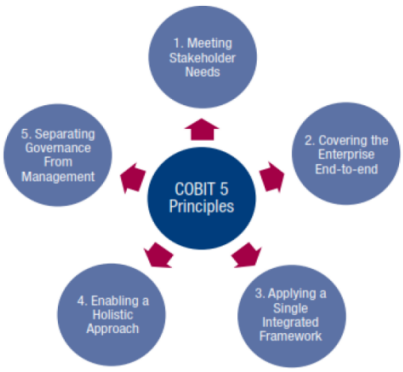
Berdasarkan perbandingan beberapa metode dan kerangka kerja sebelumnya maka kerangka kerja COBIT dipilih sebagai acuan untuk menilai tata kelola TI. Saat ini COBIT yang terbaru sudah sampai versi 5, sehingga COBIT 5 yang akan digunakan. Jadi, penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat kapabilitas proses tata kelola TI menggunakan *tools* COBIT 5 pada domain EDM (*evaluate, direct, monitor*) dengan metode *Self Assessment* dengan studi kasus di PT. Nusa Halmahera Minerals.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 COBIT 5

COBIT 5 adalah kerangka kerja untuk tata kelola dan manajemen TI perusahaan (IT *governance framework*), dan juga kumpulan alat yang mendukung para manager untuk menjembatani jarak (*gap*) antara kebutuhan yang dikendalikan (*control requirements*), masalah teknis (*technical issues*) dan resiko bisnis (*business risk*) (ISACA,2012). Versi evolusi menggabungkan pemikiran terbaru dalam tata kelola perusahaan dan teknik manajemen, dan memberikan prinsip-prinsip yang diterima secara global, praktek, alat-alat analisis dan model untuk membantu meningkatkan kepercayaan, dan nilai dari sistem informasi. COBIT mempermudah perkembangan peraturan yang jelas (*clear policy development*) dan praktik baik (*good practice*) untuk mengendalikan TI dalam organisasi. COBIT menekankan kepatuhan terhadap peraturan, membantu organisasi untuk meningkatkan nilai yang ingin dicapai dengan penggunaan TI, memungkinkan untuk menyelaraskan dan menyederhanakan penerapan

dari COBIT *framework*. Berikut ini adalah penjelasan dari lima prinsip COBIT 5 *framework* yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. COBIT 5 *Principles.*

a) Meeting Stakeholder Needs

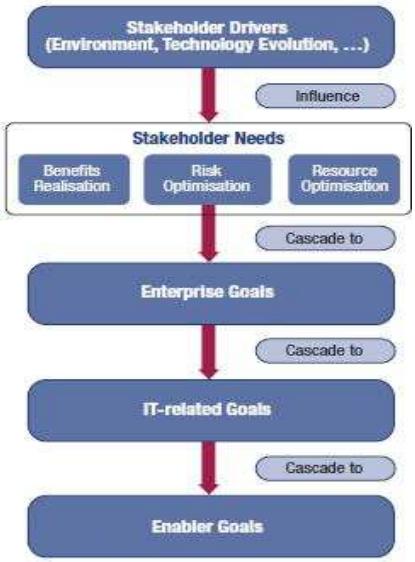
Perusahaan ada demi memberikan sebuah nilai bagi *stakeholder*-nya. Hal itu bisa dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya dengan menjaga keseimbangan antara realisasi keuntungan dan resiko yang muncul dari sumber daya yang digunakan di dalamnya. Dengan COBIT 5 diharapkan perusahaan mampu mengalirkan tujuan dan menerjemahkan tujuan tersebut menjadi proses dan praktik yang dilakukan secara spesifik. Alur tujuan dalam COBIT 5 adalah suatu mekanisme untuk menerjemahkan kebutuhan *stakeholder* menjadi tujuan-tujuan spesifik pada setiap tingkatan dan setiap area perusahaan dalam mendukung tujuan utama perusahaan dan memenuhi kebutuhan *stakeholder*, dan hal ini secara efektif mendukung keselarasan antara kebutuhan perusahaan dengan solusi dan layanan TI. Alur tujuan COBIT 5 ditampilkan pada Gambar 2.

b) *Covering the End-to-End*

Sebuah prinsip yang memberikan sebuah pandangan menyeluruh pada tata kelola dan manajemen TI dalam sebuah perusahaan berdasarkan sejumlah *enabler* yang ada di sekitar perusahaan. *Enabler* bisa melingkupi dari hulu sampai hilir perusahaan dan bisa juga berasal dari dalam maupun luar perusahaan yang berhubungan dengan tata kelola dan manajemen informasi, termasuk juga seluruh aktifitas dalam suatu perusahaan.

c) *Applying a Single Integrated Framework*

COBIT 5 merupakan *framework* tunggal dan terintegrasi yang dapat disejajarkan dengan standar dan *best practise* lainnya yang ada hubungannya dengan TI dalam menyediakan arahan terhadap aktifitas TI dalam suatu perusahaan.



Gambar 2. Alur tujuan dalam COBIT 5.

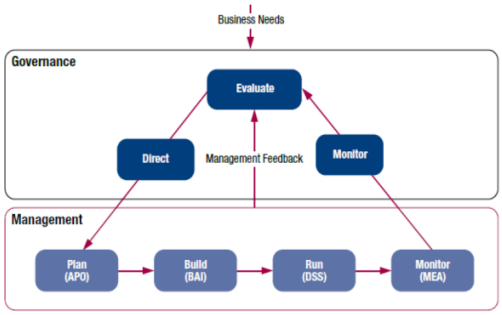
d) *Enabling a Holistic Approach*

Prinsip ini mendukung untuk mendefinisikan *enabler* dalam suatu perusahaan yang nantinya diharapkan dapat membantu mencapai tata kelola dan manajemen TI secara efektif dan efisien.

e) *Separating Governance from Management*

Prinsip ini menjelaskan pemisahan antara tata kelola dan manajemen seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Pada kebanyakan perusahaan, tata

kelola secara menyeluruh adalah tanggung jawab para direksi di bawah pimpinan seorang *chairperson*. Tanggung jawab tata kelola yang lebih spesifik dapat didelegasikan kepada sebuah struktur organisasi khusus pada sebuah tingkatan yang lebih memerlukannya, biasanya pada perusahaan yang besar dan kompleks. Manajemen bertugas merencanakan, membangun, menjalankan, dan memantau aktivitas dalam rangka penyelarasan dengan arah perusahaan yang telah ditentukan oleh badan pengelola (tata kelola), untuk mencapai tujuan perusahaan. Pada kebanyakan perusahaan, manajemen adalah tanggung jawab manajemen eksekutif di bawah pimpinan seorang *Chief Executive Officer* (CEO).

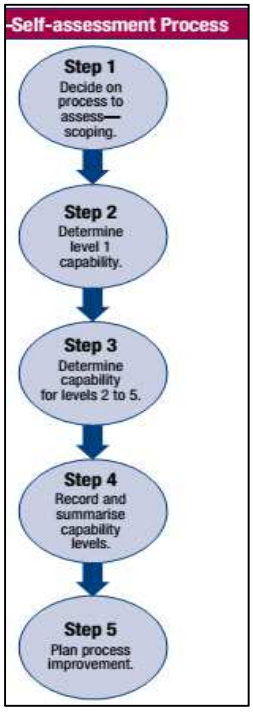


Gambar 3. Governance and Management Key Areas.

2.2 Pendekatan *Self-Assessment*

Proses penilaian pada COBIT 5 dengan pendekatan *self-assessment* adalah pendekatan yang disederhanakan untuk melakukan penilaian yang tidak berbasis bukti, tidak memerlukan penilai independen atau bersertifikat, dan dapat dilakukan oleh manajemen perusahaan sebagai pendahuluan untuk penilaian yang lebih formal. Pendekatan ini dapat digunakan untuk melakukan penilaian yang tidak terlalu ketat, dimungkinkan untuk mengetahui adanya masalah atau area permasalahan untuk diskusi internal, atau untuk menargetkan penilaian yang resmi yang *compliant* dengan ISO 15504. Pendekatan ini sejalan dengan pendekatan formal tetapi tidak memerlukan pengumpulan bukti (ISACA, 2013).

Pendekatan *self-assessment* yang ditunjukkan pada Gambar 4, dimulai dengan memutuskan proses mana saja yang akan dinilai. Pendekatan ini dapat membahas seluruh proses yang ada di COBIT atau hanya fokus pada beberapa proses yang menjadi perhatian utama manajemen perusahaan atau hanya pada proses yang terkait dengan tujuan bisnis yang spesifik dengan TI. Proses dinilai berdasarkan kelengkapan atribut pada setiap level. Selanjutnya proses-proses tersebut dinilai atau ditentukan level kapabilitasnya terhadap level 1, 2, 3, 4, dan 5. Setelah semua proses dicatat levelnya, kemudian direncanakan cara untuk meningkatkan level kapabilitas proses dengan mengambil langkah-langkah perbaikan terhadap proses-proses tersebut.



Gambar 4. Proses *Self-Assesment* dalam COBIT 5.

2.3 *Rating Level*

Setiap kelengkapan atribut digolongkan menggunakan sebuah skala peringkat standar yang dijelaskan dalam standar ISO/IEC 15504. Peringkat-peringkat ini terdiri dari:

- **N** – (*Not achieved* – Tidak Tercapai, pencapaian 0 – 15%). Ada sedikit atau tidak ada bukti pencapaian dari kelengkapan yang ditentukan dalam proses yang dinilai.
- **P** – (*Partially achieved* – Tercapai sebagian, pencapaian >15 – 50%). Ada beberapa bukti dan

pencapaian dari kelengkapan yang ditentukan dalam proses yang dinilai. Beberapa aspek pencapaian dari kelengkapan mungkin tidak dapat diprediksi.

- **L** – (*Largely achieved* – Sebagian besar tercapai, pencapaian >50 – 85%). Ada bukti dari pendekatan yang sistematis, dan pencapaian yang signifikan dari kelengkapan yang ditentukan dalam proses yang dinilai. Beberapa kelemahan yang berhubungan dengan kelengkapan ini mungkin ada dalam proses yang dinilai.
- **F** – (*Fully achieved* – Tercapai sepenuhnya, pencapaian >85 – 100%).). Ada bukti dari pendekatan sistematis yang lengkap, dan pencapaian penuh dari kelengkapan yang ditentukan dalam proses yang dinilai. Tidak ada kelemahan-kelemahan signifikan yang berhubungan dengan kelengkapan ini dalam proses yang dinilai.

2.4 *Capability Level*

Capability Level merupakan sebuah model yang menggambarkan bagaimana suatu proses inti di dalam organisasi berjalan. Gambaran ini dibutuhkan untuk mengetahui proses mana saja yang sudah berjalan sesuai dengan harapan dan proses mana saja yang masih kurang sehingga membutuhkan perhatian dan perbaikan secara khusus. Gambaran ini juga menyediakan pengukuran *performance* atau kinerja dari proses-proses pada area *governance* maupun manajemen. Terdapat enam *level* kapabilitas proses yang bisa dicapai, mulai dari *Incomplete Process* (*level* 0) sampai *Optimizing* (*level* 5). Penjelasan mengenai tingkatan pada *Capability Level* ini lebih jelasnya sebagai berikut (ISACA, 2013).

a) Level 0: *incomplete process*

Organisasi pada tahap ini tidak melaksanakan proses-proses TI yang seharusnya ada atau belum berhasil mencapai tujuan dari proses TI tersebut.

b) Level 1: *performed process*

Organisasi pada tahap ini telah berhasil melaksanakan proses-proses TI dan tujuan proses TI tersebut sudah tercapai.

c) Level 2: *managed process*

Organisasi pada tahap ini dalam melaksanakan proses TI dan mencapai tujuannya dilaksanakan secara terkelola dengan baik. Jadi ada penilaian lebih karena pelaksanaan dan pencapaiannya dilakukan dengan pengelolaan yang baik. Pengelolaan di sini berarti pelaksanaannya melalui proses perencanaan, evaluasi, dan penyesuaian untuk ke arah yang lebih baik.

d) Level 3: *establised process*

Organisasi pada tahap ini memiliki proses-proses TI yang sudah distandarkan dalam lingkup organisasi keseluruhan. Artinya sudah ada standar proses TI yang berlaku di seluruh lingkup organisasi tersebut.

e) Level 4: *predictable process*

Organisasi pada tahap ini telah menjalankan proses TI dalam batasan-batasan yang sudah pasti, misal batasan waktu. Batasan ini dihasilkan dari pengukuran yang telah dilakukan pada saat pelaksanaan proses TI tersebut sebelumnya.

f) Level 5: *optimizing process*

Pada tahap ini organisasi telah melakukan inovasi-inovasi dan melakukan perbaikan yang berkelanjutan untuk meningkatkan kemampuannya.

3. Pembahasan

Penelitian sudah dilakukan di PT. NHM *site* Gosowong, Halmahera. Dari hasil diskusi dengan penanggung jawab TI di PT. NHM yaitu IT *Superintendent*, diperoleh *scope* penilaian tata kelola TI yang sudah disepakati. *Scope* penilaian tersebut kemudian dipetakan dengan proses yang sesuai dengan proses COBIT. Hasilnya dipilih *scope assessment* sebagai berikut.

- *Balanced Scorecard*: Internal
- *Enterprises Goal*: ITRG 01 *Alignment of IT and business strategy*
- Cobit *Process*:
  EDM01 *Ensure Governance Framework Setting and Maintenance*

Penilaian *capability level* yang didapatkan dari

rekapitulasi hasil jawaban kuesioner *capability level* pada proses EDM01, ditunjukkan pada Tabel 2. Oleh karena pada Level 1, *Rating by Criteria* masih bernilai L (*Largely Achieved*), maka dapat disimpulkan bahwa *capability level* atau tingkat kapabilitas untuk proses EDM01 di PT. NHM masih berada pada Level 1 (*Performed Process*).

Tabel 2. Daftar Rekapitulasi Kuesioner EDM01

Process Name	L 0	L 1	L 2		L 3		L 4		L 5	
EDM01		PA 1.1	PA 2.1	PA 2.2	PA 3.1	PA 3.2	PA 4.1	PA 4.2	PA 5.1	PA 5.2
Rating by Criteria		L	F	L	L	L	N	L	F	L
Capability Level Achieved		1								

Beberapa penelitian berikut ini memberikan perbandingan dengan penelitian yang sudah dilakukan di atas. Budiono, dalam penelitiannya tentang audit, tentang Pedoman Pelaksanaan Manajemen Outage (Pemeliharaan Unit Pembangkit) PT. Pembangkit Jawa Bali guna meningkatkan kehandalan dan efisiensi khususnya di bidang pemeliharaan unit pembangkit secara sistematis dan terencana. Dalam penelitian ini audit dilakukan guna memastikan bahwa informasi yang ada pada sistem informasi pemeliharaan tersebut benar-benar menunjang keberhasilan pemeliharaan suatu pembangkit listrik. Domain COBIT yang digunakan adalah domain *Monitoring* (M) (Budiono, 2010).

Sasongko, melakukan penelitiannya yang berjudul "Pengukuran Kinerja Teknologi Informasi Menggunakan Framework Cobit Versi 4.1 PING TEST Dan CAAT Pada PT. Bank BNI Tbk Di Bandung" untuk menguji performance TI, melalui pemeriksaan atau audit dengan CobIT framework, Ping Test, dan Computer Assist Audit Technique, atau teknik audit berbantuan komputer. Domain COBIT yang digunakan adalah domain *Acquisition and Implementation* (AI). Ping Test, suatu pengujian untuk menentukan apakah komputer dapat berkomunikasi dengan komputer lain. Ketika sudah terhubung Ping test juga dapat menentukan waktu tunda, di antara dua komputer. Koneksi internet yang baik menghasilkan ping test latency (delay time) lebih kecil dari 100 ms. Koneksi internet yang menggunakan satelit, secara normal latency diatas 500 ms (Sasongko, 2009).

Purwanto dan Shaufiah melakukan penelitian dengan judul "Audit Teknologi Informasi dengan Cobit 4.1 dan IS Risk Assessment (Studi Kasus Bagian Pusat Pengolahan Data PTS XYZ)". Validitas dan integritas adalah dua fokus utama kualitas produk sistem informasi. Sistem informasi harus direncanakan, dibangun, dan dipelihara untuk mencapai kualitas informasi yang diinginkan. Sistem informasi yang terawat merupakan salah satu bagian dari tata kelola teknologi informasi (TI). Domain COBIT yang digunakan adalah *Planning and Organization* (PO) (Purwanto dan Shaufiah, 2010).

Beberapa penelitian di atas menggunakan COBIT untuk mengaudit aspek teknis dari sistem informasi yang digunakan oleh perusahaan. Penggunaan COBIT dilakukan pada proses yang sudah diimplementasikan. Perbedaaan penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya adalah menggunakan COBIT untuk melakukan penilaian terhadap perencanaan tata kelola teknologi informasi pada sebuah perusahaan. Jadi, aspek yang diutamakan adalah pada penilaian tata kelola bukan pada aspek teknis sistem informasi seperti pada penelitian sebelumnya.

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penilaian tata kelola TI pada PT. NHM, didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil penilaian menggunakan pendekatan *capability level* COBIT 5 menunjukan bahwa divisi TIPT.NHM memiliki *capability* level pada Level 1 untuk proses EDM01.
2. Ada *gap* yang cukup signifikan antara keinginan atau target dengan kondisi di lapangan. Meskipun beberapa responden menyatakan pada level tertentu sudah memenuhi kriteria, namun pada level sebelumnya yaitu Level 1 masih terdapat kriteria yang belum terpenuhi karena menurut penilaian ISO/IEC 15504 pada COBIT 5, level kapabilitas hanya akan didapatkan jika level sebelumnya telah terpenuhi secara sempurna. *Gap* cukup signifikan karena pada Level 1 konsekuensi yang terjadi merupakan konsekuensi dengan resiko medium atau tinggi. Hal ini dikarenakan ketidakteraturan sistem tata kelola TI.

4.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, penulis mempunyai saran-saran yang nantinya dapat digunakan oleh perusahan untuk memperbaiki tata

kelola teknologi informasi pada PT. NHM dan sebagai landasan bagi penelitian selanjutnya. Saran-saran tersebut, antara lain:

1. Langkah pertama yang harus dilakukan oleh PT. NHM adalah meningkatkan *capability level*pada Level 1 menjadi *Fully Achieved* dengan cara membangun kepastian bahwa sistem tata kelola TI telah berjalan secara efektif.
2. Mendokumentasikan setiap kegiatan perencanaan, pelaksanaan, dan perawatan teknologi informasi yang berkaitan dengan bisnis.

Daftar Pustaka

"*2013 Laporan Tahunan*", ANTAM. Available: http://www.antam.com.

"*2014 Laporan Tahunan*", PERUSAHAAN PERSEROAN (PERSERO) PT ANEKA TAMBANG Tbk. Available: http://www.antam.com.

G. Budiono, "*Audit Kinerja Sistem Informasi ManajemenPemeliharaan Unit Pembangkit Listrik BerbasisCobIT Domain"*, Jurnal EECCIS Vol. IV, No. 1, Juni 2010.

N. Sasongko, "*Pengukuran Kinerja Teknologi Informasi Menggunakan Framework Cobit Versi. 4.1, Ping Test Dan Caat Pada PT.Bank X Tbk. Di Bandung"*, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2009 (SNATI 2009), Yogyakarta, Juni 2009.

Y. Purwanto dan Shaufiah, "*Audit Teknologi Informasi Dengan Cobit 4.1 Dan IS Risk Assessment (Studi Kasus Bagian Pusat Pengolahan Data PTS XYZ)*, Konferensi Nasional Sistem dan Informatika 2010; Bali, November 2010.

S. Gondodiyoto, "*Audit Sistem Informasi: Pendekatan COBIT, Edisi Revisi"*, Mitra Wacana Media, Jakarta, 2007.

K. Brand and H. Boonen, "*IT Governance based on CobiT® 4.1 - A Management Guide"*, Van Haren Publishing, 2007.

ISACA (2012), "*COBIT® 5*", Available: http://www.isaca.org/cobit.

ISACA (2013). "*COBIT® Assessment Programme (PAM) Tool Kit: Using COBIT® 5*", Available: http://www.isaca.org/cobit.

Biodata Penulis

Heri Purnomo, memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T), Program Studi Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, lulus tahun 2001. Saat ini menjadi staf IT bidang *Network Infrastructure* di PT. Nusa Halmahera Minerals, Maluku Utara.

Silmi Fauziati, memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T), Jurusan Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, lulus tahun 1996. Memperoleh gelar Magister Teknik (M.T), Program Pasca Sarjana Magister Teknik Elektro Universitas Gajah Mada Yogyakarta, lulus tahun 2003. Memperoleh gelar *Doktor of Engineering* (Dr.Eng), Program *Geoscience Information System, Earth Resources Engineering Department* Kyushu *University* Jepang, lulus tahun 2011. Saat ini menjadi Dosen di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Wing Wahyu Winarno, memperoleh gelar Sarjana Ekonomi (S.E), Jurusan Akuntansi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, lulus tahun 1987. Memperoleh gelar Master of Accountancy and Financial Information (MAFIS) College of Business, Cleveland State University, Ohio U.S.A., lulus tahun 1994. Memperoleh gelar Doktor pada Pasca Sarjana Ilmu Akuntansi Universitas Indonesia, Jakarta. Saat ini menjadi dosen tetap di STIE (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi) YKPN, Yogyakarta.

ANALISIS KONTEKS BISNIS SEBAGAI PERTIMBANGAN PERENCANAAN STRATEGI SISTEM INFORMASI PADA STMIK BINA PATRIA MAGELANG DENGAN METODE *WARD AND PEPPARD*

Danny Sebastian S.Kom.,M.M.,M.T.[1] , Robet Habibi S.Kom.,M.T.[2]
[1]Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta, Indonesia
danny.sebastian@staff.ukdw.ac.id
[2]Teknik Informatika, STMIK Bina Patria, Magelang, Indonesia
robeth.steve@gmail.com

Abstrak

Perkembangan Teknologi Informasi mempengaruhi peningkatan jumlah institusi pendidikan teknologi informasi. Peningkatan jumlah institusi pendidikan berdampak pada persaingan antar institusi yang semakin ketat, hal ini juga dialami oleh STMIK Bina Patria. STMIK Bina Patria adalah salah satu institusi pendidikan yang ada di Magelang, Jawa Tengah. Strategi sistem informasi yang tepat dapat memberikan manfaat kompetitif bagi perusahaan dalam persaingan bisnis yang terus berkembang. Metode Ward and Peppard terdiri dari Analisis PEST, Analisis SWOT, Analisis Porter Five Forces, Analisis Value Chain, Analisis Critical Success Factor, dan Analisis Strategi Perusahaan dapat digunakan untuk melihat kondisi bisnis perusahaan serta iklim persaingan di lingkungan STMIK Bina Patria. Analisis menghasilkan strategi dan kebutuhan informasi dari perusahaan, terdapat 45 kebutuhan informasi STMIK Bina Patria. Berdasarkan hasil analisis, STMIK Bina Patria dapat mempertimbangkan memperbaiki atau mengubah strategi baru untuk meningkatkan kemampuan kompetitif perusahaan dalam menghadapi persaingan bisnis saat ini.

Kata Kunci **:** *ward and peppard, perancangan strategi teknologi informasi, tinjauan konteks bisnis, perencanaan strategi informasi.*

1. Pendahuluan

Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer (STMIK) merupakan salah satu bentuk institusi pendidikan yang ada di Indonesia.STMIK menjadi rujukan belajar bagi masyarakat di Indonesia.Hal ini disebabkan karena terjadi peningkatan*trend* teknologi informasi di Indonesia.

Perkembangan teknologi informasi yang pesat dan semakin banyak jumlah perguruan tinggi yang ada di Jawa tengah, menimbulkan persaingan yang semakin ketat. Perkembangan tersebut berpengaruh terhadap persaingan bisnis antar perusahaan. Perusahaan perlu melakukan analisis terhadap penerapan strategi Sistem Informasi (SI) untuk mengetahui manfaat strategi SI yang berjalan terhadap persaingan bisnis saat ini (Heriadi, Suyanto, & Sudarmawan, 2014; Widiati, Utami, & Henderi, 2015). Salah satu cara mengetahui manfaat penggunaan Teknologi Informasi adalah dengan cara mengkaji ulang bisnis melalui analisis masalah bisnis dan perubahan lingkungan serta mempertimbangkan SI/TI sebagai salah satu solusi (Earl, 1996). Strategi SI yang tepat dapat memberikan manfaat kompetitif bagi perusahaan dalam persaingan bisnis yang terus berkembang. Proses ini merupakan bagian dari metode *Ward and Peppard*(Wedhasmara, 2009).

Penulis memilih STMIK Bina Patria sebagai obyek penelitian. STMIK Bina Patria membuka beberapa program studi, yaitu SI (Strata Satu) Teknik Informatika dan Sistem Informasi, D3 (Diploma Tiga) Manajemen Informatika. Tujuan STMIK Bina Patria adalah ikut mencerdaskan kehidupan bangsa, membentuk bangsa Indonesia seutuhnya serta melaksanakan Tri Dharma Tinggi, yaitu : 1). Pengajaran 2).Penelitian, 3).Pengabdian pada Masyarakat.

Penelitian ini melakukan Analisis SWOT, Analisis PEST, Analisis Kompetitif *Porter*, Analisis *Value Chain*, *Critical Success Factor* untuk

mengetahui kondisi bisnis perusahaan serta iklim persaingan di lingkungan STMIK Bina Patria Magelang. Hasil analisis menjadi acuan apakah strategi sistem informasi yang diterapkan saat ini perlu untuk diperbaiki atau membutuhkan strategi baru.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Metode *Ward and Peppard*

Metode *Ward and Peppard*, dapat mengetahui kondisi investasi Sistem Informasi (SI) / Teknologi Informasi (TI) masa lalu sampai pada saat ini, menangkap peluang bisnis baru, serta meningkatkan keunggulan kompetitif perusahaan seiring dengan perkembangan kondisi internal perusahaan, lingkungan serta teknologi (Ward & Peppard, 2002).

Metode *Ward and Peppard* terdiri dari tahapan masukan dan tahapan keluaran. Tahapan masukan adalah sebagai berikut(Ward & Peppard, 2002):

1. Analisis lingkungan bisnis internal, mencakup aspek-aspek strategi bisnis saat ini, sasaran, sumber daya, proses, serta budaya nilai-nilai bisnis perusahaan.
2. Analisis lingkungan bisnis eksternal, mencakup aspek-aspek ekonomi, industri, dan iklim persaingan antar perusahaan.
3. Analisis lingkungan SI/TI internal, mencakup kondisi SI/TI perusahaan dari perspektif bisnis saat ini, bagaimana kematangannya (*maturity*), bagaimana kontribusi terhadap bisnis, ketrampilan sumber daya manusia, sumber daya dan infrastruktur teknologi, termasuk juga bagaimana portofolio dari SI/TI yang ada saat ini.
4. Analisis lingkungan SI/TI eksternal, mencakup tren teknologi dan peluang pemanfaatannya, serta penggunaan SI/TI oleh kompetitor, pelanggan dan pemasok.

Sedangkan tahapan keluaran merupakan bagian yang dilakukan untuk menghasilkan suatu dokumen perencanaan strategis SI/TI. Berikut ini metode analisis yang digunakan pada *Ward and Peppard*:

1. Analisis SWOT
   Analisis SWOT digunakan untuk menganalisis situasi saat ini meliputi kekuatan (*Strengths*) dan kelemahan (*Weaknesses*) internal perusahaan saat ini, peluang (*Opportunities*) yang ada, dan ancaman (*Threats*) yang mungkin muncul perusahaan. Hasil analisis SWOT digunakan sebagai acuan dalam meningkatkan serta memaksimalkan kekuatan dan peluang yang ada. Perusahaan dapat memperbaiki kelemahan perusahaan dan meminimalisir ancaman dari luar eksternal.
2. Analisis PORTER
   Analisis PORTER digunakan untuk menganalisis keadaan lingkungan eksternal yang mungkin dihadapi oleh perusahaan(Porter, 1979). Analisis ini menggunakan lima kekuatan yang mempengaruhi perusahaan dalam dunia pendidikan untuk meningkatkan kemampuan perusahaan dalam menangkap peluang positif serta meningkatkan keunggulan kompetitif.
3. Analisis *Value Chain*
   Analisis *Value Chain* digunakan untuk menganalisis aktifitas-aktifitas utama dan pendukung yang ada di perusahaan(Porter & Millar, 1985). Berdasarkan hasil analisis, diketahui nilai dan keuntungan kompetitif dari setiap aktifitas bisnis dalam perusahaan. Aktifitas yang memiliki nilai dan keuntungan kompetitif menjadi fokus utama dalam pertimbangan strategi SI untuk meningkatkan keunggulan kompetitif perusahaan.
4. Analisis *Critical Succes Factors* (CSFs)
   Analisis CSFs merupakan suatu ketentuan dari perusahaan dan lingkungannya yang berpengaruh pada keberhasilan atau kegagalan. CSFs dapat ditentukan dengan mengidentifikasi sasaran yang dimiliki oleh perusahaan. CSFs digunakan untuk menginterpretasikan sasaran secara lebih jelas kemudian menentukan aktifitas yang harus dilakukan dan informasi apa yang dibutuhkan(Bullen & Rockart, 1981; Shank, Boynton, & Zmud, 1985).
5. Analisis Strategi Perusahaan
   Setiap perusahaan memiliki memiliki visi dan misi perusahaan yang harus dicapai. Dalam menentukan strategi SI harus mampu mendukung pecapaian visi dan misi perusahaan. Analisis strategi perusahaan dilakukan dengan

menganalisis permasalahan bisnis yang ada, perubahan lingkungan, dan menyadari bahwa SI/TI merupakan salah satu solusi yang ditawarkan.

2.2. Penelitian Sejenis

Perencanaan strategis teknologi informasi pernah dilakukan untuk obyek penelitian sektor publik menggunakan metode *The Open Group Architecture Framework* atau TOGAF (Kasenda, Nugroho, & Sulistyo, 2014).Hasil dari penelitian ini adalah perencanaan strategis SI/TI pada area publik. Penelitian ini fokus kepada fungsi bisnis pada sektor pulik perusahaan menggunakan modeling bisnis dengan melihat *primary activity* dan *support activity*.

Penelitian lain dilakukan untuk obyek sebuah perusahaan, PT Adira Dinamika Multi Finance dengan cara mengindentifikasi kondisi internal dan eksternal bisnis dan TI/SI, analisa SWOT dan menghasilkan isu strategis (Kristanto, 2015). Isu Strategis diolah menggunakan metode *Critical Success Factor*, dan dipetakan menggunakan Analisis *Value Chain.*

Perencanaan Strategis Teknologi Informasi untuk Politeknik Negeri Jakarta pernah dilakukan dan menghasilkan rekomendasi portofolio aplikasi SI/TI (Silanegara, Tama, Diat, & L, 2011). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kerangka *Ward and Peppard*. Penelitian Selanjutnya diharapkan dapat menganalisis dan mendesain sistem dari hasil-hasil kesimpulan riset ini.

3. Analisis & Pembahasan

3.1. Analisis Lingkungan Eksternal

Analisis Lingkungan Eksternal dilakukan dengan metode PEST dan Analisis Kompetitif Porter. Terdapat 4 aspek yang dilihat dapat analisis PEST, yaitu Politik & Legal, Ekonomi, Sosial, dan Teknologi. Analisis PEST Hasil dari analisis PEST STMIK Bina Patria adalah:

a. Politik & Legal

Undang-undang Republik Indonesia No 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, No 14 tahun 2005 tentang Guru dan Dosen, No 12 tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi. Berdasarkan undang-undang tersebut, Kementerian Pendidikan dan KebudayaanDirektorat Jenderal Pendidikan Tinggi mengembangkan sejumlah program dan menawarkan kepada perguruan tinggi (termasuk PTS) antara lain:

- Untuk institusi : berbagai jenis hibah dan jenis kompetisi
- Untuk dosen : jabatan fungsional, sertifikasi dosen, beasiswa S2/S3 dalam dan luar negeri, pelatihan dalam dan luar negeri, program magang dosen, berbagai hibah penelitian, serta hibah pengabdian pada masyarakat
- Untuk pengelola : berbagai pelatihan, khususnya pengelolaan pendidikan tinggi agar ada siknkronisasi pengelolaan Perguruan Tinggi di tingkat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Koordinator Perguruan Tinggi Suasta dan Pertguruan Tinggi Swasta
- Untuk mahasiswa : berbagai beasiswa untuk mahasiswa D3, D4, dan S1

Hal tersebut memberikan dampak signifikan kepada STMIK Bina Patria dalam rangka peningkatan mutu sumber daya pengajar, staff dan mahasiswa, serta kemudian dapat digunakan sebagai sarana untuk meningkatkan kemampuan kompetitif. Untuk beasiswa yang disediakan untuk mahasiswa bisa digunakan sebagai cara untuk menarik minat mahasiswa dalam belajar.

b. Ekonomi

Pertumbuhan ekonomi di Magelang yang terus meningkat tiap tahunnya berdampak pada tingkat kemiskinan di kota tersebut. Kepala Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Kota Magelang, Jawa Tengah, Joko Soeparno mengatakan angka kemiskinan di kota Magelang mengalami penurunan secara signifikan sejak

2010.Penurunan angka kemiskinan secara signifikan itu diikuti dengan peningkatan indeks pembangunan manusia dari tahun ke tahun.

Hal tersebut diatas dapat memberikan peluang bagi STMIK Bina Patria untuk melakukan promosi dalam peningkatan jumlah mahasiswa yang masuk.

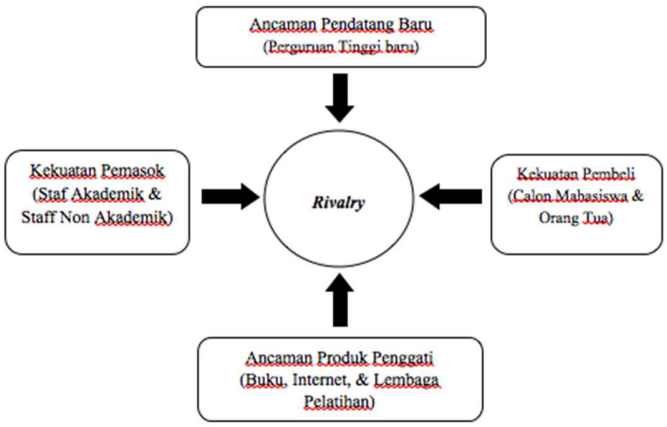
c. Sosial dan Ekologi

Pola pikir sebagian masyarakat yang masih tradisional. Sebagian masyarakat belum menyadari pentingnya menempuh/mengenyam pendidikan tinggi /universitas. Sehingga banyak masyarakat yang langsung bekerja setelah selesai di tingkat sekolah menengah atas. Dengan demikian, STMIK Bina Patria mempunyai tantangan untuk menyadarkan kepada masyarakat bahwa untuk bersaing secara global tidak cukup jika hanya memiliki latar belakang tingkat sekolah menengah atas.

d. Teknologi

Perkembangan teknologi yang semakin pesat menuntut dunia pendidikan untuk ikut berkembang. Banyak universitas yang mulai menerapkan teknologi di berbagai proses akademik maupun non akademiknya. Contohnya, penggunaan *website* untuk pendaftaran mahasiswa baru, pemberitahuan nilai mahasiswa, sistem penjaminan mutu, dan lain sebagaimana. Hal tersebut menuntut STMIK Bina Patria untuk turut mengikuti perkembangan teknologi untuk mendukung keunggulan kompetitifnya.

Analisis Lingkungan Eksternal juga dilakukan untuk menganalisis keadaan lingkungan eksternal yang mungkin dihadapi oleh STMIK Bina Patria digunakan teknik analisis eksternal dengan model *Porters Five Forces*. Analisis ini menggunakan 5 (lima) kekuatan yang mempengaruhi STMIK Bina Patria dalam dunia pendidikan untuk meningkatkan kemampuan perguruan tinggi dalam menangkap peluang positif serta meningkatkan keunggulan kompetitif.



Gambar 3. Porter *Five Forces* STMIK Bina Patria

a. Pesaing Industri (*Rivalry*)

Banyaknya institusi perguruan tinggi swasta maupun negeri yang sudah lama berdiri meningkatkan daya saing bagi STMIK Bina Patria. Perguruan tinggi swasta maupun negeri pun telah menawarkan program – program dan fasilitas sejenis yang lebih beragam. Ditambah dengan perguruan tinggi swasta atau perguruan tinggi lain yang agresif dalam perekrutan mahasiswa. Salah satu Perguruan Tinggi yang ada di Magelang sudah memiliki Fakultas Teknik yang terdiri dari Prodi Teknik Informatika (S1) dan Teknik Informatika (D3).

Perguruan Tinggi tersebut merupakan kompetitor yang menjadi pesaing untuk STMIK Bina Patria. Namun untuk area Magelang hanya

terdapat 1 perguruan tinggi yang sejenis dengan STMIK Bina Patria. Hal itu berarti bahwa daya saing STMIK Bina Patria di area Magelang masih rendah, tetapi itu juga menjadi peluang yang besar untuk STMIK Bina Patria untuk berkembang.

b. Ancaman Produk Penggati (*Threat Of Subtitutes*)

Selain kompetitor tersebut ada juga kompetitor yang muncul dalam bentuk bukan perguruan tinggi melainkan lembaga kursus/pelatihan yang menawarkan program pendidikan dengan waktu yang lebih singkat yang mampu menghasilkan produk unggulan di luar program reguler. Lembaga pelatihan itu antara lain:

1. *Training And Development*, Lembaga Pelatihan, Kursus, dan Pendidikan Komputer. Jenis pelatihan/kursus yang diberikan meliputi kursus website, kursus *office*, kursus desain *web*, desain grafis, dan tekhnisi komputer.
2. LKP Gracia merupakan lembaga kursus yang menawarkan kursus komputer perkantoran dan administrasi, internet, desain grafis, dan teknik komputer.
3. Kamal *Training Centre*, lembaga kursus yang menyediakan pelatihan Komputer Akuntasi (MYOB).
4. Jaya Gemilang, lembaga yang menyediakan pelatihan komputer.
5. OPTIMUS *School of Robotics*, lembaga kursus dan pelatihan yang mengkhususkan diri bergerak di bidang pendidikan automasi dan robotika dengan fokus pada penerapan ilmu Sains, Matematika dan Teknologi Informasi.

Kehadiran lembaga kursus dan pelatihan yang menawarkan fasilitas dan layanan yang lebih menarik, biaya yang lebih murah serta waktu tempuh pendidikan yang cepat. Selain itu tersedianya fasilitas konsultasi dan akses informasi lewat internet yang tanpa batas, tutorial, perpustakaan, serta tersedianya banyak buku yang berkaitan. Masyarakat memiliki bahan pertimbangan dalam menentukan perlu belajar di perguruan tinggi atau cukup dengan pelatihan atau belajar melalui literatur saja. Produk pengganti tersebut menjadi ancaman bagi STMIK Bina Patria.

c. Kekuatan Tawar Menawar Pembeli (*Buyer Power*)

Para calon mahasiswa dan orang tua merupakan kekuatan pembeli utama dari STMIK Bina Patria. Bisa dikatakan bahwa STMIK Bina Patria mempunyai kekuatan tawar menawar pembeli (para calon mahasiswa dan orang tua) masih rendah karena memiliki sedikit pilihan dalam menentukan perguruan tinggi yang tepat.

d. Kekuatan Tawar Menawar Pemasok (*Supplier Power*)

Dosen merupakan pemasok utama yang mempunyai peranan penting dalam proses belajar mengajar di STMIK Bina Patria. Berikut ini adalah data yang berhasil dikumpulkan mengenai jumlah Dosen tetap dan jenjang pendidikan Dosen tetap di STMIK Bina Patria.

Kualitas Dosen dapat dilihat dari prestasi akademik yang telah dicapainya baik S1, S2, maupun S3. Dari tabel 2.2 dapat dilihat bahwa jenjang pendidikan S1 sebanyak 15 dosen, jenjang pendidikan S2 sebanyak 9 dosen, dan belum ada Dosen yang memiliki jenjang pendidikan S3 hal ini dapat disimpulkan bahwa kualitas tawar menawar dari pemasok dalam hal ini dosen masih rendah. Jumlah dosen tetap yang cenderung tetap, menandakan bahwa kekuatan tawar menawar dari STMIK Bina Patria terhadap tingkat kebutuhan tenaga pengajarnya masih tinggi dengan adanya ikatan kontrak untuk tenaga pengajarnya.

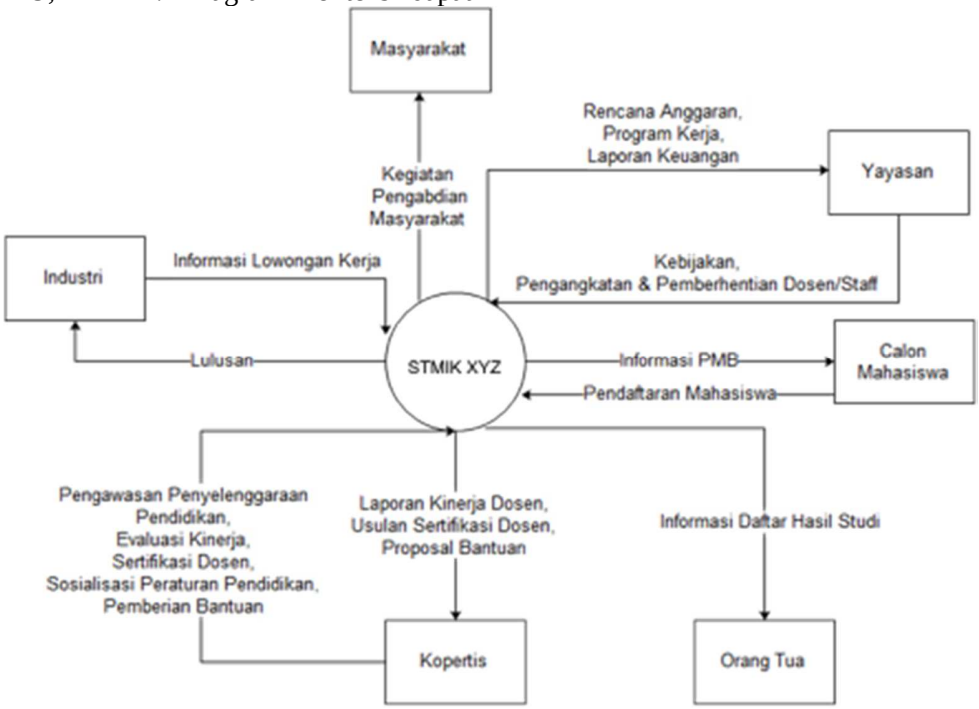
e. Ancaman Pendatang Baru (*Threat Of New And Entry Barriers*)

Kemunculan lembaga pendidikan tinggi sejenis dengan biaya yang lebih murah, fasilitas yang lengkap, dan program studi yang beragam menjadi ancaman untuk STMIK Bina Patria yang menyebabkan menurunnya animo calon mahasiswa karena memilih perguruan tinggi yang lebih favorit (negeri/swasta), hal ini bisa disebabkan oleh terobosan beberapa PT negeri dan swasta yang membuka berbagai program studi dari jenjang diploma, extension sampai kepada perguruan tinggi luar negeri. Selain itu adanya perguruan tinggi yang menawarkan kuliah dalam bentuk virtual yang tidak mengharuskan mahasiswanya untuk mengikuti kegiatan belajar mangajar di kelas juga menjadi ancaman untuk STMIK Bina Patria.

3.2. Analisis Lingkungan Internal

Analisis Lingkungan Internal dilakukan menggunakan diagram konteks dan *value chain*.

Diagram konteks STMIK Bina Patria, entitas yang terhubung dengan STMIK Bina Patria adalah Ketua, Dosen, Mahasiswa, Bagian PMB, Bagian Perpus, BAU, BAAK. Diagram konteks dapat dilihat pada Gambar 4. Diagram konteks STMIK Bina Patria



Gambar 4. Diagram konteks STMIK Bina Patria

Gambar 5. *Value Chain* STMIK Bina Patria

Aktifitas primer dari *value chain* meliputi PMB, PBM, UTS, UAS, KKP, TA, Wisuda. Aktifitas pendukung meliputi Kemahasiswaan, Keuangan, Perpustakaan, SDM. Di STMIK Bina Patria sudah memiliki Sistem Informasi untuk mendukung proses dalam rangkaian *value chain*. Namun, SI yang ada belum *online*, hanya bisa diakses di area lokal kampus saja.

Gambar 5. *Value Chain* STMIK Bina Patria diatas adalah gambar diagram *value chain* yang ada di STMIK Bina Patria. Tabel yang memberikan deskripsi *value chain* yang ada di STMIK Bina Patria dapat dilihat padaLampiran 1. *Value Chain* yang ada di STMIK Bina Patria

3.3. Analisis SWOT

Analisis SWOT dilakukan untuk melihat kondisi internal STMIK Bina Patria. Mulai dari keunggulan (*Strength*), Kelemahan (*Weakness*), Kesempatan,(*Opportunity*) dan Ancaman (*Threat*).

Terdapat 3 *Strength*, 6 *Weakness*, 2 *Opportunity*, dan 3 *Threat*.Berikut ini adalah detil masing-masing komponen dari analisis SWOT untuk STMIK Bina Patria.

Strength (S)

S1. Saat ini mempunyai 3 program studi meliputi Teknik Informatika - S1, Sistem Informasi - S1, Manajemen Informatika - D3. Khusus kelas parallel di buka jurusan TI - S1 dan SI - S1.

S2. Kurikulum yang selalu diperbaharui sesuai dengan perkembangan teknologi dan tuntutan dunia kerja (*stakeholder*).

S3. Jumlah mahasiswa tiap angkatan penerimaan mahasiswa baru sejumlah 300 mahasiswa dengan total mahasiswa 600 orang.

Weakness (W)

W1. Belum adanya sistem penjaminan mutu untuk menunjang standarisasi mutu pendidikan baik per program studi maupun untuk institusi.

W2. Minimnya sumber daya dan pengelolaan atau manajemen sumber daya manusia.

W3. Kurangnya sarana pendukung dalam proses belajar mengajar (Laboratorium Komputer dan Teknologi Informasi, Laboratorium Teknik Informatika, penambahan sarana dan buku perpustakaan).

W4. Kurang menggalakan kegiatan penelitian dan pengabdian maupun mengadakan karya ilmiah maupun kegiatan seminar baik lokal maupun nasional.

W5. Kurangnya sumber dana keuangan dari yayasan untuk operasional lembaga dalam mendukung proses belajar mengajar dan pemasaran mahasiswa baru.

W6. Belum terintegrasinya komputerisasi sumber daya informasi dalam pelayanan mahasiswa.

Opportunity (O)

O1. Jumlah PTS yang berlatar belakang komputer masih sedikit baik lingkup Karisidenan Kedu maupun Kopertis Jawa Tengah Wilayah VI. Hanya ada 2, yaitu STMIK Bina Patria Magelang dan 1 universitas kompetitor.(Daftar Universitas)

O2. Jumlah SDM yang menguasai komputer masih sangat kurang dibandingkan dengan peluang kerja yang ada (Tribun News, 2014)

Threat (T)

T1. STMIK Bina Patria sampai saat ini belum terakreditasi sehingga dapat menurunkan citra di mata masyarakat.

T2. Perkembangan TI yang begitu cepat sehingga membutuhkan investasi yang sangat besar.

T3. Universitas Kompetitor Magelang ada jurusan D3 Teknik Informatika dan S1 Teknik Informatika.

3.1.4. Analisis Strategi Perusahaan

Pada bagian ini akan dijelaskan hasil analisis strategi perusahaan. Analisis strategi perusahaan dihasilkan dari analisis objektif/sasaran dan analisis *Critical Success Factor* (CSF).Dari masing-masing sasaran dan CSF yang sudah dihasilkan, ditentukan strategi dan kebutuhan informasi.

Analisis strategi perusahaan menghasilkan 45 kebutuhan informasi. Dari masing-masing kebutuhan informasi, dapat ditentukan perangkat lunak yang dapat memenuhi kebutuhan informasi tersebut. Detail dari hasil analisis strategi perusahaan dapat dilihat pada Lampiran 2. Analisis Strategi Perusahaan

4. Penutup

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat ditarik beberapa kesimpulan:

1. Berdasarkan hasil analisis PEST, Analisis Kompetitif Porter, Analisis *Value Chain*, dan Analisis *Critical Success Factor* dihasilkan strategi perusahaan dan kebutuhan informasi STMIK Bina Patria.

2. Dihasilkan 45 daftar kebutuhan informasi STMIK Bina Patria, dari masing-masing kebutuhan informasi, dapat ditentukan portfolio aplikasi yang harus dibangun.
3. Dari Hasil analisis, STMIK Bina Patria dapat mempertimbangkan untuk melakukan perbaikan atau pembuatan strategi baru untuk meningkatkan kemampuan kompetitif perusahaan dalam menghadapi persaingan bisnis saat ini.

4.2. Saran

Hasil analisis ini dilakukan dengan melihat kondisi saat ini, sehingga untuk masa yang akan datang perlu dilakukan analisis kembali. Analisis konteks bisnis dalam perusahaan harus dilakukan secara terus menerus agar dengan cepat dapat mengetahui kondisi persaingan serta kemampuan perusahaan dalam persaingan bisnis.

Penelitian selanjutnya dapat dilakukan untuk menghasilkan portfolio aplikasi dari STMIK Bina Patria berdasarkan hasil analisis strategi perusahaan dan kebutuhan informasi STMIK Bina Patria. Pemenuhan portfolio aplikasi dapat dikelompokkan berdasarkan kemampuan pemenuhan sumber daya STMIK Bina Patria

Daftar Pustaka

Bullen, C., & Rockart, J. (1981). A Premer on Critical Success Factors.

Daftar Universitas. (n.d.). *Daftar Universitas Jawa Tengah*. Retrieved October 2, 2016, from Daftar Universitas: www.daftar-universitas.com

Earl, M. (1996). *Manajemen Strategies for Information Technology.* Prentice Hall.

Heriadi, A., Suyanto, M., & Sudarmawan. (2014). Perencanaan Strategis Sistem Informasi STMIK Cahaya Surya Kediri. *Citec Journal, 1* (1), 15-24.

Kasenda, M. G., Nugroho, E., & Sulistyo, S. (2014). Perencanaan Strategis Teknologi Informasi Pada Sektor Publik Menggunakan Kerangka The Open Group Architecture Framework (TOGAF). *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia* (pp. 51-59). SESINDO.

Kristanto, T. (2015). Perencanaan Strategis SIstem Informasi Dan Teknologi Informasi Pada PT Adira Dinamika Multi Finance. *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia.* SESINDO.

Porter, M. E. (1979). *How Competitive Force Shape Strategy.*

Porter, M., & Millar, V. (1985, July-August). How Information Gives You Competitive Advantages. *Harvard Business Review* , pp. 149-152.

Shank, M., Boynton, A., & Zmud, R. (1985, June). Critical Success Factor in MIS Planning. *MIS Quarterly* , pp. 121-129.

Silanegara, I., Tama, B. A., Diat, N., & L, M. (2011). Perenacaan Strategis Teknologi Informasi (Studi Kasus: Politeknik Negri Jakarta). *Jurnal Generic, 6* (1), 13-18.

Tribun News. (2014). *Dibutuhkan 6 Juta Tenaga IT Indonesia Pada Pasar Bebas 2015*. Retrieved 10 1, 2016, from Tribunnews.com: http://www.tribunnews.com/nasional/2014/04/29/dibutuhkan-6-juta-tenaga-it-indonesia-pada-pasar-bebas-2015

Ward, J., & Peppard, J. (2002). *Strategic Planning for Information Systems.* English: John Willey & Sons.

Wedhasmara, A. (2009). Langkah-langkah Perencanaan Strategis Sistem Informasi dengan Menggunakan Metode Ward and Peppard. *Jurnal Sistem Informasi (JSI), 1* (1).

Widiati, I., Utami, E., & Henderi. (2015). Perencanaan Strategis Sistem Informasi Untuk Meningkatkan Keunggulan Kompetitif Sekolah Islam Terpadu. *Citec Journal, 2* (4), 29-40.

Biodata Penulis

Danny Sebastian S.Kom., M.M., M.T., memperoleh gelar Sarjana Komputer di Universitas Krisnten Duta Wacana. Memperoleh gelar Magister Manajemen di Universitas Pelita Harapan, dan Magister Teknik di Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Saat ini menjadi pengajar di Universitas Kristen Duta Wacana.

Robet Habibi S.Kom., M.T., memperoleh gelar Sarjana Komputer di STIMIK Bina Patria Magelang. Memperoleh gelar Magister Teknik di Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Saat ini menjadi pengajar di STMIK Bina Patria Magelang.

Lampiran

Lampiran 1. *Value Chain* yang ada di STMIK Bina Patria

Lampiran 2. Analisis Strategi Perusahaan

Value Chain	Proses
PMB	
	Calon mahasiswa baru datang secara langsung ke kampus untuk melakukan proses pendaftaran
	Calon mahasiswa mengumpulkan kelengkapan dokumen sebagai syarat administrasi. Dokumen yang dikumpulkan dalam bentuk hard file
	Calon mahasiswa membayar biaya pendaftaran dan menerima bukti pendaftaran dan rincian biaya kuliah. Proses pembayaran dilakukan dengan pembayaran tunai di BAU
	Staff PMB memberikan data mahasiswa baru ke BAAK untuk diinputkan ke Sistem Informasi PMB. Data dari mahasiswa baru berupa hard file diberikan ke BAAK untuk diinputkan ke Sistem Informasi PMB
	Mahasiswa baru melakukan pembayaran angsuran awal di BAU. Proses pembayaran dilakukan dengan pembayaran tunai di BAU
PBM	
Entri KRS	Berlaku sistem paket untuk mata kuliah per semester, mahasiswa tidak perlu memilih sendiri mata kuliah yang akan diikuti. Mahasiswa mengambil KRS di BAAK yang dicetak melalui SiAkad.
Kuliah	Pada proses perkuliahan, mahasiswa melakukan presensi dengan tanda tangan di lembar presensi setiap mengikuti mata kuliah
Ujian	
Rekapitulasi mahasiswa peserta ujian	BAAK mengolah data presensi mahasiswa yang diijinkan mengikuti ujian dengan presensi > 75%. Proses dilakukan secara manual dengan melihat data presensi harian mahasiswa.
Pelaksanaan ujian	Mahasiswa mengambil kartu ujian di BAAK.
	Ujian dilaksanakan sesuai jadwal, jadwal ujian dilihat di papan pengumuman.
	Mahasiswa melakukan presensi ujian dan kartu ujian ditandatangi oleh petugas penjaga ujian sebagai bukti sudah mengikuti ujian.
Pengolahan nilai	Ujian dikoreksi oleh masing-masing dosen pengampu mata kuliah. Dosen menyerahkan nilai ujian ke BAAK, kemudian diinputkan ke SiAkad.
	Mahasiswa mendapatkan Kartu Hasil Studi dengan meminta ke BAAK dan dapat melihat di sistem informasi akademik secara lokal area kampus
Tugas Akhir	
Pendaftaran TA	Pendaftaran TA melalui BAAK dengan menunjukan bukti pembayaran angsuran terakhir, transkrip nilai yang dicetak oleh BAAK.
	Pembayaran pendaftaran TA dilakukan melalui BAU. BAU akan menginput data pembayaran ke SiKeu dan memberikan bukti pembayaran ke Mahasiswa
Pelaksanaan TA	Mahasiswa melakukan bimbingan selama proses pembuatan TA, bertemu langsung dengan pembimbing.
Ujian TA	
Wisuda	Mahasiswa mendaftar wisuda, pendaftaran wisuda dilakukan melalui BAAK dengan menunjukan bukti telah mengikuti sidang pendadaran
	Mahasiswa membayar biaya, pembayaran wisuda dilakukan melalui BAU, kemudian akan mendapatkan bukti pembayaran wisuda serta undangan wisuda
	Wisuda dilaksanakan oleh seluruh mahasiswa yang lulus, seluruh Dosen dan Staff serta pihak terkait lainnya
PENELITIAN DAN ABDIMAS	
Dosen berkesempatan mengadakan penelitian satu semester minimal satu kali	Penelitian yang dilakukan belum dikelola dengan baik. Belum ada pengolahan data penelitian yang dilakukan oleh Dosen.
Melibatkan mahasiswa dalam kegiatan penelitian yang dilakukan oleh Dosen	Mahasiswa diajak oleh Dosen untuk membantu penelitian yang sedang dilaksanakan
Melakukan kegiatan bhakti sosial	Kegiatan bhakti sosial dilakukan ketika ada bencana, penggalangan dana, pemberian pelatihan ke masyarakat, dll.

Lampiran 3. Analisis Strategi Perusahaan

Objective	**CSF**	**Strategi**	**Kebutuhan Informasi**
Menghasilkan lulusan yang dapat beradaptasi dengan kebutuhan pasar tenaga kerja[obj-1a]	- Suasana akademik yang baik [csf-1a] - Fasilitas internal yang baik [csf-3a]	- Menyediakan materi yang sesuai dengan kurikulum [S2] - Meningkatkan kompetensi dan kemampuan Dosen [W2]	- Materi pelajaran - Isu terbaru tentang teknologi yang berkembang - Data dosen yang terkait dengan skill individu - Informasi tentang kompetensi Dosen dari Universitas yang mempunyai konsentrasi IT
Meningkatkan kualitas proses belajar mengajar[obj-1b]			
Menerima mahasiswa baru sesuai dengan kapasitas ruang yang tersedia[obj-2a]	- Tersedia fasilitas pelayanan yang baik [csf-2a] - Kemampuan akademik yang baik dari mahasiswa baru [csf-2b]	- Memperkirakan jumlah mahasiswa baru yang akan masuk [S3] - Melakukan promosi secara tepat sasaran [O1] - Melakukan tes ujian masuk dan cut off ujian masuk dengan batas nilai tertentu [S1 & S3]	- Data mahasiswa saat ini - Data mahasiswa dalam kurun waktu beberapa tahun terakhir - Informasi jumlah kelulusan SMA/SMK sederajat di area Magelang dan Kedu - Materi tes masuk yang sesuai - Data calon mahasiswa baru yang mendaftar - Hasil ujian masuk calon mahasiswa baru - Tata cara pendaftaran yang jelas dan mudah dipahami pendaftar - Kritik dan saran dari calon mahasiswa terkait penerimaan mahasiswa baru
Menerima mahasiswa baru dengan kualitas akademik yang lebih baik[obj-2b]			
Meningkatkan pelayanan penerimaan mahasiswa baru[obj-2c]			
Meningkatkan jumlah penelitian yang berkaitan dengan teknologi informasi[obj-3a]	- Suasana akademik yang baik [csf-1a] - Tersedia fasilitas pelayanan yang baik [csf-2a] - Fasilitas internal yang baik [csf-3a]	- Menetapkan target penelitian untuk setiap dosen dan pemberian reward dan punishment kepada dosen [W4] - Melakukan penyaringan kepada mahasiswa untuk mendapatan mahasiswa potensi [S3] - Memberikan reward kepada mahasiswa yang mau ikut serta dalam kegiatan peneilitan [W4] - Melakukan kegiatan sosial yang melibatkan mahasiswa [W4]	- Literature yang berkualitas - Data kegiatan penelitian dosen - Informasi mahasiswa dan kegiatan perkuliahan - Informasi tentang kebutuhan masyarakat atau bantuan yang bisa diberikan - Informasi perkembangan di masyarakat terkini dan aktual
Meningkatkan keterlibatan mahasiswa dalam penelitian[obj-3b]			
Meningkatkan jumlah pengabdian masyarakat[obj-3c]			
Meningkatkan jumlah keterlibatan mahasiswa dalam pengabdian masyarakat[obj-3d]			
Meningkatkan kegiatan mahasiswa yang berhubungan dengan peningkatan kapasitas keilmuan [obj-4a]	- Suasana akademik yang baik [csf-1a] - Fasilitas internal yang baik [csf-3a] - Iklim penelitian yang baik [csf-4a]	- Menetapkan target kegiatan mahasiswa dalam satu tahun akademik [W4] - Menyediakan dana untuk kegiatan mahasiswa [W5] - Memberikan pelatihan wajib hard skill atau soft skill kepada mahasiswa [W4]	- Akses untuk mengajukan kegiatan yang akan diselenggarakan - Kegiatan ilmiah yang potensial dan bermanfaat - Pengisi seminar yang kompeten dalam bidangnya - Skill yang dibutuhkan oleh mahasiswa - Pelatih yang memiliki kompetensi dalam bidangnya
Meningkatkan partisipasi mahasiswa dalam kegiatan ilmiah [obj-4b]			
Meningkatkan kegiatan mahasiswa			

yang bersifat pelatihan [obj-4c]			
Meningkatkan kualitas dosen [obj-5a] Meningkatkan minat mahasiswa membaca buku perpustakaan [obj-5b] Memperbaiki manajemen informasi [obj-5c]	- Fasilitas internal yang baik [csf-3a] - Dosen memiliki kemampuan akademik dan teknis yang baik [csf-5a] - Tersedia buku-buku terbaru yang sesuai dengan kebutuhan ilmu IT [csf-5b]	- Memberikan pelatihan/sertifikasi skill kepada dosen [W2] - Memberikan beasiswa kepada dosen untuk melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi [W2] - Membeli buku yang sesuai dengan kebutuhan kurikulum dan up to date [W3] - Mengganti hardware dan software yang sudah usang dengan teknologi baru [W3]	- Spesifikasi kompetensi dosen - Track record prestasi dosen - Informasi beasiswa dalam atau luar negeri - Informasi kinerja dosen - Buku-buku terbaru yang sesuai dengan kebutuhan kurikulum - Informasi tentang detail hardware yang digunakan - Hardware yang sudah layak untuk diganti - Software yang banyak digunakan di dunia kerja dan populer
Objective	**CSF**	**Strategi**	**Kebutuhan Informasi**
Meningkatkan kualitas manajemen kepemimpinan [obj-6a] Meningkatkan kualitas pengelolaan program studi [obj-6b]	- Suasana akademik yang baik [csf-1a] - Fasilitas internal yang baik [csf-3a] - Memiliki sumber daya manusia yang kompeten [csf-6a]	- Menyediakan kebutuhan informasi yang baik dan terpercaya tentang kinerja dosen dan staff [W2] - Menyediakan sarana untuk memberikan masukan, kritik, dan pelaporan masalah untuk setiap prodi yang mudah diakses [W6] - Menyediakan informasi kegiatan perkuliahan setiap hari [W6]	- Informasi tentang tanggungjawab setiap dosen atau staff - Informasi tentang presensi dan kegiatan setiap dosen atau staff - Saran, kritik dan masukan dari semua pihak - Pelaporan masalah yang bisa langsung diketahui oleh ketua prodi - Informasi perkuliahan yang berlangsung seperti jadwal, presensi kehadiran dosen dan mahasiswa - Informasi hasil perkuliahan
Menjalin kerjasama dan kemitraan dengan berbagai instansi baik negeri maupun swasta [obj-7a] Menjalin kerjasama dan kemitraan dengan lembaga terkait untuk peningkatan kualitas akademik. [obj-7b]	- Terjalin hubungan komunikasi yang baik dengan mitra [csf-7a]	- Menyediakan kebutuhan informasi yang baik dan terpercaya untuk mitra baik instansi negeri maupun swasta [O2] - Menyediakan kebutuhan informasi yang dan terpercaya untuk lembaga terkait [W1]	- Akses informasi mengenai perguruan tinggi - Akses informasi mengenai perusahaan, instansi yang memiliki hubungan dengan STMIK Bina Patria - Informasi mengenai lulusan
Mewujudkan lembaga penjaminan mutu [obj-8a] Meningkatkan kualitas penjaminan mutu [obj-8b]	- Memiliki sumber daya manusia yang kompeten [csf-6a]	- Menyediakan kebutuhan data untuk mendukung penjaminan mutu [W1] - Menyediakan sarana untuk memberikan masukan, kritik dan pelaporan mutu pendidikan [W1]	- Informasi sumber daya yang kompeten dalam penjaminan mutu - Pedoman standarisasi mutu pendidikan - Laporan penjaminan mutu - Informasi perkuliahan yang berlangsung seperti jadwal, presensi kehadiran dosen dan mahasiswa - Informasi hasil perkuliahan - Informasi sarana dan prasarana yang sesuai dengan standard

Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (KNASTIK 2016) *ISSN: 2338-7718*
Yogyakarta, 19 November 2016

PENGGUNAAN STANDAR PENGKODEAN INTERNASIONAL SEBAGAI SISTEM PENDUKUNG PERESEPAN

Daniel Chriswinanto Adityo Nugroho[1] , Lukas Chrisantyo[2]

[1]Bagian Teknologi dan Informasi Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta, Indonesia
daniel_can@staff.ukdw.ac.id
[2]Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana
lukaschris@ti.ukdw.ac.id

Abstrak

Pembangunan sistem pendukung peresepan pasien membutuhkan adanya standarisasi penyebutan gejala dan klasifikasi obat. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan adanya International Classification of Primary Care (ICPC) yang memiliki kodifikasi untuk gejala serta klasifikasi Anatomical Therapeutic Chemical untuk obat-obatan yang telah diakui oleh WHO. Sistem disusun berdasarkan basis pengetahuan, berupa tabel yang menghubungkan kode gejala dengan kode obat. Sistem pendukung peresepan tersebut akan mengingatkan dokter apabila tidak memberikan obat simtomatik pada suatu gejala yang diderita oleh pasien atau apabila memberikan obat simtomatik pada pasien yang tidak mengalami gejala.

***Kata Kunci* :** *peresepan, ICPC, ATC, basis data*

1. Pendahuluan

Pemilihan obat oleh dokter merupakan salah satu tahapan penting dalam pemberian terapi. Sekitar 70% kesalahan pemberian terapi bersumber dari kesalahan peresepan (Kuo et al. 2008). Akibat dari kesalahan pemberian tersebut dapat berdampak pada timbulnya efek samping parah obat. Di Amerika Serikat, rata-rata terjadi kesalahan peresepan pada 4 dari 1000 pasien di rumah sakit (Velo & Minuz 2009).

Perkembangan sistem informasi klinis terutama dengan adanya sistem peresepan dapat mengurangi kesalahan peresepan, terutama kesalahan yang mungkin terjadi pada peresepan manual seperti kesalahan dalam pembacaan resep tulisan tangan (Radley et al. 2013). Pada perkembangan yang lebih lanjut, beberapa sistem peresepan dilengkapi dengan pendukung medis. Pendukung tersebut meliputi sistem peringatan alergi obat, panduan dosis obat, panduan formularium obat, pengecekan duplikasi terapi, dan interaksi obat (Kuperman et al. 2007).

Namun beberapa permasalahan terkait peresepan masih dapat dijumpai. Permasalahan tersebut berupa lupa memberikan obat simtomatik yang dibutuhkan pasien, pemberian obat simtomatik yang tidak sesuai, hingga kontraindikasi penggunaan obat. Pembangunan sistem informasi klinis dengan sistem peringatan (*warning system*) dengan menggunakan gejala dan obat masih menemui kendala. Selama ini rekam medis elektronik tidak memiliki standar dalam penyebutan gejala, yang menyulitkan untuk sistem untuk mengolah hasil anamnesis (Verbeke et al. 2006).

WHO sendiri telah mengakui beberapa standar klasifikasi internasional di bidang medis. Standar klasifikasi tersebut di antaranya adalah standar klasifikasi di layanan *primer*, standar klasifikasi diagnosis, standar klasifikasi obat, dan beberapa standar klasifikasi lain. Dengan adanya standar klasifikasi yang diakui secara internasional ini, diharapkan permasalahan terkait peresepan dapat diminimalisir melalui sistem informasi pendukung peresepan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. *International Classification of Primary Care*

International Classification of Primary Care (ICPC) merupakan sebuah standar pengkodean internasional yang untuk mempermudah pencatatan di layanan kesehatan primer. ICPC telah digunakan sejak 1987 dan telah

diakui oleh WHO sebagai standar klasifikasi internasional. Penggunaan ICPC bertujuan untuk mempermudah pencatatan dan analisis data terkait alasan kunjungan ke layanan kesehatan, permasalahan yang ditangani, dan intervensi yang dilakukan oleh layanan primer. Versi ICPC yang digunakan saat ini adalah versi revisi kedua.

Struktur pengkodean ICPC merupakan struktur biaksial, yang terdiri dari 1 huruf di awal yang menunjukkan bagian, serta 2 angka yang menunjukkan komponen. Terdapat 17 bagian, yaitu:

- A: Umum dan tidak spesifik
- B: Darah, organ pembentuk darah, limfatika, limpa
- D: Digesti
- F: Mata
- H: Telinga
- K: Sirkulasi
- L: Muskuloskeletal
- N: Neurologis
- P: Psikologis
- R: Respirasi
- S: Kulit
- T: Endokrin, Metabolik, dan Nutrisi
- U: Urologi
- W: Kehamilan, Kelahiran, Perencanaan Keluarga
- X: Sistem genitalia wanita dan payudara
- Y: Sistem genitalia laki-laki
- Z: Masalah sosial

Sedangkan komponen klasifikasi ICPC terdiri dari 7, yaitu keluhan dan gejala (-1 sampai -29), prosedur diagnostik, *screening*, dan *preventif* (-30 sampai -49), prosedur pengobatan dan terapi (-50 sampai -68), hasil tes (-60 dan -61), prosedur administratif (-62), perujukan dan alasan kunjungan lain (-63 sampai -69), serta penyakit yang diderita (-70 sampai -99) (Miller et al. 2009).

Contoh penggunaan klasifikasi ICPC adalah kode D02, yang menunjukkan gejala nyeri perut *epigastrik*. Kode D menunjukkan adanya gangguan pada sistem pencernaan, dan kode -02 menunjukkan gejala yang dialami. Contoh lain adalah kode K75 yang menunjukkan penyakit *infark myokardial* akut. Kode K menunjukkan adanya gangguan pada sistem sirkulasi, dan kode -75 menunjukkan penyakit yang diderita.

2.2. Sistem Klasifikasi *Anatomical Therapeutic Chemical*

Anatomical Therapeutic Chemical (ATC) merupakan klasifikasi obat yang dibangun oleh *Norwegian Medicinal Depot* pada tahun 1970. Klasifikasi ini kemudian diakui oleh WHO pada tahun 1981. Sistem ATC bertujuan untuk memudahkan penelitian dalam utilisasi obat (*WHO Collaborating Center for Drugs Statistic Methodology 2013*). Klasifikasi ini digunakan untuk mengelompokkan obat berdasarkan efek terapetik dan karakteristik kimia dari kandungan aktif suatu obat (Hutchinson et al. 2004).

Sistem ATC membagi obat dalam kelompok-kelompok pada 5 tingkatan berbeda. Tingkatan pertama membagi obat berdasarkan anatomi tubuh, yang terdiri dari 14 kelompok utama. Tingkatan pertama ditulis dengan huruf kapital. Tingkatan kedua membagi obat dalam sub kelompok terapetik atau kegunaan obat, yang ditulis dengan 2 digit angka. Tingkatan ketiga dan keempat menunjukkan sub kelompok *farmakologis* yang masing-masing terdiri dari 1 huruf. Tingkatan kelima menunjukkan kandungan kimia dari obat yang ditulis dengan 2 digit angka (*WHO Collaborating Center for Drugs Statistic Methodology* 2013).

Contoh penggunaan sistem ATC adalah kode A10BA02. A pertama menunjukkan obat untuk sistem pencernaan dan metabolisme. Kode A10 menunjukkan obat tersebut digunakan pada pasien diabetes. Kode A10B menunjukkan obat yang berfungsi menurunkan glukosa darah. Kode A10BA menunjukkan obat golongan *Biguanida*, dan kode A10BA02 menunjukkan obat *metformin*.

2.3. Sistem Basis Data

Dalam mendukung perancangan sistem pendukung peresepan, diperlukan basis data yang menampung data gejala dan data obat untuk kemudian direlasikan. Konsep ini didasarkan pada teori model basis data relasional. Di dalam model ini dikenal tabel yang berupa struktur dua dimensi yang terdiri dari *rows* dan *columns*. Tiap *row* mewakili kemunculan instans tunggal dari entitas. Tiap *column* mewakili atribut dari entitas dengan domain yang telah ditentukan.

Tiap *row* dari suatu tabel harus saling berbeda. Pembeda dari tiap row disebut sebagai *key*. Pada suatu tabel mandiri terdapat *primary key*. Sedangkan tabel yang mengacu ke tabel lain membutuhkan *foreign key*.

Tabel-tabel dalam basis data saling berelasi. Jenis relasi ada tiga macam, yaitu *one-to-one*, *one-to-many*, dan *many-to-many*. Tabel direlasikan dengan menghubungkan *key* yang dimiliki. Relasi yang bisa diimplementasikan adalah relasi yang berada dalam kondisi *one-to many*. Untuk mengubah relasi dari *many-to-many* dengan *one-to-many* dibutuhkan penambahan entitas asosiatif di antara kedua tabel yang berelasi. Entitas tersebut berisi kedua kunci dari tabel induk, dan bisa ditambahkan atribut yang tergantung pada kedua kunci komposit. (Coronel et al. 2015).

2. Analisis dan Pembahasan

Penggunaan ICPC sangat membantu dalam standarisasi penyebutan gejala. Demikian pula dengan ATC yang membantu mengklasifikasikan obat. Dengan gejala dan obat yang telah dikodekan, maka akan lebih mudah dalam membangun sistem informasi pendukung peresepan. Karena adanya kemungkinan kesamaan kode untuk gejala dan obat, maka dapat ditambahkan huruf g di depan kode gejala dan huruf o di depan kode obat.

Sistem dibangun berdasarkan basis pengetahuan. Pembangunan sistem ini diawali dengan pembangunan tabel kode gejala dan tabel kode obat.

Tabel 1.Contoh tabel kode gejala

kode_gejala	gejala
gA02	Demam
gD07	Dispepsia
gD09	Mual
gN01	Nyeri Kepala
gN07	Kejang
gR03	Mengi
gR05	Batuk
gS02	Gatal

Tabel 2.Contoh tabel kode obat

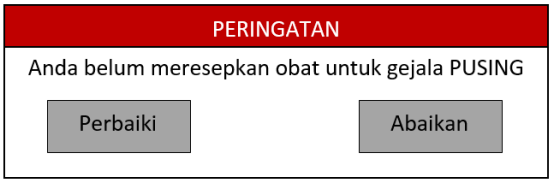
kode_obat	gejala
oA02	Obat terkait gangguan asam lambung
oA04	Antiemetik
oN02	Analgesik & antipiretik
oN03	Antiepileptik
oR03	Obat untuk obstruksi jalan napas
oR05	Obat batuk
oR06	Antihistamin
oD04	Antipruritus

Setelah menyusun daftar kode obat dan gejala, diketahui relasi antara kedua tabel tersebut adalah sebagai berikut: satu gejala memungkinkan untuk mendapatkan pengobatan dari beberapa obat, dan satu obat dapat digunakan untuk mengobati beberapa gejala. Berdasarkan teori basis data, relasi entitas *many-to-many* antara tabel kode gejala dengan tabel kode obat diimplementasikan dengan menambahkan tabel baru yang berlaku sebagai entitas asosiatif yang ditunjukkan pada Tabel 3.

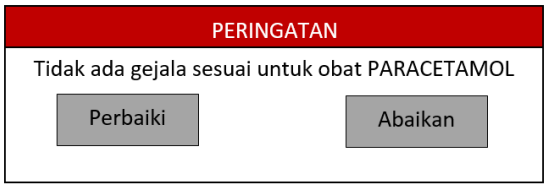
Tabel 3.Contoh tabel interaksi kode gejala dan kode obat

kode_gejala	kode_obat
gA02	oN02
gD07	oA02
gD09	oA02
gD09	oA04
gN01	oNO2
gN07	oNO3
gR03	OR04
gR05	oR05
gS02	oR06
gS02	oD04

Sistem peringatan peresepan dapat dibagi menjadi 2 peringatan. Apabila ditemukan adanya gejala yang tidak diberikan pengobatan, ditandai dengan adanya kode_gejala yang tidak disertai dengan kode_obat yang sesuai, maka akan mucul peringatan yang berbunyi “Anda belum meresepkan obat untuk gejala …….”. Kolom kosong diisi gejala yang belum mendapatkan pengobatan. Demikian pula apabila ditemukan pengobatan yang tidak berdasarkan gejala yang sesuai, ditandai dengan adanya kode_obat yang tidak disertai kode_gejala yang sesuai. Peringatan yang muncul dapat berbunyi “Tidak ada gejala untuk obat ……”. Kolom kosong diisi obat yang tidak berdasarkan gejala yang ada.



Gambar 1. Contoh peringatan gejala



Gambar 2. Contoh peringatan obat

Sistem yang dibangun berdasarkan basis pengetahuan akan menganalisis data gejala dan obat yang diinput oleh pengguna saat proses pemeriksaan pasien berlangsung dan dibandingkan dengan basis pengetahuan. Apabila semua gejala telah diberikan pengobatan dan obat yang diberikan sesuai dengan gejala yang ada maka tidak muncul peringatan dari sistem. Tetapi apabila ada yang tidak sesuai, baik gejala yang tidak diberikan pengobatan atau obat yang diberikan tanpa ada gejala, maka akan muncul notifikasi dari sistem.

4. Penutup

Dengan adanya sistem informasi pendukung peresepan pasien ini diharapkan dapat mengurangi kejadian kesalahan peresepan. Dibutuhkan adanya kamus data kode gejala, kode obat dan interaksi kode gejala dan kode obat yang lengkap. Pengembangan sistem peringatan ini dapat dilakukan dengan menambahkan prasyarat lain seperti diagnosis dan hasil pemeriksaan penunjang.

Daftar Pustaka

Coronel, C. et al., 2015. Database System: Design, Implementation, and Management, Eleventh Edition. Cengage Learning.

Hutchinson, J.M. et al., 2004. Measurement of antibiotic consumption : A practical guide to the use of the Anatomical Therapeutic Chemical classification and Defined Daily Dose system methodology in Canada. *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology*, 15(1).

Kuo, G.M. et al., 2008. Medication errors reported by US family physicians and their office staff. *Quality and Safety in Health Care*, 17(4), pp.286–290.

Kuperman, G.J. et al., 2007. Medication-related Clinical Decision Support in Computerized Provider Order Entry Systems : A Review. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 14(1), pp.29–40.

Miller, G.C., Britt, H. & Halloran, J.O., 2009. International Classification of Primary Care.

Radley, D.C. et al., 2013. Reduction in medication errors in hospitals due to adoption of computerized provider order entry systems. *Journal of the American Medical Informatics Association : JAMIA*, 20(3), pp.470–6. Available at: http://jamia.oxfordjournals.org/content/20/3/470.abstract.

Velo, G.P. & Minuz, P., 2009. Medication errors: Prescribing faults and prescription errors. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 67(6), pp.624–628.

Verbeke, M. et al., 2006. The International Classification of Primary Care (ICPC-2): an essential tool in the EPR of the GP. *Studies in health technology and informatics*, 124, pp.809–814.

WHO Collaborating Center for Drugs Statistic Methodology, 2013. *Guidelines for and DDD assignment* 16th ed., Oslo: Norwegian Institute of Public Health.

Biodata Penulis

Daniel Chriswinanto Adityo Nugroho, memperoleh gelar S1 dan profesi dokter di Universitas Gadjah Mada. Saat ini sedang mengambil S2 Sistem Informasi Manajemen Kesehatan di Universitas Gadjah mada dan menjadi staf pengajar di Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.

Lukas Chrisantyo, memperoleh gelar S1 di Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta. Memperoleh gelar S2 di Universitas Gadjah Mada.Saat ini menjadi staf pengajar di Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.

OBJECT COUNTING MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN (KASUS KANTIN KEJUJURAN BERBASIS *COMPUTER VISION*)

Abdur Rabi'[1] , Nachrowie[2]
[1, 2]Jurusan Teknik Elektro, Universitas Merdeka Malang, Malang, Indonesia
[1]arrabik@gmail.com, [2]rowie_delta@yahoo.com

Abstract

The innovation of computer vision has been applied to the Kantin Kejujuran. Kantin kejujuran is a booth that sell snacks and drinks with no shopkeeper. Object counting is a main part of innovation of computer vision in order to compute the snacks and drinks in real time with artificial neural network.

Keywords : *Kantin Kejujuran, artificial neural network, computer vision.*

1. Pendahuluan

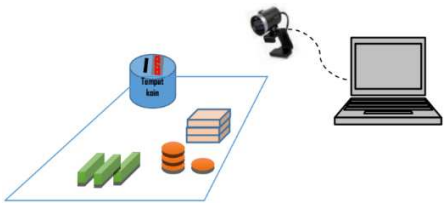
Salah satu upaya mencegah korupsi adalah dengan membiasakan kejujuran sejak dini pada anak-anak yang dapat dilakukan melalui pengadaan Kantin Kejujuran. Pada Kantin Kejujuran, pembeli mengambil sendiri, menghitung sendiri kemudian membayar sendiri. Keberadaan Kantin Kejujuran sering terbentur pada kenyataan adanya perilaku curang serta pengelolaan yang kurang serius. Penerapan *Computer Vision* (CV) pada Kantin Kejujuran diharapkan dapat menggairahkan kembali upaya pencegahan korupsi dengan membiasakan anak-anak berlaku jujur.

CV adalah proses otomasi yang mengintegrasikan pengolahan citra, klasifikasi, *recognition* dan pengambilan keputusan. Dalam konteks Kantin Kejujuran, permasalahannya adalah bagaimana menghitung jumlah masing-masing dari aneka obyek makanan secara *real time* berdasarkan input berupa citra hasil tangkapan *webcam*. Sementara itu, obyek yang akan dihitung tersebut, tersusun dalam aneka formasi seperti tunggal-terpisah, berhimpit-ganda, berhimpit-trio, dan seterusnya.

Dasar dari *object counting* adalah pemisahan obyek terhadap latar serta operasi *labeling* pada citra. Beberapa peneliti (Mezei dan Darabant, 2010), (Rabi', 2010), (Rabi' dan Nachrowie, 2015), menggunakan operasi-operasi morfologi citra untuk memisahkan obyek terhadap latar. Sementara peneliti lainnya (Vinay dan Kumar, 2015) menggunakan operasi selisih citra untuk memisahkan obyek terhadap latar kemudian menghitung obyek berupa kendaraan yang melintasi suatu perempatan jalan.

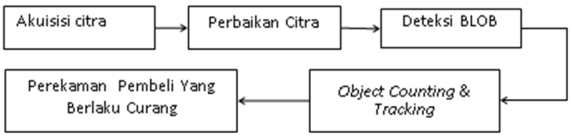
2. Metode Penelitian

Gambaran umum dari kantin kejujuran berbasis CV adalah seperti pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Gambaran Umum Sistem Kantin Kejujuran Berbasis CV
(Rabi' dan Nachrowie, 2015: 30)

Kerangka kerja dari *software* CV yang akan dikembangkan dalam penelitian ini dinyatakan dalam Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Kerangka Kerja Software CV Untuk Kantin Kejujuran
(Rabi' dan Nachrowie, 2015: 30)

Akuisisi citra dilakukan menggunakan *webcam* dengan format 640 x 480 *pixel* serta ruang warna RGB.

Perbaikan citra dilakukan dengan menggunakan operasi morfologi citra. Hasil dari perbaikan citra ini berupa BLOB (yang terdeteksi) yang kemudian dihitung regional properti-nya. Besaran regional properti inilah yang menjadi variabel penjelas untuk menaksir/ menghitung jumlah pada langkah berikutnya.

Object counting dan *tracking* dilakukan untuk menghitung jumlah makanan/ minuman yang terambil serta nilai uang yang terbayar oleh seorang pembeli. Posisi obyek makanan umumnya dalam

formasi berjejer, saling berhimpit ganda, trio, kuartet, hingga berhimpit 5. Untuk itu digunakan pendekatan JST untuk pengenalan aneka formasi BLOB dari obyek makanan yang akan dihitung. Penghitungan jumlah uang dilakukan dengan alat pencacah koin yang dapat membedakan jenis koin Rp 1000 dan Rp 500.

Perekaman pembeli yang (diduga kuat) berlaku curang dilakukan setelah menghitung nilai uang yang baru saja bertambah dibandingkan dengan jumlah obyek makanan yang berkurang. Jika nilai uang kurang dari yang seharusnya, maka beberapa frame dari citra yang diperoleh dari webcam lain (dipasang dalam posisi menghadap wajah pembeli) akan direkam.

3. Analisis dan Pembahasan

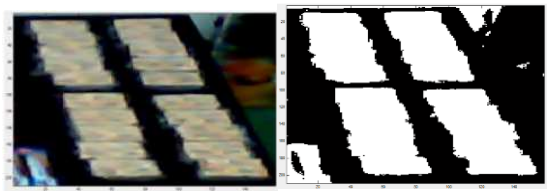
3.1. Akuisisi Citra

Untuk meningkatkan banyaknya jenis obyek yang dapat dikenali, dihitung, dan diawasi maka telah dibuat fasilitas yang memungkinkan area masing-masing obyek dapat dipartisi secara dinamis, dengan cara *cropping* untuk masing-masing obyek. Tampilan *form* untuk partisi dinamis ini dinyatakan seperti Gambar 3 berikut:

Gambar 3. Form Tampilan Untuk Partisi Dinamis Masing-masing Obyek

3.2. Perbaikan Citra

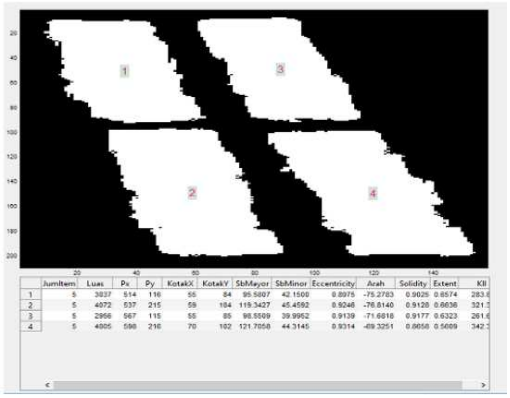
Hasil *cropping* menjadi bahan masukan dalam perbaikan citra dan deteksi BLOB. Terdapat 2 proses yang dilakukan dalam perbaikan citra, yakni: 1) Konversi dari citra RGB menjadi citra biner kemudian 2) Operasi morfologi. Konversi menjadi citra biner dilakukan untuk membedakan antara obyek dan latar. Operasi morfologi dilakukan untuk menghilangkan bingkai serta *noise* berupa obyek berukuran kecil.



Gambar 4. Konversi Menjadi Citra Biner

Pada Gambar 4, terlihat adanya beberapa obyek lain pada bingkai di atas dan kiri bawah dari citra biner, serta bintik-bintik kecil disekitar obyek. Untuk itu dilakukan operasi morfologi penghilangan bingkai serta penghapusan obyek berukuran luas kurang dari 81 *pixel*.

Tampilan *form* untuk perbaikan citra dan deteksi BLOB dinyatakan seperti pada Gambar 5 berikut:



Gambar 5. Form Tampilan Perbaikan Citra Dan Deteksi BLOB

3.3. Data Dan *Object Counting*

Untuk mengenali dan menghitung obyek berupa makanan/minuman yang dijual pada Kantin Kejujuran maka telah dikumpulkan data dari variabel-variabel yang dideskripsikan dalam Tabel 1 berikut:

Tabel 1**.** Deskripsi Variabel-variabel Target Dan *Input* Pelatihan JST

No	Keterangan	Satuan	Notasi
1	Jumlah item dalam suatu BLOB yang akan menjadi target pelatihan JST	buah	T
2	Luas BLOB	pixel	Luas
3	Jarak titik pusat BLOB terhadap bingkai kiri	pixel	Px
4	Jarak titik pusat BLOB terhadap bingkai atas	pixel	Py
5	Rasio panjang sumbu minor terhadap panjang sumbu	–	Ecce
6	Arah BLOB	derajat	Arah
7	Rasio luas terhadap *convex*	–	Soli
8	Rasio luas terhadap *bounding*	–	Exte
9	Keliling BLOB	pixel	Kll
10	*convex area*	pixel	LuasC

Gambar 6. Form Tampilan Untuk Partisi Dinamis Masing-masing Obyek

Beberapa contoh hasil pengumpulan data untuk pelatihan *object counting* yang diperoleh dari citra tangkapan *webcam* antara lain seperti berikut:

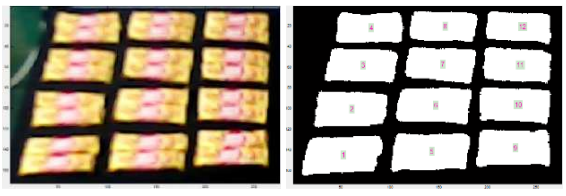
Data Obyek 1

Obyek1 adalah jenis jajanan biskuit merk "Ob1" seperti terlihat pada Gambar 6 berikut.

Terdapat 6 BLOB pada citra sebelah kanan dari Gambar 6. Masing-masing BLOB berisi jumlah item 4. Data yang diperoleh dari formasi obyek pada Gambar 6 dinyatakan dalam Tabel 2 berikut

Tabel 2**.** Data Yang Diperoleh Dari Citra Pada Gambar 6

Label	T	Luas	Px	Py	Ecce	Arah	Soli	Ext	Kll	LuasC
1	4	5991	92	292	0,78	9,86	0,96	0,80	331	6251
2	4	4899	107	219	0,81	8,26	0,91	0,78	318	5377
3	4	4113	128	158	0,82	7,64	0,93	0,80	282	4436
4	4	6091	203	294	0,74	1,38	0,96	0,85	334	6365
5	4	4933	211	224	0,77	2,36	0,95	0,83	300	5203
6	4	4155	224	157	0,82	5,35	0,94	0,86	282	4430



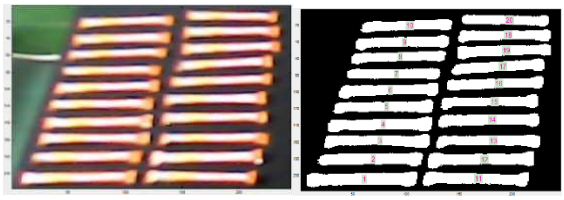
*Gambar 7***.** Citra Biskuit Merk "Ob1" Formasi Ganda

Agar sistem dapat mengenali dan menghitung jumlah obyek biskuit merk "Ob1" maka diperlukan data-data pelatihan berbagai formasi BLOB dan jumlahnya. Gambar 7 berikut adalah citra obyek biskuit merk "Ob1" formasi ganda.

Terdapat 12 BLOB pada citra sebelah kanan dari Gambar 7. Masing-masing BLOB berisi jumlah item 2. Data yang diperoleh dari formasi obyek pada Gambar 7 dinyatakan dalam Tabel 3 berikut:

Tabel 3**.** Data Yang Diperoleh Dari Citra Pada Gambar 7

Lab	T	Luas	Px	Py	Ecce	Arah	Soli	Exte	Kll	Lua
1	2	2610	106	229	0,90	6,51	0,947	0,806	228	275
2	2	2306	114	184	0,89	1,82	0,942	0,843	217	244
3	2	2135	126	142	0,90	0,76	0,938	0,837	206	227
4	2	1878	134	106	0,91	1,26	0,933	0,894	193	201
5	2	2661	197	226	0,90	3,22	0,939	0,854	233	283
6	2	2382	201	181	0,90	0,72	0,943	0,848	217	252
7	2	2114	208	141	0,90	-2,12	0,954	0,827	205	221
8	2	1839	210	104	0,91	-0,40	0,955	0,876	191	192
9	2	2431	282	222	0,89	0,96	0,929	0,889	220	261
10	2	2234	283	180	0,90	-2,64	0,939	0,850	208	237
11	2	2070	286	142	0,89	-3,44	0,94	0,845	204	219
12	2	1761	287	105	0,91	-3,22	0,94	0,821	188	187



*Gambar 8***.** Citra Keju Stick merk “Ob2” Dalam Formasi Tunggal Terpisah

Data Obyek 2

Obyek 2 adalah jenis jajanan keju *stick* merk “Ob2” yang terlihat pada Gambar 8 berikut:

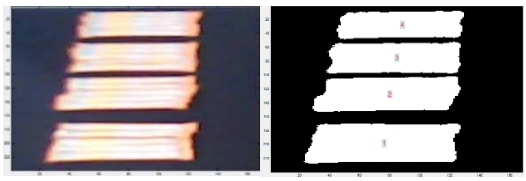
Terdapat 20 BLOB pada citra sebelah kanan dari Gambar 8. Masing-masing BLOB berisi jumlah item 1. Data yang diperoleh dari formasi obyek pada Gambar 8 dinyatakan dalam Tabel 4 berikut:

Tabel 4**.**
Data Yang Diperoleh Dari Citra Pada Gambar 8

Lab	T	Luas	Px	Py	Ecce	Arah	Soli	Exte	Kll	Lua
1	1	1312	93	270	0,99	1,08	0,81	0,74	231	161
2	1	1305	98	250	0,99	0,34	0,80	0,73	230	163
3	1	1071	102	229	0,99	0,31	0,88	0,78	208	122
4	1	1136	105	209	0,99	1,14	0,81	0,70	219	139
5	1	987	110	190	0,99	-1,36	0,88	0,76	199	112
6	1	971	114	171	0,99	-1,04	0,83	0,73	202	116

Tabel 4. Data Yang Diperoleh Dari Citra Pada Gambar 8 (lanjutan)

Lab	T	Luas	Px	Py	Ecce	Arah	Soli	Exte	Kll	Lua
7	1	1025	120	154	0,99	-2,17	0,84	0,74	198	121
8	1	943	125	136	0,99	-2,14	0,81	0,66	197	116
9	1	885	129	119	0,99	-1,62	0,89	0,78	184	996
10	1	895	133	102	0,99	-1,14	0,87	0,78	186	102
11	1	1167	198	273	0,99	-0,32	0,78	0,74	226	149
12	1	1201	199	251	0,99	1,67	0,82	0,70	224	147
13	1	1004	201	230	0,99	0,77	0,69	0,60	216	144
14	1	1070	202	212	0,99	-1,48	0,84	0,72	211	127
15	1	1049	205	193	0,99	0,43	0,85	0,75	199	123
16	1	1076	208	173	0,99	0,84	0,81	0,76	210	133
17	1	994	214	155	0,99	-0,80	0,82	0,75	203	121
18	1	924	215	137	0,99	-0,37	0,87	0,79	186	106
19	1	940	219	119	0,99	0,87	0,78	0,69	196	121
20	1	926	224	102	0,99	1,02	0,84	0,75	192	110



Gambar 9. Citra keju stick merk "Ob2" dalam formasi berhimpit-lima

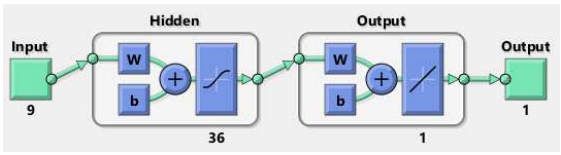
Selain formasi tunggal diperlukan juga data obyek berbagai formasi lainnya. Citra obyek 2 dalam formasi berhimpit-lima diperlihatkan pada Gambar 9.

Terdapat 4 BLOB pada citra sebelah kanan dari Gambar 9. Masing-masing BLOB berisi jumlah item 5. Data yang diperoleh dari formasi obyek pada Gambar 9 dinyatakan dalam Tabel 5.

Demikianlah data setiap jenis obyek makanan/ minuman yang akan dihitung dan diawasi diperoleh dari nilai *regional properti* dari BLOB hasil pengolahan citra obyek tersebut.

Tabel 5.
Data Yang Diperoleh Dari Citra Pada Gambar 9

Lab	T	Luas	Px	Py	Ecce	Ara	Soli	Exte	Kll	Lua
1	5	534	212	284	0,8	4,3	0,95	0,88	31	565
2	5	430	216	213	0,8	6,4	0,95	0,85	28	451
3	5	367	221	161	0,8	1,5	0,93	0,89	27	396
4	5	303	224	113	0,8	3,0	0,94	0,87	24	324
5	5	534	212	284	0,8	4,3	0,95	0,88	31	565



Gambar 10. Arsitektur JST Yang Digunakan

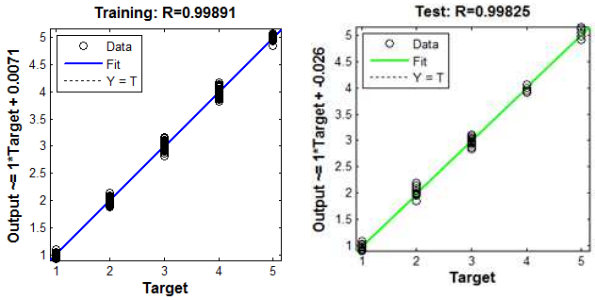
Object Counting Dengan JST

Pendekatan JST dipilih untuk pengenalan dan penghitungan jumlah obyek karena tidak mensyaratkan asumsi-asumsi yang ketat (dibanding pendekatan regresi biasa) Arsitektur JST yang digunakan adalah *feedforward* dengan jumlah

neuron pada *hidden layer* sebanyak 36 seperti disajikan dalam Gambar 10.

Pada Gambar 10, bagian *input* adalah variabel nomor 2 hingga nomor 10 (ada 9 variabel) dari Tabel 1. JST dilatih agar nilai *output* sama dengan jumlah item (variabel nomor 1 dari Tabel 1, sebagai *target*). Algoritma pelatihan JST yang digunakan adalah *Bayesian Regulation Backpropagation* sebagaimana yang telah diteliti oleh Kayri (Kayri, 2016). Data masing-masing obyek dipecah 80% untuk pelatihan dan 20% sisanya untuk pengujian.

Kesesuaian *output* terhadap target setelah pelatihan JST untuk data obyek 1 disajikan dalam Gambar 11 berikut:



Gambar 11. Kesesuaian output terhadap target

Dari Gambar 11 sebelah kiri, terlihat bahwa korelasi antara *output* dengan target (R) saat peltihan adalah 0,99891. Artinya model JST dapat menjelaskan dan mengenali target (dalam hal ini jumlah item) sebesar 99,89 %.

Sedangkan kesesuaian *output* terhadap target saat pengujian untuk obyek 1 disajikan pada Gambar 11 sebelah kanan. Nilai R adalah 0,99825. Artinya JST yang telah dilatih kemudian diuji menggunakan data yang terpisah (sisa 20%), ternyata mampu menaksir jumlah obyek 1 dengan tingkat kesesuaian sebesar 99,83 %.

Nilai-nilai R dan MSE dari hasil pelatihan dan pengujian JST untuk 7 jenis obyek diringkas dalam Tabel 6 berikut:

Tabel 6.
Hasil Pelatihan Dan Pengujian JST Dengan Data Beberapa Obyek Makanan

Nama	Pelatihan			Pengujian		
	n	R	MSE	n	R	MSE
Biskuit	19	0,998	0,0038	48	0,998	0,006
Wafer	23	0,999	0,0022	59	0,998	0,004
Keju	28	0,999	0,0042	71	0,997	0,008
BoluKej	11	0,999	0,0009	30	0,996	0,005
BiskCok	11	0,999	0,0024	28	0.999	0,007
Jipang	20	0.998	0,0047	50	0,995	0,016
Ting	70	0,999	0,0001	17	0,993	0,016

Dari Tabel 6 terlihat bahwa nilai-nilai R pada kolom pelatihan berkisar antara 0,9987 hingga 0,9999. Artinya model JST yang digunakan saat pelatihan mampu menaksir jumlah obyek dengan tingkat kesesuaian 99,87 % hingga 99,99 %.

Dari Tabel 6 terlihat pula bahwa nilai-nilai R pada kolom pengujian berkisar antara 0,9932 hinggga 0,9990. Artinya model JST yang telah dilatih kemudian diuji menggunakan 20% dari data yang terpisah ternyata mampu menaksir jumlah obyek dengan tingkat kesesuaian 99,32% hingga 99,90%.

4. Kesimpulan

Metode JST dapat digunakan dalam *real time object counting* (menggunakan *webcam/* kamera) yang obyeknya berupa jajanan yang dijual pada Kantin Kejujuran dalam aneka formasi berhimpit. Keterbatasan Kantin Kejujuran berbasis CV ini, adalah pembeli tidak boleh berkerumun hingga menutupi kamera, serta harus melakukan pelatihan terhadap JST untuk setiap jenis jajan/makanan yang akan dijual.

Daftar Pustaka

Mezei Sergiu And Adrian Sergiu Darabant (2010). A Computer Vision Approach To Object Tracking And Counting, *INFORMATICA*, Volume LV, Number 3, STUDIA UNIV. BABES BOLYAI, 121-130.

Kayri, Murat, (2016). Predictive Abilities of Bayesian Regularization and Levenberg–Marquardt Algorithms in Artificial Neural Networks: A Comparative Empirical Study on Social Data, *Mathematical and Computational Applications*. 21, no. 2 :20.

Rabi', Abdur dan Nachrowie (2015, November), *Pengembangan Aplikasi Computer Vision Untuk Pengamanan Kantin Kejujuran*, Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi Dan Telekomunikasi (SEMANTIK) V, Semarang. 29-34.

Rabi', Abdur (2011), Proptotype Pengawalan Kantin Kejujuran Berbasis Computer Vision, *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Edisi Ilmu-ilmu Eksakta*, Vol XXII No. 2, LPPM Unmer Malang.

Rabi' Abdur (2010), Proptotype Sistem Penghitung Jumlah Kendaraan Di Area Parkir Terbuka Dengan Operasi Morfologi Citra, *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Edisi Ilmu-ilmu Eksakta*, Vol. XXI No. 2, LPPM Unmer Malang.

Vinay D. R. and N. Lohitesh Kumar (2015), Object Tracking Using Background Subtraction Algorithm, *International Journal of Engineering Research and General Science* ISSN 2091-2730, Volume 3, Issue 1, January-February, 237-243.

Biodata Penulis

Abdur Rabi', memperoleh gelar S1 Statistika di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Memperoleh gelar S2 Teknik Informatika di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Saat ini menjadi pengajar di Universitas Merdeka Malang.

Nahcrowie , memperoleh gelar S1 Teknik Elektro di Universitas Brawijaya. Memperoleh gelar S2 Teknik Mesin di Institut Teknologi Bandung. Saat ini menjadi pengajar di Universitas Merdeka Malang.

APLIKASI BERBASIS WEB PELAYANAN JASA AQIQAH

Wawa Wikusna[1], Elis Hernawati[2], Fatmafarrasi Herliza Putri[3]
[1,2,3]Program Studi D3 Manajemen Informatika, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom
[1]wawa_wikusna@tass.telkomuniversity.ac.id, [2]elishernawati@tass.telkomuniversity.ac.id,
[3]herlizaputri1601@gmail.com

Abstrak

Dalam syariat Islam telah disunnahkan untuk melaksanakan aqiqah yang merupakan salah satu ajaran Islam yang dicontohkan oleh Rasulullah SAW. Terdapat hikmah dan manfaat positif yang bisa petik di dalamnya. Akan tetapi, kemudahan masyarakat dalam memperoleh informasi yang lengkap mengenai layanan aqiqah masih kurang memadai, baik melalui media cetak maupun media online. Banyak blog-blog lembaga penyedia aqiqah yang tidak memperbaharui informasi dan membiarkan begitu saja informasi yang ada pada blog tersebut. Tidak hanya itu, berdasarkan survey pencarian yang dilakukan oleh penulis melalui media cetak seperti koran diantaranya yaitu Koran Kompas edisi April 2015, Koran Galamedia dan Koran Tribun Jabar edisi Mei 2015, tidak ditemukan informasi mengenai layanan aqiqah. Selain itu, banyak rumah sakit maupun praktek bidan yang tidak melakukan kerjasama dengan penyedia layanan aqiqah karena dinilai tidak memiliki kepentingan untuk menyajikan informasi layanan aqiqah. Oleh karena itu, dibutuhkan media yang dapat membantu masyarakat dalam memperoleh informasi maka perlu dibuat Aplikasi Pelayanan Jasa Aqiqah yang dapat memberikan informasi yang lengkap mengenai layanan jasa aqiqah, pemesanan paket aqiqah serta memberikan fasilitas upload bukti pembayaran, membantu dalam menyampaikan komplain terhadap layanan jasa serta membantu lembaga mitra dalam memasukan data kelahiran anak yang akan memberikan informasi melalui SMS Gateway kepada masyarakat. Aplikasi ini dibuat menggunakan metode pengerjaan waterfall, framework CodeIgniter dengan bahasa pemrograman PHP dan menggunakan database MySQL. Dengan adanya aplikasi ini diharapkan dapat membantu masyarakat yang dalam memperoleh informasi yang lengkap mengenai layanan jasa aqiqah.

Kata Kunci*: Aplikasi, Pelayanan Jasa Aqiqah, Berbasis Web*

1. Pendahuluan

Dalam syariat Islam telah disunnahkan untuk melaksanakan aqiqah yang merupakan salah satu ajaran Islam yang dicontohkan oleh Rasulullah SAW. Hukum aqiqah adalah sunnah mu'akkad. Aqiqah adalah penyembelihan hewan ternak yang dilaksanakan pada hari ketujuh setelah seorang bayi dilahirkan dan mencukur rambutnya sebagai bentuk rasa syukur kepada Allah SWT, sebagaimana hadist Rasulullah SAW yang diriwayatkan oleh Ahmad, Abu Daud, Tirmidzi, Nasa'I, Ibnu Majah, Baihaqi dan Hakim berikut ini:

فِيْـهِ وَيُسَمَّى سَابِـعِـهِ يَوْمَ عَنْـهُ□ُذْبَحُ بِـعَـقِـيْقَتِهِ رَهِيْنَـةٌ غُلاَمٍ كُلُّ رَأْسُـهُ وَيُـحْلَـقُ

"Setiap anak yang lahir tergadai aqiqahnya yang disembelih pada hari ketujuh, dan pada hari itu ia diberi nama dan digunduli rambutnya."

Aqiqah bagi anak laki-laki yaitu dengan dua ekor kambing, sedangkan bagi anak perempuan yaitu dengan satu ekor kambing. Terdapat hikmah dan manfaat positif yang bisa petik di dalamnya. Aqiqah merupakan tebusan hutang anak untuk memberikan syafaat bagi kedua orangtuanya kelak pada hari perhitungan dan sarana untuk menunjukkan rasa gembira dalam melaksanakan syari'at Islam & bertambahnya keturunan mukmin yang akan memperbanyak umat Rasulullah SAW pada hari kiamat. Manfaat dari melaksanakan aqiqah yaitu melepaskan bayi dari godaan setan. Hal ini

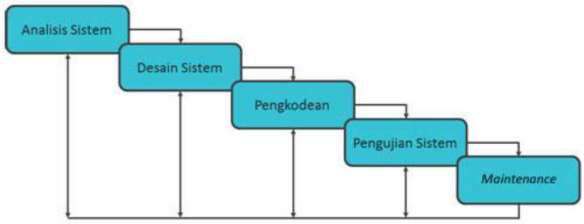
sesuai dengan yang dimaksud oleh Al Imam Ibunu Al Qayyim Al Jauziyah "bahwa lepasnya dia dari syaithan tergadai oleh aqiqahnya". Selain itu manfaat dari melaksanakan aqiqah yaitu dapat memperkuat tali silahturahmi diantara anggota masyarakat dalam menyambut kedatangan anak yang baru lahir. Dengan banyaknya manfaat yang dapat diambil dengan melakukan aqiqah kesadaran masyarakat untuk melakukan aqiqah mengalami peningkatan. Peningkatan ini ditandai dengan semakin meningkatnya jumlah lembaga penyedia layanan aqiqah. Berdasarkan artikel pada www.agrina-online.com Ir. Asep Ade Herawan Direktur Dompet Dhuafa Livestock mengungkapkan bahwa pertumbuhan jumlah lembaga penyedia aqiqah mengalami kenaikan sebesar 3% per tahun.

Akan tetapi meningkatnya jumlah lembaga penyedia layanan aqiqah berbanding terbalik dengan kemudahan masyarakat memperoleh informasi yang lengkap mengenai layanan aqiqah. Berdasarkan survey pencarian yang dilakukan oleh penulis melalui mesin pencari otomatis yaitu Google, hanya 2 dari 5 lembaga penyedia layanan aqiqah yang menyajikan informasi yang jelas dan lengkap baik dari segi harga hewan dan paket aqiqah serta cara pemesanan. Banyak blog-blog lembaga penyedia aqiqah yang tidak memperbaharui informasi dan membiarkan begitu saja informasi yang ada baik dari segi harga hewan serta paket aqiqah serta cara pemesananan. Tidak hanya itu, berdasarkan survey pencarian yang dilakukan oleh penulis melalui media cetak seperti koran diantaranya yaitu Koran Kompas edisi April 2015, Koran Galamedia dan Koran Tribun Jabar edisi Mei 2015, tidak ditemukan informasi mengenai layanan aqiqah. Selain itu, banyak rumah sakit maupun praktek bidan yang tidak melakukan kerjasama dengan penyedia layanan aqiqah karena dinilai tidak memiliki kepentingan untuk menyajikan informasi layanan aqiqah karena sebatas menangani permasalahan seperti imunisasi balita, suntik KB dan lain sebagainya.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis tertarik untuk membuat aplikasi berbasis web yang dapat membantu masyarakat dalam mendapatkan informasi serta pelayanan mengenai jasa aqiqah. Oleh karena itu penulis menjadikan permasalahan tersebut menjadi penelitian dengan judul "Aplikasi Pelayanan Jasa Aqiqah Berbasis Web". Dengan adanya aplikasi ini diharapkan dapat membantu masyarakat untuk mendapatkan informasi serta layanan yang lengkap mengenai layanan jasa aqiqah.

2. Metodologi

Pada pembuatan aplikasi ini digunakan metode Software Development Life Cycle (SDLC) dengan metode Waterfall. Waterfall atau SDLC Air Terjun sering juga disebut model *linier (Sequent Linier)* atau alur hidup klasik *(clasical life cycle). Waterfall* Model menyediakan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara sekuensial atau terurut mulai dari analisis, desain, pengujian, dan tahapan pendukung *(support).[10]* Adapun proses dalam model *waterfall* ini antara lain :



Gambar 1. Pendekatan Waterfall

Pada Gambar 1 menunjukan pendekatan *waterfall* pada umumnya dan melibatkan beberapa langkah berikut:

a. Analisis Sistem

Analisis sistem merupakan tahapan dalam mengidentifikasi dan pengumpulan data-data yang dibutuhkan dalam membuat "Aplikasi Pelayanan Jasa Aqiqah Berbasis *Web*". Hal yang dilakukan dalam tahap analisis sistem ini yaitu :

1) Melakukan wawancara terhadap lembaga mitra seperti rumah sakit atau praktek bidan. Selain itu juga melakukan wawancara dengan para orangtua yang telah atau belum melakukan aqiqah untuk anaknya mengenai informasi layanan jasa aqiqah.

2) Melakukan survey untuk pengumpulan data meliputi harga hewan aqiqah dan paket aqiqah pada penyedia layanan aqiqah.
3) Melakukan survey pencarian yang informasi layanan aqiqah melalui media cetak seperti koran diantaranya yaitu Koran Kompas edisi April 2015, Koran Galamedia dan Koran Tribun Jabar edisi Mei 2015
4) Mempelajari tinjauan pustaka yang berkaitan dengan pembuatan dan perancangan aplikasi.

Data yang telah didapatkan pada tahap analisis ini digunakan pada tahapan selanjutnya yaitu tahap desain sistem.

b. Desain Sistem

Dalam tahapan ini dilakukan desain sistem dengan pendekatan UML yang meliputi *Use Case Diagram* sebagai rancang model interaksi pengguna dengan aplikasi. Dalam perancangan basis data digunakan *Class Diagram* sebagai rancang model serta pembuatan mockup desain interaksi pengguna sebagai rancang model user interface. Hasil dari tahap desain sistem ini akan digunakan sebagai acuan dalam tahapan selanjutnya yaitu tahapan pengkodean.

c. Pengkodean

Setelah tahap desain sistem selesai, maka dilakukan transformasi dari desain yang telah dirancang ke bahasa yang dikenal oleh komputer *(coding)* yaitu dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan *framework* CI serta MySQL sebagai bahasa pemrograman basis data.

d. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi yang dibuat telah sesuai dengan desainnya dan semua fungsi dapat dipergunakan dengan baik tanpa ada kesalahan.

e. Maintenance

Pada pengerjaan penelitian ini, penulis tidak sampai pada tahap pemeliharaan atau *maintenance.*

3. Tinjauan Pustaka

Teori yang melandasi penelitian ini meliputi :

a. CodeIgniter

CodeIgniter merupakan aplikasi *open source* yang berupa *framework* dengan model MVC untuk membangun *website* dinamis menggunakan PHP. *CodeIgniter* memudahkan *developer website* unutk membuat aplikasi *website* dengan cepat dan mudah dibandingkan dengan membuatnya dari awal.

Model View Controller merupakan suatu konsep yang cukup popular dalam pembangunan aplikasi *web*. Berawal dari bahasa pemrograman *Small Talk*, MVC memisahkan pengembangan aplikasi berdasarkan komponen utama yang membangun sebuah aplikasi seperti manipulasi data, *user interface*, dan bagian yang menjadi kontrol aplikasi[1]. Komponen MVC antara lain:

1. Model

Biasanya berhubungan langsung dengan *database* untuk memanipulasi data *(insert, update, delete, search)*, menangani validasi dari bagian *controller*, namun tidak dapat berhubungan langsung dengan bagian *view*.

2. *View*

View merupakan bagian yang menangani *presentation logic*. Pada suatu aplikasi *web* bagian ini biasanya berupa file *template* HTML yang diatur oleh *controller*. *View* berfungsi untuk menerima dan merepresentasikan data kepada *user*. Bagian ini tidak memiliki akses langsung terhadap bagian model.

3. *Controller*

Controller merupakan bagian yang mengatur hubungan antara bagian model dan bagian view, controller berfungsi untuk menerima *request* dan data dari user kemudian menentukan apa yang akan diproses oleh aplikasi.

b. Usecase Diagram

Usecase Diagram menjelaskan manfaat sistem jika dilihat menurut pandangan orang yang berada di luar sistem(Aktor). Diagram ini menunjukan fungsionalitas suatu sistem atau kelas dan bagaimana sebuah sistem berinteraksi dengan dunia luar. *Usecase Diagram* dapat digunakan dalam proses analisis untuk merangkap *requirment*

system dan untuk memahami cara kerja sebuah sistem[2].

c. ERD (*Entity Relationship Diagram*)

ERD (*Entity Relationship Diagram*) merupakan sebuah diagram yang digunakan untuk merancang hubungan antar tabel-tabel dalam basis data. Berikut adalah simbol-simbol yang sering digunakan pada ERD untuk merancang tabel-tabel beserta relasinya dalam basis data[3].

d. Flowmap

Flowmap merupakan diagram yang menggambarkan aliran dokumen pada suatu prosedur kerja di organisasi dan memperlihatkan diagram alir yang menunjukkan arus dari dokumen, aliran data fisik, entitas□entitas sistem informasi dan kegiatan operasi yang berhubungan dengan sistem informasi. Penggambaran biasanya diawali dengan mengamati dokumen apa yang menjadi media data atau informasi. Selanjutnya ditelusuri bagaimana dokumen tersebut terbentuk, ke bagian atau entitas mana dokumen tersebut mengalir, perubahan apa yang terjadi pada dokumen tersebut, proses apa yang terjadi terhadap dokumen tersebut, dan seterusnya[1].

e. MySQL

MySQL adalah salah satu jenis *database server* yang sangat terkenal. MySQL menggunakan bahasa SQL untuk mengakses *database.* Lisensi MySQL adalah *FOSS License Exception* dan ada juga yang versi komersialnya. Tag MySQL adalah *The World's most popular open source database*[5].

f. XAMPP

XAMPP merupakan paket PHP dan MYSQL berbasis open *source*, yang dapat digunakan sebagai *tools* untuk menggambarkan aplikasi berbasis PHP. XAMPP mengkombinasikan beberapa paket perangkat lunak berbeda kedalam suatu paket[5].

g. HTML (Hypertext Markup Language)

HTML *(Hypertext Markup Language)* adalah bahasa yang menggunakan perintah sederhana dalam standar dokumen text ASCII untuk menyediakan suatu tampilan visual yang terintegrasi. HTML terdiri atas perintah-perintah sederhana yang menjelaskan bagaimana struktur dokumen, tetapi tidak memformatnya. *Browser* yang menampilkan HTML akan memformat dan menyesuaikan tampilan HTML sehingga sesuai dengan layar komputer pengunjung. HTML menggunakan penanda berupa tag (<…>) yang mengindikasi bagaimana *browser web* menampilkan elemen halaman seperti teks atau grafik. Kode HTML terletak di antara *container tag* diawali dengan <namatag> dan diakhiri dengan </namatag>. HTML mempunyai tiga buah tag utama, yaitu HTML, tag HEAD dan BODY. Tag HTML berfungsi untuk menyatakan suatu dokumen HTML, tag HEAD berfungsi memberikan informasi tentang dokumen dan tag BODY menentukan bagaimana isi sebuah dokumen ditampilkan oleh *browser*[6].

h. PHP

PHP adalah bahasa pemrograman yang bersifat *server-side* atau bekerja di sisi *server*. PHP didesain untuk pembuatan *website*. PHP dapat digabungkan pada dokumen *Hyper Text Markup Language* (HTML) dan dapat dieksekusi setiap kali halaman *web* tersebut dikunjungi[5].

4. Analisis dan Perancangan

Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan dan kebutuhan pengguna :

4.1 Gambaran Sistem Saat Ini

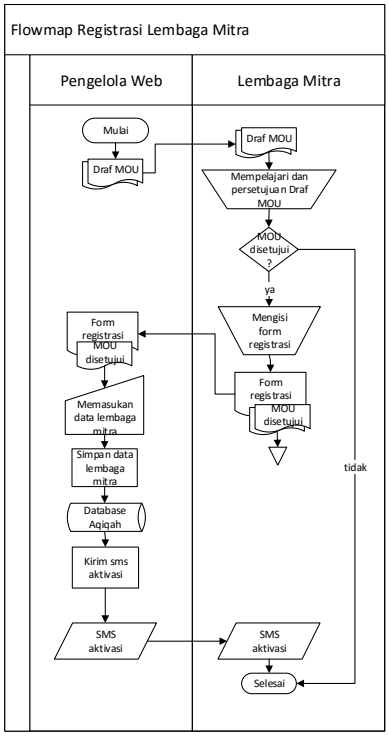
Saat ini belum ada aplikasi yang menyediakan informasi yang lengkap mengenai layanan jasa aqiqah.

Aplikasi pelayanan jasa aqiqah berbasis *web* ini adalah aplikasi yang menyediakan informasi serta layanan yang lengkap mengenai layanan jasa aqiqah. Aplikasi ini tidak menangani pembayaran tetapi hanya menyediakan fasilitas *upload* bukti pembayaran. Pengelola *web* bekerjasama dengan rumah sakit atau praktek bidan sebagai lembaga mitra untuk memperoleh data *customer* agar dapat memberikan informasi mengenai layanan jasa aqiqah yang disampaikan menggunakan *SMS Gateway*. Pemesanan yang dilakukan oleh *customer* akan di*filter* berdasarkan lokasi terdekat *customer* agar *customer* dapat memperoleh data hewan dan melakukan pemesanan.

4.1 Proses Bisnis yang Diusulkan

4.4.1 *Flowmap*Registrasi Lembaga Mitra

Lembaga mitra adalah rumah sakit bersalin atau klinik bersalin yang bekerjasama dengan pengelola web.

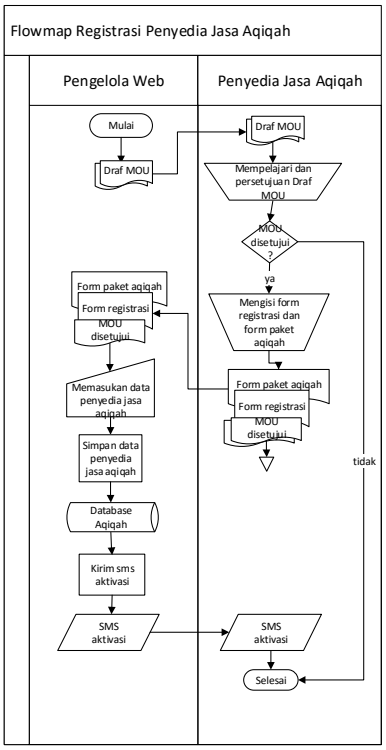


Gambar 2. *Flowmap* Registrasi Lembaga Mitra

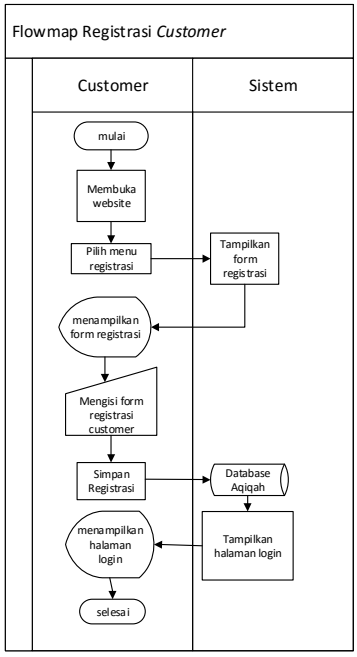
Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2, lembaga mitra berperan sebagai menyediakan data kelahiran anak untuk menjadi calon customer.

4.4.2 *Flowmap* Registrasi Penyedia Aqiqah

Penyedia aqiqah adalah penyedia kambing dan juru masak sajian aqiqah.



Gambar 3.*Flowmap* Registrasi Penyedia Aqiqah



Gambar 4. *Flowmap* Registrasi Customer

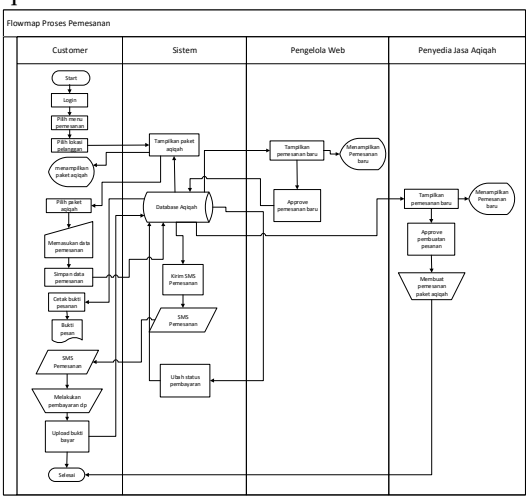
Pada Gambar 3 ditunjukkan bahwa penyedia aqiqah akan terdaftar secara resmi setelah melakukan registrasi.

4.4.3 *Flowmap* Registrasi Customer

Customer adalah orang yang akan melaksanakan aqiqah. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4,*customer* diharuskan melakukan registrasi sebelum mealakukan pemesanan.

4.4.4 *Flowmap* Pemesanan

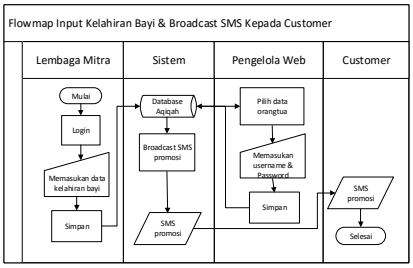
Pada Gambar 5 ditunjukkan proses pemesanan aqiqah yang dilakukan oleh customer dengan melibatkan pengelola web dan penyedia aqiqah.



Gambar 5. *Flowmap* Pemesanan

4.4.5. *Flowmap* Input Kelahiran Bayi &*Broadcast* SMS Kepada Customer

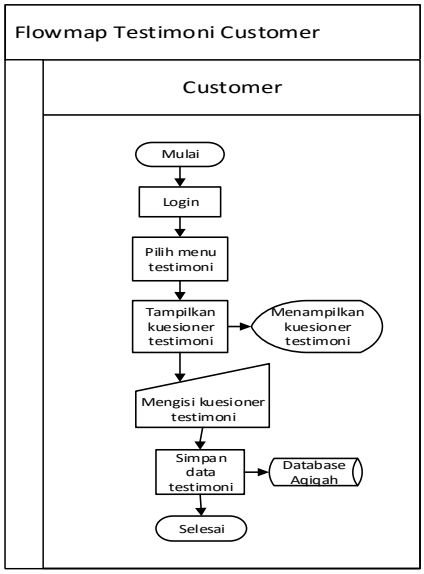
Proses *input* data kelahiran bayi dilakukan oleh lembaga mitra sebagaimana ditujukkan pada Gambar 6.



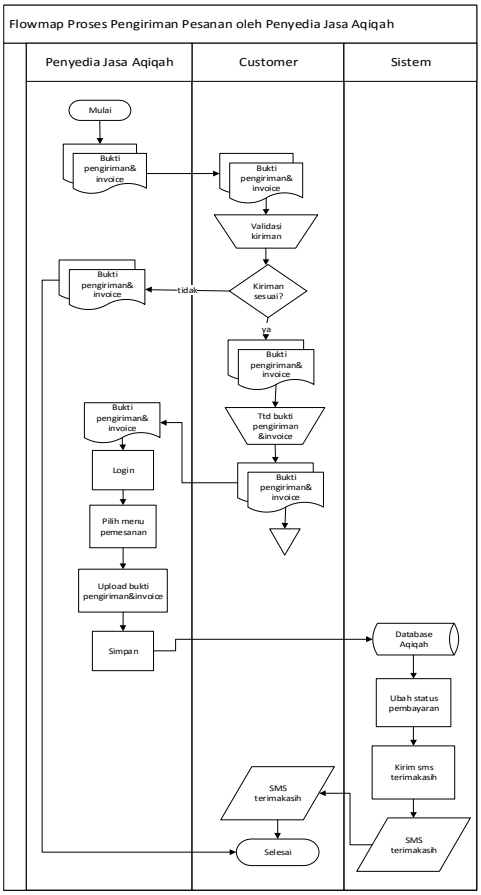
Gambar 6. *Flowmap* Input Kelahiran Bayi &*Broadcast* SMS Kepada Customer

4.4.6 *Flowmap* Testimoni *Customer*

Gambar 7 menunjukkan proses pemberian testimoni yang dilakukan oleh *customer* untuk menilai kualitas layanan yang dilakukan oleh penyedia aqiqah ataupun pengelola web.



Gambar 7. *Flowmap* Testimoni *Customer*



Gambar 8. *Flowmap* Proses Pengiriman Pesanan Oleh Penyedia Jasa Aqiqah

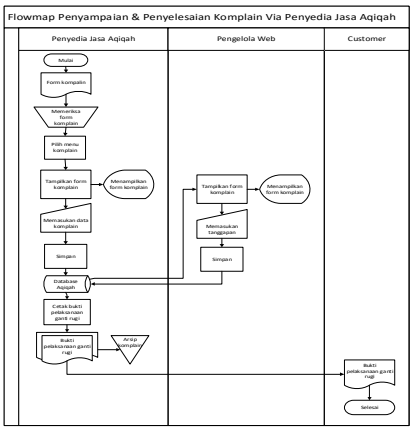
4.4.7 *Flowmap* Proses Pengiriman Pesanan oleh Penyedia Jasa Aqiqah

Paket aqiqah yang dipesan oleh *customer* melalui website akan disediakan oleh penyedia aqiqah. Gambar 8 menunjukkan proses pengiriman pesanan *customer*.

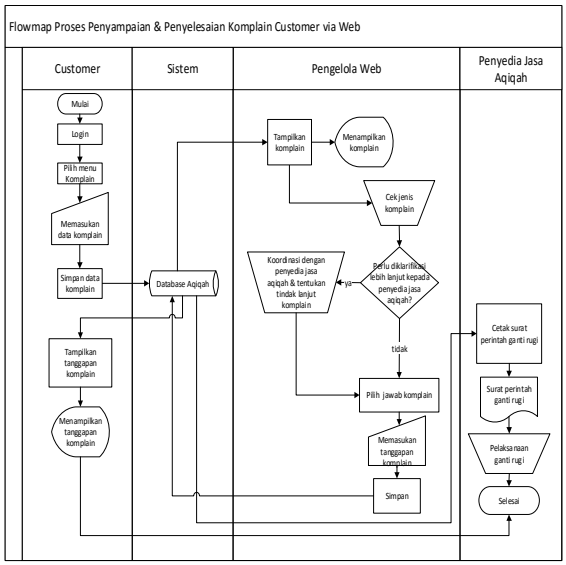
4.4.8*Flowmap* Penyampaian & Penyelesaian Komplain Customer Via Web

Pengelola web menyediakan layanan komplain dari *customer* yang dapat disampaikan via web. Baik komplain atas layanan web ataupun penyediaan aqiqah. Gambar 9 menunjukkan proses penyampaian dan penyelesaian komplain via web.

4.4.9 *Flowmap* Proses Penyampaian & Penyelesaian Komplain Customer Via Petugas Delivery



Gambar 10. Flowmap Proses Penyampaian & Penyelesaian Komplain Customer Via Petugas Delivery

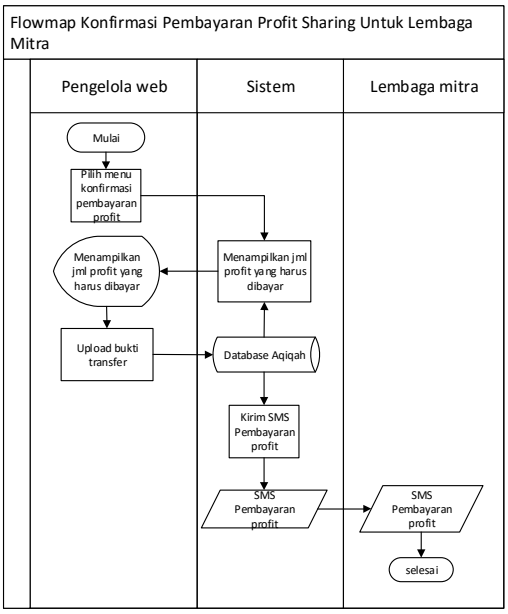


Gambar 9. *Flowmap* Penyampaian & Penyelesaian Komplain Customer Via Web

Selain via web site,*Customer* dapat menyampaikan komplain melalui petugas yang mengirimkan paket aqiqah. Gambar 10 menunjukkan proses penyampaian dan penyelesaian komplain via petugas *delivery*.

4.10 Flowmap Pembayaran Profit Sharing Untuk Lembaga Mitra

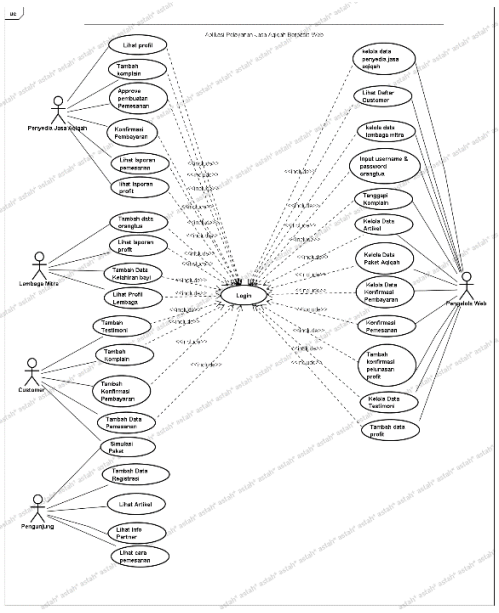
Setiap lembaga mitra berhak mendapatkan *profit sharing* apabila customer yang melakukan transaksi berasal dari lembaga tersebut. Gambar 11 penunjukkan proses pembayaran *profit sharing* kepada lembaga mitra.



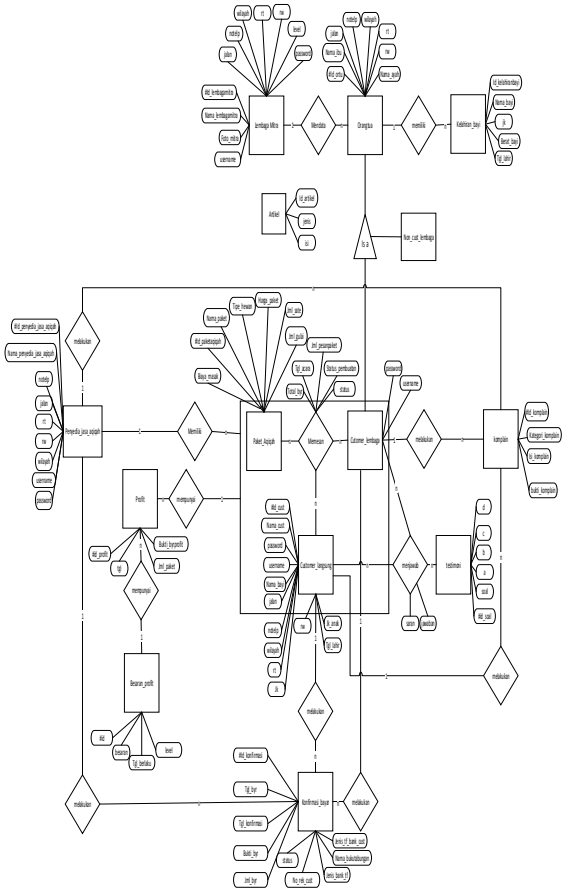
Gambar 11. *Flowmap* Pembayaran Profit Sharing Untuk Lembaga Mitra

4.4.11 Usecase Diagram Aplikasi

Gambar 12 menunjukkan aktor sebagai pengguna aplikasi dan fungsional yang dimiliki oleh aplikasi.



Gambar12. *Usecase Diagram*



Gambar 13. Entity Relational Diagram (ERD)

4.4.11 Perancangan Basis Data

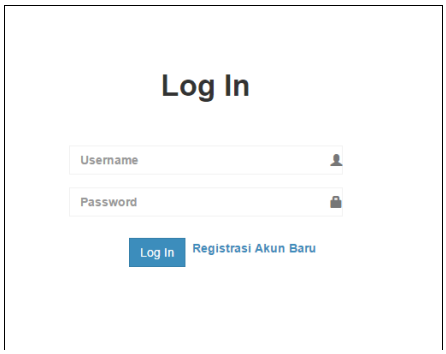
Semua data yang dikelola oleh aplikasi disimpan dalam basis data yang merupakan perwujudan dari hubungan antarentitas yang ditunjukkan pada Gambar 13.

5. Implementasi

Aplikasi dibangun dengan mengacu pada kebutuhan pengguna dan fungsionalitas sesuai dengan rancangan pada *use case diagram*. Berikut ditampilkan beberapa antarmuka yang terdapat pada aplikasi ini.

5.1 Halaman Login

Gambar 14 menunjukkan antarmuka halaman web untuk *login* pengguna.



Gambar 14. Halaman Login

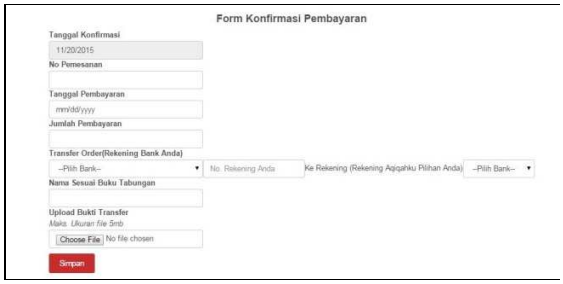
Gambar 15. Halaman Tambah Data Pemesanan

5.2 Halaman Tambah Data Pemesanan

Gambar 15 menunjukkan antarmuka halaman web yang digunakan *customer* untuk menambah data pemesanan.

5.3 Halaman Tambah Konfirmasi Pembayaran

Gambar 16 menunjukkan antarmuka halaman web yang digunakan *customer*untuk melakukan konfirmasi pembayaran.



Gambar 16. Halaman Tambah Konfirmasi Pembayaran

5.4 Halaman Tambah Testimoni

Gambar 17 menunjukkan antarmuka halaman web yang digunakan *customer* untuk memberikan testimoni atas layanan yang dterimanya.

Gambar 17. Halaman Tambah Testimoni

5.5. Halaman Simulasi Paket

Gambar 18 menunjukkan antarmuka halaman web yang digunakan oleh *customer* untuk mengetahui simulai paket akqiqah yang sesuai dengan kebutuhannya.

Gambar 18. Halaman Simulasi Paket

5.6 Halaman Lihat Profil Lembaga

Gambar 19 menunjukkan antarmuka halaman web untuk mebubah profil lembaga mitra.

Gambar 19. Halaman Lihat Profil Lembaga

5.7 HalamanTambah Data Orangtua

Gambar 20 menunjukkan antarmuka halaman web yang digunakan oleh lembaga mitra untuk memasukkan data orangtua anak.

Gambar 20. HalamanTambah Data Orangtua

5.8 Halaman Tambah Data Kelahiran Bayi

Gambar 21 menunjukkan antarmuka halaman web untuk memasukkan data kelahiran anak.

Gambar 21. Halaman Tambah Data Kelahiran Bayi

5.9 Halaman Lihat Laporan Profit

Gambar 22 menunjukkan antarmuka halaman web untuk melihat laporan profit.

Gambar 22. Halaman Lihat Laporan Profit

5.10 Halaman Lihat Laporan Pemesanan

Gambar 23 menunjukkan antarmuka halaman web untuk melihatlaporan pemesanan.

Gambar 23. Halaman Lihat Laporan Pemesanan

Daftar Pustaka

[1] Buku: PT Elex Media Kommutindo. (2011)*Pemorgraman Web Aplikatif dengan Java*, 1st ed., Jakarta-Indonesia: PT Elex Media Kommutindo.

[2] Buku: Sofjan, A. (1999)Manajemen *Pemasaran: Dasar, Konsep dan Strategi*. Jakarta-Indonesia: PT. Raja Grafindo Persada.

[3] Buku: Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI). (2015, April) KBBI. [Online]. http://kbbi.web.id

[4] Buku: Shalahuddin, M., dkk. (2010) *Pemrograman Berorientasi Objek Dengan Bahasa Pemrograman C++, PHP dan Java*. Bandung-Indonesia: Modula.

[5] Buku: Kadir, A., Pengertian *dan Dasar-dasar HTML*. Kuningan-Indonesia: Andi.

[6] Buku: Andi. (2011)*Mudah dan Cepat Membuat Website dengan CodeIgniter*. Semarang-Indonesia: Wahana Komputer.

[7] Buku: Riyanto. (2010)*Membuat Sendiri Sistem Informasi Penjualan dengan PHP dan MYSQL*. Yogyakarta-Indonesia: Gava Media.

[8] Buku: Welling, L. (2003)*PHP and MySQL Development*, 2nd ed.: Sam Publishing.

[9] Buku: Suhendar, A. dkk.(2001)*Visual Modeling Menggunakan Raltional Rose*. Bandung-Indonesia: Informatika.

[10] Kuliah: Gartina H., Husein. (2008)*Analisis dan Perancangan Sistem Informasi*.

[11] Buku : S.Pressman,Roger. (2001)*Software Enginering a practitioners approach*, 5th ed., Betsy Jones, Ed. Boston Burr Ridge, IL Dubuque, IA Madison, WI: McGraw-Hill series in computer science.

[12] Buku: Booch,Grady.*Object* Oriented *Analysis and Design with Applications*, 3rd ed. Addison Wesley.

[13] Buku: M Langer,Arthur. (2008)*Analysis and Design of Information System*, 3rd ed.: Springer.

[14] Buku: Bruegge, Dutoit. (2004) *Object-Oriented Software Engineering Using UML, Patterns and Java*, 2nd ed. Prentice Hall.

[15] Buku: Nugroho,A. (2005)*Rational Rose untuk Pemodelan Berorientasi Objek*. Bandung.

[16] Buku: *Salahuding*, M.. (2011) *Modul Pembelajaran Rekayasa Perangkat Lunak*. Bandung: Modula.

[17] Buku: Wahidin. (2010) *Aplikasi SMS dengan PHP untuk Orang Awam*. *Palembang*, Indonesia: Maxikom.

[18] Buku: Tarigan,D. (2012)*Membangun SMS Gateway Berbasis Web dengan CodeIgniter*. Yogyakarta-Indonesia: Lokomedia.

Biodata Penulis

Wawa Wikusna, memperoleh gelar Magister Komputer (M.Kom) Program Pasca Sarjana Magister Sistem Informasi STMIK LIKMI Bandung, lulus tahun 2012. Saat ini sebagai Dosen di Universitas Telkom Bandung.

Elis Hernawati, memperoleh gelar Magister Komputer (M.Kom) Program Pasca Sarjana Magister Sistem Informasi STMIK LIKMI Bandung, lulus tahun 2012. Saat ini sebagai Dosen di Universitas Telkom Bandung.

Fatmafarrasi Herliza Putri, Lulusan Universitas Telkom Bandung.

PEMANFAATAN INFRASTRUKTUR KUNCI PUBLIK DALAM *SINGLE MEDICAL RECORD ONLINE* NASIONAL

Frizka Ferina[1] , Ummu Fauziah Fitri[2]

[1,2]Deputi Bidang Pengkajian Persandian, Lembaga Sandi Negara, Jakarta
[1]frizka.ferina@lemsaneg.go.id , [2]ummu.fauziah@lemsaneg.go.id

Abstrak

Rekam medis secara umum adalah dokumen rahasia yang dilindungi oleh kode etik kedokteran. Fakta di lapangan menyatakan bahwa rekam medis di Indonesia dikelola mandiri oleh masing-masing rumah sakit. Permasalahan data rekam medis yang belum terintegrasi pada seluruh Rumah Sakit di Indonesia menjadi isu utama berkembangnya wacana pengembangan sistem rekam medis terintegrasi secara online (single medical record online). Pengembangan sistem tersebut harus didukung oleh jaminan keamanan data karena rekam medis merupakan data rahasia. Solusi yang dapat digunakan adalah dengan menerapkan Public Key Infrastructure (Infrastruktur Kunci Publik) untuk proses otentikasi, tanda tangan digital, dan enkripsi dokumen. Dalam implementasi IKP perlu mempertimbangkan beberapa faktor, yaitu interoperabilitas dan kompatibilitas, kemudahan pengembangan dan kegunaan, fleksibilitas, keamanan CA (Certificate Authority), serta skalabilitas dan adaptibilitas.

Kata Kunci **:** *Infrastruktur Kunci Publik, Public Key Infrastructure, Rekam Medis Terintegrasi*

1. Pendahuluan

Setiap masyarakat Indonesia memiliki hak asasi untuk mencapai tingkat kesehatan yang optimal. Pencapaian tersebut dapat terlaksana salah satunya dengan dukungan layanan kesehatan yang diselenggarakan dalam sistem yang baik, mudah, serta terjangkau. Namun, saat ini layanan kesehatan di Indonesia masih bersifat sektoral serta belum ada integrasi. Masing-masing penyelenggara pelayanan kesehatan membangun sistem sendiri dan tidak saling terintegrasi dengan penyelenggra pelayanan kesehatan yang lain, sehingga pada saat masyarakat memeriksakan diri ke pusat pelayanan kesehatan yang berbeda maka proses yang dilalui baik secara administrasi maupun rekam medis menjadi membutuhkan waktu yang lebih lama.

Rekam medis menurut PERMENKES Nomor: 269/MENKES/PER/III/2008 adalah berkas yang berisi catatan dan dokumen antara lain identitas pasien, hasil pemeriksaan, pengobatan yang telah diberikan, serta tindakan dan pelayanan lain yang telah diberikan kepada pasien. Catatan merupakan tulisan-tulisan yang dibuat oleh dokter atau dokter gigi mengenai tindakan-tindakan yang dilakukan kepada pasien dalam rangka pelayanan kesehatan. Telah diketahui umum bahwa segala informasi yang ada pada rekam medis adalah rahasia dan dilindungi oleh kode etik kedokteran serta peraturan perundangan yang berlaku. Peraturan yang mengatur masalah kerahasiaan ini juga diatur oleh PERMENKES Nomor: 269/MENKES/PER/III/2008 khususnya pada pasal 10 dan pasal 11. Bentuk Rekam Medis dapat berbentuk manual maupun berbentuk elektronik.

Permasalahan rekam medis yang tidak terintegrasi serta kerahasiaan dari rekam medis menjadi masalah yang harus diperhatikan. Salah satu solusi atas permasalahan tersebut adalah dengan menerapkan *single medical record online* di mana seluruh data rekam medis terintegrasi dalam sistem *online*. Berdasarkan UU No. 29 Tahun 2004 tentang praktik kedokteran, Permenkes No. 269 Tahun 2008 tentang rekam medis, UU No. 11 Tahun 2008 tentang Informasi dan Transaksi Elektronik (ITE), serta Permenkes No. 1171 Tahun 2011 tentang Sistem Informasi Rumah Sakit (SIRS), terdapat beberapa syarat untuk menjaga keamanan data rekam medis pasien

dikarenakan data tersebut merupakan data rahasia. Persyaratan keamanan yang harus dipenuhi apabila *medical record* akan dikembangkan secara *online* serta terintegrasi adalah sebagai berikut dengan mengacu pada *Handbook of Applied Cryptography* (Menezes, 1997):

a. *Confidentiality*, dalam melakukan pencatatan rekam medis harus dijaga keamanan data tersebut dalam suatu tempat yang aman serta sesuai dengan standar karena data rekam medis merupakan data privasi pasien;
b. *Integrity*, data milik pasien yang berupa rekam medis tersebut harus dapat dijamin integritas atau keutuhan datanya;
c. *Authentication*, setiap entitas yang mengakses rekam medis pasien adalah pihak-pihak berwenang yang telah terotentikasi;
d. *Availability*, data yang berada di sistem harus dapat diakses kapan pun sesuai dengan kebutuhan;
e. *Non-repudiation*, bahwa sistem dapat menjamin anti penyangkalan terhadap pihak-pihak yang sebenarnya mengakses data tersebut.

Dengan mengacu syarat keamanan tersebut, maka solusi keamanan yang ditawarkan dalam *single medical record online* adalah dengan menerapkan *Public Key Infrastructure* (Infrastruktur Kunci Publik).

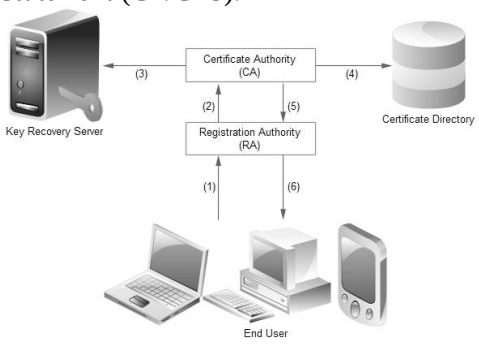
2. Infrastruktur Kunci Publik (IKP)

2.1. Gambaran Umum

Infrastruktur Kunci Publik (IKP) adalah suatu sistem yang terintegrasi dari perangkat lunak, metodologi enkripsi, protokol, perjanjian legal dan layanan pihak ketiga yang memungkinan pengguna untuk dapat berkomunikasi secara aman (M.Whitman, 2012). Sistem IKP mengkombinasikan penggunaan sertifikat digital, algoritma kriptografi kunci publik dan *Certificate Authority* (CA) ke dalam suatu jaringan keamanan informasi. Aspek keamanan yang disediakan oleh IKP adalah autentikasi, integritas data, kerahasiaan, otorisasi dan nir-sangkal.

2.2. Komponen IKP

IKP dapat diimplementasikan dengan baik melalui interaksi antar komponen dasarnya. Adapun komponen dasar IKP terdiri dari CA, *Registration Authority* (RA), Pengguna, *Key Recovery Server/Archive* dan *Certificate Directory/Repository* (S. Burnett, 2004). Komponen lainnya dapat terlibat seiring dengan semakin kompleksnya kebutuhan keamanan IKP antara lain *Time Stamping Service* (TSS), *Certificate Management Protocol* (CMP) dan *Certificate Policy/Certification Practice Statement* (CP/CPS).



Gambar1. Interaksi antar komponen dasar IKP (S. Burnett, 2004)

Gambar 1 di atas menggambarkan alur interaksi komponen dasar IKP. Interaksi diawali dengan pendaftaran pengguna melalui RA untuk memperoleh sertifikat digital. RA melakukan verifikasi data pengguna kemudian dapat membuatkan *Certificate Signing Request* (CSR) atau meneruskan CSR yang telah dibuat oleh pengguna kepada CA apabila data hasil verifikasi adalah valid. CA menandatangani CSR menjadi sertifikat digital dan menyimpannya di *Key Recovery Server* jika diperlukan. CA juga menyimpan sertifikat digital yang sudah ditandatangani ke dalam *Certificate Directory*. Sertifikat digital selanjutnya disampaikan ke RA. Pada interaksi terakhir, RA menyampaikan sertifikat digital yang sudah ditandatangani oleh CA kepada pengguna. Sertifikat digital yang diterima pengguna dapat digunakan untuk kebutuhan *email encryption*, HTTPS, *Virtual Private Network* (VPN), *File Encryption, Single Sign-On* (SSO), tanda tangan digital, *code signing*, *online banking* dan *Secure Electronic Transaction* (SET) (K.Schmeh, 2003).

2.3. Kriteria Penerapan IKP

Pelaksanaan implementasi IKP perlu mempertimbangkan beberapa kriteria agar sesuai dengan kebutuhan operasional, bisnis proses dan kondisi demografik Indonesia dalam membangun infrastrukturnya. Terdapat 5 kriteria yang dapat dijadikan pertimbangan untuk menentukan solusi yang tepat pada implementasi IKP (S. Choudhury, 2002) sebagai berikut:

a. Interoperabilitas dan kompatibilitas

Desain IKP yang akan diimplementasikan harus dapat mengikuti perkembangan teknologi sehingga tetap dapat berhubungan dengan perangkat dan aplikasi yang sedang berjalan, yang akan dikembangkan, komponen IKP lainnya serta sesuai standar. Interoperabilitas IKP dapat dievaluasi dengan mengikuti dua faktor, yaitu standar-standar IKP dan produk-produk dari berbagai vendor. Beberapa standar IKP yang umum diimplementasikan adalah PKIX, X.509 Versi 3, PKCS #10, PKCS #7, dan S/MIME. Sedangkan interoperabilitas produk-produk pada implementasi IKP mengikuti tiga kategori, yaitu interoperabilitas antar aplikasi, antar komponen, dan antar perusahaan.

b. Kemudahan pengembangan dan kegunaan

Pengembangan IKP harus mempertimbangkan faktor kemudahan sehingga para pengguna dapat menggunakannya. Walaupun pengembangan IKP melalui tahapan sangat kompleks yang terdiri atas sertifikat digital, algoritma kriptografi, dan kunci-kunci kriptografi, tetapi hasil implementasi harus mendukung penggunaan GUI yang *user friendly.*

c. Fleksibilitas

Solusi IKP yang dipilih untuk diimplementasikan tidak perlu terlalu rigid dan memiliki ruang lingkup yang memungkinkan untuk dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

d. Keamanan CA

CA merupakan inti dari seluruh sistem IKP, termasuk di dalamnya adalah fungsi-fungsi penting dari IKP. Oleh karena itu, CA membutuhkan pengamanan dengan tingkat maksimal karena apabila terdapat bagian CA yang lemah keamanannya maka akan melemahkan keseluruhan sistem IKP. Beberapa langkah yang dapat dilakukan untuk menjaga keamanan CA antara lain dengan membatasi akses ke CA, menjaga keamanan kunci privat CA dengan cara menyimpannya pada lokasi penyimpanan yang aman dari pihak-pihak yang tidak terotorisasi, melakukan tanda tangan digital pada seluruh permintaan sertifikat, dan memastikan bahwa CA yang digunakan telah diverifikasi oleh entitas luar.

e. Skalabilitas dan adaptibilitas

IKP yang diimplementasikan harus mendukung penambahan atau perubahan sistem menyesuaikan dengan sistem yang sedang berjalan dan kebutuhan yang direncanakan untuk implementasi kedepannya. Hal ini sebagai solusi terhadap perubahan lingkungan bisnis suatu organisasi, baik yang berkaitan dengan kebijakan maupun infrastruktur.

3. Disain Sistem

3.1. *Web Authentication*

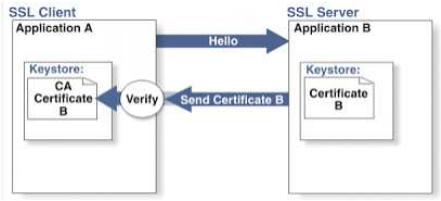
Pada sistem rekam medis *online,* dapat dijamin keabsahan bahwa sistem yang diakses benar adalah dengan mengimplementasikan IKP dalam bentuk *digital certificate* (sertifikat digital) untuk protokol SSL. Penerapan sertifikat digital untuk *web authentication* pada *single medical record online* berdasarkan pada dokumen analisis kebutuhan yang mempertimbangkan mekanisme otentikasi, yaitu *single authentication* atau *mutual authentication.*

a. *Single authentication*

Mekanisme *single authentication* atau *one way authentication* merupakan mekanisme dimana pengguna mengakses halaman web *single medical record online* yang benar dengan cara memverifikasi sertifikat digital miliki *web server.* Mekanisme *one way authentication* secara umum ditunjukkan dalam gambar 2.

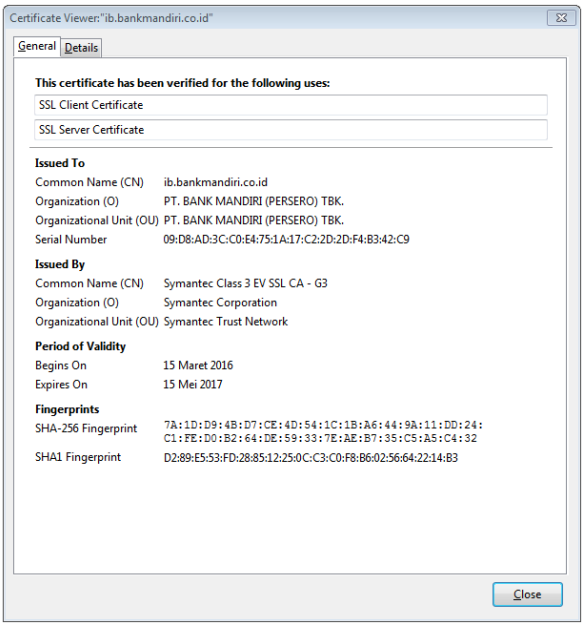
Gambar2. Mekanisme *single authentication* (https://www.entrust.com)

Berdasarkan gambar 2, pengguna melakukan akses terhadap alamat DNS kemudian *website* akan melakukan pencatatan dan permintaan koneksi SSL ke *web server*. *Web server* selanjutnya membalas melakukan koneksi SSL dengan sertifikat digitalnya. Sisi pengguna akan melakukan proses verifikasi terhadap sertifikat digital yang dikirimkan oleh *web server*. Verifikasi dilakukan oleh *Certificate Authority* (CA) yang tersimpan dalam *keystore* pengguna seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Proses *request* koneksi SSL (https://www.entrust.com)

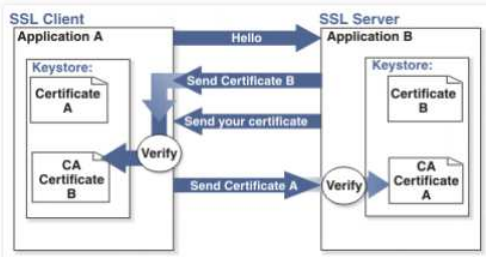
Dalam implementasi sertifikat digital, terdapat beberapa informasi di dalamnya yang dapat dijadikan informasi untuk proses otentikasi. Sertifikat digital berisi informasi entitas pemilik, penerbit sertifikat digital, periode, dan kunci. Gambar 4 di bawah ini merupakan salah satu contoh sertifikat digital yang digunakan untuk *one way authentication.*



Gambar 4. Contoh sertifikat digital

b. *Mutual authentication*

Mekanisme *mutual authentication* atau yang bisa disebut dengan *two-ways authentication*, merupakan proses otentikasi dua arah antara *client* dan *server*. Pada mekanisme ini, *client* melakukan akses ke sebuah *web server* kemudian akan dibalas dengan pengiriman serifikat digital milik *web server*. *Client* selanjutnya akan memverifikasi sertifikat *web server* dengan CA sertifikat milik *web server* yang tersimpan di dalam *keystore client.* Sisi *client* juga mengirimkan sertifikat digitalnya ke *web server* untuk selanjutnya diverifikasi dengan CA milik *client* yang tersimpan di *web server*. Mekanisme *two-ways authentication* ditunjukkan oleh gambar 5 di bawah ini.

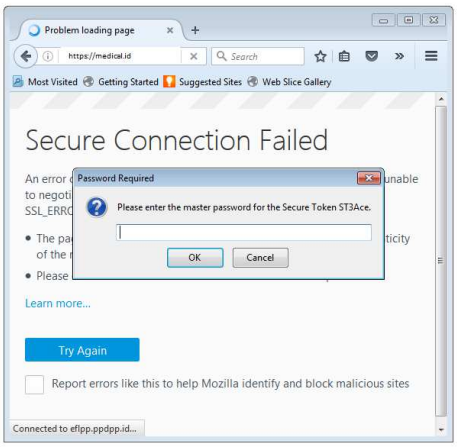


Gambar 5. Mekanisme *two-ways authentication* (https://www.entrust.com)

Implementasi *two-ways authentication* pada sistem *single medical record online* dapat dengan memanfaatkan *token* sebagai penambahan keamanan otentikasi berdasarkan konsep *"what you have"* dalam *multifactor authentication.* Penentuan tersebut harus mengacu pada kajian lebih lanjut untuk menentukan analisis kebutuhan yang dalam makalah ini tidak dibahas. *Two-ways authentication* pada *single medical record online* ditunjukkan pada gambar 6, gambar 7, dan gambar 8 di bawah ini.

Gambar 6. Akses web *single medical record* tanpa token

Gambar 6 menunjukkan bahwa pada saat *client* mengakses halaman web tanpa menggunakan *token* maka *web server* akan menampilkan halaman bahwa koneksi ke web gagal. *Client* atau pengguna harus memasang *token* yang didalamnya berisi sertifikat digitalnya ke port USB kemudian melakukan akses kembali ke halaman web. Pada tahap ini, *client* telah melakukan verifikasi sertifikat digital miliki *web server* yang ditandai dengan alamat web yang telah berubah menjadi https, tetapi *web server* belum memverifikasi sertifikat digital *client.* Selanjutnya *client* harus memasukkan *password* yang ditunjukkan oleh Gambar 7.



Gambar 7. Kotak dialog *input password*

Apabila *password* yang dimasukkan benar, maka *web server* akan memverifikasi sertifikat digital *client.* Selanjutnya jika sertifikat digital tersebut terotentikasi, maka *web server* akan menampilkan halaman *login web* seperti yang ditunjukkan dalam gambar 8.

Gambar 8. Halaman *login web*

Mekanisme *two-ways authentication* pada *single medical record online* merupakan pengamanan pertama di sisi akses *web server.*

3.2. *Document Signing*

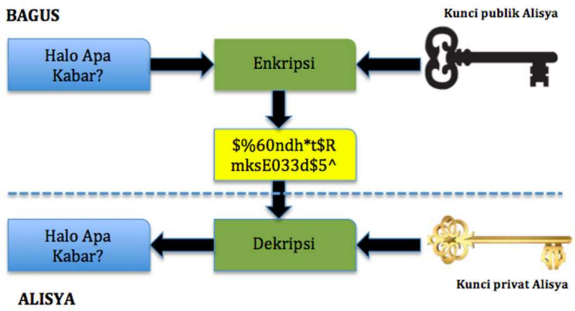
Pengelolaan data dalam rekam medis pasien harus menjamin adanya integritas data. Solusi yang dapat digunakan adalah dengan menerapkan IKP dalam bentuk *digital signature* (tanda tangan digital) untuk proses tanda tangan dokumen. Tanda tangan digital dalam sistem *single medical record online* digunakan untuk

proses tanda tangan dokumen rekam medis sehingga dapat dijamin integritas atas data tersebut.

Menurut UU No. 11 Tahun 2008 tentang Informasi dan Transaksi Elektronik (ITE), tanda tangan elektronik (tanda tangan digital) adalah tanda tangan yang terdiri atas informasi elektronik yang dilekatkan, terasosiasi, atau terkait dengan Informasi Elektronik lainnya yang digunakan sebagai alat verifikasi dan autentikasi. Merujuk pada UU tersebut, maka tanda tangan digital merupakan alat sah untuk menandatangani dokumen elektronik yang dapat dijadikan sebagai jaminan keutuhan data serta dapat dipertanggungjawabkan secara legal. Dengan menerapkan tanda tangan digital pada *single medical record online*, maka dapat diketahui pihak-pihak mana saja yang telah merubah data rekam medis pasien.

3.3. Enkripsi Dokumen

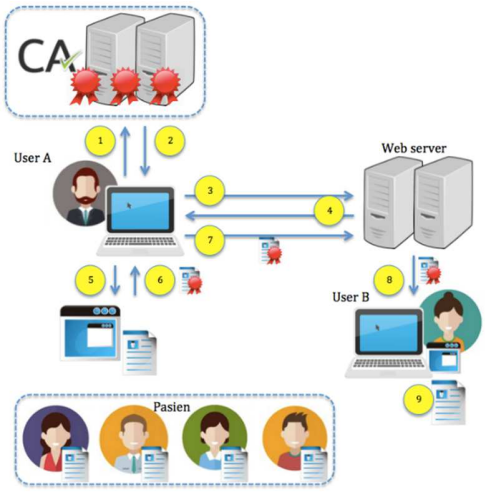
Enkripsi dokumen rekam medis pasien dilakukan apabila data tersebut dikirimterimakan secara *online* tanpa melalui *web* resmi *single medical record online*. Enkripsi dokumen data rekam medis dapat menjadi salah satu solusi yang dapat dipakai apabila sistem rekam medis terintegrasi belum berjalan secara optimal. Proses enkripsi dengan mekanisme kunci asimetrik ditunjukkan pada gambar 9 di bawah ini dengan mengacu pada penjelasan dari *Handbook of Applied Cryptography* (Menezes, 1997).



Gambar 9. Proses enkripsi dokumen

3.4. Arsitektur Sistem

Arsitektur yang diajukan Penulis untuk *single medical record online* yang dapat diimplementasikan di Indonesia ditunjukkan dalam gambar 10 di bawah ini.



Gambar 10. Arsitektur *single medical record online*

Berikut adalah penjelasan dari langkah-langkah penerapan IKP pada arsitektur *single medical record online* pada gambar10 :

1. User A sebagai pegawai rumah sakit yang memiliki wewenang terhadap rekam medis pasien melakukan permohonan sertifikat digital kepada CA.
2. CA menerbitkan sertifikat digital milik user A.
3. User A melakukan akses *single medical record online* ke *web server* yang secara otomatis merupakan tahap permintaan koneksi SSL.
4. Web server mengijinkan User A melakukan koneksi SSL apabila dongle dan password yang dimasukkan sesuai (dengan menggunakan metode *two ways authentication*).
5. User A membuka aplikasi enkripsi file dan melakukan enkripsi sekaligus menandatangani dokumen rekam medis secara elektronik.
6. User A telah mendapatkan dokumen rekam medis terenkripsi dan sudah ditandatangani secara elektronik.

7. User A mengupload dokumen rekam medis yang sudah ditandatangani serta dienkripsi ke *web server*.
8. User B atau sebagai pegawai rumah sakit lain yang memiliki wewenang terhadap akses dokumen rekam medis melakukan verifikasi dokumen dan melakukan dekripsi dokumen.
9. User B mendapatkan dokumen rekam medis terdekripsi dan terverifikasi milik pasien.

4. Penutup

4.1. Simpulan

Penerapan IKP pada *single medical record online* atau sistem rekam medis terintegrasi di Indonesia dapat menjadi solusi dalam menjamin keamanan informasi elektronik khususnya yang berupa dokumen rekam medis. Disain sistem yang dikembangkan harus memperhatikan analisis kebutuhan yang mencakup sistem otentikasi, tanda tangan digital pada dokumen, dan enkripsi dokumen. Sedangkan implementasi IKP harus mempertimbangkan beberapa kriteria yaitu, interoperabilitas dan kompatibilitas, kemudahan pengembangan dan kegunaan, fleksibilitas, keamanan CA, serta skalabilitas dan adaptibilitas.

4.2. Saran

Berdasarkan pembahasan di atas, berikut beberapa saran dari Penulis:

a. Perlu dibangun sistem rekam medis terintegrasi secara *online* di Indonesia dengan memperhatikan kaidah-kaidah keamanan informasi;
b. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menyusun analisis kebutuhan keamanan pada sistem yang akan diterapkan;
c. Investasi dalam pengembangan IKP untuk *single medical record online* dalam rumah sakit tidak hanya dapat digunakan untuk rekam medis saja, tetapi dapat juga dimanfaatkan untuk sistem elektonik lain dalam rumah sakit tersebut.

DaftarPustaka

Menezes, Alfred J., Oorschot, Paul C.Van., Vanstone, Scott A. (1997). *Handbook of Applied Cryptography.* CRC press LLC : Boca Raton.

Schneier, Bruce .(1996). *Applied Cryptography: Protocol, Algorithms And Source Code in C, Second Edition*. John Willey & sons, inc.

M. Whitman, H. Mattord.(2012).*Principles of Information Security*. Boston: Course Technology.

S. Burnett dan S. Paine. (2004).RSA Security's Official Guide to Cryptography, California: McGraw-Hill.

K. Schmeh. (2003).Cryptography and Public Key Infrastructure on the Internet, Sussex: Wiley & Sons Ltd.

S. Choudhury, K. Bhatnagar, W. Haque dan NIIT.(2002).*Public Key Infrastructure Implementation and Design*, New York: M&T Books.

Yon Handri, Frizka Ferina. (2016). *Penentuan Model Kepercayaan Infrastruktur Kunci Publik di Indonesia dengan Pendekatan Analytic Hierarchy Process*. Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia.

Undang-Undang No. 29 Tahun 2004 tentang Praktik Kedokteran.

Peraturan Menteri Kesehatan No. 269 Tahun 2008 tentang Rekam Medik.

Undang-Undang No. 11 Tahun 2008 tentang Informasi dan Transaksi Elektronik.

Peraturan Menteri Kesehatan No. 1171 Tahun 2011 tentang Sistem Informasi Rumah Sakit.

https://www.entrust.com diakses terakhir pada tanggal 26 September 2016

BiodataPenulis

Frizka Ferina , memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan di Sekolah Tinggi Sandi Negara setelah menyelesaikan pendidikan selama 4 tahun dengan jurusan Teknik Persandian dengan bidang minat Teknik Rancang Bangun Palsan. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan Pasca Sarjana di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta hingga memperoleh gelar S2. Saat ini Penulis menjadi karyawan di Lembaga Sandi Negara dan aktif dalam hal penelitian serta pengembangan persandian.

Ummu Fauziah Fitri, menyelesaikan pendidikan S1 selama 4 tahun di SekolahTinggi Sandi Negara. Jurusan yang diambil adalah Teknik Persandian bidang minat Teknik Kripto. Penulis kemudian melanjutkan ke jenjang pendidikan yang lebih tinggi dan berhasil memperoleh gelar S2 di STMIK Eresha Jakarta . Saat ini Penulis menjadi karyawan di Lembaga Sandi Negara dan aktif pada kegiatan penelitian serta pengembangan persandian.

METODE *USER-CENTERED DESIGN* UNTUK PEMBANGUNAN SISTEM INFORMASI UMAT GEREJA PAROKI MARIA ASSUMPTA BABARSARI YOGYAKARTA

Kristian Adi Nugraha[1], Ignatia Dhian Estu Karisma Ratri[2]

[1,2]Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta, Indonesia
[1]adinugraha@ti.ukdw.ac.id, [2]ignatiadhian@ti.ukdw.ac.id

Abstrak

Desain antarmuka dari sebuah sistem informasi memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap fungsionalitas sistem informasi tersebut. Jika tampilan antarmuka dari sebuah sistem kurang baik maka pengguna akan mengalami kesulitan saat menggunakan sistem tersebut. Pada penelitian ini akan dilakukan pembangunan sistem pendataan umat pada Gereja Katolik Maria Assumpta Babarsari Yogyakarta dengan metode User-Centered Design dan memperhatikan aspek-aspek usability. Dari penelitian ini, diharapkan sistem yang dibangun untuk pendataan umat Gereja Katolik Maria Assumpta Babarsari Yogyakarta dapat memenuhi kebutuhan pihak gereja untuk melakukan pendataan umat. Penelitian ini masih berlangsung hingga saat ini dan telah sampai hingga tahap pembangunan desain. Tahap berikutnya yang akan dilakukan adalah melakukan pengujian usability dan analisa terhadap hasil pengujian yang diperoleh.

***Kata Kunci* :** *user-centered design, usability, software development, sistem informasi, web*

1. Pendahuluan

Sistem informasi merupakan hal yang telah biasa dijumpai saat ini. Hampir di segala aspek kita menjumpai keberadaan sistem informasi, mulai dari sekolah, kantor, pusat perbelanjaan, bahkan di tempat ibadah. Gereja Maria Assumpta Babarsari Yogyakarta merupakan salah satu gereja yang telah memanfaatkan sistem informasi untuk pendataan umat. Gereja Maria Assumpta Babarsari Yogyakarta merupakan sebuah gereja yang terletak di kawasan yang sebagian besar penduduknya merupakan pendatang dari luar daerah Yogyakarta. Hal ini menyebabkan pihak gereja kesulitan untuk melakukan pendataan umat, karena di samping jumlah yang banyak, sebagian besar umat hanya datang pada saat ibadah hari Sabtu dan Minggu, namun tidak pernah terlibat dalam kegiatan sehari-hari. Selama ini pihak gereja melakukan pendataan umat dengan menggunakan sebuah sistem yang bernama Sistem Informasi Administrasi Paroki (SIAP). Namun sistem tersebut dinilai tidak bisa memenuhi kebutuhan akan umat yang sering berganti dalam frekuensi yang cukup cepat, sehingga dibutuhkan perubahan pada sistem pendataan umat yang ada saat ini.

Salah satu aspek penting dari sebuah sistem informasi adalah desain antarmuka. Desain antarmuka dari sebuah sistem informasi memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap fungsionalitas sistem informasi tersebut. Hal ini dikarenakan sistem informasi dengan tampilan antarmuka yang kurang baik membuat penggunanya merasa kesulitan dalam menggunakan sistem informasi tersebut. Aspek tersebut dikenal dengan istilah *usability*. *Usability* sendiri memiliki beberapa parameter pokok, yaitu efisiensi (*efficiency*), efektifitas (*effectivity*),dan kepuasan (*satisfaction*). Aspek-aspek tersebut idealnya harus dipenuhi untuk memenuhi standar antarmuka yang baik. Apabila tidak ditangani dengan baik, maka sistem informasi tersebut tidak akan dapat memberikan manfaat yang maksimal atau bahkan tidak terpakai sama sekali karena dianggap merepotkan.

Antarmuka yang baik dibangun melalui beberapa tahapan. Salah satu tahapan yang cukup populer untuk membangun sebuah antarmuka adalah *User-Centered Design*. *User-Centered Design* merupakan metode pembangunan antarmuka yang berfokus pada calon pengguna. Calon pengguna akan dilibatkan pada setiap proses pembangunan antarmuka, mulai dari tahap pengumpulan data, perancangan prototip, pembangunan desain sistem, hingga pengujian sistem. Berdasarkan pemaparan tersebut, penulis berencana untuk membangun sistem pendataan umat dengan metode *User-Centered Design*. Luaran akhir dari penelitian ini adalah antarmuka sistem informasi pendataan umat yang sesuai dengan kebutuhan pengguna sehingga dapat berperan optimal serta diharapkan dapat digunakan dalam jangka waktu yang panjang.

2. Landasan Teori

Penelitian dalam bidang *usability* telah banyak dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Penelitian mengenai *usability* telah dilakukan dalam berbagai hal sehingga setiap orang memberikan konsep yang berbeda-beda (Green & Pearson, 2006). Tidak ada peraturan umum yang dianggap paling benar dalam mendefinisikan *usability* (Sindhuja & Dastidar, 2009). Walaupun begitu Pressman (Pressman, 2001) mendefinisikan *usability* sebagai sebuah usaha untuk mengukur kualitas *user-friendliness* dengan mengukur beberapa atribut dari user seperti (a) kemampuan, baik dalam hal kemampuan fisik atau pengetahuan serta kebutuhan dalam mempelajarai sistem, (b) waktu yang diperlukan untuk menggunakan sistem dengan efisien, (c) meningkatkan produktifitas user dan (d) evaluasi subjektif dari perlakuan user terhadap sistem. *Usability* juga konsep penting dalam pengembangan sistem karena sama dengan berapa banyak dana yang didapatkan atau yang dikeluarkan. Sistem yang memiliki *usability* yang jelek karena desain website memberikan hasil negatif secara finansial (Tarafdar & Zhang, 2005).

Penelitian dengan menggunakan *usability testing* dilakukan juga pada alat *Discovery Tool* yang ada dalam Perpustakaan Akademik di *James Madison University* (JMU). Penelitian ini dilakukan oleh Fagan dkk. untuk melihat kemampuan tool tersebut dibandingkan dengan sistem perpustakaan lainnya. Pengujian dilakukan dengan menggunakan dua jenis software *usability* yaitu *Techsmith's Morae* (versi 3) dan *Usability Testing Environment* (versi 3). Jumlah partisipan yang digunakan sebanyak 10 orang : 2 mahasiswa baru, dua mahasiswa tingkat dua, dua mahasiswa tingkat junior, satu mahasiswa senior, 1 mahasiswa yang sudah lulus dan dua orang member dari fakultas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan observasi terhadap seberapa besar perlakukan user dan masalah *usability*, selain itu juga mengumpulkan data terhadap kepuasan dari berbagai variasi perpektif. Hasil pada penelitian ini dapat digunakan untuk meningkatkan pelayanan yang dapat diberikan perpustakaan dan memberikan perbaikan terhadap masalah *usability* yang ada. (Fagan, Mandernach, Nelson, Paulo, & Saunders, 2012)

Bringula dan Basa melakukan penelitian untuk mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi *usability* dari Web Portal Fakultas. Untuk memvalidasi isi dari kuesioner yang nantinya akan dibagikan menggunakan tiga orang tenaga ahli. Kuesioner *pre-testing* dilakukan terhadap 30 anggota Fakultas dari *College of Computer Studies and Syste*, kemudian nantinya kuesioner ini dimodifikasi berdasarkan rekomendasi dan hasil dari *pre-testing*. Setelah selesai dimodifikasi kuesioner akan didistribusikan kepada seluruh civitas Fakultas di Universtias tersebut. Hasil dari penelitian ini adalah dari semua faktor yang diujikan ternyata faktor yang paling berpengaruh terhadap *usability* dari web portal fakultas adalah isi informasi dari web portal tersebut. (Bringula & Basa, 2011)

Penelitian *usability testing* berikutnya dilakukan oleh Hasan dan Abuelrub pada IAJIT *OpenConf Journal Management System* (JMS). *OpenConf* adalah sistem manajemen umum yang digunakan secara global untuk mengatur proses dari beberapa acara ilmiah yang berbeda seperti konferensi, *workshop* dan symposia. Fokus dari evaluasi ini adalah untuk melakukan identifikasi permasalahan *usability* dari sistem jika dilihat dari tiga grup *user* yang berbeda yaitu penulis, *reviewers* dan *advocator*. Pemilihan *user* pada penelitian ini dilakukan oleh *Editor-in-Chief* dari IAJIT dan didapatkan 15 user yang sesuai dengan

karakteristik yang direkomendasikan oleh *Editor-in-Chief*. Lima belas orang tersebut didistribusikan ke dalam 3 grup, yaitu grup penulis, *reviewers* dan *advocator*. Masing-masing grup diisi 5 orang. Setiap user sudah berpengalaman dengan komputer dan *web user*, hanya saja mereka belum pernah menggunakan *IAJIT OpenConf JMS* sebelumnya. Sebelumnya mereka diminta mengisi *pre-testing* untuk mengumpulkan informasi dari masing-masing *user*. Kemudian setelah itu terdapat 3 skenario yang dikembangkan dari 3 grup *user* tersebut. Data dikumpulkan dari tiap sesi saat *user testing* menggunakan *software screen capture* (Camtasia). Kemudian setelah menyelesaikan skenario yang ada, *user* diberikan kuesioner *post-test* untuk mengumpulkan informasi mengenai *user preference*. Setelah dilakukan pengujian terdapat beberapa rekomendasi untuk perbaikan pada sistem *OpenConf*. Hal ini akan sangat mudah dilakukan karena *software* ini bersifat *opensource*. (Hasan & Abuelrub, 2013)

Evaluasi *usability* berikutnya dilakukan oleh Iqbal dan Warraich untuk mengevaluasi *website* perpustakaan pada Punjab University. Fokus dalam penelitian ini adalah untuk memastikan apa yang dirasakan oleh *user* berjalan sesuai dengan efisiensi dari sistem. Untuk memperoleh hasil tersebut maka penelitian ini diproses melalui beberapa fase. Pada langkah pertama sebuah review dari literatur-literatur yang ada dilakukan untuk memahami aspek teori dan teknik dari penelitian. Langkah berikutnya adalah data diambil dari instrumen kuesioner yang dikembangkan oleh Oulanov dan Pajarillo. Survei dilakukan pada 4 fakultas yang terdiri dari 13 departemen dan data diambil dari 300 orang responden dan dianalisa menggunakan SPSS. Hasil dari pengujian didapatkan bahwa *website* tersebut menunjukkan *affect* dan efisiensi daripada aspek teknis seperti *learnability*, *control* dan *helpfulness* (Iqbal & Warraich, 2012).

Berbagai macam penelitian mengenai *usability* telah dilakukan oleh banyak orang. Dari keseluruhan penelitian tersebut, luaran yang dihasilkan sangatlah bervariasi bergantung pada jenis sistem yang dibangun. Pada penelitian ini penulis mencoba untuk melakukan penelitian di bidang *usability* untuk keperluan sistem pendataan umat gereja. Sistem jenis ini cukup jarang dijumpai, sehingga penulis berharap hasil penelitian ini nantinya dapat memberikan kontribusi bagi penelitian lain sejenis.

2.1. *User-Centered Design*

User-centered design merupakan metodologi yang dilakukan oleh pengembang dan desainer perangkat lunak untuk memastikan produk yang dibangun dapat memenuhi kebutuhan penggunanya, ditinjau dari sisi *usability* maupun *user experience* (Lowdermilk, 2013).*User-centered design* merupakan salah satu bagian dari bidang *human-computer interaction* (interaksi manusia dan komputer). Pada *user-centered design*, pengguna atau calon pengguna dilibatkan dalam setiap tahap pengembangan produk, mulai dari pengumpulan data hingga pengujian akhir produk. Hal ini bertujuan untuk meminimalkan resiko kesalahan pengembangan produk yang tidak sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dengan demikian, hasil akhir produk yang dibangun dapat membawa manfaat yang besar bagi para penggunanya.

2.2. *Usability*

Secara umum, *usability* memiliki arti sebuah produk dapat digunakan oleh pengguna tertentu untuk mencapai tujuan dengan memperhatikan aspek efisiensi, efektivitas, dan kepuasan (Barnum, 2011). Efisien berarti pengguna dapat mencapai tujuan dari produk yang digunakan dalam waktu yang relatif singkat, efektif berarti pengguna dapat mencapai tujuannya dengan baik, sedangkan kepuasan berarti pengguna merasa puas setelah menggunakan produk. Terdapat definisi lain mengenai aspek *usability* yang dikenal dengan istilah 5Es seperti ditunjukkan pada gambar 1.

Dimension	Definition
Effective	How completely and accurately the work or experience is completed or goals reached
Efficient	How quickly this work can be completed
Engaging	How well the interface draws the user into the interaction and how pleasant and satisfying it is to use
Error tolerant	How well the product prevents errors and can help the user recover from mistakes that do occur
Easy to learn	How well the product supports both the initial orientation and continued learning throughout the complete lifetime of use

Gambar 1. Lima Aspek *Usability* (Barnum, 2011)

2.3. *Usability Testing*

Usability testing merupakan aktivitas yang berfokus pada pengguna dalam menggunakan produk secara sebagaimana mestinya (Barnum, 2011). Secara garis besar, *usability testing* dibagi menjadi dua tahap:

1. *Formative Testing*
   Pengujian yang dilakukan selama produk masih berada dalam tahap pengembangan. Pengujian ini bertujuan untuk memperbaiki *error-error* yang masih ada pada produk yang dibangun.
2. *Summative Testing*
   Pengujian yang dilakukan ketika produk telah selesai dibangun. Pengujian ini bertujuan untuk melakukan validasi apakah produk telah benar-benar sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Usability testing dilakukan dengan melibatkan beberapa orang responden. Lingkungan dan suasana pengjian harus dikondisikan semirip mungkin dengan kondisi penggunaan sistem ketika sudah diimplementasikan nantinya.

3. Metode Penelitian

Gambar 2. Metode Penelitian

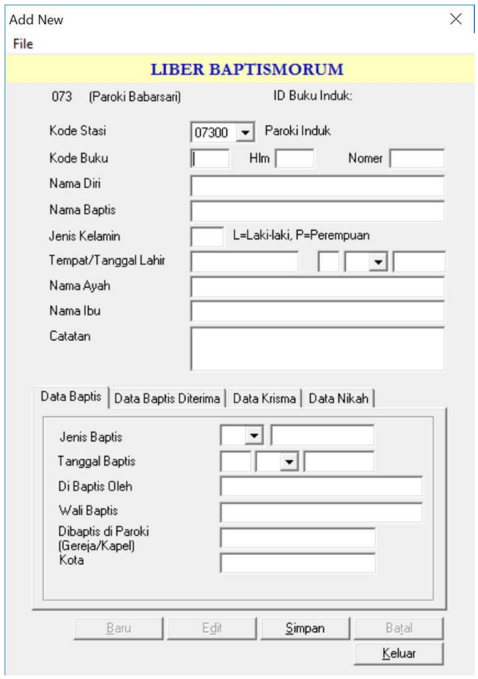
Pada penelitian ini, mula-mula dilakukan pengumpulan data dengan cara wawancara dan observasi kepada pihak gereja. Pengumpulan data ini bertujuan untuk menggali informasi mengenai apa yang menjadi kebutuhan pihak gereja. Kemudian dilanjutkan dengan tahap analisa kebutuhan untuk merumuskan kebutuhan pihak gereja. Dari kebutuhan tersebut, penulis melakukan perancangan desain untuk membangun prototip awal dari rancangan sistem yang akan dibangun. Prototip ini akan divalidasi terlebih dahulu oleh pihak gereja, apabila disetujui maka langkah berikutnya adalah melakukan pembangunan sistem. Sistem yang telah selesai dibangun akan diuji secara langsung oleh pihak gereja. Dari hasil pengujian, penulis akan melakukan analisa terhadap apa yang masih perlu dibenahi dari sistem yang telah dibangun. Langkah terakhir adalah penulis membuat laporan secara keseluruhan yang menggambarkan proses jalannya penelitian ini dari awal hingga akhir.

4. Analisa & Pembahasan

Penulis melakukan beberapa kali kunjungan ke pihak gereja untuk mewawancarai karyawan gereja yang melakukan pengelolaan data administrasi sehari-hari. Wawancara yang dilakukan terkait dengan penggunaan sistem yang sudah berjalan selama ini, sekaligus membahas masalah atau kebutuhan yang masih belum terpenuhi hingga saat ini. Selain itu, penulis juga melakukan wawancara kepada romo yang menjabat sebagai pengelola gereja tersebut. Wawancara kepada romo ini bertujuan untuk mengetahui visi gereja ke depan terkait dengan pengembangan sistem informasi yang ada.

Gambar 3. Proses Kunjungan Wawancara

Gereja Paroki Maria Assumpta Babarsari sebelumnya menggunakan sistem yang disebut dengan Sistem Informasi Administrasi Paroki (SIAP). SIAP dibangun dengan menggunakan bahasa FoxPro dan basis data Microsoft Access. Contoh tampilan SIAP ditunjukkan pada gambar 4. Fungsi dari SIAP adalah menggantikan proses pencatatan administrasi yang selama ini masih dilakukan secara manual dengan cara menulis di buku. SIAP sendiri merupakan sistem yang berbasis *offline*, sehingga tidak terhubung antara satu gereja dengan gereja yang lain. Hal ini menimbulkan beberapa permasalahan, di antaranya adalah apabila terdapat umat yang sebelumnya merupakan anggota sebuah gereja, kemudian suatu hari berpindah domisili dan akan melakukan pernikahan di gereja yang baru. Hal ini membutuhkan proses yang cukup panjang dan sedikit kompleks, karena pihak gereja yang baru harus mencari data umat tersebut di gereja sebelumnya.



Gambar 4. Contoh Tampilan Program SIAP

Masalah lain pada SIAP adalah apabila terdapat SIAP versi terbaru, maka data pada SIAP versi lama tidak bisa dipindahkan ke SIAP versi terbaru. Hal ini cukup merepotkan karena program SIAP di tiap komputer harus diperbarui, Selain itu petugas gereja juga harus memasukkan data kembali satu per satu dari awal.

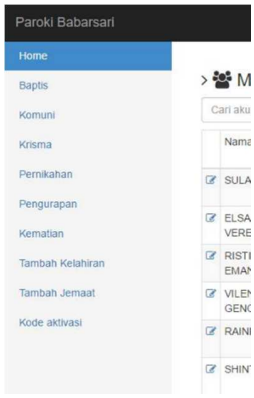
Proses wawancara yang dilakukan oleh penulis berlangsung beberapa kali. Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan oleh penulis, maka terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan terkait dengan penggunaan sistem informasi sebelumnya :

1. SIAP bersifat *offline* atau tidak terhubung antara satu gereja dengan gereja yang lain, hal ini cukup menyulitkan apabila terdapat kondisi di mana sebuah gereja membutuhkan data dari gereja yang lain.
2. SIAP merupakan sistem informasi bersifat lokal yang harus dipasang terlebih dahulu di komputer yang hendak menjalankan sistem tersebut. Hal ini mengakibatkan kesulitan apabila hendak melakukan perawatan (*maintenance*) atau terdapat sistem versi terbaru, karena harus dilakukan satu per satu. Sementara di setiap gereja belum tentu

memiliki orang yang cukup terampil di bidang computer.

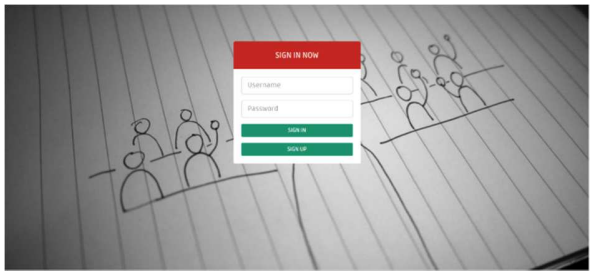
Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis mencoba mengatasinya dengan mengambil keputusan berikut :

1. Sistem informasi pendataan umat yang dibangun menggunakan basis *online*, sehingga data-data yang ada disimpan secara terpusat.
2. Sistem informasi pendataan umat yang dibangun menggunakan *platform web*. Penulis memutuskan untuk menggunakan *platform web* karena aplikasi berbasis web cukup diimplementasikan di sebuah *server* saja, sehingga biaya perawatan lebih mudah dan murah, serta dapat digunakan pada skala yang besar dengan jangkauan yang tidak terbatas. Pada komputer pengguna hanya dibutuhkan *web browser* saja untuk mengakses sistem tersebut.



Gambar 5. Tampilan Menu

Pada sistem informasi pendataan umat yang baru terdapat banyak penambahan fitur-fitur yang tidak ada sebelumnya. Penambahan fitur ini tentunya mengakibatkan bertambahnya jumlah menu yang ada. Dengan demikian, menu-menu untuk setiap fitur tersebut diletakkan pada sisi kiri halaman web seperti ditunjukkan pada gambar 5. Urutan peletakan menu disesuaikan dengan frekuensi penggunaan menu-menu tersebut. Menu yang lebih sering digunakan akan diletakkan di posisi atas agar memudahkan pengguna untuk mengaksesnya.



Gambar 6. Tampilan Halaman *Login*

Gambar 7. Contoh Tampilan Halaman Manajemen Akun Pengguna

Sejauh ini, hasil yang telah oleh penulis adalah pada tahap membangun prototip dari sistem informasi pendataan umat. Sebagian besar antarmuka dan fungsi sistem telah selesai dibangun. Tahap yang akan dilanjutkan berikutnya adalah memastikan apakah prototip yang telah dibangun telah sesuai dengan kebutuhan atau tidak dengan cara melakukan *usability testing*. Terlebih lagi untuk rencana ke depan, sistem informasi pendataan umat ini akan digunakan pada seluruh paroki yang ada di Jawa Tengah. Sehingga seluruh fitur yang ada pada sistem harus dipastikan telah sesuai dengan kebutuhan yang ada.

Sistem pendataan umat yang dibangun oleh penulis merupakan sistem berbasis *web*. Tampilan halaman *login* sistem ditunjukkan pada gambar 6. Setelah pengguna melakukan login, maka pengguna dapat melakukan pengelolaan terhadap data-data yang ada, seperti menambah data baptis, memperbarui, atau menghapus.

Proses penelitian yang dilakukan oleh penulis saat ini telah mencapai tahap pembangunan desain. Selanjutnya akan dilakukan tahap pengujian dengan menggunakan *usability testing* berupa observasi dan kuisioner. Dari hasil

usability testing, diharapkan akan didapatkan bagian-bagian dari sistem yang masih memiliki kekurangan, sehingga dapat diperbaiki.

5. Kesimpulan

Sistem pendataan umat yang telah dibangun hingga saat ini telah selesai dibangun sepenuhnya sehingga siap untuk diuji dengan menggunakan *usability testing*. Langkah berikutnya dari penelitian ini adalah dengan melakukan *usability testing* terhadap sistem yang telah dibangun. Dari hasil *usability testing* tersebut, diharapkan dapat digunakan untuk melakukan perbaikan terhadap kekurangan yang masih ada pada sistem. Dengan demikian, kekurangan pada sistem dapat ditekan seminimal mungkin.

Daftar Pustaka

Barnum, C. R. (2011). Usability Testing Essentials: Ready, Set...Test!. Burlington: Morgan Kaufman.

Bringula, R. P., & Basa, R. S. (2011). Factors Affecting Faculty Web Portal Usability. Educational Technology and Society , 253-265.

Fagan, J. C., Mandernach, M., Nelson, C. S., Paulo, J. R., & Saunders, G. (2012). Usability Test Results for a Discovery Tool in an academic library. Information technology and libraries , 83-112.

Green, D., & Pearson, J. (2006). Development of a website usability instrument based on ISO 9241-11. The Journal of Computer Information System , 66-72.

Hasan, L., & Abuelrub, E. (2013). Usability Testing for IAJIT OpenConf Journal Management System. Journal of Software vol.8 no.2 , 387-396.

Iqbal, M., & Warraich, N. F. (2012). Usability evaluation of an academic library website: a case of the university of the Punjab. Pakistan Journal of Library and Information Science , 1-11.

Lowdermilk, T. (2013). User-Centered Design.Sebastopol: O'Reilly Media Inc.

Pressman, R. (2001). Software Engineering : A practitioner's Approach 5th Edition. Boston: McGraw-Hill.

Sindhuja, P., & Dastidar, S. (2009). Impact of factors influencing website usablity on user satisfaction. THe IUP Journal of Management Research , 54-66.

Tarafdar, M., & Zhang, J. (2005). Analyzing the influence of website design parameters on web site usability. Information Resource Management Journal , 62-80.

Biodata Penulis

Kristian Adi Nugraha, memperoleh gelar S1 di Universitas Kristen Duta Wacana. Memperoleh gelar S2 di Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Saat ini menjadi staf pengajar di Program Studi Teknik Informatika, Universitas Kristen Duta Wacana

Ignatia Dhian Estu Karisma Ratri, memperoleh gelar S1 di Universitas Kristen Duta Wacana. Memperoleh gelar S2 di Universitas Gadjah Mada. Saat ini menjadi staf pengajar di Program Studi Teknik Informatika, Universitas Kristen Duta Wacana

ANALISIS KONDISI DAN KESIAPAN MASYARAKAT TANI DI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA UNTUK MEMANFAATKAN TIK DI BIDANG PERTANIAN

Rosa Delima[1]
[1]Universitas Kristen Duta Wacana : Program Studi Teknik Informatika, Yogyakarta, Indonesia.
rosadelima@staff.ukdw.ac.id.

Abstract

Pertanian merupakan salah satu sektor yang sangat penting bagi negara agraris seperti Indonesia. Oleh karena itu strategi peningkatan produktifitas pertanian menjadi salah satu prioritas dalam program pembangunan nasional. Salah satu strategi yang dapat dilakukan untuk pengembangan bidang pertanian adalah dengan menerapkan teknologi informasi dan komunikasi (TIK). Agar penerapan TIK di bidang pertanian dapat efektif dan sesuai dengan sasaran maka dibutuhkan informasi dan peta kondisi masyarakat tani saat ini. Artikel ini secara khusus membahas analisis kondisi dan kesiapan masyarakat dalam mendukung penerapan TIK dibidang pertanian. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian adalah pendekatan Paricipatory Rapid Appraisal (PRA). Melalui penelitian yang dilakukan berhasil dirumuskan karakteristik utama petani di Daerah Istimewa Yogyakarta, tingkat pemanfaatan TIK dalam pertanian, kemampuan literasi informasi petani, dan ketersediaan infrastuktur teknologi. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam penyusunan rancangan pengembangan teknologi informasi di bidang pertanian dan juga menjadi acuan untuk perencanaan program pemberdayaan petani agar dapat mengoptimalkan manfaat TIK.

Keywords **:** *Penerapan TIK Pertanian, Analisis Kondisi Petani, Paricipatory Rapid Appraisal (PRA)*

1. Pendahuluan

Pertanian merupakan salah satu sektor yang menjadi prioritas pembangunan di Indonesia. Peningkatan produktifitas dan kualitas hasil pertanian yang secara langsung berdampak pada peningkatan pendapatan dan kesejahteraan petani menjadi fokus utama dalam pembangunan ekonomi di bidang pertanian. Salah satu faktor pendukung yang dapat memicu peningkatan produktifitas dan kualitas hasil pertanian adalah melalui penerapan teknologi informasi di bidang pertanian.

Dalam mengembangkan sebuah sistem pertanian berbasis teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dibutuhkan proses identifikasi untuk melihat kondisi dan kesiapan baik masyarakat tani sebagai pengguna utama sistem maupun kesiapan infrastruktur teknologi untuk mendukung penerapan sistem pertanian berbasis TIK. Artikel ini secara khusus membahas hasil identifikasi kondisi dan kesiapan masyarakat tani dalam mendukung penerapan sistem pertanian berbasis TIK. Analisis yang dilakukan meliputi karakteristik petani, tingkat pemanfaatan TIK oleh petani, kesiapan masyarakat tani untuk memanfaatkan TIK dan kesiapan infrastuktur untuk mendukung penerapan TIK di bidang pertanian serta aplikasi yang dibutuhkan oleh petani. Penelitian dilakukan pada 4 kabupaten di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY).

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Pemanfaatan Perangkat TIK Pertanian.

Teknologi informasi dan Komunikasi (TIK) merupakan perangkat, tool, atau aplikasi yang mendukung proses pengumpulan, pengolahan dan penyimpanan dan pertukaran data (Deloitte, 2012). Meksipun proses penitrasi TIK pada berbagai bidang kehidupan berjalan dengan cepat namun penerapan teknologi informasi dan komunikasi pada bidang pertanian khususnya pada negara sedang berkembang masih berjalan lambat (Awuor, et,al, 2013). Penggunaan

perangkat teknologi oleh petani dan masyarakat pedesaan masih terbatas hanya sebagai alat komunikasi. Secara spesifik belum banyak masyarakat yang menggunakan TIK untuk mendukung aktifitas pertanian yang mereka lakukan. Aplikasi di bidang pertanian juga masih kurang. Padahal penggunaan TIK menawarkan banyak peluang bagi petani untuk mengembangan industri pertanian mereka. TIK mempermudah akses ke sejumlah informasi seperti cuaca, pasar, dan harga yang dapat berdampak langsung pada meningkatkan produktifitas hasil pertanian dan pendapatan masyarakat.

Lemahnya penggunaan TIK pada bidang pertanian disebabkan oleh beberapa faktor antara lain kurangnya kesadaran untuk mengoptimalkan teknologi tersebut dibidang pertanian, kurangnya perangkat lunak aplikasi yang memenuhi kebutuhan petani, tingginya biaya yang harus dikeluarkan untuk mengadopsi TIK, dan lemahnya infrastuktur TIK di pedesaan. Namun, sebenarnya infrastruktur dan biaya penerapan TIK menunjukan tren yang semakin menurun, hal ini berarti kemampuan aksesbilitas masyarakat terhadap TIK akan semakin mudah dan murah. Sehingga tantangan yang harus menjadi perhatian utama adalah memahami bagaimana caranya memanfaatkan keuntungan penerapkan TIK untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil pertanian. Keuntungan-keuntungan tersebut antara lain dapat dihasilkan dengan memanfaatkan media komunikasi mobile, aplikasi spatial, atau e-agriculture untuk proses interaksi dan pertukaran data dan informasi. Melalui TIK, masyarakat tani dapat mengetahui perkembangan teknik dan tren pertanian, mereka juga dapat mengakses berbagai informasi mengenai tanaman, cuaca, kondisi air dan tanah, kondisi geografis, rantai pemasaran dan berbagai informasi lainnya (Brugger, 2011).

2.2. Participatory Rapid Appraisal (PRA).

Participatory Rapid Appraisal (PRA) merupakan salah satu pendekatan yang digunakan dalam metode partisipatif. PRA merupakan metode partisipasif yang pelaksanaan penelitiannya dimulai dari menyusun desain, instrument, pengumpulan data, pengolahan, analisis data sampai menyusun laporan. Setiap tahapan penelitian selalu dilakukan bersama masyarakat. Mereka berperankan bukan sebagai objek dalam penelitian melainkan sebagai subjek dalam penelitian (Adimihardja dan Hikmat, 2004). Penggunaan metode ini didasarkan pada kebutuhkan untuk pengumpulan data secara cepat dan terorganisir. Dalam penerapannya PRA lebih mengutamakan pemahaman mendalam terhadap subjek daripada informasi statistik. Metode ini memiliki beberapa karakteristik, yaitu (Thels dan Grady, 1991):

a. Flexibility.
PRA menggunakan *tool*/metode yang beragam agar masyarakat yang menjadi tim fasilitator dapat dengan mudah belajar untuk penerapannya. Metode ini memungkinkan peneliti secara fleksibel mengubah aktivitas dan menggunakan metode sesuai dengan kebutuhan.

b. Triple Observation.
PRA mengumpulkan dan menganalisa data menggunakan tiga cara yaitu yang pertama, data dikumpulkan oleh tim peneliti, yang meliputi keberagaman orang dengan beragam pengalaman dan keahlian. Kedua, data yang dikumpulkan berasal dari beragam sumber, dan yang ketiga adalah keberagaman *tool*/metode yang digunakan untuk pengumpulan data.

c. Participation
Partisipasi merupakan bagian yang paling penting dalam PRA. PRA mengangkat masyarakat lokal untuk berpartisipasi dalam proses pengumpulan data, analisis data dan perumusan rencana aksi yang akan menjadi bagian dalam proses pemberdayaan masyarakat.

2.3. Metode Penelitian.

Pada penelitian ini digunakan Participatory Rapid Appraisal (PRA), metode ini banyak digunakan untuk isu-isu pemberdayaan. PRA digunakan sebagai salah satu metode untuk menemukan, menganalisis, dan mengevaluasi tantangan dan kesempatan pada sebuah program pemberdayaan. Metode ini memungkinkan tim peneliti untuk mengumpulkan informasi secara cepat dan terorganisir untuk menganalisa situasi dan kebutuhan secara umum. Penerapan metode ini dalam penelitian ditujukan untuk mendapatkan

informasi dari partisipan dalam hal ini petani, agar didapatkan pemahaman mengenai kondisi dan kesiapan petani untuk pemanfaatan TIK dalam bidang pertanian. Penerapan metode PRA dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu :

a. Mengidentifikasi masalah dan menetapkan fokus tujuan penelitian.
   Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah dan perumusan tujuan umum dan khusus penelitian. Berdasarkan tujuan yang dirumuskan selanjutnya disepakati aspek-aspek yang menjadi indikator keberhasilan. Dalam proses ini, fasilitator lapangan harus mampu menfasilitasi masyarakat untuk menemukan prioritas isu atau aspek yang dibutuhkan untuk kegiatan penelitian dan pemberdayaan.
b. Membentuk tim fasilitator penelitian.
   Tim Peneliti akan membantu memfasilitasi masyarakat untuk memilih orang-orang dari masyarakat lokal, yang akan di tunjuk sebagai tim fasilitator. Selanjutnya tim fasilitator akan memediasi partisipan dalam proses pengambilan data.
c. Pengambilan data.
   Aktivitas pengambilan data dilakukan dengan mempertimbangkan keberagaman karakteristik partisipan, keberagaman sumber data dan keberagaman metode pengumpulan data.
d. Analisis dan interpretasi data.
   Berdasarkan data yang telah dikumpulkan dilakukan proses analisis dan interpretasi terhadap data. Teknik analisis data kualitatif dan kuantitatif dapat diterapkan untuk mendukung aktifitas pada tahap ini.

3. Analisis dan Pembahasan

3.1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer. Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu tahap perkenalan, tahap penyusunan panduan, dan tahap pengambilan data di lapangan. Pengambilan data primer dilakukan sebanyak 6 kali. Penelitian ini melibatkan 77 responden yang merupakan petani. Responden berasal dari 25 kelompok tani yang meliputi empat kabupaten di Daerah Istimewa Yogyakarta. Keempat kabupaten tersebut adalah Bantul, Gunungkidul, Kulon Progo, dan Sleman. Rincian tahapan pengambilan data dan jumlah responden yang terlibat dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Tahapan dan Waktu Pengambilan Data

Lokasi	**Waktu (2015)**	**Metode**
Desa Terong Kec. Dlingo Kab. Bantul	September dan Oktober	Wawancara Semi terstruktur, Focus Group Discussion, dan observasi.
Desa Temon Wetan Kec. Temon Kab. Kulon Progo	September	
Desa Turi Kec. Ngaglik Kab. Sleman	Oktober	
Desa Girimulyo Kec. Panggang, Kab. Gunung Kidul.	September dan Oktober	

Tabel 2. Karakteristik Responden

Lokasi	**Jumlah Responden**	**Jumlah Kelompok Tani**
Kab. Bantul	19	10
Kab. Kulon Progo	20	9
Kab. Sleman	17	2
Kab. Gunung Kidul.	21	4
Total	77	25

3.2. Analisis dan Interpretasi Data

Melalui proses pengumpulan dan analisis data didapat hasil analisis yang meliputi rumusan karakteristik masyarakat tani Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY), tingkat pemahaman TIK masyarakat tani, kesiapan masyarakat tani untuk memanfaatkan TIK, kesediaan infrastuktur TIK di masyarakat, dan aplikasi yang dibutuhkan petani.

3.2.1. Rumusan Karakteristik Petani DIY.

Karakteristik petani DIY dirumuskan melalui 9 variabel yaitu status usaha tani, usia,

pendidikan, lama waktu bekerja sebagai petani, luas lahan pertanian yang dimiliki, status lahan pertanian, jenis produk pertanian yang dihasilkan, rata-rata penghasilan petani per tahun, dan jumlah tanggungan keluarga.

a. Status Usaha Tani

Status usaha tani dimaksudkan adalah status pekerjaan yang dilaksanakan oleh petani dan status pekerjaan petani merupakan pekerjaan utama ataukah pekerjaan sampingan. Berdasarkan data yang berhasil dikumpulkan didapatkan informasi bahwa secara keseluruhan sebagian besar petani (70%) atau sebanyak 54 petani memiliki status pekerja pertanian sebagai pekerjaan utama. Namun persentase hasil ini agak berbeda jika dianalisa berdasarkan kabupaten. Pada tiga kabupaten yaitu Kabupaten Bantul, Gunungkidul dan Sleman, hasil analisis menunjukan nilai yang hampir sama dengan analisa keseluruhan yaitu sebesar 70% - 89% petani memiliki pekerjaan utama sebagai petani. Namun khusus untuk Kabupaten Kulon Progo menunjukan hasil sebaliknya. Lebih dari separuh petani (55%) pada kabupaten ini memiliki pekerjaan utama lain selain petani, sehingga pertanian dianggap sebagai pekerjaan sampingan oleh 11 orang responden.

b. Usia dan Pendidikan Petani

Untuk karakteristik usia petani, dilakukan pengelompok menjadi 4 kelompok seperti pada tabel 3. Berdasarkan informasi pada tabel diketahui bahwa sebesar 75% atau 56 petani berusia diatas 40 tahun. Untuk tingkat pendidikan diketahui bahwa sekitar 51% petani berpendidikan SMA dan hanya 1% lulusan perguruan tinggi. Sementara sisanya atau sekitar 48% petani berpendidikan dibawah SMA.

Tabel 3. Karakteristik Usia Petani.

Kabupaten	**Usia (Tahun)**			
	< 30	**30 – 39**	**40-49**	**> 49**
Bantul	0	1	6	12
Gunung Kidul	2	5	9	3
Kulon Progo	1	5	11	3
Sleman	0	4	10	2
Total	3	15	36	20

c. Lama Waktu Menjadi Petani

Untuk karakteristik pengalaman melakukan pekerjaan tani, secara keseluruhan didapatkan informasi bahwa sebagian besar petani (78%) telah menggeluti usaha tani selama 10 tahun atau lebih, bahkan ada sekitar 26% telah setia menjadi petani selama 30 tahun atau lebih. Namun khusus untuk responden dari Kabupaten Bantul, hampir semua responden telah berpengalaman sebagai petani selama 20 tahun atau lebih.

d. Luas dan Status Lahan Yang Dimiliki

Luas lahan pertanian yang dimiliki oleh petani secara keseluruhan rata-rata 3256,5 m^2, dengan rata-rata terbesar adalah petani dari Kabupaten Gunungkidul yaitu sebesar 5282,11 m^2. Sementara itu sebagian besar (86%) petani mengolah lahan pertanian milik sendiri. Namun khusus untuk Kabupaten Kulon Progo, sebagian petani disana atau sekitar 45% petani mengolah lahan pertanian yang bukan milik mereka.

e. Jenis Produk Pertanian yang Dihasilkan

Produk pertanian yang dihasilkan oleh petani di DIY sangat beragam mulai dari padi, palawija, sayur mayur, buah-buahan, perkebunan, perhutanan, peternakan, perikanan, sampai tanaman obat. Semua kabupaten di DIY memproduksi tanaman padi, palawija, sayuran, dan peternakan. Untuk buah-buah dihasilkan semua kabupaten kecuali Bantul. Sementara itu khusus produk hasil hutan sebagian besar dihasilkan oleh Kabupaten Bantul dan Kulon Progo. Untuk perikanan produksi sebagian besar dilakukan di Kabupaten Bantul dan Sleman dan khusus tanaman obat banyak dihasilkan dari Kabupaten Gunungkidul dan Kulon Progo.

f. Rata-Rata Penghasilan Petani dan Jumlah Tanggungan Keluarga

Untuk jumlah penghasilan per tahun, sebagian besar petani atau sekitar 89% petani menyatakan bahwa rata-rata pendapatan mereka dari bertani kurang dari 5 juta rupiah per tahun. Kondisi ini memang cukup memprihatinkan mengingat pekerja mereka sebagai petani cukup

memberikan kontribusi bagi perekonomian nasional. Namun meskipun pendapatan mereka tergolong minim, para petani tetap dapat menjalani hidup dengan layak. Hal ini disebabkan karena mereka memiliki gaya hidup yang sederhana dan setiap kebutuhan pokok seperti beras, sayuran, dan lauk pauk mampu mereka hasilkan sendiri. Ditambah lagi sebagian petani juga memiliki aset berupa hasil hutan yang dapat mereka jual sesuai dengan kebutuhan.

Untuk jumlah tanggungan dalam keluarga petani, secara keseluruhan rata-rata setiap rumah tangga memiliki tanggungan 2 sampai 3 orang. Namun khusus untuk Kabupaten Gunungkidul rata-rata jumlah tanggungan setiap keluarga mencapai 5 sampai 6 orang.

3.2.2. Tingkat Pemahaman TIK Masyarakat Tani.

Tingkat pemanfaatan peralatan TIK oleh petani diukur melalui empat variabel yaitu jumlah, jenis, tingkat pemanfaatan alat komunikasi, dan cara petani mengakses data pertanian dan informasi harga. Responden yang terlibat dalam proses pengumpulan data adalah 68 responden yang berasal dari Kabupaten Bantul (19 orang), Gunungkidul (12 orang), Kulon Progo (20 orang) dan Sleman (17 orang).

Tabel 4. Tingkat Pemanfaatan Alat Komunikasi.

Pemanfaatan Alat TIK	Jumlah Responden	Rata-Rata Nilai
Telepon	60	2,28
SMS	50	2,56
Facebook	9	2,89
Tweeter	5	2,8
Whats Up	3	1,33
Line	2	1,5
Email	2	3,5
BBM	8	2,75
Akses internet	7	2,25
	Rata - Rata	2,19

a. Jumlah dan Jenis Alat Komunikasi yang Dimiliki Petani.

Secara keseluruhan rata-rata jumlah alat komunikasi yang dimiliki petani adalah satu buah. Namun khusus untuk Kabupaten Sleman, rata-rata jumlah peralatan komunikasi yang dimiliki oleh petani disana berjumlah 2 sampai 3 buah. Untuk jenis alat komunikasi yang dimiliki juga beragam mulai dari telepon genggam biasa sampai komputer/laptop. Namun jika dilihat dari jumlah alat komunikasi yang dapat terhubung dengan internet maka jumlah peralatan jenis ini masih relatif kurang yaitu hanya 26 peralatan TIK dari 68 responden. Kondisi ini mungkin juga disebabkan keterbatasan pengetahuan, kemampuan petani untuk memanfaatan peralatan TIK, dan harga peralatan yang bagi petani masih tergolong mahal.

b. Tingkat Pemanfaatan Alat Komunikasi

Untuk mengukur tingkat pemahaman petani terhadap TIK, penulis juga melakukan pengukuran tingkat pemanfaatan peralatan TIK yang berhubungan dengan beberapa fungsi utama peralatan yang meliputi telepon, sms, penggunaan media sosial, email, dan akses internet. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan skala Likert dengan nilai 0 sampai 4, dengan kategori 0 = tidak pernah, 1= jarang, 2= biasa, 3= sering, dan 4= sangat sering. Informasi mengenai tingkat pemanfaatan alat komunikasi dapat dilihat pada tabel 4. Melalui informasi pada tabel dapat diketahui bahwa sebagian besar responden menggunakan peralatan komunikasi mereka untuk telepon dan sms. Namun bagi responden yang memiliki alat komunikasi yang terhubung internet memanfaatkan peralatan mereka untuk berkomunikasi melalui media sosial dan internet. Sementara itu masih sangat sedikit petani yang memanfaatkan peralatan mereka untuk surat elektronik (email). Untuk rata-rata nilai pemanfaatan aplikasi secara keseluruhan bernilai lebih dari 2 yang berarti pemanfaatan alat komunikasi untuk setiap fungsi cukup sering digunakan oleh petani.

c. Cara Petani Mengakses Informasi Pertanian

Informasi lain yang dikumpulkan untuk mengetahui tingkat pemanfaatan peralatan TIK oleh petani yaitu perilaku petani dalam mengakses informasi terkait pertanian dan harga. Berdasarkan

informasi yang dikumpulkan diketahui bahwa sebagian besar petani mendapatkan informasi melalui penyuluhan, diskusi antar petani, dan melalui media informasi koran, televisi dan radio. Sementara itu petani yang mengakses informasi melalui internet masih sangat minim. Khusus untuk informasi harga sebagian petani juga mendapatkan informasi melalui tengkulak, tetangga, pembeli, teman, pengecer, dan toko pertanian.

3.2.3. Kesiapan Masyarakat Tani Untuk Beradaptasi Dengan Teknologi.

Dalam penelitian ini kesiapan petani dalam mengoptimalkan manfaat TIK ditinjau melalui kemampuan literasi informasi dan sikap petani untuk beradaptasi dengan teknologi. Pengujian terhadap kemampuan literasi informasi petani dilakukan melalui kuisioner dan wawancara langsung dengan petani. Terdapat 8 topik utama pengujian seperti terlihat pada tabel 5. Untuk topik pertama, pengenalan peralatan TIK menunjukan hasil bahwa rata-rata kemampuan petani mengenal peralatan TIK adalah 6,29 atau 62,9%. Angka ini diperoleh melalui rata-rata jawaban benar yang diberikan petani dari 10 pertanyaan yang diajukan. Topik 2, 3, dan 8 diukur melalui skala Likert dengan nilai antara 1 sampai 4, dengan pengelompokan 1= tidak tahu, 2= sedikit tahu, 3= cukup tahu, dan 4= sangat tahu. Hasil pengujian menunjukan bahwa rata-rata petani tidak tahu atau sedikit tahu mengenai fungsi peralatan TIK, istilah di bidang TIK dan kemampuan umum penggunaan TIK. Untuk pengetahuan terkait penggunaan *smartphone*, rata-rata responden hanya dapat melakukan 7 sampai 8 atau 35% dari 21 aktifitas yang diperintahkan. Kondisi ini juga terjadi pada pengujian penggunaan komputer/laptop. Responden hanya dapat mengerjakan 40% aktiftas terkait penggunaan komputer. Interaksi petani dengan aplikasi umum pada komputer juga masih kurang yaitu rata-rata hanya berinteraksi dengan 2 sampai 3 aplikasi yang umumnya berupa media sosial dan email serta hampir semua petani yang menjadi responden menyatakan hampir tidak pernah berinteraksi dengan aplikasi pertanian pada komputer dan internet.

Tabel 5. Kemampuan Literasi Informasi Petani.

No	Topik Diskusi dan Kuistioner	Jumlah Pertanyaan / Aktifitas	Jumlah Responden	Rata-rata Pengetahuan/ Kemampuan
1	Pengenalan Peralatan TIK	10	66	6,29
2	Pengetahuan Fungsi Peralatan TIK	10	47	1,95
3	Pengetahuan Istilah di bidang TIK	21	47	1,4
4	Pengetahuan Penggunaan Smartphone	21	21	7,28
5	Pengetahuan Penggunaan Komputer/Laptop	14	18	5,6
6	Interaksi dengan aplikasi umum	11	12	2,75

	pada komputer			
7	Interaksi dengan aplikasi pertanian	5	7	0,29
8	Kemampuan secara umum penggunaan TIK	4	20	2,03

Berdasarkan data pada tabel 5, secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa kemampuan literasi informasi yang dimiliki petani masih kurang terutama yang terkait dengan penggunaan dan pemanfaatan *smartphone*, komputer dan internet. Meskipun kemampuan literasi informasi petani belum baik, namun sikap petani untuk dapat beradaptasi dengan teknologi cukup baik. Sebanyak 77% petani merasa perlu untuk memanfaatkan teknologi dalam proses bisnis pertanian yang mereka jalani dan sekitar 60% responden bersedia mengikuti pelatihan agar lebih fasih menggunakan teknologi. Informasi rinci sikap petani dalam beradaptasi dengan teknologi dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Sikap Petani untuk dapat Beradaptasi dengan Teknologi.

Pertanyaan	Pendapat Responden			Total Responden
	Ya	Tidak	Tidak Menjawab	
Perlu mengoptimalkan Pemanfaatan TIK	53	12	4	69
Bersedia Mengikuti Pelatihan TIK	41	21	7	69

3.2.4. Kesiapan Infrastruktur TIK di Masyarakat.

Analisis ketersediaan infrastruktur TIK dilakukan berdasarkan data yang diperoleh melalui observasi dan diskusi di lokasi penelitian. Proses pengambilan data dilakukan di empat desa yang mewakili satu kabupaten di DIY. Keempat desa tersebut adalah Dlingo Bantul, Legundi Gunung Kidul, Pengasih kulon Progo dan Turi Sleman. Analisis ketersediaan infrastruktur TIK didasarkan pada 5 standar analisis yaitu standar akses telepon, standar akses jaringan ISP (Internet Service Provider), standar akses wifi, keterjangkauan harga akses, dan ketersediaan akses secara umum.

Untuk standar akses telepon diketahui bahwa pada Desa Dlingo dan Turi telah terdapat jaringan telepon yang mencakup seluruh wilayah. Kondisi ini sangat berbeda dengan dua desa yang lain, Desa Legundi dan Desa Pengasih. Pada kedua desa ini belum tersedia jaringan telepon tetap, sehingga sampai saat ini masyarakat di kedua desa sangat mengandalkan jaringan komunikasi seluler. Sementara itu untuk standar akses jaringan melalui Internet Service Proovider (ISP) telah tersedia untuk semua wilayah. Berdasarkan informasi dari responden semua jaringan ISP yang mereka kenal merupakan jaringan komunikasi selular yang disediakan oleh operator swasta diantaranya Telkomsel, Indosat, XL dan Tri dan kualitas sinyal dari jaringan ISP yang tersedia juga cukup baik. Meskipun akses Jaringan ISP tersedia di semua wilayah, namun hanya sebagian responden yang memanfaatkan jaringan tersebut untuk mengakses internet.

Berbeda dengan akses jaringan ISP, untuk akses jaringan Wifi oleh masyarakat masih terbatas. Jaringan wifi yang bisa diakses secara umum hanya di balai desa, sehingga jaringan hanya dapat dimanfaatkan oleh masyarakat yang berada di sekitar Balai Desa. Untuk kualitas sinyal

wifi dikategorikan cukup baik, sebagaimana sifat dari sinyal bahwa semakin dekat pengguna dengan sumber akses maka kualitas sinyalnya akan semakin baik pula.

Khusus mengenai biaya yang harus dikeluarkan petani untuk mendapatkan akses ke internet, sebagian besar responden menyatakan mereka kurang mampu menjangkau harga akses tersebut. Kondisi ini terutama disebabkan karena petani belum merasakan manfaat langsung dari akses teknologi yang mereka lakukan.

Secara keseluruhan keberadaan infrastuktur teknologi di masyarakat sudah tersedia baik melalui akses telepon, ISP maupun jaringan nirkabel (wifi). Adanya program pengembangan desa yang berbasis teknologi oleh pemerintah pusat, memberikan jaminan keberlangsungan terhadap akses tersebut. Namun kendala utama yang dihadapi oleh masyarakat tani adalah kemampuan mengakses dan memanfaatkan fasilitas jaringan tersebut untuk mendukung bisnis pertanian yang mereka jalankan.

3.2.5. Aplikasi TIK yang Dibutuhkan Petani.

Daftar aplikasi yang dibutuhkan petani didapatkan melalui proses wawancara langsung dan menggunakan kuisioner. Berdasarkan hasil diskusi dirumuskan prioritas beberapa informasi dan aplikasi yang dibutuhkan petani saat ini. Disamping itu, petani juga merasa perlu untuk mendapatkan pengaya guna meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mereka dalam bisnis pertanian. Daftar informasi dan materi pemberdayaan dapat dilihat pada tabel 7 dan 8.

Tabel 7. Daftar Aplikasi yang Dibutuhkan Petani

No	Informasi dan Aplikasi yang dibutuhkan petani
1	Informasi harga produk, pupuk, peralatan pertanian
2	Informasi mengenai teknik pertanian
3	Informasi dan aplikasi penanggulanagn hama dan penyakit tanaman
4	Informasi teknik budidaya dan pemupukan tanaman
5	Informasi teknik pengairan
6	Informasi cara pengelolahan hasil pertanian.
7	Informasi dan aplikasi pemasaran produk baik secara offline maupun online
8	Informasi yang dapat meningkatkan inovasi dalam menghasilkan produk pertanian.

Tabel 8. Daftar Materi Pemberdayaaan yang Dibutuhkan Petani

No	Topik atau Materi Pemberdayaan
1	Pengoperasi komputer dan smartphone
2	Cara membuat dan menggunakan email
3	Cara mengakses dan memanfaatkan internet
4	Teknik pertanian (pembenihan, pemupukan, penanggulangan hama/penyakit)
5	Teknik pengolahan produk hasil pertanian
6	Cara memasarkan produk (online dan offline)
7	Teknik pendataan

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis terhadap data dirumuskan beberapa kesimpulan penelitian yang meliputi :

a. Penelitian ini melibatkan 77 petani yang berasal dari 25 kelompok tani dari 4 kabupaten di Daerah Istimewa Yogyakarta.
b. Karakteristik umum petani DIY meliputi : usia sebagian besar petani (75%) adalah 40 tahun ke atas dengan tingkat pendidikan tertinggi adalah SMA dan pengalaman bertani 10 tahun atau lebih, rata-rata luas lahan pertanian yang dimiliki adalah 0,3 Ha dengan status lahan sebagian besar (86%) milik sendiri, rata-rata penghasilan petani masih cukup minim yaitu sekitar Rp. 5.000.000 per tahun dengan jumlah tanggung 2 sampai 3 orang setiap keluarga.
c. Jumlah peralatan TIK yang bisa terhubung dengan internet yang dimiliki petani masih kurang sehingga tingkat pemanfaatan peralatan TIK juga masih minim. Cara petani mendapatkan informasi pertanian dan harga masih dilakukan melalui penyuluhan diskusi

dan media informasi berupa koran, televisi dan radio.

d. Kemampuan literasi informasi petani masih kurang, terutama yang berhubungan dengan penggunaan dan pemanfaatan *smartphone*, komputer dan internet.
e. Hampir semua petani tidak pernah berinteraksi dengan aplikasi pertanian berbasis komputer dan internet
f. Keinginan petani untuk beradaptasi dengan perkembangan teknologi cukup baik dengan 77% petani bersedia mengikuti pelatihan di bidang TIK.
g. Ketersediaan infrastuktur teknologi sudah tersedia di setiap desa baik melalui jaringan telepon, ISP, ataupun jaringan nirkabel.
h. Beberapa aplikasi komputer yang dibutuhkan petani yaitu informasi harga, cara pemasaran produk dalam jaringan, cara penanggulangan hama dan penyakit tanaman, teknik pengelolahan lahan pertanian, dan teknik pengolahan hasil pertanian.

4.2. Saran

Beberapa saran pengembangan yang diusulkan meliputi :

a. Perlu dikembangkan rencana pemberdayaan yang terstuktur dan sistematis agar dapat meningkatkan kemampuan petani untuk beradaptasi dengan perkembangan teknologi.
b. Perlu dikembangkan sebuah arsitektur teknologi informasi yang sesuai dengan karakteristik petani agar aplikasi pertanian berbasis komputer dapat dimanfaatkan oleh petani.
c. Pemerintah perlu memikiran strategi untuk pengembangan infrastruktur teknologi untuk mendukung aksesibilitas jaringan internet yang mudah dan murah bagi masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami haturkan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) dan Fakultas Teknologi Informasi (FTI) Universitas Kristen Duta Wacana yang telah mendukung pendanaan dan fasilitas untuk penelitian dan penerbitan artikel ini.

Daftar Pustaka

Adimihardja, K., Hikmat, H. (2004) *Partisipatory Research Appraisal : Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*. Humaniora Utama Press (HUP), Bandung.

Awuor, F., Kimeli, K., Rabah, K., Rambim, D. (2013) *ICT Solution Architecture for Agriculture*. Conference Proceedings, IST-Africa 2013.

Brugger, F. (2011) *Mobile Applications in Agriculture*, mAgriculture ed. Syngenta Foundation, Basel.

Deloitte (2012) *eTransform Africa : Agriculture Sector Study : Sector Assessment and Opportunities for ICT*. Project Report

Thels, J., Grady, H.M. (1991) *Participatory Rapid Appraisal for Community Development : A Training Manual Based on Experiences in The Middle East and Nort Africa*. International Institute for Environment dan Development (IIED), London.

Biodata Penulis

Rosa Delima, memperoleh gelar S1 di STMIK Bina Darma, Palembang. Memperoleh gelar S2 di Universitas Gadjah Mada. Saat ini menjadi pengajar di Program Studi Teknik Informatika Universitas Kristen Duta Wacana.

PENGEMBANGAN APLIKASI DISTRIBUSI PRODUK BERSUBSIDI DENGAN KUPON ELEKTRONIK

Arif Wibisono[1], Amna Shifia Nisafani[2*], Rully Agus Hendrawan[3], Mahendrawathi ER[4]
[1]Departemen Sistem Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia
[1]wibisono@is.its.ac.id, [2]amna@is.its.ac.id,[3]rully@is.its.ac.id, [4]mahendra_w@is.its.ac.id
**penulis berkorespondensi*

Abstrak

Distribusi produk bersubsidi selalu menjadi tantangan serius bagi semua pemangku kepentingan utamanya pemerintah. Beberapa tantangannya adalah bagaimana menjamin bahwa produk bersubsidi sampai ke end-customer dengan ketepatan dari aspek waktu, jumlah, harga, dan tempat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mendesain sistem informasi yang tepat dalam distribusi produk bersubsidi. Dalam hal ini, kami mengambil studi kasus distribusi pupuk bersubsidi di Jawa Timur dengan produsen PT Petrokimia Gresik. Untuk menjamin ketepatan dari semua aspek di atas, kami mengembangkan sistem kupon elektronik berkadaluarsa. Dalam sistem kupon elektronik ini, produsen akan langsung mengirimkan kupon ke pelanggan dalam bentuk QR code melalui email. Pelanggan yang sudah menerima email dapat mengklaim produk bersubsidinya ke distributor terdekat. Dengan aplikasi ini, kami berharap bisa membantu pemerintah dalam mengelola distribusi produk bersubsidi utamanya pupuk.

Kata Kunci : *manajemen rantai pasok, produk bersubsidi, QR Code*

1. Pendahuluan

Direktorat Analisis dan Dampak Kependudukan, Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN) memprediksi bahwa laju pertumbuhan populasi dan konsumsi pangan penduduk Indonesia lebih tinggi dibandingkan dengan laju produksi pangan nasional (dalam hal ini produksi padi). Laju pertumbuhan konsumsi nasional adalah 1.7% sementara laju pertumbuhan pangan hanya 1.04%. Hal ini mengakibatkan neraca pangan nasional negatif(Kependudukan, 2011). Sadar akan pentingnya ketahanan pangan, maka pengembangan sarana, infrastruktur, dan agroindustri di desa menjadi prioritas dalam RENSTRA Kementerian Pertanian 2015-2019. Salah satu inisiatif dalam Renstra ini adalah penyediaan sarana produksi pertanian. Dalam hal ini, pupuk adalah salah satu produk utama dalam penyediaan sarana produksi pertanian (Pertanian, 2015).

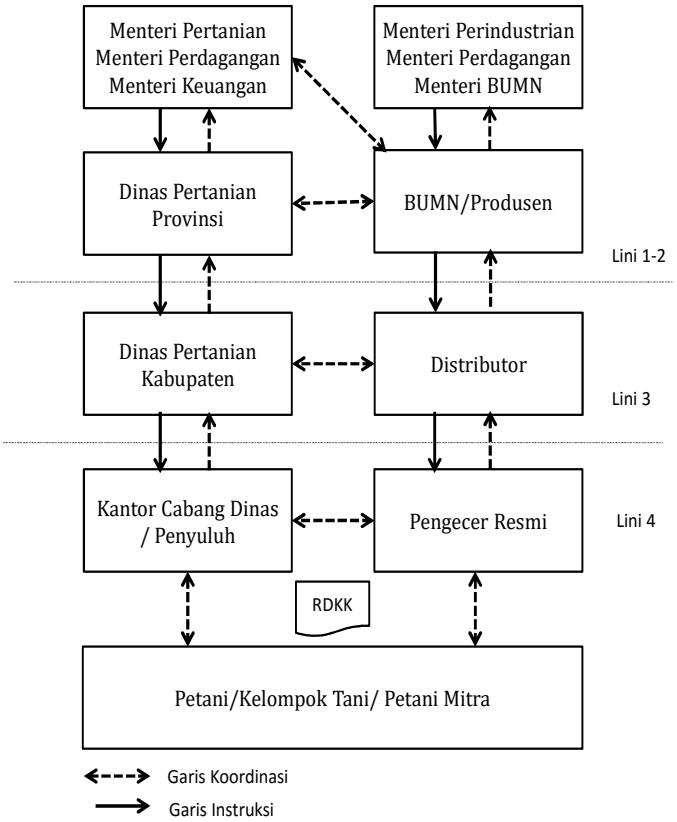
Dalam sejarahnya, pupuk adalah faktor utama dalam industri pertanian. Ketika Indonesia mencapai Swasembada beras pada tahun 1984, pupuk berkontribusi terhadap 20% dari total produksi beras nasional. Sebaliknya, karena perannya yang vital, pupuk juga berkontribusi besar terhadap total biaya yang harus dikeluarkan petani (sekitar 15-30%) (Indonesia K. S., 2016). Rata harga pupuk Urea non-subsidi Rp 4.600,00/kg, pupuk NPK Rp 5.600,00/kg R, p 4.600,00/kg, pupuk SP36 Rp 4.800,00/kg, pupuk ZA dan Rp 2.975,00/kg (Gresik, 2016). Di sini, peran subsidi sangat besar. Harga eceran tertinggi (HET) pupuk bersubsidi Urea adalah Rp 1.800,00/kg, pupuk NPK Rp 2.300,00/kg, pupuk ZA Rp 1.400,00/kg, dan pupuk SP36 Rp 2.000,00/kg(Indonesia K. P., 2016). Dengan harga HET subsidi yang hanya 25%, pemerintah berharap bahwa swasembada pangan bisa dicapai tiap tahun.

Pemberian subsidi pupuk bukan tanpa masalah. Beberapa masalah yang sering muncul adalah ketiadaan pupuk bersubsidi di pasar. Masalah yang lain adalah kuantitas pupuk yang diterima oleh petani sering di bawah kuantitas seharusnya. Waktu penerimaan yang terlambat dari seharusnya dan mutu pupuk bersubsidi yang jelek ketika diterima juga memperkeruh eksekusi kebijakan subsidi pupuk. Beberapa pihak yakin bahwa masalah ini adalah artikulasi dari lemahnya pengawasan dari pemerintah daerah.

Beragam usaha dilakukan pemerintah utamanya departmen pertanian untuk menjamin bahwa subsidi sampai di tempat yang tepat. Salah satunya dengan membuat kartu pintar di tahun 2007-2008 di 12 provinsi, 15 kabupaten, dengan 17.000

kelompok petani sebagai pilot project. Masing masing kelompok petani diberi kartu pintar yang dapat diklaimkan ke distributor terdekat(Sudjono, 2011). Masalah muncul ketika distributor terdekat (pengecer) ternyata tidak tidak memiliki pembaca kartu pintar. Lebih jauh, pengecer juga memiliki variasi pendidikan dan ketrampilan yang beragam, sehingga sangat sulit dikontrol (Sudjono, 2011). Usaha lain adalah dengan memberikan subsidi uang tunai ke kelompok tani untuk bisa membeli pupuk non subsidi. Di sini, kelompok tani adalah kumpulan dari petani. Kelompok tani dibuat untuk memudahkan pembuatan rencana permintaan pupuk bersubsidi sekaligus mengkoordinir para petani. Kelompok tani bisa berupa koperasi desa atau satuan yang lebih kecil daripada itu. Kelebihan metode ini adalah tidak membutuhkan infrastruktur teknologi informasi yang rumit. Kelemahannya adalah ternyata banyak dana tidak dibelikan produk pupuk, melainkan habis untuk konsumsi sehari hari. Beberapa kasus menunjukkan ternyata sekelompok koordinator kelompok tani mengkorupsi dana subsidi para anggotanya, sehingga pupuk subsidi gagal terbeli. Karena sistem subsidi yang *reimburse*, maka kelompok tani sering tidak bisa menebus biaya pembelian pupuk (Sudjono, 2011).

Pada distribusi pupuk sekarang, pemerintah mengandalkan produsen pupuk (misalnya PT Petrokima Gresik) untuk mendistribuskan pupuk. PT Petrokima Gresik bertanggung jawab atas distribusi pupuk bersubsidi di Jawa Timur, Bali, NTB, dan NTT. Aturan Permendag menyebutkan bahwa tanggung jawab distribusi dibebankan ke produsen. Ada 4 lini yang harus dikelola (lihat Gambar 6).



Gambar 6. Lini – lini dalam distribusi pupuk bersubsidi (Sumber Departemen Pertanian RI)

Masing-masing lini mengandung pihak yang terlibat di distribusi sekaligus pengawasnya. Lini 1 adalah produsen, sementara lini 4 adalah distributor paling akhir yang memberikan pupuk kepada petani. Semua distributor di Lini 4 ditunjuk oleh produsen dan mayoritas adalah pihak swasta.

Oleh sebab itu, PT Petrokimia Gresik hanya dapat mengawasi distribusi pupuk dari Lini 1 hingga Lini 3. Penyaluran dari Lini 3 ke Lini 4 dan Lini 4 ke kelompok tani masih menjadi masalah serius dari sisi pengawasan (Gresik, 2016).

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan aplikasi yang mampu membantu proses pengawasan secara efektif dan efisien. Di sini kami mengusulkan sebuah prototipe perangkat lunak kupon elektronik berkadaluarsa. Secara umum, sesaat setelah pupuk bersubsidi diterima oleh distributor terdekat dengan petani, maka produsen akan mengirimkan kupon elektronik (dalam bentuk QR Code) melalui email kepada petani. Kami memilih untuk menggunakan email karena tingkat adopsi di masyarakat sudah relatif tinggi. Semua perangkat cerdas sekarang melengkapi dirinya dengan aplikasi email. Email juga representasi resmi *de facto* dari institusi pengirim. Hal ini dapat memelihara *trust* dari penerima ketika mendapatkan email.

Selanjutnya, kupon elektronik berisi informasi terkait pupuk antara lain: jumlah, waktu dan tempat pengambilan. Petani kemudian akan mengklaim pupuk bersubsidinya ke distributor terdekat dengan menunjukkan QR Code. Jika QR code nya valid (jumlah, waktu, dan tempat pengambilannya tepat), maka pupuk bersubsidi akan dikeluarkan oleh distributor tersebut. Jika tidak, maka pupuk bersubsidi tidak akan dikeluarkan. Dengan adanya waktu kadaluarsa di kupon, pihak produsen bisa mengkondisikan petani untuk mengklaim kuponnya dengan segera. Sistem kupon ini juga akan menjadi *cross check* yang baik jika misalnya pupuk bersubsidi ternyata tidak tersedia ketika petani mengklaim. Di sini, produsen bisa mengevaluasi kelayakan distributor dalam menyediakan pupuk bersubsidi. Pupuk bersubsidi yang tidak kunjung diambil oleh petani juga akan menjadi evaluasi berharga mengenai mutu, jenis, dan jumlah pupuk di tingkat distributor.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan *System Development Life Cycle* (SDLC) *waterfall*. Ada tiga aktivitas utama dalam SDLC ini antara lain: analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem, dan pembangunan sistem. Kami menggunakan sistem waterfall karena kebutuhan telah didefinisikan sebelumnya dengan baik. Terkait kebutuhan sistem, kami mensurvey variasi variasi *best practice* dalam distribusi pupuk bersubsidi. Pada tahap pertama, kami akan melakukan analisis kebutuhan sistem dengan mengidentifikasi proses-proses yang terjadi di dalam distribusi pupuk. Dari proses bisnis tersebut, kemudian dapat ditarik aktor-aktor mana saja yang terlibat dalam proses bisnis tersebut. Lebih dari itu, dengan mengidentifikasi proses bisnis, kebutuhan fungsional dan kebutuhan non fungsional dari sistem dapat diidentifikasi. Selanjutnya, untuk melakukan verifikasi terhadap kebutuhan akan digunakan matriks kerunutan atau *Requirement Tracibility Matrix (RTM)*. Segera setelah tahapan ini selesai, sistem kemudian dirancang yang meliputi desain antarmuka dan verifikasi desain antarmuka. Terakhir, desain yang telah dikembangkan kemudian diimplementasikan dalam bentuk program.

3. Analisis Kebutuhan Sistem

Pada tahap ini, kami akan menjelaskan tentang analisis kebutuhan sistem yang meliputi antara lain: identifikasi proses bisnis, analisis aktor, analisis kebutuhan fungsional, analisis kebutuhan non fungsional dan verifikasi kebutuhan sistem.

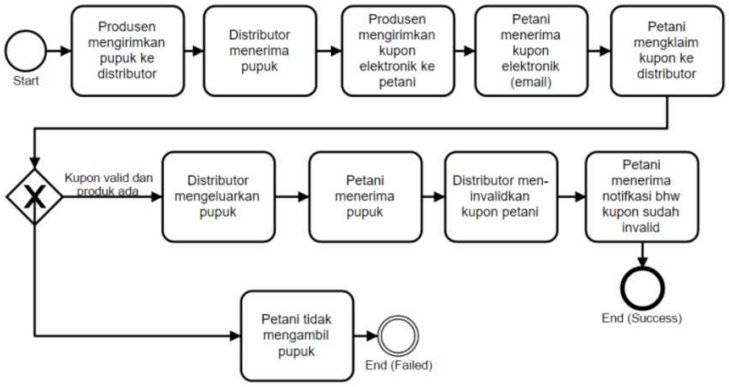
3.1. Analisis Proses Bisnis

Selama ini aplikasi distribusi pupuk di PT Petrokimia Gresik menggunakan pendekatan *internal software system*. Di dalam *internal software system*, semua aktor yang terlibat adalah mereka yang punya hak akses di perangkat lunak internal Petro. Hak akses di sini meliputi kemampuan untuk memiliki *username* dan *password* serta menjalankan beberapa fungsionalitas dasar. Apabila melihat sistem ini, maka *username* dan *password* yang harus dikelola akan sangat banyak, padahal akses harian masing-masing *user* bisa jadi sangat terbatas (misalnya satu bulan sekali atau satu tahun sekali). Contoh *user* dengan spesifikasi seperti ini adalah petani. Petani akan mengakses aplikasi ketika musim tanam tiba, padahal musim tanam hanya terjadi dua kali dalam satu tahun. Tentu saja mengakomodasi semua *user* potensial adalah sesuatu yang tidak efisien.

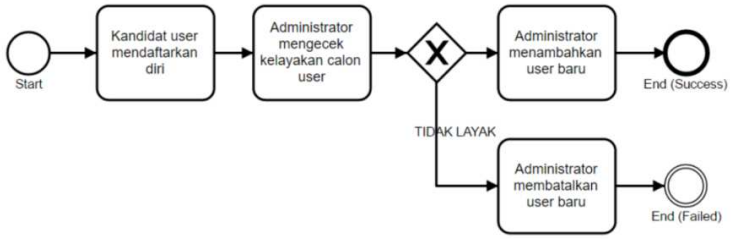
Proses bisnis pembagian dan pengambilan kupon elektronik berawal ketika produsen mengirimkan pupuk ke distributor. Pupuk yang berhasil diterima akan menjadi nilai dasar penentuan jumlah kupon yang akan disebar ke petani / kelompok tani. Selanjutnya jika pupuk berhasil diterima, maka distributor akan mengonfirmasi bahwa yang bersangkutan telah menerima pupuk.

Produsen kemudian akan mengirimkan kupon elektronik ke petani. Atribute kupon misalnya kuantitas pupuk, jenis pupuk, dan tanggal kadaluarsa kupon akan ditentukan oleh produsen. Selanjutnya, petani akan menerima kupon elektronik dalam bentuk email. Di dalam email akan ada QR code yang menyimpan semua atribut dari kupon. Berikutnya petani akan mengklaim kupon ke distributor. Jika kupon valid dan produk ada maka distributor akan mengeluarkan pupuk. Sesaat setelah petani menerima pupuk, maka distributor akan menginvalidkan kupon petani setelah itu petani akan menerima notifikasi bahwa kupon sudah invalid.

Selain proses di Gambar 7, ada juga proses yang terkait dengan mendaftarkan individu menjadi aktor atau *user* di dalam sistem. Di sini *user* bisa petani, distributor atau produsen.



Gambar 7. Prosedur pembagian dan pengambilan kupon elektronik



Gambar 8. Prosedur pendaftaran user baru

Tabel 2. Aktor yang terlibat di dalam sistem

Aktor	Kepentingan
Administrator	Mengelola user di dalam sistem. Pengelolaan termasuk menambah user, menginaktifasi user, dan mengedit user
Supplier	Mengirim pupuk ke distributor, membuat kupon ke customer
Distributor	Mengeluarkan pupuk ke customer, menginvalidasi kupon
Customer	Menerima kupon, menerima pupuk

3.2. Analisis Aktor

Berdasarkan Gambar 7 dan Gambar 8, terdapat empat aktor di dalam sistem. Aktor aktor tersebut adalah: Administrator, *Supplier*, Distributor, dan Customer. Administrator adalah

user yang bertanggung jawab untuk menambahkan *user* baru ke dalam sistem. *Supplier* adalah *user* yang bertindak sebagai produsen. *Supplier* di sini adalah PT Petrokimia Gresik. Distributor adalah pihak yang menyalurkan pupuk ke *customer*. Di sini *customer* adalah petani atau kelompok tani atau mitra tani.

3.3. Analisis Kebutuhan Fungsional

Dalam tahapan ini ada tujuh kebutuhan fungsional yang didefinisikan berdasarkan analisis aktor dan analisis proses bisnis pada sub bab-sub bab sebelumnya. Kebutuhan pertama adalah **User Management (KF01**). Di dalam *user management*, sekumpulan aktivitas bisa dipilih untuk mengelola profil pribadi dari masing-masing *user*. Kebutuhan fungsional berikutnya adalah **Stock Management(KF02).**

Tabel 3. Mapping Kebutuhan dengan Usecase

Kebutuhan	Usecase
User Management (KF01)	UC-01 Melakukan registrasi user UC-02 Melakukan aktivasi akun user UC-03 Melakukan login user UC-04 Melakukan logout user UC-05 Forgot password UC-06 Mengubah password akun sendiri UC-07 Mengubah profil akun pengguna
Delivery/Stock Management(KF02)	UC-09 Membuat draft catatan pengiriman UC-10 Melakukan pengiriman barang UC-11 Menghapus catatan pengiriman UC-12 Melakukan penerimaan barang UC-13 Melihat jumlah stok produk UC-14 Melihat lama waktu pengiriman produk sampai diterima UC-08 Mencari catatan pengiriman
Coupon Management(KF03)	UC-15 Membuat draft kupon UC-16 Melakukan publish kupon UC-17 Memvalidasi kupon UC-18 Mengklaim kupon UC-19 Melihat jumlah kupon per distributor UC-20 Melihat jumlah kupon per pelanggan per distributor UC-21 Melihat lama waktu klaim kupon per customer
Dashboard (KF04)	UC-22 Melihat rata-rata lama barang diterima UC-23 Melihat rata-rata lama kupon diklaim UC-24 Melihat jumlah pengiriman barang UC-25 Melihat jumlah kupon
Product Management(KF05)	UC-26 Membuat item produk UC-27 Melihat item produk UC-28 Mengubah item produk UC-29 Menghapus item produk
Customer Management(KF06)	UC-30 Membuat customer UC-31 Melihat customer UC-32 Mengubah customer UC-33 Menghapus customer UC-34 Melihat kupon per customer
Distributor Management(KF07)	UC-35 Membuat distributor UC-36 Melihat distributor UC-37 Mengubah distributor UC-38 Menghapus distributor UC-39 Melihat kupon per distributor UC-40 Melihat customer per distributor

Di dalam *stock management*, pengelolaan pupuk yang dikirimkan ke *customer* menjadi penting. Pada bagian ini, sistem harus bisa memastikan bahwa

kupon pupuk yang sampai di *customer* adalah kupon yang betul-betul mengandung stok pupuk di distributor dan bukan kupon kosong. Fungsionalitas berikutnya adalah ***Coupon Management* (KF03).** Pada kebutuhan fungsional ini, kupon dikelola dengan baik. Misalnya bagaimana cara membuat *draft* kupon, mem*publish* kupon, memvalidasi kupon dan mengklaim kupon. Kebutuhan fungsional berikutnya adalah ***Dashboard Management* (KF04)**. *Dashboard* management berguna untuk melihat laporan terkini terkait dengan system. Laporan yang mungkin terjadi antara lain durasi barang diterima atau durasi kupon diklaim. *Dashboard* adalah fitur penting untuk menilai kesehatan sistem informasi kupon. Kebutuhan fungsional berikutnya adalah ***Product Management* (KF05).** Produk *management* adalah kebutuhan dasar terkait dengan pembuatan item produk termasuk didalamnya satuan dan konversi antar satuan. Kebutuhan fungsional berikutnya adalah ***Customer Management* (KF06)** . Dalam fitur *customer management,* admnistrator bisa mengelola customer mulai dari pembuatannya, melihatnya, menghapusnya, mengubahnya dan melihat kupon per customer. Terakhir, kebutuhan fungsional utama adalah ***Distributor Management* (KF07**). Distributor management berfungsi untuk mengelola distributor misalnya membuat distributor, melihat distributor hingga melihat customer per distributor.

3.4. Analisis Kebutuhan Non-Fungsional

Mengikuti proses bisnis dan identifikasi aktor lalu ditambah dengan hasil dari kebutuhan fungsional, maka pada bagian ini akan dijelaskan detil dari kebutuhan non fungsional. Kebutuhan non-fungsional pertama adalah **Usabilitas (Knf01).** Kebutuhan ini menyaratkan agar pengguna (*user*) dapat menggunakan perangkat lunak ini secara intuitif. Jika *user* ternyata tidak bisa menggunakan secara intuitif, maka proses adopsi perangkat lunak akan berjalan lebih lama. Kebutuhan fungsionalitas kedua adalah sistem mampu menampilkan **data secara valid dan *real time* (KnF02).** Dalam hal ini, distributor harus mampu mengoperasikan sistem untuk mengindikasikan bahwa yang bersangkutan sudah menerima stok dari produsen. Dengan pengakuan ini, maka produsen bisa membuat kupon dan mendistribusikannya ke petani. Kebutuhan non fungsionalitas berikutnya adalah **Kompatibilitas (KnF02).** Dalam hal ini, sistem harus mampu berjalan di semua top *browser* di Internet antara lain *Google Chrome* atau *Mozilla Firefox*. Di sisi *customer*, sistem harus mampu mengirimkan email yang bisa diakses oleh *customer*. Email ini, sekalipun adalah perangkat di luar sistem, akan tetapi akan membantu proses klaim. Kami menggunakan *email*, karena mayoritas pengguna *mobile* sudah memiliki akses terhadap *email*. Hal ini baik, karena *supplier* dan distributor tidak perlu mengajarkan kepada *customer* bagaimana cara mengecek kupon.

3.5. Validasi Kebutuhan Sistem

Kami memanfaatkan matriks kerunutan (*requirement tracibility matrix)* untuk memastikan bahwa sistem sudah sesuai dengan kebutuhannya. Kebutuhan di sini haruslah mencakup kebutuhan fungsional dan kebutuhan non-fungsional. Kebutuhan sistem sendiri akan dirunutkan ke kebutuhan bisnis untuk melihat apakah benar bahwa kebutuhan bisnis telah tercapai. Di sini, kebutuhan bisnis dari PT Petrokimia Gresik adalah meningkatkan visibilitas dari distribusi pupuk. Visibilitas bisa dicapai dengan membagi beberapa kebutuhan bisnis yaitu: 1) Transparansi pengiriman pupuk di level distributor paling ujung. 2) Transparansi proses penyerahan pupuk bersubsidi dari distributor ke *customer*. Selain itu sistem harus bisa mengelola produk, *user*, dan *stock*.

Tabel 4. Matriks Kerunutan

Kebutuhan Bisnis	Id kebutuhan Sistem	ID Usecase
Meningkatkan visibilitas distribusi pupuk	User Management (KF01) Delivery/Stock Management (KF02) Coupon Management (KF03) Dashboard (KF04)	UC-09 Membuat draft catatan pengiriman UC-10 Melakukan pengiriman barang UC-11 Menghapus catatan pengiriman UC-12 Melakukan penerimaan barang UC-13 Melihat jumlah stok produk UC-14 Melihat lama waktu pengiriman produk sampai diterima

Kebutuhan Bisnis	Id kebutuhan Sistem	ID Usecase
	Product Management (KF05) Customer Management (KF06) Distributor Management (KF07)	UC-08 Mencari catatan pengiriman UC-15 Membuat draft kupon UC-16 Melakukan publish kupon UC-17 Memvalidasi kupon UC-18 Mengklaim kupon UC-19 Melihat jumlah kupon per distributor UC-20 Melihat jumlah kupon per pelanggan per distributor UC-21 Melihat lama waktu klaim kupon per customer UC-22 Melihat rata-rata lama barang diterima UC-23 Melihat rata-rata lama kupon diklaim UC-24 Melihat jumlah pengiriman barang UC-25 Melihat jumlah kupon UC-26 Membuat item produk UC-27 Melihat item produk UC-28 Mengubah item produk UC-29 Menghapus item produk UC-30 Membuat customer UC-31 Melihat customer UC-32 Mengubah customer UC-33 Menghapus customer UC-34 Melihat kupon per customer UC-35 Membuat distributor UC-36 Melihat distributor UC-37 Mengubah distributor UC-38 Menghapus distributor UC-39 Melihat kupon per distributor UC-40 Melihat customer per distributor
Meningkatkan proses penyerahan pupuk bersubsidi	Delivery/Stock Management (KF02) Coupon Management (KF03) Dashboard (KF04) Product Management (KF05) Customer Management (KF06) Distributor Management (KF07)	UC-09 Membuat draft catatan pengiriman UC-10 Melakukan pengiriman barang UC-11 Menghapus catatan pengiriman UC-12 Melakukan penerimaan barang UC-13 Melihat jumlah stok produk UC-14 Melihat lama waktu pengiriman produk sampai diterima UC-08 Mencari catatan pengiriman UC-15 Membuat draft kupon UC-16 Melakukan publish kupon UC-17 Memvalidasi kupon UC-18 Mengklaim kupon UC-19 Melihat jumlah kupon per distributor UC-20 Melihat jumlah kupon per pelanggan per distributor UC-21 Melihat lama waktu klaim kupon per customer UC-22 Melihat rata-rata lama barang diterima UC-23 Melihat rata-rata lama kupon diklaim UC-24 Melihat jumlah pengiriman barang UC-25 Melihat jumlah kupon UC-26 Membuat item produk UC-27 Melihat item produk UC-28 Mengubah item produk UC-29 Menghapus item produk UC-30 Membuat customer UC-31 Melihat customer UC-32 Mengubah customer UC-33 Menghapus customer UC-34 Melihat kupon per customer UC-35 Membuat distributor UC-36 Melihat distributor

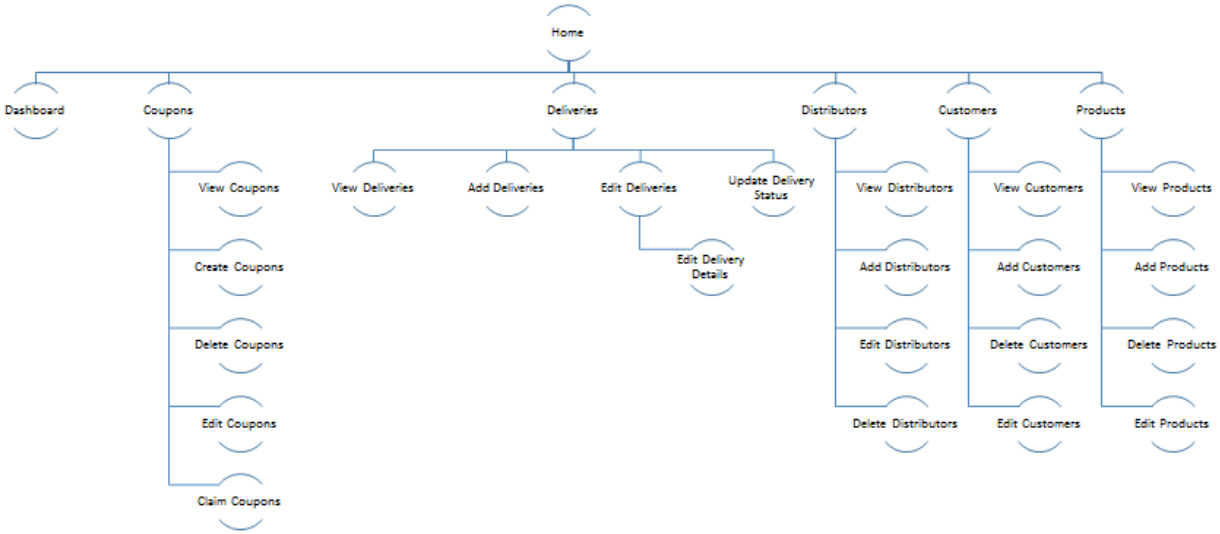
Kebutuhan Bisnis	Id kebutuhan Sistem	ID Usecase
		UC-37 Mengubah distributor UC-38 Menghapus distributor UC-39 Melihat kupon per distributor UC-40 Melihat customer per distributor
Memudahkan pengelolaan produk, user dan stock	User Management (KF01)	UC-01 Melakukan registrasi user UC-02 Melakukan aktivasi akun user UC-03 Melakukan login user UC-04 Melakukan logout user UC-05 Forgot password UC-06 Mengubah password akun sendiri UC-07 Mengubah profil akun pengguna

4. Implementasi Si Kupon

Bagian ini menjelaskan tentang hasil pengembangan Si Kupon berdasarkan fungsi-fungsi sistem yang telah didefinisikan. Dalam bagian ini tidak dijelaskan desain sistem, namun lebih kepada hasil implementasi desain ke dalam bentuk sistem informasi. Yang dimaksud dengan implementasi adalah implementasi desain ke dalam bentuk program aplikasi (*coding/construction*), bukan implementasi aplikasi yang sudah dibangun ke dalam dunia nyata (*deployment*).

4.1. Struktur Aplikasi

Secara umum,Si Kupon memeliki enam menu sebagaimana terlihat pada Gambar 9. Penjelasan setiap menu dan hak aksesnya dapat dijabarkan pada Tabel 5.



Gambar 9. Struktur Si Kupon

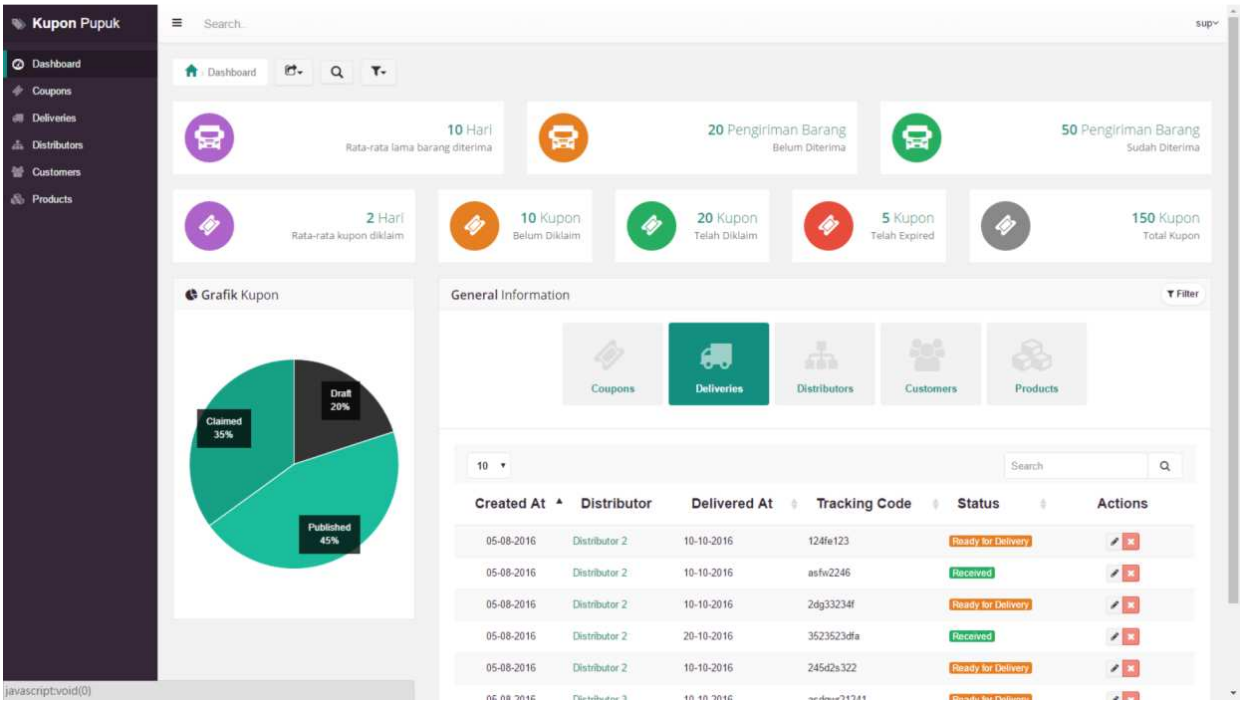
Tabel 5. Deskripsi Menu

No	Menu	Deskripsi	Hak Akses
1	Dashboard	Berisi tentang informasi terkait dengan indikator visibilitas seperti waktu pengiriman, waktu klaim, prosentase kupon yang kadaluarasa, dsb	Hanya bisa diakses oleh Suplier, dalam hal ini adalah PT Petro Kimia Gresik
2	Coupons	Berisi tentang fungsi-fungsi yang berkaitan dengan pengelolaan kupon, mulai dari pembuatan kupon hingga klaim kupon	1. View Coupons dapat diakses oleh Suplier dan distributor. 2. Create Coupons, Delete dan Edit Coupons hanya bisa diakses oleh suplier 3. Claim Coupons hanya bisa diakses oleh distributor

No	Menu	Deskripsi	Hak Akses
3	Deliveries	Berisi tentang fungsi-fungsi yang berkaitan dengan pengelolaan pengiriman, mulai dari membuat catatan pengiriman hingga pemberian status penerimaan pengiriman pupuk	1. View Deliveries dapat diakses oleh Suplier dan distributor. 2. Add Deliveries, Edit Deliveries dan Edit Delivery Details hanya dapat diakses oleh Suplier 3. Update Delivery Status hanya dapat diakses oleh Distributor untuk mengupdate status penerimaan pengiriman pupuk
4	Distributors	Berisi tentang fungsi-fungsi yang berkaitan dengan pengelolaan data distributor, mulai dari mendaftarkan distribur hingga menghapus data distributor di dalam sistem	1. Hanya bisa diakses oleh Suplier
5	Customers	Berisi tentang fungsi-fungsi yang berkaitan dengan pengelolaan data customer, mulai dari mendaftarkan customer hingga menghapus data customer di dalam sistem	1. Suplier hanya dapat mengakses menu view customers 2. Distributor dapat mengakses semua menu tersebut. Customer yang didaftarkan adalah Mitra Tani yang menjadi pelanggan dari distributor tersebut.
6	Products	Berisi tentang fungsi-fungsi yang berkaitan dengan pengelolaan data produk, mulai dari menambahkan produk baru, hingga menghapus data produk	1. Hanya dapat diakses oleh Suplier

4.2. Tampilan Antarmuka

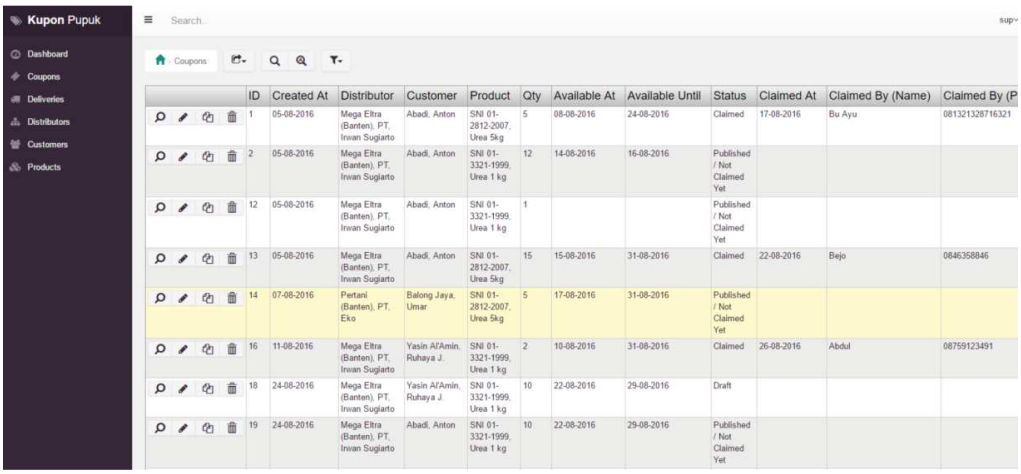
Berikut adalah beberapa contoh tampilan antarmuka yang dari Si Kupon. Gambar 10menunjukkan tampilan dashboard dari Sistem Informasi Kupon. Dashboard ini berisi beberapa informasi seperti pada Tabel 6. Selain informasi yang tertera pada Tabel 6, Suplier juga dapat melihat detail informasi distribusi pupuk seperti distributor dengan waktu klaim terlama, dan kustomer yang tidak pernah melakukan klaim kupon.Selain dashboard, salah satu fungsi yang penting dalam Si Kupon adalah manajemen kupon. Gambar 11 menunjukkan tampilan dari informasi kupon. Kupon tersebut kemudian dapat diklaim dengan menggunakan QR-Code yang dikirim melalui email kepada Mitra Tani atau customer di masing-masing distributor. Contoh email yang berisi kupon dalam bentuk QR-Code dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 10. Dashboard dari Sistem Informasi Kupon

Tabel 6. Informasi pada dashboard

No	Kategori Informasi	Informasi yang ditampilkan
1	Pengiriman Barang	Rata-rata lama pengiriman
		Jumlah barang yang sudah diterima
		Jumlah barang yang belum diterima
2	Klaim Kupon	Rata-rata waktu klaim kupon
		Jumlah kupon yang belum diklaim
		Jumlah kupon yang sudah diklaim
		Jumlah kupon yang kadaluarsa



Gambar 11. Tampilan informasi kupon

Gambar 12. Tampilan informasi kupon

5. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah aplikasi yang dapat membantu meningkatkan *visibilitas* dari distribusi pupuk bersubsidi dengan menggunakan kupon elektronik. Dari hasil pengembangan sistem, diperoleh beberapa kebutuhan fungsional dan non-fungsional seperti manajemen kupon, manajemen produk, dan manajemen distributor. Selain itu, dari hasil penelitian, didapatkan bahwa kupon elektronik yang digunakan berbentuk QR-Code.

Hasil penelitian ini masih berada pada tahapan implementasi desain ke program (konstruksi). Ke depannya, pengujian terhadap sistem perlu dilakukan untuk melihat apakah sistem benar-benar dapat berjalan dengan baik dan dapat diterima oleh penggunanya.

Daftar Pustaka

Gresik, P. P. (2016, Maret). Diambil kembali dari PT Petrokimia Gresik [Online]: www.petrokimia-gresik.com.

Indonesia, K. P. (2016, Maret). Diambil kembali dari Kementrian Perindustrian Republik Indonesia: http://www.kemenperin.go.id/artikel/591/Menperinda g-keluarkan-Aturan-Baru-Tentang-Pengadaan-Dan-Penyaluran-Pupuk-Bersubsidi-Untuk-Sektor-Pertanian--

Indonesia, K. S. (2016, Maret). Diambil kembali dari Setneg: http://www.setneg.go.id/index.php?option=com_content&task=view&id=3369

Kependudukan, D. A. (2011). *ANALISIS DAMPAK* KEPENDUDUKAN *TERHADAP KETAHANAN PANGAN*. BKKBN, Jakarta.

Pertanian, K. (2015). *RENCANA STRATEGIS KEMENTERIAN PERTANIAN TAHUN 2015-2019*. Jakarta.

Sudjono, S. (2011). Sistem Distribusi Berbasis Relationship: Kajian Penyempurnaan Penyaluran Pupuk Bersubsidi Kepada Petani. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 313-330.

Biodata Penulis

Arif Wibisono, memperoleh gelar S1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan memperoleh gelar S2 di Pusan National University, Korea Selatan. Saat ini menjadi pengajar di Jurusan Sistem Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Amna Shifia Nisafani, memperoleh gelar S1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan memperoleh gelar S2 di Pusan National University, Korea Selatan. Saat ini menjadi pengajar di Jurusan Sistem Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Rully Agus Hendrawan, memperoleh gelar S1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan memperoleh gelar S2 di Retsumeikan University, Jepang. Saat ini menjadi pengajar di Jurusan Sistem Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Mahendrawathi Er, memperoleh gelar S1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan memperoleh gelar S2 dan S3 di University of Nottingham, Nottingham, UK. Saat ini menjadi pengajar di Jurusan Sistem Informasi, Institut Teknolo

MESIN TEMPE MENGGUNAKAN TEKNOLOGI MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO

Atmiasri[1], Widodo[2]
[1, 2] Universitas PGRI Adi Buana Surabaya
[1]atmi.asri@yahoo.com

Abstract

Tempe as a traditional Indonesian fermented food contents protein and high anti oxidant compounds, therefore it needs to be developed productivity. One factor of its productivity is the temperature. The aim of the research is currently making tempe is to know the process of making tempe effectively and efficiently by using microcontroller arduino uno for increase tempe production more of tempe production previous. The method used in this study is the experimental method. Soybeans fermentation process conventionally at a temperature of 30^{o}C-37^{o}C take 36-48 hours. Soybeans fermentation process using microcontroller Arduino Uno with temperature from 47^{o}C-55^{o}C, so it will require a faster time. The effectiveness of the system time can be accelerated by using Arduino Uno automatically. The time required of Rhizopus olisgoporus to grow faster are 4-5 hours at a temperature of 47^{o}C - 55^{o}C.

Keywords: *Arduino Uno, fermentation process, tempe production.*

1. Pendahuluan

Tempe adalah makanan tradisional yang menyehatkan bagi kesehatan tubuh manusia. Karena tempe merupakan makanan yang memiliki potensi yang baik bagi kesehatan, sehingga perlu dikembangkan. Di era zaman sekarang ini, alat-alat serba otomatis, yang perlu digunakan untuk kelangsungan hidup manusia. Dengan ini maka dibuatlah alat pembuat tempe dengan alat yang serba otomatis dan praktis, juga cepat untuk cara pembuatan tempe. Mesin ini untuk meringankan kerja manusia, daripada alat-alat yang secara manual.

Mesin yang digunakan ini diharapkan mempunyai nilai lebih daripada hanya untuk meringankan kerja manusia (Atmiasri dan Sembodo, 2015). Nilai lebih itu antara lain adalah kemampuan mesin tersebut, untuk lebih menghemat tenaga dan waktu yang diperlukan manusia dalam melakukan suatu kegiatan.

Seperti halnya dalam proses pembuatan tempe (Ashenafi dan Bushe, 1991). Tempe adalah makanan fermentasi Indonesia yang terbuat dari kedelai lokal dengan bantuan jamur *Rhizopus oligospora* (*n.d.,* 2008). Selama fermentasi, nutrisi kompleks yang terdapat pada kedelai akan diuraikan menjadi nutrisi sederhana yang mudah diserap oleh tubuh. Bentuk fermentasi dari kedelai ini dipastikan mengandung banyak kandungan gizi yang baik untuk kesehatan dan disinyalir dapat menjadi antibodi yang baik. Tempe berpotensi untuk melawan radikal bebas, sehingga dapat menghambat proses penuaan dan mencegah terjadinya penyakit degeneratif (aterosklerosis, jantung koroner, diabetes melitus, kanker dan lain-lain). Tempe tradisional mengandung protein tinggi dan rendah kolesterol serta mengandung senyawa anti oksidan yang dapat menghambat pembentukan senyawa-senyawa radikal yang dapat merusak tubuh.

Karena tempe merupakan makanan yang memiliki potensi yang baik bagi kesehatan maka tempe perlu dikembangkan produktifitasnya. Selain itu, banyak alasan yang mendasarinya, salah satunya

tempe mudah didapat dengan harga yang terjangkau. Proses fermentasi pembuatan tempe secara konvensional (Sari dan Maryam, 2011) pada suhu 30^oC-31^0 C membutuhkan waktu 45-48 jam. Pada suhu 32^0C-33^0C membutuhkan waktu 40-44 jam. Pada suhu 34^0C-37^0C membutuhkan waktu 36-39 jam. Suhu yang direncanakan dalam proses fermentasi kedelai pada mesin pembuat tempe dengan menggunakan mikrokontroller Arduino Uno ini adalah 47^0C-55^0C sehingga bisa memproduksi tempe lebih banyak dari hasil produksi sebelumnya. Dalam penelitian ini penulis menggunakan mikrokontroller Arduino Uno untuk mempercepat waktu proses fermentasi kedelai. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan mampu mengembangkan produktifitas tempe pada masyarakat. Selain itu, tujuan dan sasaran dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan produksi tempe yang lebih banyak dari pada produksi sebelumnya, serta mencari suhu yang optimal dan waktu yang efisien untuk meningkatkan hasil produksi tempe.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Resistor Variabel

Resistor variabel (Tsutsumi *et al.,* 1994) adalah suatu resistor dengan nilai resistansi yang dapat diubah-ubah sesuai dengan nilai yang dikehendaki. Tahanan variabel ini banyak digunakan sebagai alat pengatur volume suara, alat pengatur nada, alat pengatur nada tinggi dan alat pengatur nada rendah, seperti amplifier yang banyak dijual di pasaran.

Untuk menghitung/mengukur besar suatu tahanan dapat diukur langsung dengan menggunakan ohmmeter. Suatu resistor yang nilai resistansinya dapat diubah-ubah sesuai dengan nilai yang dikehendaki, dibedakan menjadi 3 jenis: potensiometer, trimmer dan rheostat.

2.2. Resistor/Tahanan

Karakteristik utama resistor adalah nilai resistensinya, koefisien temperatur, dan batasan daya. Resistansi resistor mulai dari orde mikro ohm hingga mega ohm. Batasan daya resistor mulai dari 0,1 hingga ratusan watt, yang digunakan untuk menentukan daya maksimum yang didisipasikan dalam resistor tanpa menimbulkan panas yang berlebihan. Koefisien temperatur juga merupakan parameter yang penting agar resistensi resistor tidak berubah karena adanya perubahan temperatur atau perubahan arus. Tahanan ini biasa diberi simbol dengan notasi R, dalam ohm.

Apabila sepotong logam/kawat penghantar tembaga kita ukur besar tahanannya dengan ukuran tertentu dan kita ukur juga tahanan sepotong kawat penghantar tembaga yang sama panjangnya tetapi luas penampangnya berbeda, maka tahanan kawat yang lebih besar penampangnya itu lebih kecil, nilai tahanannya. Jadi makin kecil luas penampang suatu kawat penghantar maka tahanan kawat itu makin besar karena tahanan penghantar berbanding terbalik dengan luas penampangnya.

Jika kita mengukur dua kawat penghantar yang berbeda nama bahannya, maka besar tahanannya berbeda apabila panjang dan luas penampangnya sama. Berarti besar tahanan suatu kawat penghantar tergantung tahanan jenis, panjang dan luas penampangnya.

Adapun rumus dari resistansi (R) dari suatu penghantar adalah:

$$R = \rho L / A$$

Keterangan:

R: Resistansi (Ohm)

L: Panjang penghantar (meter)

A: Luas penampang penghantar (mm^2)

ρ: Resistivitas (Ω mm^2/m)

2.3. SCR (*Silicon Controlled Rectifier*)

SCR disebut juga Thyristor (Zuhal, 1991) yang dibuat dari bahan silikon, mempunyai tiga kaki yaitu anoda, katoda dan gate. Kegunaan SCR adalah sebagai pengatur daya, penyearah gelombang sinus dan sebagai saklar.

Dalam keadaan gate terbuka (Open) dengan tegangan A-K kecil, SCR belum menghantar (belum

ada arus dari anoda ke katoda). Setelah tegangan dinaikkan antara 200-400 volt, antara A-K tertembus SCR menghantar. SCR akan menyumbat kembali jika arus yang mengalir pada A-K dikecilkan sampai dibawah batas.

SCR dapat menghantar dengan tegangan kecil antara 6-12 volt jika pada elektroda Gate diberi tegangan sulut/trigger positif.

2.4. Arduino Uno

Arduino Uno dapat berfungsi sebagai otomatisasi pengatur suhu yang sudah ditetapkan. Mikrokontroler Arduino Uno ini dapat digunakan sebagai pengontrol suhu suatu ruangan (Kadir, 2013).

2.5. Lampu Indikator

Lampu indikator (pilot lamp) adalah lampu yang digunakan untuk memberikan indikasi tentang kondisi suatu peralatan (Tsutsumi *et al.,* 1994).

Jenis-jenis dari lampu ini, di antaranya adalah lampu pijar dan lampu diode (LED), seperti berikut :

a. Lampu Pijar

Lampu berpijar karena tegangan diberikan pada ujung-ujung kawat wolfram yang memiliki diameter kawat kecil. Agar kawat wolfram yang membara tidak mudah putus maka kawat ini diselubungi oleh bola lampu dari kaca dan hampa udara atau diisi gas berwarna.

b. Lampu Diode

Lampu diode (*Light Emission Diode*/LED) adalah sejenis bahan semikonduktor yang memancarkan cahaya karena adanya arus dengan arah maju (*forward current*). Warna yang dipancarkan oleh LED ini adalah merah, oranye, hijau, dan infra merah. LED digunakan untuk sumber cahaya, lampu indikator dan tampilan elektronik.

2.6. Kedelai

Kedelai merupakan tanaman yang berasal dari Manchuria dan sebagian Cina, dimana terdapat banyak jenis kedelai liar. Kemudian menyebar ke daerah-daerah tropika dan subtropika. Setelah dilakukan pemuliaan, dihasilkan jenis-jenis kedelai unggul yang dibudidayakan. Umur panen tanaman kedelai berbeda-beda tergantung varietasnya, tetapi umumnya berkisar antara 75 hari dan 105 hari.

Dilihat dari segi pangan dan gizi, kedelai merupakan sumber protein yang paling murah di dunia, disamping menghasilkan minyak dengan mutu yang baik. Varietas-varietas kedelai yang ada di Indonesia antara lain Otau, Ringgit, Sumbing, Merapi Shakti, Davros, Taiching, TK-5, Orba, Galunggung, Lokon, Guntur dan lain-lain. Kedelai mempunyai kadar protein 30,53% sampai 44%, sedangkan kadar lemaknya 7,5% sampai 20,9%.

Gambar 1. Kedelai bahan baku tempe

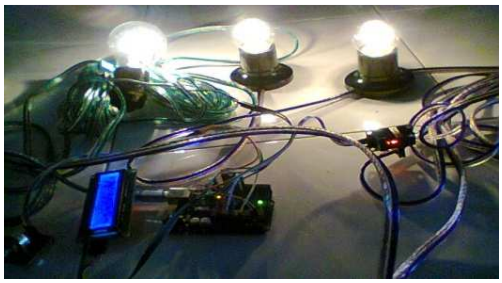
2.6. Ragi Tempe

Ragi tempe, berfungsi untuk membantu tumbuhnya jamur *Rhizopus oligospora*, yaitu untuk fermentasi pembuatan tempe. Jamur ini berperan dalam pembentukan miselia yang berupa benang-benang putih yang terdapat di permukaan tempe.

Gambar 2. Ragi tempe

3. Metodelogi Penelitian

3.1. Pembuatan Rangkaian Pengatur Suhu



Gambar 3. Rangkaian pengatur suhu

3.2. Pembuatan Rak Proses Pembuatan Tempe

Gambar 4. Rak proses pembuatan tempe

3.3. Pewaktu

Gambar 5. Jam Digital

3.4. Thermometer

Gambar 6. Thermometer Digital

3.5. Mesin Arduino Uno Pembuat Tempe

Gambar 7. Mesin Arduino Uno Pembuat tempe

3.6. Tempe

Gambar 8. Tempe hasil penelitian

3.7. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan metode berikut:

a. Memasukkan kedelai ke dalam wadah yang berisikan air mendidih selama kurang lebih 15 menit, setelah itu digiling untuk menghilangkan kulitnya.
b. Merendam kedelai yang telah dikupas dengan air kemudian kedelai tersebut dicuci.
c. Kedelai direbus kembali hingga matang kemudian ditiriskan.
d. Setelah ditiriskan kedelai diblower lalu diberi ragi.
e. Masukkan kedelai yang diberi ragi kedalam wadah plastik yang permukaannya sudah dilubangi dan setelah itu ditempatkan pada mesin tempe Arduino Uno.
f. Ukur suhu pada mesin tempe Arduino Uno mulai suhu 47^{o}C-55^{o}C.
g. Biarkan hingga menjadi tempe dan catat waktunya untuk masing-masing suhu tersebut.
h. Sebagai pembanding pembuatan tempe dilakukan secara alami.

3. Hasil Penelitian

Tabel 1. Hasil Pengukuran Fermentasi kedelai secara alami

Titik Ukur	Kondisi Suhu Dalam Alat (^{o}C)	Waktu Menjadi Tempe (jam)
Peragian kedelai menjadi tempe secara alami	30^{o}C-31^{o}C (dingin)	45 jam-48 jam
	32^{o}C-33^{o}C (sedang)	40 jam-44 jam
	34^{o}C – 37^{o}C (panas)	36 jam-39 jam

Tabel 2. Hasil Pengukuran dengan mesin tempe Arduino Uno menggunakan pemanas (450 W/220 V) dan 2 buah lampu @ 5 W/220 V

Titik Ukur	Kondisi Suhu Dalam Alat (^{o}C)	Waktu Menjadi Tempe (jam)
Peragian kedelai menjadi tempe dengan Arduino Uno	47^{o}C	4,98 jam
	49^{o}C	4,8 jam
	51^{o}C	5,65 jam
	53^{o}C	4,51 jam
	55^{o}C	4,02 jam

3.1 Analisis Data Hasil Penelitian

Dari hasil pengamatan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa fermentasi kedelai menjadi tempe dengan peragian yang menggunakan sistem alami membutuhkan waktu yang lama yaitu 36-48 jam untuk pertumbuhan kapang *Rhizopus oligosporus* menjadi tempe.

Pada pengamatan, jika menggunakan mesin tempe Arduino Uno waktu yang diperlukan kapang *Rhizopus oligosporus* agar tumbuh lebih cepat sekitar 4,02 jam-4,98 jam pada suhu 47^{o} C-55^{o}C.

Daftar Pustaka

Tsutsumi, K., Kyokane, J., Purwanti, E., Nuh, M. (1994). *Komponen Listrik*.

Zuhal. (1991). *Dasar Tenaga Listrik*. Bandung: ITB

n.d. (2008). Tempeh Inoculum Application Test of Rhizopus orizae with Rice and Cassava Flour as Substrate at Sanan Tampeh Industries, Kodya Malang. *Jurnal Teknologi Pertanian* vol. 9 No. 3. Malang: Universitas Brawijaya

Ashenafi, M., Busse, M. (1991). Growth Potential of Salmonella Infantis and Ecsherciacoli Fermenting Tempeh Made from Horsebean, Pea and Chickpea and Their Inhibition by *Lactobacillus plantarum*. *Journal Science of Food and Agriculture* 55:607-615

Atmiasri, Sembodo, B.P. (2015). *Pengembangan Mesin Pembuat Tempe dengan Teknologi Stabilisator Suhu Berbasis Thermistor NTC*. Penelitian Dosen Pemula, Dikti.

Kadir, A. (2013). *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroller dan Pemogramannya Menggunakan Arduino Uno*, Yogyakarta: Penerbit Andi.

Biodata Penulis

Atmiasri, ST., MT. Memperoleh gelar S1 dan S2 dari Teknik Elektro ITS Surabaya. Saat ini menjadi pengajar di Universitas PGRI Adi Buana Surabaya.

Drs. Widodo, S.T., M.Kom. Memperoleh gelar S1 dari IKIP Bandung. Memperoleh gelar S2 dari STTS Surabaya. Saat ini menjadi pengajar di Universitas PGRI Adi Buana Surabaya.

Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (KNASTIK 2016) *ISSN: 2338-7718*
Yogyakarta, 19 November 2016

PENGEMBANGAN SISTEM PEMANTAU DAN PENGENDALI KENDARAAN MENGGUNAKAN RASPBERRY PI DAN FIREBASE

Erma Susanti[1], Joko Triyono[2]
[1,2]Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, IST AKPRIND, Yogyakarta, Indonesia
[1]erma@akprind.ac.id,[2]zainjack@gmail.com

Abstrak

Peningkatan kejahatan pencurian kendaraan bermotor sering terjadi karena lemahnya pengawasan terhadap kendaraan. Umumnya kendaraan seperti mobil, saat ini sudah dilengkapi dengan perangkat GPS (Global Positioning System), sedangkan pada sepeda motor belum. Penerapan teknologi IoT (Internet of Things) dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan pemantauan/pelacakan dan pengendalian terhadap kendaraan. Sistem pemantau dan pengendali kendaraan jarak jauh pada penelitian ini dikembangkan dengan teknologi web realtime menggunakan AngularJS dan Firebase.Sistem diintegrasikan dengan alat IoT yang diimplementasikan menggunakan Raspberry Pi 3 Model B, GPS Ublox Neo-6M, Relay DC dan Modem GSM. Cara kerja sistem pemantau adalah dengan melakukan akuisisi data posisi koordinat dari satelit GPS pada kendaraan, mengirimkan ke server Firebase dan selanjutnya menampilkannya secara real time melalui web dengan visualisasi Google Maps.Sistem pengendali bekerja untuk menghidupkan atau mematikan kendaraan dari jarak jauh. Hasil uji coba prototype sistem pemantau berhasil mendeteksi posisi kendaraan yang telah dipasang alat IoT dan menampilkan visualisasinya secara real time.

Kata Kunci **:** *pemantau, pengendali, IoT, Raspberry Pi, Firebase*.

1. Pendahuluan

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor dewasa ini merupakan salah satu penyebab maraknya kejahatan pencurian kendaraan, baik yang berada di jalanan maupun yang sedang di parkir. Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia dalam laporan Statistik Kriminal 2013 mencatat kejahatan pencurian kendaraan bermotor dari tahun 2010 sampai dengan 2012 mengalami kenaikan dari 35.688 kejadian menjadi 41.816 kejadian atau naik sekitar 17,2% (BPS, 2013). Tindak pencurian kendaraan terbanyak yang tercatat adalah terjadi pada sepeda motor. Peningkatan tindak pencurian tersebut diduga terjadi karena lemahnya pengawasan keamanan terhadap kendaraan, khususnya sepeda motor, karena biasanya sepeda motor belum dilengkapi dengan perangkat GPS (*Global Positioning System*).Modul GPS untuk kendaraan yang ada di pasaran saat ini dinilai masih mahal, karena pemilik kendaraan tidak bisa mengontrol dan mengawasi sendiri kendaraannya, selain itu biaya transfer data posisi masih relatif mahal.

Perangkat GPS yang banyak digunakan saat ini sebagian besar ditanamkan(*embedded*) pada perangkat seperti telepon genggam, komputer, atau modul GPS terpisah seperti pada mobil yang dikendalikan oleh mikrokomputer. Umumnya sistem yang ada selama ini, baru dapat melakukan pemantauan, tetapi belum dapat mengendalikan kendaraan, seperti menghidupkan atau mematikan mesin dari jarak jauh. Solusi untuk semua permasalahan tersebut adalah dengan membuat suatu sistem pemantau dan pengendali kendaraan dari jarak jauh menggunakan teknologi web *realtime*.

Sistem pemantau dan pengendali akan memanfaatkan teknologi GPS, *socket programming*, dan Google MAPS API. Sedangkan untuk perangkat keras untuk pemantau dan pengendali akan menggunakan *Raspberry Pi*, modul GPS, *relay* DC, dan modem GSM. *Raspberry Pi* dengan modul GPS ini akan diaplikasikan pada kendaraan bermotor

untuk mendapatkan posisi dari GPS secara *realtime*. Posisi kendaraan akan dilacak oleh satelit GPS dan data koordinat lokasi/posisi tersebut akan dikirimkan ke *web server* secara periodik, selanjutnya data akan ditampilkan dalam bentuk peta menggunakan Google MAPS API.

Framework untuk mengimplementasikan web *realtime* akan mengunakan teknologi *AngularJS*. Sedangkan, untuk *web server* akan menggunakan *Firebase* karena mendukung *socket programming* dan dapat diintegrasikan dengan berbagai platform *web*. *Firebase* digunakan untuk membantu membuat aplikasi *realtime*. Cara kerjanya, jika ada masukan (*input*) data maka pada saat itu juga keluaran (*output*) akan langsung tampil saat itu juga.

Salah satu pilihan untuk membuat aplikasi *realtime* adalah menggunakan *web socket*. Beberapa implementasi menggunakan pustaka (*library*) dan *socket server* antara lain socket.io (Node.js), Ratchet (PHP), Tornado (Python), Socky (Ruby), dan lain-lain. Pilihan lain adalah dengan menggunakan layanan pihak ketiga dengan *Firebase*. Penggunaan *Firebase* dapat mengurangi waktu pembelajaran dan penelitian secara drastis. Selain itu,*Firebase*menggunakan konsep *realtime* dalam menyediakan layanan DbaaS (*Database as a Service*). *Firebase* tidak hanya menyediakan fasilitas untuk menyimpan data, tetapi juga menyediakan API untuk implementasi *web socket* (Oriza, 2014). *Firebase* API dapat menyimpan dan melakukan sinkronisasi data secara *realtime*. *Firebase* juga dapat diintegrasikan dengan *server* yang menggunakan *Android, Node.js, Java Script, Java, AngularJS* dan lain-lain. Pengguna akan mendapatkan update secara langsung saat terjadi perubahan data, tanpa perlu me-*refresh* halaman.

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi orang/individu atau perusahaan yang bergerak dalam bisnis rental kendaraan untuk dapat mengamankan kendaraan dengan melakukan pemantauan dan pengendalian kendaraan, jika terjadi pencurian. Penggunaan teknologi web *realtime*, *Raspberry Pi* dan *Firebase* diharapkan dapat melakukan *monitoring* posisi dan pengendalian seperti mengirimkan perintah untuk mematikan dan mengunci kendaraan apabila terjadi pencurian.

2. Kajian Literatur dan Teori

2.1. Kajian Penelitian Terdahulu

Sistem pemantau posisi kendaraan berbasis aplikasi dekstop memanfaatkan SMS *Gateway* pernah dikembangkan oleh Hanifah, dkk (2010). Sistem serupa untuk pelacakan posisi kendaraan secara *realtime* berbasis *web* dengan teknologi GPS memanfaatkan *Google Maps* melalui komunikasi menggunakan GPRS juga pernah dilakukan oleh Purnama (2009), Muchlisin dan Istiyanto (2010), Junus (2012), Rifai (2013), Verma dan Bathia (2013). Teknologi pelacakan kendaraan tersebut memanfaatkan perangkat GPS *Receiver* yang dihubungkan dengan perangkat GSM/GPRS sebagai media pengirim data dari *server*.

Purnama (2009) melakukan penelitian menggunakan GPS *Tracker* CT-58 dan sistem pemantau menggunakan *mTrack*. Junus (2012) melakukan *parsing data* dari *web server*untuk diimplementasikan ke dalam program *web*. Hasil *parsing* ditampilkan dalam bentuk peta menggunakan *Google Maps API* dan *Javascript*. Muchlisin dan Istiyanto (2010) menggunakan perangkat GPS dari *smartphone*. Hasil pengiriman data dari *smartphone* ke *server* berupa *latitude* dan *longitude* dalam format NMEA-0183 yang diterima dari GPS *reveiver*, data tersebut kemudian di-*parsing* ke *website* melalui koneksi GPRS. Verma dan Bathia (2013) membuat desain dan pengembangan sistem pelacakan kendaraan dengan GPS, GSM, mikrokontroler MAX232 dan aplikasi web dengan *monitoring* menggunakan Google Maps.

Al-Khedher (2011) dan Maurya dkk. (2012) meneliti tentang sistem pelacakan kendaraan menggunakan aplikasi Google Earth yang diintegrasikan dengan GPS-GSM. Pada penelitian Al-Khedher (2011) Koordinat GPS difilter menggunakan Kalman *filter* untuk meningkatkan akurasi dari posisi yang diukur. Sistem terdiri dari dua komponen utama yaitu modul tertanam untuk transmisi di GPS kendaraan dan alat GSM untuk mengirimkan lokasi dan status informasi melalui SMS. Modul kedua adalah modul penerima untuk mengumpulkan informasi yang diterima dalam format yang kompatibel dengan *GoogleEarth* untuk memonitor lokasi dari jarak jauh. Lokasi kendaraan yang ditransmisikan kemudian difilter menggunakan Kalman *filter* untuk menerima pelacakan secara akurat.

Huang dkk. (2011) pernah mendesain arsitektur sistem pemantauan posisi GPS kendaraan yang diintegrasikan dengan CORS dan *mobile* GIS. Teknologi GPS digunakan untuk melakukan pelacakan objek bergerak dan CORS merupakan sistem layanan posisi jaringan secara *realtime* yang menghasilkan informasi lokasi *geospatial* untuk pergerakan target secara *realtime.* Khan dan Mishra (2012) membuat desain sistem *monitoring* kendaraan menggunakan GPS dan modem GSM dengan prosesor ARM di*install* pada kendaraan. Desain dan integrasi sistem dengan GPS-GSM digunakan untuk menyediakan informasi lokasi dan pelacakan secara *realtime* menggunakan SMS. Desain dan implementasi sistem pelacakan kendaraan lainnya yang menggunakan teknologi GPS/GSM/GPRS dan aplikasi *smartphone* juga dibuat oleh Lee dkk. (2014). Implementasi menggunakan mikrokontroler Arduino Atmega328, modul GPS, modul GSM/GPRS, komunikasi HTTP, Web *Server* dan database MySQL serta Google Maps API.

Sistem pelacakan dan pengunci kendaraan berbasis GSM dan GPS juga pernah diimplementasikan oleh Ramani dan Valarmathy (2013). Sistem menggunakan mikrokontroler Atmel AT89C52, modul GPS dan modul GSM. Sistem menempatkan kendaraan dalam mode *sleep*, tetapi jika ada indikasi pencurian maka mode penguncian jarak jauh dapat diaktifkan dengan mengirim sms ke mikrokontroler untuk mengeluarkan sinyal kontrol untuk menghentikan mesin motor.

Berdasarkan kajian literatur-literatur tersebut, umumnya penelitian-penelitian yang ada lebih banyak membahas tentang sistem *monitoring* atau pelacakan atau pemantau kendaraan, sangat sedikit penelitian yang sekaligus membahas tentang sistem pengendalian hidup/mati kendaraan dari jarak jauh. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengimplementasikan *prototype* sistem pengendali dan juga pemantau kendaraaan bermotor jarak jauh menggunakan teknologi web *realtime* dengan nodeJS untuk aplikasi *client* dan *angularFire* (*AngularJS* dan *Firebase*) untuk aplikasi *server*. Aplikasi *client* akan ditanamkan pada alat IoT yang diimplementasikan dengan menggunakan perangkat *Raspberry Pi*, modul GPS Ublox, *Relay* DC, dan *modem* GSM. Alat IoT yang dipasang pada kendaraan akan mengirimkan data posisi kendaraan secara *realtime* yang diperoleh dari modul GPS ke *serverFirebase*. Selanjutnya dari *serverFirebase* data akan diproses untuk ditampilkan kembali secara *realtime* ke sistem pemantau dalam bentuk visualisasi peta menggunakan *Google Maps*. Sedangkan pada sistem pengendali, jika diberikan perintah melalui sistem pemantau, maka prosesnya dari *Server Firebase*, perintah akan dikirimkan ke alat IoT untuk menghidupkan atau mematikan kendaraan.

2.2. Raspberry Pi

Raspberry Pi merupakan sebuah komputer mini hasil karya sebuah yayasan nirlaba Inggris "Raspberry Pi Foundation". *Raspberry Pi* berlisensi *Open-Source* sehingga rancangan perangkat keras yang dirilis ke publik dapat bebas dipelajari, dimodifikasi, dirakit, didistribusikan/disebarkan dan dijual sesuai dengan rancangan aslinya.Awalnya *Raspberry Pi* dikembangkan untuk membantu proses pengajaran dasar ilmu komputer di sekolah-sekolah dengan biaya yang minim.Raspberry Pi juga dapat digunakan untuk keperluan perangkat keras seperti aplikasi *web server*. Aplikasi *web server* merupakan perangkat lunak yang dapat berjalan pada sisi server dan bertugas menerima permintaan dari *browser web* serta menerjemahkan permintaan (*request*) dan mengembalikan hasil (*response*) ke *browser* (Upton dan Halfacree, 2012).

Sistem pemantau atau pelacakan posisi kendaraan jarak jauh dilakukan melalui *web* yang dikendalikan oleh *web server*. Komputer yang digunakan untuk *web server* harus selalu dalam keadaan hidup, sehingga hal ini menyebabkan pemborosan energi. *Embedded system* digunakan untuk mengatasi masalah pemborosan energi. Kelebihan dari *embedded system* adalah pada harga yang murah dan hemat daya. Teknologi pengontrol jarak jauh dimana pengontrolannya dilakukan oleh *embedded system* berbasis ARM (*Advanced RISC Machine*) yaitu *Raspberry Pi*. Penggunaan *Raspberry Pi* memberikan keuntungan karena dapat berfungsi sebagai komputer, namun memiliki daya yang kecil dan harganya relatif murah. *Raspberry Pi* juga memiliki sambungan LAN yang dapat digabungkan dengan *router* menjadi jaringan nirkabel yang dapat diakses oleh berbagai perangkat dengan akses internet (Darmaliputra dan Hermawan, 2014).

Raspberry Pi dihubungkan dengan internet dan *web server* dapat dikendalikan secara *remote* dari jarak jauh. *Raspberry Pi* mendapat koneksi internet melalui modem dan *wirelessrouter*. Awalnya *Raspberry Pi* dibuat pada *tahun* 2006 dan

dirilis pada 19 Februari 2012 dengan dua model: Model A dan Model B. Setelah terjual 3 juta unit pada mei 2014, maka pada Juli 2014 dikeluarkan model B+ (Sachdeva dan Katchii, 2014). *Raspberry* merupakan mini komputer yang dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan dan bekerja seperti halnya komputer. Gambar adalah perangkat *Raspberry Pi* 3 Model B.

Gambar 1. Raspberry Pi 3 Model B

2.3. *Relay* DC

Raspberry Pi dapat mengendalikan peralatan listrik dengan bantuan *Relay*. *Relay* merupakan salah satu komponen *output*/keluaran yang dapat digunakan pada peralatan elektronik. *Relay* berfungsi untuk menghubungkan ataupun memutuskan arus listrik dengan cara memberikan tegangan dan arus tertentu pada bagian koil. Untuk menggerakkan koil motor dapat menggunakan alat relay DC dengan menggunakan tegangan koil 12V DC, serta memerlukan arus sekitar 20-30mA. Salah satu contoh *relay* yang akan digunakan untuk penelitian ini adalah menggunakan *Relay* 2 Channel seperti terlihat pada Gambar 2. Relay 5V dengan 2 *channel* keluaran dapat digunakan sebagai saklar elektronik yang berfungsi untuk mengendalikan perangkat listrik dengan tegangan arus yang besar. *Relay* ini akan dihubungkan dengan *Raspberry Pi.*

Gambar 2. Modul Relay DC

2.4. GPS

GPS (*Global Positioning System*) merupakan sistem penentuan posisi lokasi dan navigasi satelit yang dikelola oleh Amerika Serikat. Sistem GPS didesain untuk memperoleh data posisi dan kecepatan dalam bentuk tiga dimensi serta informasi waktu, secara terus menerus di seluruh dunia, dan tidakbergantung pada waktu dan cuaca. Posisi suatu titik dinyatakan dengan koordinat. Selain GPS, juga ada sistem navigasi satelit GLONASS milik Rusia. Pada dasarnya GPS terdiri dari tiga segmen utama, yaitu segmen angkasa, segmen sistem control dan segmen pemakai. Alat penerima sinyal GPS (GPS *Receiver*) diperlukan untuk menangkapsinyal data dan memproses sinyal yang diperoleh satelit GPS untuk digunakanpada penentuan posisi lokasi, kecepatan, waktu maupun parameter turunan lainnya (Abidin, 2007).

Modul GPS dengan *Raspberry Pi* adalah sirkuit elektronik kecil yang memungkinkan papan *Raspberry Pi* untuk mendapatkan posisi, ketinggian, kecepatan, tanggal dan jam pada UTC (*Universal Time Coordinated*). Modul GPS ini menggunakan standar protokol NMEA untuk mentransmisikan posisi data melalui *port* serial. Modul GPS untuk penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Modul GPS

2.5. Firebase

Firebase merupakan *platform* untuk aplikasi *realtime*. Ketika data berubah, maka aplikasi dengan firebase akan meng-*update* secara langsung melalui setiap *device* (perangkat) baik *web* atau *mobile*. *Firebase* mempunyai *library* (pustaka) yang lengkap untuk sebagian besar platform *web* dan *mobile* dan dapat digabungkan dengan berbagai *framework* seperti node, java, Java Script, AngularJS, dan lain-lain. *Application Programming Interface* (API) untuk menyimpan dan sinkronisasi data akan disimpan sebagai bit-bit dalam bentuk JSON pada *cloud* dan akan disinkronisasi secara

realtime. Layanan pada *Firebase* meliputi autentikasi pengguna, pengaturan keamanan, dan *hosting*. Perubahan data pada satu *client* akan disinkronisasi pada semua *client* yang terdaftar ke data tersebut dalam hitungan mili detik. Kelebihan dari *Firebase*adalah dapat menerima data dari 1 juta perangkat secara bersamaan.

Penelitian ini akan menggabungkan *Firebase* dengan *AngularJS* untuk menyediakan *webrealtime*. *Firebase* dapat melakukan sinkronisasi data dengan data *local cache* pada perangkat yang ada sehingga aplikasi tetap responsif bahkan saat koneksi jaringan lambat atau tidak tersedia. *AngularJS* dengan *Firebase* diklaim menjamin '*no server code*' sehingga memudahkan dalam pembuatan aplikasi (max, 2014).

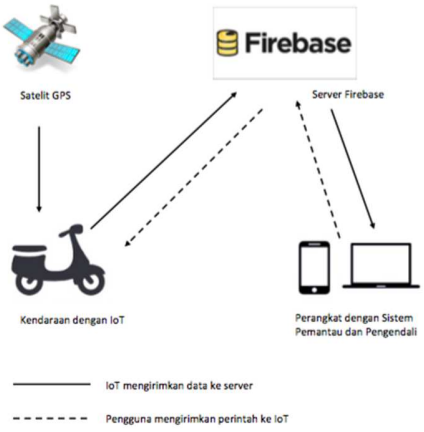
Firebase digunakan untuk menyimpan data yang diterima. *Firebase* diperlukan untuk menyediakan layanan penyimpanan *cloud* yang memungkinkan untuk *middleware* dapat digabungkan dengan *interface* aplikasi dari pihak ketiga. *Firebase* memungkinkan pengembang untuk menciptakan aplikasi *mobile* dan *web* yang dapat digunakan untuk men-*generated* data secara *realtime* (Boman dkk., 2014).

3. Metode Penelitian

3.1. Arsitektur Sistem

IoT (*Internet Of Things*) pada *Raspberry Pi* merupakan modul GPS untuk *Raspberry Pi* yang merupakan sebuah sirkuit elektronik kecil yang memungkinkan *board* (papan) *Raspberry Pi* untuk mendapatkan posisi lokasi. Modul ini menggunakan standar protokol NMEA (http://www.nmea.org) untuk mentransmisikan posisi data melalui *port* serial. Modul GPS menggunakan sinyal dari Satelit GPS mendeteksi lokasi/posisi kendaraan dan mengirimkan data posisi tersebut ke *web server* secara *realtime* melalui *Firebase*. Perangkat pemantau dapat melakukan pemantauan dengan mengambil data posisi melalui *web server*. Perangkat pengendali dapat melakukan pengendalian terhadap kendaraan dengan mengirimkan perintah ke kendaraan yang sudah dipasang dengan IoT.

Kendaraan akan melakukan akuisisi lokasi melalui perangkat GPS secara kontinyu dan *realtime*. Data *latitude* dan *longitude* yang didapatkan terlebih dahulu dibandingkan dengan data yang disimpan terakhir, apabila datanya sama (artinya kendaraan tidak berubah posisi), maka data yang baru tersebut akan disimpan ke dalam database lokal dan di "*broadcast*" ke *server*. Model arsitektur sistem pemantau dan pengendali kendaraan dapat dilihat pada Gambar 4.

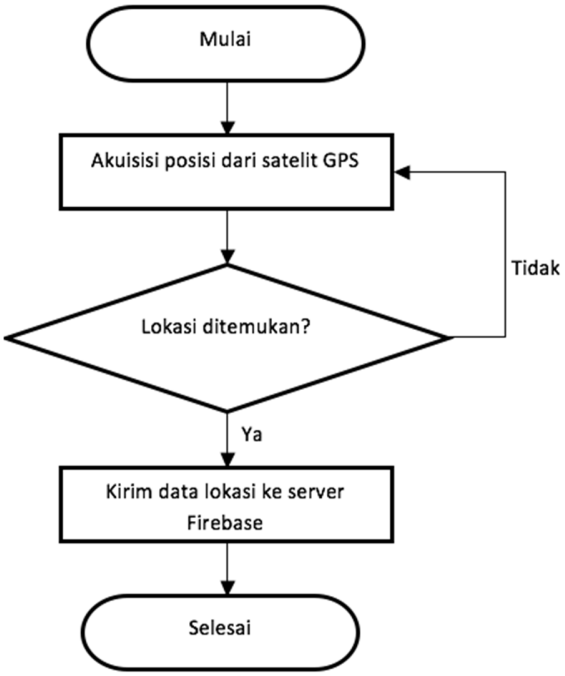


Gambar 4. Model Arsitektur Sistem

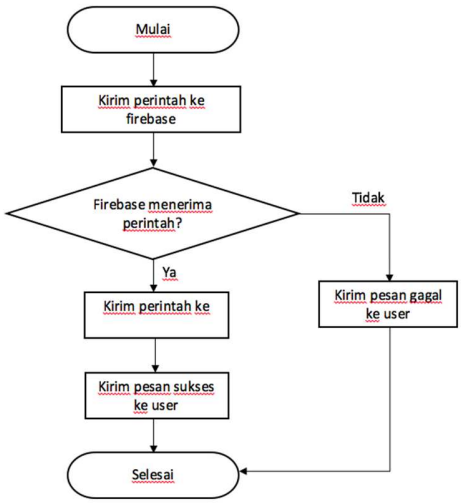
3.2. Rancangan Sistem

Cara kerja proses akuisisi posisi dari GPS ke kendaraan yaitu pertama perangkat IoT akan melakukan akuisisi posisi dari satelit GPS, jika lokasi ditemukan maka perangkat akan mengirimkan data lokasi tersebut ke *serverFirebase*. Sedangkan jika lokasi tidak ditemukan maka GPS akan mengulang kembali proses akuisisi posisi dari satelit GPS. Diagram alir proses akuisisi posisi GPS kendaraan dapat dilihat pada Gambar 5.

Diagram alir berikutnya adalah rancangan proses pengiriman perintah dari *user* ke kendaraan. Pertama *user* mengirim perintah ke *Firebase*. Selanjutnya *Firebase*akan menerima perintah, jika berhasil maka perintah akan dikirimkan ke alat IoT pada kendaraan dan akan mengirim pesan sukses ke user. Sedangkan jika *Firebase* gagal menerima perintah, maka akan dikirim pesan gagal ke *user*. Gambar 6 merupakan rancangan proses pengiriman perintah dari user ke kendaraan.



Gambar 5. Diagram alir proses akuisisi posisi dari GPS pada kendaraan



Gambar 6. Diagram alir proses pengiriman perintah dari user ke kendaraan

3.3. Implementasi Sistem dengan Angular Fire dan Google Maps API

Prototipe alat IoT dikembangkan menggunakan perangkat keras berupa mikrokontroler papan tunggal (*single board*) *Raspberry Pi* 3 Model B yang dilengkapi dengan modul GPS Ublox Neo-6M untuk mendapatkan posisi koordinat kendaraan dan *Relay* DC untuk mematikan dan menghidupkan kendaraan. Alat IoT diintegrasikan sistem pemantau dan pengendali kendaraan jarak jauh berbasis *web* yang dikembangkan menggunakan perangkat lunak seperti AngularFire, *FirebaseServer* dan Google Maps API.Untuk dapat mengirimkan data posisi GPS ke *server* maka dibuat kode koneksi untukmenghubungkan perangkat *Raspberry* ke *server Firebase*. Selain itu juga perlu dibuat kode program untuk koneksi ke *server*. Koneksi ke *server* dilakukan dengan menjalankan aplikasi *web* yang ada pada alat IoT secara otomatis (*auto-running*) dengan membuat penjadwalan melalui *cron*.Data posisi yang didapat dari alat IoT selanjutnya dikirimkan ke *server Firebase* secara *realtime*, dan akanditampilkan dengan visualisasi peta dari *Google Maps* dengan icon posisi kendaraan.

```
var Firebase = require('firebase'),
        FirebaseHandler = require('./app/firebase-
handler'),
        GPSParser = require('./app/gps-parser'),
        gps = new GPSParser('/dev/ttyUSB0', 9600),
        gpio = require('./app/rpi-gpio-dummy'),
        _ = require('lodash'),
        argv = process.argv,
        GPIOPins =
[7,11,12,13,15,16,18,22,29,31,32,33,35,36,37,38,40];

Firebase.initializeApp({
serviceAccount:'app/service_account.json',databaseURL
:'https://vehicle-iot.firebaseio.com'});

var dbRef = Firebase.database().ref();
var powerPin = (argv[2] === '--pin' || argv[2] === '-p')
&& !isNaN(parseInt(argv[3])) &&
_.includes(GPIOPins, parseInt(argv[3])) ? argv[3] : 11;
var Handler = new FirebaseHandler(dbRef, gpio,
powerPin);
Handler.watchCommand();
Handler.ready(() => {
        gps.on('gps-data', data => {
        Handler.handleGPS(data);
});
});
```

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil percobaan penelitian berupa *prototype* alat IoT untuk pemantau dan pengendali kendaraan dan sistem pengendali dan pemantau kendaraan berbasis *web realtime*dengan *AngularFire* (*AngularJS* dan *Firebase*).

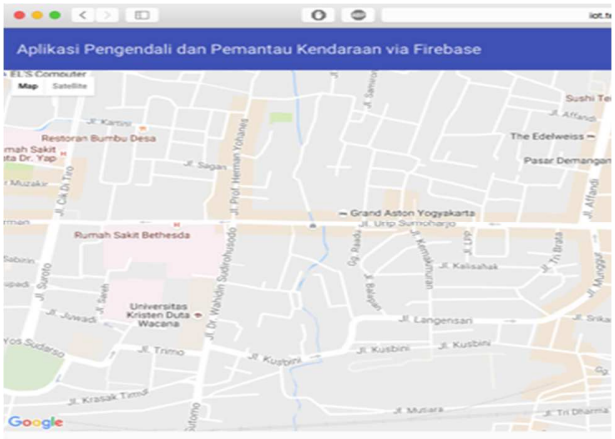
4.1. *Prototype* Alat IoT

Prototype alat IoT untuk pemantau kendaraan dibuat dengan *Raspberry Pi* model B dan modul GPS. Alat IoT tersebut juga telah dilengkapi dengan sistem operasi *Raspbian* dan aplikasi *web* yang dibangun dengan nodejs. Aplikasi *web* akan dijalankan setiap kali alat IoT dihidupkan. Aplikasi *web* yang telah ditanamkan pada alat tersebut berfungsi untuk mendapatkan data posisi kendaraan dan selanjutnya dikirimkan secara *realtime* ke *server Firebase*.

Prototype alat IoT untuk pengendali kendaraan dibuat dengan *Raspberry Pi* model B dan dihubungkan dengan *Relay* DC untuk menghidupkan dan mematikan kendaraaan. *prototype*alat IoT untuk kendali kendaraan dapat dilihat pada Gambar 7.

Gambar 7. Prototype Alat IoT

4.2. Aplikasi *WebRealtime*sebagai Sistem Pemantau dan Pengendali Kendaraan



Gambar 8. Aplikasi Pengendali dan Pemantau Kendaraan Berbasis Web

Alat IoT saat dihidupkan akan tersinkronisasi dengan *Firebase Server*. Berdasarkan data yang terkirim ke *server Firebase* tersebut, pergerakan kendaraan dapat dipantau secara *realtime* dari jarak jauh melalui web. Aplikasi berbasis *web* untuk pemantauan dan pengendalian yang dibuat dilengkapi dengan *login* karena memerlukan keamanan data dan tidak sembarang untuk dapat dilihat dan digunakan orang lain.

Data posisi pemantauan yang disimpan di *server* adalah data posisi terakhir yang terkirim ke *server*. Aplikasi web untuk pemantauan dilengkapi dengan Google Maps dan *icon* posisi pada peta, sedangkan aplikasi pengendali jarak jauh adalah berupa tombol *on/off* untuk menghidupkan dan mematikan mesin kendaraan bermotor dari jarak jauh. Aplikasi pengendali dapat digunakan untuk mematikan dan mengunci kendaraan, saat terjadi pencurian. Setelah login maka tampilan sistem pemantau berbasis *web* berupa data visualisasi *Google Maps* dan sistem pengendali untuk *on/off* kendaraan dari web seperti terlihat pada Gambar

4. Penutup

Sistem pemantau dan pengendali kendaraan bermotor jarak jauh menggunakan teknologi *web realtime* telah berhasil dikembangkan dengan menggunakan teknologi *AngularFire* (*AngularJS* dan *Firebase*). Selanjutnya sistem dioperasikan untuk melakukan pemantauan terhadap kendaraan yang telah dipasang dengan perangkat IoT yang terdiri dari sebuah *Raspberry Pi* 3 Model B, modul GPS Ublox Neo-6M, *Relay* DC 2 Channel, modem GSM dan didalamnya telah dilengkapi dengan program koneksi ke *server*.

Selanjutnya dilakukan pengujian fungsionalitas pemantauan kendaraan dengan menjalankan kendaraan yang telah terpasang alat IoT dan melihat hasil pemantauan data pergerakan posisi kendaraan melalui aplikasi web sistem pemantau yang telah dilengkapi dengan *Google Maps*. Data yang tersimpan pada *serverFirebase* adalah data posisi terakhir kendaraan yang dikirimkan ke *serverFirebase*. Hasil pengamatan menunjukkan bahwaterjadi perubahan posisi kendaraan yang terlihat dari pergerakan icon posisi pada peta.

Daftar Pustaka

Abidin, H.Z.(2007)*Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*.Jakarta: PT Pradnya Paramita.

Al-Khedher, M.A. (2011). Hybrid GPS-GSM Localization of Automobile Tracking System, *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT), arXiv*, Vol. 3, No. 6.

Boman, J., Taylor, J., Ngu, A.H.(2014). Flexible IoT Middleware for Integration of Things And Application, *Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing (CollaborateCom), 2014 Internatinal Conference on IEEE*, 481-488.

BPS, (2013).*Statistik Kriminal 2013*.Diakses pada20 Maret 2015dariWorld Wide Web:http://www.bps.go.id

Darmaliputra, A., Hermawan, H.(2014). Pembuatan Web Server Berbasis Raspberry Pi Untuk Kontrol Lampu dan AC, *Calyptra*, Vol. 3, No. 1.

Hanifah, R., Isnanto, R. R., Christyono, Y.(2010). Simulasi Sistem Informasi Geografis (SIG) Pemantau Posisi Kendaraan Via SMS Gateway, *TRANSMISI*, Vol. 12, No. 2, 45-59.

Huang, Z., Huang, D., Xu, Z., Xu., Z.(2011). GPS Vehicle Positioning Monitoring System Integrated with CORS and Mobile GIS, *Procedia Environmental Sciences, SciVerse ScienceDirect*, Vo. 10, 2498-2504.

Junus, M.(2012). Sistem Pelacakan Posisi Kendaraan dengan Teknologi GPS & GPRS Berbasis Web, *Jurnal ELTEK*, Vol. 10, No. 2, 58-67.

Khan, A., Mishra, R.(2012). GPS-GSM Based Tracking System, *International Journal of Engineering Trends and Technology*, Vol. 3, No. 2, 161-164.

Lee, S., Tewolde, G.,Kwon, J.(2014). Design and Implementation of Vehicle Tracking System using GPS/GSM/GPRS Technology and Smartphone Application, *Internet of Things (WF-IoT), IEEE*, 353-358.

Maurya, K., Singh, M., Jain, N.(2012), Real Time Vehicle Tracking System using GSM and GPS Technology- An Anti-theft Tracking System, *International Journal of Electronics and Computer Science Engineering*, 1103-1107.

Max, D., (2014).*Building Real Time Apps With Firebase and AngularJS*.Diakses pada 19 Maret 2015 dariWorld Wide Web:http://davemax.com.

Muchlisin, Y. D., Istiyanto, J. E., (2011), Implementasi Pelacakan Kendaraan Bermotor Menggunakan Gps dan Gprs dengan Integrasi Googlemap, *IJCCS – Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems*, Vol. 5, No. 2, 76-84.

Oriza, A., (2014).*Firebase Membantu Kita Membuat Aplikasi Realtime*.Diakses pada 21 Maret 2015dariWorld Wide Web:http://www.codepolitan.com/firebase-membantu-kita-membuat-aplikasi-realtime/.

Purnama, B. E., (2009). Pemanfaatan Global Positioning System Untuk Pelacakan Objek Bergerak, *Speed-Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi*, Vol. 2, No. 2, 6-12.

Ramani, R., Valarmathy, S., SuthanthiraVanitha, N., Selvaraju, S., Thiruppathi, M., Thangam, R., (2013). Vehicle Tracking and Locking System

Based on GSM and GPS, *International Journal of Intelligent Systems and Applications*, Vol. 5, No. 9, 86-93.

Rifai, A.(2013). Sistem Informasi Pemantauan Posisi Kendaraan Dinas Unsri Menggunakan Teknologi GPS, *Jurnal Sistem Informasi (JSI)*, Vol. 5, No. 2, 603-610.

Sachdeva, P.,Katchii, S. (2014). A Review Paper on Raspberry Pi, *Inpressco*, Vol. 4, No. 6, 3818-3819.

Upton, E., Halfacree, G., (2012).*Raspberry Pi User Guide*, Willey, West Sussex, England.

Verma, P., Bhatia, J. S., (2013). Design and Development of GPS – GSM Based Tracking System with Google Map Based Monitoring, *International Journal of Computer Science, Engineering and Applications (IJCSEA)*, Vol. 3, No. 3,33-40.

Biodata Penulis

Erma Susanti, memperoleh gelar S1 di IST AKPRIND Yogyakarta. Memperoleh gelar S2 di Universitas Gadjah Mada. Saat ini menjadi pengajar di IST AKPRIND Yogyakarta.

Joko Triyono, memperoleh gelar S1 di IST AKPRIND Yogyakarta. Memperoleh gelar S2 di Universitas Gadjah Mada. Saat ini menjadi pengajar di IST AKPRIND Yogyakarta.

PERANCANGAN MANAJEMEN PENGETAHUAN TEKNIK PEMASANGAN TIANG LISTRIK TEGANGAN MENENGAH MENGGUNAKAN METODE *CASE BASED REASONING*

Fathoni[1]
[1]Jurusan Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
fathoni@unsri.ac.id

Abstrak

Kondisi geografis di Indonesia yang beraneka ragam menyebabkan perbedaan struktur dan kemiringan tanah yang cukup variatif di beberapa tempat yang akan dilakukan pemasangan tiang listrik tegangan menengah. Kendala teknis dapat menjadi lebih kompleks karena adanya perbedaan serta perubahan arah dan kekuatan angin yang tidak sama serta kekuatan pondasi tiang listrik yang harus disesuaikan dengan tekstur tanah. Kendala-kendala teknis tersebut secara langsung akan dapat mempengaruhi produktivitas, kualitas kerja, waktu pengerjaan dan anggaran biaya proyek, sehingga dapat menyebabkan konsekuensi proyek yang tidak diinginkan. Untuk mengatasi permasalahan teknis pemasangan tiang listrik tegangan menengah diusulkan suatu perangkat lunak yang dapat mengelola dan menampilkan informasi standarisasi konstruksi jaringan listrik tegangan menengah yang merupakan gabungan pengetahuan tacit knowledge (pengetahuan dan pengalaman pekerja dilapangan) dan explicit knowledge (SOP yang dikeluarkan perusahaan). Pengelolaan informasi tacit knowledge dan explicit knowledge dilakukan dengan menggunakan metode Case-Based Reasoning (CBR) dengan memanfaatkan Algoritma Nearest Neighbor Retrievaluntuk mencari kendala pemasangan tiang listrik dengan menghitung kedekatan antara kendala teknis yang baru dengan kendala teknis yang lama yang sudah ada di database. Pengembangan manajemen pengetahuan pemasangan tiang listrik dilakukan melalui tiga tahapan utama yaitu; Tahap 1. Persiapan dan Identifikasi pengetahuan; Tahap 2. Analisis dan Perancangan Manajemen Pengetahuan dan Tahap 3. Perancangan Prototipe Manajemen Pengetahuan. Penelitian ini menghasilkan rancangan manajemen pengetahuan yang dapat membantu proses pencarian solusi terbaik dari masalah teknis serta proses penambahan pengetahuan baru dari staff pekerja di lapangan tentang pemasangan tiang listrik tegangan menengah.

***Kata Kunci** : Manajemen Pengetahuan, pemasangan tiang listrik, Algoritma Nearest NeighborRetrieval.*

1. Pendahuluan.

Kebutuhan akan energi listrik yang semakin lama semakin meningkat menuntut penambahan gardu induk dan tiang listrik sebagai media penyampaian tenaga listrik ke masyarakat maupun penggguna di industri (Arismunandar, 2004). Proses penambahan dan pemasangan tiang-tiang listrik keseluruh pengguna listrik di pelosok tanah air tidak semudah yang dibayangkan, terdapat banyak kendala dan resiko yang dihadapi oleh para pekerja yang bertugas untuk memasang tiang-tiang listrik. Kendala-kendala di lapangan secara teknis dapat berupa struktur dan kemiringan tanah yang berbeda-beda, arah dan kekuatan angin yang tidak sama serta bentuk dan kekuatan pondasi tiang listrik yang harus disesuaikan dengan kondisi tanah dan arah angin di daerah tersebut. Dalam sudut pandang proses pengerjaan proyek, kendala-kendala tersebut secara langsung dapat mempengaruhi produktivitas,

waktu kerja, kualitas dan anggaran biaya proyek. Hal ini dapat menyebabkan keterlambatan dan mempengaruhi pencapaian tujuan akhir proyek, sehingga dapat menimbulkan konsekuensi yang tidak diinginkan (Barrie dan Paulson, 1991).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan sistem pendokumentasian dan pengelolaan agar pengalaman-pengalaman pekerja di lapangan dapat dengan mudah ditransfer dan dibagikan ke pekerja yang lain. Pendokumentasian dan *sharing knowledge* antar pegawai sangat perlu dilakukan agar apabila terjadi permasalahan yang sama maka pekerja yang laindapat dengan cepat menemukan solusi terbaik. Dengan tanpa disadari secara langsung, solusi-solusi terbaik yang dilakukan oleh pekerja di lapangan sebenarnya merupakan perbaikan dan penyempurnaan SOP dari standarisasi konstruksi pemasangan jaringan tiang listrik.

Manajemen Pengetahuan (*Knowledge Management*) merupakan sebuah sistem yang dirancang untuk menciptakan, menyimpan dan menyebarkan (*sharing*) *knowledge* dalam perusahaan, sehingga pengetahuan dapat digunakan dengan mudah, kapanpun dan dimanapun oleh pekerja yang relevan di perusahaan sesuai dengan kewenangannya. Banyak perusahaan yang menerapkan *knowledge management* untuk menjaga agar *knowledge* tersebut tidak hilang dan dapat di*sharing* serta dimanfaatkan pegawai lain di lingkungan perusahaan (Ken Ditha dan Fathoni, 2014). Penerapan *Knowledge Management System* (Sistem Manajemen Pengetahuan) akan dapat mempermudah penangkapan, penyimpanan, pencarian, transfer dan penggunaan kembali pengetahuan pekerja pemasang tiang listrik serta merupakan peluang perusahaan untuk mengembangkan lingkup operasional dari sistem informasi dengan memfasilitasi usaha organisasi dalam mengelola *tacit knowledge* (pengetahuan dan pengalaman pekerja di lapangan) dan *explicit knowledge* (SOP yang dikeluarkan perusahaan).

Untuk mengelola pengetahuan *explicit* dan *tacit* dari teknik pemasangan tiang listrik tegangan menengah yang terus berkembang diperlukan suatu manajemen pengetahuan yang handal untuk menjamin proses penambahan dan pencarian solusi yang terbaik sesuai dengan kendala-kendala yang dihadapi dilapangan. Penyimpanan pengetahuan serta pencarian solusi terkini dan terbaik dalam manajemen pengetahuan merupakan faktor utama yang harus diperhatikan untuk menilai kehandalan *Knowledge Management System.* Salah satu metode yang dapat dipergunakan untuk mengelola dan menelusuri *explicit* dan *tacit* adalah metode *Case-Based Reasoning* (CBR).

Case-Based Reasoning merupakan suatu paradigma pemecahan masalah melalui perbandingan masalah baru yang akan dipecahkan dengan menemukan kasus yang serupa di masa lampau, dan menggunakannya kembali pada situasi masalah yang baru dan dapat menambah solusi-solusi yang baru melalui pembelajaran yang terus-menerus (Aamodt dan Plaza, 1994). Penelitian ini memanfaatkan metode CBR dalam pengembangan prototipe menajemen pengetahuan teknik pemasangan tiang listrik tegangan menengah sehingga dapat membantu mempercepat proses penambahan pengetahuan baru serta proses pencarian solusi terbaik dari masalah yang ada.

2. Metode Penelitian.

Proses pekerjaan dalam penelitian ini di bagi dalam tiga tahapan utama seperti yang ditampilkan pada Gambar 1. Tahap pertama adalah tahap persiapan dan Identifikasi. Tahap ini dimulai dari studi *literature* terlebih dahulu, fungsi dari tahap ini adalah menyiapkan bahan-bahan yang diperlukan sebelum melakukan Studi lapangan, wawancara dengan pekerja expert dan unsur manajemen proyek yang terlibat serta melakukan analisis dokumen *Explicit*. Studi di lapangan dilakukan untuk melihat secara langsung kondisi tiang listrik tegangan menengah, struktur tanah, dan faktor lain yang relevan dengan penelitian. Wawancara akan dilakukan dengan pekerja yang memiliki pengalaman dalam pemasangan tiang listrik tegangan menengah.

Wawancara dilakukan secara langsung dengan user terkait untuk mendapatkan data awal

dari *tacit* yang akan dibentuk di pengetahuan. Tahap Analisis dilakukan untuk mengumpulkan SOP-SOP yang berhubungan dengan standar pemasangan tiang listrik tegangan menengah, SOP-SOP ini selanjutnya akan diproses sehingga menjadi pengetahuan *Explicit*. Hasil dari studi lapangan, wawancara dengan *expert* dan analisis dokumen akan dijadikan dasar utama untuk mendefinisikan masalah yang di hadapi dan kebutuhan proses yang diinginkan dalam membentuk manajemen pengetahuan.

Tahap kedua adalah Analisis dan Perancangan Manajemen Pengetahuan. Tahap ini awali dengan membentuk pengetahuan *Explicit* dan *Tacit* dari dasar kebutuhan yang telah ditentukan ditahap sebelumnya. Selanjutnya, pengetahuan *Explicit* dan *Tacit* akan dibuat perancangan kodifikasi pengetahuan untuk memudahkan dalam pembuatan *Schema* Database dan pembuatan Alur proses kebutuhan Fungsional dari manajemen pengetahuan yang akan dibentuk..

Tahap ketiga adalah tahap terakhir dalam penelitian ini, tahap ini akan menghasilkan prototipe dari manajemen pengetahuan yang diinginkan. Tahap ini dimulai dengan pembuatan alur logik CBR yang diawali dengan alur pembuatan proses *Retrieve, Reuse, Revise* dan terakhir proses *Retain.* Selanjutnya berdasarkan alur logik dari CBR yang dihasilkan akan dibuat *interface*yang akan dipergunakan untuk dasar pembuatan prototipe manajemen pengetahuan.

3. Hasil dan Pembahasan.

3.1. Identifikasi Masalah dan kebutuhan dan kebutuhan

Berdasarkan hasil wawancara, analisis dokumen dan studi lapangan yang dilakukan dapat disusun permasalahan pokok yang harus diselesaikan yang dibagi ke dalam tiga kelompok permasalahan :

a. Data
   Pengetahuan *Explicit* tentang pemasangan tiang listrik dalam bentuk SOP *hardcopy* hanya tersimpan di kantor dan tidak diacu secara praktis oleh teknisi di lapangan, sedangkan pengetahuan *tacit* pekerja belum terdokumentasi dengan baik.
b. Proses
   Belum ada proses *capture,discovery* serta *sharing* pengetahuan yang baik. Ketiga proses tersebut lebih banyak dilakukan melalui rapat-rapat pekerja secara formal dengan hasil pembahasan dan solusi yang tidak terdokumentasi dengan baik.
c. Antarmuka Pemakai
   Belum ada media antarmuka yang *user friendly* sehingga dapat mempermudah pekerja dalam melakukan *capture, discovery* serta *sharing* pengetahuan yang berhubungan dengan teknik pemasangan tiang listrik tegangan menengah.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut di atas maka diperlukan pengelolaan pengetahuan *tacit* dan *explicit* yang sistematik yang dapat melakukan proses-proses yang terkait dengan pengetahuan menerapkan *Aplikasi Knowledge Management.*

3.2. Konversi Pengetahuan *Tacit* dan *Explicit*.

Konversi pengetahuan diperlukan untuk mentransfer pengetahuan dan berlangsung berulang-ulang serta membentuk suatu siklus yang menyebabkan pengetahuan menjadi berkembang. Dalam penelitian ini, konversi pengetahuan tersebut dilakukan dengan menggunakan model *SECI* (*Socialization, Externalization, Combination, and Internalization*) (Nanoka & Takeuchi, 1995) dengan hasil konversi pengetahuan yang disesuaikan dengan kebutuhan calon pengguna aplikasi seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Konversi Pengetahuan dan Kebutuhan calon pemakai.

Proses Model SECI	Kebutuhan di Aplikasi	Penerapan Dalam Aplikasi
Sociali zation	Aplikasi memfasilitasi *sharing* dan penciptaan pengetahuan secara *explicit* dan *tacit* dari admin aplikasi,	Fitur komentar, *search, download* dan lihat pengetahuan, kelola pengetahuan *tacit* dan *explicit, sharing explicit knowledge* dan *problem solving* yang menggunakan metode *Case-Based Reasoning* (CBR)

	penanggung jawab pengetahuan ke pekerja lapangan.	
Externalization	Aplikasi memfasilitasi penciptaan pengetahuan secara *explicit*.	Fitur *create* dan *upload file* pengetahuan, sehingga pekerja dapat membagikan *knowledge tacit* yang mereka miliki akan mendapatkan *rewards*.
Combination	Aplikasi memfasilitasi penyimpanan dan pemeliharaan pengetahuan secara *explicit* serta memudahkan dalam pengaksesan pengetahuan yang tersimpan.	Fitur *knowledge directories*, *upload* dan *downlad*, dan pencarian pengetahuan.
Internalization	Aplikasi memfasilitasi pemanfaatan pengetahuan *tacit* dan *explicit*.	Fitur melihat pengetahuan terbaru, *problem solving* yang menggunakan metode *Case-Based Reasoning*.

3.3. Kodefikasi Pengetahuan.

Kodefikasi pengetahuan diperlukan untuk merepresentasikan pengetahuan sehingga pengembang aplikasi akan mudah mengidentifikasi dan membuat struktur desain aplikasi yang mudah dimengerti oleh calon pengguna aplikasi(Jawadekar,2011). Kodefikasi pengetahuan dapat juga digunakan untuk mengkonversi pengetahuan *tacit* ke *Explisit* sehingga pengetahuan tersebut akan lebih mudah dikelola dan disimpan kemedia penyimpanan.

Tabel 2. Contoh Kodefikasi Pengetahuan.

Kategori	Kode	Permasalahan	Kode	Solusi	Kode
Pemasangan Tiang pada Lubang Tanah	PLB01	Tiang Beton Tanah Liat	M1	S1	SL01
	PLB02	Tiang Beton tanah kerikil	M2	S2	SL02
	PLB03	Tiang Beton tanah Rawa	M3	S3	SL03
	PLB04	Tiang Beton tanah pasir	M4	S4	SL04
Cara Penggalian Lubang	CPL01	Tiang besi pada tanah Liat	G1	SG1	SG01
	CPL02	Tiang besi pada tanah padat	G2	SG2	SG02

3.4. Pengelolaan Pengetahuan Menggunakan CBR.

Metode *Cased Based Reasoning* merupakan metode yang menerapkan 4 tahapan proses, yaitu *retrieve, reuse, revise,* dan *retain.* Cara kerja sistem secara umum berpedoman pada basis pengetahuan yang dimiliki oleh sistem yang bersumber dari kasus-kasus yang pernah ditangani oleh seorang pegawai, yang kemudian dihitung tingkat kemiripannya dengan kasus baru yang dimasukan pengguna. Berdasarkan tingkat kemiripan kasus inilah sistem akan mengeluarkan solusi dari permasalahan-permasalahan yang telah diinputkan. Untuk mengukur jarak kemiripan antara masalah baru dengan masalah lama digunakan perhitungan dengan menggunakan persamaan *euclidean distance* (Bramer,2007) seperti yang di tampilkan di Pers [1].

Tabel 3. Contoh kasus-kasus lama pemasangan tiang listrik.

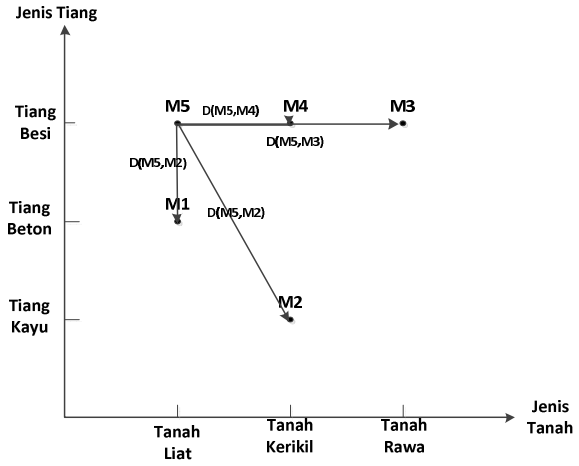
Masalah	Jenis Tanah	Jenis Tiang	Solusi
M1	Tanah liat	Tiang Beton	S1
M2	Tanah kerikil	Tiang Beton	S2
M3	Tanah rawa	Tiang Beton	S3
M4	Tanah pasir	Tiang Beton	S4

Tabel 4. Contoh kasus baru pemasangan tiang listrik

Masalah	Jenis Tanah	Jenis Tiang	Solusi
M5	Tanah liat	Tiang Besi	?

Proses pertama dalam CBR adalah proses *Retrieve* merupakan proses pencarian kemiripan kasus baru dengan kasus yang lama. Pencarian kemiripan antara kasus baru dengan kasus lama dilakukan dengan cara mencocokan gejala yang diinputkan oleh pengguna dengan gejala yang ada pada basis

pengetahuan. Pada proses *Retrieve* ini akan dilakukan pembobotan dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour Retrieval*(Kusrini & Luthfi, 2009). Prosespembobotan yang dilakukan oleh perangkat lunak ditampilkan dalam perhitungan representasi nilai jarak terdekat pada permasalahan seperti yang ditampilkan pada Gambar 1. Sehingga diperoleh hasil representasi nilai permasalahan pada kasus pemasangan tiang listrik seperti pada Tabel 5.



Gambar 1. Representasi nilai permasalahan pada pemasangan tiang listrik

Tabel 5. Representasi nilai permasalahan pada kasus pemasangan tiang listrik

Masalah	Representasi Nilai	Representasi Nilai Jenis Tiang	Solusi
M1	10	20	S1
M2	20	10	S2
M3	30	30	S3
M4	20	30	S4
M5	10	30	?

Selanjutnya proses perhitungan jarak kemiripan kasus lama dengan kasus baru akan dicari dengan menggunakan persamaan *euclidean distance*:

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{r=1}^{n}(a_r(x_i) - a_r(x_j))^2} \quad [1]$$

Keterangan :
$d(x_i, x_j)$: Jarak *Euclidean (Euclidean Distance)*
(x_i): *record* ke- *i*
(x_j): *record* ke- *j*
a_r: data ke-*r*
i,j :1,2,3,…n

Setelah proses retrieve adalah proses *reuse*. Di dalam proses *reuse*, sistem akan menggunakan informasi permasalahan sebelumnya yang memiliki kemiripan untuk menyelesaikan permasalahan yang baru. Proses *reuse* akan menyalin, menyeleksi, dan melengkapi informasi yang akan digunakan. Selanjutnya pada proses *revise*, informasi tersebut akan dikalkulasi, dievaluasi, dan diperbaiki kembali untuk mengatasi kesalahan-kesalahan yang terjadi pada permasalahan baru.

Proses *revise* dilakukan jika pada proses *retrieve* tidak ada kasus yang relevan dengan kasus yang baru tersebut sehingga sistem tidak dapat memberikan solusi dari kasus tersebut. Gejala-gejala kasus baru yang tidak ditemukan kemiripannya dengan kasus lama akan ditampung pada suatu tabel *revise* yang selanjutnya akan dievaluasi dan diperbaiki kembali.

Pada proses terakhir, sistem akan melakukan proses *retain*. Proses *retain* akan mengindeks, mengintegrasi, dan mengekstrak solusi yang baru tersebut kedalam database. Selanjutnya, solusi baru itu akan disimpan ke dalam basis pengetahuan (*knowledge-base*) untuk menyelesaikan permasalahan yang akan datang. Tentunya, permasalahan yang akan diselesaikan adalah permasalahan yang memiliki kesamaan dengan masalah sebelumnya.

3.5. Rancangan Aplikasi Berdasarkan Kebutuhan Fungsional.

Kebutuhan fungsional merupakan inti dari semua kebutuhan calon pengguna aplikasi yang harus disediakan didalam aplikasi yang akan dikembangkan dan merupakan solusi dari permasalahan yang dihadapi. Kebutuhan fungsional dapat dibuat dalam bentuk fitur-fitur layanan dan keterangan singkat yang menjelaskan fungsi dari

fitur tersebut didalam sistem. Tabel 6.Adalah Tabel yang menginformasikan kebutuhan fungsional dari manajemen pengetahuan teknik pemasangan tiang listrik tegangan menengah yang diteliti. Terdapat setidaknya enam (6) fitur utama dan beberapa subfitur untuk menciptakan aplikasi yang diinginkan oleh calon pengguna sistem.

Tabel 6. Rancangan Kebutuhan Fungsional

FITUR	KEBUTUHAN FUNGSIONAL	KETERANGAN
Pengelolaan data pengguna	Login	Layanan untuk membatasi hak akses dari masing-masing user yang terdapat pada sistem.
	Pengelolaan profil pengguna	Layanan untuk mengelola data-data terkait profil pengguna (pengubahan password, foto profil) pengguna pada sistem.
Knowledge Management Capture	Pengelolaan *Tacit Knowledge*	Layanan untuk mengelola *tacit knowledge* dan layanan untuk pengelolaan *(create, edit, delete, upload, download, like)* file pengetahuan.
Knowledge Management Discovery	Pengelolaan *Explicit Knowledge*	Layanan untuk mengelola *(create, edit, delete, upload, like)explicit knowledge*
Knowledge Management Sharing	*Sharing Explicit Knowledge*	Layanan yang menyediakan file pengetahuan berupa SOP pemasangan tiang listrik
	Sharing Tacit Knowledge	Layanan yang menyediakan file pengetahuan yang didapat dari pengalaman-pengalaman pegawai pada cara pemasangan tiang di lapangan.
	Seacrhing knowledge	Layanan untuk pencarian pengetahuan yang tersimpan pada sistem berdasarkan dengan *keyword* (kata kunci) yang diinginkan.
Komentar	Komentar Eksplisit	Layanan untuk pengelolaan (tambah dan hapus) komentar pada pengetahuan Eksplisit yang terdokumentasi pada sistem.
	Komentar tacit	Layanan untuk pengelolaan (tambah, dan hapus) komentar pada pengetahuan Tacit yang terdokumentasi pada sistem.
Rewards	*Reward*	Layanan untuk memberi *reward* kepada pengguna (pegawai) yang melakukan aktivitas *sharing knowledge* terbanyak, berupa *input knowledgetacit.*

4. Penutup

Pengelolaan manajemen pengetahuan dengan memanfaatkan metode *Case Base Reasoning* (CBR) sebagai strategi pencarian solusi dari masalah yang terjadi dalam pemasangan tiang listrik tegangan menengah dengan memanfaatkan pengetahuan yang terdokumentasi dengan baik dan pengalaman pekerja, dapat membantu pekerja mendapatkan solusi terbaik dengan cepat sehingga proses pemasangan tiang listrik dapat selesai tepat waktu dan sesuai dengan kualitas yang diinginkan.

Daftar Pustaka

Aamodt, A., Plaza, E. 1994. *Case-Based Reasioning: Fundational Issue, Methodological Variations, and system Approaches., Journal AI Communication. Vol 7 : 1.pp 39-59*

Arismunandar, S. Kuwara., 2004. Buku Pegangan Teknik Tegangan Listrik Jilid II, PT. Pradnya Paramitha, Jakarta, Cetakan ketujuh.

Barrie Donald S, Paulson Boyd C., 1991. Professional Construction Management: Including CM, Design-Construct and General Contracting. McGraw-Hill, Inc. New York. Cetakan Ketiga.

Bramer, M.,2007. Principles of Data Mining: Undergraduate Topics in Computer Science. Springer-Verlag: London.

Jawader,W.,2011, Kowledge Managemen Text & Cases, NewDelhi : tata McGraw Hill Education Private Limited.

Ken Ditha T, Fathoni., 2014. *Prototype Interface Integrasi Database pada Aplikasi Knowledge Management PT. Astra Graphia, Tbk.* Prosiding Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Apklikasinya, 13 September 2014, Palembang. Jurusan Sistem Informasi, ISBN 978-602-71218-0-5

Kusrini, & Luthfi, E., 2009. *Algoritma Data Mining.* Yogyakarta: Andi Offset.

Nanoka, I., & Takeuchi. (1995). *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Creating the Dynamics of Innovation.* New York: Oxford University Press.

RANCANG BANGUN ALAT PEMANTAU CAIRAN INTRAVENA JENIS *RINGER LAKTAT* (RL) MENGGUNAKAN JARINGAN GSM

Ibnu Adi Perdana[1] , Iman Fahruzi[2]
[,2]Program Studi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam
[1]ibnuadi04@gmail.com, [2]iman@polibatam.ac.id

Abstrak

Tindakan pemberian infus dalam keadaan emergency (gawat darurat) sangat diperlukan jika ada indikasi pasien mengalami dehidrasi, sebelum dan sesudah operasi besar, gangguan pencernaan atau saluran pencernaan yang tidak normal dan lain sebagainya. Cairan intravena ini perlu dipastikan kapasistasnya dan jangan sampai cairannya habis karena akan menyebabkan gangguan serius bagi pasien. Pada penelitian ini, penulis mengembangkan sebuah sistem yang mampu mendeteksi dan memantau kapasitas cairan intravena dan sistem ini terintegrasi dengan jaringan telepon GSM untuk melaporkan kondisi kritis kapasitas cairan intravena (kurang dari 50ml). Berdasarkan hasil pengujian pada cairan intravena ringer laktat 500ml, sistem memiliki rata-rata kesalahan pembacaan sebesar 0.26%.

Kata kunci: *infus, ringer laktat, cairan intravena, photo diode, GSM*

1. Pendahuluan

Infus adalah pemberian sejumlah cairan ke dalam tubuh dalam jumlah tertentu, melalui sebuah jarum ke dalam pembuluh vena (pembuluh balik) untuk menggantikan kehilangan cairan atau zat-zat makanan dari tubuh dan secara terus-menerus dalam jangka waktu ditentukan. Cairan infus terdiri dari bermacam jenis disesuaikan dengan penyakit yang diderita pasien seperti *normal saline, ringer laktat* (RL).

Selain itu seorang perawat juga harus senantiasa memantau kondisi infus apakah masih banyak atau harus diganti sehingga seorang perawat harus keluar masuk ruangan pasien hanya sekedar untuk melihat kondisi infus atau hanya mengatur jumlah tetesan infus (mempercepat atau memperlambat). Karena pemberian infus sangat penting, maka cairan infus yang habis harus segera diganti yang baru atau dihentikan apabila kondisi pasien sudah membaik agar darah tidak naik keselang infus yang menyebabkan terjadinya pendarahan pada daerah vena yang dimasuki cairan infus atau masuknya udara pada pembuluh vena. Adakalanya perawat lupa atau keluarga pasien tidak melihat kondisi infus yang telah habis atau ternyata infus tersumbat sehingga tidak mengeluarkan cairan infus (Zhang *et al.,* 2016).

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penulis membuat sebuah "Rancang Bangun Alat Pemantau Cairan Infus Intravena Jenis Ringer Laktat (RL)" dan memanfaatkan jaringan GSM untuk melaporkan hasil pemantauan kepada petugas natau perawat yang sedang bertugas.

2. Dasar Perancangan Sistem

2.1. Infus

Infus adalah proses pemberian sejumlah cairan kedalam tubuh dalam jumlah tertentu, melalui sebuah jarum ke dalam pembuluh vena (pembuluh balik) untuk menggantikan cairan atau zat-zat makanan yang hilang dari tubuh dan dilakukan secara terus-menerus dalam jangka waktu yang sudah ditentukan. Cairan infus terdiri dari berbagai macam jenis disesuaikan dengan penyakit yang diderita pasien seperti *normal saline, ringer laktat* (RL), dll. Cairan infus memiliki volume yang berbeda-beda seperti ukuran 1 liter, 500 ml, 100 ml dan 25 ml.

Gambar 1. Infus

2.2. IR LED

Infrared atau biasa dikenal dengan IR LED merupakan salah satu jenis LED (*Light Emiting Diode*) yang dapat memancarkan cahaya infra merah yang tidak kasat mata (Akbar, 2013). IR LED dapat memacarkan cahaya infra merah pada saat diberikan tegangan bias *forward* pada anoda dan katodanya. Karena dibuat dengan bahan khusus yaitu *Galium Arsenida* (GaAs) maka IR LED dapat memancarkan gelombang cahaya infra merah.

Gambar 2. IR LED

2.3. Photo Dioda

Photo Dioda adalah sebuah sensor yang sensitif terhadap cahaya, sensor Photo Dioda akan mengalami perubahan resistansi pada saat menerima intensitas cahaya tertentu. Saat menerima cahaya luar Photo Dioda akan mengalirkan arus listrik secara *forward bias* seperti dioda pada umumnya. Sedangkan kondisi *reverse bias* terjadi ketika Photo Dioda tidak menerima cahaya dan akan berperan seperti resistor dengan nilai tahanan yang besar sehingga arus listrik tidak dapat mengalir. Aliran arus yang dikeluarkan Photo Dioda akan membentuk fungsi linear terhadap intensitas cahaya yang diterima. Perbandingan antara arus yang dikeluarkan Photo Dioda dengan intensitas cahaya disebut sebagai *current responsitivity.*

Gambar 3. Simbol Photo Dioda

2.4. LCD

LCD adalah liquid crystal display atau perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk menampilkan angka atau teks (Tuna *et al.*, 2015). Ada dua jenis layar LCD yaitu yang dapat menampilkan *numeric* dan menampilkan teks *alphanumeric.*

Gambar 4. LCD 16x2 Character

Pada jenis *numeric* kristal yang dibentuk menjadi bar, sedangkan jenis alfanumerik kristal hanya diatur ke dalam pola titik. Setiap kristal memiliki koneksi listrik masing-masing sehingga dapat dikontrol secara independen. Ketika tidak ada arus listrik yang mengalir ke kristal maka kristal dalam kondisi off sehingga cahaya kristal tidak tampak karena terlihat sama dengan latar belakangnya. Namun ketika arus listrik melewati kristal, maka akan mengubah bentuk kristal dan membuat kristal menyerap lebih banyak cahaya. Maka akan membuat kristal terlihat lebih gelap dari penglihatan mata manusia sehingga bentuk titik atau bar dapat dilihat dari perbedaan latar belakang.

1	2	3	4	5	6	7	8
VSS	Vcc	VEE	RS	R/W	E	DB0	DB1
9	10	11	12	13	14	15	16
DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	LED+	LED-

Gambar 5. Blok Pin LCD

2.5. Modul 3G SIM5218

Modul 3G adalah sebuah perangkat yang menawarkan konektivitas kecepatan tinggi pada jaringan seluler WCDMA dan HSDPA. Dengan kemampuan tersebut bisa mentransformasikan pesan ke jaringan selular dari media lain, atau sebaliknya, sehingga memungkinkan pengiriman atau penerimaan pesan SMS dengan atau tanpa menggunakan ponsel. Sebagaimana penjelasan di atas, modul GSM dapat terhubung ke media lain seperti perangkat SMSC dan server milik *content provider* melalui link IP untuk memproses suatu layanan SMS (Fathurrakhman, 2009). Selain itu bisa digunakan untuk melakukan panggilan

telepon, video call, mengirimkan berupa data, serta berperan sebagai modem.

Modul 3G SIM5218 memiliki beberapa fitur yaitu:

- Sistem penyimpanan berupa SD File hingga 32GB
- Berbicara langsung dengan server web dengan HTTP/HTTPS
- Upload dan download file langsung oleh FTP/FTPS

Gambar 6. Modul GSM SIM5218

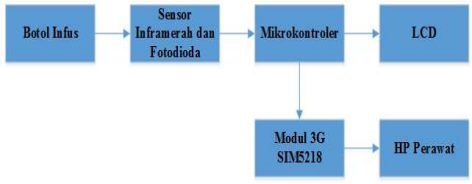
3. Metode Perancangan Sistem

Pada penelitian ini, dilakukan beberapa tahapan:

1. Menggunakan sensor *infrared* dan Photo Dioda untuk mendeteksi tetesan infus.
2. Membuat mekanik dan elektrik dalam penggunaan sensor *infrared* dan Photo Dioda.
3. Melakukan pengujian dengan cara mengambil data dari sensor.
4. Mengambil hasil deteksi sensor yang akan diolah oleh mirokontroler dan hasilnya akan ditampilkan di layar LCD, serta dikirim ke *handphone* perawat berupa sms melalui modul 3G.

3.1. Perangkat Keras

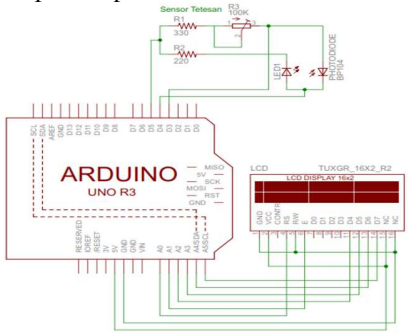
Rancang bangun yang dibuat, terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak, seperti pada Gambar 7 dan 8 merupakan rancangan perangkat keras dan rancangan perangkat lunak seperti pada Gambar 4.



Gambar 7. Diagram Blok Sistem

Blok diagram sistem seperti pada Gambar 7 secara umum terdiri dari:

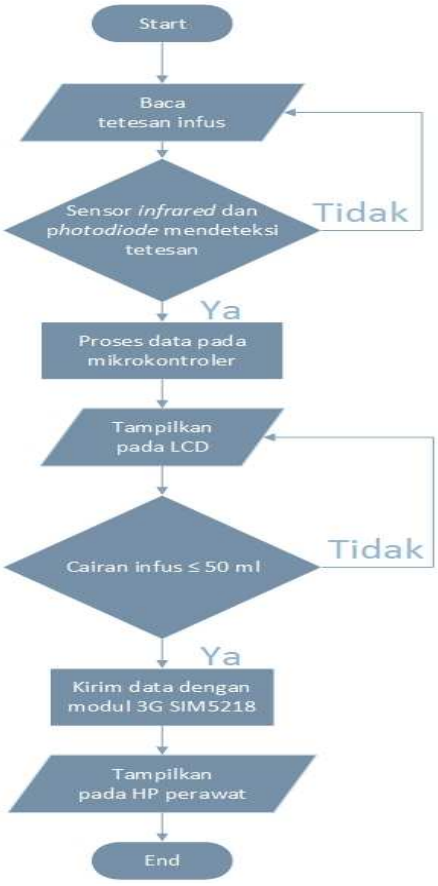
1. *input:* unit input merupakan bagian yang memberikan data pada sistem. Data yang diterima pada sistem berupa data digital, yang diperoleh dari sensor *infrared* dan Photo Dioda.
2. *Unit proses:* unit proses merupakan tempat untuk mengolah data yang diterima. Dari Gambar 7 terlihat bahwa yang berlaku sebagai unit proses adalah mikrokontroler.
3. *Output:* unit output merupakan tempat untuk data-data yang telah diolah. Data yang telah diproses akan ditampilkan di LCD serta dikirim ke *handphone* perawat melalui modul 3G.



Gambar 8. Skema Rangkaian Arduino, Sensor, dan LCD

3.2 Diagram Alir Perangkat Lunak

Berdasarkan gambar 9, sistem akan bekerja saat sensor infrared dan Photo Dioda mendeteksi tetesan infus. Jika tetesan infus tidak terdeteksi maka mikrokontroler akan menunggu data ketika tetesan terdeteksi. Kemudian data yang diperoleh dari hasil pembacaan sensor akan diproses oleh arduino dan akan ditampilkan di layar LCD. Jika volume infus ≤50 ml, sistem mengirim data ke handphone perawat melalui modul 3G.



Gambar 8. Diagram Alir Program Pada Mikrokontroler

4. Hasil Penelitian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui akurasi sistem dalam melakukan pemantauan tetesan cairan intravena menggunakan sensor infrared dan photo dioda. Hasilnya pengujian ini dibandingkan dengan hasil pemantauan langsung secara visual berdasarkan parameter yang terdapat pada kemasan infus Ringer Laktat dengan menggunakan infus set jenis *macro*, faktor tetes yang digunakan adalah 20 *drop*/ml.

4.1. Pengujian Sensor *Infrared* dan Photo dioda

Sensor *Infrared* dan Photo Dioda digunakan sebagai pendeteksi adanya tetesan cairan infus. Dengan melakukan kalkulasi maka pada LCD dapat ditampilkan jumlah tetesan per menit. Sensor akan mengeluarkan *output high* ketika tidak mendeteksi tetesan infus, yang artinya cahaya *infrared* diterima langsung oleh Photo Dioda. Sedangkan akan mengeluarkan *output low* ketika sensor mendeteksi adanya tetesan cairan infus, karena cahaya *infrared* terhalang sepersekian detik sebelum diterima oleh Photo Dioda. Mikrokontroler menggunakan prinsip *interrupt mode falling* dalam mendeteksi *output* sensor, yang berarti ketika adanya perubahan dari *high* ke *low* maka mikrokontroler akan menganggap sensor sedang aktif serta mengeluarkan *output* 1. Ketika sensoraktif dan mengeluarkan *output* 1, maka mikrokontroler akan mulai *counting* tetesan cairan infus.Sehingga keefektifan kerja *sensor* lebih baik dibanding mikrokontroler hanya mendeteksi kondisi *low* saja.

Tabel 1. Data Pengujian Sensor Infrared dan Photo Dioda

No	Status Tetesan	Tegangan (Volt)	Indikator	Jumlah Tetesan
1	Menetes	1,15	High	1
2	Tidak Menetes	4,4	Low	-
3	Menetes	1,18	High	2
4	Tidak Menetes	4,4	Low	-
5	Menetes	1,15	High	3
6	Tidak Menetes	4,4	Low	-
7	Menetes	1,15	High	4
8	Tidak Menetes	4,4	Low	-
9	Menetes	1,19	High	5
10	Tidak Menetes	4,4	Low	-
11	Menetes	1,15	High	6
12	Tidak Menetes	4,4	Low	-
13	Menetes	1,15	High	7
14	Tidak Menetes	4,4	Low	-
15	Menetes	1,15	High	8
16	Tidak Menetes	4,4	Low	-
17	Menetes	1,15	High	9
18	Tidak Menetes	4,4	Low	-
19	Menetes	1,17	High	10
20	Tidak Menetes	4,4	Low	-

Berdasarkan pengujian manual sesuai dengan faktor tetes yang digunakan adalah 20 *drop*/ml, hasil pengujiannya memiliki rata-rata tetesan adalah 19.9 tetesan selama 10 kali pengujian, seperti diperlihatkan pada table 4.2.

Tabel 2. Data Manual dari Pengujian Alat Berdasarkan faktor tetes yang digunakan adalah 20 *drop*/ml.

No	Durasi Tetesan(menit)	Jumlah Tetesan
1	1	20
2	2	20
3	3	20
4	4	20
5	5	20
6	6	19
7	7	20
8	8	20
9	9	20
10	10	20

4.2. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan dan Terintegrasi

Berdasarkan pengujian sistem secara keseluruhan, alat yang dibuat memiliki rata-rata kesalahan sebesar 0.26%, seperti yang diperlihatkan pada Tabel 3.

4.3. Laporan Hasil Pemantauan

Sistem peringatan akan aktif ketika volume dari cairan infus sudah mencapai ≤50 ml. Sistem peringatan pada sistem ada 2 cara yaitu:

1. Mengirim SMS Peringatan
   Saat proses pemantauan berlangsung dan kapasistas cairan intravena berkurang dan mendekati 50ml, maka sistem akan secara otomatis mengirimkan SMS peringatan melalui modul 3G SIM5218 kepada petugas medis yang sedang bertugas seperti terlihat pada Gambar 9.
2. Mengaktifkan *buzzer* pada alat
   Selain menggunakan SMS peringatan, sistem juga dikembangkan untuk mengantisipasi keadaan darurat jika system

Tabel 3. Pengujian Sistem Terintegrasi

No	Waktu (Menit)	Rata-Rata Tetesan		Error (%)	Vol (ml)	Sisa Waktu (Menit)
		Manual (Tetes)	Auto (Tetes)			
1	10	20	19,9	0,5	490,05	492,51
2	20	20	19,9	0,5	480,	482,51
3	30	19,9	19,9	0	470,15	472,51
4	40	19,9	19,9	0	460,2	462,51
5	50	20	19,9	0,5	450,25	452,51
6	60	20	20	0	440,25	440,25
7	70	20	19,9	0,5	430,3	432,46
8	80	20	20	0	420,3	420,3
9	90	19,9	19,9	0	410,35	412,41
10	100	19,9	19,9	0	400,4	402,41
11	110	20	19,9	0,5	390,45	392,41
12	120	20	19,9	0,5	380,5	382,41
13	130	19,9	19,9	0	370,55	372,41
14	140	20	19,9	0,5	360,6	362,41
15	150	20	20	0	350,6	350,6
16	160	20	19,9	0,5	340,65	342,36
17	170	19,9	19,9	0	330,7	332,36
18	180	19,9	19,9	0	320,75	322,36
19	190	20	19,9	0,5	310,8	312,36
20	200	20	20	0	300,8	300,8
21	210	20	19,8	1	290,9	293,83
22	220	19,9	19,9	0	280,95	282,36
23	230	20	19,9	0,5	271	272,36
24	240	19,9	19,9	0	261,05	262,36
25	250	20	19,9	0,5	251,1	252,36

tidak bekerja normal dengan menyediakan tombol panggilan darurat berupa *buzzer* akan menyala selama 1 detik dan akan aktif secara berkala.

Gambar 9. Screenshoot SMS

5. Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada alat yang dibuat dan cairan infus intravena jenis Ringer Laktat (RL) yang digunakan 500ml, maka simpulannya adalah:

1. Rata-rata kesalahan alat dalam melakukan pemantauan tetesan cairan intravena adalah sebesar 0.26%.
2. Sistem akan melakukan pengiriman informasi berupa SMS, jika kapasitas cairan intravena kurang dari 50ml.

Daftar Pustaka

Akbar, B.A. (2013). Pembuatan SMS Gateway dengan menggunakan Arduino Uno dan GPRS Shield. (Skripsi S1, Telkom University Indonesia)

Fathurrakhman, M. (2009), *Diduga Akibat Perawat Lalai, Bayi 4 Hari Tewas*. Mei 2015. http://news.okezone.com/read/2009/09/24/340/259679/diduga-akibat-perawat-lalai-bayi-4-hari-tewas

Tuna, G., Das R., Tuna A. (2015). Wireless Sensor Network-Based Health Monitoring System for the Elderly and Disabled. *International Journal of Computer Networks and Applications (IJCNA)* Vol. 2 Issue 6.

Zhang, Y., Zhang, S., Ji, Y., Wu G. (2016). *Intravenous Infusion Monitoring Based on WSN*. Mei 2016. http://www.users.cs.umn.edu/~yazhang/materials/Intravenous%20Infusion%20Monitoring%20System%20Based%20On%20WSN%20.pdf

Biodata Penulis

Ibnu Adi Perdana, memperoleh gelar Diploma III di Politeknik Negeri Batam pada program studi Teknik Elektronika. Saat ini sedang melanjutkan studi pada jenjang Diploma IV dengan bidang Konsentrasi Mekatronika.

Iman Fahruzi , merupakan salah satu pengajar di Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam, saat ini merupakan Ketua Advanced Electronics Lab (AEL502), bidang peminatan penelitian adalah *electrocardiogram, electrocephalogram, Wearable Intelligent System for e-health, WSM.*

DESAIN SISTEM PENCATAAN TIMBANGAN TELUR AYAM BERBASIS KOMPUTER DENGAN MENGGUNAKAN VISUAL STUDIO

Kurniawan Teguh Martono[1] , Ike Pertiwi Windasari[2]
[1,2]Sistem Komputer, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia
[1]k.teguh.m@live.undip.ac.id,[2]ikepertiwi@gmail.com

Abstrak

Komputer merupakan salah satu komponen yang digunakan untuk membantu organisasi dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Penggunaan komputer bagi suatu organisasi merupakan hal yang sangat umum pada era ini. Dengan mengunakan komputer maka data yang dihasilkan dapat diolah dengan efisien dan mudah dalam pengorganisasiannya.Produksi telur merupakan salah satu bagian yang dilakukan dalam sebuah peternakan ayam petelur. Dalam satu hari telur yang diproduksi dapat berjumlah hingga ratusan butir. Hal ini tentunya akan menimbulkan suatu permasalahan ketika proses pencatatan hasil produksi telur tersebut tidak tepat, sehigga data jumlah telur akan terjadi perbedaan pada saat panen dan pada saat ada didalam gudang. Dengan perbedaan data ini maka akan menimbulkan permasalahan dalam pengelolaan.Berkembangnya teknologi informasi saat ini tentunya akan membawa perubahan dalam pengelolaan data dan informasi. Teknologi perangkat keras dan perangkat lunak yang mengalami perkembangan akan memberikan dampak yang besar dalam pengelolaan data dan informasi. Berdasarkan kajian yang sudah diuraikan, maka dalam penelitian ini dilakukan proses perancangan sebuah sistem pencatatan hasil penimbangan telur berbasis teknologi informasi dengan mengunakan Visual Basic sebagai dasar pembuatan program.Pengujian sistem menggunakan pengujian kotak hitam yang bertujuan untuk menguji fungsionalitas program. Hasil pengujian adalah seluruh komponen di dalam program dapat berkerja sesuai dengan fungsionalitas yang telah ditentukan

***Kata Kunci* :** *teknologi informasi, produksi telur, penimbangan.*

1. Pendahuluan

Komputer merupakan salah satu komponen yang digunakan untuk membantu organisasi dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Penggunaan komputer bagi suatu organisasi merupakan hal yang sangat umum pada era ini. Dengan menggunakan komputer maka data yang dihasilkan dapat diolah dengan efisien dan mudah dalam pengorganisasiannya.

Produksi telur merupakan salah satu bagian yang dilakukan dalam sebuah peternakan ayam petelur. Dalam satu hari telur yang diproduksi dapat berjumlah hingga ratusan butir. Hal ini tentunya akan menimbulkan suatu permasalahan ketika proses pencatatan hasil produksi telur tersebut tidak tepat, sehingga data jumlah telur akan terjadi perbedaan pada saat panen dan pada saat ada di dalam gudang. Dengan perbedaan data ini maka akan menimbulkan permasalahan dalam pengelolaan.

Paper ini membahas mengenai desain sistem pencatatan produksi telur berbasis komputer. Desain sistem ini digunakan untuk mengatasi permasalahan yang ditimbulkan akibat proses pencatatan yang tidak tepat. Penggunaan komputer dalam sistem ini adalah untuk memudahkan organisasi dalam mencatat, mengolah dan memperoleh hasil produksi telur.

2. Kajian Pustaka

Sistem informasi merupakan suatu kombinasi antara teknologi informasi dengan aktivitas individu atau kelompok yang menggunakan teknologi agar dapat mendukung proses operasi dan manajemen sutau organisasi. Definisi lain mengenai sistem informasi adalah alat untuk menyajikan informasi sehingga dapat bermanfaat bagi penerimanya (Fatta,

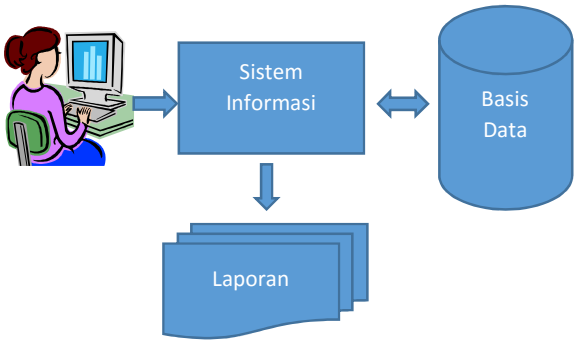
2008). Tujuan dari penggunaan sistem informasi ini adalah untuk memberikan informasi dalam proses perencanaan, pengorganisasian dan operasional suatu organisasi agar dapat dengan mudah melakukan pengendalikan dalam proses pengambilan keputusan. Komponen yang ada dalam sebuah sistem informasi adalah berupa perangkat keras, perangkat lunak, manusia, sistem basis data dan data yang digunakan sebagai suatu acuan.

Sistem informasi manajemen merupakan salah satu kategori dari sistem informasi. Sistem informasi manajemen merupakan sebuah sistem informasi pada level manajemen yang berfungsi untuk membantu perencanaan, pengendalian dan pengambilan keputusan dengan menyediakan *resume* rutin dan laporan laporan tertentu. Untuk mengembangkan suatu SIM, diperlukan pemahaman yang baik tentang informasi apa saja yang dibutuhkan manajer dan bagaimana mereka menggunakan informasi tersebut(Fattah, 2008). Tujuan dari penggunaan sistem informasi adalah untuk mengumpulkan, memproses, menyimpan, menganalisis dan menyebarkan informasi untuk tujuan spesifik (Turban, dkk, 2008). Terdapat tiga peran penting yang dapat dilakukan sistem informasi untuk sebuah perusahaan bisnis adalah sebagai berikut :

1. Mendukung proses dan operasi bisnis. Mulai dari akuntansi sampai dengan penelusuran pesanan pelanggan, sistim informasi menyediakan dukungan bagi manajemen dalam operasi atau kegiatan bisnis sehari-hari.
2. Mendukung pengambilan keputusan para pegawai dan manajernya. Sistem informasi dapat mengkombinasikan informasi untuk membantu manajer menjalankan menjalankan bisnis dengan lebih baik, informasi yang sama dapat membantu para manajer mengidentifikasikan kecenderungan dan untuk mengevaluasi hasil dari keputusan sebelumnya.
3. Mendukung berbagai strategi untuk keunggulan kompetitif. Sistem informasi yang dirancang untuk membantu pencapaian sasaran strategis perusahaan dapat menciptakan keunggulan bersaing di pasar

Perkembangan teknologi informasi memperlihatkan bermunculannya berbagai jenis kegiatan yang berbasis pada teknologi ini, seperti *egovernment, e- commerce, e-education, emedicine, e-e-laboratory*, dan lainnya, yang kesemuanya itu berbasiskan elektronika (Abdilah, dkk, 2004).Pada penelitian yang lain mengenai sistem informasi, dikemukan bahwa sistem informasi berbasis komputer menjadi alat bantu yang baik dalam pengumpulan, pencatatan, dan pengolahan data (Setiaji, 2011).

Sebuah sistem informasi yang tidak komplek ditunjukan pada Gambar 1. Sistem ini menjelaskan bagaimana proses pencatatan transaksi dengan melibatkan satu orang.



Gambar 1. Desain Sistem Informasi

Kemampuan utama pada sebuah sistem informasi adalah sebagai berikut :

a. Melaksanakan proses komputasi dengan ukuran data yang besar pada waktu yang singkat
b. Menyediakan komunikasi dalam sebuah organisasi atau antar organisasi dengan akurat dan cepat
c. Menyimpan informasi dalam jumlah yang cukup besar dan mudah untuk diakses
d. Meningkatkan efektivitas dan efesiensi bagi orang-orang yang bekerja dalam kelompok atau suatu oragnisasi
e. Menyajikan informasi dengan jelas

Berdasarkan kemampuan utama dari sebuah sistem informasi maka sistem informasi memberikan nilai tambah terhadap proses, produksi, kualitas manajemen, pengabilan keputusan dan pemecahan permasalahan yang terjadi di dalam sebuah organisasi.

Untuk mendukung unjuk kerja sebuah sistem informasi maka perlu didukung kemampuan sistem basis data yang handal. Sistem basis data menjadi hal yang penting, dikarenakan semua sumber informasi akan disimpan dalam sebuah sistem basis data (Molina, 2009). Sistem basis data merupakan kumpulan data yang saling berhubungan. Komponen utama dari sebuah sistem basis data adalah :

a. Perangkat keras, digunakan sebagai pendukung operasi pengolahan data.

Komponen perangkat keras meliputi CPU, Memori, dan Disk
b. Software sistem informasi, program aplikasi dan pengolah basis data
c. Basis data
d. Pengguna sistem

Kegunaan atau Fungsi Sistem Basis Data, mengatasi masalah-masalah pemrosesan data yang sering ditemui dengan menggunakan metode konvensional, permasalah yang diatasi diantaranya:

a. Redudansi data dan juga inkonsistensi data.
b. Kesuliatan dalam pengaksesan data.
c. Data Isolation.
d. Konkurensi pengaksesan.
e. Masalah keamanan.
f. Masalah Integritas.

Salah satu mesin basis data yang dapat digunakan dalam pengembangan sistem basis data adalah MySQL. MySQL merupakan sebuah manajemen sistem basis data (DBMS) yang mampu menangani perekaman data yang dihasilkan oleh sebuah sistem. Gambar 2 menunjukkan arsitektur MySQL.

Gambar 2. Arsitektur MySQL
(http://mysql.phi-integration.com/Home/cara-menggunakan-mysql)

Pembagian Client berdasarkan user interfacenya ini biasanya terbagi atas 2 yaitu :

a. Command Line User Interface (CLI) : yaitu pengguna menjalankan aplikasi dengan mengirim perintah (command) berupa teks.
b. Graphical User Interface (GUI) : yaitu pengguna menjalankan aplikasi dengan command dalam bentuk interaksi grafis seperti menekan tombol, membuka menu pulldown, dan seterusnya.

Perintah yang digunakan dalam MySQL ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1.Perintah MySQL

No	Perintah	Keterangan
1	Select	Digunakan untuk memilih data dari table database. Syntax dasar: SELECT column_name(s) FROM table_name Atau SELECT * FROM table_name
2	Select Distinct	Digunakan untuk memilih data-data yang berbeda (menghilangkan duplikasi) dari sebuah table database. Syntax dasar: SELECT DISTINCT column_name(s) FROM table_name
3	Insert Into	Digunakan untuk menambahkan data baru di tabel database. Syntax dasar : INSERT INTO table_name VALUES (value1,value2,value3, . . .) Atau INSERT INTO table_name (column1,column2,column3, . . .) VALUES (value1,value2,value3, . . .)
4	Update	Digunakan untuk mengubah atau memperbarui data di tabel database. Syntax dasar: UPDATE table_name SET column1=value,column2=value, . . . WHERE some_column=some_value
5	Delete	Digunakan untuk menghapus data di table database. Tambahkan perintah Where untuk memfilter data-data tertentu yang akan dihapus. Jika tanpa perintah Where, maka seluruh data dalam tabel akan terhapus. Syntax dasar : DELETE FROM table_name WHERE some_column=some_value

Untuk dapat berkomunikasi antara timbangan digital dengan komputer, maka diperlukan suatu penyetaraan level tegangan. Besarnya level tegangan komunikasi serial (Level Tegangan RS232) adalah -25 s.d -3 V untuk logika high (1) dan +3 s.d +25 V untuk logika low (0). Hal ini sangat berbeda dengan level tegangan pada mikrokontroller (Level Tegangan TTL/CMOS) di mana untuk logika high (1) level tegangannya adalah 5 V dan untuk logika low (0) level tegangannya adalah 0 V. Oleh karena itu diperlukan sebuah pengantarmuka yang dapat menyamakan level tegangan dari komunikasi serial pada komputer dengan timbangan digital, yaitu IC RS232(Srilatha, 2013)

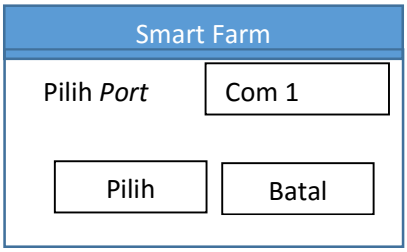
3. Metode

Perancangan sistem pencatatan hasil penimbangan telur ini terdapat dua bagian yaitu perancangan

perangkat keras dan percangan perangkat lunak. Berikut ini adalah perancangan sistem yang dilakukan:

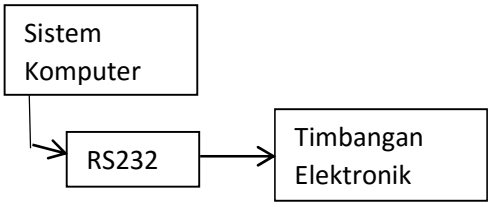
1. Perangkat Keras
   a. Personal Computer (PC) yang memiliki spesifikasi cukup untuk keperluan merancang dan menjalankan perangkat lunak Apache dan MySQL.
   b. Kabel Komunikasi RS232 yang digunakan untuk menghubungkan timbagan ke komputer
   c. Timbangan elektronik dengan menggunakan load cell sensor
2. Perangkat Lunak
   a. Visual Studio merupakan IDE yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi penimbangan dengan berbasis komputer.
   b. phpMyAdmin merupakan Database Management System yang digunakan untuk mengelola sistem basis data MySQL. Server phpMyAdmin yang digunakan adalah versi 3.2.4
   c. Apache Server merupakan web server yan melakukan atau akan mentransfer berkas permintaan pengguna melalui protokol komunikasi yang telah ditentukan.

Desain antarmuka sistem penimbangan dikembangkan dalam dua bagian yaitu form pemilihan *port* dan *form* penimbangan. Gambar 3 menunjukan desain pemilihan *port* yang akan digunakan oleh komputer agar dapat berkomunikasi dengan timbangan.



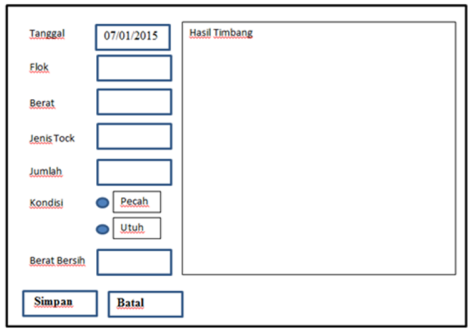
Gambar 3. Desain *Form* Pilih *Port*

Port yang akan ditampilkan akan diambil secara otomatis oleh sistem penimbangan telur. Dengan demikian *user* tidak perlu untuk menghafalkan nama *port* yang akan digunakan. Untuk komunikasi antara komputer dengan sistem timbangan dengan menggunakan sistem RS232. Gambar 4 menunjukan desain komunikasi atara komputer yang berisi aplikasi dengan sistem timbangan elektronik.



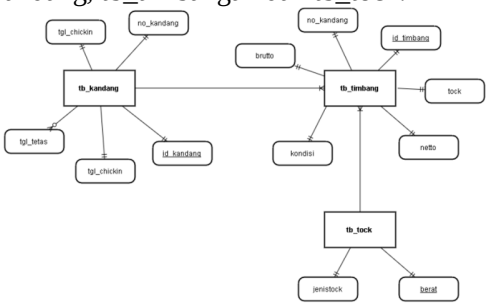
Gambar 4. Komunikasi Komputer dengan Timbangan

Antarmuka sistem pengisian hasil timbangan berisi tanggal input, kandang (flok), berat bersih, jenis tock, kondisi telur, berat bersih dan jumlah butir telur. *Field* berat kotor, jumlah butir telur dan berat bersih akan diisi secara otomatis dari sistem. Gambar 5 menunjukan desain form penimbangan hasil produksi ayam petelur.



Gambar 5. Desain Form Input Timbangan

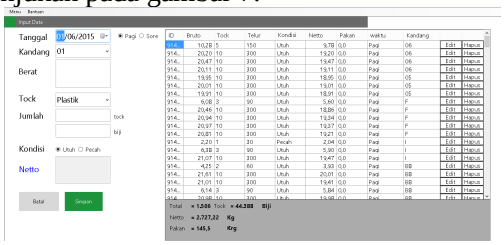
Perancangan sistem basis data pada aplikasi ini menggunakan sistem basis data manajemen MySQL. Dalam pemodelan data, entitas disajikan dengan tabel entitas yang ada pada diagram E-R dituliskan dengan kerangka tabel yang berisikan atribut-atribut. Gambar 6 menunjukkan E-R Diagram dari basis data sistem penimbangan telur ayam. Pada E-Diagram terdapat 3 entitas yaitu tb_kandang, tb_timbangan dan tb_tock.



Gambar 6. E-R Diagram

4. Pembahasan

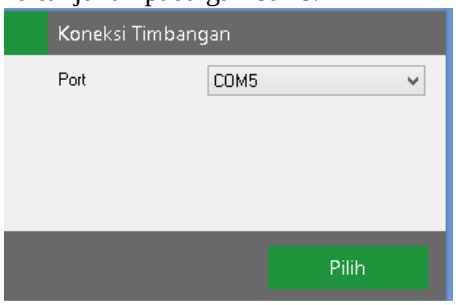
Implementasi sistem penimbangan telur ditunjukan pada gambar 7.



Gambar 7. Implementasi Pencatatan

Data yang dihasilkan didapatkan dari masukkan sensor yang ada di timbangan. Data berat akan otomatis terbaca oleh sistem dan akan ditampilkan pada *field* Berat. *Field* Tock digunakan untuk menentukan alas yang dipakai sebagai tempat telur ayam. Berat netto akan akan ditampilkan melalui perhitungan dari Berat dikurangi dengan jumlah dari jenis tock yang digunakan.

Untuk memilih *port* yang akan digunakan sistem maka pengguna akan diberikan antarmuka seperti ditunjukan pada gambar 8.



Gambar 8. Pilih *Port*

Koneksi timbagan ini digunakan untuk menentukan *port* yang akan digunakan komunikasi antara sistem timbangan dengan sistem komputer. *Port* yang digunakan akan secara otomatis ditampilkan dalam sistem.

Perancangan sistem basis data dengan menggunakan aplikasi phpMyAdmin yang ada dalam paket instalasi xampp. Gambar 9 menunjukan implementasi tabel kandang.

Field	Type	Null
id	int(11)	No
nama_farm	varchar(40)	No
folk	varchar(4)	No
tgl_tetas	date	No
tgl_chickin	date	No
tgl_masukbatery	date	No

Gambar 9. Implementasi tb_kandang

Tabel Kadang digunakan untuk menyimpan informasi kandang yang aktif dalam peternakan. Informasi kandang ini akan ditampillkan dalam aplikasi penimbangan. Gambar 10 menunjukan implementasi tabel jenis tock.

Field	Type	Null
id	int(1)	No
jenis	varchar(30)	No
berat	float	No

Gambar 10. Implementasi tb_tock

Table tb_tock digunakan untuk menyimpan informasi tock atau alas telur yang digunakan. Informasi tock akan digunakan aplikasi untuk menghitung berat bersih yang dihasilkan dari sistem penimbangan. Gambar 11 menunjukan implementasi tabel timbang. Tabel ini digunakan untuk menyimpan data hasil penimbangan telur.

Field	Type	Null
id	int(11)	No
tgl_input	date	No
hari	varchar(20)	No
waktu	varchar(20)	No
no_kandang	varchar(20)	No
bruto	decimal(10,2)	No
jenis_tock	varchar(20)	No
jml_tock	int(10)	No
kondisi_telur	varchar(20)	No
pakan	decimal(10,5)	No
sisa	decimal(10,5)	No
ayam_mati	int(10)	No
ayam_cull	int(10)	No
biji_telur	int(10)	No
netto	decimal(10,5)	No

Gambar 11. Implementasi tb_timbang.

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan melakukan pengujian fungsi RS232, pengujian sistem basis data dan pengujian fungsi antarmuka sistem penimbangan. Model pengujian pada paper ini menggunakan penggujian kotak hitam. Tabel 2 menunjukan hasil pengujian dengan menggunakan kotak hitam.

Table 2. Pengujian Sistem

No	Pengujian	Skenario	Hasil
1	Pengujian Antarmuka pemilihan *port*	Saat aplikasi dijalankan, ketika komputer tidak memiliki *port*, timbangan belum terhubung dengan komputer maka akan muncul pesan kesalahan	Valid
2	Pengujian Field Berat	Saat telur ditimbang maka field berat akan menghasilkan output nilai berat	Valid

3	Pengujian Field jumlah tock	Saat memasukan nilai jumlah tock maka akan dikonversi ke jumlah biji telur	Valid
4	Pengujian Perhitungan berat bersih	Nilai yang dihasilkan adalah berat – jumlah tock	Valid

Berdasarkan hasil uji fungsionalitas dari antarmuka sistem adalah valid. Setiap bagian berfungsi seperti dengan skenari atau hasil yang diharapkan. Sehingga sistem penimbangan telur ini dapat digunakan sebagai salah satu bagian dalam mendukung terciptanya *smart farm*.

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah :

1. Fungsionalitas dari masing-masing antarmuka dapat berjalan sesuai dengan scenario atau hasil yang diharapkan
2. Aplikasi sistem penimbangan telur membantu peternak dalam proses penimbangan telur.
3. Berdasarkan hasil pengujian maka sistem yang dikembangan dapat digunakan untuk mendukung *smart farm*. Sehingga data yang dihasilkan dapat dikelola dengan optimal

Daftar Pustaka

Abdilllah, Leon, Andretti. (2004). Sistem Informasi Inventaris Barang, Jurnal Ilmiah *MATRIK*, 6(3):133-152, Palembang

Al Fatta, Hanif 2008, Analisis dan Perancangan Sistem Informasi, *Andi Offset*, Yogyakarta.

Molina. Hector Garcia, Ullman. Jeffrey D, Widom. Jennifer. (2009). DATABASE SYSTEMS The Complete Book. *Pearson Prentice Hall Pearson Education, Inc*

Srilatha. M, Tejasree. CH, Kishore. SV. 2013. A Real Time Implementation of Serial Communication between Graphical User Interface and Simulator Board Using RS-232. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)* – Volume 4 Issue 8- August 2013

Setiaji, H.(2011).Sistem Informasi Penelitian dan Pengabdian Dosen Guna Otomatisasi Penentuan Angka Kredit Dosen dan Mendukung Aktivitas Tri Dharma Perguruan Tinggi. *SNATI*, Yogyakarta

Turban. E, Rainer. R. Kelly. 2008. Introduction to Information Systems: Sup*port*ing and Transforming Business. *John Wiley & Sons*

Biodata Penulis

KurniawanTeguh Martono , memperoleh gelar S1 di Universitas Negeri Semarang tahun 2006. Memperoleh gelar S2 di Institut Teknologi Bandung pada Tahun 2009. Saat ini menjadi pengajar di Departemen Sistem Komputer Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Ike Pertiwi Windasari , memperoleh gelar S1 di Universitas Diponegoro. Memperoleh gelar S2 di Institut Teknologi Bandung .Saat ini menjadi pengajar di Departemen Sistem Komputer Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

METODE KOMUNIKASI MULTI LINE FOLLOWER ROBOT PADA KASUS OBSTACLES AVOIDANCE

Robisman Marpaung [1], Angga Rusdinar [2], Favian Dewanta [3]
[1,2,3]Teknik Elektro, Telkom University, Bandung, Indonesia
[1]bisman25@gmail.com, [2]anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id, [3]dewanta.favian@gmail.com

Abstrak

Multi robot adalah kumpulan robot yang bekerja bersama dengan cara berbagi data. Komunikasi nirkabel adalah metode komunikasi yang efektif dalam sistem komunikasi antara dua mobile robot atau lebih. Pada penelitian ini, akan dirancang suatu sistem komunikasi antara dua robot line-follower dalam hal menentukan posisi dan metode menghindari halangan yang berupa robot itu sendiri atau mobile obstacles. Parameter yang dianalisa dan diuji adalah pengaruh kecepatan, jarak, serta proses satu siklus program pada komunikasi Hasil dari penelitian ini adalah adanya suatu sistem komunikasi simplex yang berlangsung pada dua robot line-follower.

***Kata Kunci* :** *line-follower, simplex communication, PID, RF*

1. Pendahuluan

Multi robot adalah salah satu jenis robot yang saat ini kerap dikembangkan dan diteliti. Robot jenis ini lebih fokus dalam hal komunikasi antar robotnya. *Multi robot* merupakan kumpulan beberapa robot yang ditujukan dapat berkomunikasi. Tiap *multi robot system* digabungkan dengan *Wireless Sensor Network (WSN)* dengan manfaat yang nyata dan jelas (Ling dan Hwan, 2012). Sensor adalah alat yang digunakan robot untuk merasakan sekitarnya. Pada penelitian ini, penulis mencoba untuk menganalisa sistem komunikasi yang tepat terhadap kasus *obstacles avoidance.* Ada beberapa cara yang dapat digunakan dan salah satunya adalah posisi dan formasi. Untuk memperoleh posisi dari suatu robot agar dapat memberitahukan informasi ke robot lainnya, metode *virtual leaders, social potentials and formation constrained function* dapat digunakan untuk menuntun robot-robot tersebut dalam formasi (Mohamed dan Mohamed, 2012).

Salah satu permasalahan yang dapat dihadapkan dengan metode komunikasi adalah multi robot pada *line-follower. Line-follower* adalah jenis robot yang bergerak dengan acuan lintasan berupa garis. Dengan adanya komunikasi antar robot, maka robot dapat melewati robot lainnya pada track yang sama tanpa menabrak satu sama lain.

Brian dan Maja menjelaskan kerangka kerja komunikasi antar robot secara umum. Dasar model komunikasi yang diterapkan mereka berupa *publish/subcrive massaging* yaitu dengan mengalamatkan pesan menurut isinya dari pada tujuannya (Brian dan Maja, 2001).

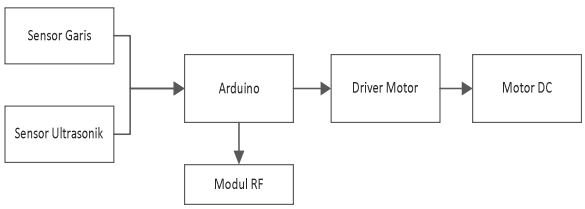
Joao dkk. menggunakan metode novel solution untuk memungkinkan transmisi langsung pada data sinkronisasi untuk mengurangi *packet loss*. Eksperimen yang telah dilakukan menunjukan pentingnya pengurangan delay ketika mengirim pesan sinkronisasi (Joao *et al.*, 2012).

Ming Li dkk. membangun jaringan mesh sebagai pondasi utama dalam jaringan nirkabel. Melalui jaringan mesh tersebut, robot-robot dapat menghubungi router terdekat dan mengakses kepada server (Li *et al.*, 2008).

Artikel ini akan menjelaskan implementasi sistem komunikasi dan cara melewati halangan yang bergerak pada kasus *obstacles avoidance* pada robot *line-follower*.

2. Desain dan Metode

2.1. Diagram Blok Robot



*Gambar 1***.** Diagram blok sistem transmitter

Gambar 1 menunjukan sistem dari robot transmitter. Robot ini menggunakan prosesor berupa arduino dengan kemampuan 1KB EEPROM, 2KB SRAM, dan 16MHz clock speed. Robot akan dibuat dengan 6 sensor garis berada didepan, 2 sensor SRF05 berada di depan dan di sisi kiri, APC220 untuk komunikasi serial.

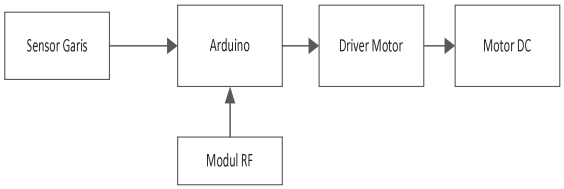
Sensor garis digunakan sebagai penanda lintasan. Prinsip kerjanya adalah ketika cahaya LED mengenai warna putih, *photodiode* memiliki nilai ADC yang lebih kecil dibanding warna hitam.

Sensor ultrasonik SRF05 memiliki prinsip memantulkan sinyal dan menerima feedback sinyal tersebut. Jarak terjauh sensor yaitu 400cm. Dengan rumus jarak=data/58, kita akan mendapatkan nilai jarak benda dalam satuan centimeter.

Prosesor pada robot akan digunakan untuk mengolah semua data dari sensor-sensor serta mengontrol pergerakan robot. Data dari sensor akan dipakai sebagai penanda. Sebuah simbol akan dikirim melalui APC220 untuk mengatur pergerakan kedua robot.

Driver motor H-Bridge digunakan sebagai pengatur kecepatan dan direksi motor robot. Arduino menggunakan fungsi fitur PWM untuk mengatur kecepatan robot.

Motor DC, jenis motor yang digunakan pada robot. Tegangan input robot akan dikendalikan oleh *driver* motor.



*Gambar 2***.** Diagram blok sistem receiver

Gambar 2 menunjukan sistem dari robot receiver. Perbedaannya dengan robot transmitter terletak pada sensor dan fungsi APC220. Robot ini hanya menggunakan 6 sensor garis berada di depan dan APC220 untuk menerima data serial. Data yang diterima dari APC220 akan menentukan pergerakan dari robot.

2.2. Algoritma Komunikasi Robot

Gambar 3 menjelaskan prinsip kerja dari robot transmitter. Pertama robot akan membaca tiga sensor yaitu sensor ultrasonik yang berada pada sisi depan robot, sensor ultrasonik yang berada pada sisi samping kiri robot, dan sensor garis. Setelah melakukan pembacaan, robot akan mengecek nilai jarak sensor depan. Jika jarak sensor ≤ 20 cm, robot akan melakukan pembacaan lagi pada sensor samping. Jika sensor samping > 20 cm, robot akan mengirim data berupa char ‘1’. Lalu robot akan melakukan gerakan maju serong ke kanan. Gerakan ini ditujukan agar sensor ultrasonic pada sisi kiri robot mendapatkan posisi yang tepat untuk mengambil nilai jarak antara sisi kiri robot transmiter dengan robot receiver.

Lalu, jika sensor ultrasonic pada sisi kiri robot berjarak ≤ 40 cm dan flag sensor garis = 0 maka robot akan membaca kembali sensor garis. Flag sensor garis disini merupakan sebuah variabel penanda untuk mengetahui berapa sensor garis yang mendeteksi warna hitam sehingga kita dapat mengetahui apakah robot berada pada lintasan atau tidak. Setelah membaca sensor garis, kita akan melihat apakah nilai flag sensor garis = 0 atau tidak. Jika ya maka robot akan mengirimkan data char ‘1’ dan melakukan proses susur kiri. Jika tidak, akan kembali membaca nilai sensor garis.

Jika kedua kondisi tersebut tidak terpenuhi maka robot akan mengirimkan data char ‘0’ dan melakukan proses susur garis.

Gambar 4 menjelaskan prinsip kerja dari robot receiver. Robot receiver akan bekerja berdasarkan data yang diterimanya.

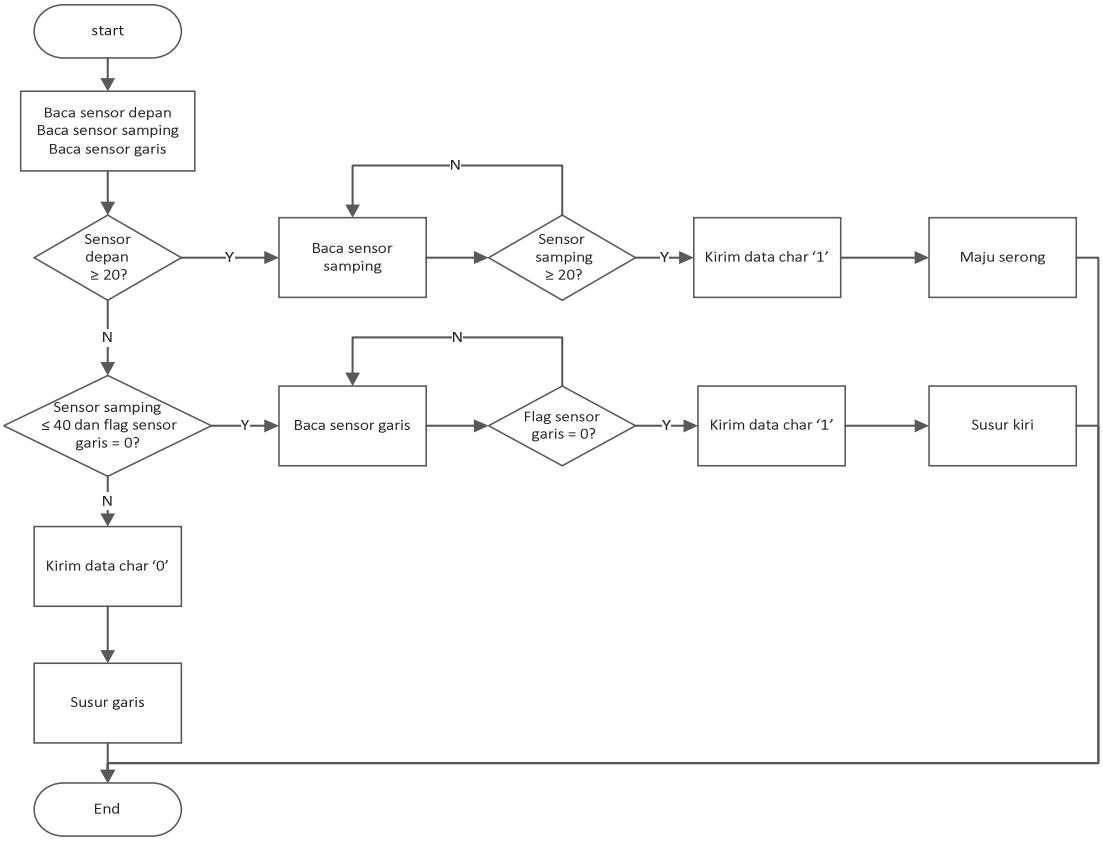
Pertama robot akan membaca sensor garis. Robot akan mengecek apakah ada data yang diterimanya melalui modul APC220. Jika ada data maka robot akan mendefinisikan nilai yang dikirimkan. Jika tidak robot tidak melakukan apapun. Kemudian robot akan mengecek data yang diterima. Jika data = 0 maka robot akan menyusuri garis. Jika tidak robot akan diam.

3. Implementasi dan Analisa Sistem Komunikasi

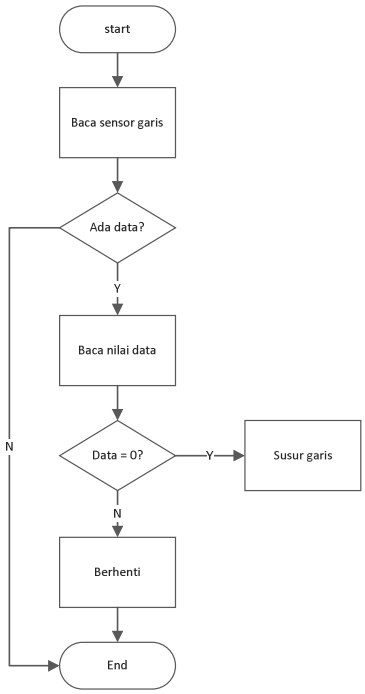
Akan dilihat respon dari robot receiver terhadap data yang diberikan dari robot transmitter. Pengujian dilakukan dengan kondisi kedua robot saling bergerak menuju robot lainnya. Ada tiga pengujian yang akan dilakukan yaitu pengujian terhadap pengaruh jarak terhadap respon komunikasi, pengaruh kecepatan terhadap respon komunikasi, serta pengaruh delay terhadap respon komunikasi.

3.1. Pengaruh Jarak pada Komunikasi

Pengujian dilakukan dengan kecepatan konstan sebesar 26,5 rpm. Kemudian dilakukan pengukuran jarak dengan menggunakan penggaris atau alat ukur sejenis. Jarak setpoint akan diubah-ubah sebanyak sembilan kali untuk dilihat pengaruh jarak terhadap respon komunikasi data robot.



Gambar 3. Algoritma *transmitter*



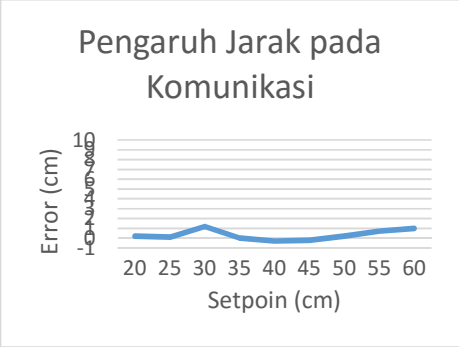
Gambar 4. Algoritma *receiver*

Tabel 1. Pengaruh jarak pada komunikasi sistem

Uji ke-	Setpoin (cm)	Hasil Uji (cm)	Error (cm)	Kecepatan (rpm)	Error(%)
1	20	19,8	0,2	26,5	1
2	25	24,9	0,1	26,5	0,4
3	30	28,8	1,2	26,5	4
4	35	35	0	26,5	0
5	40	40,3	-0,3	26,5	-0,75
6	45	45,2	-0,2	26,5	-0,44444
7	50	49,8	0,2	26,5	0,4
8	55	54,3	0,7	26,5	1,272727
9	60	59	1	26,5	1,666667

Pada Tabel 1, dapat dilihat nilai-nilai yang dihasilkan dari hasil pengujian. Terdapat lima kolom pada tabel tersebut yang terdiri dari nomor pengujian, setpoin jarak minimum robot (dalam cm), hasil yang terjadi setelah dilakukan pengujian (dalam cm), jumlah *error* yang didapat dengan mengurangkan setpoin ke hasil uji (dalam cm), dan kecepatan yang digunakan (dalam rpm).

Error yang ditimbulkan dari setiap pengujian tergolong kecil. Dapat dilihat pada tabel di kolom error(%). *Error* masih berkisar antara -0,75% hingga 1,675%. Dengan menjumlahkan semua nilai error(%) lalu dibagi dengan total pengujian maka didapatkan rata-rata *error* percobaan sebesar 0,83832%. Nilai minus didapatkan karena robot berhenti sebelum nilai setpoin.



Gambar 5. Analisa Jarak

Error yang terjadi bervariatif. Ini disebabkan karena posisi robot yang tidak ideal sehingga setiap jarak ujinya memiliki daerah loss yang berbeda akibat gerakan terkadang berubah akibat kontrol PID. Tapi error tidak terlalu komunikasi dan pergerakan robot.

3.2. Pengaruh Jarak pada Komunikasi

Pengujian dilakukan dengan jarak konstan sebesar 20 cm. Kemudian dilakukan pengukuran jarak dengan menggunakan penggaris atau alat ukur sejenis. Kecepatan akan diubah-ubah sebanyak lima kali untuk dilihat pengaruh kecepatan terhadap respon komunikasi data robot.

Tabel 2. Pengaruh kecepatan pada komunikasi sistem

Uji ke-	Set poin (cm)	Hasil Uji (cm)	Error (cm)	Kece-patan (rpm)	Error(%)
1	20	18,3	1,7	26,5	8,5
2	20	18,3	1,7	31,4	8,5
3	20	18,8	1,2	45,9	6
4	20	19,2	0,8	53	4
5	20	18,6	1,4	63,7	7

Pada Tabel 2, dapat dilihat nilai-nilai yang dihasilkan dari hasil pengujian. Terdapat lima kolom pada tabel tersebut yang terdiri dari nomor pengujian, setpoin jarak minimum robot (dalam cm), hasil yang terjadi setelah dilakukan pengujian (dalam cm), jumlah *error* yang didapat dengan mengurangkan setpoin ke hasil uji (dalam cm), dan kecepatan yang digunakan (dalam rpm).

Error yang ditimbulkan dari setiap pengujian tergolong kecil. Dapat dilihat pada tabel di kolom error(%). *Error* masih berkisar 4% hingga 8,5%. Dengan menjumlahkan semua nilai error(%) lalu dibagi dengan total pengujian maka didapatkan rata-rata *error* percobaan sebesar 6,8%.

Gambar 6. Analisa Kecepatan

Error yang terjadi cenderung sama dan kurang variatif. Dengan posisi setpoin yang sama menyebabkan posisi loss yang tidak jauh berbeda sehingga berbeda dengan analisa jarak, analisa kecepatan cenderung konstan. Kecepatan yang ditentukan di awal tidak dapat mempengaruhi kecepatan proses prosesor.

3.3. Analisis Delay Komunikasi

Gambar 7. Perioda proses robot receiver

Gambar 8. Perioda proses robot transmitter

Pada gambar 7 diketahui bahwa perioda satu kali loop program robot receiver sebesar 21ms. Sedangkan perioda satu kali loop program transmitter pada gambar 8 sebesar 51,44ms. Perbedaan proses program antara robot receiver dan robot transmitter memberi dampak pada proses transfer data sehingga mengakibatkan delay sebesar 31,44ms. Ketidaksamaan delay ini membuat adanya data terima yang terlewat ketika masih proses melakukan gerakan.

4. Kesimpulan dan Penelitian Lanjutan

Dari analisis ketiga parameter tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa kecepatan dengan satuan rpm tidak terlalu mempengaruhi error dengan satuan proses *millisecond*. Jarak antar robot tidak terlalu mempengaruhi *error* karena jarak acuan adalah 1m tidak sebanding dengan jarak jangkauan modul RF APC220 sejauh 1 km. *Error* disebabkan oleh parameter ketiga yaitu delay program. Terdapat selisih antara proses pada program robot receiver dan proses pada program robot transmitter sebesar 31,44ms. Hal ini mengakibatkan terjadinya delay penerimaan data dan mengakibatkan robot receiver terlambat untuk berhenti pada posisi yang diinginkan.

Penelitian lebih lanjut terhadap desain sistem komunikasi ini dapat berupa perubahan pada sistem komunikasinya. Sangat direkomendasikan untuk menggunakan jenis komunikasi yang lebih kompleks seperti *half-duplex* atau *full*-duplex atau komunikasi lainnya sehingga adanya pemicu untuk setiap pergerakan masing-masing robot dan mencegah data diterima lewat ketika melakukan proses lain. Dengan mengacu pada perubahan sistem komunikasi maka dapat diperoleh metode-metode lain yang mungkin lebih efektif dalam mengatasi komunikasi multi-robot. Penelitian lain juga dapat dibuat dengan mengimplementasikan metode sistem komunikasi ini pada jenis *multi-robot* lainnya sehingga dapat dilihat pola-pola komunikasi yang dapat diaplikasikan.

Daftar Pustaka

Brian, G.P., dan Maja, M.J. (2001). *Principled Communication for Dynamic Multi-Robot Task Allocation.* Experimental Robotics VII.

Joao, R.C.G., Pedro, L.U., dan Joao, G. (2012). *Efficient Distributed Communications for Multi-Robot Systems.* INESC-ID.

Ling, L.Q. dan Hwan, O.D. (2012). *Performance Evaluation of Multi Hop Communication Based on a Mobile Multi-Robot System in a Subterrean Laneway.* Journal of Information Processing Systems.

Ming, L., Lu, K., Hua, Z., Min, C., Shiwen, M., dan Prabhakaran, B. (2008). *Robot Swarm Communication Networks Architectures, Protocols, and Applications.* IEEE Xplore.

Mohamed, Z.E., Mohamed, S., dan Prasad, T.V. (2012). *Design of Multi-Robot System for Claning Up Marine Oil Spill.* IJAIT International Journal.

Biodata Penulis

Robisman Marpaung, memperoleh gelar S1 di Telkom University.

Angga Rusdinar, memperoleh gelar S1 di Institut Teknik Bandung. Memperoleh gelar S2 di Institut Teknik Bandung. Memperoleh gelar S3 di Pusan National. Saat ini menjadi pengajar di Telkom University.

Favian Dewanta, memperoleh gelar S1 di Telkom University. Saat ini menjadi pengajar di Telkom University.

ANALISIS DAN PERBANDINGAN ALGORITMA CLUSTERING DALAM PENENTUAN ALOKASI BANTUAN DANA PENDIDIKAN PROPINSI JAWA TENGAH

Yuniaz Hezron Salulolo[1], Andeka Rocky Tanaamah[2], Alz Danny Wowor[3]
[1,2,3]Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana
Jl. Diponegoro 52-60, Salatiga, 50711
[1]682010072@student.uksw.edu, [2]atanaamah@staff.uksw.edu, [3]alzdanny.wowor@staff.uksw.edu

Abstrak

Penentuan alokasi dana pendidikan yang tepat sasaran menjadi kebutuhan dalam pengambilan keputusan oleh pemerintah Propinsi Jawa Tengah. Algoritma clustering k-means dan k-median digunakan untuk mengetahui alokasi kebutuhan dana pendidikan pada kabupaten/kota berdasarkan data penduduk, jumlah guru, dan ruang kelas. Penelitian ini melihat pengaruh nilai centroid awal terhadap banyak iterasi dan banyak anggota pada setiap cluster, dan membandingkan algoritma k-means dan k-median dalam penyelesain masalah. Hasil yang diperoleh nilai centroid awal mempengaruhi banyak iterasi dan banyak anggota pada setiap cluster. Penggunaan nilai kuartil sebagai centroid awal memberikan hasil yang sama pada algoritma k-means dan k-median. Secara keseluruhan k-median lebih baik dari k-mean terutama dalam konsisten data terhadap nilai centroid. Kabupaten Batang, Kab. Karanganyar, Kab.Purworejo, dan Kab.Temanggung menjadi daerah yang sangat membutuhkan bantuan pendidikan.

***Kata Kunci* :** *k-means, k-medians, nilai centroid awal, propinsi Jawa Tengah.*

1. Pendahuluan

Pembangunan pendidikan yang dibangun sejak Indonesia merdeka telah meningkatkan kualitas sumber daya manusia di Indonesia. Namun, masih terdapat persoalan yang belum terselesaikan di dunia pendidikan Indonesia. Salah satunya adalah ketidakmerataan pendidikan pada daerah-daerah di Indonesia yang disebabkan oleh kekurangan tenaga pengajar dan terbatasnya sarana dan prasarana (Annisa, 2014). Hal ini dirasakan besar dampaknya bagi pendidikan dikarenakan tenaga pengajar memiliki peranan penting yaitu sebagai seorang pendidik, sedangkan sarana dan prasarana dibutuhkan untuk menunjang guru dan siswa dalam melakukan proses belajar mengajar.

Terkait permasalahan tersebut maka perlu dilakukan pemberian berupa bantuan operasional atau penambahan tenaga pengajar kepada daerah-daerah yang masih mengalami kekurangan tenaga pengajar juga sarana dan prasarana. Tercatat bebarapa daerah di Propinsi Jawa Tengah yang masih mengalami kekurangan tenaga pendidikan. Salah satu contohnya yaitu Kabupaten Semarang, dimana masih terjadi kekurangan sebanyak 900 tenaga guru pada sekolah dasar (Raharjo dan Akbar, 2016). Namun yang menjadi kendala yaitu, bagaimana menentukan daerah di Propinsi Jawa Tengah yang masih mengalami kekurangan pengajar serta sarana dan prasarana. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah teknik atau metode yang mendukung penyelesaian permasalahan yang ada. Salah satu teknik yang dapat digunakan adalah *clustering*. Dimana algoritma *clustering* dapat membantu dalam mengelompokkan data berdasarkan kemiripan karakteristik data.

Clustering merupakan proses pengelompokkan objek kedalam sebuah *cluster*, dimana objek dalam suatu *cluster* saling memiliki kemiripan, namun berbeda jauh dengan objek yang ada pada *cluster* lain. Terdapat dua metode analisis yang dikenal dalam *clustering*, yaitu metode hirarki *clustering* dan metode parsial *clustering*. Metode hirarki *clustering* merupakan proses pengelompokkan data pada suatu bagan yang bersifat hirarki, dimana terdapat penggabungan dua grup yang terdekat pada setiap iterasinya. Sedangkan metode parsial, data dikelompokkan kedalam sejumlah *cluster* tanpa

adanya struktur hirarki antara satu dengan lainnya (Agusta, 2007; Irwansyah dan Faisal, 2015).

Penelitian ini akan melakukan *clustering* menggunakan beberapa algoritma yaitu algoritma k-means, dan k-median pada data pendidikan Propinsi Jawa Tengah. Data yang akan digunakan merupakan dataset kabupaten/kota pada Propinsi Jawa Tengah berdasarkan penduduk usia sekolah, guru, dan ruang kelas. Data tersebut nantinya akan di*clustering*kan berdasarkan algoritma masing-masing. Hasil dari *clustering* menggunakan beberapa algoritma ini nantinya dapat dijadikan sebagai acuan oleh pihak pemerintah sebagai pertimbangan pengambilan keputusan terkait penyaluran bantuan pendidikan di Propinsi Jawa Tengah.

2. Tinjauan Pustaka

Penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai acuan dalam penelitian ini berjudul Analisis klaster k-means dan k-median Pada Data Indikator Kemiskinan. Pada penelitian ini digunakan analisis diskriminan sebagai metode pembanding dalam mengetahui ketepatan *cluster* antara metode k-means dan k-median menggunakan data indikator kemiskinan kabupaten di Indonesia tahun 2009. hasil dari penelitian ini dijelaskan bahwa metode k-means lebih unggul berdasarkan nilai klasifikasi (Febriyana, 2011).

Penelitian lain dengan judul Analisa Perbandingan Metode Hierarchical Clustering, K-means dan Gabungan Keduanya dalam Cluster Data (Studi kasus : Problem Kerja Praktek Jurusan Teknik Industri ITS). Pada penelitian ini dilakukan beberapa pengujian performa *cluster*, salah satunya yaitu *Cluster Variance* terhadap tiga metode *clustering* yang berbeda yaitu metode hierarki *clustering*, k-means *clustering* dan kombinasi algoritma *hierarchical clustering* dengan K-means. Berdasarkan hasil uji permforma yang dilakukan didapatkan hasil kombinasi algoritma *hierarchical clustering* dengan k-means menghasilkan pengelompokan data yang lebih baik dibandingkan algortima k-means (Alfina dkk, 2012).

Berdasarkan penelitihan terdahulu yang dijadikan sebagai acuan seperti yang dipaparkan diatas, pada penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya perbandingan algoritma *clustering* dilakukan dengan menguji performa dan validitas pada *cluster*. Namun pada penelitian ini, perbandingan pada algoritma yang digunakan yaitu algoritma *clustering* k-means dan k-median dilakukan dengan pengujian terhadap nilai centroid untuk melihat seberapa besar pengaruh nilai yang diberikan terhadap *cluster* yang dibentuk.

Clustering merupakan proses partisi satu set objek data kedalam himpunan bagian yang disebut *cluster*. Objek dalam sebuah *cluster* memiliki kemiripan karakteristik antara satu dengan yang lain dan akan berbeda dengan *cluster* yang lain. Kemiripan karakteristik dalam suatu *cluster* diukur secara numerik menggunakan pengukuran kesamaan dengan membandingkan jarak antara objek. Dimana semakin kecil jarak antara objek, maka semakin tinggi kemiripan karakteristik objek tersebut (Agusta, 2007; Irwansyah dan Faisal, 2015). Terdapat beberapa pengukuran jarak yang dapat digunakan dalam *clustering*, salah satunya *Euclidean Distance.*

Euclidean Distance merupakan perbandingan jarak dua buah objek dengan mengetahui nilai dari masing-masing atribut pada kedua objek tersebut. Pengukuran jarak *euclidean* didefinisikan sebagai berikut:

$$d_{ij} = \left(\sum_{j=1}^{p} \left(\overline{X}_i - \overline{X}_j \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

Dimana (d_{ij}) adalah jarak antara objek *i* ke objek *j*, $\overline{X}_i$ adalah nilai tengah gerombol ke-*i*, $\overline{X}_j$ adalah nilai tengah gerombol ke-*j*, dan *p* adalah banyaknya peubah yang diamati (Lathifaturrahmah, 2010).

K-means merupakan teknik pengelompokkan non-hirarki yang sering digunakan dalam membagi data kedalam sebuah *cluster*/kelompok. Langkah-langkah *clustering* data menggunakan algoritma k-means secara umum didefinisikan sebagai berikut (Agusta, 2007; Aggarwal dan Reddy, 2013):

1. Tentukan k sebagai *cluster* yang ingin dibentuk.
2. bangkitkan k *centroid* (titik pusat) awal secara random.
3. Hitung jarak setiap data ke masing-masing pusat *cluster* dengan menggunakan *euclidean distance.*

4. kelompokkan setiap data berdasarkan jarak terdekat antara data dengan pusat *cluster.*
5. tentukan posisi pusat *cluster* baru dengan cara menghitung nilai rata-rata dari data yang ada pada pusat *cluster* yang sama.
6. Kembali ke langkah 3, apabila masih terdapat data yang berpindah *cluster.*

K-Median merupakan salah satu teknik pengelompokkan data, dimana setiap proses atau tahapan yang dilakukan sama seperti teknik pengelompokkan pada k-means. Jika pada proses k-means pengelompokkan dihitung berdasarkan nilai rata-ratanya, pada proses k-median pengelompokkan dihitung berdasarkan nilai median. Algoritma *clustering* k-median memilih k sebagai pusat *cluster* dengan tujuan untuk meminimalkan jumlah ukuran jarak setiap titik dari pusat *cluster* terdekat. Misalkan terdapat ${}_nX_p$ gugus data yang mempunyai *n* objek dan *p* peubah. Jarak antara objek ke-*i*, x_i dan objek ke-*j*, x_j, dinotasikan dengan $d(i,j)$. Dalam pemilihan suatu objek yang representatif dalam suatu *cluster* (median awal), y_i didefinisikan sebagai variabel biner 0 dan 1, dimana $y = 1$ jika dan hanya jika objek *i* (i= 1,2,...,n) dipilih sebagai median awal. Penempatan setiap objek ke-*j* ke salah satu median awal dituliskan sebagai z_{ij}, dimana z_{ij} didefinisikan sebagai variabel biner 0 dan 1.z_{ij} bernilai 1 jika dan hanya jika objek *j* ditempatkan ke *cluster*, dimana objek *i* sebagai median awal. Model optimasi k-median didefinisikan sebagai berikut (Aggarwal dan Reddy, 2013; Flowrensia, 2010) :

$$\text{minimize } \sum_{j=1}^{n}\sum_{j}^{n} d(i,j)z_{ij} \quad (2)$$

dimana :

$$\sum_{i=1}^{n} z_{ij} = 1 \qquad j = 1, 2,...,n \quad (3)$$

$$z_{ij} \le y_i, \qquad i, j = 1, 2,..,n \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^{n} y_i = k, \qquad k = \text{Jumlah gerombol} \quad (5)$$

$$y_i, z_{ij} \in \{0,1\}, \quad i, j = 1, 2,...,n \quad (6)$$

Persamaan (3) menyatakan bahwa setiap objek *j* harus ditempatkan ke hanya satu median awal. Persamaan (3) dan (6) berimplikasi bahwa untuk suatu *j*, z_{ij} akan bernilai 1 atau 0. Persamaan (5) menyatakan bahwa hanya ada *k* objek yang akan dipilih sebagai median. Langkah-langkah dasar algoritma k-median didefinisikan sebagai berikut;

1. Tentukan jumlah *cluster* yang ingin dibentuk.
2. Alokasi data kedalam *cluster* secara random.
3. Hitung jarak setiap data ke masing-masing pusat *cluster* dengan menggunakan *euclidean distance.*
4. Kelompokkan setiap data berdasarkan jarak terdekat antara data dengan pusat *cluster.*
5. tentukan posisi pusat *cluster* baru (C_{kj}) dengan cara menghitung nilai median dari data yang ada pada pusat *cluster* yang sama.
6. Kembali ke langkah 3 apabila masih terdapat data yang berpindah *cluster.*

3. Metode Penelitian

3.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder berupa data baseline Propinsi Jawa Tengah tahun 2008. Digunakan tiga variabel yang digunakan untuk menguji pengaruh nilai centroid terhadap banyak iterasi dan banyak angota pada setiap *cluster*, sehingga dapat dijadikan sebagai referensi untuk menentukan kab/kota di Propinsi Jawa Tengah yang dapat diberikan alokasi dana pendidikan.

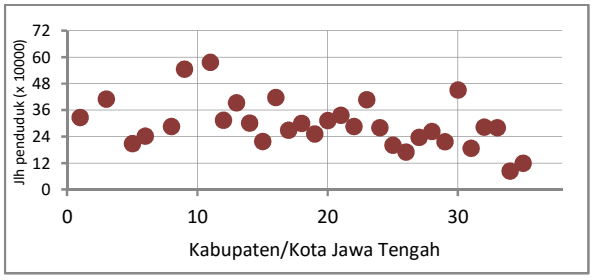
Propinsi Jawa Tengah terdiri dari 35 Kabupaten/Kota (Kab/kota), untuk memudahkan dialam visualisasi diagram (*Scatter Plot*) maka diberikan indeks sebagai subtitusi pengganti kab/kota pada Tabel 1.

Tabel 1, Centroid Berdasarkan Nilai Kuartil pada Setiap Cluster dengan Metode K-Means

Index	Kabupaten / Kota	Index	Kabupaten / Kota
1	Kab. Banjarnegara	19	Kab. Pemalang
2	Kab. Banyumas	20	Kab. Purbalingga
3	Kab. Batang	21	Kab. Purworejo
4	Kab. Blora	22	Kab. Rembang
5	Kab. Boyolali	23	Kab. Semarang
6	Kab. Brebes	24	Kab. Sragen
7	Kab. Cilacap	25	Kab. Sukoharjo
8	Kab. Demak	26	Kab. Tegal
9	Kab. Grobogan	27	Kab. Temanggung
10	Kab. Jepara	28	Kab. Wonogiri
11	Kab. Karanganyar	29	Kab. Wonosobo
12	Kab. Kebumen	30	Kota Magelang
13	Kab. Kendal	31	Kota Pekalongan
14	Kab. Klaten	32	Kota Salatiga

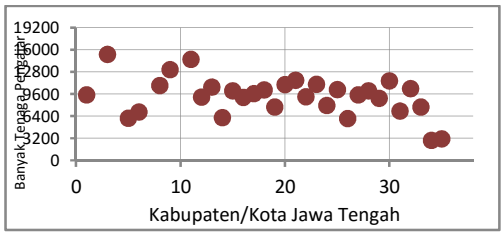
15	Kab. Kudus	33	Kota Semarang
16	Kab. Magelang	34	Kota Surakarta
17	Kab. Pati	35	Kota Tegal
18	Kab. Pekalongan		

Data Penduduk Propinsi Jawa Tengah pada tahun 2008 diberikan pada Gambar 1. Diagram Scatter digunakan sehingga dapat dilihat variasi data dan penyebarannya.



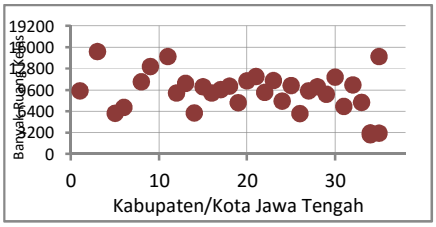
Gambar 1. Data Penduduk Jawa Tengah 2008 Berdasarkan Kabupaten/Kota

Banyak tenaga pengajar diperlukan untuk mengatahui kebutuhan kab/kota terhadap banyak penduduk usia sekolah. Data banyak pengajar diberikan di Gambar 2.



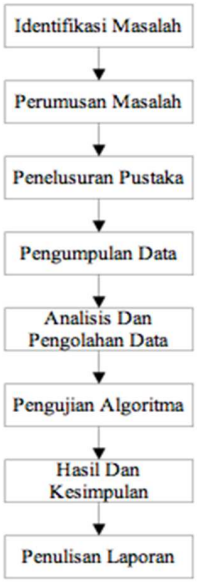
Gambar 2. Data BanyakTenaga Pengajar Jawa Tengah 2008 Berdasarkan Kabupaten/Kota

Ruang kelas menjadi variabel yang ketiga dalam penentuan alokasi dana pendidikan, data diberikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Data Banyak Ruang Kelas Jawa Tengah 2008 Berdasarkan Kabupaten/Kota

3.2 Tahapan Penelitian



Gambar 4. Tahapan Penelitian

Terdapat beberapa tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4. Tahapan pertama yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu identifikasi malasalah. Identifikasi masalah dilakukan untuk melihat tujuan dan sasaran yang ingin dicapai dari penelitian. Tahapan kedua yaitu perumusan masalah. Pada tahapan ini masalah yang telah ditentukan sebelumnya perlu dijawab atau dijelaskan solusi pemecahan masalahnya. Tahap selanjutnya yaitu penelusuran pustaka. Pada tahapan ini informasi serta sumber pustaka yang berkaitan dengan penelitian dikumpulkan untuk memperkuat landasan teori dalam penelitian ini, atau bisa juga digunakan untuk menghindari duplikasi penelitian. Tahap selanjutnya adalah tahap pengumpulan data. Pada tahap ini data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data sekunder berupa data baseline Propinsi Jawa Tengah. Tahapan berikutnya yaitu analisis dan pengolahan data. Dalam tahapan ini data yang telah dikumpulkan dianalisis dan kemudian diolah menggunakan algoritma *clustering.* Tahap selanjutnya yaitu pengujian algoritma. Pada tahap ini, algoritma *clustering* k-means dan k-median

yang ada akan diuji dengan membangkitkan nilai centroid dengan menggunakan nilai kuartil dan nilai-nilai random secara berturut-turut dengan tujuan untuk menguji pengaruh nilai centroid terhadap penentuan anggota didalam *cluster*. Tahapan selanjutnya adalah hasil dan kesimpulan. Pada tahapan ini ditarik kesimpulan dari setiap hasil tahapan yang telah dilakukan sebelumnya. Selanjutnya merupakan tahapan terakhir dalam penelitian ini yaitu penulisan laporan. Pada tahapan ini seluruh proses dan hasil dari penelitian dijabarkan ke dalam bentuk tulisan berupa laporan penelitian (Hasibuan, 2007).

4. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menguji metode *clustering* yang dapat digunakan sebagai rekomendasi dalam menentukan keputusan alokasi bantuan dana pendidikan di Propinsi Jawa Tengah. Metode yang akan diujikan adalah algoritma *clustering* k-means dan k-median, dengan menggunakan data penduduk, jumlah pengajar, dan ruang kelas.

Pengujian dilakukan pada kedua algoritma menggunakan nilai *centroid* untuk melihat pengaruhnya pada banyak iterasi yang diperlukan. Secara teoritis, nilai *centroid* pada metode *cluster* ditentukan secara acak dengan interval pada nilai minimum dan nilai maksimum. Asumsi yang dibangun adalah penentuan nilai *centroid* terbaik akan berpengaruh pada proses iterasi optimum.

Setiap data set akan mempunyai nilai sari data yang digunakan sebagai sumber informasi. Nilai kuartil dipilih sebagai sari data, karena secara teori dapat membagi data menjadi empat bagian yang sama. Secara kebutuhan *cluster* dibagi menjadi tiga, dan masing-masing *cluster* memerlukan nilai centroid. Dalam kuartil terdapat tiga nilai yaitu Q_1, Q_2, dan Q_3. Dimana secara statistik nilai kuartil diperoleh karena data telah diurutkan, dan setiap nilai kuartil adalah nilai tengah dari pembagian dari data utama.

Pengurutan data dari sebuah data set, yang digunakan sebagai nilai *centroid* awal. Nilai kuartil dari setiap data jumlah penduduk, ruang kelas, dan jumlah guru secara berturut-turut menjadi nilai *centroid* pada *cluster* 1, *cluster* 2, dan *cluster* 3 diberikan pada Tabel 2.

Tabel 2, Centroid Berdasarkan Nilai Kuartil pada Setiap Cluster dengan Metode K-Means

Nilai Kuartil			
	Centroid 1	**Centroid 2**	**Centroid 3**
cluster 1	212,842	3,615	7,444
cluster 2	281,350	6,720	9,494
cluster 3	332,343	10,124	10,740

Tabel 3, Centroid Berdasarkan Nilai Random 1 pada Setiap Cluster dengan Metode K-Means

Nilai Random 1			
	Centroid 1	**Centroid 2**	**Centroid 3**
cluster 1	189,900	13,783	10,543
cluster 2	570,670	16,234	6,980
cluster 3	421,490	9,780	3,636

Tabel 4, Centroid Berdasarkan Nilai Random 2 pada Setiap Cluster dengan Metode K-Means

Nilai Random 2			
	Centroid 1	**Centroid 2**	**Centroid 3**
***cluster* 1**	397,000	10,392	13,651
***cluster* 2**	151,433	16,263	13,039
***cluster* 3**	190,358	3,012	3,416

Tabel 5, Centroid Berdasarkan Nilai Random 3 pada Setiap Cluster dengan Metode K-Means

Nilai Random 3			
	Centroid 1	**Centroid 2**	**Centroid 3**
***cluster* 1**	379,782	3,733	14,742
***cluster* 2**	156,280	3,526	14,871
***cluster* 3**	174,661	14,570	9,947

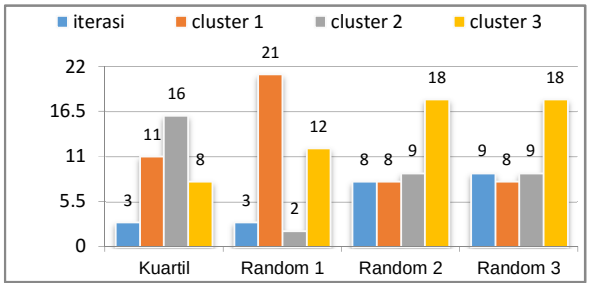
Nilai awal *centroid* awal juga dibangkitkan secara random yang diberikan pada Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5. Nilai kuartil dan nilai random

digunakan untuk memperoleh iterasi yang optimum pada sebuah algoritma *clustering* dan juga melihat kemampuan algoritma berdasarkan inputan dengan jumlah hasil anggota pada sebuah *cluster*.

Penentuan optimal suatu *clustering* dilihat dari banyak iterasi yang diperlukan, dimana iterasi ke-(n−1) dan iterasi ke-n mempunyai hasil *clustering* yang sama. Pengujian untuk kedua algoritma dilakukan dengan input nilai centroid awal.

4.1 Pengujian *Clustering* k-means

Penggunaan metode *cluster* k-means dengan perhitungan jarak *euclidean distance* seperti pada persamaan (1). Hasil yang diperoleh berdasarkan nilai centroid awal pada Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5 diberikan berupa histogram pada Gambar 5.



*Gambar 5.*Banyak iterasi dan Kab/Kota Jawa Tengah pada tiap *cluster*

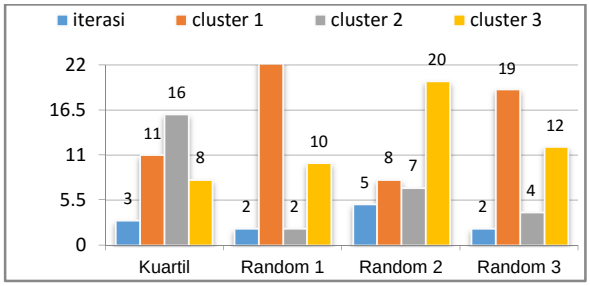
Setiap kelompok terdapat empat histogram, yang terdiri dari banyak iterasi yang diperlukan adalah histogram pertama, histogram kedua adalah banyak anggota pada *cluster* 1, hal yang sama secara berturut-turut untuk setiap histogram berikutnya menujukkan banyak anggota pada *cluster* 2 dan *cluster* 3.

Sebagai contoh, pada inputan centroid dengan nilai kuartil, diperlukan tiga iterasi dan memperoleh sebelas kab/kota pada berada pada *cluster* 1, enam kab/kota di *cluster* 2, dan 8 kab/kota di *cluster* 3. Bersasarkan hasil ini, pengambil keputusan menggunakan *cluster* pertama sebagai sebagai acuan maka dapat diputuskan sebelas kab/kota yang memerlukan bantuan dana pendidikan di Propinsi Jawa Tengah.

4.2 Pengujian *Clustering* k-median

Pengujian pada algoritma k-median analog dengan dilakukan pada algoritma k-means. Berdasarkan nilai centroid awal yang dipilih pada Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5. Hasil secara lengkap disajikan dalam histogram yang ditunjukkan pada Gambar 6.

Clustering k-median mempunyai banyak iterasi yang lebih sedikit dibandingkan dengan k-means. Hal ini terlihat pada nilai centroid dengan random 1 dan random 3 hanya memerlukan dua iterasi sudah memperoleh hasil yang optimum.

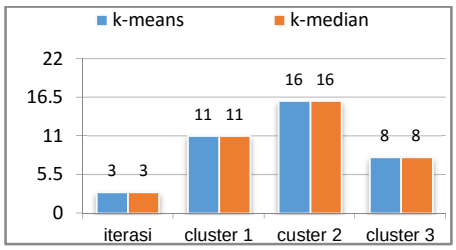


Gambar 6. Pengujian *Clustering* K-median

4.3 Pengujian Centroid

Pengujain terhadap nilai centroid awal dilakukan dengan membandingkan secara langsung antara kedua metode. Nilai yang dikaji adalah banyak iterasi, dan banyak anggota pada setiap *cluster*. Penentuan banyak iterasi menjadi salah satu kajian penting dari penelitian ini, karena dari banyak proses akan mengurangi efesiensi sebuah algoritma untuk menemukan sebuah solusi.

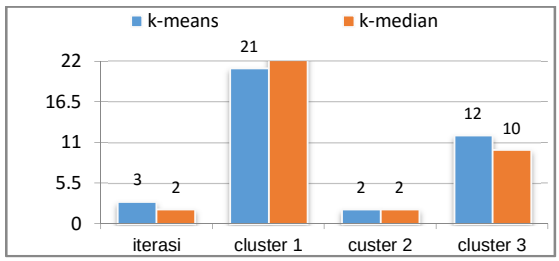
Banyak anggota pada sebuah *cluster* juga menajdi kajian penting yang kedua. Kajian ini dipandang penting karena dalam kasus alokasi bantuan dana pendidikan, terlalu banyak atau terlalu sedikit anggota pada sebuah *cluster* tentu bukan sebuah solusi yang tepat untuk ditawarkan pada pemerintah Jawa Tengah.



Gambar 7. Pengujian Berdasarkan Nilai Kuartil

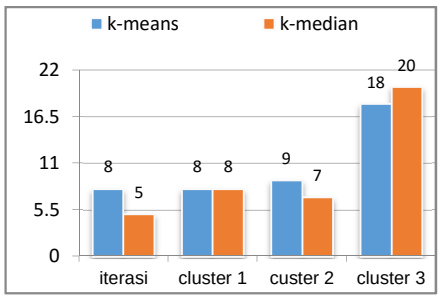
Perbandingan berdasarkan nilai kuartil yang diberikan pada Gambar 7, kedua algoritma mempunyai hasil yang seimbang untuk proses iterasi atau banyak elemen pada setiap *cluster*. Apabila yang dikaji banyak terhadap penentuan alokasi dana pendidikan, maka akan terdapat sebelas kabupaten/kota di Propinsi Jawa Tengah yang membutuhkan bantuan pendidikan. Pengujian menggunakan nilai kuartil memberikan hasil yang sama menujukkan bahwa setiap algoritma mempunyai kekuatan yang seimbang.

Apabila dikaji lebih dalam, salah satu faktor yang membuat kedua algoritma memberikan hasil yang sama yaitu nilai kuartil karena merupakan nilai tengah yang membagi data terurut menjadi empat bagian yang sama. Algoritma k-means dan k-median secara rumus hampir sama, perbedaannya hanya pada penggunaan nilai mean atau nilai median. Secara teori, nilai mean dan median dari sebuah data selalu mempunyai hasil yang tidak terlalu jauh jaraknya. Tetapi argumen ini menjadi tidak tepat, karena pada inputan dengan nilai random 1, random 2, dan random 3 memberikan hasil yang berbeda seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8, Gambar 9, dan Gambar 10. Hasil inputan dengan nilai random 1, algoritma k-median memerlukan iterasi yang lebih sedikit. Sedangkan untuk banyak anggota pada setiap *cluster* memperoleh hasil yang bervariasi, dimana k-median lebih banyak pada *cluster* 1 sedangkan sebaliknya k-means lebih banyak pada *cluster* 3, sedangkan pada *cluster* 2 keduanya mempunyai hasil yang sama.



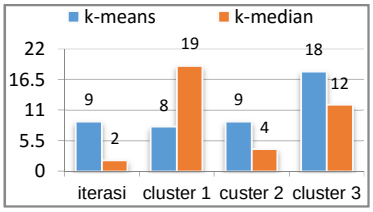
Gambar 8. Pengujian Berdasarkan Nilai Random 1

Gambar 9 merupakan perbandingan dengan nilai random 2 sebagai centroid. Pada Kebutuhan iterasi untuk mencapai hasil optimum metode k-means memerlukan 23% lebih banyak dari k-median. Sedangkan untuk banyak elemen pada kedua metode pada *cluster* 1 menghasilkan nilai yang sama. Banyak elemen pada *cluster* 2, k-median lebih banyak dua kabupaten atau sekitar 13% dari jumlah algoritma k-means. Sedangkan pada *cluster* 3 algoritma k-median lebih banyak anggota dibandingkan k-means.



Gambar 9. Pengujian Berdasarkan Nilai Random 2

Hasil yang diperoleh dengan nilai random 3, memperoleh hasil yang sangat bervariasi. Iterasi yang diperlukan k-median jauh lebih baik dibandingkan dengan k-means yang memerlukan sembilan iterasi. Hasil selengkapnya ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Pengujian Berdasarkan Nilai Random 3

4.4 Analisis Hasil Pengujian

Analisis terhadap nilai *cluster* merupakan interpretasi terhadap nilai centroid yang menjadi inputan pada kedua algoritma *clustering*, sehingga memberikan pengaruh pada banyak iterasi yang diperlukan dan banyak elemen dari sebuah *cluster*.

Nilai centroid pertama diberikan pada Gambar 7. Pengujian berdasarkan nilai kuartil memberikan hasil yang unik, yaitu pada kedua algoritma memberikan hasil yang sama. Apabila dikaji lebih dalam, salah satu penyebab penggunaan nilai kuartil dari setiap variabel pada masing-masing *cluster*. Misalnya nilai kuartil pertama pada variabel banyak penduduk adalah 212,842, sedangkan untuk banyak ruang kelas adalah 3,615 dan variabel banyak tenaga pengajar adalah 7,444 semuanya digunakan sebagai centroid pada *cluster 1*. Hal yang sama untuk *cluster* 2 dan *cluster* 3 digunakan nilai kuartil 2 dan kuartil 3 dari masing-masing variabel.

Nilai kuartil merupakan nilai tengah yang membagi data terurut menjadi empat bagian yang sama. Algoritma k-means dan k-median secara rumus hampir sama, perbedaannya hanya pada penggunaan nilai mean atau nilai median sebagai centroid baru pada ieterasi ke-2 dan seterusnya. Secara teori, nilai mean dan median dari sebuah data selalu mempunyai hasil yang tidak terlalu jauh jaraknya. Sehingga penggunaan nilai centroid yang baru tidak akan membrikan hasil yang berbeda.

Argumen ini terkait penggunaan nilai input yang sama pada kedua algoritma *clustering* akan memberikan hasil yang sama karena secara statistik nilai median dan mean selalu berdekatan menjadi tidak tepat, karena pada inputan dengan nilai random 1, random 2, dan random 3 memberikan hasil yang berbeda seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8, Gambar 9, dan Gambar 10. Sehingga simpulan sementara untuk kondisi inputan yang sama pada kedua metode belum tentu memberikan hasil yang sama, dapat juga mengeluarkan hasil yang berbeda sangat signifikan seperti pada Gambar 10.

Nilai centroid awal yang diinputkan akan memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap penyelesaian metode *clustering*. Keunikan hasil yang diperoleh pada Gambar 7, Gambar 8, Gambar 9, dan Gambar 10 menujukkan perbedaan kondisi awal dimana perubahan hasil dan bentuk pola yang dapat digeneralisasi sebagai sebuah hubungan antar input dan output. Kondisi yang dapat diperhatikan adalah penggunaan nilai kuartil dan nilai acak. Nilai kuartil adalah nilai yang diambil dari data yang sudah terurut, dan kuartil juga merupakan nilai tengah dari setiap bagian data. Pengambilan nilai kuartil i yang seragam pada *cluster* i (untuk i = 1, 2, dan 3) juga membarikan pengaruh. Misalnya kuartil 1 untuk *cluster* 1 pada setiap variabel, membuat jarak yang diperoleh dengan rumus *euclidean* tidak berbeda jauh karena centroid sudah diposisikan di tengah data.

Hasilnya tentu akan berbeda untuk nilai acak. Nilai yang dibangkitkan secara random, membuat keduanya tidak memberikan hasil yang konstan. Pengambilan nilai yang acak akan mengakibatkan jarak nilai centroid terhadap data yang diukur dapat menjadi lebih jauh atau bahkan lebih dekat. Kondisi nilai acak kadang tidak memberikan pengaruh karena secara kebetulan terpilih bilangan yang secara jarak dan posisi tepat berada ditengah dari data yang ada. Hal ini yang membuat centroid awal dengan kuartil akan memberikan hasil yang lebih terukur, dibandingkan dengan pengambilan secara acak.

4.5 Penentuan Algortima Terbaik

Berdasarkan nilai centroid awal pada metode k-means dengan menggunakan nilai kuartil atau nilai acak akan memberikan pengaruh terhadap banyak proses iterasi dan banyak anggota pada setiap *cluster*.

Tabel 6, Nilai Rata-rata Banyak Iterasi dan Banyak Elemen dalam Centroid Berdasarkan Algotima

Algoritma	Iterasi	*Cluster* 1	*Cluster* 2	*Cluster* 3
k-means	5,75	12	9	14
k-median	3,75	11,75	13,5	9,75

Terdapat dua hal penting yang diperhatikan untuk menentukan algoritma terbaik. Pertama

pengaruh nilai centroid terhadap banyak iterasi yang diperlukan. Hal kedua, nilai centroid terhadap banyak elemen pada setiap *cluster*. Hasil dari kedua algortima secara rata-rata diberikan pada Tabel 6. Pada table 6 dijelaskan bahwa algortima k-median lebih unggul secara berdasarkan banyak iterasi yang diperlukan untuk mendapatkan hasil optimum. Rata-rata anggota pada *cluster* 1, k-median juga memperoleh hasil yang lebih sedikit. Walaupun pada *cluster* 2 algoritma k-means unggul dari banyak elemen/anggota pada setiap *cluster*.

Banyak elemen atau anggota pada setiap *cluster* berdasarkan algoritma tetap diperhatikan, karena sangat memberikan pengaruh yang cukup signifikan dalam pengambilan keputusan. Pada kasus pemberian bantuan dana pendidikan pada setiap kab/kota di propinsi Jawa Tengah, menjadi tidak mungkin bagi pemerintah Jateng untuk memberikan bantuan pada kab/kota yang berjumlah terlalu banyak atau terlalu sedikit karena akan menjadi tidak efisien.

Penelitian ini menggunakan tiga *cluster* untuk menentukan daerah kab/kota untuk alokasi dana pendidikan. Bila di bagi berdasarkan rating untuk masing-masing *cluster* maka *cluster* 1 menjadi sangat penting, *cluster* 2 dengan rating penting, dan *cluster* 3 sebagai rating kurang penting. Berdasarakan hal tersebut maka metode k-median lebih baik atau lebih efisien dalam menentukan keputusan dibandingkan dengan k-means.

4.6 Penentuan Daerah Alokasi Dana Pendidikan

Penentuan daerah sebagai alokasi dana pendidikan dilakukan dengan mengambil hasil pada *cluster* 1 yang dikategorikan sangat penting. Penelitian ini menggunakan empat inputan pada dua algoritma, sehingga akan menghasilkan delapan hasil *cluster* 1. Sehingga dilihat secara irisan dengan memperhatikan daerah kab/kota yang berada pada setiap *cluster* 1. Terdapat enam kab/kota yaitu Kabupaten Batang, Kab. Karanganyar, Kab. Purworejo, dan Kab. Temanggung menjadi daerah yang sangat membutuhkan bantuan pendidikan.

5. Kesimpulan

Simpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah

1. Penentuan nilai centroid awal pada algoritma k-means dan k-median akan mempengaruhi banyak proses iterasi dan banyak elemen pada setiap *cluster*.
2. Penggunaan nilai kuartil sebagai centroid awal dari data pada masing-masing variabel memberikan hasil yang sama untuk kedua algoritma yang berbeda.
3. Berdasarkan banyak iterasi dan perolehan banyak anggota pada setiap *cluster* dan konsistensi dan efesiensi terhadap nilai centroid maka algortima k-median lebih baik dari algoritma k-means.
4. Kabupaten/Kota di Propinsi Jawa Tengah yang membutuhkan bantuan dana pendidikan adalah Kabupaten Batang, Kab. Karanganyar, Kab. Purworejo, dan Kab. Temanggung.

Daftar Pustaka

Aggarwal, Charu C., & Reddy, Chandan., (Ed.), (2013), Data *Cluster*ing: Algorithms and Applications, Boca Raton : CRC Press

Agusta, Y., (2007). K-Means-Penerapan, Permasalahan dan Metode Terkait. *Jurnal Sistem dan Informatika*, Vol.3, 47-60

Alfina, T., Santosa, B., Barakbah, A.R. (2012). Analisa Perbandingan Metode Hierarchical Clustering, K-means dan Gabungan Keduanya dalam Cluster Data (Studi kasus : Problem Kerja Praktek Jurusan Teknik Industri ITS), *Jurnal Teknik ITS*, Vol.3, 521-525.

Annisa, (2014). Potret Pendidikan di Indonesia. Seputar Malang. 19 Agustus 2014.

Febriyana. (2011). *Analisis Klaster K-Means dan K-Median Pada Data Indikator Kemiskinan*. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.

Flowrensia,Y., (2010). Perbandingan Penggerombolan K-Means dan K-Medoid Pada Data Yang Mengandung Pencilan (Skripsi S1, Universitas Pertanian Bogor), dari IPB Repository : http://repository.ipb.ac.id/

Hasibuan, Zainal A, (2007), *Metode Penelitian Pada Bidang Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi: Konsep,*

Teknik Dan Aplikasi, Jakarta : Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia.

Irwansyah, E., Faisal, M., (2015). Advance *Cluster*ing: Teori dan Aplikasi. Jakarta: Bina Nusantara University.

Lathifaturrahmah., (2010). Perbandingan Hasil Penggerombolan Metode *k-means*, *Fuzzy k-means*, dan *Two Step Cluster*, Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Raharjo, A., Akbar, M., (2016). Kabupaten Semarang Kekurangan Guru. *Republika*, 2 Agustus 2016.

Biodata Penulis

Yuniaz Hezron Salulolo, menempuh pendidikan di Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana.

Andeka Rocky Tanaamah, memperoleh gelar S1 di Universitas Kristen Satya Wacana. Memperoleh gelar S2 di Universitas Gadjah Mada. Saat ini menjadi pengajar di Universitas Kristen Satya Wacana.

Alz Danny Wowor, memperoleh gelar S1 di Universitas Kristen Satya Wacana. Memperoleh gelar S2 di Universitas Kristen Satya Wacana. Saat ini menjadi pengajar di universitas Kristen Satya Wacana.

EVALUATION OF PERFORMANCE FEATURE SELECTION ON DATA MINING TECHNIQUE FOR DIAGNOSIS CORONARY HEART DISEASE

Wiharto Wiharto[1] , Herianto Herianto[2] , Hari Kusnanto[3]

[1]Department of Informatic, Sebelas Maret University, Surakarta, Indonesia
wiharto@staff.uns.ac.id
[2]Department of Mechanical and Industrial Engineering, Gadjah Mada University, Yogyakarta, Indonesia
herianto@ugm.ac.id
[3]Department of Medicine, Gadjah Mada University, Yogyakarta, Indonesia
harikusnanto@yahoo.com

Abstract

The process of examination of the diagnosis of coronary heart disease will generate clinical data with many attributes. The number of attributes may cause mutual contradictions between attributes, which can degrade the system performance diagnosis. This study proposes a model for a diagnosis system consisting of a combination of process, resample, removal of duplicate data, dimensional reduction and data mining techniques. Dimensional reduction techniques used are feature selection type filtering with an Information Gain (IG) algorithm. Used data mining techniques involve the classification, the algorithm k-NN, Support Vector Machine, C4.5 and multilayer perceptron (MLP). System performance is measured with a parameter sensitivity, specificity, accuracy, and Area Under the Curve (AUC). The test results indicate that the attribute generated by using information gain and the best performance is chest pain type (cp), scintigraphy (thal) and flouroscopy (ca). The performance result are for sensitivity 86.14%, specificity 89.04%, AUC 86.9% and accuracy 87.36%. The performance produced by the system is included in good categories.

***Keywords*:** *Data mining, coronary heart disease, dimentional reduction, feature selection, C4.5*

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang semakin maju berpengaruh terhadap pola hidup seseorang. Pola hidup yang tidak sehat akan berpengaruh terhadap kesehatan. Dampak pola hidup yang tidak sehat menjadi faktor pemicu terjadinya penyakit jantung koroner (Kim, Lee, & Lee, 2015), (Lee & Kim, 2016). Penyakit tersebut menurut WHO merupakan penyakit tidak menular yang menyebabkan mortalitas tertinggi di dunia. Diagnosis penyakit jantung dapat dilakukan dengan menggunakan serangkaian pemeriksaan, seperti faktor risiko, gejala, *electrocardiograph* (ECG), *scintigraphy* dan *flouroscopy*. Hasil pemeriksaan tersebut menghasilkan sejumlah data klinis dengan atribut yang relatif banyak. Pengolahan data klinis dapat dilakukan berbasis komputer dengan menggunakan teknologi *Artificial Intelligence* (AI). Data klinis dengan jumlah yang banyak, dan disertai atribut yang banyak, akan menyebabkan informasi menjadi tersembunyi. Kondisi tersebut memerlukan sebuah teknik untuk dapat menemukan informasi tersebut. Teknik *data mining* merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan informasi yang tersembunyi dalam sebuah kumpulan data.

Klasifikasi merupakan salah satu teknik dalam data mining. Klasifikasi mempunyai beberapa algoritma, seperti K-NN, *Multi Layer Perceptron* (MLP), C4.5 dan *Support Vector Machine* (SVM). Banyaknya atribut dalam data klinis, dapat mengakibatkan kinerja algoritma klasifikasi bekerja tidak optimal. Hal tersebut dapat saja disebabkan oleh adanya atribut yang saling kontradiktif. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan proses reduksi dimensi. Metode reduksi

dimensi yang dapat digunakan diantaranya *type filtering, wrapper* dan *embedded*. Algoritma yang digunakan dalam ketiga tipe *feature selection* tersebut, di antaranya *information gain* (IG), Algortima genetika dan *particle swarm optimization*. Pada penelitian ini melakukan studi kinerja sistem dengan mengkombinasikan *feature selection type filtering* IG dengan algoritma klasifikasi K-NN, SVM, MLP dan C4.5. Parameter kinerja yang digunakan adalah *sensitivity, specificity* akurasi dan *area under the curve* (AUC), serta menggunakan validasi *10-fold cross validation*.

Banyak penelitian yang sudah dilakukan tentang penggunaan *data mining* dalam pengembangan sistem diagnosis penyakit jantung koroner. Nahar et.al (2013) dalam penelitiannya melakukan analisis kinerja sistem diagnosis dengan menggunakan beberapa algoritma klasifikasi, seperti *naive Bayesian*, SVM dan C4.5 yang dikombinasikan dengan *correlation feature selection* (CFS) dan *motivated features selection* (MFS). Pada penelitian tersebut dilakukan untuk kasus diagnosis penyakit jantung koroner dengan output *multiclass*. Kinerja dengan *10-fold cross validation* menghasilkan akurasi yang baik, sayangnya lemah dalam hal *True positive rate* (TPR) (Nahar, Imam, Tickle, & Chen, 2013).

Penelitian yang serupa dengan penelitian Nahar et.al (2013) juga dilakukan oleh Wiharto et.al (2016). Penelitian tersebut menggunakan pertimbangan *imbalanced data*, karena dataset yang digunakan terjadi *imbalanced data* pada masing-masing *classtype*/level penyakit jantung koroner. Untuk mengatasi ketidakseimbangan data dengan menggunakan SMOTE. Proses selanjutnya dilakukan *feature selection* dengan menggunakan *information gain* (IG) dan algoritma klasifikasi C4.5. Hasil pengujian dengan menggunakan *10-fold cross validation* mampu memberikan perbaikan kinerja dibandingkan tanpa mempertimbangkan menggunakan SMOTE dan IG. Selain itu dengan model tersebut mampu memperbaiki *true positive rate* yang rendah untuk *type*/level dengan *data training* yang sedikit (Wiharto, Kusnanto, & Herianto, 2016).

Penelitian berikutnya dilakukan oleh Abdar et.al (2015). Dalam penelitian tersebut dilakukan analisis kinerja sistem diagnosis penyakit jantung dengan menggunakan *logistic regression* berfungsi sebagai *feature selection*. Selanjutnya, algoritma klasifikasi yang digunakan adalah C5.0, K-NN, SVM dan *Neural Network*. Hasilnya menunjukkan bahwa dengan menggunakan *logistic regression* mampu mereduksi atribut menjadi 6 atribut dari 13 atribut penyakit jantung koroner. Kinerja terbaik dihasilkan oleh algoritma C5.0 dengan akurasi mencapai 93,02% dan AUC 86,9%, akan tetapi penelitian tersebut tidak menggunakan validasi *K-fold cross validation*. (Abdar, Kalhori, Sutikno, Subroto, & Arji, 2015).

2. Data dan Metode

2.1. Data

Penelitian ini menggunakan dataset penyakit jantung koroner dari UCI *repository*. Pada UCI *repository* tersebut terdapat 4 dataset, salah satunya *clevelands*. Pemilihan tersebut disebabkan *dataset clevelands* tidak terdapat *missing value*. Dataset terdiri atas 14 atribut, di mana 13 atribut adalah atribut yang berpengaruh terhadap terjadinya penyakit jantung koroner, sedangkan 1 atribut adalah menandakan terjadinya penyempitan pembuluh darah *coronary* $\geq$ 50% atau $\leq$ 50%. Jumlah data dalam *dataset cleveland* berjumlah 278, dengan distribusinya 155 sehat dan 123 tidak sehat. Atribut-atribut tersebut seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Atribut pemeriksaan yang digunakan untuk diagnosis

No	Atribut	Definisi atribut
1	Age	Age of patient
2	Sex	Gender of patient
3	Cp	Chest pain type
4	Trestbps	Resting blood pressure systolic
5	Chol	Serum cholesterol
6	Fbs	Fasting blood suger
7	Restecg	Resting ECG
8	Thalac	Maximum heart rate achieved
9	Exang	Exercise induced angina
10	Oldpeak	ST depression induced by exercise relative to rest
11	Slope	The slope of the peak exercise ST Segment
12	Ca	Number of major vessel colored by flouroscopy
13	Thal	Defect type by scintigraphy
14	Num	Diagnosis of coronary heart disease

2.2. Feature Selection

Feature selection merupakan salah satu metode dalam reduksi dimensi. Reduksi dimensi merupakan proses pengurangan dimensi dengan sedikit mungkin menghilangkan informasi (Jensen, 2005). *Feature selection* mempunyai beberapa tipe, diantaranya adalah *type filtering*. *Feature selection type filtering* melakukan proses filter dengan memberikan *score* untuk setiap atribut, selanjutnya memilih atribut-atribut berdasarkan *score* yang sudah dihitung. Contoh algoritma *feature selection type filtering* adalah *Information Gain* (IG). *Information Gain* melakukan pemberian skor berdasarkan nilai *gain* untuk masing-masing atributnya. Selanjutnya dilakukan proses perangkingan, semakin tinggi nilai *gain*-nya, maka atribut tersebut mempunyai pengaruh yang signifikan (Jain & Richariya, 2012).

2.3. Teknik *Data Mining*

Data mining merupakan proses menemukan pola yang menarik dari data dalam jumlah besar. *Data mining* merupakan bagian dalam proses *knowledge discovery in database* (KDD). Proses dalam KDD dapat didekomposisi menjadi 4, yaitu *data selection*, *data cleaning*, *data reduction*, *data mining* dan interpretasi (Jensen, 2005). *Data mining* mempunyai beberapa teknik, di antaranya adalah klasifikasi. Algoritma-algoritma klasifikasi dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu *black-box* dan *non-black-box*. Algoritma *non-black-box* contohnya C4.5, ID3 dan *fuzzy inference system*. Pada penelitian ini akan dievaluasi kinerja algoritma C4.5. Algoritma tersebut merupakan pengembangan dari ID3. Algoritma C4.5 mempunyai konsep yang sama dengan ID3, tetapi jika dalam ID3 untuk menentukan atribut terpilih sebagai *root* menggunakan *information gain* tertinggi, maka dalam C4.5 menggunakan *gain ratio* (Hssina, Merbouha, Ezzikouri, & Erritali, 2014).

Algoritma klasifikasi dengan pendekatan *black-box*, seperti *Support Vector Machine* (SVM), *K-Nearest Neighborhood* (K-NN) dan *Multi Layer Perceptron* (MLP). SVM merupakan algoritma yang dikembangkan oleh Boser, Guyon, Vapnik, dan pertama kali dipresentasikan pada tahun 1992. Kosep SVM adalah usaha mencari *hyperplane* terbaik yang berfungsi sebagai pemisah dua buah class pada *input space*. Pemisah yang terbaik adalah jarak yang terjauh *hyperplane* dengan data terdekat pada saat proses *training* (Subanya & Rajalaxmi, 2014).

Algoritma K-NN merupakan algoritma klasifikasi yang sederhana. Algoritma tersebut bekerja berdasarkan jarak terpendek dari *query instance* ke *training sample* untuk menentukan K-NN-nya. *Training sample* diproyeksikan ke ruang berdimensi banyak, di mana masing-masing dimensi merepresentasikan atribut dari data. Ruang ini dibagi menjadi bagian-bagian berdasarkan klasifikasi *training sample*. Sebuah titik pada ruang ini ditandai kelas c, jika kelas c merupakan klasifikasi yang paling banyak ditemui pada k buah tetangga terdekat dari titik tersebut. Penentuan jarak dihitung dengan menggunakan *Euclidean Distance* (Bhuvaneswari & Therese, 2015).

Multi-Layer Perceptron (MLP) adalah jaringan syaraf tiruan *feed-forward* yang terdiri dari sejumlah *neuron* yang dihubungkan oleh bobot-bobot penghubung. *Neuron-neuron* tersebut disusun dalam lapisan-lapisan yang terdiri dari *input layer*, satu atau lebih *hidden layer*, dan *output layer*. Lapisan input menerima sinyal dari luar, kemudian melewatkannya ke lapisan tersembunyi pertama, yang akan diteruskan sehingga akhirnya mencapai lapisan output (Sonawane & Patil, 2014),(Zheng, Jiang, & Yan, 2006),(Yan, Zheng, Jiang, Peng, & Li, 2003).

2.4. Kinerja Sistem

Parameter kinerja yang biasa digunakan dalam dunia medis diantaranya adalah *sensitivity*, *specificity*, *area under the curve* (AUC) dan akurasi. Penentuan besarnya nilai parameter-parameter terebut mengacu pada tabel *confusion matrix*, yang ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan tabel tersebut dapat dirumuskan perhitungan parameter kinerja tersebut seperti ditunjukkan pada persamaan (1)(2)(3).

Tabel 2. *Confusion Matrix*

Actual Class	**Prediction Class**	
	Positive	**Negative**
Positive	TP (True Positif)	FP (False Positive)
Negative	FN \(False Negative)	TN (True Negative)

$$\text{Sensitivity} = \text{TP}/(\text{TP} + \text{FN}) \quad (1)$$

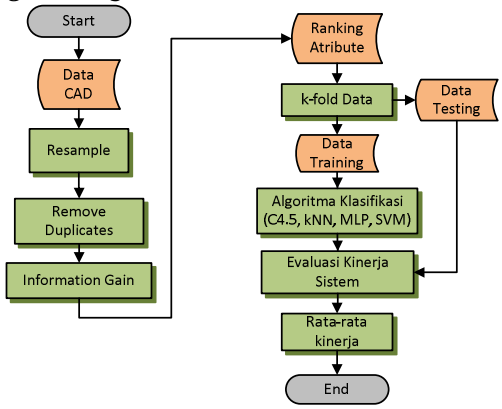
$$\text{Specificity} = \text{TN}/(\text{TN} + \text{FP}) \quad (2)$$

$$\text{Accuracy} = (\text{TP} + \text{TN})/(\text{TP} + \text{TN} + \text{FP} + \text{FN}) \quad (3)$$

Validasi dalam pengujian sistem untuk mendapatkan parameter-parameter kinerja dilakukan dengan menggunakan metode *k-fold cross validation*. Metode tersebut membagikan data menjadi k kelompok, kemudian menggunakan k-1 kelompok data untuk *training* dan satu kelompok untuk menguji. Proses tersebut dilakukan secara bergantian, sehingga semua kelompok data pernah digunakan untuk *testing*. Nilai k berada dalam range 2...10.

2.5. Model Sistem yang Diusulkan

Penelitian ini melakukan evaluasi kinerja terhadap sistem diagnosis, dengan menggunakan beberapa algoritma klasifikasi, yaitu C4.5, SVM, KNN dan MLP. Model sistem yang diusulkan seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Sebelum dilakukan proses klasifikasi dengan algoritma tersebut dilakukan beberapa proses, yaitu *resample*, *remove duplicates* dan *feature selection* dengan *information gain* (IG). Selanjutnya, dilakukan pembagian data menjadi k kelompok dengan k=10. k-1 kelompok digunakan untuk *training* dan 1 kelompok untuk *testing*. Proses tersebut dilakukan secara berulang sehingga semua kelompok pernah digunakan sebagai *testing*.



Gambar 1. Model sistem yang diusulkan

3. Hasil dan Analisis

Model sistem diagnosis seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 untuk proses *feature selection* dengan *information gain* menghasilkan atribut yang diranking ditunjukkan pada Tabel 3. Pada tabel tersebut diurutkan berdasarkan nilai *gain* dari masing-masing atribut. Atribut dengan *gain* tertinggi maka berada dalam *ranking* teratas, diikuti dengan atribut bernilai lebih rendah. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian dengan menggunakan 4 model yang menunjukkan jumlah atribut yang terseleksi, seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Proses klasifikasi dilakukan dengan tiga skenario. Pertama dilakukan klasifikasi dengan menggunakan algoritma klasifikasi SVM, C4.5, MLP dan KNN tidak didahului dengan proses *resample* (R), *remove duplicates* (RD) dan *information gain* (IG). Kedua, dilakukan klasifikasi yang didahului proses R+RD. Ketiga, klasifikasi didahului dengan proses R+RD+IG. Skenario yang ketiga terbagi lagi menjadi 3 berdasarkan jumlah atribut yang digunakan dengan mengacu pada ranking atribut. Skenario tersebut adalah dengan menggunakan 3, 4, dan 5 atribut. Hasil pengujian dengan menggunakan *10-fold cross validation* diperoleh nilai *sensitivity (sens)*, *specificity (spec)* dan akurasi(akrs), seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 3. Ranking hasil proses *Information Gain*

Ranking	Gain	Atribut	Model			
			1	2	3	4
1	0,2375	Cp	✓	✓	✓	✓
2	0,2161	ca	✓	✓	✓	✓
3	0,1982	thal	✓	✓	✓	✓
4	0,1639	oldpeak	✓	✓	✓	
5	0,1523	thalac	✓	✓		
6	0,0981	exang	✓			
7	0,0786	sex	✓			
8	0,0694	age	✓			
9	0,0598	slope	✓			
10	0,0000	chol	✓			
11	0,0000	Fbs	✓			
12	0,0000	trestbps	✓			
13	0,0000	restecg	✓			
Jumlah atribut			13	5	4	3

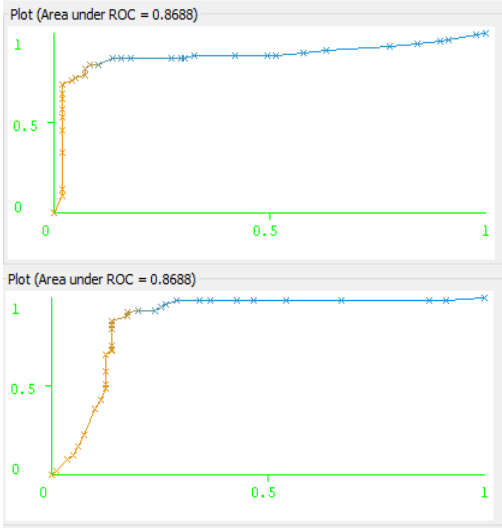
Kinerja sistem yang dihasilkan untuk penggunaan algoritma SVM menunjukkan bahwa dengan penggunaan model yang diusulkan yaitu R+RD+IG+SVM memberikan perbaikan kinerja dibandingkan hanya menggunakan algoritma SVM dengan 13 atribut. Selain itu, model sistem yang diusulkan juga memberikan kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan model R+RD+SVM dengan 13 atribut. Hal tersebut

menujukkan bahwa penggunaan *feature selection* mampu memperbaiki kinerja sistem diagnosis. Model yang diusulkan dengan menggunakan SVM memberikan kinerja terbaik, ketika menggunakan 5 atribut. Selanjutnya untuk algoritma C4.5, model sistem yang diusulkan memberikan kinerja parameter akurasi yang terbaik pada penggunaan 3 atribut. Hal tersebut sama dengan algoritma MLP dan k-NN. Jika mengacu pada kondisi terbaik untuk masing-masing algoritma, baik SVM, C4.5, MLP dan kNN, kinerja terbaik terjadi pada penggunaan algoritma C4.5. Parameter kinerja akurasi kombinasi R+RD+IG+C4.5 diperoleh 87,3%, dengan hanya menggunakan 3 atribut. Atribut tersebut adalah *chest pain type* (cp), pemeriksaan *flouroscopy* (ca) dan pemeriksaan *scintigraphy* (thal).

Tabel 4. Kinerja sistem dengan beberapa skenario

Metode	Atribut	Sens	Spec	Akrs
SVM	13	0,8385	0,8291	0,8345
R+RD+SVM	13	0,8173	0,8571	0,8333
R+RD+IG+SVM	**5**	**0,8302**	**0,8971**	**0,8563**
	4	0,8286	0,8841	0,8506
	3	0,8235	0,8472	0,8333
C4.5	13	0,8024	0,8108	0,8058
R+RD+C4.5	13	0,8283	0,8267	0,8276
R+RD+IG+C4.5	5	0,8763	0,8701	0,8736
	4	0,8485	0,8533	0,8506
	3	**0,8614**	**0,8904**	**0,8736**
MLP	13	0,7987	0,7647	0,7842
R+RD+MLP	13	0,8191	0,7750	0,7989
R+RD+IG+MLP	5	0,8300	0,8378	0,8333
	4	0,8400	0,8514	0,8448
	3	**0,8586**	**0,8667**	**0,8621**
kNN	13	0,8000	0,7266	0,7662
R+RD+kNN	13	0,8111	0,7381	0,7759
R+RD+IG+kNN	5	0,8000	0,7973	0,7989
	4	0,8438	0,8205	0,8333
	3	**0,8447**	**0,8873**	**0,8621**

Model sistem R+RD+IG+C4.5 dengan menggunakan 3 atribut yaitu cp, ca dan thal, jika dihitung nilai parameter kinerja AUC menghasilkan 86,9%, atau secara detail dapat ditunjukkan pada Gambar 2. Grafik AUC merupakan grafik dengan sumbu x *1-specificity* dan sumbu y *sensitivity*. Mengacu pada nilai AUC, maka model sistem yang diusulkan dengan kombinasi R+RD+IG+C4.5, nilai AUC berada dalam rentang 80% - 90%, maka sistem diagnosis termasuk dalam kategori baik (Gorunescu, 2011). Sistem yang diusulkan jika dibandingkan dengan penelitian Abdar et.al (2015), nilai AUC bernilai sama yaitu 86,9%, tetapi untuk akurasi lebih rendah yaitu 87,36%. Perbedaan nilai akurasi tersebut disebabkan dalam penelitian Abdar et.al (2015) menggunakan model validasi yang berbeda. Penelitian Abdar et.al (2015) menggunakan model 70% data untuk *training* dan 30% untuk *testing*, sedangkan dalam sistem yang diusulkan menggunakan metode validasi yang lebih baik yaitu *10-fold cross validation*. Model validasi yang digunakan Abdar et.al (2015) belum mewakili keberagaman data yang digunakan, karena validasi hanya dilakukan satu kali. Jika pada saat pengelompokkan data *training* dan *testing* distribusinya baik, maka akan menghasilkan akurasi yang baik, demikian pula sebaliknya akurasi akan rendah. Selain itu, sistem yang diusulkan hanya menggunakan 3 atribut, sedangkan pada penelitian Abdar et.al (2015) menggunakan 6 atribut.



Gambar 2. Grafik ROC untuk kombinasi RG+RD+IG+C4.5

4. Kesimpulan

Model sistem diagnosis yang diusulkan dengan kombinasi *resample*, *remove duplicates*, *information gain* dan C4.5 (R+RD+IG+C4.5) mampu memberikan kinerja terbaik dibandingkan

dengan model sistem R+RD+IG yang dikombinasikan dengan SVM, MLP dan KNN. Sistem memberikan parameter kinerja *sensitivity* 86,14%, *specificity* 89,04%, akurasi 87,36% dan AUC 86,9%, dengan menggunakan *10-fold cross validation*. Kinerja tersebut hanya membutuhkan pemeriksaan *chest pain type* (cp), *flouroscopy* (ca) dan *scintigraphy* (thal). Kategori sistem dengan mengacu pada nilai AUC yang dihasilkan, maka sistem termasuk dalam kategori baik.

Daftar Pustaka

Abdar, M., Kalhori, S. R. N., Sutikno, T., Subroto, I. M. I., & Arji, G. (2015). Comparing Performance of Data Mining Algorithms in Prediction Heart Diseases. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, *5*(6), 1569–1576.

Bhuvaneswari, P., & Therese, A. B. (2015). Detection of Cancer in Lung with K-NN Classification Using Genetic Algorithm. *Procedia Materials Science*, *10*, 433–440. https://doi.org/10.1016/j.mspro.2015.06.077

Gorunescu, F. (2011). *Data Mining Concepts,Models and Techniques* (Vol. 12). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-19721-5

Hssina, B., Merbouha, Ab., Ezzikouri, H., & Erritali, M. (2014). A comparative study of decision tree ID3 and C4.5. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, (Special Issue on Advances in Vehicular Ad Hoc Networking and Applications), 13–19.

Jain, M. M., & Richariya, V. (2012). An Improved Techniques Based on Naive Bayesian for Attack Detection. Retrieved from http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.414.4211

Jensen, R. (2005). *Combining rough and fuzzy sets for feature selection* (Disertation). University of Edinburgh. Retrieved from http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.101.7352&rep=rep1&type=pdf

Kim, J., Lee, J., & Lee, Y. (2015). Data-Mining-Based Coronary Heart Disease Risk Prediction Model Using Fuzzy Logic and Decision Tree. *Healthcare Informatics Research*, *21*(3), 167. https://doi.org/10.4258/hir.2015.21.3.167

Lee, H. K., & Kim, H. K. (2016). Lifestyle and Health-Related Quality of Life by Type-D Personality in the Patients with Ischemic Heart Disease. *Indian Journal of Science and Technology*, *9*(13). https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i13/74230

Nahar, J., Imam, T., Tickle, K. S., & Chen, Y.-P. P. (2013). Computational intelligence for heart disease diagnosis: A medical knowledge driven approach. *Expert Systems with Applications*, *40*(1), 96–104. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.07.032

Sonawane, J. S., & Patil, D. R. (2014). Prediction of heart disease using multilayer perceptron neural network. In *Information Communication and Embedded Systems (ICICES), 2014 International Conference on* (pp. 1–6). IEEE. Retrieved from http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=7033860

Subanya, B., & Rajalaxmi, R. R. (2014). Feature selection using Artificial Bee Colony for cardiovascular disease classification. In *Electronics and Communication Systems (ICECS), 2014 International Conference on* (pp. 1–6). IEEE. Retrieved from http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6892729

Wiharto, W., Kusnanto, H., & Herianto, H. (2016). Interpretation of Clinical Data Based on C4.5 Algorithm for the Diagnosis of Coronary Heart Disease. *Healthcare Informatics Research*, *22*(3), 186. https://doi.org/10.4258/hir.2016.22.3.186

Yan, H., Zheng, J., Jiang, Y., Peng, C., & Li, Q. (2003). Development of a decision support system for heart disease diagnosis using multilayer perceptron. In *Circuits and Systems, 2003. ISCAS'03. Proceedings of the 2003 International Symposium on* (Vol. 5, p. V–709). IEEE. Retrieved from http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=1206411

Zheng, J., Jiang, Y., & Yan, H. (2006). Committee machines with ensembles of multilayer perceptron for the support of diagnosis of heart diseases. In *2006 International Conference on Communications, Circuits and Systems* (Vol. 3, pp. 2046–2050). IEEE. Retrieved from http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=4064306

Biodata Penulis

Wiharto, memperoleh gelar S1 di Sekolah Tinggi Teknologi Telkom (STT Telkom). Memperoleh gelar S2 di Universitas Gadjah Mada. Saat ini menjadi staff pengajar pada Program Studi Informatika, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Herianto , memperoleh gelar S1 di Universitas Gadjah Mada. Memperoleh gelar S2 di University of Malaya, Malaysia. Memperoleh gelar S3 dari Tokyo Institute of Technology, Jepang. Saat ini menjadi pengajar di Sekolah Pascasarjana pada Program Biomedical Engineering (BME).

Hari Kusnanto , memperoleh gelar S1 di Universitas Gadjah Mada, Memperoleh gelar S2 di Universitas Gadjah Mada. Memperoleh gelas S3 dari Yale University, USA. Saat ini menjadi pengajar di Fakultas Kedokteran dan Sekolah Pascasarjana pada Program Biomedical Engineering (BME) Universitas Gadjah Mada.

PENDETEKSIAN TINGKAT SIMILARITAS DOKUMEN BERBASIS WEB MENGGUNAKAN ALGORITMA *WINNOWING*

Nur Fadillah Ulfa[1], Metty Mustikasari[2], Irwan Bastian[3]
[1, 2, 3]Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Gunadarma, Jakarta
[1]nurfadillahulfa@gmail.com,[2]metty@staff.gunadarma.ac.id,
[3]bastian@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Untuk mengantisipasi plagiarisme dibutuhkan suatu cara yang dapat menganalisis tingkat similaritas kata di antaranya adalah teknik winnowing. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah aplikasi berbasis website menggunakan algoritma Winnowing untuk mencari kesamaan pada dua dokumen teks yang diuji. Algoritma yang digunakan untuk mencari nilai hash dalam Winnowing adalah rolling hash. Nilai hash merupakan nilai numerik yang terbentuk dari perhitungan ASCII (American Standard Code for Information Interchange) tiap karakter. Pada hasil eksperimen pengukuran kemiripan ini disimpulkan bahwa semakin kecil tingkat persentase kesamaan dokumen teks yang diuji, maka tingkat kemiripan dokumen kecil dan tidak termasuk plagiat, tetapi jika hasil dari pengujian pada dua dokumen semakin besar, maka dokumen tersebut mempunyai tingkat kemiripan yang tinggi dan tindakan tersebut dianggap plagiat. Penelitian ini juga menambahkan perbandingan nilai k-gram, basis (bilangan prima), nilai window, keterangan persentase, dan kategori plagiarisme.

Kata kunci : *Winnowing, Jaccard, Similaritas, Plagiarisme*

1. Pendahuluan

Pesatnya pekembangan internet menyebabkan semakin banyaknya informasi yang tersedia. Praktek dokumen *plagiarisme* atau penjiplakan selalu menjadi sorotan terutama di kalangan akademis. Tindakan *plagiat* yang dilakukan seseorang ini tidak mencerminkan sikap kreatif sebagai kaum intelektual. *Plagiarisme* dapat dilakukan dengan cara menulis ulang secara lengkap teks yang sudah ada, menghilangkan atau menambahkan kata, parafrase, mengganti kata dengan sinonimnya, mengubah kalimat aktif menjadi pasif atau sebaliknya (Hutami, 2012). Dengan melakukan penyalinan dan modifikasi dengan sempurna, maka dapat menyamarkan *plagiarisme* karena karya yang dihasilkan hampir seperti karya milik sendiri sehingga sulit untuk mengetahui keoriginalitasan dari sebuah dokumen. Kemungkinan untuk mendeteksi *plagiarisme* terhadap sekumpulan dokumen yang sangat banyak akan membutuhkan waktu yang sangat lama dan akan mengalami kesulitan. Suatu karya ilmiah atau penulisan seseorang dikatakan sebagai hasil penjiplakan apabila kutipan yang dilakukan tidak disertai penyebutan referensi secara benar. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah sistem yang dapat mendeteksi plagiat (Elbegbayan, 2005).

Pada penelitian ini akan dibangun pendeteksian tingkat similaritas dokumen berbasis web menggunakan Algoritma *Winnowing*. Untuk membuat web ini digunakan aplikasi *Xampp* dan PHP. Sistem ini dapat melakukan pendeteksian kemiripan (*similarity*) dengan membandingkan dokumen asli dengan dokumen uji yang keduanya merupakan dokumen berbahasa Indonesia menggunakan algoritma *Winnowing*. *Winnowing* merupakan algoritma *document fingerprinting* yang

akurat dalam mengidentifikasi penyalinan teks termasuk bagian kecil yang mirip dalam sekumpulan dokumen melalui *fingerprint*yang dihasilkan (Schleimer, Wilkerson & Aiken , 2003).

Algoritma *Winnowing*, diawali dengan pembagian *k-gram*, penghitungan *hashing*, *windowing*, kemudian proses mendapatkan *fingerprint*. Setelah mendapatkan *fingerprint*kemudian dilakukan penghitungan persentase *similarity* antar dokumen (Pratama, Cahyono, & Marthasari, 2011).

Aplikasi pendeteksian tingkat kemiripan dokumen teks ini dilengkapi dengan pengukuran terhadap persentase kemiripan dokumen teks dengan Algoritma *Winnowing* berdasarkan parameter nilai *k-gram*, nilai basis *hash*, dan nilai ukuran *window*.

Adapun batasan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Data yang diuji bertipe teks dan .doc .
2. Nilai *k-gram*, nilai basis *hash* dan nilai ukuran *window* saat pengujian ditentukan oleh user.
3. Pada proses *rolling hash*, menggunakan nilai ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) dari karakter.
4. Maksimal kata dalam dokumen uji 4500 kata.
5. Maksimal dokumen yang bisa di upload adalah 10,9 MB.
6. Nilai *k-gram* dan nilai ukuran *window* yang digunakan dibatasi antara 1 sampai 12.
7. Nilai basis *hash* yang digunakan dibatasi antara bilangan prima 2 sampai 30.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah membuat sebuah aplikasi yang dapat mengukur tingkat kemiripan dokumen teks menggunakan Algoritma *Winnowing* berdasarkan parameter nilai *gram*, nilai basis *hash* dan nilai ukuran *window.*

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Algoritma *Winnowing*

Winnowing adalah algoritmayang digunakan untuk melakukan proses pengecekkan kesamaan kata(*document fingerprinting*) untuk mengidentifikasi *plagiarisme*(Mozgovoy, 2007). Untuk melakukan pendeteksian dokumen dengan algoritma *winnowing* diperlukan beberapa rumus, antara lain :

1. Mencari nilai *hash* pertama.

$$H_{(C1\ldots CK)} = c1 * b^{(k-1)} + c2 * b^{(k-2)} + \cdots + c^{(k-1)} * b + ck \quad (1)$$

2. Mencari nilai *hash* kedua.

$$H_{(c2\ldots ck+1)} = (H_{(c1\ldots ck)} - c1 * b^{(k-1)}) * b + c^{(k+1)} \quad (2)$$

3. Pengukuran nilai similaritas dengan menggunakan *Jaccard Coefficient.*

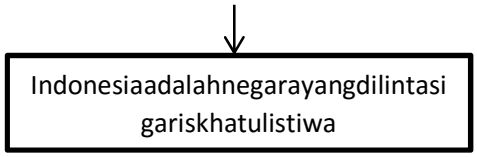
$$\text{Similaritas } (d_i\ d_j) = \frac{|w(d_i) \cap (d_j)|}{|w(d_i) \cup (d_j)|} \quad (3)$$

Dalam melakukan pendeteksian penjiplakan terdapat kebutuhan mendasar yang harus dipenuhi oleh suatu algoritma penjiplakan yaitu :*Whitespace Insensitivity, Noise Surpression,* dan *Position Independence.* Arti dari *Whitespace Insensitivity* adalah melakukan pencocokan terhadap file teks seharusnya tidak terpengaruh oleh spasi, jenis huruf (kapital atau normal), tanda baca dan sebagainya. *Noise Surpression* adalah menghindari penemuan kecocokan dengan panjang kata yang terlalu kecil atau kurang relevan, misal: ‘the’. Panjang kata yang ditengarai merupakan penjiplakan harus cukup untuk membuktikan bahwa kata-kata tersebut telah dijiplak dan bukan merupakan kata yang umum digunakan. Serta *Position Independence*, yang berarti penemuan kecocokan / kesamaan tidak harus bergantung pada posisi kata-kata. Walau tidak dalam berada posisi yang sama pencocokan juga harus dilakukan.

Pada detil bahasan berikut ditunjukkan keterkaitan antara teori-teori diatas dengan langkah-langkah yang dilakukan dalam algoritma *Winnowing*. Proses untuk menghasilkan *fingerprint*sebuah dokumen adalah sebagai berikut :

1. Membuang karakter-karakter tidak relevan seperti tanda baca.
   Contoh teks : Indonesia adalah Negara yang dilintasi garis khatulistiwa.

Indonesia adalah Negara yang dilintasi garis khatulistiwa



2. Membentuk rangkaian *k-gram* dari teks, semisal k=4. Pemotongan *k-gram* berdasarkan nilai k.
3. Membentuk rangkaian *k-gram* dari teks, semisal k=4. Pemotongan *k-gram* berdasarkan nilai k.

Dengan k=4, maka *k-gram* yang dihasilkan sebesar: 48 gram.

4. Melakukan fungsi *hash* untuk setiap *k-gram*.

indo ndon done ones nesi esia siaa iaad aada adal dala alah lahn ahne hneg nega egar gara aray raya ayan yang angd ngdi gdil dili ilin lint inta ntas tasi asig siga igar gari aris risk iskh skha khat hatu atul tuli ulis list isti stiw tiwa

154276 159841 147842 162277 160001 149598 166934 152659 142041 142382 146122 143346 156739 143002 152948 159861 148075 150181 144089 164899 144925 174101 143650 160078 150456 147098 154088 157779 154438 161628 167503 144280 167000 153399 150189 144171 165811 154951 167253 156184 151554 144538 169846 170065 157834 155051 168375 168507

Persamaan (1) adalah perhitungan fungsi hash dari algoritma *Winnowing* dengan c sebagai nilai ASCII, b sebagai nilai basis bilangan prima, dan banyak karakter k (Winangga, 2014):

$$H_{(C1\ldots CK)} = \mathrm{c1} * \mathrm{b}^{(k-1)} + \mathrm{c2} * \mathrm{b}^{(k-2)} + \cdots + c^{(k-1)} * b + ck \quad (1)$$

Untuk menghitung *hash* dari *k-gram* *c*2…*c*k+1, dapat menggunakan persamaan (2) :

$$H_{(c2\ldots ck+1)} = (H_{(c1\ldots ck)} - c1 * b^{(\mathrm{k}-1)}) * b + c^{(k+1)} \quad (2)$$

Sebagai contoh *k-gram* dari "*indo*" dengan nilai *b* = 11 dan *k* = 4memiliki nilai *hash*:

$$H_{(indo)} = ascii_{(i)} * 11^{(3)} + ascii_{(n)} * 11^{(2)} + ascii_{(d)} * 11^{(1)} + \mathrm{ascii}_{(o)} * 11^{(0)}$$

$H_{(indo)}$ = (105∗1331) + (110∗121) + (100∗11) + (111∗1) = 154276

5. Membentuk nilai ukuran *window* dari nilai-nilai *hash* dengan ukuran 4. Berikut ini adalah hasil dari *window*:

154276 159841 **147842** 162277

160001**149598** 166934 152659

142041 142382 146122 143346

156739 **143002** 152948 159861

148075 150181 **144089** 164899

144925 174101**143650** 160078

150456**147098** 154088 157779

154438 161628 167503**144280**

167000 153399 150189 **144171**

165811 154951 167253 156184

151554 **144538** 169846 170065

157834 155051 168375 168507

Kemudian *fingerprint*yang dihasilkan adalah sejumlah 15 nilai *hash* dari 15 *window* yaitu: 14784214959814204114238214612214334614300214807514408914492514365014709 8144280144171 144538.

6. Langkah kelima yaitu memilih nilai *hash* terkecil dari setiap *widow* untuk dijadikan sebagai *fingerprint.*

   Hasil *fingerprint* Teks 1 :

   [147842,2] [149598,5]

   [142041,8] [142382,9] [143002,13] [148075,16]

   [144089,18] [143650,22]

   [147098,25] [154088,26]

   [154438,28] [144280,31] [144171,35] [154951,37] [151554,40] [144538,41] [155051,45]

   Teks 2 : indonesia adalah negara yang dilintasi garis khatulistiwa atau ekuator.

   Hasil *fingerprint* Teks 2 :

   [[147842,2] [149598,5]

   [142041,8] [142382,9]

   [143002,13] [148075,16][144089,18] [143650,22][147098,25] 154088,26]

   [154438,28] [144280,31] [144171,35] [154951,37] [151554,40] [144538,41] [155051,45] [155318,48] [142217,50] [144327,51]

   [144482,53] [148762,55] [144478,58]

7. Langkah keenam yaitu pengukuran nilai similaritas dengan menggunakan *Jaccard Coefficient.*

$$\text{Similaritas } (d_i\, d_j) = \frac{|w(d_i) \cap (d_j)|}{|w(d_i) \cup (d_j)|} \quad (3)$$

S = x 100% = 73.9%

2.2 Literature Review

Penelitian yang dilakukan oleh Elegbayan (2005) membuat studi literatur tentang *Winnowing*, sebuah algoritma *fingerprint* untuk dokumen. Algoritma *winnowing* ini memilih *fingerprint* dari nilai hash, nilai *k - gram*, yang berdampingan dengan *substring* panjang k. Penelitian ini juga menunjukkan dokumen *fingerprint* dan contoh untuk menunjukkan kinerja algoritma. Dalam penelitian ini telah membahas tentang *fingerprint*, sebuah teknik perlindungan hak cipta dan contoh metodenya dengan keunggulan dan kelemahannya. Norzima mengambil dokumen *fingerprinting* sebagai sebuah kasus dan telah menunjukkan bahwa meskipun dokumen *plagiarisme* adalah yang paling sulit untuk dideteksi, ada batas tertentu ketika menggunakan hash dari *k-gram* untuk memilih dokumen *fingerprint*. Norzima juga telah menyajikan *Winnowing*, algoritma *fingerprinting* dokumen yang efisien dan cocok untuk pendeteksian similaritas dokumen.

Penelitian yang dilakukan oleh Schleimer, Wilkerson, & Aiken (2003) memperkenalkan kelas algoritma dokumen *fingerprinting* lokal, yang tampaknya untuk mengambil properti penting dari *fingerprint*. Setiap teknik terjamin untuk mendeteksi dokumen salinan. Saul membuktikan dokumen yang diuji pada kinerja algoritma lokal. Saul juga mengembangkan *Winnowing*, algoritma *fingerprint* lokal efisien, dan menunjukkan bahwa kinerja *winnowing* dalam 33% yang lebih rendah. Akhirnya, kami juga memberikan hasil percobaan pada data

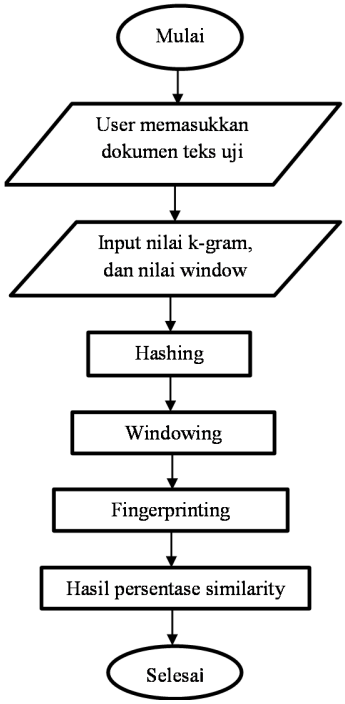
w*eb*, Pengalaman laporan dengan MOSS, dan memberikan layanan untuk pendeteksian dokumen *plagiarisme*. Penelitian ini telah mempresentasikan hal yang tidak biasa untuk batas bawah pada kompleksitas dari setiap dokumen *fingerprint* lokal algoritma. Akhirnya, kita telah membahas serangkaian eksperimen yang menunjukkan efektivitas *winnowing* data yang nyata, dan kami memiliki laporan pengalaman menggunakan *winnowing* (*Synonym Recognition*). Penelitian ini membahas tentang sistem deteksi duplikasi menggunakan algoritma *winnowing* yang outputnya berupa seperangkat nilai *hash*sebagai *fingerprint*ing dokumen yang diperoleh melalui metode *k-gram*. Masukan dari proses dokumen *fingerprinting* adalah file teks. Maka output-nya akan menjadi set nilai *hash*, yang disebut *fingerprint*.

Penelitian yang dilakukan oleh Pratama, Cahyono, &Marthasari (2011) membuat perbandingan antara file teks yang telah dimasukkan. Adanya pengakuan konsep sinonim dimaksudkan untuk dapat mengenali kata-kata yang mengandung sinonim sebagai tindakan *plagiarisme*. Mendeteksi duplikat menggunakan sinonim mendapatkan persentase lebih tinggi daripada tanpa menggunakan sinonim. Kesimpulannya adalah tindak penjiplakan dapat dilakukan dengan *modify* yang mana dengan mengubah beberapa bagian bahkan keseluruhan, yaitu dengan mengubah kata-kata dengan sinonim. Mendeteksi duplikasi menggunakan sinonim mendapatkan hasil persentase yang lebih tinggi daripada tanpa menggunakan sinonim.

3. Analisis dan Pembahasan

3.1 Rancangan Sistem yang diusulkan

Pada awal antar muka, sistem ini akan memberikan pilihan kepada user untuk memasukkan teks yang akan diuji kesamaannya. Setelah itu sistem akan menganalisis persentase kemiripan.



Gambar 1.Flowchart Alur Sistem

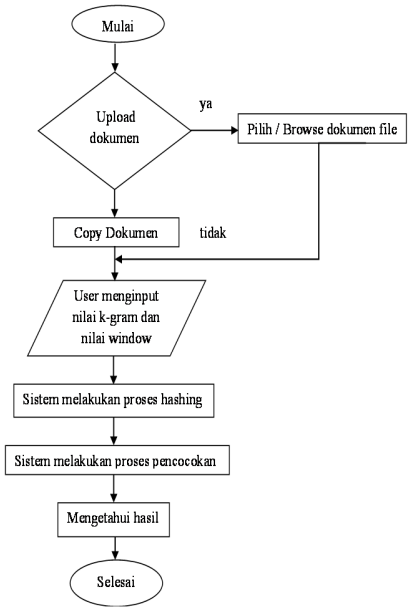
Data yang diuji dalam sistem ini adalah berupa teks. Dokumen teks dapat bertipe .txt. *Flowchart* sistem dapat dilihat pada Gambar 1.Dimulai dari user memasukkan dokumen teks uji, tahap kedua adalah user menginput nilai *k-gram* dan nilai *window*, tahap ketiga yaitu aplikasi mulai melakukan proses *hashing*, tahap keempat aplikasi melakukan proses *windowing*, tahap kelima aplikasi juga melakukan proses *fingerprinting*, lalu tahap keenam user akan mengetahui hasil *similarity* dari kedua dokumen yang telah diuji, kemudian tahap ketujuh user juga mengetahui hasil dari persentase *similarity* dua dokumen tersebut, kemudian tahap terakhir adalah *stop* untuk mengakhiri proses *flowchart*.

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini data berbentuk teks tanpa gambar. Data dokumen penelitian diambil dari internet. Dokumen latih yang digunakan merupakan hasil pengubahan dari dokumen uji dengan beberapa kondisi sebagai berikut:

1. Kategori Nihil (0%) yaitu kedua dokumen tidak terindikasi plagiat karena benar-benar berbeda baik dari segi isi dan kalimat secara keseluruhan.
2. Kategori Sedikit Kesamaan (<15%) yaitu kedua dokumen hanya mempunyai sedikit kesamaan.
3. Kategori Plagiat Sedang (15-50%) yaitu kedua dokumen terindikasi plagiat tingkat sedang.
4. Kategori Mendekati Plagiarisme (>50%) yaitu kedua Hasil uji menunjukkan lebih dari 50%, dapat dikatakan bahwa dokumen yang diuji mendekati tingkat plagiarisme.
5. Kategori Plagiarisme (100%) yaitu kedua Dokumen uji dapat dipastikan murni plagiat karena dari awal dan sampai akhir isi dokumen adalah sama.

3.2 Rancangan *User Interface*

Pada rancangan *user interface*, sistem ini akan memberikan penjelasan tentang alur kerja *user* dan sistem. *Flowchart* sistem dapat dilihat pada Gambar 2.



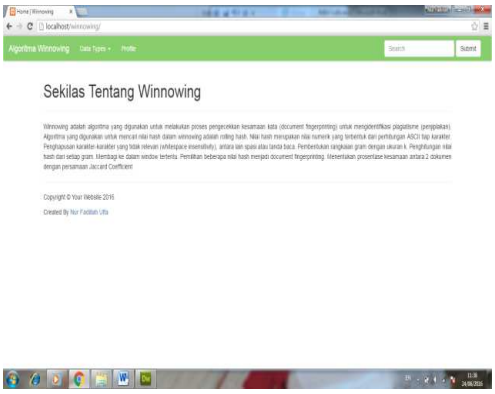
Gambar 2.Flowchart User Interface

Pada *flowchart user interface*, pertama *user* akan diberi pilihan untuk mengupload dokumen atau *copy* dokumen. Jika upload dokumen maka akan masuk pilihan atau *browse* dokumen file. Jika *copy* dokumen maka akan langsung ke tahap input nilai *k-gram* dan nilai *window*.

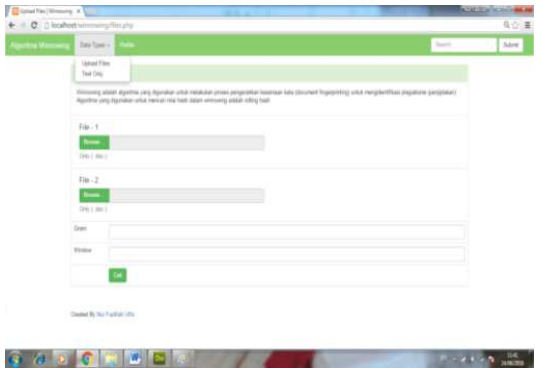
Kemudian sistem akan melakukan proses *hashing*. Lalu sistem akan melakukan proses pencocokan. Setelah itu user dapat mengetahui hasil, kemudian *user* bisa keluar dari aplikasi.

3.3 Implementasi

Tampilan aplikasi merupakan interaksi antara sistem dengan *user*. Tampilan aplikasi tidak hanya harus menarik, namun juga harus mempermudah user dalam menggunakan aplikasi tersebut. Tahap awal dalam merancang aplikasi ini yaitu membuat tampilan awal pada *website*. Tampilan awal terdiri dari sekilas tentang pengertian Algoritma *Winnowing* yang dibuat menggunakan *div tag*. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 3



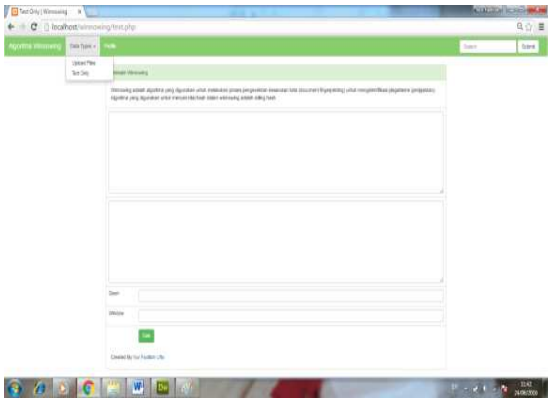
Gambar 3. Tampilan Halaman Awal



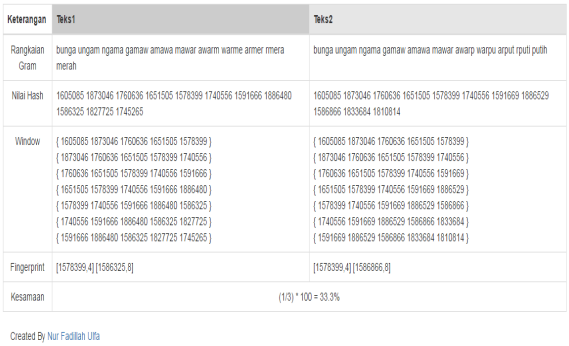
Gambar 4. Halaman Upload files

Setelah pembuatan tampilan awal *website*, selanjutnya membuat tampilan untuk *upload* dokumen dan *text only*. Pada tampilan kedua ini terdapat penjelasan tentang *winnowing* yang dibuat menggunakan *div class penel-heading* dan *div class panel-body*, kemudian tulisan file-1 dan file-2 dibuat menggunakan *div class*. Lalu tombol *browse* dibuat menggunakan *button* dan di samping tombol *browse* dibuat menggunakan label. Selanjutnya *gram* dan *window* dibuat menggunakan *div class*. Lalu tombol Cek dibuat meggunakan *button*. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 4.

Selain bisa menguji dokumen dengan cara *Upload files, website* ini juga bisa menguji dokumen dengan cara *Text only* atau *copy* ke dalam kolom *website* yang sudah tersedia. Pada tampilan di *Text only* ini terdapat penjelasan tentang *winnowing* yang dibuat menggunakan *div classpenel-heading* dan *div class panel-body*, kemudian kolom kosong yang akan di isi teks dibuat menggunakan *Text area*.Selanjutnya *gram* dan *window* dibuat menggunakan *div class*. Kolom disamping *gram* dan *window* dibuat menggunakan label. Lalu tombol Cek dibuat meggunakan button. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 5.



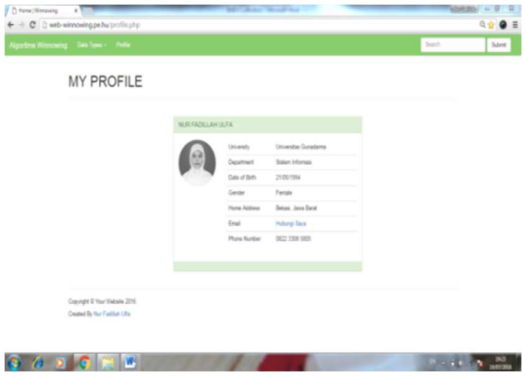
*Gambar 5.*Halaman Text only



Keterangan	Teks1	Teks2
Rangkaian Gram	bunga ungam ngama gamaw amawa mawar awarm warme armer rmera merah	bunga ungam ngama gamaw amawa mawar awarp warpu arput rputi putih
Nilai Hash	1605085 1873046 1760636 1651505 1578399 1740556 1591666 1886480 1586325 1827725 1745265	1605085 1873046 1760636 1651505 1578399 1740556 1591669 1886529 1586866 1833684 1810814
Window	{ 1605085 1873046 1760636 1651505 1578399 } { 1873046 1760636 1651505 1578399 1740556 } { 1760636 1651505 1578399 1740556 1591666 } { 1651505 1578399 1740556 1591666 1886480 } { 1578399 1740556 1591666 1886480 1586325 } { 1740556 1591666 1886480 1586325 1827725 } { 1591666 1886480 1586325 1827725 1745265 }	{ 1605085 1873046 1760636 1651505 1578399 } { 1873046 1760636 1651505 1578399 1740556 } { 1760636 1651505 1578399 1740556 1591669 } { 1651505 1578399 1740556 1591669 1886529 } { 1578399 1740556 1591669 1886529 1586866 } { 1740556 1591669 1886529 1586866 1833684 } { 1591669 1886529 1586866 1833684 1810814 }
Fingerprint	[1578399.4] [1586325.8]	[1578399.4] [1586866.8]
Kesamaan	(1/3) * 100 = 33.3%	

Created By Nur Fadilah Ulfa

*Gambar 6.*Tampilan Halaman Keterangan



Gambar 7. Halaman My Profile

Tampilan selanjutnya adalah tampilan keterangan teks 1 dan teks 2 yang sudah di uji. Tampilan keterangan ini dibuat menggunakan tabel yaitu tabel *table-bordered*. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 6

Tampilan selanjutnya adalah tampilan *My Profile*. tampilan halaman *My profile* ini terdapat penjelasan tentang data diri pembuat website. Terdiri dari tabel dan kolom-kolom berisi nama, alamat, universitas, tanggal lahir, jenis kelamin, email, dan nomor telephone. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 1. Hasil Uji Dokumen

Dokumen		k-gram	Basis	Window	Keterangan	Kategori
Dok 1 (1,41 MB)	Dok 2 (1,41 MB)	4	3	4	100%	Plagiarisme atau isi dokumen sama persis
Dok 1 (3,19 MB)	Dok 2 (3,19 MB)	3	2	3	>50%	Mendekati plagiarisme atau isi dokumen hampir sama
Dok 1 (4,20 MB)	Dok 2 (4,20 MB)	3	2	3	15-50%	Plagiat sedang, atau isi dokumen 50% sama
Dok 1 (6,30 MB)	Dok 2 (6,30 MB)	4	3	4	<15%	Isi dokumen Sedikit kesamaan
Dok 1 (10MB)	Dok 2 (10 MB)	5	4	5	0%	Tidak ada kesamaan atau isi dokumen berbeda

Pada Tabel 3 telah dilakukan perbandingan pengecekan similaritas kata pada dokumen. Dalam percobaan ini digunakan dokumen 1 dan dokumen 2. Kategori *plagiarisme* yaitu dokumen uji dapat dipastikan murni plagiat karena dari awal dan sampai akhir isi dokumen adalah sama, dilakukan percobaan dan input nilai *k-gram*=4, nilai basis (bilangan prima)=3, dan nilai *window*=4. Kategori mendekati *plagiarisme* yaitu kedua Hasil uji menunjukkan lebih dari 50%, dapat dikatakan bahwa dokumen yang diuji mendekati tingkat *plagiarisme* isi dokumen tersebut juga hampir sama. input nilai *k-gram*=3, nilai basis (bilangan prima)=2, dan nilai *window*=3.

Kategori plagiat sedang yaitu kedua dokumen terindikasi plagiat tingkat sedang isi dokumen juga 50% kesamaannya. dilakukan percobaan input nilai *k-gram*=3, nilai basis (bilangan prima)=2, dan nilai *window*=3. Kategori sedikit kesamaan yaitu kedua dokumen hanya mempunyai sedikit kesamaan. dilakukan percobaan input nilai *k-gram*=4, nilai basis (bilangan prima)=3, dan nilai *window*=4. Kategori tidak ada kesamaan yaitu kedua dokumen tidak terindikasi plagiat karena benar-benar berbeda baik dari segi isi dan kalimat secara keseluruhan. dilakukan percobaan input nilai k-gram=5, nilai basis (bilangan prima)=4, dan nilai window=5.

3.4 Perbandingan eksekusi dokumen dan waktu

Dalam menganalisis dokumen dibutuhkan uji coba perbandingan ukuran dokumen untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan aplikasi berbasis *website* ini menjalankan eksekusi *time*. Berikut ini adalah tabel hasil uji coba perbandingan ukuran dokumen dan berapa lama waktu yang digunakan.

Tabel 2. Perbandingan Eksekusi Dokumen Dan Waktu

Ukuran Dok 1	Ukuran Dok 2	K-gram	Window	Waktu
1,18 MB	1,12 MB	4	4	14 detik
2,48 MB	2,30 MB	5	5	19 detik
3,51 MB	3,08 MB	6	6	25 detik
4,61 MB	4,31 MB	7	7	42 detik
5,90 MB	5,74 MB	8	8	2 menit 10 detik
6,35 MB	6,35 MB	3	3	10 menit 48 detik
7,11 MB	7,01 MB	4	4	12 menit

				11 detik
8,45 MB	8,42 MB	5	5	14 menit 38 detik
9,06 MB	9,04 MB	4	4	16 menit 42 detik
10,9 MB	10,7 MB	3	3	18 menit 58 detik

4. Penutup

Aplikasi pendeteksian tingkat kemiripan dokumen berbasis *web* menggunakan algoritma *winnowing* telah berhasil dibangun.*Website* Algoritma *Winnowing* juga telah diunggah ke idHostinger dengan alamat www.web-*winnowing*.pe.hu pada tanggal 09 Juli 2016. Aplikasi website ini memberikan hasil berupa persentase dan keterangan bahwa kedua dokumen yang diuji termasuk plagiat atau tidak.Waktu proses untuk pendeteksian ini lebih lama jika memproses file yang cukup besar. Semakin besar nilai k-gram maka hasilnya tidak akurat. Pada hasil eksperimen pengukuran kemiripan ini disimpulkan bahwa semakin besar persentase kesamaan dokumen teks yang diuji, maka tingkat kemiripan dokumen tinggi dan tindakan tersebut dianggap plagiat. Untuk penelitian lebih lanjut diharapkan agar dokumen yang berekstensi .pdf juga bisa diproses untuk kemudahan pengguna.

Daftar Pustaka

Elbegbayan, N (2005). *Winnowing, a Document Fingerprinting Algorithm*, Department of Computer Science, Linkoping University.

Kurniawati, A, Wicaksana, I W. Simri (2008). Perbandingan Pendekatan Deteksi Plagiarism Dokumen Dalam Bahasa Inggris.*KOMMIT 2008*. Dipresentasikan pada : Seminar Ilmiah Nasional Komputer dan Sistem Intelijen, Jakarta. Jakarta :Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Gunadarma.

Mozgovoy, M. (2007). *Enhancing Computer-Aided Plagiarism Detection. (*Dissertation. Computer Science and Statistics. University of Joensuu 2007). University of Joensuu. 2007.

Hutami, R.R., Suyanto (2012). *Implementasi sistem pendeteksian plagiat pada dokumen bahasa Indonesia menggunakan Algoritma Winnowing*. (Skripsi S1, Jurusan Teknik Informatika Universitas Telkom 2012). Dari Open Library Universitas Telkom 2012.

Pratama, M.R, Cahyono, E.B, Indah Marthasari, Gita, (2011). *Aplikasi Pendeteksi Duplikasi Dokumen Teks Bahasa Indonesia Menggunakan Algoritma Winnowing Dengan Metode K-Gram Dan Synonym Recognitio.* (Skripsi S1 Jurusan Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Malang). Dari UMM Institutional Repository

Schleimer, S.. Wilkerson,D.S, & Aiken,A. (2003). Winnowing: local algorithms for document fingerprinting. *Proceedings of the 2003 ACM SIGMOD international conference on Management of data, 76-85*. Dipresentasikan pada SIGMOD international conference on Management of data. New York, NY, USA: ACM. DOI=http://dx.doi.org/10.1145/872757.872770

Winangga, M. (2014). Deteksi Plagiarisme pada Dokumen Teks Bahasa Indonesia menggunakan Algoritma Winnowing dengan Stemming. *Repositori Jurnal Mahasiswa PTIIK UB.* Jurusan Teknik Informatika Universitas Brawijaya. Diakses online: http://filkom.ub.ac.id/doro/archives/detail/DR00123201406

BiodataPenulis

Nur Fadillah Ulfa, memperoleh gelar S1 Jurusan Sistem Informasi di Universitas Gunadarma.

Metty Mustikasari, memperoleh gelar S1 Jurusan Sistem Informasi di Universitas Gunadarma. Memperoleh gelar S2 Computer Science di Curtin University Australia. memperoleh gelar S3 Jurusan Teknologi Informasi di Universitas Gunadarma. Saat ini menjadi pengajar di Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Gunadarma.

Irwan Bastian, memperoleh gelar S1 Jurusan Sistem Informasi di Universitas Gunadarma. Memperoleh gelar S2 MMSI Magister Pascasarjana di Universitas Gunadarma. Saat ini sedang menyelesaikan S3 Jurusan Teknologi Informasi di Universitas Gunadarma. Menjadi pengajar di Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Gunadarma.

SENTIMENT ANALYSIS TERHADAP ACARA TELEVISI MATA NAJWA BERDASARKAN OPINI MASYARAKAT PADA *MICROBLOGGING* TWITTER

Kelik Sussolaikah[1] , Aslan Alwi[2]
[1]Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Ponorogo, Indonesia
vielisabeth27@gmail.com
[2]Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Ponorogo, Indonesia
elangbijak4@gmail.com

Abstract

Acara televisi yang beragam disajikan di berbagai stasiun televisi memiliki tingkat kualitas yang berbeda-beda. Mata Najwa adalah salah satu acara di stasiun televisi swasta yang menyajikan topik-topik aktual dan menarik. Dan respon masyarakat terhadap acara tersebut pasti beragam. Dengan adanya opini masyarakat yang berbeda-beda, mampu menciptakan sentimen yang berbeda pula. Untuk mengetahui sentimen yang terjadi pada acara televisi Mata Najwa, penulis melakukan serangkaian proses sentiment analysis dengan menggunakan R programming dengan bersumber pada opini masyarakat pada microblogging twitter. Data twitter untuk proses sentiment analysis diperoleh dengan proses crawling data twitter dengan menggunakan R programming yang telah dikoneksikan ke dalam development twitter melalui API Twitter. Sehingga proses sentimen yang dilakukan lebih efektif dan efisien. Dengan sentiment analysis ini bisa diketahui sentimen yang terjadi adalah netral dan melihat polaritas kemunculan kata suka pada wordcloud bisa dijadikan sebagai indikator bahwa acara televisi Mata Najwa merupakan salah satu acara favorit masyarakat Indonesia

Keywords **:** *API Twitter, Crawling, Microblogging, R Programming, Sentiment Analysis*.

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang Masalah

Seiring perkembangannya, dunia pertelevisian menyajikan banyak tayangan yang menarik di antaranya acara *talkshow*, berita, komedi, sinetron dan masih banyak lagi. Salah satu stasiun televisi swasta yang menyajikan acara *talkshow* adalah Metro TV yaitu, program acara Mata Najwa. Mata Najwa merupakan salah satu program acara *talkshow* yang sangat terkenal yang dibawakan oleh Najwa Shihab. Salah satu presenter ternama di negeri ini.

Acara Mata Najwa sudah dikenal oleh masyarakat Indonesia karena selain memberikan informasi yang aktual dan topik yang sangat menarik juga menghadirkan bintang tamu yang terbaik dari mulai pemimpin negeri ini, tokoh politik maupun masyarakat umum.

Karena banyaknya program acara di televisi maka tentunya setiap program acara memiliki tingkat kualitas yang berbeda dengan program yang lainnya. Diperlukan suatu pengetahuan untuk mengetahui kualitas suatu acara televisi yang ada di Indonesia yaitu melalui respon masyarakat terhadap suatu acara tertentu.

Dalam menyampaikan pendapat, masyarakat sering menggunakan suatu media. Salah satu media sosial yang digunakan adalah Twitter. Data yang bersumber dari Twitter ini bisa dipergunakan untuk mengetahui sentimen yang terjadi dalam masyarakat, seberapa besar ketertarikan masyarakat terhadap program acara Mata Najwa. Informasi yang berupa opini dijadikan sebagai bahan referensi untuk mengetahui kualitas acara televisi.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul "*Sentiment Analysis* Terhadap Acara Televisi Mata Najwa Berdasarkan Opini Masyarakat Pada *Microblogging* Twitter".

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam *Sentiment Analysis* Terhadap Acara Televisi Mata Najwa Berdasarkan Opini Masyarakat Pada *Microblogging* Twitter adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana melakukan *sentiment analysis* menggunakan R *programming* dengan sumber *microblogging* twitter?
2. Bagaimana respon masyarakat terhadap acara televisi Mata Najwa, apakah positif, negatif ataukah netral dengan sumber data *tweet* pada *microblogging* Twitter?
3. Apakah Mata Najwa merupakan salah satu acara favorit masyarakat Indonesia?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Sumber data untuk penelitian adalah terbatas pada data opini masyarakat pada *microblogging* Twitter khususnya tentang respon masyarakat pada acara televisi Mata Najwa.
2. Penelitian adalah terbatas pada mekanisme memanen opini masyarakat melalui data *tweet* kemudian membangun algoritma untuk mengelompokkan sensitivitas opini kepada kelompok yang suka dan tidak suka acara televisi Mata Najwa berdasarkan kata kunci – kata kunci yang mewakili *sensitivitas* opini.
3. Peralatan yang digunakan untuk penelitian adalah terbatas pada penggunaan *command line* interaktif bahasa R untuk mengimplementasikan algoritma-algoritma penelitian serta visualisasinya.

1.4. Kontribusi Penelitian

Mengingat bahwa penelitian ini menggunakan bahasa R serta *command line* interaktifnya untuk melaksanakan penelitian, secara pengembangan sistem, penelitian ini berkontribusi pada algoritma sederhana yang dibangunnya untuk melakukan analisis sensitivitas terhadap *bulk* data opini tertentu (dalam hal ini data *tweet*). Algoritma sederhana ini dapat diterapkan pada suatu pengembangan sistem tertentu menggunakan bahasa apa saja. Pada bahasa R dia hanya sebagai tempat pembuatan dan pengujian algoritma. Nantinya diharapkan dapat dibuat sistem yang sesungguhnya bekerja secara mandiri dengan mesin sendiri, misal sistem yang dibangun dengan bahasa PHP.

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui cara melakukan analisis sentimen dengan R *programming.*
2. Mengetahui respon masyarakat terhadap acara televisi Mata Najwa apakah respon masyarakat positif , negatif ataukah netral.
3. Dengan melakukan *sentiment analysis* ini kita bisa mengetahui bahwa Mata Najwa adalah salah satu acara favorit bagi masyarakat.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mampu memberikan pengetahuan tentang bagaimana melakukan proses *sentiment analysis* dengan R *programming.*
2. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan serta wawasan masyarakat terhadap kualitas acara televisi yang ada di Indonesia.
3. Mampu memberikan sumbangan ide bagi stasiun televisi untuk lebih meningkatkan kualitas acara dengan mengetahui seberapa besar ketertarikan masyarakat berdasarkan opini mereka terhadap acara Mata Najwa.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Text Mining

Sejalan dengan pendapat Hizbullah (2015 : 10). *Text mining* (penambangan teks) adalah penambangan yang dilakukan oleh komputer untuk mendapatkan sesuatu yang baru, sesuatu yang tidak diketahui sebelumnya atau menemukan kembali informasi yang tersirat secara implisit, yang berasal dari informasi yang diekstrak secara otomatis dari sumber-sumber data teks yang berbeda-beda. Text mining merupakan teknik yang digunakan untuk menangani masalah klasifikasi, *clustering, information extraction dan information retrival*.

Seperti yang dikatakan oleh AR. Sentiaji (2014 : 10). *Text mining* adalah proses semi otomatis dalam melakukan ekstrasi pola di dalam *database* di mana hasil ekstraksi akan memunculkan adanya suatu pengetahuan baru yang bisa dipakai untuk pengambilan keputusan. Antara *text mining* dan *data mining* sama- sama bertujuan untuk untuk

memperoleh informasi dan pengetahuan dari sekumpulan data yang besar yang berbentuk *database*. Sedangkan keduanya berbeda dalam hal jenis data. Jika *data mining* memiliki input data dari data yang sudah terstruktur sedangkan *text mining* dimulai dengan data yang tidak terstruktur.

2.2. Analisis Sentimen

Menurut pendapat Solahudin Anwar (2015 : 7). Analisis sentimen atau *opinion mining* adalah bidang studi yang menganalisa opini , sentimen, evaluasi, sikap, dan emosi terhadap suatu entitas. Entitas tersebut dapat berupa produk, jasa, organisasi, individu, masalah, peristiwa atau sebuah topik.

Menurut pendapat Zaqisyah (2012 : 5). Analisis sentimen merupakan proses mengekstrak, mengolah data dan memahami tekstual secara otomatis sehingga mampu menghasilkan informasi sentimen yang terkandung dalam suatu kalimat opini. Dengan demikian analisis sentimen bisa dipergunakan untuk melihat kecenderungan opini terhadap sebuah masalah atau objek oleh seseorang, apakah cenderung berpandangan positif atau negative.

2.3. R-Programming

Menurut pendapat Muhammad Wiharto (2013). Bahasa R adalah suatu *software* terpadu untuk manipulasi data, simulasi, kalkulasi dan peragaan grafik. R memiliki kemampuan menganalisis data dengan sangat efektif dan dilengkapi dengan operator pengolahan array dan matriks. R juga memiliki kemampuan penampilan grafik yang sangat *sophisticated* demikian pula peragaan untuk datanya.

Sejalan dengan pendapat Anom Yudhistira (2005). R adalah suatu *software* untuk analisis statistik dan grafik yang diciptakan oleh Ross Ihaka dan Robert Gentleman. Bahasa R merupakan *software open-source* dari bahasa pemrograman S (Azola dan Harrel, 2006). Versi komersial yang berbasis bahasa S adalah S plus. Bahasa R memiliki kemampuan yang tidak kalah dangan paket-paket program pengolahan data komersial bahkan dalam beberapa hal kemampuannya lebih baik. Bahasa R mendapat sambutan yang baik dari kalangan statistikawan di seluruh dunia, akan tetapi di Indonesia bahasa R ini belum banyak dikenal.

Untuk mendapatkan *software* ini bisa diunduh pada situs resmi R di http://cran.r-project.org. Jika ingin melihat-lihat halaman utamanya web R ada di http://www.r-project.org.

3. Metode Penelitian

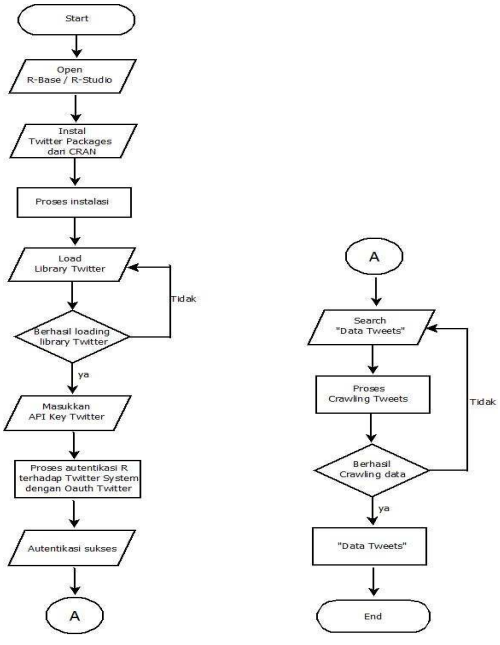
Data yang dijadikan sebagai sumber penelitian tugas akhir ini adalah kumpulan *tweets* masyarakat pada *microblogging* Twitter dengan *keyword* "Mata Najwa". Proses *crawling* data dilakukan dengan menggunakan R *programming*. Untuk bisa melakukan *crawling* data Twitter harus mendapatkan kunci dan autentikasi dari pihak Twitter.

3.1. *Crawling* Data *Tweet*

Crawling data merupakan proses untuk mendapatkan data secara langsung dari Twitter. Dalam melakukan crawling data pada tugas akhir ini menggunakan R programming. Sehingga diperlukan API Key untuk menghubungkan R dengan Twitter dan OAuth Autentifikasi untuk autentikasi R terhadap Twitter.

Langkah – langkah yang dilakukan adalah:

1. Membuka R Studio
2. Mengaktifkan *packages* Twitter
3. Memasukkan API *Key* ke dalam script
4. Setup autentikasi Twitter
5. Setelah R berhasil dalam proses autentikasi maka selanjutnya melakukan penarikan data dengan *keyword* Mata Najwa.
6. Data hasil *crawling* dapat dilihat pada jendela R *Console.*



*Gambar 1***.** Flowchart Crawling Data Tweet

3.2. *Parsing*

Parsing merupakan proses memecah dokumen menjadi beberapa bagian sehingga lebih mudah untuk dilakukan klasifikasi. Di dalam *parsing* dokumen yang sudah tersedia dipecah menjadi dua, maka terpisah antara *user* dengan komentar yang ditulis.

Adapun langkah melakukan *parsing* adalah sebagai berikut :

1. Data mentah yang sudah di peroleh melalui *crawling* Twitter, yang telah dikumpulkan dan di simpan di dalam R Base dipanggil di dalam R dan dimasukkan ke dalam matriks.
2. Proses memecah data menggunakan fungsi "strsplit". Fungsi ini akan melakukan pemecahan string berdasarkan perintah yang diberikan.
3. Perintah yang diberikan adalah memecah string berdasarkan pemisah dengan karakter : (titik dua). Sehinggga akan terpisah antara *user* dan komentar.
4. Kumpulan komentar yang sudah terpisah akan menjadi bahan untuk diklasifikasi kemudian dilakukan *sentiment analysis*.

3.3. *Klasifikasi*

Proses klasifikasi merupakan proses untuk mengklasifikasikan antara komentar positif dan negatif. Akan tetapi sebelum dilakukan klasifikasi, penulis membuat kamus sentimen terlebih dahulu. Kamus sentimen ini dimaksudkan untuk memberikan kategori terhadap kata- kata yang terdapat di dalam komentar, kata- kata yang termasuk kategori positif atau negatif. Pembuatan kamus sentimen berdasarkan analisa terhadap komentar yang tersedia dan beberapa kata yang menurut pengamatan penulis bisa dikategorikan ke dalam kamus sentimen teersebut.

3.4. Kamus Sentimen

Sebelum melakukan klasifikasi, hal yang perlu dilakukan adalah membuat kamus sentimen. Kamus sentimen merupakan kumpulan kata- kata yang dikelompokkan ke dalam kategori positif dan negatif. Fungsi dari kamus sentimen ini adalah untuk tolak ukur dalam mengkategorikan komentar dari *tweet* yang telah dikumpulkan.

Tabel 1**.** Kamus Sentimen

Kata- kata	Kategori
mbigu	Negatif
jelek	Negatif
bosan	Negatif
malas	Negatif
bosen	Negatif
kuno	Negatif
sebal	Negatif
norak	Negatif
monoton	Negatif
bodoh	Negatif
tolol	Negatif
gagal	Negatif
bermasalah	Negatif
lelet	Negatif
kurang	Negatif
susah	Negatif
lambat	Negatif
parah	Negatif
bbohong	Negatif
payah	Negatif
pintar	Positif
baik	Positif
keren	Positif
asik	Positif
ok	Positif
hebat	Positif
lancar	Positif
gampang	Positif
senang	Positif
untung	Positif
menarik	Positif
luarbiasa	Positif
indah	Positif
seru	Positif
suka	Positif
gembira	Positif
nyaman	Positif
top	Positif
sip	Positif
Berkualitas	Positif

Kamus sentimen di atas berdasarkan pemilihan kata yang biasa digunakan dalam komentar pada Twitter dan berdasarkan analisa penulis terhadap komentar hasil dari *crawling* yang telah dilakukan.

3.4. Sentiment Analysis

Kamus positif dan negatif yang sudah dimasukkan ke dalam *script* R dijalankan. Demikian juga data *tweet* yang berupa komentar dipanggil kembali dengan membuat objek baru. Setelah itu ditentukan kelas sentimen positif dan negatif dengan *script R programming* yang akan menggabungkan komentar yang masuk ke dalam kelas positif atau negatif menjadi satu dan dihitung berapa banyak kemunculannya.

Dengan beberapa *packages* yang sudah diaktifkan dan memecah string serta melakukan pencocokan kata terhadap kamus yang telah dibuat, maka *tweet* akan terdeteksi berapa banyak *tweet* yang masuk ke dalam sentimen positif dan berapa banyak data *tweet* yang masuk ke dalam sentimen negatif. Sedangkan data *tweet* yang tidak masuk pada kedua sentimen tersebut adalah netral.

Hasil proses sentimen akan ditampilkan dalam bentuk *histogram* dan *wordcloud.* Untuk bisa menampilkan plot tersebut maka perlu melakukan instal *packages* ***wordcloud*** terlebih dahulu. Sedangkan *histogram* sudah masuk secara *built-in* di dalam R base.

4. Pembahasan

Dalam *sentiment analysis* pada tugas akhir ini, data yang dipergunakan penulis adalah data yang bersumber pada *microblogging* Twitter. Untuk memperoleh data dari Twitter maka harus melakukan koneksi *framework* R terhadap *development* Twitter melalui *OAuth Authentication.* Apabila sudah terkoneksi maka bisa dilakukan *crawling* data sesuai dengan *keyword* yang diinginkan.

4.1. Hasil Crawling Tweet Dengan Keyword Mata Najwa

[1] "seringtelentang: eh aku ngeliat mba mata lho\n\xed ½\xed±¨ najwa shihab?\n\xed ½\xed±© najwa shihab?\n\xed ½\xed±¨ iya namanya Najwa Shihab\n\xed ½\xed±© udah jelas namanya Mata Najwa\n\xed ½\xed±¨ serah lo anjir\xed ½\xed¸-"

[2] "juhyeof: @jinrles aku lagi asik nonton Mata Najwa wkwk"

[3] "sekarkasih: Pantesan acara Mata Najwa 16 Maret kaya gitu ..... https://t.co/VJJUg2kgzz"

[4] "juhyeof: Mata Najwa seru bgt wkwk))"

[5] "tommydharma: Hidup ndak semudah sosote Mario Teguh. Atau quotes-nya acara Mata Najwa. Sama motivasinya I'm Possible - MetroTV https://t.co/LgQLUKvUZX"

[6] "ashimfurqoni: Saya suka video @YouTube https://t.co/EnMsKULLZd Mata Najwa 16 Maret 2016 FULL - Pertaruhan AHOK Full @ AHOK BUNGKAM NAJWA SHIHAB"

[7] "kritik_isme: Bkn gosip, sdh diceritakan Ahok d Mata Najwa https://t.co/dVnY2molLA"

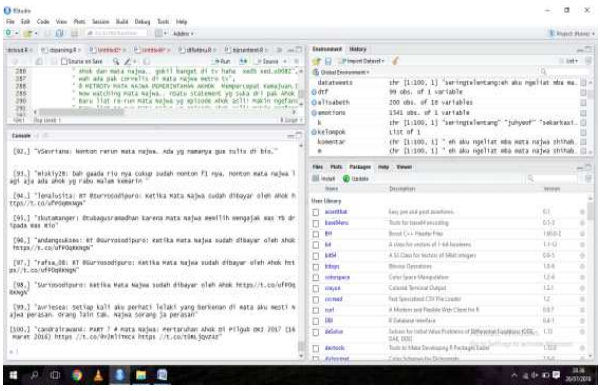
[8] "ichageuliz: @kurawa kmaren di Mata Najwa kata pak ahok 2 jt om kur.."

[9] "Dilliedane: Mata Najwa 16 Maret 2016 FULL - Pertaruhan AHOK Full @ AHOK BUNGKAM NAJWA SHIHAB https://t.co/GdANmk0gsQ"

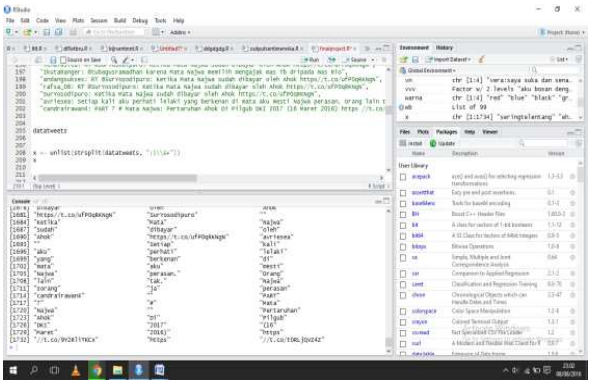
[10] "muhammadfahri94: Saya suka video @YouTube dari @pangkalantb https://t.co/0J0UqgXkCr Mata Najwa - Belajar Dari KH Ahmad Dahlan & KH Hasyim Asy'ari -"

4.2. Parsing Data Tweet

Setelah data *tweet* dijalankan pada R *programming* selanjutnya adalah data *tweet* tersebut dipecah ke dalam elemen yang lebih kecil yaitu per-kata sekaligus memisahkan tanda baca yang masih melekat pada data *tweet*..



*Gambar 2***.** Data Tweet pada R-Programming



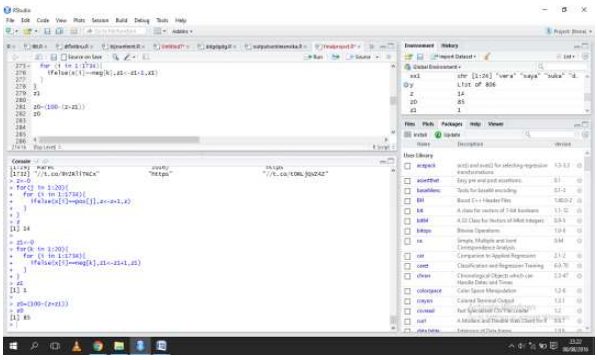
Gambar 3. Parsing Data Tweet

Dari hasil *parsing* pada gambar di atas terlihat bahwa data *tweet* telah terpecah ke dalam kata- kata dan tanda baca juga terpisah. Data tweet tersebut terpecah menjadi 1734 elemen yang kecil. Data itulah yang nanti akan dicocokkan dengan kamus sentimen positif dan kamus sentimen negatif.

4.3. Klasifikasi Data Tweet

Data *tweet* yang sudah dimasukkan ke dalam matriks selanjutnya akan diklasifikasi. Klasifikasi dokumen ini berdasarkan komentar yang sudah dikumpulkan yaitu sebanyak 100 komentar.

Klasifikasi ini dilakukan penulis dengan cara menghitung berapa banyak kata- kata hasil parsing tersebut yang masuk dalam kelas positif dan kelas negatif.



Gambar 4. Hasil Klasifikasi Dokumen

Hasil klasifikasi dokumen menunjukkan bahwa kata-kata positif sebanyak 14 buah dan kata-kata negatif hanya 1 buah dari 1734 elemen dan 100 dokumen yang dikumpulkan. Maka bisa disimpulkan bahwa kata-kata yang masuk dalam kelas netral adalah sebanyak 85 buah. Atau hasil pengurangan dari jumlah semua dokumen dikurangi kelas positif dan negatif. Dan yang tertinggi adalah netral.

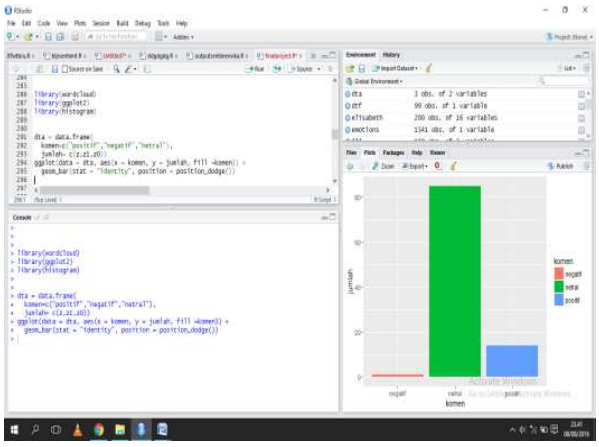
4.4. Sentiment Analysis

Setelah dilakukan *crawling* data tweet selama satu bulan secara acak dan dilakukan berbagai proses sampai proses klasifikasi selesai, maka bisa dilihat bahwa sentimen yang terjadi yaitu 85 persen adalah sentimen netral, 15 persen adalah sentimen positif dan 1 persen adalah sentimen negatif. Sehingga bisa disimpulkan bahwa sentimen yang terjadi pada acara televisi Mata Najwa adalah netral.

Sentimen yang ada digambarkan ke dalam dua bentuk visualisasi. Yaitu *histogram* dan *wordcloud*.

4.5. Visualisasi Hasil Sentimen ke Dalam *Histogram*

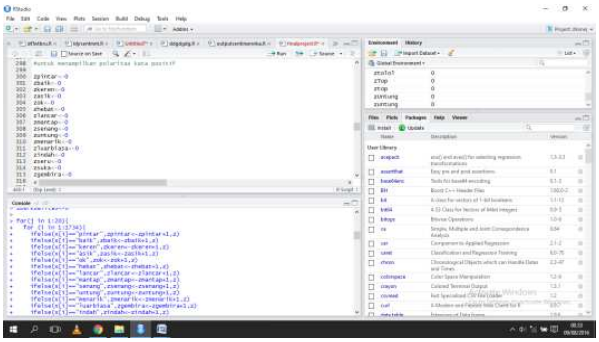
Hasil Sentimen divisualisasikan ke dalam *histogram* dengan mengaktifkan *packages* "histogram" pada R.



Gambar 5. Sentimen dalam Histogram

Dalam *histogram* tersebut terlihat bahwa nilai yang paling tinggi adalah netral sebanyak 84%, positif sebanyak 14% dan negatif sebanyak 1%.

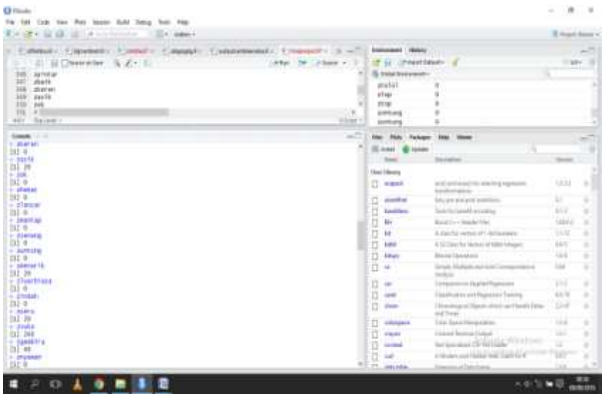
4.6. Menghitung Frekuensi Kata Positif dan Negatif



Gambar 6. Frekuensi Kata Positif

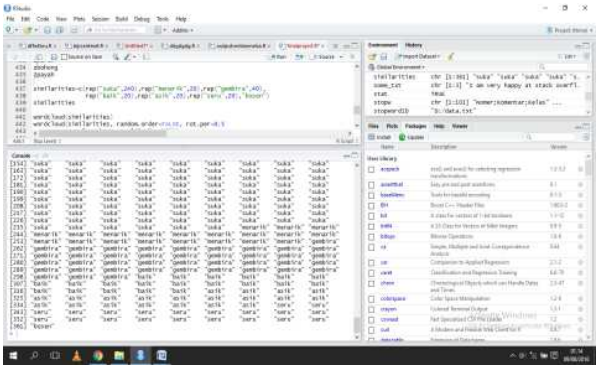
Hasil frekuensi nilai positif merupakan frekuensi kemunculan kata-kata positif yang sesuai dengan kamus sentimen yaitu sebagai berikut:

Suka=240 kali, menarik=20 kali, gembira=40 kali,baik=20 kali, asik=20 kali, seru=20 kali

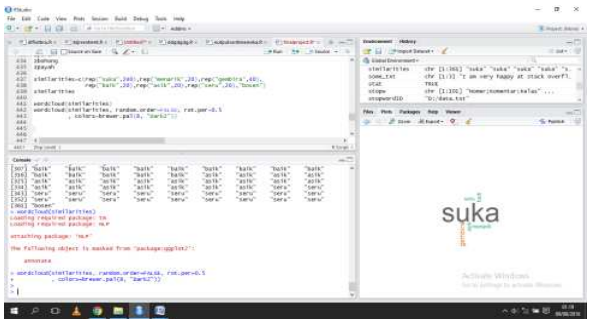


Gambar 7. Frekuensi Kata Negatif

Sedangkan untuk frekuensi kemunculan kata—kata negatif terhadap kamus sentimen adalah sebagai berikut : Bosen = 1 kali



Gambar 8. Frekuensi Positif dan Negatif



Gambar 9. Sentimen dalam *Worldcloud*

Seperti yang terlihat pada *wordcloud* di atas, kata-kata yang terlihat adalah beberapa kata yang memiliki nilai frekuensi dari yang terkecil 20 yaitu kata seru, baik, menarik dan asik, digambarkan dengan ukuran yang paling kecil. Kemudian frekuensi kata gembira digambarkan sedikit lebih besar dan berwarna merah dengan frekuensi kemunculan kata adalah 40. Dan yang terakhir adalah kata suka dengan ukuran yang paling besar merupakan kata dengan frekuensi kemunculan paling banyak yaitu 240.

Sedangkan untuk kata bosen dari kelas negatif tidak ditampilkan karena bernilai 1, di mana nilai frekuensi sangat rendah hampir mendekati nol sehingga tidak dapat ditampillkan seperti halnya kata-kata yang lain dengan nilai frekuensi nol.

Dari hasil proses *sentiment analysis* dan dengan melihat visualisasi sentimen tersebut maka bisa disimpulkan bahwa sentimen yang terjadi pada acara televisi Mata Najwa berdasarkan opini masyarakat pada *microblogging* Twitter adalah bersifat netral. Dengan rincian sebagai berikut:

Sentimen positif sebanyak : 14 % dari 100 data *tweet*
Sentimen negatif sebanyak : 1 % dari 100 data *tweet*
Sentimen netral sebanyak : 85 % dari 100 data *tweet*

Sedangkan dengan melihat polaritas kata “suka” yang muncul paling banyak pada *wordcloud* tersebut bisa menjadi indikator bahwa Mata Najwa adalah salah satu acara favorit masyarakat Indonesia. Hasil presentase ini bisa berbeda apabila data *tweet* yang digunakan dalam rentang waktu dan jumlah yang berbeda dengan yang penulis gunakan pada penelitian ini.

5. Penutup

5.1. Kesimpulan

1. *Sentiment analysis* menggunakan R *programming* dengan sumber *microblogging* Twitter dilakukan dengan serangkaian proses *crawling* data *tweet*, *parsing* dan klasifikasi terhadap kamus sentimen sehingga menghasilkan sentimen positif, negatif dan netral.
2. Berdasarkan proses *sentiment analysis* ini dan dengan melihat visualisasi yang ada maka sentimen yang terjadi pada masyarakat terhadap acara televisi Mata Najwa berdasarkan opini masyarakat pada *microblogging* Twitter adalah sentimen netral.
3. Dengan melihat polaritas kemunculan kata "suka" pada visualisasi *wordcloud* mampu menjadi indikator bahwa Mata Najwa merupakan salah satu acara televisi favorit masyarakat Indonesia.

5.2. Saran

1. Data *crawling* Twitter yang diambil lebih banyak lagi dengan durasi waktu yang lebih lama.
2. Akan lebih baik apabila dibuat suatu aplikasi khusus untuk mengambil data *tweet* secara *real time* dan langsung dilakukan *sentiment analysis*.
3. Hasil visualisasi dengan R *programming* bisa dalam bentuk yang lain, yang lebih menarik.

Daftar Pustaka

Anwar, Solahuddin. 2015. *Analisis Sentimen Pada Akun Twitter Provider Telekomunikasi.* Tugas Akhir Skripsi. Teknik Informatika Ilmu Komputer Universitas Komputer Indonesia. Bandung. Website : http://elib.unikom.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jbptunikompp-gdl-solahudina-32721&q=Anwar,%20Solahuddin.%202015.%20Analisis%20Sentimen%20Pada%20Akun%20Twitter%20Provider%20Telekomunikasi diakses 29 Juni 2016

Christian.2015."*Mengenal dan Belajar Bahasa Pemrograman*". Website : diakses 23 Mei 2016. 20:00 WIB

Crawley, MJ. 2013. *The R Book*.John Wiley and Sons Ltd. United Kingdom. Website : https://books.google.co.id/books?id=XYDl0mlH-moC&printsec=frontcover&dq=ebook+about+r&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwiRzofMmtLOAhWBRY8KHQj3BdwQ6AEIIzAA#v=onepage&q&f=false diakses 2 April 2016

Hidayatullah,2014,"*Analisis Sentimen Dan Klasifikasi Kategori Terhadap Tokoh Publik Pada Twitter*, Vol 1 No.1," website : http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/semnasif/article/view/1 16 diakses 23 November 2015

Ling, Juen, Agustus 2014, "*Analisis Sentimen Menggunakan Metode Naïve Bayes Classifier Dengan Seleksi Fitu Chi Square*".Vol 3(3), website : http://oaji.net/articles/2015/2656-1449805718.pdf diakses 23 November 2015

Biodata Penulis

Kelik Sussolaikah, S.Kom, memperoleh gelar S1 Teknik Informatika di Universitas Muhammadiyah Ponorogo tahun 2016. Saat ini menjadi asisten dosen di Universitas Muhammadiyah Ponorogo.

Aslan Alwi, S.Si., M.Cs , memperoleh gelar S1 Matematika Murni di Institut Teknologi Bandung lulus tahun 1997. Memperoleh gelar S2 Ilmu Komputer di Universitas Gadjah Mada lulus tahun 2010. Sedang kuliah S3 Ilmu Komputer di Universitas Gadjah Mada. Saat ini menjadi pengajar di Universitas Muhammadiyah Ponorogo.

SELEKSI FITUR MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI ALGORITME GENETIKA DAN *SEQUENTIAL MINIMAL OPTIMIZATION* UNTUK KLASIFIKASI HALAMAN WEB

Hendri Noviyanto[1] , Teguh Bharata Adji[2] , Noor Akhmad Setiawan[3]
[1]Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta Indonesia
nhendri0@gmail.com
[2] Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta Indonesia
adji@mti.ugm.ac.id
[3] Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta Indonesia
noorwewe@ugm.ac.id

Abstract

Klasifikasi halaman web memiliki masalah dalam pemilihan fitur yang relevan sehingga mempengaruhi nilai akurasi yang didapatkan. Masalah tersebut dapat ditangani menggunakan metode seleksi fitur. Metode seleksi fitur bekerja dengan cara mengevaluasi dan menyeleksi fitur yang relevan dan informatif dari setiap dokumen halaman web. Fitur yang dimaksud merupakan sebuah token atau kata-kata yang muncul dalam halaman web. Pada penelitian ini, metode seleksi fitur wrapper yang digunakan untuk mengkombinasikan algoritme genetika sebagai subset selection dengan pengklasifikasi sequential minimal optimization sebagai attribute evaluator. Metode yang diusulkan mampu mereduksi fitur sebesar 45.20% untuk dataset WebKb dan 42.73% untuk dataset r8. Secara keseluruhan, nilai akurasi pada proses klasifikasi halaman web juga meningkat setelah penerapan metode seleksi fitur dari 76.35% menjadi 78.05% untuk dataset webkb dan 86.47% menjadi 86.61% untuk dataset r8.

Keywords **:** *Algoritme genetika, klasifikasi halaman web, seleksi fitur, SMO, wrapper.*

1. Pendahuluan

Jumlah dokumen halaman web berkembang semakin besar. Hal ini menyebabkan pengguna mengalami kesulitan dalam menemukan halaman web yang relevan dalam pencarian. Banyaknya jumlah halaman web membutuhkan proses klasifikasi untuk mengelompokkan halaman web sesuai dengan kategorinya. Namun, banyaknya fitur pada setiap halaman web menyebabkan munculnya masalah baru, yaitu bagaimana memilih fitur yang relevan dan informatif pada setiap halaman web. Oleh karena itu, perlu diterapkan teknik seleksi fitur untuk mendapatkan fitur yang optimal dari setiap halaman web. Seleksi fitur akan mengevaluasi dan memilih fitur yang penting serta menghapus informasi yang tidak berguna, berlebihan, atau jarang muncul (Il-Seok Oh, Jin-Seon Lee, & Byung-Ro Moon, 2004). Hal tersebut dapat mengurangi jumlah data yang akan diproses, sehingga mampu mendapatkan fitur yang optimal. Fitur merupakan sebuah token atau kata-kata yang muncul dalam halaman web.

Pada klasifikasi halaman web, proses seleksi fitur membutuhkan penanganan khusus. Banyaknya fitur yang terdapat di halaman web menjadi salah satu penyebab rendahnya nilai akurasi yang didapatkan. Oleh karena itu, pada penelitian ini diterapkan sebuah teknik seleksi fitur untuk memilih fitur yang relevan dan informatif. Teknik tersebut menggunakan metode *wrapper* dengan mengkombinasikan algoritme genetika (GA) dengan algoritme *sequential minimal optimization* (SMO)

2. Tinjauan Pustaka

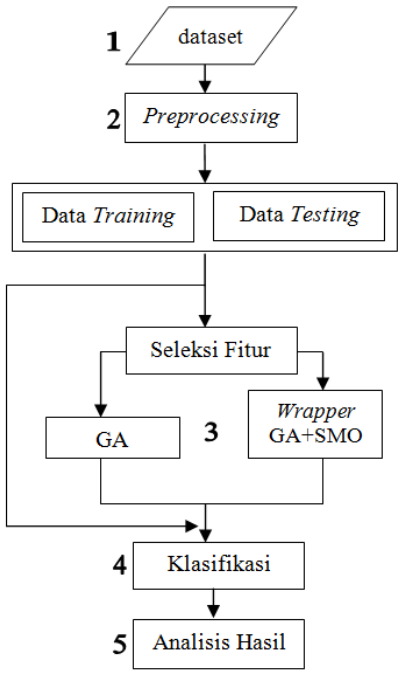
Penelitian mengenai pengklasifikasian secara lebih luas telah banyak dilakukan dalam beberapa tahun belakangan dengan menawarkan

berbagai macam teknik, metode dan algoritme yang berbeda. Penelitian (H. Ge & T. Hu, 2014), menggunakan algoritme genetika (GA) untuk melakukan proses seleksi fitur pada klasifikasi halaman web. Penelitian ini mengkombinasikan GA dengan *mutual information* (FSGM) sebagai usulan metode yang akan digunakan. Penelitian tersebut menggunakan dataset dari UCI *machine learning* yaitu *Iris, Brecan, Customer, Wine*. Setelah dilakukan seleksi fitur menggunakan metode FSGM, hasil akurasi klasifikasi yang didapatkan adalah *Iris* 100%, *Brecan* 97.5%, *Customer* 93.9%, *Wine* 98.1%. Penelitian (P. S. Tang, X. L. Tang, Z. Y. Tao, & J. P. Li, 2014) melakukan kombinasi seleksi fitur menggunakan GA dan *mutual information* (MI-GA) sama dengan penelitian (H. Ge & T. Hu, 2014). Penelitian ini membandingkan algoritme seleksi fitur seperti GA, *relief*, dan MI-GA. Hasilnya adalah MI-GA mampu mendapatkan akurasi terbaik sebesar 0.87. Dataset yang digunakan oleh (P. S. Tang et al., 2014) meliputi *Anneal, Audiology, German, Ionosphere, Sick, Sonar, Splice*, dan *Waveform*. Penelitian (S. A. Özel, 2011) menggunakan GA sebagai algoritme seleksi fitur. Penelitian ini diuji coba menggunakan beberapa algoritme pengklasifikasi seperti *Naïve Bayes Multinomial* (NBM), *k-Nearest Neighbour, dan Decision Trees*. Hasil tertinggi yang didapatkan mampu meningkatkan akurasi sebesar 96% dengan algoritme NBM. Dalam penelitian (S. A. Özel, 2011) dataset yang digunakan berasal dari WebKB dan DBLP dengan 5 kategori. Proses klasifikasi dilakukan dengan cara melakukan pembagian data *training* 75% dan *testing* 25%.

Pada penelitian ini, proses seleksi fitur yang diusulkan menggunakan metode *wrapper* yang mengkombinasikan GA dengan SMO. Pada proses yang dilakukan, GA digunakan sebagai *subset selection* dan SMO digunakan untuk *attribute evaluator*. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan proses seleksi fitur guna mendapatkan fitur yang optimal serta membandingkan efek penggunaan seleksi fitur dengan tanpa menggunakan seleksi fitur terhadap perolehan tingkat akurasi.

3. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa tahapan yang dilakukan, mulai dari proses *preprocessing* dataset yang digunakan sebagai masukan, penentuan data *training* dan *testing*, proses seleksi fitur, klasifikasi dan analisis hasil. Diagram alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian.

Berdasarkan pada Gambar 1 diatas, alur penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:

1) Dataset

Penelitian ini menggunakan sejumlah dataset yang diperoleh dari website. Dataset pertama adalah WebKB ("WebKB," 2016) dan r8 ("R52 dan R8," 2016). Jumlah Dataset yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Dataset Penelitian

Nama Dataset	Jumlah Dokumen	Jumlah Fitur	Jumlah Kategori
WebKb	2803	1002	4
R8	5485	1011	8

2) *Preprocessing*

Pada tahap ini dataset yang telah didapatkan diproses dengan tujuan untuk mendapatkan data yang bersih dari *noise* dan sesuai dengan format data masukan agar dapat digunakan sebagai data *training* dan *testing*. Pada tahap *preprocessing* metode yang digunakan meliputi *Minimal Term Frequency*,

Tokenizing, dan *Stoplist*. *Minimal Term Frequency* merupakan sebuah metode untuk menghilangkan *term* yang kurang dari nilai "*n*" ("*n*" adalah nilai masukan yang ditentukan). *Tokenizing* adalah sebuah metode untuk memisahkan sebuah kalimat menjadi sebuah *term-term* dengan tujuan memudahkan proses *learning*. *Stoplist* adalah metode yang digunakan untuk menghilangkan kata yang kurang penting dan tidak memiliki makna, contohnya : "*and*", "*or*", "*are*", dan sebagainya.

3) Seleksi Fitur

Pada tahap ini, proses seleksi fitur dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu proses dengan menggunakan GA tanpa kombinasi dan *wrapper* yang terdiri dari kombinasi GA dengan SMO. Pada metode *wrapper*, GA bekerja sebagai *subset selection*, sedangkan SMO bekerja sebagai *attribut evaluator*. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan fitur yang optimal dari dokumen halaman web.

4) Klasifikasi

Klasifikasi merupakan sebuah proses yang digunakan untuk mengelompokkan sebuah data atau dokumen ke dalam kategori yang memiliki kemiripan data.

Proses klasifikasi dilakukan sebanyak 3 kali. Hal ini digunakan untuk mendapatkan nilai akurasi dari masing-masing metode yang diterapkan. Proses pertama klasifikasi dilakukan tanpa seleksi fitur, proses klasifikasi kedua menggunakan GA, dan proses klasifikasi ketiga menggunakan metode *wrapper* yang terdiri dari GA dan SMO. Pada proses klasifikasi algoritme pengklasifikasi yang digunakan adalah *NaiveBayes*.

5) Analisis Hasil

Pada tahap ini dilakukan proses analisis terhadap skenario proses pengujian klasifikasi halaman web. Skenario pertama adalah membandingkan kinerja algoritme seleksi fitur dengan menghitung presentase keberhasilan dalam menyeleksi fitur. Skenario kedua adalah membandingkan nilai akurasi dari proses klasifikasi dengan tanpa seleksi fitur, dengan seleksi fitur GA tanpa kombinasi, dan dengan metode *wrapper*. Hasil akhir dari proses analisis dapat digunakan untuk mengambil kesimpulan apakah penggunaan seleksi fitur mampu meningkatkan nilai akurasi dari proses klasifikasi halaman web dan apakah hasil dari metode *wrapper* yang mengkombinasikan algoritme GA dan SMO lebih baik daripada algoritme GA tanpa kombinasi.

3.1. Seleksi Fitur

3.1.1 Metode Wrapper

Menurut (P. S. Tang et al., 2014) *wrapper* merupakan metode yang digunakan untuk mengevaluasi *subset* melalui proses pembelajaran. Untuk mengevaluasi *subset* metode *wrapper* perlu melatih sebuah algoritme pengklasifikasi untuk mendapatkan hasil yang bagus. Metode *wrapper* bekerja dengan menggunakan teknik *subset selection*, kemudian akan dievaluasi oleh algoritme pengklasifikasi.

3.1.2 Algoritme Genetika

Algoritme Genetika (GA) merupakan algoritme yang dikembangkan dari konsep teori evolusi makhluk hidup oleh (Goldberg & Holland, 1988). Dengan menggunakan elemen-elemen dasar dari evolusi makhluk hidup seperti reproduksi, kawin silang, dan mutasi GA mencoba mendapatkan solusi optimal dari masalah yang dihadapi (Santosa & Willy, 2011). Dalam GA prosedur pencarian nilai optimal hanya berdasarkan dari nilai fungsi tujuan, tidak ada pemakaian teknik *gradient* atau teknik kalkulus(Santosa & Willy, 2011). GA dalam kasusnya banyak digunakan untuk menyelesaikan masalah *TSP*, *VRP*, dan *crew scheduling* untuk *airline*. Namun, penelitian (S. A. Özel, 2011),(H. Ge & T. Hu, 2014),(P. S. Tang et al., 2014),(Chaikla & Qi, 1999) menggunakan GA sebagai metode seleksi fitur. Dari beberapa penelitian tersebut, hasil akurasi yang didapatkan meningkat beberapa persen sehingga mampu meningkatkan kinerja dari algoritme pengklasifikasi. Secara garis besar GA dapat di jelaskan sebagai berikut (Santosa & Willy, 2011):

1) Bangkitkan populasi awal
2) Set iterasi t =1
3) Pilih individu terbaik untuk mengantikan individu yang lain
4) Lakukan seleksi untuk memilihi induk yang akan dikawin silangkan
5) Lakukan proses kawin silang antar induk yang telah terpilih
6) Menentukan jumlah individu dalam populasi untuk proses mutasi
7) Jika belum konvergen set t = t + 1, kembali ke langkah 2.

3.1.3 Algoritme *Sequential Minimal Optimization* (SMO)

Algoritme *Sequential Minimal Optimization* (SMO) ditemukan oleh (Platt, 1998) dalam riset yang dilakukan di *microsoft*. Menurut (Platt, 1998) SMO merupakan algoritme klasifikasi yang bekerja secara sederhana dan mudah diaplikasikan. SMO dimanfaatkan untuk menutup kekurangan dari algoritme *Support Vector Machine* (SVM) pada masalah *Quadratic Programming* (QP). SMO termasuk dalam metode *Decomposition* yang bekerja berdasarkan prinsip "*Working Set*" (Fan, Chen, & Lin, 2005). Metode ini hanya mengubah beberapa *Multiplier* α_i dalam jumlah tertentu pada setiap iterasi, sementara nilai yang lainnya tetap (Santosa, 2010).Tidak seperti metode sebelumnya, SMO memilih menyelesaikan masalah kecil yang mungkin pada setiap langkahnya. Pada standart masalah QP, masalah optimasi pada algoritme SMO melibatkan dua *Lagrange Multipliers*. SMO melibatkan *Working Set* berelemen dua sehingga pencarian solusi optimal dapat dilakukan secara analitis. Hal ini tentu akan mengakibatkan jumlah iterasi semakin bertambah, akan tetapi karena waktu yang dibutuhkan dalam setiap iterasi sangat kecil maka waktu total pelatihan menjadi lebih singkat (Santosa, 2010). Secara singkat algoritme SMO bekerja sebagai berikut:

1) Temukan *lagrange multiplier* yang melanggar kondisi *karush-kuhn-tucker* (KTT) dalam optimasi.
2) Pilih *multiplier* kedua dan optimalkan pasanganya.
3) Ulangi langkah 1 dan 2 hingga konvergen. Ketika semua *lagrange multipliers* memenuhi kondisi KTT maka masalah terselesaikan.

4. Eksperimen dan Analisis

Penelitian ini menggunakan aplikasi *machine learning* WEKA (Garner, 1995) untuk proses klasifikasi. Proses klasifikasi dilakukan menggunakan algoritme pengklasifikasi *NaiveBayes*. Skema pengujian proses pembagian data *training* dan *testing* menggunakan 10-*fold cross validation*. Dataset yang digunakan bersumber dari WebKB ("WebKB," 2016) dengan jumlah 4 jumlah kategori atau *class* dan dataset r8 ("R52 dan R8," 2016) dengan jumlah 8 kategori.

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa skenario pengujian yang meliputi proses komparasi antara metode yang digunakan.

Skenario pengujian pertama pada penelitian ini meliputi komparasi metode seleksi fitur antara GA tanpa kombinasi (GA murni) dengan metode *wrapper* yang mengkombinasikan GA dengan SMO. Skenario pengujian kedua adalah proses komparasi terhadap nilai akurasi. Proses komparasi tersebut meliputi nilai akurasi yang dihasilkan pada saat tidak menggunakan metode seleksi fitur dengan pada saat menggunakan metode seleksi fitur, baik menggunakan GA maupun metode *wrapper* pada saat proses klasifikasi.

4.1. Pengujian metode seleksi fitur

Hasil pengujian metode seleksi fitur menggunakan GA dan metode *wrapper* dapat dilihat pada Tabel 2:

Tabel 2**.** Hasil Proses Seleksi Fitur

Dataset	Jumlah Fitur Awal	Seleksi Fitur %	
		GA	*Wrapper*
WebKB	1002	73.85%	45.20%
R8	1011	75.15%	42.73%

Pada Tabel 2 diatas, jumlah fitur awal adalah 1002 dan 1011. Setelah proses seleksi fitur tersebut berkurang sebesar 73.85% dan 75.15% ketika diseleksi menggunakan GA. Proses seleksi menggunakan metode wrapper mampu menyeleksi fitur sebesar 45.20% dan 42.73%. Menurut presentase yang telah didapatkan, GA mampu menyeleksi fitur lebih banyak dibandingkan dengan metode *wrapper*.

4.2. Pengujian Proses Klasifikasi

Pengujian kedua adalah mengkomparasi nilai akurasi yang didapatkan pada saat proses klasifikasi dilakukan. Hasil dari proses klasifikasi ditabelkan dan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3**.** Nilai Akurasi Hasil Proses Klasifikasi

Dataset	Tanpa Seleksi Fitur	*GA*	*Wrapper*
WebKB	76.34%	77.09%	78.05%
R8	86.47%	85.56%	86.61%

Pada Tabel 3 diatas, dapat dilihat komparasi nilai akurasi hasil proses klasifikasi. Klasifikasi pada dataset WebKB tanpa seleksi fitur memiliki nilai akurasi dengan presentase 76.34%, GA 77.09%, dan *wrapper* 78.05%. Nilai akurasi yang didapatkan meningkat mulai dari tanpa seleksi fitur, GA, dan *wrapper*. Sedangkan pada dataset r8, nilai akurasi yang didapatkan tanpa seleksi fitur 86.47%, GA 85.56%, dan *wrapper* 86.61%. Dalam pengujian dataset r8, seleksi fitur menggunakan GA mengalami penurunan nilai akurasi. Hal tersebut disebabkan karena jumlah data r8 lebih besar dan hanya memiliki fitur yang sangat sedikit sehingga menyebabkan penurunan nilai akurasi. Sedangkan pada saat penggunaan metode *wrapper* nilai akurasi tetap meningkat, meskipun hanya sedikit. Hal ini membuktikan bahwa metode yang diusulkan mampu meningkatkan nilai akurasi

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode seleksi fitur yang tepat dapat membantu meningkatkan nilai akurasi yang didapatkan dalam membantu proses klasifikasi halaman web.

Klasifikasi halaman web dengan setelah menggunakan seleksi fitur *wrapper* memiliki nilai akurasi lebih unggul daripada ketika menggunakan GA.

Daftar Pustaka

Chaikla, N., & Qi, Y. (1999). Genetic Algorithms in Feature Selection. *Computer Science and Information Management Program Asian Institute of Technology*.

Fan, R.-E., Chen, P.-H., & Lin, C.-J. (2005). Working set selection using second order information for training support vector machines. *Journal of Machine Learning Research*, *6*(Dec), 1889–1918.

Garner, S. R. (1995). Weka: The waikato environment for knowledge analysis. In *Proceedings of the New Zealand computer science research students conference* (pp. 57–64). Citeseer.

Goldberg, D. E., & Holland, J. H. (1988). Genetic Algorithms and Machine Learning. *Machine Learning*, *3*(2), 95–99.

H. Ge, & T. Hu. (2014). Genetic Algorithm for Feature Selection with Mutual Information. In *Computational Intelligence and Design (ISCID), 2014 Seventh International Symposium on* (Vol. 1, pp. 116–119). https://doi.org/10.1109/ISCID.2014.122

Il-Seok Oh, Jin-Seon Lee, & Byung-Ro Moon. (2004). Hybrid genetic algorithms for feature selection. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, *26*(11), 1424–1437. https://doi.org/10.1109/TPAMI.2004.105

Platt, J. C. (1998). Fast Training of Support Vector Machines using Sequential Minimal Optimization (pp. 42–64). USA: Microsoft Research. Retrieved from http://www.research.microsoft.com/~jplatt

P. S. Tang, X. L. Tang, Z. Y. Tao, & J. P. Li. (2014). Research on feature selection algorithm based on mutual information and genetic algorithm. In *Wavelet Active Media Technology and Information Processing (ICCWAMTIP), 2014 11th International Computer Conference on* (pp. 403–406). https://doi.org/10.1109/ICCWAMTIP.2014.7073436

R52 dan R8. (2016). Retrieved from http://csmining.org/index.php/r52-and-r8-of-reuters-21578.html

Santosa, B. (2010). Tutorial Support Vector Machine. *Teknik Idustri, ITS.[Online]. Tersedia: Http://www. Google. Co. Id/url*.

Santosa, B., & Willy, P. (2011). *Metoda Metaheuristik Konsep dan Implementasi*. Surabaya: Guna Widya.

S. A. Özel. (2011). A genetic algorithm based optimal feature selection for Web page classification. In *Innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA), 2011 International Symposium on* (pp. 282–286). https://doi.org/10.1109/INISTA.2011.5946076

WebKB. (2016). [Organisasi]. Retrieved June 10, 2016, from htpp://csmining.org/index.php/webkb.html

Biodata Penulis

Hendri Noviyanto, memperoleh gelar S1 di Universitas Muhammadiyah Surakarta. Proses menyelesaikan gelar S2 di Universitas Gadjah Mada.

Teguh Bharata Adji, memperoleh gelar S1 di Universitas Gadjah Mada. Memperoleh gelar S2 di Universitas Doshisha, Jepang. Memperoleh gelar S3 di Universitas Teknologi Petronas, Malaysia. Saat ini menjadi pengajar tetap di Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Universitas Gadjah Mada.

Noor Akhmad Setiawan, memperoleh gelar S1 di Universitas Gadjah Mada. Memperoleh gelar S2 di Universitas Gadjah Mada. Memperoleh gelar S3 di Universitas Teknologi Petronas, Malaysia. Saat ini menjadi pengajar tetap di Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Universitas Gadjah Mada.

SENTIPOL: DATASET SENTIMEN KOMENTAR PADA KAMPANYE PEMILU PRESIDEN INDONESIA 2014 DARI FACEBOOK PAGE

Antonius Rachmat[1] , Yuan Lukito[2]
[1]Program Studi Teknik Informatika, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta, Indonesia
anton@ti.ukdw.ac.id
[2]Program Studi Teknik Informatika, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta, Indonesia
yuanlukito@ti.ukdw.ac.id

Abstract

Dataset adalah sekumpulan data yang sudah diverifikasi kebenarannya dan dapat digunakan dalam penelitian sebagai sumber data yang valid. Dataset memiliki banyak jenis, namun dataset teks dan sentimen dalam Bahasa Indonesia masih jarang ditemukan. Penelitian ini akan melakukan pembangunan dataset yang dikumpulkan dari status dan komentar terhadap calon presiden Indonesia pada masa kampanye pemilu tahun 2014 dari Facebook Page. Data status dan komentar diambil dari Facebook menggunakan Facebook API untuk kemudian disimpan dalam basis data lokal. Proses berikutnya dilakukan dengan pemberian label sentimen (positif, negatif, atau netral) untuk setiap data secara crowdsourced labelling menggunakan aplikasi web secara online. Hasil akhir label pada dataset ditentukan secara otomatis menggunakan metode Weighted Majority Voting berdasarkan bobot terbesarnya. Penelitian ini telah menghasilkan dataset sejumlah 3400 komentar dari 68 status dalam format CSV dengan label positif lebih dominan daripada label negatif dan netral sehingga dapat digunakan sebagai data pembelajaran sistem supervised learning lainnya. Berdasarkan hasil validasi dengan tingkat konfiden 95%, dataset ini memiliki validitas sebesar 95.3%.. Dataset ini juga telah dicoba digunakan dalam klasifikasi sentimen analisis menggunakan metode Naïve Bayes dan Support Vector Machine dengan tingkat akurasi masing-masing 82.23% dan 84.82%.

Keywords **:** *dataset politik, pemilu 2014, komentar Facebook, analisis sentimen.*

1. Pendahuluan

Untuk dapat mengklasifikasikan data dengan teknik *data mining* yang bersifat *supervised learning*, dibutuhkan sumber data (dataset) pelatihan yang terpercaya dan valid untuk dapat digunakan sebagai sumber pembelajaran sistem. Berdasarkan kenyataan tersebut, tidak banyak *dataset* yang valid dan bisa diperoleh dengan mudah (Matsubara, Monard, & Prati, 2008), selain karena jarang ada yang membuat, proses pemberian label pada dataset juga memakan waktu yang lama seandainya dilakukan sendirian, bahkan jika dilakukan oleh pakar sekalipun. Dataset yang berasal dari media sosial lebih sulit lagi ditemukan karena sifat datanya yang sangat besar. Walaupun sifat datanya yang sangat besar kini telah muncul beberapa situs maupun penelitian yang berusaha menciptakan dan menyediakan dataset dari media sosial seperti Facebook dan Twitter seperti situs Infochimp Twitter Census (Infochimp, 2010), situs UCIrvine (Markopoulou, et.al., 2011), penelitian yang dilakukan oleh J. McAuley & J. Leskovec (2012) dan Gjorka, et.al. (2011). Beberapa penelitian di atas ternyata telah berhasil menciptakan dataset-dataset yang sudah dipublikasikan dan dapat digunakan oleh peneliti lain untuk melakukan penelitian yang berkaitan dengan *data mining*.

Dataset yang tersedia di Internet tidak banyak yang menggunakan bahasa Indonesia dan sangat jarang yang merupakan dataset bidang politik di Indonesia. Beberapa dataset yang ditemukan tentang Indonesia berupa dataset demografi (DHS, 2013), dan dataset biologi. Penelitian pembuatan dataset politik berbahasa Indonesia diperlukan

untuk menambah tersedianya dataset-dataset berbahasa Indonesia yang berkaitan dengan kondisi di Indonesia.

Metode yang selama ini digunakan dalam pembuatan dataset pelabelan adalah menggunakan tenaga pakar untuk melakukan pelabelan data. Hal ini tentu sangat sulit atau bahkan tidak mungkin dilakukan untuk dataset yang berasal dari media sosial karena jumlah datanya sangat besar yang akan membutuhkan lebih banyak pakar (dalam hal ini manusia) dan waktu yang sangat lama (Hosseini, 2012). Teknik melakukan pelabelan menggunakan banyak pelabel (*crowdsourced*) membutuhkan metode khusus, seperti metode Majority Voting (Hosseini, 2012). Metode tersebut akan digunakan dalam penelitian ini.

Dataset politik yang akan dibangun dalam penelitian ini adalah dataset yang berisi sentimen pengguna media sosial Facebook saat masa Pemilihan Umum (Pemilu) di Indonesia. Pemilu calon presiden pada tahun 2014 yang telah berlangsung tanggal 9 Juli 2014 yang lalu merupakan sebuah peristiwa baru dalam pesta demokrasi di mana hanya menyisakan 2 pasang calon presiden (capres) saja, yaitu pasangan Prabowo Subianto - Hatta Rajasa dan Joko Widodo - Yusuf Kalla. Sejak tanggal 4 Juni hingga tanggal 9 Juli 2014 masyarakat Indonesia melalui berbagai cara dan media berusaha mencari dan menyampaikan dukungan terhadap dua pasang capres melalui Facebook Pages. Pada setiap status dari capres, terdapat ribuan komentar, baik yang mendukung, menolak, netral, maupun yang tidak relevan yang dipostingkan oleh pengguna. Untuk membentuk dataset ini dibutuhkan sebuah aplikasi online yang mampu menjadi alat pelabelan berbasis *crowdsourced.*

Dari permasalahan yang telah dikemukanan sebelumnya didapat beberapa perumusan masalah sebagai berikut: (1). apakah metode *Crowdsourced Labelling* berbasis *Weightened Majority Voting* dapat menghasilkan dataset politik dari media sosial Facebook. (2). apakah dataset yang dihasilkan valid dan dapat digunakan untuk keperluan penelitian klasifikasi sentimen. Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan suatu dataset politik di Indonesia pada masa kampanye presiden tahun 2014 yang dapat dipergunakan sebagai sumber data valid dalam penelitian *supervised learning* pada sistem cerdas terapan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Media Sosial

Media Sosial adalah suatu wahana yang diciptakan berbasis komputer, biasanya berbasis Internet yang memungkinkan para penggunanya untuk menciptakan, membagikan, bertukar informasi, ide, baik dokumen, foto, atau video di dalam suatu komunitas virtual dalam jaringan. Menurut Kaplan & Haenlein (2010), sosial media didefinisikan sebagai "*a group of Internet-based applications that build on the ideological and technological foundations of Web 2.0, and that allow the creation and exchange of user-generated content*".

Media sosial berkembang sangat pesat berkat teknologi pendukungnya seperti Internet, dan web 2.0 & 3.0. Perkembangan tersebut membuat media sosial dapat dibagi-bagi berdasarkan bentuknya seperti *blog, wiki, social network, podcast, video on demand, social bookmarking*, dan berbagai macam lainnya. Facebook merupakan salah satu contoh media sosial, sedangkan Twitter merupakan contoh *blog (microblogging).* Pada prinsipnya media sosial mengandalkan unsur partisipasi aktif dari para penggunanya.

Menurut KOMINFO (2014), pengguna Internet Indonesia mencapai 82 juta orang (peringkat ke-8 dunia) dimana 95% nya menggunakan media sosial. Dari jumlah pengguna internet tersebut, 80% diantaranya adalah remaja, dengan pengguna Facebook di peringkat ke-4 besar dunia. Dengan jumlah pengguna yang sangat besar, Facebook (1.11 triliun pengguna (Statistic Brain (2014)) dan Twitter (645.750.000 pengguna (Statistic Brain (2014)) memiliki banyak sekali data yang secara implisit dapat digali lebih lanjut dengan berbagai metode *data mining.* Facebook memiliki data yang beraneka ragam bentuknya, mulai data data teks, data gambar / foto, data suara bahkan data dalam bentuk video. Dari berbagai jenis data tersebut, data teks pada Facebook yang perlu dianalisis adalah data status dan komentar yang dibuat oleh para penggunanya.

2.2. Dataset

Dataset adalah kumpulan data yang berelasi / berkaitan satu dengan lainnya dalam satu kesatuan

yang biasanya bersifat spesifik terhadap suatu kasus tertentu, misalnya dataset medikal, dataset komentar pengguna Twitter terhadap layanan Apple, dataset curah hujan selama 1 tahun, dataset pergerakan harga emas selama tahun tertentu, dan lain sebagainya. Dataset bidang medis bahkan biasanya bersifat sangat banyak, kompleks, heterogen, dan hierarkis (Hosseinkhah, Ashktorab, Veen, & Owrang, 2009). Dataset dapat direpresentasikan dalam berbagai bentuk misalnya bentuk tabel dalam basis data, bentuk matriks, bentuk teks, bentuk *Comma Separated Value* (CSV) dan sebagainya. Dataset dapat dikumpulkan dan dibentuk oleh seseorang, sekelompok atau bahkan suatu organisasi dan dipublikasikan secara online seperti misalnya situs DataHub (www.datahub.io) yang berisi berbagai macam dataset.

Dataset dipergunakan sebagai referensi data yang valid untuk suatu penelitian selanjutnya, misalnya untuk referensi data dalam pembelajaran sistem cerdas (sistem pengenalan pola, machine learning, dan lain-lain), atau juga sebagai referensi data dalam pengujian sistem otomatis seperti misalnya pada sistem klasifikasi, klasterisasi, dan sentimen analisis. Dataset yang baik memiliki ciri memiliki data yang lengkap, selalu *up to date*, bersifat konsisten dalam representasi datanya, jumlah variabelnya jelas, tidak mengandung *noise*, menarik, dan mudah dimengerti (Hosseinkhah, Ashktorab, Veen, & Owrang, 2009)

2.3. Pelabelan Data

Dalam proses pembuatan dataset untuk sistem klasifikasi, diperlukan mekanisme bagaimana agar dataset yang telah dikumpulkan memiliki label kelas yang benar. Pada kenyataanya dataset yang sudah dilabeli sangat sedikit dan sulit dicari (Matsubara, Monard, & Prati, 2008). Proses pelabelan dataset akan mudah jika datanya berjumlah sedikit dan tidak terlalu besar, namun akan sangat membutuhkan waktu yang sangat lama bahkan tidak mungkin dikerjakan sendiri jika dataset berjumlah sangat besar. Proses pelabelan data dapat dilakukan secara manual sendirian atau dikerjakan bersama-sama oleh beberapa bahkan puluhan hingga ratusan orang menggunakan teknik *crowdsourced labelling*.

2.3.1 *Crowdsourced Labelling*

Proses pemberian label pada data berukuran besar menjadi sulit atau bahkan tidak mungkin dilaksanakan dalam waktu yang singkat. Pelabelan dapat dilakukan dalam waktu lebih singkat jika jumlah pelabel semakin banyak. Salah satu teknik yang memanfaatkan banyak pelabel untuk memberi label pada data berukuran besar adalah *Crowdsourced Labelling*. Teknik pemberian label ini memiliki kemungkinan untuk menghasilkan kualitas label yang bervariasi. Tetapi dengan semakin banyak pelabel, maka kemungkinan untuk mendapatkan kualitas label yang lebih baik akan lebih besar.

Welinder dan Perona (2010) menggunakan *Crowdsourced Labelling* untuk memberi label pada sekumpulan data gambar memanfaatkan layanan Amazon Mechanical Turk. Beberapa faktor yang diteliti antara lain kualitas label dan besarnya biaya yang diperlukan.

2.3.2 *Weightening Majority Voting*

Metode pelabelan data yang selama sering ini digunakan adalah menggunakan tenaga pakar tertentu untuk melakukan pelabelan. Hal ini tentu sangat sulit atau bahkan tidak mungkin dilakukan untuk *dataset* yang berasal dari media sosial karena jumlah datanya sangat besar, maka akan membutuhkan lebih banyak pakar (dalam hal ini manusia) dan waktu yang sangat lama (Hosseini, 2012). Teknik melakukan pelabelan menggunakan banyak pelabel membutuhkan metode khusus, seperti metode *Majority Voting*, metode *Expectation Maximization* (Hosseini, 2012) Dari berbagai metode tersebut metode yang sederhana dan banyak digunakan adalah metode *Majority Voting*. Metode ini menggunakan konsep pengambilan keputusan hasil vote yang diperoleh dari jumlah terbesar dari masing-masing pilihan vote yang ada. Metode ini menggunakan rumus (1) dan (2) berikut (asumsi menggunakan 3 pelabel) (James, 1998):

$$C(X) = \text{mode}\{h_1(X), h_2(X), h_3(X)\} \quad (1)$$

Dimana:
C(X) : class/label X
h1(X) : hasil vote pelabel 1
h2 (X) : hasil vote pelabel 2
h3 (X) : hasil vote pelabel 3

Dalam perkembangannya metode Majority Vote dapat diberi bobot menjadi Majority Vote berbobot sebagai berikut:

Masukkan data ke dalam suatu label jika : (Stefano, Cioppa, & Marcelli, 2002)

$$\sum_{i=0}^{N} w_{ik} * \delta_{ik} = \max_{1 \le j \le N} \sum_{i=0}^{N} w_{ij} * \delta_{ij} \quad (2)$$

Dengan

$$\delta_{ik} = \begin{cases} 1 \; if \; E \; gives \; the \; class \; k \\ 0 \; otherwise \end{cases}$$

Dimana W_{ik} adalah bobot dan d_{ik} adalah label tertentu.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Format Dataset

Dataset yang dihasilkan akan dipublikasikan secara terbuka sehingga dapat digunakan sebagai sumber referensi penelitian-penelitian selanjutnya. Publikasi dataset akan dilakukan dalam format file teks dan file CSV (*Comma Separated Value*), yang atribut dan isi datanya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini:

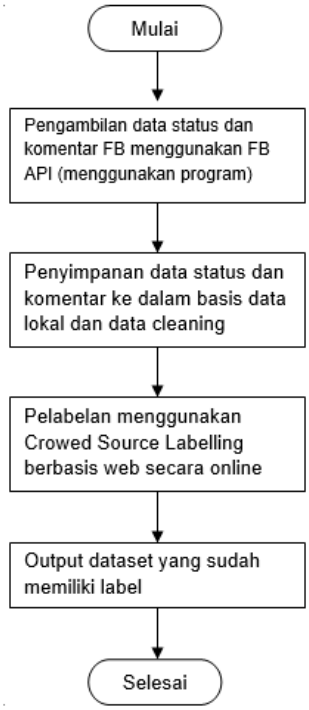
Tabel 1**.** Atribut dan Contoh Isi Dataset

Id_Status	Id_Komentar	Id_User_Komen	Komentar	Label_Sentimen
23383061178_10152076252911179	10152076252516179_10152076253441179	794948677210695	"Prabowo insya Allah jadi presiden 2014 :), yang like berarti setuju. hehe"	positif

Id_status adalah nomor unik dari dari setiap status yang dikeluarkan. Id_komentar adalah nomor unik dari suatu komentar yang dikeluarkan pada waktu tertentu oleh pengguna FB. Id_user_komen berupa nomor unik dari pengguna FB yang membuat komentar yang diberikan pada status tersebut, komentar adalah teks komentar yang diberikan, sedangkan label sentimen adalah hasil pelabelan yang sudah dihitung menggunakan *Weighted Majority Voting* berbasis *Crowdsourced Labelling.*

3.2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini dirangkum dalam Gambar 1. Dari gambar dapat dijelaskan bahwa tahap pertama adalah pembuatan program untuk mengunduh data status dan komentar dari Facebook Page yang dilakukan oleh peneliti. Tahap kedua adalah pengambilan data menggunakan program yang dibuat sehingga terkumpul data yang siap diberi label menggunakan program yang telah dihasilkan pada tahap pertama. Tahap ketiga adalah pelabelan data menggunakan aplikasi online berbasis *Crowdsourced Labelling* menggunakan metode *Weighted Majority Voting* yang dilakukan oleh pelabel secara acak. Tahap terakhir adalah melakukan validasi dataset dan menghasilkan dataset final yang telah terlabeli yang dilakukan oleh peneliti dan menghasilkan dataset final. Secara detail tahapan penelitian dijelaskan pada sub bab berikutnya.



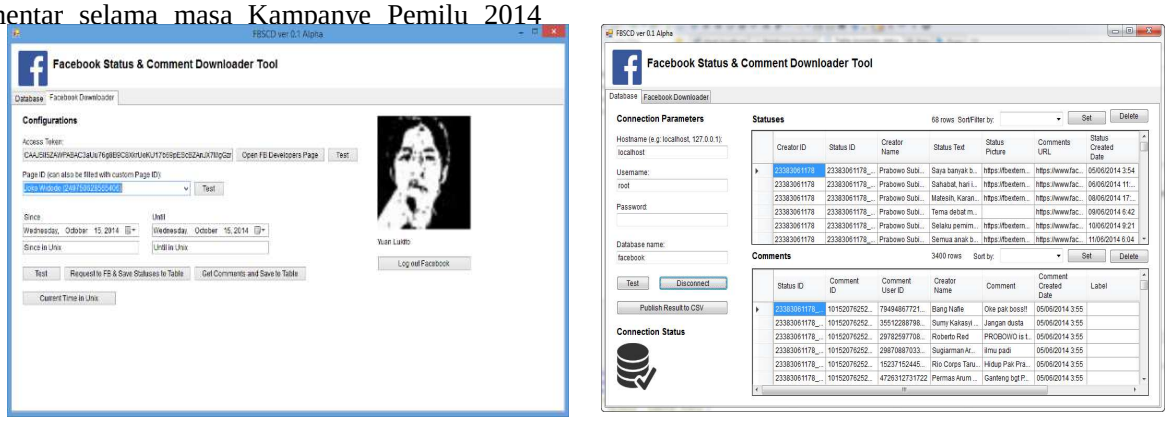
Gambar 1. Metode Penelitian.

3.2.1 Pengambilan Data

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan langsung dari Facebook Page Calon Presiden Prabowo Subianto dan Calon Presiden Joko Widodo oleh peneliti menggunakan bantuan program yang dikembangkan sendiri berbasis Facebook API. Facebook Page Prabowo Subianto diambil dari alamat: https://www.facebook.com/PrabowoSubianto dan Facebook Page Joko Widodo diambil dari alamat: https://www.facebook.com/Jokowi/ Dari kedua Facebook Page tersebut diambil Status dan Komentar selama masa Kampanye Pemilu 2014 (Juni 2014 - 9 Juli 2014). Proses pengambilannya dilakukan menggunakan Facebook Developer Key dan Facebook API yang dapat diperoleh secara gratis. Tahap pengambilan data merupakan tahap pertama penelitian seperti pada gambar 1 di atas dilakukan sebagai sebagai berikut:

1. Pengambilan data ke Facebook Page Prabowo Subianto menggunakan Query Facebook Graph Explorer: 249750628565406/posts?fields=id,message,full_picture,link,actions,created_time&limit=250&until=1404579599&since=1402074001
2. Pengambilan data ke Facebook Page Joko Widodo menggunakan Query Facebook Explorer: 23383061178/posts?fields=id,message,full_picture,link,actions,created_time&limit=250&until=1404579599&since=1402074001
3. Query untuk mengambil 50 komentar pertama tiap Page adalah: 23383061178_10152167482826179?fields=id,message,comments.limit(50){id,message,created_time,from}&limit=250
4. Pengembangan aplikasi pengambil data otamatis terdiri dari modul : login, get_statuses, get_comments, dan save to database.

Setelah aplikasi sudah selesai menyimpan data ke dalam basis data, sistem tersebut juga dapat menghasilkan output ke dalam file .CSV. Aplikasi downloader yang telah dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Aplikasi Downloader Facebook Page

3.3. Implementasi Preprocessing Data

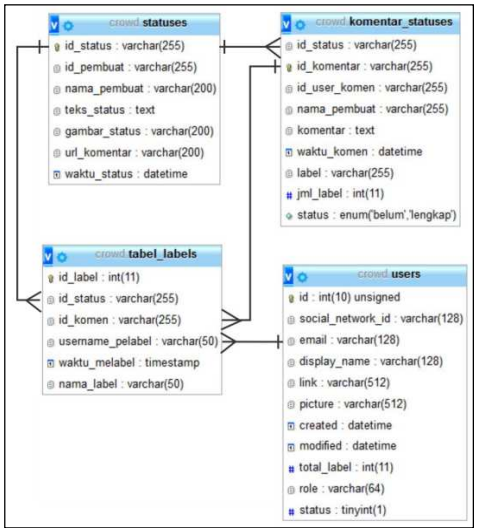
Tahap setelah pengembangan aplikasi *downloader* pengambil data status dan komentar dari Facebook Page adalah tahap implementasi preprocessing data hasil status dan komentar tersebut. Tahapan preprocessing ini dilakukan terhadap 263 status dan 65487 komentar. Tahap ini melakukan beberapa hal sebagai berikut:

1. Tahap penghapusan komentar kosong dan komentar yang hanya mengandung 1 huruf, dari 65487 komentar tersisa 58720 komentar.
2. Dari data tersebut dilakukan pengambilan data 1 status per hari dari masing-masing calon presiden Prabowo dan Jokowi dalam masa kampanye Pemilu 2014, sehingga diperoleh 68 status dan 15781 komentar. Dari data tersebut Prabowo Subianto tidak memposting status tanggal 7 Juni dan tgl 15 Juni 2014.
3. Pembuatan tabel-tabel pada basis data sebagai alat penyimpanan data untuk proses berikutnya. Tabel yang dibuat adalah statuses dan komentar.
4. Sesuai dengan skenario penelitian akan diambil 50 komentar secara acak dari 68 status menggunakan *stored procedure* pada MySQL. Dari *stored procedure* tersebut akhirnya dihasilkan 3400 komentar, sehingga hasil akhirnya adalah 68 status dan 3400 komentar.

3.4. Tahap Pengembangan Sistem Pelabelan Data

Setelah data siap digunakan, tahap ketiga seperti pada gambar 1 adalah melakukan pengembangan sistem pelabelan data *crowdsourcing* berbasis web menggunakan metode Majority Voting. Pengembangan sistem ini telah dilakukan melalui penelitian "Implementasi Crowdsourced Labelling Berbasis Web Menggunakan Metode Weighted Majority Voting" (Rachmat & Lukito, 2015). Hal-hal yang berkaitan dalam konfigurasi dan pengembangan sistem pelabelan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengembangan skema basis data yang digunakan dalam sistem pelabelan online dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema Basis Data Sistem Crowdsourced Labelling (Rachmat & Lukito, 2015).

Sistem pelabelan ini dapat diakses pada alamat http://ti.ukdw.ac.id/~crowd. Implementasi halaman muka sistem berupa sebuah halaman web yang menerima login menggunakan akun Google Mail dalam hal ini akun email @ti.ukdw.ac.id.

2. Tahap berikutnya adalah pelabelan data dimana pelabel yang telah login akan mendapat tampilan dari 1 buah status dari salah satu calon presiden secara acak dan 1 komentarnya dari pengguna Facebook. Data yang diambil merupakan data komentar dan status yang memang belum dilabeli sebanyak 5 kali oleh 5 pengguna yang berbeda dan belum dilabeli oleh pelabel yang bersangkutan. Tampilan aplikasi web saat menampilkan status dan komentar dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.

Gambar 4. Aplikasi Online Crowdsourced Labelling Status dan Komentar(Rachmat & Lukito, 2015)

Pada halaman web seperti pada gambar 4 di atas pengguna dapat memberi label, dengan memilih salah satu, yaitu positif, netral, atau negatif. Jika pengguna telah memilih salah satu label, maka sistem akan langsung melakukan validasi label dengan cara:

- Jika status dan komentar yang diberi label tersebut ternyata sudah mencapai 5 label dari 5 pelabel yang berbeda, maka sistem akan menampilkan informasi bahwa pelabelan gagal karena data sudah diberi label oleh pengguna lainnya.
- Jika status dan komentar yang diberi label memang belum diberi label oleh 5 pelabel yang berbeda maka sistem akan memberikan informasi pelabelan berhasil dan data label akan disimpan di dalam basis data yang telah dibuat sebelumnya, dan kemudian sistem akan merandom lagi untuk menampilkan data komentar baru lainnya kepada pengguna.

3. Hasil akhir pengembangan sistem pelabelan online ini adalah tahap pengujian sistem menggunakan data 300 komentar yang berasal dari 15 status Facebook Page masing-masing calon presiden, dimana dari masing-masing status tersebut diambil 10 komentar secara random sehingga total diperoleh 15 status x 10 komentar = 150 x 2 page = 300 komentar. Setelah tahap uji coba selesai dilakukan maka semua data yang telah dilabeli dapat diekspor dalam format .CSV.

3.5. Tahap Pelabelan Data Secara *Crowdsourced* Menggunakan *Weighted Majority Voting*

Setelah data siap digunakan, tahap ketiga seperti pada gambar 1 adalah melakukan pengembangan sistem pelabelan data *crowdsourcing* berbasis web menggunakan metode Majority Voting. Pengembangan sistem ini telah dilakukan melalui penelitian "Implementasi Crowdsourced Labelling Berbasis Web Menggunakan Metode Weighted Majority Voting" (Rachmat & Lukito, 2015). Hal-hal yang berkaitan dalam konfigurasi dan pengembangan sistem pelabelan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tahap 1 (3500 data komentar).
2. Tahap 2 (3500 data komentar).
3. Tahap 3 (3500 data komentar).
4. Tahap 4 (3250 data komentar).
5. Tahap 5 (3250 data komentar).

Pelabel yang akan digunakan pada tahap pelabelan ini menggunakan kriteria sebagai berikut: mahasiswa UKDW dan lulus seleksi awal pelabelan dalam bentuk pengisian soal-soal seleksi pre-test rekrutmen secara online pada alamat http://goo.gl/forms/HvTNKkLeB927414u1. Yang terpilih menjadi pelabel tetap adalah calon pelabel yang memiliki tingkat kesalahan menjawab lebih kecil dari 5 soal dari 25 soal pelabelan komentar yang diberikan.

Pada tahap pelabelan ini dapat diperoleh data sebagai berikut:

1. Tahap 1 7 April – 25 April 2016. Dikerjakan oleh 8 pelabel.
2. Tahap 2 28 April – 13 Mei 2016. Dikerjakan oleh 7 pelabel.
3. Tahap 3 18 Mei – 30 Mei 2016. Dikerjakan oleh 7 pelabel.
4. Tahap 4 6 Juni – 20 Juni 2016. Dikerjakan oleh 6 pelabel.
5. Tahap 5 15 September – 1 Oktober 2016. Dikerjakan oleh 7 pelabel.

Dari tahap pertama hingga kelima, terkumpul calon pelabel sebanyak 102 pelamar, dan total pelabel yang terpilih adalah 33 orang. Setelah selesai tahap kelima pada tanggal 1 Oktober maka terkumpulah 3400 data komentar yang telah terlabel secara final.

3.6. Kendala yang Dihadapi

Kendala-kendala yang dihadapi adalah tidak mudahnya menemukan pelabel yang mampu menyelesaikan soal-soal seleksi pre-test pelabelan dan memperoleh batas skor tertentu sebagai syarat menjadi pelabel selanjutnya. Kendala berikutnya adalah masalah sistem, ketika dataset semakin banyak maka pelabelan menjadi lambat karena sistem mendapat beban pencarian SQL ke database yang diharuskan mencari data yang belum dilabeli. Proses tersebut membutuhkan waktu yang cukup lama sehingga sistem terkesan lambat. Hal ini dapat dikurangi dengan cara mengunggah dataset secara perlahan-lahan tidak secara keseluruhan sekaligus.

3.7. Validasi Dataset

Setelah seluruh dataset dihasilkan dalam bentuk CSV, maka dataset tersebut dilakukan validasi oleh pakar (dalam hal ini penulis) untuk memastikan bahwa dataset yang dihasilkan memiliki label yang benar dan dapat dipertanggungjawabkan. Statistik data label sebelum validasi adalah 2940 positif, 337 negatif, dan 123 netral. Validasi dataset dilakukan dengan cara mengambil sampel random data dari dataset sejumlah 10% (340 data) yang terdiri dari label positif, negatif, dan netral. Dataset terebut kemudian divalidasi dengan memeriksa secara manual apakah setiap data memiliki label yang benar atau tidak, kemudian dihitung tingkat persentase kebenarannya dengan rumus jumlah benar dibagi jumlah seluruh data (340 buah) dikali 100%. Dari 340 data tersebut dihasilkan 95.3% data benar / valid, sehingga dapat dikatakan bahwa dataset ini dapat digunakan sebagai sumber data pelatihan *supervised learning* lainnya. Dataset yang dihasilkan bersifat final, tidak akan bertambah lagi karena dataset ini diambil hanya masa kampanye pemilu 2014 saja. Contoh data dan metode validasi dataset dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

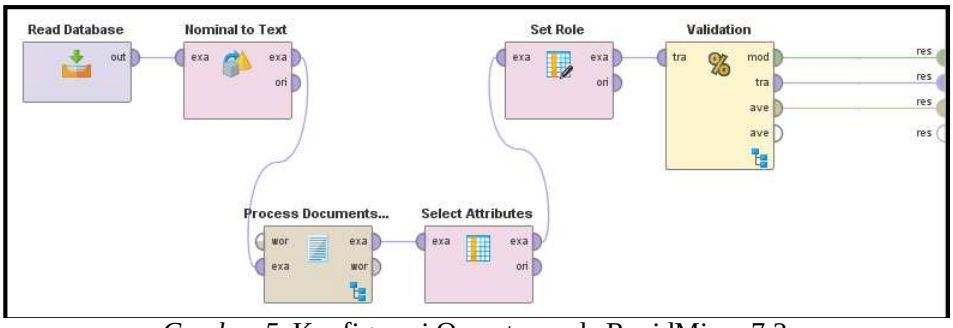
Tabel 2**.** Contoh Data dan Metode Validasi Dataset

No.	Status	Komentar	Label Sistem	Label Manual	Validasi
1.	Sahabat, hari ini saya kembali berkeliling Jawa Timur. Saya teringat kata-kata seorang pemimpin yang baik, pemimpin yang berhasil yaitu bapak Muhammad Noer (Cak Noer), gubernur Jawa Timur dari tahun 1967 sampai 1978 yang sangat legendaris dan sangat dicintai oleh rakyat Jawa Timur. Pada suatu saat ia mengatakan kepada saya, ?seorang pemimpin berhasil kalau rakyat biasa bisa tersenyum?. Dalam bahasa Jawa, ?yen wong cilik iso gumuyu maka pemimpin rakyat itu berhasil?. Itulah mimpi saya. Suatu saat rakyat Indonesia bisa saling menyapa dengan damai apapun suku, agama dan rasnya. Kita semua adalah manusia, kita semua adalah hamba Tuhan. Kita semua punya hak hidup di alam semesta ini. Kita semua bersaudara, kenapa kita harus bertikai?	KAMPANYE HARI PERTAMA | TIPS MENCOBLOS PILPRES 9 JULI 2014 1. Jika anda menyukai Prabowo, langsung coblos gambar Prabowo. 2. Jika anda membenci Prabowo,coblos gambar Prabowo sekuat tenaga, dengan kekuatan penuh, agar kebencian anda terpuaskan. 3. Jika anda menyukai hatta rajasa,silakan coblos gambar hatta rajasa. 4. Jika anda menyukai Prabowo tapi tidak menyukai hatta rajassa,coblos gambar Prabowo saja. Jangan gambar hatta rajasa 5. Jika anda menyukai hatta rajasa,tapi tidak menyukai Prabowo,coblos gambar hatta rajasa nya saja. Gambar Prabowo pandengin aja, atau kalau perlu pelototin; ?Ndesit Lu!? 6. Jika anda menyukai Jokowi dan tidak menyukai Prabowo, coblos Prabowo dengan semangat, agar kejengkelan anda terlampiaskan dan kesukaan anda pada Prabowo terpenuhi. 7. Jika anda menyukai Hatta Radjasa namun tidak menyukai Prabowo, coblos Prabowo saja, karena memang benar pendapat anda; Hatta lebih pantas jadi capres daripada Prabowo.	Positif	Positif	Valid

		8. Jika anda tidak menyukai keempatnya, coblos gambar Prabowo saja berkali-kali, asal tetap dalam frame, untuk mewakili ketidaksukaan anda terhadap keempat tokoh ini, atau nafsu golput anda terpuaskan. :p =))			
2	Tema debat malam ini, pukul 20.00 sampai 22.00 WIB adalah pembangunan demokrasi, pemerintahan yang bersih dan kepastian hukum.	jangan memaki,mengolok olok dan menghujat ya....	Positif	Netral	Tidak Valid
3.	Tema debat malam ini, pukul 20.00 sampai 22.00 WIB adalah pembangunan demokrasi, pemerintahan yang bersih dan kepastian hukum. Saya mohon doa' dan masukan dari sahabat Facebook, agar acara malam ini dapat berlangsung dengan baik, serta bermanfaat untuk demokrasi kita. Terima kasih.	Sholat belum pak,,, sholat dulu ya, och iya slamat kemaren kmpanye disolo sampe ngundang SERA mlh ga main karna ga ada yg datang. saya sebagai warga solo ketawa sampe jingkrak" karna lucu kasian penyanyinya kkkkk wkekwkwkwkwkekw JOKOWI YESSSSS, SHOLAT NO 1, PRESIDEN NO 2..!!!	Negatif	Negatif	Valid

3.8. Pengujian Dataset

Dataset yang telah divalidasi kemudian dilakukan pengujian untuk diuji coba digunakan sebagai data training klasifikasi sentimen menggunakan dua buah metode yaitu Naive Bayes dan Support Vector Machine menggunakan tool RapidMiner 7.2. Konfigurasi RapidMiner 7.2 yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 5 sebagai berikut:



Gambar 5. Konfigurasi Operator pada RapidMiner 7.2

Kemudian hasil pengujian dengan kedua metode adalah sebagai berikut:

1. Hasil Pengujian menggunakan Metode Naive Bayes:

```
Accuracy: 83.32% +/- 1.35% (mikro: 83.32%)
ConfusionMatrix:
True: positif    negatif  netral
positif:2801     296       112
negatif:102      29        8
netral:37        12        3
Classification_error: 16.68% +/- 1.35% (mikro: 16.68%)
```

2. Hasil Pengujian menggunakan Metode Support Vector Machine:

```
Accuracy: 84.82% +/- 2.31% (mikro: 84.82%)
ConfusionMatrix:
True:positif     negatif     netral
positif:2865     316          110
negatif:56       15           9
netral:19        6            4
classification_error: 15.18% +/- 2.31% (mikro: 15.18%)
```

Dari hasil pengujian menggunakan dua metode berbeda, data komentar pada dataset yang telah dibangun mampu menghasilkan tingkat akurasi yang cukup tinggi yaitu di atas 80%. Memang metode Support Vector Machine memang menghasilkan keakuratan lebih tinggai dibandingkan dengan metode Naive Bayes namun tidak terlalu besar. Terlihat pula tingkat error pada klasifikasi mencapai sekitar 15% untuk kedua metode. Karena dataset tersebut sudah terbukti dapat digunakan pada pembelajaran dan pengujian klasifikasi sentimen dengan tingkat keakuratan di atas 80%, maka dataset tersebut dapat digunakan sebagai bahan data pembelajaran sistem *supervised learning* lainnya.

4. Penutup

4.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini telah berhasil menyelesaikan pelabelan data komentar berdasarkan status calon presiden pada masa kampanye Pemilu 2014 menggunakan metode crowdsourced labelling berbasis weightened majority voting secara online. Dataset yang dihasilkan telah dapat dipublikasikan menggunakan format CSV sehingga dapat digunakan secara luas oleh peneliti lain di bidang *supervised learning*.
2. Metode *crowdsourced labelling* berbasis weighted majority voting secara online sangat tepat digunakan dalam pengembangan dataset yang memiliki jumlah data yang sangat besar karena dapat dilakukan oleh banyak orang, tidak terikat oleh waktu, dan dapat dilakukan dari manapun menggunakan Internet.
3. Metode *weightened majority voting* telah mampu mengotomatisasi keputusan pengambilan label akhir dari tiap data komentar yang dilabeli oleh banyak pelabel sekaligus.
4. Validasi dataset yang telah dilakukan menghasilkan validitas data sebesar 95.3%.
5. Dataset telah diuji coba digunakan sebagai data pelatihan klasifikasi sentimen menggunakan metode Naive Bayes dan Support Vector Machine dengan kekuratan masing-masing adalah 83.32% dan 84.82%.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ristek DIKTI atas bantuan dana dan dukungan penelitian yang telah diberikan melalui kontrak Skema Penelitian Dosen Pemula No. 009/HB-LIT/III/2016, tahun pendanaan 2016

Daftar Pustaka

DHS. (2013, September 25). Indonesia: Standard DHS. Diakses 28 Agustus 2014, dari http://dhsprogram.com/what-we-do/survey/survey-display-357.cfm

Geertzen, J. (2012). Inter-Rater Agreement with multiple raters and variables. Diakses 14 August 2014 dari https://mlnl.net/jg/software/ira/

Gjoka, M., T. Butts, C., Kurant, M., & Markopoulou, A. (2011). Multigraph Sampling of Online Social Networks. *COMMUNICATIONS,29*(1893), 1905-1905. Diakses 28 Agustus 2014, dari http://minasgjoka.com/papers/jsac11_multigraph_sampling.pdf

Hosseini, M., J. Cox, I., Mili ć –Frayling, N., Kazai, G., & Vinay, V. (2012). On Aggregating Labels from Multiple Crowd Workers to Infer Relevance of Documents. *ECIR*. Diakses 14 Agustus 2014 dari http://www0.cs.ucl.ac.uk/staff/ingemar/Content/papers/2012/ECIR2012.pdf

Hosseinkhah, F., Ashktorab, H., Veen, R., & Owrang O., M. M. (2009). Challenges in Data Mining on Medical Databases. In M. Khosrow-Pour (Ed.), *Encyclopedia of Information Science and Technology, Second Edition* (pp. 502-511). Hershey, PA: . doi:10.4018/978-1-60566-026-4.ch083

Infochimps. (2010). Twitter Census. Diakses 28 Agustus 2014, dari http://www.infochimps.com/collections/twitter-census

James, G. (1998). *Majority Vote Classifiers: Theory and Applicaitons* (Doctoral dissertation, Stanford). Retrieved from http://web.stanford.edu/~hastie/THESES/gareth_james.pdf

Kaplan, A. M., & Haenlein, M. (2010). Users of the world, unite! The challenges and opportunities of Social Media.

Business Horizons, *53*(1), 59-68. doi:10.1016/j.bushor.2009.09.003

KOMINFO. (2014). Kemkominfo: Pengguna Internet di Indonesia Capai 82 Juta. Website Resmi Kementerian Komunikasi dan Informatika RI. Retrieved 12 October 2016, from https://kominfo.go.id/content/detail/3980/kemkominfo-pengguna-internet-di-indonesia-capai-82-juta/0/berita_satker

Markopoulou, A., T. Butts, C., Kurant, M., Gjoka, M., Cici, B., & Wang, Y. (2011). Sampling Online Social Networks. Diakses 28 Agustus 2014, dari http://odysseas.calit2.uci.edu/doku.php/public:online_social_networks#facebook_social_graph_-_breadth_first_search

Matsubara, E. T., Monard, M. C., & Prati, R. C. (2008). Exploring Unclassified Texts Using Multiview Semisupervised Learning. In H. A. do Prado & E. Ferneda (Eds.), *Emerging Technologies of Text Mining* (pp. 139-161). Hershey, PA: Information Science Reference. Diakses 6 Februari 2015darihttp://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE%7CCX2657900017&v=2.1&u=idpnri&it=r&p=GVRL&sw=w&asid=e1743a115ec1f3ce6f8caf50fd6bbe9d

McAuley, J., & Lescovec, J. (2012).Learning to Discover Social Circles in Ego Networks. *NIPS*. Stanford, USA. Diakses 28 Agustus 2014 dari https://snap.stanford.edu/data/egonets-Facebook.html

Oyama, S., Baba, Y., Sakurai, Y., & Kashima, H. (2013). Accurate Integration of Crowdsourced Labels Using Workers' Self-Reported Confidence Scores. *Proceedings of the Twenty-Third International Joint Conference on Artificial Intelligence*, 2554-2560. Diakses 14 August 2014 dari http://ijcai.org/papers13/Papers/IJCAI13-376.pdf

Rachmat, A. & Lukito, Y. (2015). Implementasi Crowdsourced Labelling Berbasis Web Menggunakan Metode Weighted Majority Voting. *Ultima Infosys*, *6*(2).

Statistic Brain. (2014). Facebook Statistics. Diakses 28 Agustus 2014 dari http://www.statisticbrain.com/facebook-statistics/

Statistic Brain. (2014, July 11). Twitter Statistics. Diakses 28 Agustus 2014 dari http://www.statisticbrain.com/twitter-statistics/

Stefano, C. D., Cioppa, A. D., & Marcelli, A. (2002). An Adaptive Weighted Majority Vote Rule for Combining Multiple Classifiers. *Proceedings on Pattern Recognition. 16th International Conference*, *Vol2*, p. 192 – 195. Doi:10.1109/ICPR.2002.1048270. Diakses 5 September 2014 dari http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=1048270

Biodata Penulis

Antonius Rachmat, memperoleh gelar S1 di Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta. Memperoleh gelar S2 di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Saat ini menjadi pengajar di Prodi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.

Yuan Lukito, memperoleh gelar S1 di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Memperoleh gelar S2 di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Saat ini menjadi pengajar di Prodi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta

PEMANFAATAN SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING PADA GAME KEBUDAYAAN "RAMA SINTA"

Dyah Ayu Irawati[1], Cahya Rahmad[2], Inandiastya Herinda Putri.[3]
[1,2,3]*Program Studi Manajemen Informatika, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang*
[1]*dyah.ayu@polinema.ac,* [2]*cahya.rahmad@polinema.ac.id,* [3]*inandputri@gmail.com*

Abstrak

Indonesia memiliki keanekaragaman bentuk kebudayaan, salah satunya adalah kisah-kisah pewayangan yang memiliki pesan moral yang tersirat di setiap kisahnya. Salah satu kisah pewayangan yang ada adalah kisah Rama dan Sinta. Untuk melestarikan kisah tersebut dapat memanfaatkan perkembangan teknologi saat ini yaitu smartphone. Smartphone telah menjadi salah satu kebutuhan masyarakat, sehingga dengan memanfaatkan perkembangan teknologi tersebut maka dibuatlah permainan berbasis Android agar menjadi sebuah hiburan sekaligus memberikan pengetahuan tentang kisah Rama dan Sinta. Dalam penelitian ini dibuat permainan edukasi 2D platformer berbasis Android yang memberikan pengetahuan tentang kisah Rama dan Sinta. Dalam proses pembuatannya, permainan ini dirancang dengan menggunakan Unity Game Engine. Metode yang digunakan adalah Simple Additive Weighting yang diimplementasikan pada bos musuh setiap level dalam menentukan tingkah laku terbaik yang akan dilakukan. Hasil dari penelitian ini yaitu game Rama Sinta memiliki tampilan gameplay yang menarik dan membuat proses pengetahuan tentang kisah Rama dan Sinta dengan sangat menyenangkan sehingga user dapat mengetahui kisahnya dengan jelas, hal ini dapat dilihat dari prosentasi jawaban setiap pengguna atau responden terhadap pertanyaan kuisioner.

Kata Kunci: *Kisah Rama Sinta, Permainan 2D Platformer, Android, Unity Game Engine, Simple Additive Weighting.*

1. Pendahuluan

Kisah-kisah pewayangan yang ada di daerah Jawa menceritakan sejarah dan juga terdapat pesan moral yang tersirat di setiap kisahnya. Salah satu kisah pewayangan yang ada adalah kisah Rama dan Sinta. Sebagai salah satu bagian dari kebudayaan Indonesia, kisah Rama dan Sinta perlu dilestarikan. Pelestarian yang dapat dilakukan salah satunya dengan memanfaatkan perkembangan teknologi. Perkembangan teknologi saat ini memungkinkan pembuatan media edukasi masyarakat yang dapat digunakan tanpa ada keterbatasan tempat dan waktu. Salah satu teknologi yang dapat dibangun adalah *game*. Pemanfaatan *game* sebagai sarana edukasi dapat diterapkan pada teknologi yang banyak digunakan saat ini, yaitu *mobile phone*. *Mobile phone* berbasis Android memiliki banyak fitur-fitur pendukung, sehingga *game* berbasis Android dapat berkembang pesat.

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka perlu dibangun sebuah *game platformer* berbasis Android yang menceritakan kisah Rama dan Sinta, sehingga *user* selain mendapatkan *game* sebagai hiburan juga mendapatkan edukasi
sejarah dan pesan moralnya.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang dapat diuraikan adalah bagaimana merancang dan membangun aplikasi *game* edukasi *platformer* "Rama Sinta" berbasis Android sehingga dapat menyampaikan nilai edukasi salah satu kebudayaan Indonesia.

Tujuan pembuatan *game* ini adalah untuk memberikan pengetahuan tentang salah satu kisah Ramayana yaitu Rama dan Sinta, dan dikemas dalam bentuk *game platformer*. Terdapat prolog dan epilog *game* yang menjelaskan kisah Rama Sinta dalam bentuk cerita bergambar, serta mengembangkan *game* yang edukatif.

Agar pembahasan lebih terarah, maka dibuat batasan-batasan pembahasan masalah, yaitu :

1. Kisah pewayangan yang diambil tentang Rama dan Sinta
2. *Game* berformat 2D
3. *Game* ini dirancang untuk Android
4. *Game* dikendalikan oleh satu pengguna / *single player*
5. *Game* dibangun menggunakan *Unity Game Engine*
6. Metode yang digunakan yaitu *Simple Additive Weighting* (SAW)

2. Metodologi Penelitian

Dalam metode penelitian ini akan menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan untuk merancang *Game Rama Sinta* sebagai berikut :

1. Metode Pengambilan Data

Tahap pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Studi Literatur. Studi literatur merupakan cara menyelesaikan persoalan dengan menelusuri sumber-sumber tulisan yang pernah dibuat sebelumnya.

2. Metode Pengembangan

Metodologi pengembangan Game Rama Sinta mengacu pada Metode Pengembangan Multimedia menurut Sutopo (2003). Pengembangan multimedia terdiri dari 6 tahapan, yaitu konsep, perancangan, proses pengumpulan bahan, pembuatan, pengujian dan distribusi.

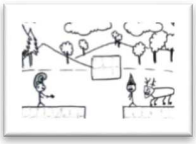
a. Konsep

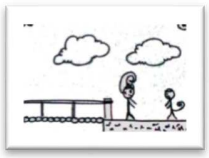
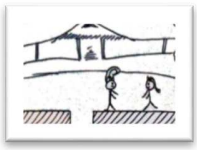
Game 2D ini bergenre *shooting platformer* dan merupakan *game* edukatif yang bertujuan untuk menyampaikan salah satu kisah pewayangan. Kisah pewayangan yang akan diambil adalah kisah Rama dan Sinta dan akan dikemas dengan bentuk cerita bergambar. *Game* ini memiliki misi untuk menyelamatkan Sinta dari sekapan Rahwana.

b. Perancangan

Berdasarkan tema yang diambil yaitu tentang kisah Rama dan Sinta, maka dibuatlah judul Rancang Bangun *Game* Edukasi *Platformer* "Rama Sinta" berbasis Android. Proses pada tahap ini juga meliputi perancangan karakter dan latar belakang yang akan digunakan. Adapun karakter yang terdapat dalam *game* meliputi : 1 *player*, 3 jenis musuh pendukung dan 3 jenis musuh utama yang ditempatkan berbeda di setiap level. Latar belakang yang akan digunakan meliputi : Hutan, jembatan Situbanda yang digambarkan jembatan batu diatas laut, dan kerajaan Alengka.

Tabel 1. Storyboard

Gambar	Keterangan
	Menu Awal Pada menu awal ditunjukkan beberapa pilihan menu yang dapat diakses oleh player, yaitu Main, Pengaturan, Kredit
	Prolog (Narasi awal cerita)
	Level 1 Pada level 1 ini, Rama akan berhadapan dengan musuh dan menyerang. **Musuh :** 1. Prajurit 2. Bos level 1- Marica **Action :** 1.Tidak dapat menyerang 2.Dapat menyerang Latar Belakang : Hutan
	Level 1 – meningkatakan kualitas senjata Pada level ini, Rama akan bertemu dengan burung Jatayu dan mendapatkan peningkatan kualitas senjata untuk menyerang pada level selanjutnya.
	Level 2 Pada level 2 ini, Rama akan berhadapan dengan musuh dan menyerang. Terdapat beberapa item rintangan **Musuh :** 1. Prajurit 2. Bos level 2- Indrajit

	Action : 1.Dapat menyerang 2.Dapat menyerang Latar Belakang : Jembatan Situbanda
	Level 2 – meningkatakan kualitas senjata Pada level ini, Rama akan bertemu dengan Hanuman dan mendapatkan peningkatan kualitas senjata untuk menyerang pada level selanjutnya.
	Level 3 Pada level 3 ini, Rama akan berhadapan dengan musuh dan menyerang. Serta terdapat item rintangan. **Musuh :** 1. Prajurit 2. Bos level 3- Rahwana **Action :** 1.Dapat menyerang 2.Dapat menyerang dan memiliki imunitas yang lebih kebal Latar Belakang : Kerajaan Alengka
	Level 3 – Misi selesai Pada level ini, Rama telah menyelesaikan permainan game sehingga Rama dapat bertemu kembali dengan Sinta.
	Epilog (Narasi Akhir Cerita)

Setelah proses-proses diatas selesai, maka proses yang akan dilakukan selanjutnya adalah pemodelan karakter 2D, pemodelan latar belakang 2D, pembuatan animasi karakter, penulisan *source code game,* serta implementasi kecerdasan buatan yang akan dimasukkan pada musuh utama *game.* Salah satu unsur yang berperan penting dalam sebuah *game* adalah kecerdasan buatan. Dalam sebuah *game*, perilaku NPC dipengaruhi oleh atribut fisik yang dimiliki oleh setiap karakter NPC. Menurut Mascharenhas dalam tulisannya menyebutkan atribut fisik pada karakter bermacam-macam sesuai dengan jenis *game*. Akan tetapi ada beberapa atribut standar yang selalu digunakan dalam *game*. Atribut tersebut adalah :

a. *Power* / kekuatan fisik
b. *Vitality* / jumlah nyawa
c. *Agility* / ketangkasan

Maka dari itu, agar musuh lebih cerdas dan tidak mudah untuk dikalahkan maka dibutuhkan Sistem Pembuat Keputusan (SPK) untuk menentukan tingkah laku musuh dalam sebuah *game.* Salah satu metode dalam SPK yang dapat digunakan adalah *Simple Additive Weighting*(SAW).

Metode *Simple Additive Weighting* (SAW) sering juga dikenal istilah metode penjumlahan terbobot. Konsep dasar metode SAW adalah mencari penjumlahan terbobot dari rating kinerja pada setiap alternatif pada semua atribut (Pahlevy. 2010).

$$r_{ij} = \begin{cases} \dfrac{x_{ij}}{Max_i\, x_{ij}} & jika \text{ j adalah atribut keuntungan (benefit)} \\ \dfrac{Min_i\, x_{ij}}{x_{ij}} & \text{jika j adalah atribut biaya (cost)} \end{cases}$$

Implementasi tingkah laku bos musuh terhadap pemain menggunakan *cost* pada metode *Simple Additive Weighting*, berikut adalah tabel penyelesaian metodenya.

Tabel 2. Bobot Setiap Kriteria

Kriteria						
C1	C2	C3	2	2	2
			3	2	2
1	1	1	1	2	3
2	1	1	2	2	3
3	1	1	3	2	3
1	1	2	1	3	1
2	1	2	2	3	1
3	1	2	3	3	1
1	1	3	1	3	2
2	1	3	2	3	2
3	1	3	3	3	2
1	2	1	1	3	3
2	2	1	2	3	3
3	2	1	3	3	3
1	2	2	MIN	**1**	**1**	**1**

Tabel 2 merupakan bobot pada setiap kriteria, dimana kriteria dibagi menjadi 3 yaitu C1, C2, dan C3.

Tabel 3. Tabel Penyelesaian *Simple Additive Weighting*

Kriteria/ Alternatif	Bobot	*Decision*
playerHealthN	0.3	*playerHealthN* x 0.3
enemyHealthN	0.5	*enemyHealthN* x 0.5
distanceN	0.2	*distanceN* x 0.2
SUM	1	(*playerHealthN* x 0.3) + (*enemyHealthN* x 0.5) + (*distanceN* x 0.2)

Tabel 3 merupakan tabel penyelesaian dari metode *Simple Additive Weighting.* Dengan cara kriteria dibagi dengan alternatif maka akan menghasilkan normalisasi dari setiap kriteria.

c. Proses Pengumpulan Data

Material Collecting (proses pengumpulan bahan) adalah tahap dimana pengumpulan bahan yang sesuai dengan kebutuhan dilakukan. Bahan-bahan tersebut antara lain adalah gambar, audio, animasi, tombol.

d. Pembuatan

Proses pembuatan adalah membuat karakter *game, asset* yang diperlukan seperti senjata, jebakan dan audio, serta latar belakang dari tiap *scene*. Dari bahan-bahan yang sudah tersedia dikumpulkan menjadi satu kemudian di olah di Unity *game engine*. Pada menu utama *game* terdapat beberapa menu diantaranya menu bermain, pengaturan, dan kredit.

Gambar 1. Menu Utama *Game*

Di prolog berisi cerita awal sebelum Sinta diculik oleh Rahwana. Ditampilkan dalam bentuk gambar dan teks yang berisi kisah.

Gambar 2. Prolog *Game*

Metode *Simple Additive Weighting* di implementasikan pada bos musuh setiap level dalam menentukan tingkah laku terbaik yang akan dilakukan. Terdapat 3 alternatif tingkah laku, yaitu *Attack1, Defense, Attack2.*

Level 1 berlatar belakang hutan dan bos musuh berbentuk kijang emas. Bos musuh menampilkan *Defense* sebagai tingkah laku terbaik berdasarkan perhitungan.

Gambar 3. Level 1

Level 2 berlatar belakang jembatan Situbanda dan bos musuh berbentuk raksasa Indrajit. Bos musuh menampilkan *Attack1* sebagai tingkah laku terbaik berdasarkan perhitungan.

Gambar 4. Level 2

Level 3 berlatar belakang kerajaan Alengka dan bos musuh berbentuk raksasa Rahwana. Bos musuh menampilkan *Attack2* sebagai tingkah laku terbaik berdasarkan perhitungan.

Gambar 5. Pengacakan di Level 2

Pada akhir *game*, akan tampil epilog berisi cerita Sinta telah berhasil diselamatkan oleh Rama dari sekapan Rahwana.

Gambar 6. Epilog

e. Pengujian

Testing atau pengujian adalah tahap pengujian aplikasi. *Game* "Rama Sinta" menggunakan metode testing *alpha* dan *betha.*

Pengujian Alpha merupakan pengujian fungsional yang digunakan untuk menguji sistem yang telah dibuat dengan metode pengujian *Black Box.*

Pengujian Betha merupakan pengujian yang dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui sejauh mana kualitas sistem. Untuk itu dalam pengujian Betha dilakukan penelitian terhadap responden atau calon pengguna sistem dengan melakukan pengumpulan data menggunakan kuesioner atau angket.

Dengan daftar pertanyaan sebagai berikut :

1. Apakah tampilan prolog dan epilog menarik?
2. Apakah prolog dan epilog dalam *game* memberikan pengetahuan tentang kisah Rama dan Sinta?
3. Apakah tampilan *gameplay* secara umum menarik?
4. Apakah dengan adanya penjelasan sebelum memasuki level selanjutnya dapat memberikan pengetahuan tentang latar belakang yang ditampilkan?
5. Apakah tombol arah / *controller* pada *gameplay* dapat dimainkan dengan mudah?
6. Apakah tingkat kesulitan dalam bermain sudah sesuai dengan tingkatan level?
7. Apakah dengan *game* ini membuat proses pembelajaran tentang kisah Rama Sinta lebih menyenangkan?

Menggunakan skala jawaban 1 = Sangat Tidak Setuju, 2 = Kurang Setuju, 3 = Cukup, 4 = Setuju, 5 = Sangat Setuju. Berikut hasil pengujan *Betha*

dengan kuesioner di atas, yang diberikan kepada 10 orang rentang usia 10-22 tahun.

Tabel 4. Hasil Kuesioner

Nomor Soal	Hasil Skala	Presentase
1	Setuju	80%
2	Setuju	40%
3	Setuju	50%
4	Setuju	60%
5	Sangat Setuju	50%
6	Setuju	50%
7	Sangat Setuju	80%

Setelah dilakukan perhitungan pada kuisioner, maka dapat disimpulkan hasil presentase pada setiap pertanyaan yang dapat dilihat pada tabel 4.

f. Distribusi

Distribusi adalah tahapan di mana aplikasi disimpan dalam suatu media penyimpanan. *Game* Rama Sinta akan didistribusikan ke *Play Store*.

3. Kesimpuan Dan Saran

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian *alpha* dapat ditarik kesimpulan bahwa permainan berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Sedangkan dalam pengujian *betha*, *Game* Rama Sinta memiliki tampilan *gameplay* yang menarik dan membuat proses pengetahuan tentang kisah Rama dan Sinta dengan sangat menyenangkan hal ini dapat dilihat dari prosentasi jawaban setiap pengguna atau responden terhadap pertanyaan yang diajukan.

2. Saran

Permainan ini bermanfaat sebagai media pengetahuan yang menyenangkan, namun masih ditemukan kelemahan dalam aplikasi ini, yaitu letak *controller* yang tidak dapat diatur sesuai dengan keinginan pemain dan kurang detailnya cerita prolog ,epilog dan pengetahuan pada akhir level. Diharapkan nantinya akan ada pengembangan fitur pengaturan *controller* agar permainan dapat dengan lebih mudah dimainkan.

Daftar Pustaka

Fithratu Al Laili, Chalimi. (2015): *Rancang Bangun Video Game Third Person Shooter 3D Monster Boat Attack*. Malang: Politeknik Negeri Malang

Sastrowardojo,Trajono. 1987. Rama dan Sinta. Jakarta: Balai Pustaka

Vivi Kuswidyawati, Erlinda dan Santoso, Galih. (2012): *Perancangan dan Pembuatan Game Desktop Rama dan Sinta*. Malang:Politeknik Negeri Malang

Biodata Penulis

Dyah Ayu Irawati , memperoleh gelar S1 di Universitas Pembangunan Veteran Yogyakarta. Memperoleh gelar S2 di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Saat ini menjadi pengajar di Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang.

Cahya Rahmad , memperoleh gelar S1 di Universitas Brawijaya Malang. Memperoleh gelar S2 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Memperoleh gelas S3 di Saga University Jepang. Saat ini menjadi pengajar di Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Malang.

Inandiastya Herinda Putri , memperoleh gelar D4 di Politeknik Negeri Malang.

RESTORASI CITRA MENGGUNAKAN SVD DENGAN MATRIKS DISTRIBUSI GAUSS TEROTASI

Priadhana Edi Kresnha
Teknik Informatika, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakarta Pusat, Indonesia
dhanahebat@gmail.com

Abstrak

Restorasi citra umum digunakan untuk berbagai keperluan penting, seperti perbaikan gambar yang sudah rusak, pengembalian dokumen lama yang sudah sulit untuk dibaca, dan sebagainya. Dalam paper ini dijelaskan salah satu teknik restorasi citra menggunakan metode Singular Value Decomposition (SVD), di mana kernel untuk proses konvolusi restorasi berbentuk Persebaran Gaussian. Pada matriks persebaran Gauss standar, jika dilakukan SVD, maka rank dari matriks singular adalah 1. Sedangkan dalam proses dekonvolusi, dibutuhkan matriks pseudo-inverse dari kernel degradasi untuk melakukan restorasi balik. Dengan rank yang bernilai satu, maka elemen s yang dibutuhkan hanya satu, yang menyebabkan kondisi matriks pseudo-inverse memiliki nilai sangat mirip dengan kondisi matriks awal. Akibatnya hasil dari restorasi citra tidak berbeda dari hasil degradasinya. Dengan melakukan modifikasi pada kernel restorasi dengan memutar matriks persebaran Gauss, maka rank dari matriks singular yang terbentuk tidak bernilai 1, sehingga matriks pseudo-inverse dari degradasi kernel berbeda dengan matriks degradasi kernel itu sendiri. Penggunaan matriks distribusi Gauss yang sudah dirotasi dapat meningkatkan PSNR (Peak Signal to Noise Ratio) dari ketika pengubahan dari gambar ter-degradasi ke gambar ter-restorasi.

***Kata Kunci* :** *SVD, restorasi citra, matriks distribusi Gauss, matriks pseudo-inverse*

1. Pendahuluan

Citra merupakan salah satu bagian yang penting dalam ilmu komputer dan merupakan bagian yang tidak terlepas dari berbagai cabang pengetahuan. Di BMG, citra digunakan untuk menganalisis pergerakan awan sehingga cuaca pada suatu waktu dapat diperkirakan. Kemudian ketika masa perang, citra berupa gambar dunia atau gambar wilayah tertentu digunakan untuk merencanakan strategi, seperti peletakan pasukan perang, peletakan ranjau, peledakan sasaran. Citra juga digunakan di bidang astronomi, keamanan masyarakat, citra satelit, dsb. Saat ini pun citra digunakan di bidang kedokteran hingga robotik. Namun karena satu dan lain hal, terkadang citra yang sedang dikaji mengalami penurunan kualitas, yang munkin disebabkan oleh derau dan blur. Oleh karena itulah restorasi citra diperlukan, dan menyebabkan bidang ini berkembang cukup cepat dalam ranah pemrosesan citra.

Restorasi citra bertujuan untuk memperbaiki sebuah citra yang terlihat rusak, dan mengembalikan citra tersebut sesuai mungkin dengan bentuk aslinya. Tentu hal ini sangat bermanfaat, contohnya ketika ingin merekonstruksi kejadian yang telah lalu, seperti perang dunia, namun citra yang tersedia sangat buruk, dengan proses restorasi citra diharapkan gambar yang mirip dengan suasana aslinya dapat diperoleh dengan tepat sehingga proses rekonstruksinya pun lebih akurat.

Restorasi citra juga digunakan untuk keperluan perbaikan dokumen. Sebagaimana yang dijelaskan oleh Laburgouis & Hubert (2006), terkadang dokumen, terutama dokumen lama yang telah disimpan bertahun-tahun, mengalami penurunan kualitas kertas, sehingga banyak kendala yang muncul, seperti huruf tembus ke balik halaman, sementara di balik halaman terdapat tulisan lain yang mengakibatkan tulisan tersebut tidak terbaca. Kemudian huruf mulai luntur seiring dengan bertambahnya waktu, sehingga kian hari tulisan kian tidak terbaca. Hal ini mengakibatkan diperlukannya sarana elektronik untuk mengambil alih media penyimpanan tulisan pada kertas. Lebih lagi, agar informasi tidak hilang, perlu ada suatu proses terlebih dahulu, yaitu pembacaan tulisan oleh komputer, sehingga isi yang ada di komputer cukup

tulisan yang disimpan dalam format teks, bukan gambar.

Pentingnya restorasi citra menyebabkan berbagai teknik pengolahan citra dalam bidang pengembalian bentuk citra asli berkembang cukup pesat. Banyak studi yang telah dilakukan berkaitan dengan restorasi citra. Paper Laburgouis & Hubert (2006) menjelaskan mengenai restorasi citra dokumen, sehingga isi dokumen lengkap dapat diketahui dengan jelas. Cara yang digunakan adalah *segmentasi*, memisahkan citra huruf asli, *background*, dan *noise*. Cara ini dapat disebut sebagai *clustering*, karena paper tersebut berusaha memisahkan citra-citra tersebut ke dalam beberapa kluster. Metode *clustering* pertama yang digunakan adalah *k-means clustering*. Hasil yang didapat cukup memuaskan. Cara *clustering* tersebut kemudian dikembangkan, dan digunakanlah *meanshift clustering* dengan memanfaatkan fungsi kernel untuk melakukan pemindahan titik pusat kelas.

Pada paper Mallahzadeh, Dehghani, & Elyasi (2008), Moayeri & Konstantinides (1998), dan Sroubek & Flusser (2003), teknik restorasi citra untuk memperbaiki citra tanpa mengetahui citra asli dikembangkan. Paper Mallahzadeh, Dehghani, & Elyasi (2008) mengajukan modifikasi versi Katssalgelous dan Lay, di mana restorasi *imagemultiscale blind* dibagi ke dalam dua tahap, yaitu penyusutan normal untuk penghilangan derau pada citra, dan tahap kedua adalah versi modifikasi Katssalgelous dan Lay untuk estimasi dan kombinasi metode keduanya untuk mencapai restorasi citra *multiscale blind*. Kemudian paper Moayeri & Konstantinides (1998) menjelaskan algoritma untuk men-deblur citra, dimana points spread function (psf) dan kekuatan derau diasumsikan tidak diketahui. Pada teknik ini diperkirakan blur *PSF* dan restorasi citra, selanjutnya secara iteratif, dilakukan perbaikan-perbaikan yang sesuai.

Restorasi citra melalui subcitra dan keyakinan citra diajuan oleh Nagy & O'Leary (2002). Diinformasikan pada paper tersebut bahwa algoritma rekonstruksi citra terkadang efektif, namun biayanya tinggi, terutama karena kertasnya sangat besar. Beberapa cara yang diusulkan antara lain penerapan algoritma rekonstruksi pada beberapa *subimage*, dalam rangka meninggikan rekonstruksi *region of interest* (*ROI*). Kemudian mengkonstruksi interval keyakinan untuk nilai piksel dengan men-*generalisasi* teorema O'Leary dan Rust agar diperbolehkan batas atas dan batas bawah pada variabel.

Di paper ini cara yang digunakan adalah penggunaan kernel restorasi berbentuk *Gaussian*, sebagai alat untuk menghilangkan derau, dan blur melalui proses dekonvolusinya. Pada bab 2 dibahas mengenai operator konvolusi. Kemudian bab 3 mengenai proses konvolusi, bab 4 mengenai degradasi kernel yang digunakan beserta modifikasinya. Bab 5 menjelaskan mengenai beberapa percobaan yang telah dilakukan dan hasilnya, dan bab yang terakhir, yaitu bab 6 adalah kesimpulan.

2. Operator Konvolusi

Operator konvolusi merupakan salah satu operator dalam pengolahan citra. Operator ini digunakan untuk melakukan *blurring* pada suatu citra. Menggunakan representasi ma-triks atau vektor, citra terdegradasi umumnya digambarkan pada model persamaan berikut,

$$y = Hx + n \tag{1}$$

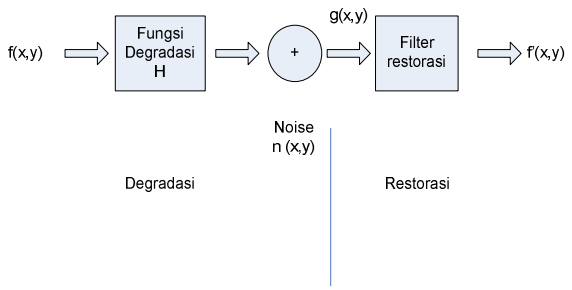
Dimana y adalah citra terdegradasi, dan H adalah filter degradasi atau matriks degradasi, biasanya berbentuk *Gaussian* jika metode *blurring*-nya sesuai dengan persebaran *Gauss*, ataupun bisa berbentuk matriks dengan nilainya sama jika menggunakan metode degradasi *block*. Variabel x adalah citra asli, dan n adalah derau (*noise*).

Untuk mengembalikan citra asli, perlu dilakukan dekonvo-lusi, yaitu dengan membalikkan persamaan 1, sehingga menjadi,

$$\hat{x} = H^{+} y \tag{2}$$

Dimana $\hat{x}$ adalah citra hasil restorasi, dan H^{+} adalah *pseudo-inverse* matriks kernel degradasi. Citra yang sudah terdegradasi tidak akan pernah sama hasil restorasinya dengan citra aslinya karena yang dilakukan bukanlah perkalian matriks sederhana, namun proses konvolusi. Penjelasan mengenai proses konvolusi akan dilakukan pada bab berikutnya.

Ilustrasi dari proses degradasi pada persamaan 1 dan dilanjutkan dengan proses restorasi pada persamaan 2 dideskripsikan pada Gambar 1.



*Gambar 1***.** Citra terdegradasi dan ditambah *noise*, dan direstorasi menggunakan filter restorasi menghasilkan citra restorasi.

Bentuk persamaan yang mewakili Gambar 1 adalah sebagai berikut,

$$g(x,y) = h(x,y) * f(x,y) + \eta(x,y) \qquad (3)$$

Secara teori, jika g(x, y) bebas derau, restorasi dapat dilakukan dengan fungsi transfer inverse H(u, v) sebagai filter restorasi.

3. Proses Konvolusi

Proses konvolusi digambarkan dengan perkalian antara sebuah matriks kernel dengan matriks citra. Namun dalam praktiknya, yang dilakukan bukanlah perkalian matriks, namun penjumlahan antara elemen-elemen yang bersesuaian antara dua matriks yang diproses menghasilkan sebuah angka tunggal.
Contohnya jika terdapat 2 buah matriks berikut,

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

dan

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{bmatrix}$$

Maka nilai C yang merupakan konvolusi antara A dan B adalah

$$C = a_{11} * b_{11} + a_{12} * b_{12} + a_{13} * b_{13} + ... a_{33} * b_{33} \quad (4)$$

Jika matriks A dan B tidak sama jumlahnya, maka matriks yang lebih kecil ukurannya akan dikonvolusikan terhadap matriks yang lebih besar ukurannya, dan menghasilkan beberapa nilai.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

dan

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} & b_{34} \\ b_{41} & b_{42} & b_{43} & b_{44} \end{bmatrix}$$

maka

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix}$$

dimana

$$\begin{aligned} c_{11} &= a_{11} * b_{11} + ... + a_{33} * b_{33} \\ c_{12} &= a_{11} * b_{12} + ... + a_{33} * b_{34} \\ c_{21} &= a_{11} * b_{21} + ... + a_{33} * b_{43} \\ c_{22} &= a_{11} * b_{22} + ... + a_{33} * b_{44} \end{aligned} \qquad (5)$$

Matriks C disebut sebagai matriks hasil konvolusi A dan B dimana ukurannya disesuaikan antara matriks satu dengan lainnya.

4. Degradasi Kernel

Untuk memproses suatu citra menjadi citra yang terdegradasi, dalam hal ini adalah *blurred image*, diperlukan sebuah konvolusi sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya. Kini yang perlu dipikirkan adalah, selain matriks gambar, matriks apa lagi yang dibutuhkan? Jawabannya adalah matriks kernel. Ada beberapa macam matriks kernel berdasarkan metode *blurring*-nya. Yang akan dijelaskan di sini adalah *box filter* dan *Gaussian filter*.

4.1. *Box Filter*

Box filter adalah proses *blurring image* dimana matriks konvolusinya (kernel) bernilai sama untuk semua elemen, dan hasil akhirnya dibagi

dengan jumlah elemen pada matriks kernel. Contoh: jika A adalah matriks gambar dan B adalah matriks kernel, maka matriks B adalah

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{bmatrix}$$

Dimana $b_{11}=b_{12}=b_{33}$. Sama dengan cara yang telah dibahas sebelumnya, jika C adalah gambar hasil degradasi, maka matriks C bernilai

$$C = \frac{a_{11} * b_{11} + a_{12} * b_{12} + a_{13} * b_{13} + ...a_{33} * b_{33}}{n} \quad (6)$$

Dimana n adalah jumlah elemen pada matriks B, dalam hal ini 9.

4.2. *Gaussian Distribution*

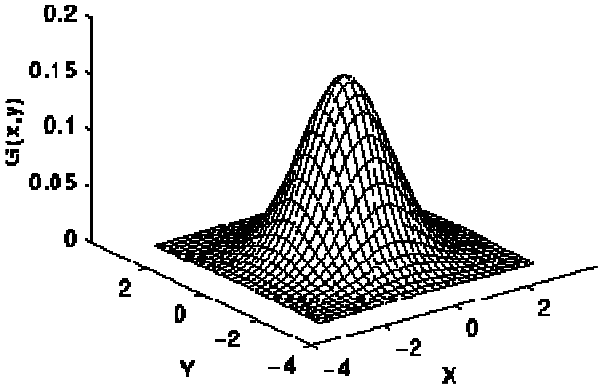
Selain box filter, terdapat juga Gaussian filter, yaitu meto-de blurring yang matriks kernelnya berelemen mengikuti aturan distribusi Gauss. Persamaan distribusi Gauss pada matriks 2D adalah sebagai berikut,

$$G(x,y) = \frac{1}{2\Pi\sigma^2} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2+(y-\bar{y})^2}{2\sigma^2}} \quad (7)$$

Dengan mengambil nilai rata-rata x dan y berada di titik 0, maka persamaan 4 dapat diubah menjadi

$$G(x,y) = \frac{1}{2\Pi\sigma^2} e^{-\frac{(x)^2+(y)^2}{2\sigma^2}} \quad (8)$$

Jika digambarkan dalam bentuk 3D, matriks distribusi Gauss lebih kurang mirip dengan Gambar 2. Tentu hal ini didapat jika elemen-elemen dalam matriks *Gaussian* bersifat *continue*.

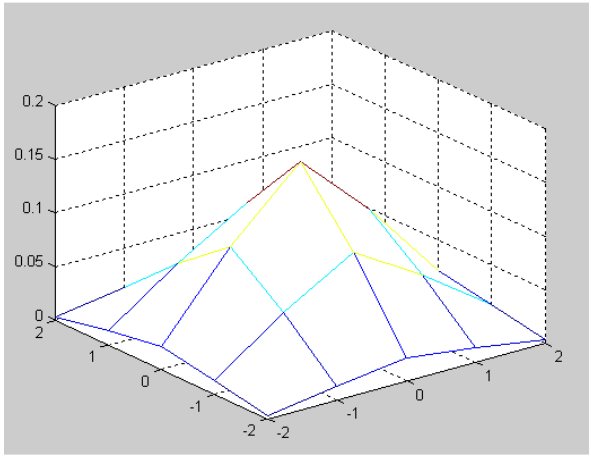


Gambar 2. Ilustrasi distribusi *Gauss* untuk 2 variabel (x, y) digam-barkan pada dimensi 3.

Contoh riil dari bentuk matriks distribusi Gauss untuk ukuran 5 dan $\sigma^2 = -1$ adalah sebagai berikut,

0.0029	0.0131	0.0215	0.0131	0.0029
0.0131	0.0585	0.0965	0.0585	0.0131
0.0215	0.0965	0.1592	0.0965	0.0215
0.0131	0.0585	0.0965	0.0585	0.0131
0.0029	0.0131	0.0215	0.0131	0.0029

Ilustrasi dari matriks di atas dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Ilustrasi gambar riil dari matriks distribusi Gauss berukuran 5 x 5 dan $\sigma^2 = -1$.

Namun kendala yang ditemui pada bentuk ini adalah rank matriks bernilai 1. Jika demikian, maka matriks kernel tidak bisa dilibatkan dalam tahap restoration, sebab rank dari matriks singular S adalah 1. Dimana akibat langsungnya adalah kesulitan dalam menghitung *pseudo-inverse* dari matriks kernel. Hal ini juga berlaku untuk matriks

degradasi box filter, dimana rank matriks box filter bernilai 1.

Solusi yang paling memungkinkan adalah dengan merotasikan matriks kernel. Cara merotasikan ada 2 jenis, yaitu rotasikan posisi elemen-elemen dalam matriks kernel, atau rotasikan nilai elemen-elemen dalam matriks kernel dengan matriks rotasi.

4.2.1.Rotasi Elemen Secara Fisik

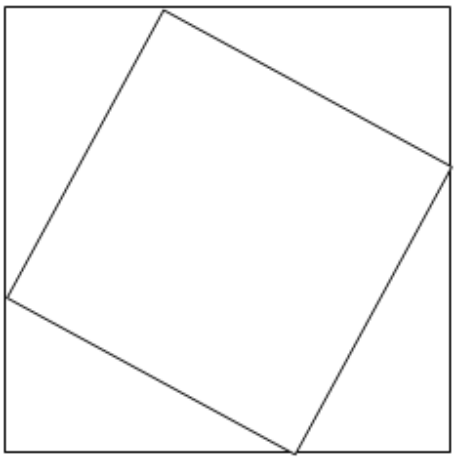
Rotasi pertama akan mengubah posisi elemen dan ukuran matriks Gauss. Contoh matriks distribusi Gauss berkuran 9 x 9.

0.0034 0.0039 0.0043 0.0045 0.0046 0.0045 0.0043 0.0039 0.0034
0.0039 0.0044 0.0049 0.0052 0.0053 0.0052 0.0049 0.0044 0.0039
0.0043 0.0049 0.0054 0.0058 0.0059 0.0058 0.0054 0.0049 0.0043
0.0045 0.0052 0.0058 0.0061 0.0062 0.0061 0.0058 0.0052 0.0045
0.0046 0.0053 0.0059 0.0062 0.0064 0.0062 0.0059 0.0053 0.0046
0.0045 0.0052 0.0058 0.0061 0.0062 0.0061 0.0058 0.0052 0.0045
0.0043 0.0049 0.0054 0.0058 0.0059 0.0058 0.0054 0.0049 0.0043
0.0039 0.0044 0.0049 0.0052 0.0053 0.0052 0.0049 0.0044 0.0039
0.0034 0.0039 0.0043 0.0045 0.0046 0.0045 0.0043 0.0039 0.0034

Diputar beberapa derajat searah jarum jam menjadi matriks

0.0046 0.0052 0.0054 0.0052 0.0046 0.0058
0.0053 0.0058 0.0058 0.0053 0.0061 0.0059
0.0052 0.0059 0.0061 0.0059 0.0062 0.0058
0.0058 0.0062 0.0062 0.0061 0.0054 0.0058
0.0054 0.0061 0.0064 0.0058 0.0053 0.0045
0.0058 0.0062 0.0052 0.0052 0.0059 0.0045

Ukuran menjadi lebih kecil karena efek dari pemutaran sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4.

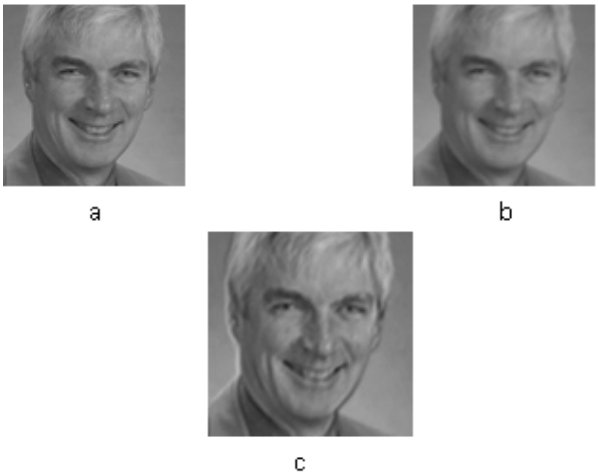


Gambar 4. Proses pemutaran posisi elemen pada matriks distribusi *Gauss* secara manual.

Rank dari matriks Gaussian hasil pemutaran di atas lebih besar daripada 1. Jika dilakukan SVD terhadap matriks di atas, matriks singular valuenya adalah

0.0337 0 0 0 0 0
0 0.0017 0 0 0 0
0 0 0.0012 0 0 0
0 0 0 0.0007 0 0
0 0 0 0 0.0003 0
0 0 0 0 0 0.0001

Dengan melakukan dekonvolusi sesuai dengan persamaan 2, didapat contoh gambar berikut.



Gambar 5. Citra asli (a), citra didegradasi (b), dan citra restorasi (c).

Pengukuran kemiripan antara gambar asli dengan hasil restorasidapat dilakukan menggunakan persamaan *Peak Signal to Noise Ratio* (*PNSR*) .

$$PSNR = 10\log_{10}\frac{256^2 N_1 N_2}{\|\hat{x} - x\|^2} \quad (9)$$

PSNR dari hasil percobaan menggunakan rotasi elemen secara fisik turun dari citra *blurred* ke citra *restored*. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas hasil *blurr* lebih dekat dengan citra asli dibanding hasil restorasi. Tentu keadaan ini bukanlah yang dikehendaki, sebab seharusnya citra hasil restorasi memiliki PSNR lebih besar dibanding citra *blurr*. PSNR citra degradasi adalah 95.6527, dan PSNR citra restorasi adalah 89.2743.

Dari sini dapat diketahui bahwa metode pemutaran elemen secara fisik tidak efektif. Untuk itu perlu alternatif lain yaitu pemutaran nilai distribusi Gaussian dengan matriks putar.

4.2.2.Rotasi matriks *distribusi Gauss*

Persamaan untuk setiap elemen dalam matriks distribusi ditulis sesuai dengan persamaan 4 atau 5. Berdasarkan persamaan 4, jika (x, y) dikalikan dengan matriks perputaran.

$$\begin{bmatrix} \cos\Theta & \sin\Theta \\ -\sin\Theta & \cos\Theta \end{bmatrix}$$

maka

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\Theta & \sin\Theta \\ -\sin\Theta & \cos\Theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

sehingga

$$x' = x\cos\Theta + y\sin\Theta$$

$$y' = -x\sin\Theta + y\cos\Theta$$

Persamaan (7) menjadi

$$G(x,y) = \frac{1}{2\Pi\sigma^2} e^{-\frac{(x')^2+(y')^2}{2\sigma^2}} \quad (10)$$

atau

$$G(x,y) = \frac{1}{2\Pi\sigma^2} e^{\frac{(x\cos\Theta+y\sin\Theta)^2+(-x\sin\Theta+y\cos\Theta)^2}{2\sigma^2}} \quad (11)$$

Masing-masing pangkat dijabarkan sebagai berikut,
Sisi kiri

$$(x\cos\Theta + y\sin\Theta)^2 = x^2\cos^2\Theta + y^2\sin^2\Theta + 2xy\cos\Theta\sin\Theta$$

$$(x\cos\Theta + y\sin\Theta)^2 = x^2\cos^2\Theta + y^2\sin^2\Theta + xy\sin 2\Theta$$

Sisi kanan

$$(-x\sin\Theta + y\cos\Theta)^2 = x^2\sin^2\Theta + y^2\cos^2\Theta - 2xy\sin\Theta\cos\Theta$$

$$(-x\sin\Theta + y\cos\Theta)^2 = x^2\sin^2\Theta + y^2\cos^2\Theta - xy\sin 2\Theta$$

Maka persamaan

$$(x\cos\Theta + y\sin\Theta)^2 + (-x\sin\Theta + y\cos\Theta)^2$$

menjadi

$$= x^2\cos^2\Theta + y^2\sin^2\Theta + xy\sin 2\Theta + x^2\sin^2\Theta + y^2\cos^2\Theta - xy\sin 2\Theta$$

$$= x^2(\cos^2\Theta + \sin^2\Theta) + y^2(\sin^2\Theta + \cos^2\Theta)$$

$$= x^2 + y^2$$

atau menjadi ke bentuk semula.

Rotasi matriks tidak memberikan pengaruh apapun pada perubahan bentuk nilai matriks distribusi Gaussian. Oleh karena itu diusulkan agar bentuknya diubah, dimana persebarannya tidak berbentuk lingkaran, namun berbentuk oval / elips.

Matrix distribusi Gauss berbentuk lingkaran dimana nilai pada pusat lingkaran adalah nilai tertinggi. Rumus pada matriks distribusi Gauss bagian pangkat dapat dianalogikan se¬bagai persamaan lingkaran. Persamaan lingkaran dapat ditulis sebagai berikut,

$$x^2 + y^2 = r^2 \quad (12)$$

Persamaan 3 dapat diubah ke dalam bentuk

$$\frac{x^2 + y^2}{r^2} = 1 \quad (13)$$

Dimana r adalah jari-jari lingkaran. Jika radius lingkaran diasumsikan sebagai varian, maka bentuk persamaan 13 menjadi

$$\frac{x^2 + y^2}{\sigma^2} = 1 \quad (14)$$

Yang mirip bagian eksponen dari matriks distribusi Gauss. Artinya, jika persamaan 14 dimasukkan

dalam distribusi Gauss, maka bentuknya menjadi sebagai berikut

$$G(x,y) = \frac{1}{2\Pi\sigma^2} e^{\frac{1}{2}} \quad (15)$$

Persebaran Gauss dalam 2D yang berbentuk lingkaran dapat diubah menjadi elips, yaitu dengan memasukkan 2 nilai varian yang masing-masing mewakili varian x dan y. Tentu persamaan eksponen distribusi Gaussian harus diubah mengikuti bentuk distribusi yang bukan lagi lingkaran.

Persamaan lingkaran pada persamaan 14 diubah menjadi

$$\frac{x^2}{r_1^2} + \frac{y^2}{r_2^2} = 1 \quad (16)$$

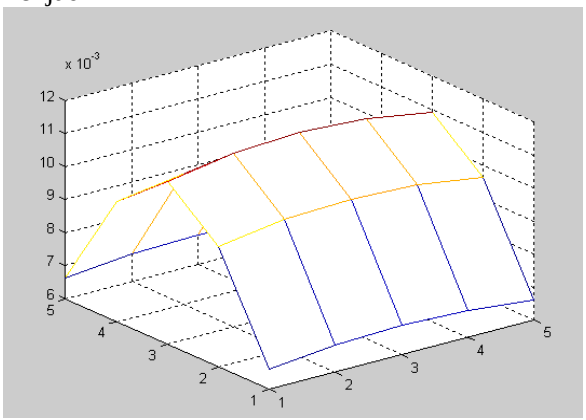
dimana r_1 adalah jari-jari di episentrum x dan adalah r_2 jari-jari di episentrum y. Kedua jari-jari tersebut dianggap sebagai varian pertama dan kedua (σ_1 dan σ_2). Demikian persamaan *Gaussian* berubah menjadi

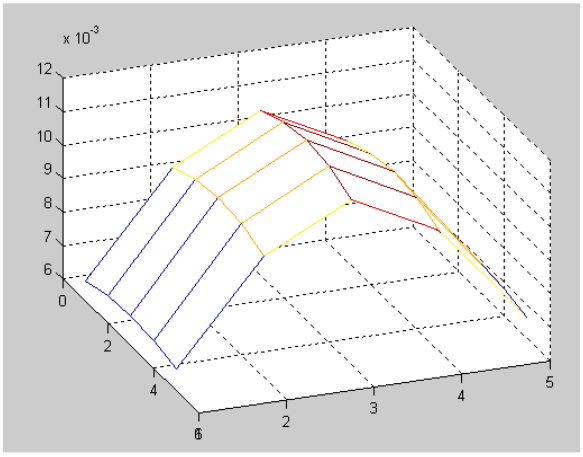
$$G(x,y) = \frac{1}{2\Pi\,\sigma_1 * \sigma_2} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x^2}{\sigma_1^2}+\frac{y^2}{\sigma_2^2}\right)} \quad (17)$$

Dengan nilai $\sigma_1 = 2$ dan $\sigma_2 = 7$, didapat matriks distribusi Gauss sebagai berikut:

0.0066	0.0068	0.0069	0.0068	0.0066
0.0096	0.0099	0.01	0.0099	0.0096
0.0109	0.0113	0.0114	0.0113	0.0109
0.0096	0.0099	0.01	0.0099	0.0096
0.0066	0.0068	0.0069	0.0068	0.0066

Nilai tersebut digambarkan dengan sebuah grafis menjadi





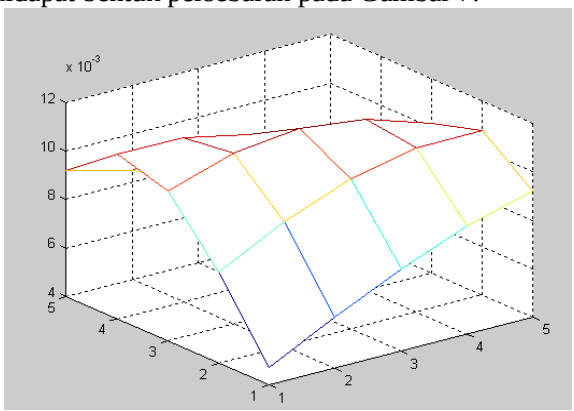
Gambar 6. Ilustrasi matriks persebaran Gaussian dalam bentuk grafis.

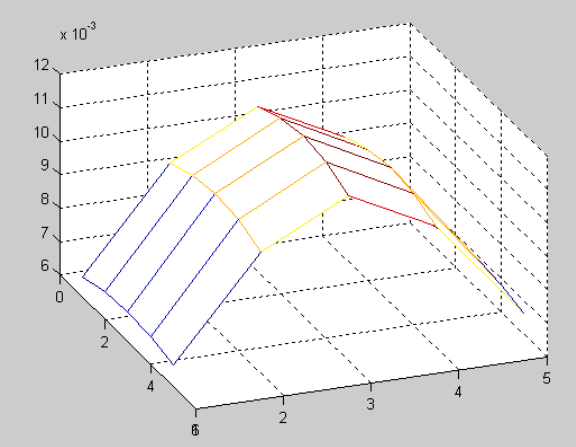
Jika dilakukan SVD terhadapnya, maka matriks singular dari distribusi Gauss adalah

0.0452	0	0	0	0
0	0.0000	0	0	0
0	0	0.0000	0	0
0	0	0	0.0000	0
0	0	0	0	0.0000

dan ranknya adalah 1.

Matrix Gauss berbentuk elips tersebut diputar sebesar 23°, dan hasil pemutaran matriksnya didapat bentuk persebaran pada Gambar 7.





*Gambar 7***.** Bentuk persebaran matriks Gaussian setelah diputar 23^o.

Singular value dari bentuk SVD matriks hasil pemutaran adalah sebagai berikut:

0.0452	0	0	0	0
0	0.0061	0	0	0
0	0	0.0004	0	0
0	0	0	0.0000	0
0	0	0	0	0.0000

dan ranknya adalah 5.

Dari sini dapat disimpulkan bahwa jika matriks Gauss dimodifikasi sehingga persebaran 2D-nya tidak berbentuk lingkaran, melainkan elips, maka jika matriks tersebut diputar maka nilai-nilai matriks *orthogonal* dan *singular value*-nya berbeda dengan matriks awal. Berbeda dengan bentuk lingkaran yang nilai-nilai matriksnya sama. Dari penurunan rumus untuk matriks Gauss berbentuk lingkaran akan didapat bahwa perputaran tidak mengubah nilai x dan y sama sekali, sehingga tidak ada perbedaan antara matriks Gauss sebelum pemutaran dengan sesudah pemutaran.

Lain halnya dengan bentuk elips. Matriks Gauss akan berbeda. Nilai *Singular value*-nya berbeda dengan matriks sebelum diputar, dan ranknya pun berubah.

5. Degradasi Kernel

Uji coba dilakukan dengan berbagai skenario. Adapun ske-nario yang dibuat antara lain:

a. Penggunaan distribusi Gauss berbentuk lingkaran,
b. Penggunaan distribusi Gauss berbentuk elips tanpa pemutaran,
c. Percobaan menggunakan Nilai distribusi yang sama antara degradasi kernel dan restorasi kernel dan pemutaran ≠ 0,
d. Percobaan menggunakan Nilai distribusi degradasi kernel lebih kecil daripada restorasi kernel,
e. Percobaan menggunakan Nilai distribusi degradasi kernel lebih besar daripada restorasi kernel,
f. Percobaan menggunakan Nilai distribusi degradasi kernel yang sama antara degradasi kernel dan restorasi kernel, dimana image degradasi terlebih dahulu di-*attack* dengan PNSR 100,
g. Percobaan menggunakan Nilai distribusi yang sama antara degradasi kernel dan restorasi kernel, namun ukuran degradasi kernel lebih besar (>) daripada restorasi kernel,
h. Percobaan menggunakan Nilai distribusi degradasi kernel lebih kecil daripada restorasi kernel, namun ukuran degradasi kernel lebih besar (>) daripada restorasi kernel,
i. Percobaan menggunakan ukuran kernel matriks sangat besar, sigma kernel degradasi dan restorasi sama, ukuran matriks sama. Pada percobaan ini, citra mengalami degradasi (*blur*) yang parah.

Berikut adalah tabel-tabel yang dihasilkan dari skenario percobaan di atas.

Tabel 1**.**Penggunaan distribusi Gauss berbentuk lingkaran

Gambar	PSNR degraded	PSNR restored	keterangan
1	96,7383	96,7383	Sama
2	89,5165	89,5165	Sama
3	87,2185	87,2185	Sama
4	92,5352	92,5352	Sama
5	90,8923	90,8923	Sama
6	104,058	104,058	Sama
7	93,6974	93,6974	Sama
8	98,2303	98,2303	Sama

9	87,9311	87,9311	Sama

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa penggunaan distribusi *Gauss* berbentuk lingkaran tidak meningkatkan atau menurunkan PSNR.

Tabel 2**.**Penggunaan distribusi Gauss berbentuk elips tanpa pemutaran

Gambar	PSNR degraded	PSNR restored	keterangan
1	96,7767	96,7767	Sama
2	89,6485	89,6485	Sama
3	87,2186	87,2186	Sama
4	92,7389	92,7389	Sama
5	91,2097	91,2097	Sama
6	104,0686	104,0686	Sama
7	93,7216	93,7216	Sama
8	98,2498	98,2498	Sama
9	87,9313	87,9313	Sama

Sama dengan persebaran *Gauss* berbentuk lingkaran, persebaran *Gauss* berbentuk elips tanpa pemutaran tidak meningkatkan atau menurunkan nilai PSNR.

Tabel 3**.**Percobaan menggunakan Nilai distribusi yang sama antara degradasi kernel dan restorasi kernel dan pemutaran ≠ 0

Gambar	PSNR degraded	PSNR restored	keterangan
1	96,7941	97,1853	Naik
2	89,7273	89,8806	Naik
3	87,2479	87,3142	Naik
4	92,6644	93,0658	Naik
5	91,2407	91,8617	Naik
6	104,1094	104,6373	Naik
7	93,7282	94,0648	Naik
8	98,231	98,8525	Naik
9	87,9577	88,2568	Naik

Pada Tabel 3, SVD mampu meningkatkan PSNR, yaitu ke-tika kasus nilai distribusi dan ukuran kernel matriks degradasi dan restorasi sama, dan pemutaran ≠ 0.

Tabel 4**.**Percobaan menggunakan Nilai distribusi degradasi kernel lebih kecil daripada restorasi kernel

Gambar	PSNR degraded	PSNR restored	keterangan
1	96,6501	97,0499	Naik
2	89,4871	89,6008	Naik
3	87,1464	87,1368	Turun
4	92,4803	92,9445	Naik
5	90,8988	91,453	Naik
6	103,9502	104,3843	Naik
7	93,5867	93,9091	Naik
8	98,102	98,7815	Naik
9	87,8658	88,1015	Naik

Pada saat nilai distribusi degradasi kernel lebih kecil dibanding distribusi restorasi kernel, PSNR cenderung naik. Hanya ada satu gambar yang mengalami penurunan PSNR. Ini tergolong baik.

Tabel 5**.**Percobaan menggunakan Nilai distribusi degradasi kernel lebih besar daripada restorasi kernel

Gambar	PSNR degraded	PSNR restored	keterangan
1	96,5121	90,5165	Turun
2	89,3083	85,3411	Turun
3	87,046	86,1062	Turun
4	92,2951	86,9869	Turun
5	90,6661	86,7913	Turun
6	103,7968	98,255	Turun
7	93,4461	88,8029	Turun
8	97,9655	93,1607	Turun
9	87,7748	84,0823	Turun

Saat nilai distribusi degradasi kernel lebih besar daripada restorasi kernel, PSNR cenderung turun. Untuk itu ketika akan melakukan restorasi kernel ada baiknya ambil nilai distribusi yang cukup besar, kemudian perlahan kurangi hingga mendapat hasil yang baik.

Tabel 6**.**Percobaan menggunakan Nilai distribusi degradasi kernel lebih besar daripada restorasi kernel

Gambar	PSNR degraded	PSNR restored	keterangan
1	82,263	82,1979	Turun
2	82,5575	82,4815	Turun
3	82,2168	82,1695	Turun
4	82,2565	82,181	Turun
5	82,2566	82,1817	Turun
6	89,4983	89,4878	Turun
7	85,8775	85,8251	Turun
8	86,0813	86,0516	Turun
9	81,7883	81,7562	Turun

Berdasarkan Tabel 6, restorasi citra menggunakan SVD cenderung tidak tahan gangguan, dilihat dari turunnya nilai PSNR. Untuk itu perlu dilakukan kombinasi dengan metode lain yang tahan serangan untuk mendapatkan hasil yang lebih bagus.

Tabel 7**.**Percobaan menggunakan Nilai distribusi yang sama antara degradasi kernel dan restorasi kernel, namun ukuran degradasi kernel lebih besar (>) daripada restorasi kernel

Gambar	PSNR degraded	PSNR restored	keterangan
1	94,6977	94,793	Naik
2	88,2654	88,3062	Naik
3	86,2467	86,2495	Naik
4	90,8625	91,0764	Naik
5	90,0977	90,2914	Naik
6	102,0245	102,0245	Sama
7	91,6706	91,8308	Naik
8	96,0245	96,1139	Naik
9	87,2275	88,214	Naik

Tabel 8**.**Percobaan menggunakan Nilai distribusi degradasi kernel lebih kecil daripada restorasi kernel, namun ukuran degradasi kernel lebih besar (>) daripada restorasi kernel

Gambar	PSNR degraded	PSNR restored	keterangan
1	94,6977	94,8227	Naik
2	88,2654	88,3276	Naik
3	86,2467	86,2503	Naik
4	90,8625	91,0875	Naik
5	90,0977	90,317	Naik

6	102,0245	102,2261	Naik
7	91,6706	91,852	Naik
8	96,0245	96,1291	Naik
9	87,2275	88,2334	Naik

Tabel 9**.**Percobaan menggunakan ukuran kernel matriks sangat besar, sigma kernel degradasi dan restorasi sama, ukuran matriks sama. Pada percobaan ini, citra mengalami degradasi (*blur*) yang parah

Gambar	PSNR degraded	PSNR restored	keterangan
1	91,9694	87,066	Turun
2	86,2403	83,142	Turun
3	84,5887	82,2896	Turun
4	88,4325	83,8049	Turun
5	88,4653	84,2019	Turun

Pada Tabel 9, ketika degradasi sudah sedemikian parah (dalam hal ini *blur*-nya sangat tidak jelas), kemampuan SVD untuk mengembalikan citra mengecil. Terbukti dari semua kasus restorasi, tidak satu pun yang mengalami kenaikan PSNR.

Contoh-contoh citra hasil restorasi dapat dilihat pada gambar-gambar di bawah.

*Gambar 8***.** Gambar awal, degradasi, dan restorasi menggunakan kernel distribusi Gauss lingkaran. Citra degradasi dan restorasi sama nilainya.

*Gambar 9***.** Gambar awal, degradasi, dan restorasi menggunakan kernel distribusi Gauss elips tanpa pemutaran. Citra degradasi dan restorasi sama nilainya.

Gambar 10. Gambar awal, degradasi, dan restorasi menggunakan kernel distribusi Gauss elips dengan pemutaran. Citra restorasi mengalami peningkatan PSNR.

Gambar 11. Gambar awal, degradasi, dan restorasi dimana ukuran degradasi kernel lebih kecil daripada restorasi kernel. Citra restorasi mengalami penurunan PSNR, namun jika dilihat dengan kasat mata gambar mengalami penajaman (semakin jelas).

*Gambar 12***.** Gambar awal, degradasi, dan restorasi. Ukuran matriks kernel yang besar menyebabkan citra sangat terdegradasi (sangat blur). Meskipun citra restorasi gambarnya lebih tajam, namun tidak bisa mengembalikan kualitas gambar awalnya.

6. Kesimpulan

Restorasi image merupakan salah satu bagian penting dari ranah pemrosesan citra. Contoh kegunaannya antara lain untuk merestorasi dokumen tulisan yang hampir tidak terbaca, membantu rekonstruksi kejadian melalui sebuah foto, dan lain sebagainya. Dalam penelitian ini telah dil-akukan restorasi citra menggunakan *Singular Value Decomposition* (*SVD*), dimana matriks degradasi berupa matriks distribusi Gauss, dan matriks restorasinya adalah *pseudo-inverse* dari matriks degradasi. Namun karena matriks distribusi Gauss rank-nya bernilai 1, maka terjadi kendala ketika akan melakukan *pseudo-inverse* itu sendiri. Untuk itu dilakukan rotasi terhadap matriks *Gaussian* agar rank-nya tidak bernilai 1. Matriks *Gaussian* yang digunakan pun dimodifikasi, semula berbasis lingkaran menjadi berbasis elips agar pemutaran memberikan pengaruh terhadap nilai-nilai dalam matriks tersebut.

Dari beberapa hasil percobaan, ditemukan bahwa restorasi citra menggunakan SVD cukup efektif, dilihat dari kenaikan nilai PSNR dari citra terdegradasi menjadi citra restorasi. Namun untuk kasus-kasus tertentu nilai PSNR turun, seperti ketika nilai distribusi degradasi kernel lebih baik daripada restorasi kernel, kemudian citra di-*attack* terlebih dahulu sebelum di-restorasi, dsb. Namun mengingat kasus tersebut tidak sering terjadi dan polanya sudah diketahui, untuk masa mendatang, jika ada citra terdegradasi yang tidak diketahui aslinya, maka dapat diambil nilai-nilai parameter yang paling mendekati kemungkinan PSNR untuk naik, seperti memperbesar ukuran matriks restorasi, memperbesar distribusi, dan lain sebagainya.

SVD untuk restorasi citra masih perlu dikembangkan untuk mencapai PSNR yang lebih baik, terutama jika citra terdegradasi mengalami derau yang parah. Bila perlu digabungkan dengan beberapa algoritma dan metode, seperti Wiener, teknik anisotropic denoising of total variation, Mumford-Shah functional dengan EVAM restoration condition, dsb.

Acknowledgement

Penelitian ini terselenggara atas bantuan hibah internal Universitas Muhammadiyah Jakarta tahun anggaran 2016. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Universitas Muhammadiyah atas hibah dan kesempatan yang telah diberikan. Penulis berharap hibah ini dipertahankan dan ditingkatkan besaran nominalnya untuk mendukung kualitas pendidikan dan pengajaran di Universitas Muhammadiyah Jakarta.

Daftar Pustaka

Laburgouis, F., Hubert (2006). Meanshift Clustering for Document Image Restoration. *IEEE Transaction on Image Processing*, 2006.

Mallahzadeh, A., Dehghani, H., Elyasi, I (2008). Multiscale Blind Image Restoration with a New Method. *International*

Journal of Computer Science and Engineering, Vol. 2,No. 4.

Moayeri, N., Konstantinides, K (1998). An Algorithm for Blind Restoration of Blurred and Noisy Images. *Hewlett Packard Laboratories 1501*. Page Mill Road: Palo Alto, CA 94304-1120.

Nagy, J., G., O'Leary, D., P (2002). Image Restoration Through Subimages and Confidence Images. *Electronic Transaction on Numerical Analysis*, Vol 13, pp.22-37.

Sroubek, F., Flusser, J (2003). Multichannel Blind Iterative Image Restoration. *IEEE Transactions On Image Proccessing*, Vol.12,No.9, pp.1094-1106, September 2003.

Yang, G., Z., Gillies, D., F. Computer Vision : Development Image Processing and Edge Detection. *Department of Computing, Imperial College*.

Zhang, X., Wang, S (2006). Image Restoration Using Truncated SVD Filter Bank Based on an Energy Criterion. *IEEE Proc-Vis. Image Signal Process*, Vol. 153, No. 6, December 2006.

Biodata Penulis

Priadhana Edi Kresnha, memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom.), Jurusan Ilmu Komputer Universitas Indonesia, lulus tahun 2007. Kemudian melanjutkan lagi sekolah S2 dan memperoleh gelar Magister Komputer (M.Kom.) Program Pasca Sarjana Magister Komputer Universitas Indonesia, lulus tahun 2010. Saat ini menjadi Dosen di Jurusan Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.

IMPLEMENTASI ALGORITMA *WATERSHED* UNTUK SEGMENTASI NODUL KANKER PADA CITRA *CT SCAN* KANKER PARU

Rina Noviana[1] ,Isram Rasal[2] , Eva Utari C.L[3]

[1]Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Gunadarma, Depok, Indonesia.
[1]rina_n@staff.gunadarma.ac.id
[2,3]Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma, Depok, Indonesia.
[2]isramrasal@staff.gunadarma.ac.id,[3]evautaricl@student.gunadarma.ac.id

Abstrak

Salah satu teknik pencitraan medis yang banyak digunakan saat ini adalah dengan CT Scan. CT scan merupakan teknologi pencitraan yang dapat melakukan akuisisi citra terhadap paru dan memberikan gambaran tentang objek–objek yang muncul dalam paru. Dengan hasil pencitraan ini, para ahli radiologi akan mendapatkan informasi yang lebih detil dan membantu tim medis untuk melakukan deteksi tumor yang berpotensi kanker secara dini. Segmentasi merupakan proses yang digunakan untuk memisahkan objek yang satu dengan objek yang lain. Segmentasi dapat dilakukan dengan metode watershed.Penelitian ini berfokus pada pengembangan algoritma segmentasi watershed untuk memisahkan nodul kanker paru pada citra CT Scan Paru.Hasilnya adalah segmentasi nodul kanker berhasil dilakukan dan memiliki tingkat keakuratan sebesar 92 persen.

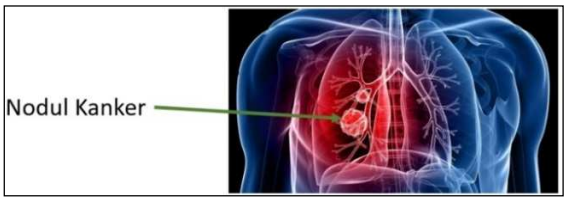
***Kata Kunci* :**citra, *CT Scan*, paru, kanker, segmentasi, *watershed.*

1. Pendahuluan

Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Pusat Data dan Informasi Kementrian Kesehatan Republik Indonesia (PUSDATIN KEMENKES RI), di tahun 2012 dinyatakan bahwa prevalensi atau jumlah keseluruhan kasus kanker di Indonesia mencapai angka 4,3 orang pada setiap 1000 orang. Sekitar 8.2 juta kematian disebabkan oleh kanker.Kanker hati, perut, kolekteral, payudara dan paru adalah penyebab kematian terbesar akibat kanker (Kemenkes RI, 2015). Berdasarkan pernyataan yang dikeluarkan oleh Badan Kesehatan Dunia (*World Health Organization*/WHO) pada tahun 2030 diprediksi akan terjadi lonjakan penderita kanker sebanyak 300 persen dari seluruh populasi manusia di dunia. Dari seluruh populasi manusia tersebut, 70 persen berada pada negara-negara berkembang, dan Indonesia masuk di dalamnya.

Kanker paru adalah salah satu jenis kanker yang paling sering ditemukan pada stadium lanjut, sehingga sulit untuk dilakukan pengobatan. Dalam beberapa studi, ditemukan bahwa jika kanker paru ditemukan pada tahap stadium pertama, maka persentase kelangsungan hidup pasien adalah sekitar 60-80 persen, namun ketika kanker paru telah masuk ke dalam stadium empat maka persentase kelangsungan hidup pasien akan turun hingga hanya mencapai 10 persen. Saat dilakukan diagnosis, 25 persen pasian kanker paru tidak memiliki gejala (American Cancer Society, 2014).Kanker paru adalah jenis kanker yang paling sering menyerang laki-laki Indonesia. Berdasarkan data *International Agency for Research on Cancer* (IARC) pada tahun 2012, di Indonesia terdapat 25.322 kasus kanker paru yang menimpa pria dan 9.374 kasus yang menimpa wanita (IARC, 2012). Kanker paru adalah pertumbuhan sel kanker yang tidak terkendali dalam jaringan paru yang dapat disebabkan oleh sejumlah karsinogen lingkungan, terutama asap rokok. Aktifitas merokok yang intensif dalam jangka waktu yang lama juga merupakan penyebab utama meningkatnya resiko terkena kanker paru pada manusia (WHO, 2011).

Nodul (benjolan) kanker paru adalah ciri-ciri atau penanda adanya risiko kanker paru.Nodul dapat tumbuh di mana saja di seluruh area organ paru.Nodul mempunyai bentuk yang beragam dan ukuran yang tidak terdefinisi (Jaffar, 2009).Gambar 1 adalah contoh visualisasi nodul kanker pada paru.



*Gambar 1.*Visualisasi Nodul Kanker.
(http://www.medindia.net/images/common/news/1920_500/access-to-osimertinib-drug-made-easier-for-patients-by-nhs.jpg)

Pendeteksian awal nodul paru pada tahap stadium awal sulit dilakukan baik melalui proses klinis, maupun melalui proses pencitraan *Rontgen.* Kelemahan dalam penggunaan pencitraan *Rontgen* adalah hanya dapat untuk melihat daerah yang mencurigakan di organ paru, belum dapat menentukan apakah bagian yang mencurigakan tersebut adalah kanker atau tidak. Teknologi pencitraan bidang medis (*medical imaging*) secara kontinyumengalami perkembangan, khususnya untuk proses akuisisi citra terhadap pasien yang terkena kanker paru, dapat dilakukan menggunakan suatu alat akuisisi pencitraan yang disebut CT Scan (*Computed Tomography Scanner*). Jika menggunakan pencitraan *Rontgen*, pemeriksaan secara visual menggunakan mata dapat memperlihatkan nodul yang ukurannya lebih besar dari 0.5 cm, namun informasi yang dihasilkan melalui pencitraan *Rontgen* belum dapat menentukan tingkat keganasan dari nodul kanker yang terlihat. Hasil pencitraan medis dengan menggunakan CT Scan memungkinkan para tim medis mendapatkan informasi yang lebih detil, dalam mendeteksi nodul yang berpotensi kanker paru secara dini. Analisis citra medis berbasis komputer menjadi penting dalam mendeteksi nodul yang diindikasikan sebagai kanker pada paru, secara cepat dan otomatis.

Pengolahan citra digital adalah sebuah metode atau langkah-langkah yang berkaitan dengan hal-hal memperbaiki kualitas citra, melakukan transformasi, melakukan pemilihan citra ciri (*feature images*),melakukan proses penarikan informasi dan pengenalan obyek yang terkandung pada citra digital. Salah satu tujuan dari dilakukannya pengolahan citra digital adalah untuk memudahkan manusia atau komputer dalam melakukan intepretasi citra digital. Masukan (*input*) dari pengolahan citra digital adalah citra digital, dan keluarannya (*output*) adalah citra digital hasil pengolahan (Gonzales, 2002).

Segmentasi citra adalah tahapan pertama dan merupakan bagian yang penting untuk pengenalan objek (*object recognition*).Prinsip sederhana dari segmentasi adalah membagi citra ke dalam daerah (*region*) sesuai dengan intensitasnya masing-masing, sehingga dapat dibedakan antara objek yang dituju dengan latar belakangnya. Proses segmentasi dibagi menjadi tiga kelompok besar yaitu: segmentasi berdasarkan klasifikasi (*classification based segmentation*), segmentasi berdasarkan tepi (*edge based segmentation*), dan segmentasi berdasarkan daerah (*region based segmentation*) (Afriza dkk, 2012).

Penelitian terkait segmentasi citra kanker paru yang sudah diteliti sebelumnya diantara adalah penelitian yang dilakukan oleh Sri Widodo (2011), pada penelitiannya yang berjudul "*Segmentasi Otomatis Untuk Visualisasi 3-D Organ Paru Pada Citra Computer Tomography Menggunakan Active Countour*" melakukan segmentasi menggunakan *Active Contour without edge*. Secara sederhana, metode *Active Contour* adalah metode yang digunakan untuk melakukan proses segmentasi dengan cara menempatkan sebuah kurva inisial di dalam sebuah citra. Kurva inisial tersebut dibiarkan berevolusi untuk meminimalisasi energi total yang didefinisikan pada obyek tersebut.

Masfran dkk (2012) dalam penelitian yang berjudul "*Segmentasi Tepi Citra CT Scan Paru-paru Menggunakan Metode Chain Code dan Operasi Morfologi*" membahas penggunaan *Median filter* untuk pengurangan *noise* yang terdapat pada citra.Kemudian ekstraksi wilayah paru menggunakan algoritma *Region growing*, yang diikuti oleh algoritma *K-Means clustering* untuk memperhalus area paru. Penggunaan *Chain code*dan operasi morfologi adalah untuk mempertegas tepi/garis area paru yang telah diekstraksi.

Rodiah dan Ferhat (2013) dalam penelitian yang berjudul "*Segmentasi Region Growing Untuk Deteksi Nodul Sebagai Indikasi Kanker Paru*" melakukan segmentasi citra CT Scan paru dengan menggunakan algoritma *Region growing*, hasilnya adalah aplikasi yang dibangun dapat secara otomatis mendeteksi dan melakukan segmentasi antara objek paru dan nodulyang diindikasikan sebagaikanker pada setiap irisan citra CT Scan paru.

Adapun perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah pada penelitian ini membahas tentang pengembangan metode dan algoritma untuk mendeteksi nodul sebagai salah satu indikasi penyakit kanker paru dengan kasus nodul menempel pada objek lain dalam paru (seperti *hilus* dan *mediastinum*). Peneliti menggunakan bahasa pemrograman *MATLAB* dan objek yang ditelti adalah citra CT Scan pasien kanker paru.Sebelum melakukan segmentasi, dilakukan proses inversi dengan tujuan mencari kandidat nodul. Setelah itu, nilai keabuan citra *(grayscale image*) akan dikelompokan berdasarkan perbedaan level keabuan citra *(graylevel image*) menggunakan algoritma *watershed* untuk melakukan segmentasi nodul kanker pada citra *CT Scan* paru.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. *Computed Tomography Scanner*

*CT Scan*dikembangkan berdasarkan prinsip akuisisi pada setiap irisan/potongan (*slice*) organ tubuh dari berbagai arah dengan menggunakan radiasi sinar X. Meskipun *CT Scan* hanya dapat mengakuisisi citra *CT Scan*pada posisi melintang (*axial*), namun dengan menggunakan proses pengolahan citra, bisa dihasilkan citra pada posisi *coronal*, *sagittal*, *oblique* dan bahkan bentuk tiga dimensi (Rodiah dkk, 2011).

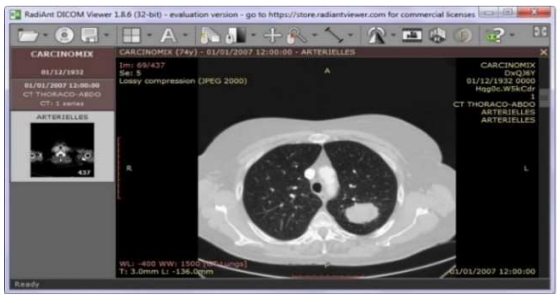
*CT Scan*menghasilkan citra digital beresolusi tinggi dan lebih cepat dalam memperoleh informasi. Untuk objek paru, jumlah *slice* citra yang dihasilkan sangat tergantung pada resolusi *CT Scan* yang digunakan. Umumnya dapat dihasilkan ratusan *slice* citra paru dan mampu merekam keberadaan nodul mulai dari ukuran kecil berukuran 2–7 mm hingga ukuran terbesar.

2.2. MATLAB

MATLAB singkatan dari *Matrix Laboratory*. MATLAB merupakan bahasa pemrogaman yang dikembangkan oleh The Mathwork, Inc. Bahasa pemograman ini banyak digunakan untuk perhitungan numerik keteknikan, komputasi simbolik, visualisasi grafis, analisis data matematis, statistika, simulasi pemodelan, dan desain *graphical user interface* (GUI) (Gonzales, 2008).

2.3. RadiAnt DICOM Viewer

RadiAnt DICOM Viewer merupakan suatu *tools* yang digunakan untuk melihat file berformat *Digital Imaging and Communication in Medicine*(DICOM). Data dengan format asli DICOM kemudian dikonversi untuk proses selanjutnya menjadi *bitmap* dengan menggunakan *RadiAnt DICOM Viewer*, dengan ukuran citra tetap 512 x 512 piksel. Dalam tools ini dapat menampilkan hasil dari CT *Abdomen*, CT *Angio*, CT *Bone*, CT *Brain*, CT *Chest*, dan CT *Lungs*. Gambar 2 merupakan tampilan aplikasi *RadiAnt DICOM Viewer*.



*Gambar 2***.**Tampilan RadiAnt DICOM Viewer.

(1

2.4. Metode Watershed

Metode *watershed* adalah salah satu dari pemodelan morfologi matematika yang berdasarkan simulasi dari proses pengaliran air *(water flooding*). Metode *watershed* merupakan salah satu metode yang dipakai untuk segmentasi berdasarkan daerah (Gonzales, 2008).Konsep dari metode ini yaitu menganggap tingkat warna abu-abu (*graylevel*) sebagai kedalaman dari suatu citra, sedangkan semakin ke arah warna putih maka semakin tinggi. Dari konsep tersebut didapatkan tiga macam titik yaitu:

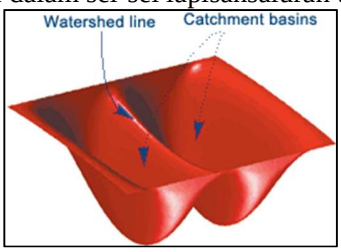
1. Titik yang merupakan daerah dasar.
2. Titik yang merupakan tempat di mana setetes air dijatuhkan, maka air tersebut akan jatuh hingga posisi minimum tertentu (posisi terendah).
3. Titik yang merupakan tempat di mana jika air dijatuhkan, maka air tersebut mempunyai kemungkinan untuk jatuh ke salah satu posisi minimum (tidak pasti jatuh ke sebuah titik minimum, tetapi dapat jatuh ke titik minimum tertentu atau titik minimum yang lain)

Titik yang yang memenuhi kondisi kedua, disebut dengan *catchment basin*, sedangkan sebuah

titik yang memenuhi kondisi ketiga disebut sebagai garis *watershed*. Sehingga prinsip dasar dari metode ini adalah untuk mencari batas air atau garis *watershed* (titik-titik tertinggi dari citra).Visualisasi garis *watershed* dan *catchment basin* ditunjukkan oleh gambar 3.

2.6. Kanker Paru

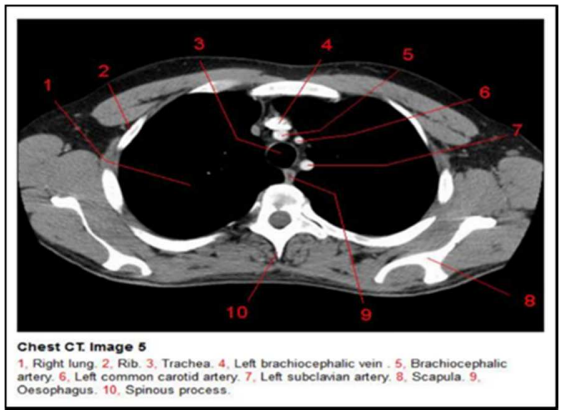
Kanker paru terbentuk di jaringan paru-paru, biasanya dalam sel-sel lapisansaluran udara,



Gambar 3.Konsep Dasar Watershed.
(https://www.mathworks.com/cmsimages/65312_wm_watershed_fig9_w.gif)

dan dapat menyebar ke kelenjar getah bening atau organ lain dalam tubuh, seperti otak. Kanker paru biasanya dikelompokkan menjadi dua jenis utama yang disebut sel kecil dan bukan sel kecil.Jenis kanker paru tumbuh secara berbeda dan diperlakukan berbeda.Kanker paru bukan sel kecil lebih umum dari pada kanker paru sel kecil (American Cancer Society, 2014).

Merokok adalah penyebab nomor satu kanker paru. Kanker paru juga dapat disebabkan oleh penggunaan jenis tembakau (seperti pipa atau cerutu), pernapasan perokok pasif, yang terkena zat seperti asbes atau radon di rumah atau tempat kerja, dan memiliki riwayat keluarga kanker paru.Di dalam citra paru terdapat bermacam-macam organ lain seperti yang ditunjukkan pada garis merah gambar 4, (1) *right lung* (paru kanan), (2) *rib*(tulang rusuk), (3) *trachea* (batang tenggorokan yang membawa udara ke dalam paru), (4) *left brachiocephalic vein* (dua pembuluh darah besar yang bergabung membentuk *vena cava superior*, dimana *vena* merupakan pembuluh yang membawa darah ke jantung), (5) *brachiocephalic artery* (arteri dari *mediastinum*yang memasok darah ke lengan kanan dan kepala dan leher), (6) *left common carotid artery* (arteri yang memasok kepala dan leher dengan darah beroksigen), (7) *left subclavian artery* (bagian yang memasok darah ke lengan kiri), (9) *oesophagus* (atau kerongkongan yang merupakan tabung (*tube*) berotot yang dilalui sewaktu makanan mengalir dari bagian mulut ke dalam lambung), (10)*Spinous process (*berfungsi untuk perlekatan otot dan *ligamen*).

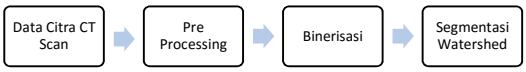


Gambar 4.CT Scan Paru Normal.
(http://img.medscape.com/pi/meds/ck/91/39391.jpg)

3. Gambaran Umum Aplikasi

3.1 Blok Diagram

Gambar 5 adalah blok diagram yang menggambarkan gambaran umum dari aplikasi yang dibuat.



Gambar 5.Blok Diagram Aplikasi.

Berdasarkan blok diagram pada gambar 5, dapat dijelaskan mengenai aplikasi yang dapat digunakan oleh pengguna (*user*). Pada tahap awal, pengguna memasukkan citra CT Scan yang pada awalnya memiliki format DICOM, dengan menggunakan aplikasi *RadiAnt DICOM Viewer*, citra DICOM (.dcm) diubah menjadi citra berekstensi *bitmap* (.bmp). Citra berekstensi .bmp dimasukkan ke dalam MATLAB. Tahap kedua adalah *pre-processing*, pada tahapan ini, citra yang akan diolah akan melalui proses *cropping*. Tujuan dari proses *cropping* adalah memotong bagian citra tertentu untuk membuang bagian citra yang tidak perlu diolah dan mendapatkan bagian citra yang diinginkan (*region of interest*). Kemudian kelompok

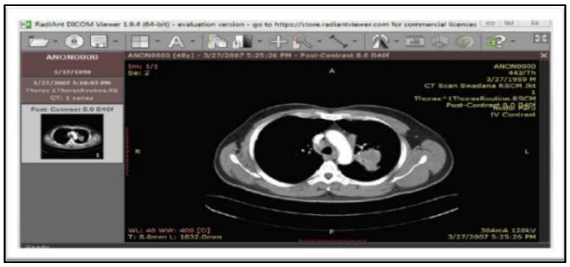
citra tersebut akan diperbandingkan kembali dengan citra aslinya.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Pembahasan

Aplikasi segmentasi nodul kanker paru ini dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman MATLAB.Aplikasi ini dibangun untuk melakukan segmentasi nodul kanker untuk mendeteksi apakah ada nodul, bagaimana bentuknya dan dimana posisi nodul kanker paru berada dengan menggunakan metode *watershed.*

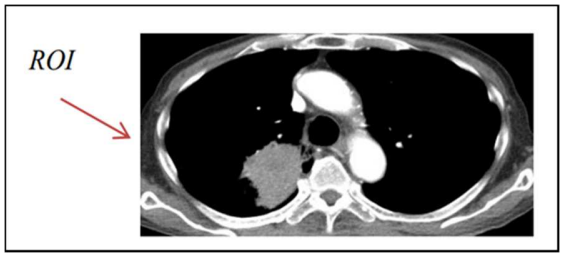
Tahap awal dari diagram alur penelitian ini terdiri dari pengumpulan data pasien yang berasal dari alat pencitraan yaitu CT (*Computed Tomography*) yang dikenal dengan nama*CT Scan*, yang diambil dari Departemen Radiologi RS. Cipto Mangunkusumo. Pada penelitian ini data yang dijadikan sebagai data masukan telah melalui proses validasi yaitu pemilihan terhadap data citra *CT Scan* dari pasien yang terdiagnosa terkena kanker paru saja. Gambar 6 menunjukan tampilan citra *CT Scan* dalam format DICOM, pada format DICOM tidak hanya menampilkan bagian tubuh pada posisi *axial*, namu juga menampilkan informasi lain seperti nama pasien dan kapan citra diakuisisi menggunakan *CT Scanner*. Gambar 7 menunjukkan proses konversi citra *CT Scanner* yang memiliki format DICOM (.dcm) menjadi citra berformat *bitmap*(.bmp).



*Gambar 6.*Citra CT Scan dalam format DICOM.

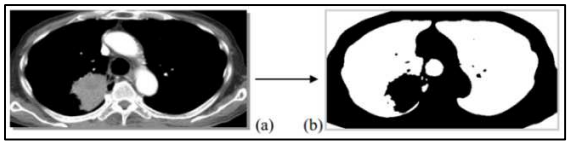
*Gambar 7.*Proses Konversi Citra CT Scan dengan RadiAnt DICOM Viewer

Tahap *pre-processing* merupakan tahap yang diperlukan agar citra yang dihasilkan dapat dianalisis untuk kebutuhan pada tahapan proses selanjutnya. Tahap ini untuk menentukan bagian citra yang akan diteliti yang merupakan fokus pada penelitian ini. Pada *preprocessing* dalam penelitian ini dilakukan pemrosesan awal yaitu mengkonversi data citra *CT Scan*paru pasien yang berformat. dcm menjadi format *.bmp,* selanjutnya ditentukan ROI (*region of interest*) dari citra *CT Scan* untuk mengambil bagian yang terpenting dari citra dan menghilangkan bagian dari citra yang tidak diperlukan melalui proses *cropping*. Gambar 8 menunjukkan citra hasil proses *cropping.* Pada gambar 8 tidak ada lagi bagian yang menunjukkan informasi pasien atau kapan citra diakusisi, karena bagian-bagian tersebut bukanlah bagian yang ingin diteliti, namun pada gambar 8 masih terlihat adanya *noise*.



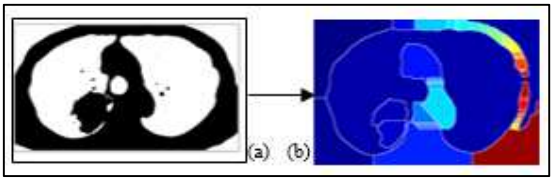
*Gambar 8.*Citra Hasil *Cropping*

Tahap segmentasi awal citra dilakukan melalui 2 proses yang dilakukan secara berurutan yaitu proses binerisasi. Tujuan dari proses binerisasi dalam penelitian ini adalah untuk membedakan dan memisahkan area organ paru dan area lainnya di luar area organ paru sehingga akan memudahkan proses pendeteksian adanya nodul. Pada gambar 9(a) menunjukkan citra ROI yang asli, kemudian setelah dilakukan binerisasi hasilnya ditunjukkan oleh gambar 9(b). Pada gambar 9(b) merupakan hasil proses binerisasi.



Gambar 9.(a) Citra ROI Asli (b) Citra ROI Hasil Binerisasi

Tahap segmentasi citra diterapkan suatu metode segmentasi *region based*, pada penelitian ini menggunakan metode *watershed*. Metode ini bertujuan untukmensegmentasi atau melakukan pembagian area dari satu objek yang memiliki bentuk kontur yang tidak beraturan menjadi sejumlah area.Dengan demikian satu area objekdapat terbagi menjadi beberapa wilayah. Hal ini akan memungkinkan pemisahan nodul yang menempel atau *overlap* dengan organ lain disekitar paru. Setiap area yang terbentuk akan dibatasi oleh garis *watershed* sehingga akan memudahkan dalam proses penelusuran setiap area tersebut. Dengan menggunakan citra hasil binerisasi gambar 10(a) dan menggunakan *function watershed* pada bahasa pemrograman MATLAB, didapatkan citra hasil segmentasi yang ditunjukkan oleh gambar 10(b).



Gambar 10.(a) Citra Hasil Binerisasi (b) Citra *Watershed*

Pada gambar 10(b) tampak terlihat jelas area berwarna putih pada gambar 10(a) telah tersegmen menjadi sejumlah area dengan batas garis segmen berwarna putih dan setiap area diberi warna yang berbeda.Area nodul juga tersegmentasi dan terpisahkan dari objek lainnya. Garis putih tersebut merupakan garis *watershed* yang dihasilkan dari proses segmentasi.

4.1. Pengujian Aplikasi dengan Metode Jaccard

Implementasi dari tahapan pada proses segmentasi sudah dilakukan. Citra ROI atau OOI (*Object of Interest*) sudah didapatkan yaitu citra hasil proses segmentasiberupa citra nodul. Proses selanjutnya yang dilakukan adalah validasi terhadap segmentasi citra nodul dengan dengan citra *ground truth* dari pakar, yaitu untuk mengukur tingkat *similarity* (kesamaan/ kemiripan) antar dua citra tersebut.

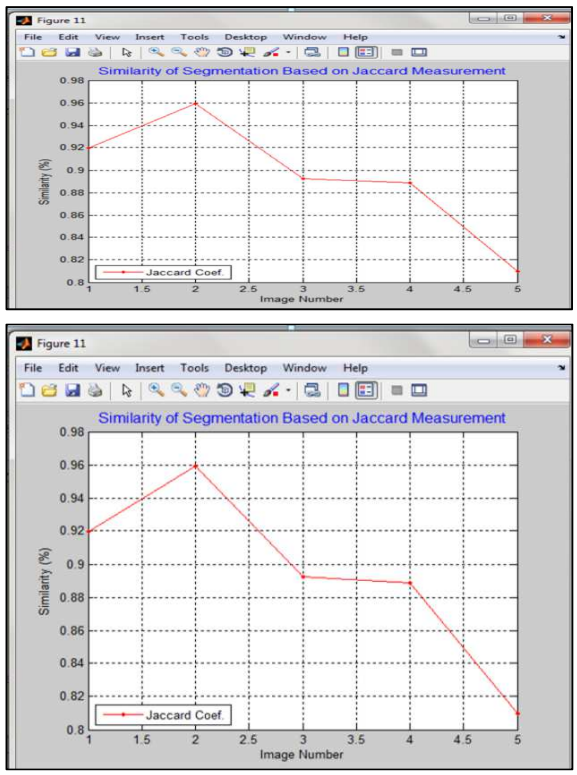
Pada penelitian ini metode validasi yang digunakan adalah metode *Jaccard* (Suphakit, 2013). Tujuannya adalah untuk mengukur tingkat keberhasilan dari proses segmentasi yang sudah dilakukan sebelumnya. Metode *Jaccard* dapat dilihat pada persamaaan 4 dibawah ini:

$$Jac\ (A,B) = \frac{TP}{FP+TP+FN} \qquad (4)$$

Penjelasan dari persamaan 4 dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1**.** Variable untuk validasi citra pada metode Jaccard

Nama Variabel	Penjelasan
TP (True Positif)	Nilai kebenaran yang mempunyai nilai positif antara citra hasil segmentasi dengan citra GT
TN (True Negatif)	Nilai kebenaran yang mempunyai nilai negatif antara citra hasil segmentasi dengan citra GT
FP (False Positif)	Nilai ketidak tepatan yang mempunyai nilai positif antara citra hasil segmentasi dengan citra GT
FN (False Negatif)	Nilai ketidak tepatan yang mempunyai nilai positif antara citra hasil segmentasi dengan citra GT



*Gambar 11.*Grafik Validasi OOI dengan Metode Jaccard

Fokus penelitian adalah pada citra hasil segmentasi yang dibandingkan dengan citra hasil analisa dokter secara manual.Terdapat 4 daerah

yaitu FP, TP, FN dan TN. Masing masing menggambarkan daerah dari hasil proses perbandingan antara kedua citra.FP adalah daerah piksel yang disebut *False Positif*yaitu daerah dimana citra hasil segmentasi bernilai *false* jika dibandingkan dengan citra GT, sedangkan positif artinya daerah yang merupakan citra hasil segmentasi.TP adalah daerah piksel yang disebut *True Positif* yaitu daerah dimana citra hasil segmentasi bernilai True jika dibandingkan dengan citra GT, sedangkan positif artinya daerah yang merupakan citra hasil segmentasi. Pada daerah TP ini adalah citra yang mempunyai nilai piksel yang sama dengan citra GT. FN adalah daerah piksel yang disebut *False Negatif* yaitu daerah dimana citra hasil segmentasi bernilai False jika dibandingkan dengan citra GT, sedangkan *Negatif* artinya daerah yang bukan citra hasil segmentasi tetapi daerah dari citra GT. TN adalah daerah piksel yang disebut *True Negatif*, yaitu daerah dimana citra GT bernilai *True*, sedangkan *Negatif*artinya adalah bukan daerah dari citra hasil segmentasi tetapi daerah dari citra GT.Prinsip untuk mengukur tingkat kemiripan antara citra ROI dan citra GT dapat menggunakan *distance measure* atau pengukuran jarak yaitu mengukur similarity antar dua citra dengan meminimalkan *distance* dan memaksimalkan *similarity*

Hasil pengukuran dengan metode *Jaccard* adalah 0.919747, artinya tingkat kemiripan dari validasi antara dua citra adalah 91%. Artinya mendekati kemiripan jika 100% adalah tingkat kemiripan yang sempurna untukproses validasi dua citra.

5. Kesimpulan

Secara umum implementasi algoritma*watershed* yang dikembangkan dan dikemas menjadi sebuah prototype perangkat lunak yang secara otomatis dapat melakukan segmentasinodul kanker pada setiap irisan citra CT Scan paru. Algoritma validasi dapat mengukur tingkat kesamaan atau keakuratan hasil segmentasi dari penelitian ini terhadap nodul hasil analisa manual dari dokter (*Ground Truth*).Persentase keakuratan penggunaan metode *watershed* dalam menghasilkan citra dengan bentuk segmentasi nodul dibanding dengan citra hasil analisa manual dari dokter (*Ground Truth)*, dengan menggunakan metode *Jaccard* adalah sebesar 91%.

Daftar Pustaka

Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. (2015).*InfoDATIN:Stop Kanker*. Diakses pada 5Oktober2016 dariWorld Wide Web:www.depkes.go.id/resources/download/pusdatin/infodatin/infodatin-kanker.pdf.

American Cancer Society.(2014).*Statistik Kunci Sel Kanker Paru*.Diakses pada 5Oktober2016 dariWorld Wide Web:http://www.cancer.org/cancer/lungcancer-nonsmallcell/detailedguide/non-small-cell-lung-cancer-key-statistics.

IARC.(2012). *Breast Cancer Awareness Month*. Diakses pada 5 Oktober 2016 dari World Wide Web:www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/BreastCancerAwarenessMonth2012.pdf

World Health Organization (WHO). 2011.Diakses pada 5 Oktober 2016 dari World Wide Web:http://www.who.int/mediacentre/factsheets/

R.,E.,Gonzalez,dan R.,C.,Woods. (2008) *Digital Image Processing*.New Jersey:Prentice Hall.

Afriza,S.,Ananda,Yunanto,W (2012). Segmentasi Bronchus dan Bronchiolus pada Citra CT scan Paru-Paru Menggunakan Watershed Filter.Program Studi Teknik Informatika,Politeknik Caltex Riau.

Masfran,Ananda,Nugroho,E.S (2012). Segmentasi Tepi Citra CT Scan Paru-paru Menggunakan Metode Chain Code dan Operasi Morfologi.Program Studi Teknik Informatika,Politeknik Caltex Riau.

Rodiah.,Riza,F.N. (2013). Segmentasi Region Growing Untuk Deteksi Nodul Sebagai Indikasi Kanker Paru.Universitas Gunadarma.Depok.

Widodo, Sri.(2012).Segmentasi Otomatis Untuk Visualisasi 3-D Organ Paru pada Citra Computer Tomography Menggunakan Active Contour.Akademi Perekam Medis dan Informatika Kesehatan Citra Medika.Surakarta.

Gonzales, R.,C., and Woods.,R.,E. (2002). *Digital Image Processing using Matlab*. Pearson Prantice Hall. Singapore

Rodiah, Madenda. S, Prasetyo Eri, Agushinta. Dewi, (2011).Otomasi Pendeteksian Posisi dan

Luas Kanker Paru pada citra CT scan.*SemNas & Expo Teknik Elektro*. ISSN: 2088- 9984

Soille. P. dan Vincent.L.,(2003) Watersheds in Digital Spaces: An Efficient Algorithm based on Immersion Simulations.*IEEE Transactions On Pattern Analysis & Machine Intelligence*, Vol. 13. No. 6.

Suphakit N.,JatsadaS.,Ekkachai N.W. (2013)Using of Jaccard Coefficient for Keywords Similarity. *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2013 Vol I, IMECS 2013.*

Jaffar,M.A.,Hussain,A.,dan Mirza,A.M. (2009). Lungs Nodule Detection by Using Fuzzy Morphology from CT Scan Images.*International Association of Computer Science and Information Technology-Spring Conference*,hal 58-61.

Biodata Penulis

Rina Noviana, memperoleh gelar S1jurusan Sistem Informasi di Universitas Gunadarma. Memperoleh gelar S2 jurusan Sistem Informasi di Universitas Gunadarma.Memperoleh gelar S3 jurusan Teknik Informatika di Universitas Gunadarma.Saat ini menjadi pengajar di Universitas Gunadarma.

Isram Rasal, memperoleh gelar S1 pada jurusan Teknik Informatika di Universitas Gunadarma. Memperoleh gelar S2 jurusan Sistem Informasi di Universitas Gunadarma dan memperoleh gelar S2 jurusan Master of Computer Vision di Université de Bourgogne Perancis dan Universitat de Girona Spanyol.Saat ini menjadi pengajar di Universitas Gunadarma dan sedang menempuh pendidikanS3 jurusan Teknik Informatika di Universitas Gunadarma.

Eva Utari C.L, memperoleh gelar S1 jurusan Teknik Informatika di Universitas Gunadarma. Saat ini sedang menempuh pendidikan S2jurusan Sistem Informasi di Universitas Gunadarma.

PENGGUNAAN TEKNIK FACE TRACKING PADA FACIAL EXPRESSION ANIMASI 3D

Suraji[1], M. Suyanto[2], Hanif Al Fatta[3]
[1,2,3]Magister Teknik Informatika, STMIK AMIKOM Yogyakarta, Indonesia
[1]msoeradjie@gmail.com,[2]yanto@amikom.ac.id, [3]hanif.a@amikom.ac.id

Abstrak

Dalam pembuatan film animasi perlu diperhatikan gerakan dan ekspresi karena wajah adalah sumber identitas dan penunjuk situasi mood yang sedang terjadi. Emosi seperti halnya warna primer, kombinasi dari emosi dasar ini menghasilkan karakter-karakter emosi dengan ciri khas tersendiri. Adapun tujuan dari penelitian yaitu penerapan face tracking terhadap facial expression dalampembuatananimasi 3D.Untukpenerapan face tracking perlu alat pendukungseperti kamera kinect x-box 360 sebagai input data user yang selanjutnya dilakukan capturing dan tracking dengan software faceshit studio didapatkan user scan data model yang digunakan untuk mengekspresikan user expression model dengan software faceshit studio. Setiap gerakan ekspresi user yang mengekpresikan user data model terdapatblen shape. User data model yang digunakan berupa 6 ekspresi yaitu bahagia, sedih, takut, marah, kaget, dan jijik. Setiap input data model dengan berbagai ekspresi tersebutmendapatkan blenshape yang berbeda-beda yang selanjutnya diaplikasikan ke dalam model karakter animasi.

Kata Kunci : *face tracking, facialexpression, blenshape, animasi*

1. Pendahuluan

1.1.Latar Belakang

Perkembangan teknologi saat ini sangat berpengaruh dalam perkembangan industri perfilman, terutama dalam pembuatan film animasi. Animasi Merupakan rangkaian gambar yang disusun berurutan atau dikenal dengan istilah frame. Objek dalam gambar bisa berupa gambar, tulisan, warna atau spesial efek(Munir, 2012).

Pembuatan karakter animasi yang berkualitas, tentunya dengan mengikuti prinsip-prinsip dasar animasi yang membuat seolah animasi itu terlihat nyata mulai gerakan awal hingga gerakan akhir. Untuk membuat suatu karakter hal utama yang perlu diperhatikan adalah gerakan dan ekspresi wajah, karena wajah adalah sumber identitas dan penunjuk situasi mood yang sedang terjadi.

Dalam penelitian Hirosea & Higuchib (2012) dengan mempertimbangkan suatu masalah dari hasil karakter *facial animation 3D*. Prosedur yang efisien diwujudkan dengan menggunakan *data motion capture*, yang diperoleh dengan melacak spidol dari wajah seorang aktor. Dalam beberapa kasus animasi artistik, *mocap* aktor dan *facial animation 3D* terlihat ekspresi yang berbeda sesuai dengan keakuratan penanda yang digunakan.

Dengan kecanggihan *software* saat ini mengenalkan teknik *face tracking*. Animator tidak perlu membuat gambar yang banyak untuk setiap gerakan. Proses produksi animasi 3D juga akan lebih mudah apabila animator sudah memiliki model karakter. Metode tersebut merupakan sebuah metode yang mengacu pembuatan gerakan animasi dengan *tracking* wajah (Kang M.C & Chiu C.k, 2016).

Berdasarkan hal tersebut diatas *Facial expression* apa saja yang dapat diterapkan dalam karakter animasi 3D dengan teknik *face tracking*. Fungsi dari penelitian yang akan dikerjakan dapat dijadikan sebagai facial expression apa saja yang bisa diterapkan dalam pembuatan animasi 3D dengan teknik face tracking.

1.2. TinjauanPustaka

Penelitian Atthariq (2012) dengan metode Active Appearance Models (AAM) yang bertujuan

untuk mendeteksi dan melacak sekumpulan fitur wajah, macam-macam ekspresi dan pose dari wajah manusia, orientasi wajah dan pergerakannya dengan menggunakan sensor Kinect sehingga gerakan yang dihasilkan lebih alami.

Menurut Suardinata dan I Wayan (2011) melakukan penelitian yang membahas *tracking* wajah dengan menggunakan algoritma terbalik untuk pembuatan animasi karakter 3D, hasil *tracking* digunakan untuk melihat tingkat akurasi dalam penerapan mimik karakter tersebut.

Penelitian dengan menggunakan *kinect*yang mendemostrasikan kulitas tinggi *facial animation* dapat dilakukan secara *real time* dengan menggunakan sensor *RGB-D* yang murah dan mendapatkan hasil yang potensial dari sistem yang diaplikasikan pada *virtual reality*, interaksi manusia, *live virtual shows TV*, dan komputer gaming.(Bouaziz. S, 2012).

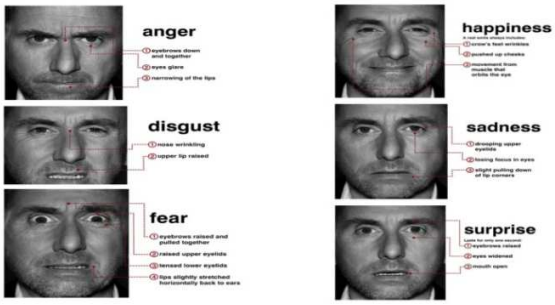
Yeongho dkk (2011) meneliti bagaimana *facial animation retargeting system* yang dirancang untuk mendukung alur kerja animator, pengamatan dan analisis pada proses *key frame animation* mengembangkan generasi *automatic GUI* metode untuk *blendshape* berbasis animasi wajah. Hasil penargetan ulang dan uji pengguna mengkonfirmasi bahwa taknik ini lebih efektif dan mampu mengurangi waktu editing yang diperlukan untuk *generation hight quality* animasi wajh secara *offline*.

2.Pembahasan

2.1. Metode *Face Tracking*

Face tracking merupakan memperkirakan lokasi suatu wajah di dalam video secara *real time*. Pada peneitian Kang M.C dan Chiu C.k (2016) *face tracking* merupakan hasil capture sebuah kamera untuk mendapatkan salah satu wilayah yang menarik (region of interesting/ROI) berupa gambaran wajah dari frame capture processor. Dengan metode *face tracking* dapat digunakan untuk membuat gerak karakter pada animasi melalui proses *capturing* dan *tracking* menggunakan sensor kamera *RGBD* sederhana sebagai data input.

Dari hasil penelitian Jack dkk (2012), ada 6 jenis karakter emosi yang dari satu sudut pandang bisa dikatakan sebagai karakter emosi dasar. Enam jenis karakter emosi yang diekspresikan melalui wajah, yang masing-masingnya unik.



Gambar 1. Contoh 6 *Facial Expression*

Berdasarkan Joshi and Friends (2003) facial expression diatas dapat digunakan dalam proses penganimasian ekspresi wajah karakter dengan teknik *Blend Shape*. *Blend Shape* merupakan permukaan deformer termodifikasi bentuk suatu mesh dengan megubah garis yang berhubungan pada *mesh referensi*. Misal nya dengan teknik ini seseorang animator dapat memberikan pose senyum, netral, mata tertutup dan sebagainya. *Blend Shape* ini dapat sangat berguna untuk tugas seperti merubah ekspresi wajah selama proses animasi. Adapun koefisien *blend shape* model dapat dituliskan sebagai berikut:

$$V = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i V_i \quad (1)$$

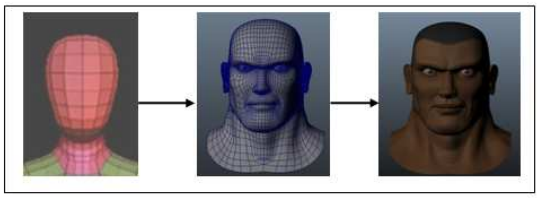
Dimana: *V = Koordinat Vertex*
αi= Skala Blending Weight
Vi = Lokasi Vertex
n= Number Blend Shapes
I = Blend shapes

Cara kerja teknik ini adalah dengan merubah bentuk satu ke bentuk yang lainnya. Di mana bentuk-bentuk tersebut bisa kita siapkan dahulu sebelumnya, sehingga mempersingkat waktu penganimasian.

2.2. Model Karakter AnimasiDengan*Facial Expression*

Terdapat beberapa tahap dalam proses pemodelan karakter,dengan menggunakan dua buah software yaitu *Zbrush* untuk pembuatan dasar bentuk karakter *Zsphere* terbentuk karakter sesuai yang di inginkan, selanjutnya mengkonversi *ZSphere* menjadi sebuah *mesh* dengan menggunakan *Adaptive skin* pada *Zbrush.*

Pada Selanjutnya setelah *mesh*t erbentuk, selanjutny a*export mesh* tersebut ke *Autodesk Maya* untuk proses *modif topology* atau *retopology*. Setelah *topology* terbentuk sesuai dengan keinginan,selanjutnya merapikan *topology* tersebut agar objek terlihat lebih halus dan mendapatkan hasil yang baik dalam proses penganimasian. Tahap ahir Setelah *texture map* dan normal map selesai,selanjutnya memasukan *texture* pada object di *autodesk* maya.



Gambar 2. Proses Pembuatan Karakter Animasi

2.3. *Capturing* dan *Tracking* objek video

Pada tahap ini dilakukan tindakan *capturing dan tracking* objek video selanjutnya digunakan sebagai data input untuk di implementasikan ke objek animasi. Proses *Capturing* dapat diartikan sebagai proses rekam gerakan dan mengkonversi gerakan ke dalam bentuk model gerakan digital. Sedangkan *Tracking* adalah sebuah proses yang bertujuan melacak titik sebuah pergerakan pada sebuah video atau animasi.

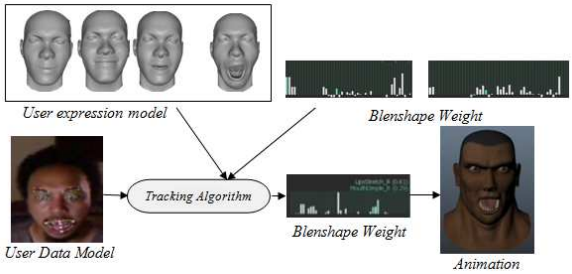
Proses tracking digunakan dalam proses dari perekaman gerakan wajah user untuk dianimasiakan kebentuk model animasi dua dimensi atau tiga dimensi. Seperti yang ditampilkan di gambar di bawah, tampilan utama gambar tengah menunjukan data yang ditangkap oleh kamera yang menghasilkan contoh ekspresi animasi dengan menggunakan *face shift studio* (Lanier, 2007).

Gambar3. Proses *capturing* dan *tracking*sebagai *input data model*

2.4.Implementasi objek *Face tracking* dengan objek animasi

Pada tahap Implementasi objek face tracking dangan objek animasi dibutuhkan data model user sebagai input selajutnya dilakukan *capturing* dan *tracking* dengan *softwarefaceshit studio* didapatkan *user scan data model* yang digunakan untuk mengekspresikan *user*

Gambar 4. Implementasi *user* dengan objek animasi



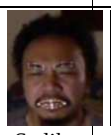
expression model dengan *software faceshit studio.* Setiap gerakan ekspresi *user* yang mengekpresikan *user data model* terdapat *blenshape* yang berbeda-beda yang selanjutnya dapat di animasikan dengan model karakter animasi yang dibuat.

2.5. Pengujian Pada *Facial Expression*

Dalam tahap pengujian *facial expression* dengan berbagai ekspresi diperlukan mengkoneksikan *software faceshit studio* dengan *autodesk* maya menggunakan *plugin faceshit for maya.Model user* melakukan sebuah expresi sudah ditentukan, selanjutnya akan di olah *sofware faceshit studio* dengan *tracking algorithm.* Saat *usermodel* yang melakukan ekspresi *faceshit* memberikan contoh model dengan *blenshapeweihgt* yang berbeda beda kemudian akan dilakukan *compositing* dengan

model karakter animasi 3D yang telah dibuat *softwareautodeskmaya*.

Tabel 1.Alur Penerapan face tracking dengan berbagai facial expression.

No	*User Expresi Model*	*User Expression Model*	*Blenshape Weight*	*3D Animation*
1	Bahagia		*LipsStrerch_R(0 .17)mouthdimple _R(0.24)*	
2	Takut		*LipsStrerch_R (0.71)Mouthdim ple_R(0.01)*	
3	 Sedih		*LipsStrerch_R(0 .49)mouthdimple _R(0.10)*	
4	Marah		*LipsStrerch_R(0 .47)mouthdimple _R(0.23)*	
5	Kaget		*LipsStrerch_R(0 .31)mouthdimple _R(0.00)*	
6	Jijik		*LipsStrerch_R(0 .20)mouthdimple _ R(0.00)*	

2.6. Tinjauan Hasil *Face tracking* dengan *Facial expression* Animasi 3D

Pembahasan tinjaun hasil bertujuan untuk mengetahui respon terhadap penelitian yang sudah di lakukan dengan mengadakan kuisioner kepada ahli mulimedia dengan menggunakan skala *likert.*
Rumus *Interval*:I= 100 / Jumlah Skor (likert)

= 100 / 4 = 25 (2)

Ini merupakan interval jarak terendah 0% hingga tertinggi 100%, berikut kriteria interpretasi skor berdasarkan intervalnya:

1. Angka 0% - 24, 99% = sangat tidak baik
2. Angka 25% - 49,99% = tidak baik
3. Angka 50% - 74, 99% = baik
4. Angka 75% - 100% = sangat baik

Hasil data selanjutnya akan diolah menggunakan *software spss.*Penilaian cukup dengan memberi tanda cek (√) pada kolom angka sebaris. Angka – angka tersebut dapat ditafsirkan dengan pernyataan sebagai berikut:

1=sangat tidak baik 3=baik
2=tidak baik 4=sangat baik

Tabel 2. Kuisioner *Facial expression* Animasi 3D dengan teknik *Face Tracking*.

No	Pertanyaan	Penilaian			
		1	2	3	4
1	Bagaimana kesesauian gerakan gerakan user dengan karakter animasi 3D				
2	Bagaimana kesesuain gerakan exspresi bahagia antara objek animasi dengan user.				
3	Bagaimana kesesuain gerakan exspresi takut antara objek animasi dengan user.				
4	Bagaimana kesesuain gerakan exspresi sedih antara objek animasi dengan user.				
5	Bagaimana kesesuain gerakan exspresi marah antara objek animasi dengan user.				
6	Bagaimana kesesuain gerakan exspresi kaget antara objek animasi dengan user.				
7	Bagaimana kesesuain gerakan exspresi jijik antara objek animasi dengan user.				
Total					

2.7.Hasil Frekuensi Jawaban Responden

Setelah data diolah kemudian penulis membuat tabel frekuensi dari jawaban responden beserta presentasenya. Berikut adalah tampilan tabelnya.

Tabel 3.Tampilan Deskripsi Frekuensi Jawaban Reponden

Soal	1. Sangat tidak baik		2. Tidak Baik		3. Baik		4. Sangat Baik	
	F	%	F	%	F	%	F	%
1	0	0	2	16,7	7	58,3	3	25,0
2	0	0	0	0	8	66,7	4	33,3
3	0	0	5	41,7	6	50,0	1	8,3
4	1	8,3	3	25,0	7	58,3	1	8,3
5	0	0	1	8,3	8	66,7	3	25,0
6	0	0	3	25,0	7	58,3	2	16,7
7	0	0	2	16,7	8	66,7	2	16,7

3. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan terlihat sebagian besar presentase jawaban responden pakar multimedia berada pada ketegori baik, yaitu di antara 50% sampai dengan 74,99%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan teknik *face tracking* dalam *facial expression* animasi 3D yang terdiri dari ekspresi bahagia, takut, marah, sedih, jijik, dan kaget dapat diaplikasikan, dengan menggunakan kamera RGBD sensor sederhana sebagai *input* data model yang selanjutnya diterapkan kedalam karakter animasi tersebut.

3.1. Saran

Berikut adalah saran yang dapat dijadikan acuan untuk penelitian berikutnya.

1. Penerapan teknik *face tracking* pada *facial expression* animsi 3D hanya sebatas untuk 6 ekspresi saja berupa ekspresi bahagia, takut, marah, sedih, jijik, dan kaget, mungkin untuk penelitian selajutnya bisa menerapkan lebih banyak ekspresi dalam *facial animation.*
2. Pada penerapan facial expression animasi 3D dengan teknik ini aktor sebagai user model sangat berpengaruh untuk melakukan berbagai ekspresi, mungkin untuk penelitian selanjutnya gunakanlah aktor yang ahli dalam dunia seni peran agar dapat melakukan berbagai ekspresi dengan baik.

DaftarPustaka

Atthariq.(2012). Pendeteksian dan Penangkapan Gerakan Fitur Wajah Secara 3D menggunakan Active Appearance Model (AAM). *Prosiding Semnas dan Expo Teknik Elektro*. Dipresentasikan pada Seminar Nasional dan ExpoTeknik Elektro 2012. Akses online: http://jurnal.pnl.ac.id/wp-content/plugins/Flutter/files_flutter/1385518902D-15_ID_12_51_Atthariq_6EDIT_KHDP.pdf

Bouaziz, S. (2015). *Realtime Face Tracking and Animation*.. (Disertasi S3, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, 2015). Ecole Polytechnique Federale de Lausanne Akses online : http://lgg.epfl.ch/publications/2015/Sofien_Thesis/thesis.pdf

Hirose, K. & Higuchi, T. (2012). Creating facial animation of characters via MoCap data. *Journal of Applied Statistics*. P. 2583-2597.

Jack, R.E., Garrod, O.G.B., Yu, H., Caldara, R. & Schyns, P.G. (2012). Facial expressions of emotion are not culturally universal. *Proceedings of the National Academy of Science*.p. 7241–7244. Akses online: http://www.pnas.org/content/109/19/7241.abstract

Joshi. P, Wen C. Tien , Desbrun, M.& Frédéric Pighin. (2003). Learning Controls for Blend Shape Based Realistic Facial Animation. Proceeding *Eurographics/SIGGRAPH Symposium on Computer Animation*. Dipresentasikan di: Eurographics/SIGGRAPH Symposium on Computer Animation 2003.

Kang, M. C,& Chiu, C. K. (2016). Method For Performance A Face Tracking Function And An Electric Device Having The Same. Kang Et Al. United States.

Matahari, B. N.& Samuel, G. G. (2014). Animasi Ekspresi Wajah Pada Avatar Berbasis Feature Point Cluster. *Prosiding SENTIA*. Dipresentasikan di SENTIA 2014.

Munir. (2012). *Multimedia: Konsep & Aplikasi Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.

Seol,Y. Seo, Kim, J.P.H., Lewis,J.P., & Noh,J.(2011). Artist Friendly Facial Animation Retargeting. *ACM Transactions on Graphics (TOG) - Proceedings of ACM SIGGRAPH Asia 2011*. Dipresentasikan di SIGGRAPH Asia Conference 2011.

Biodata Penulis

Suraji,memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom), Jurusan Teknik Informatika STMIK AMIKOMYogyakarta, lulus tahun 2011. Saat inisedang menempuh pendidikan Magister TeknikInformatika pada STMIK AMIKOMYogyakarta sejak September 2014.

M. Suyanto, memperoleh gelar Sarjana dari FMIPA Fisika Universitas Gajah Mada diselesaikan 1987 dan S2 dari Magister Manajemen. Universitas Gajah

Mada lulus 1993. mendapat gelar PhD in Management (USA, 1998) dan telah menyelesaikan Program Doktor (S3) di bidang Ilmu Ekonomi di Universitas Airlangga Surabaya pada 2007. Saat ini menjadiDosen di STMIK AMIKOM Yogyakarta.

Hanif Al Fatta, memperoleh gelar Sarjana Komputer(S.Kom), Jurusan Ilmu Komputer Universitas GajahMada Yogyakarta, lulus tahun 2002. Memperoleh gelarMagister Komputer (M.Kom) Program Pasca SarjanaMagister Ilmu Komputer Universitas Gajah MadaYogyakarta, lulus tahun 2007.Saat ini menjadi Dosen diSTMIK AMIKOM Yogyakarta.

Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (KNASTIK 2016) *ISSN: 2338-7718*
Yogyakarta, 19 November 2016

KLASIFIKASI MOTIF BATIK SEMEN BERDASARKAN EKSTRAKSI POLAR FOURIER TRANSFORM DAN K-NEAREST NEIGHBOUR

Vinanda Diya Novita[1], Nugroho Agus Haryono [2] , Ignatia Dhian E.K.R [3]
[1,2,3]Program Studi Teknik Informatika, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta, Indonesia
[1]vinanda.novita@ti.ukdw.ac.id, [2]nugroho@staff.ukdw.ac.id, [3]ignatiadhian@staff.ukdw.ac.id

Abstrak

Penelitian ini melakukan klasifikasi terhadap tiga tipe motif Semen yang berbeda, yaitu Semen Romo, Semen Sidomukti dan Semen Sidoasih. Ketiga motif tersebut dipilih karena motif tersebut sering digunakan dalam acara akad nikah dan tradisional. Klasifikasi motif batik semen akan menggunakan metode ekstraksi Polar Fourier Transform (PFT) dan menggunakan metode klasifikasi K-Nearest Neighbour (K-NN). Pada metode ekstraksi PFT digunakan dua nilai radial dan angular. Nilai pertama adalah radial 4 dan angular 6, sedangkan nilai kedua adalah radial 16 dan angular 30. Kemudian nilai K yang digunakan untuk proses perhitungan K-NN adalah 5, 10, 15 dan 20. Data yang dipakai untuk pelatihan sebanyak 60 gambar dan untuk pengujian sebanyak 30 gambar. Hasil dari penelitian didapatkan bahwa PFT dan KNN dapat digunakan untuk identifikasi motif batik semen dengan baik. Saat menggunakan nilai radial = 4 dan nilai angular=6 didapatkan tingkat akurasi terbaik sebesar 82.5% dengan nilai K=10 dan K=20. Sedangkan saat nilai radial=16 dan nilai angular=30 didapatkan nilai tingkat akurasi terbaik 85% saat nilai K=15.

***Kata Kunci* :** *Klasifikasi K-NN, Ekstraksi Polar Fourier Transform, Batik, motif semen*

1. Pendahuluan

Motif batik yang dimiliki Indonesia sangat beragam. Beberapa motif memiliki kemiripan corak namun mempunyai nama yang berbeda. Salah satu contoh adalah motif semen. Motif batik semen memiliki sekitar 50 jenis motif yang berbeda (Dinas Perindustrian Perdagangan dan Koperasi DIY, 2007). Hal tersebut membuat orang sulit mengenali nama setiap motif semen karena ada beberapa motif yang memiliki bentuk yang mirip. Pada penelitian ini akan digunakan 3 jenis batik semen dengan motif yang berbeda yaitu motif semen romo, semen sidomukti dan semen sidoasih. Motif semen sidomukti, semen romo dan semen sidoasih dipilih karena ketiga motif tersebut sering digunakan untuk acara ijab kabul dan upacara panggih, sehingga motif-motif tersebut lebih dikenal dan sering digunakan dibandingkan motif lainnya. Ketiga motif tersebut akan diklasifikasikan berdasarkan nilai ciri atau fitur yang dimiliki. Klasifikasi motif batik semen akan menggunakan metode ekstraksi Polar Fourier Transform (PFT) dan menggunakan metode klasifikasi K-Nearest Neighbour (K-NN).

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa gambar bertipe bmp yang diperoleh dari berbagai sumber yaitu buku motif batik Yogya yang disusun oleh Dinas Perindustrian Perdagangan dan Koperasi Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (Dinas Perindustrian Perdagangan dan Koperasi DIY, 2007), foto-batik semen koleksi dari galeri batik APIP'S Yogyakarta dan dari Google. Gambar batik untuk data latih yang digunakan sebanyak 20 gambar untuk setiap motif batik, sehingga totalnya 60 data latih, sedangkan untuk data uji digunakan 10 gambar tiap motifnya, sehingga totalnya ada 30 gambar data uji.

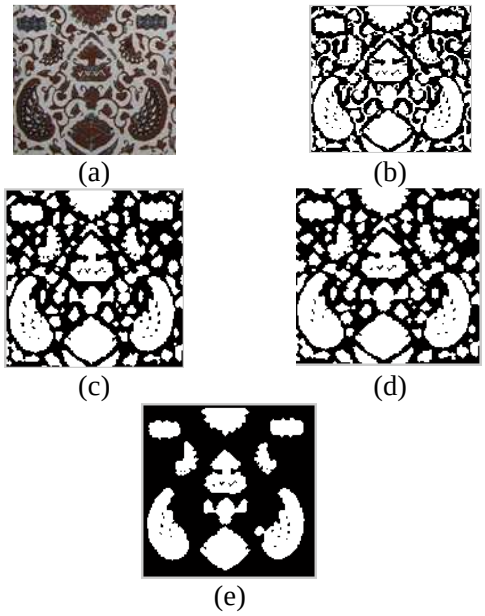
Terdapat banyak penelitian mengenai pengenalan bentuk, seperti yang dilakukan oleh A.Kadir, dkk mengenai pengenalan bentuk daun pada tanaman(Kadir dkk, 2011), penelitian dengan objek daun Foliage dan daun Flavia (Kadir,2014), pengenalan tanda tangan asli dan palsu(Ratri dkk, 2014). Penelitian mengenai klasifikasi K-NN yang dilakukan oleh Ricky Imanuel Ndaumanu, dkk. untuk melakukan analisa prediksi tingkat pengunduran diri mahasiswa dengan KNN (Ndaumanu dkk, 2014). Sedangkan Pada penelitian

yang sedang dilakukan peneliti saat ini, peneliti ingin mengembangkan sistem pengenalan pola motif batik semen menggunakan PFT dan klasifikasi menggunakan KNN. Peneliti ingin menguji metode PFT untuk mengetahui tingkat akurasi algoritma PFT bila digunakan untuk mengenali motif batik. Perbedaan dengan penelitian sebelumnya adalah pada citra yang digunakan dan metode klasifikasi yang digunakan.

2. Metode Penelitian

2.1. Pra Proses

Proses ini bertujuan untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan dari gambar. Praproses yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi proses *grayscaling* dan proses binerisasi sehingga hanya diperoleh nilai piksel 1 dan 0 untuk mempermudah proses berikutnya. Selanjutnya dilakukan proses *opening* untuk menghilangkan titik-titik kecil pada gambar. Metode *opening* adalah perpaduan dari metode erosi dan dilasi (Putra, 2010).



Gambar 1. Urutan Praproses : (a) gambar asli;(b) Hasil binerisasi;(c) hasil *opening*; (d) hasil *bwarea*; (e) hasil *bwareaopen*

Hasil dari proses *opening* dikenai *median filter* dengan tujuan untuk menghilangkan derau pada gambar. Selanjutnya obyek pada gambar yang berukuran kecil akan dihilangkan dengan menggunakan fungsi *bwarea* dan *bwareaopen*. Gambar 1 memberikan gambaran proses-proses yang dilakukan dalam tahap praproses.

2.2. Ekstraksi Fitur Polar Fourier Transform

Salah satu turunan *Fourier* dalam koordinat polar dinamakan PFT (*Polar Fourier Transform*), yang diperkenalkan oleh Zhang pada tahun 2002. PFT digunakan untuk temu kembali citra berdasarkan bentuk obyek. Hasil *Polar Fourier Transform* (PFT) berupa *generic Fourier descriptor* (GFD) yang merupakan bagian dari proses normalisasi citra. PFT dihitung berdasarkan persamaan 1:

$$PF_2(\rho, \emptyset) = \sum_r \sum_i f(r, \theta_i)\, exp\left[j2\pi\left(\frac{r}{R}\rho + \frac{2\pi i}{T}\emptyset\right)\right] \quad [1]$$

dengan :

a) $0 < r < R$ dan $\theta i = i(2\pi/T)$ $(0 < i < T)$; $0 < \rho < R$, $0 < \emptyset < T$;
b) R adalah resolusi frekuensi radial;
c) T adalah resolusi frekuensi angular.

Misalnya diberikan citra untuk dilakukan proses ekstraksi I = {f(x, y); 0<x<M, 0<y<N}. Citra ini dikonversikan dari ruang Kartesian ke ruang polar menjadi Ip= {f(r, θ); 0<r<R, 0< θ<2 }, dengan R adalah radius maksimum bentuk obyek dalam citra I. Titik pusat ruang polar dijadikan sebagai pusat yang dihitung berdasarkan persamaan [2]:

$$x_c = \frac{1}{N}\sum_{x=0}^{N-1} x, y_c = \frac{1}{M}\sum_{x=0}^{M-1} x \quad [2]$$

Adapun (r, θ) dihitung berdasarkan persamaan [3]:

$$r = \sqrt{(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2}, \theta = arctan\frac{y - y_c}{x - x_c} \quad [3]$$

Setelah memperoleh nilai ekstraksi fitur berupa nilai imajiner (FI) dan nilai *real* (FR), kemudian selanjutnya akan dilakukan normalisasi terhadap nilai-nilai tersebut agar kembali menjadi satu matriks nilai yang berupa nilai FD. Untuk mendapatkan nilai tersebut dihitung dengan persamaan [4]:

$$GFD = \left\{\frac{PF(0,0)}{2\pi r^2}, \frac{PF(0,1)}{PF(0,0)}, \ldots, \frac{PF(0,n)}{PF(0,0)}, \ldots, \frac{PF(m,0)}{PF(0,0)}, \ldots, \frac{PF(m,n)}{PF(0,0)}\right\} \quad [4]$$

Dengan *m* adalah jumlah maksimum frekuensi radial dan *n* adalah jumlah frekuensi *angular* (Kadir,2012). Berikut ini adalah langkah-langkah untuk menghitung *Generic Fourier Descriptor* (Zhang, 2002) :

a. Input berupa gambar f(x,y)
b. Menghitung *centroid* gambar (x_c,y_c)
c. Menentukan *centroid* sebagai titik awal
d. Menghitung radius maksimum dari gambar (*maxRad*)
e. Melakukan transformasi Polar Fourier (PFT)
f. Menghitung Fourier Descriptor (FD)
g. Keluaran berupa fitur FD

Pada proses pelatihan data, hasil ekstraksi fitur terhadap citra ini akan disimpan sebagai database fitur citra.

2.3. Klasifikasi K-NN

K-NN dilakukan dengan mencari kelompok k obyek dalam *data training* yang paling mirip dengan obyek pada data baru atau *data testing*. Algoritma *K-Nearest Neighbor* melakukan klasifikasi terhadap obyek berdasarkan *data training* dengan melihat jarak yang paling dekat dengan obyek tersebut. Untuk mendefinisikan jarak antara dua titik yaitu titik pada *data training* (x) dan titik pada *data testing* (y) maka digunakan rumus Euclidean, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 5.

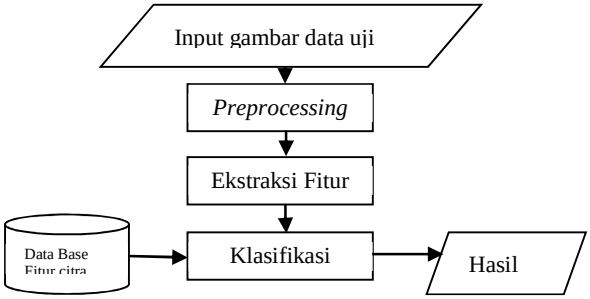
$$D(x,y) = \sqrt{\sum_{k-1}^{n} (x_k - y_k)^2} \quad [5]$$

dengan D adalah jarak antara titik pada data latih x dan titik data uji y yang akan diklasifikasi. Pada proses pengujian data, fitur-fitur yang ada di *database* dihitung jaraknya dan dipilih nilai fiturnya sebanyak nilai K yang dipakai. Langkah-langkah untuk menghitung metode *Algoritma K-Nearest Neighbor* diberikan berikut ini (Ndaumanu, 2014)*:*

a. Menghitung jarak antara data yang baru dengan data yang ada di *database*.
b. Mengurutkan jarak dari yang nilainya paling kecil.
c. Mengambil jarak teratas sebanyak K yang dipakai.
d. Dari K yang teratas tersebut kemudian ditentukan jumlah yang paling banyak berada dalam suatu kelas sebagai kelas hasil klasifikasi.

2. Prosedur Klasifikasi Batik Semen

Proses klasifikasi gambar motif batik semen dapat dilihat pada Gambar 2. Langkah pertama adalah melakukan *preprocessing* untuk mendapatkan obyek yang diinginkan dan membuang obyek yang tidak diperlukan. Kemudian dilakukan proses ekstraksi fitur sesuai dengan nilai radial dan *angular* yang dipilih. Selanjutnya mencari jarak terdekat antara fitur gambar uji dengan fitur-fitur yang sudah dipersiapkan pada *database*. Setelah jarak dihitung dan diurutkan, kemudian dilakukan pengambilan jarak teratas sesuai dengan K yang digunakan. Pada penelitian ini digunakan 4 nilai K yaitu 5, 10, 15, 20.



*Gambar 2.*Proses Klasifikasi Batik

3. Hasil Penelitian

Pada penelitian ini, dilakukan percobaan dengan membedakan nilai radial dan *angular* pada proses ekstraksi. Nilai radial dan *angular* pertama adalah 4 dan 6, yang kedua adalah 16 dan 30. Data latih yang digunakan berjumlah 60 data latih dengan setiap motif semen terdiri dari 20 data. Sedangkan data uji yang digunakan berjumlah 30 data uji dengan setiap motif terdiri atas 10 gambar. Nilai K yang digunakan adalah 5, 10, 15 dan 20. Tabel 1 menjelaskan hasil percobaan dengan menggunakan nilai radial 4 dan *angular* 6. Tabel 2 menjelaskan hasil dari percobaan menggunakan nilai radial 16 dan *angular* 30.

Tabel 1. Hasil klasifikasi menggunakan radial 4 dan *angular* 6

Motif	K=5	K=10	K=15	K=20	Rata-rata Akurasi
Romo	50%	70%	60%	60%	60%
Sidomukti	70%	80%	90%	90%	82.5%
Sidoasih	100%	80%	70%	80%	82.5%
Rata-rata	73.33%	76.67%	73.33%	76.67%	

Tabel 2. Hasil klasifikasi menggunakan radial 16 dan *angular* 30

Motif	K=5	K=10	K=15	K=20	Rata-rata Akurasi
Romo	60%	70%	60%	60%	62.5%
Sidomukti	70%	80%	100%	90%	85%
Sidoasih	70%	60%	70%	50%	62.5%
Rata-rata	66.67%	66.67%	76.67%	66.67%	

Hasil dari Tabel 1 menunjukkan bahwa akurasi tertinggi adalah batik semen sidomukti dan sidoasih dengan rata-rata akurasi 82.5% dengan nilai K terbaik pada K=10 dan K=20. Sementara dari Tabel 2 menunjukkan rata-rata akurasi tertinggi adalah semen sidomukti sebesar 85% dengan nilai K terbaik adalah K=15.

Percobaan kedua dilakukan dengan menggunakan data uji yang telah diberi *noise "salt and pepper"* 0.02. Hasil percobaan dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil klasifikasi data uji *noise* menggunakan radial 4 dan *angular* 6

Motif	Hasil Normal	Hasil *Noise*
Romo	60%	57.50%
Sidomukti	82.50%	82.50%
Sidoasih	82.50%	82.50%
Rata-rata	75%	74%

Tabel 4. Hasil klasifikasi data uji *noise* menggunakan radial 16 dan *angular* 30

Motif	Hasil Normal	Hasil *Noise*
Romo	62.50%	62.50%
Sidomukti	85%	82.50%
Sidoasih	62.50%	62.50%
Rata-rata	70%	69%

Hasil pada Tabel 3 menunjukkan bahwa noise hanya mempengaruhi hasil motif semen romo, sementara nilai akurasi semen sidoasih dan semen mukti tetap. Tabel 4 menunjukkan bahwa semen sidomukti terpengaruh noise dan kedua semen yang lain nilainya tetap. Dengan menggunakan kedua tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa noise yang digunakan tidak besar pengaruhnya terhadap akurasi data uji normal.

Percobaan ketiga dilakukan dengan merotasi data uji normal. Proses rotasi dilakukan setelah data uji normal di lakukan preprocessing. Rotasi yang digunakan adalah 15º, 30º, 45º, 60º, 75º dan 90º. Hasil percobaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Hasil klasifikasi data uji rotasi menggunakan radial 4 dan *angular* 6

Motif	Pengujian Rotasi (%)						
	Normal	15 º	30 º	45 º	60 º	75 º	90 º
Romo	60	57.5	60	55	57.5	57.5	57.5
Sido mukti	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5
Sidoa sih	82.5	82.5	82.5	80	82.5	82.5	82.5

Tabel 5. Hasil klasifikasidata uji rotasi menggunakan radial 16 dan *angular* 30

Motif	Pengujian Rotasi (%)						
	Normal	15 º	30 º	45 º	60 º	75 º	90 º
Romo	62.5	62.5	62.5	65	65	62.5	62.5
Sido mukti	85	82.5	82.5	80	80	82.5	82.5
Sidoa sih	62.5	57.5	62.5	62.5	60	62.5	60

Dari hasil percobaan pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa rotasi tidak banyak mempengaruhi data uji normal. Hal serupa juga dapat dilihat pada Tabel 5. Nilai penurunan dan kenaikan hanya berkisar 2.5% sampai 5%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dari percobaan yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa metode ekstraksi *Polar Fourier Transform* dan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbour* mampu mengklasifikasikan batik semen romo, semen sidomukti dan semen sidoasih. Pada keadaan data

uji normal dengan radial 4 dan *angular* 6 menghasilkan rata-rata akurasi paling tinggi sebesar 82.5% yaitu pada pengenalan motif semen sidoasih dengan nilai K terbaik saat K=10 dan K=20. Sedangkan saat mengggunakan radial 16 dan angular 30 hasil rata-rata akurasi sebesar 85% pada pengenalan batik sidomukti dengan nilai K terbaik adalah K=15. PFT menghasilkan akurasi yang cukup baik sehingga ekstraksi PFT dapat digunakan untuk penelitian yang berkaitan dengan ekstraksi bentuk.

Daftar Pustaka

Dinas Perindustrian Perdagangan dan Koperasi DIY. (2007). *Buku Motif Batik Yogya Semen (1 ed.).* Yogyakarta: Pena Persada Desktop Publishing.

Kadir, A. (2014*).* A Model of Plan Identification System Using GLCM, Lacunarity and Shen Featurs. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 5(2), 1-12.

Kadir, A., Nugroho, E., Susanto, A., & Santosa, I. (2011). Foliage Plant Retrival Using Polar Fourier Transform, Color Moments And Vein Features. An International Journal (SIPIJ), 2, 1-13.

Kadir, A., & Susanto, A. (2012). *Pengolahan Citra Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Andi.

Ndaumanu, I. R., Kusrini, & Arief, R. M. (2014). Analisis Prediksi Tingkat Pengunduran Diri Mahasiswa dengan Metode K-Nearest Neighbor. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi (Jatisi*), 1, 1-15.

Putra, D. (2010). Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta, DIY, Indonesia.

Ratri, K. E., Nugroho, A., & Adji, B. T. (2014). A Comparative Study on Signature Recognition. International Conference on Information Technology, Computer and Electrical Engineering (ICITACEE).

Zhang, D., & Lu, G. (2002). Shape Based Image Retrieval Using Generic Fourier Descriptors. *International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing* (ICASSP 2002), 1-35.

Biodata Penulis

Vinanda Diya Novita, memperoleh gelar S1 di Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.

Nugroho Agus Haryono , memperoleh gelar S1 di Universitas Diponegoro. Memperoleh gelar S2 di Universitas Gajah Mada. Saat ini menjadi pengajar di Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.

Ignatia Dhian Estu Karisma Ratri , memperoleh gelar S1 di Universitas Kristen Duta Wacana. Memperoleh gelar S2 di Universitas Gajah Mada. Saat ini menjadi pengajar di Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.

SEGMENTASI WARNA PADA BATIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN HSV DENGAN TEKNIK *LINKAGE*

Widi Hapsari[1],Nugroho Agus Haryono[2]

[1]Prodi Teknik Informatika, Universitas Kristen Duta Wacana, Indonesia

[1]widi@staff.ukdw.ac.id
[2]nugroho@staff.ukdw.ac.id

Abstrak

Setiap motif Batik memiliki karakteristik bentuk yang dipergunakan untuk mengidentifikasi motif batik tertentu.Selanjutnya ekstraksi bentuk pada motif batik dapat digunakan untuk pengenalan motif batik. Bentuk yang mampu diidentifikasi sangat tergantung dari image preprocessing yang dilakukan. Dalam penelitian ini segmentasi dipilih karena adanya kebutuhan untuk dapat menonjolkan bentuk yang menjadi ciri dari motif batik tertentu. Proses segmentasi dilakukan dengan cara membagi citra input ke dalam blok ukuran 4x4 piksel, kemudian dihitung rata-rata nilai dari komponen Hue, Saturation, dan Value (HSV). Selanjutnya dengan nilai tersebut dilakukan segmentasi menggunakan teknik klasterisasi Single Linkage, Complete Linkage dan Average Linkage. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keberhasilan pemisahan motif sebesar 95% dantingkat kebersihan klaster yang memuat motif terhadap noise sebesar 93% dari 100 citra uji diperoleh dengan menggunakan teknik klasterisasi Average dan standar deviasi 0.05.Selain itu juga diperoleh urutan klaster yang memuat motif berturut-turut klaster 2, klaster 1 dan klaster 3, masing-masing sebanyak 41%, 36% dan 9% dari 100 citra uji.

Kata Kunci* :batik, segmentasi, HSV, linkage, klaster*

1. Pendahuluan

Preprocessing pada pengolahan citra memiliki peran yang signifikan terhadap proses pengenalan objek. Biasanya *preprocesing* ini dilakukan untuk perbaikan citra misalnya menghilangkan *noise*, perubahan pencahayaan atau memperbaiki bentuk objek. Penelitian mengenai klasifikasi motif batik berbasis bentuk, warna maupun tekstur masih memberikan hasil yang kurang maksimal karena *preprocessing* berupa morfologi citra, seperti *opening* dan *closing* belum bisa memisahkan motif pembentuk batik yang akan diklasifikasi (Hapsari, Haryono, & Nugraha, 2014), (Haryono & Hapsari, 2015), (Chandra, 2016), (Novita, 2016). Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk memperbaiki *preprocessing* citra sebelum dilakukan analisis citra dengan membuat sistem yang bisa memisahkan motif batik dari *background* dan isen-isen dari batik menggunakan komponen warna HSV.Segmentasi merupakan pembagian citra menjadi daerah-daerah (*regions*) yang dibutuhkan, terutama untuk membedakan objek/*region* (*foreground*) dari yang lainnya (*background*) (Dougherty, 2009).

Model representasi warna HSV dipilih, karena model representasi ini lebih sesuai dengan persepsi mata manusia.Sedangkan representasi model warna RGB (*Red*, *Green*, *Blue*) lebih berorientasi ke *hardware*, yaitu menerima nilai dari kamera dan menyimpannya dalam komputer.(Russ, 2011). Oleh sebab itu, sebelum dilakukan proses segmentasi, citra input yang diterima dalam format RGB akan terlebih dahulu dikonversi menjadi format HSV.

Beberapa teknik klasterisasi bisa digunakan untuk melakukan segmentasi. Salah satunya adalah teknik *Linkage*. Teknik *linkage* dipilih dalam pembuatan sistem karena karakteristiknya yang tidak membutuhkan titik awal untuk memulai proses segementasi. Selain itu jumlah klaster yang

dihasilkan bisa sesuai dengan yang diinginkan. Dalam hal ini ada tiga teknik linkage yang dipakai, yaitu: *Single, Average*, dan *Complete*.

2. Tinjauan Pustaka

2.1.Ruang Warna

Model RGB banyak digunakan untuk memperoleh, memproses, dan menampilkan citra digital, misalnya untuk warna pada kamera video maupun pada monitor.Sebagian besar warna dapat dibuat dari percampuran ketiga komponen warna utama dalam RGB, yaitu *Red, Green, dan Blue*(Dougherty, 2009). Untuk model yang lain lebih berorientasi pada persepsi manusia terhadap warna, yaitu *Hue*, *Saturation*, dan *Value* (HSV). *Hue* mengidentifikasikan panjang gelombang terhadap persepsi warna, atau warna yang sesungguhnya, misalnya membedakan antara warna merah dan kuning.*Saturation* adalah jumlah warna yang ada, misalnya yang membedakan warna merah dan warna merah muda.Sedangkan *Value* adalah jumlah kecerahan warna, misalnya yang membedakan antara merah gelap dengan merah terang.Beberapa sistem warna yang juga menggunakan komponen-komponen ini adalah HSB (*Hue, Saturation, Brightness*), HSI (*Hue, Saturation, Intensity*), dan HLS (*Hue, Lightness, Saturation*) (Russ, 2011).

2.2.Segmentasi citra berwarna

Segmentasi citra bertujuan untuk membagi citra ke dalam beberapa *region*berdasarkan parameter tertentu, seperti misalnya warna. Diskontinuitas dan similaritas/homogenitas merupakan dua sifat dasar piksel terhadap piksel-piksel tetangganya yang dapat digunakan untuk proses segmentasi. Hasil segmentasi bisa diperoleh dari klasterisasi dimana dilakukan pengelompokan klaster atau piksel menjadi klaster yang lebih besar berdasarkan properti tertentu. Strategi *agglomerative clustering* dimulai dari klaster yang terpisah satu sama lain, kemudian secara *iterative* pada setiap tahap akan terjadi penggabungan klaster dengan kriteria similaritas. Proses ini akan diulang sampai mencapai jumlah klaster tertentu atau jika terus dijalankan maka akan membentuk hanya satu buah klaster.

Teknik Klasterisasi *Linkage* yang dipilih dalam penelitian adalah: *Single, Complete* dan *Average. Single Linkage* menggunakan pendekatan similaritas antara 2 klaster yaitu jarak minimum antar objek pada 2 klaster, disebut juga sebagai *neighbor joining*.Misalnya diberikan 2 klaster P_1 dan P_2, maka jarak antara keduanya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1).

$$D_{min}(P_1, P_2) = \min_{i,j}\{d(p_i, p_j)\} \quad (1)$$

dengan p_i adalah anggota dari klaster P_1 dan p_j adalah anggota klaster P_2.

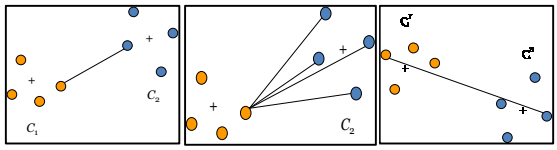
Klasterisasi *Average Linkage* menggunakan pendekatan similaritas antara 2 klaster berupa jarak rata-rata pada semua pasangan objek pada 2 klaster (satu dari setiap klaster) seperti pada Persamaan (2).

$$D_{avg}(P_1, P_2) = \operatorname{avg}_{i,j}\{d(p_i, p_j)\} \quad (2)$$

Klasterisasi *Complete Linkage* menggunakan pendekatan similaritas antara 2 klaster berupa jarak maksimum antar objek pada 2 klaster yang dihitung menggunakan Persamaan (3).

$$D_{max}(P_1, P_2) = \max_{i,j}\{d(p_i, p_j)\} \quad (3)$$

Ketiga persamaan tersebut dapat diilustrasikan seperti pada Gambar 1, dimana klaster dapat digabungkan berdasarkan jarak terpendek, rata-rata atau jarak terjauh antara anggota-anggota pada masing-masing klaster.



(a). *Single* (b). *Average* (c). *Complete*

Gambar 1. Illustrasi Klasterisasi *Linkage* yang digunakan

3. Metodologi dan Perancangan Sistem

3.1. Pengambilan Data

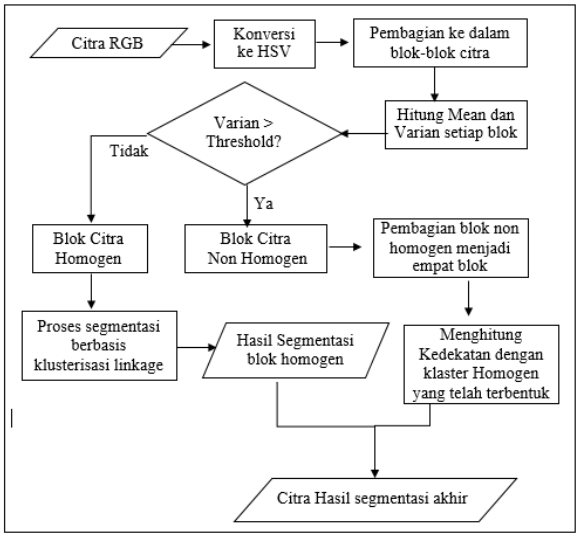
Dalam penelitian ini digunakan dataset sebanyak 100 citra yang di-*resize* ke dalam ukuran 256x256 piksel.Citra asli memiliki ukuran MxM atau MxN dimana M memiliki perbedaan yang tidak terlalu besar dengan N, agar ketika dilakukan *resize*maka *aspect ratio* motif pada citra tidak berubah. Citra*dataset* diperoleh dari proses pemindaiancitra buku-buku pustaka motif batik karya Kusrianto (Kusrianto, 2013), buku karya

Ramadhan(Ramadhan, 2013), dan buku motif batik Yogya yang disusun oleh Dinas Perindustrian Perdagangan dan Koperasi Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta berupa buku motif batik Yogya (Dinas Perindustrian Perdagangan dan Koperasi DIY, 2007), motif Nitik (Dinas Perindustrian Perdagangan dan Koperasi DIY, 2007), dan motif Semen (Dinas Perindustrian Perdagangan dan Koperasi DIY, 2007).

3.2.Pembuatan Sistem

Sistem segmentasi ini dibangun dengan menggunakan Matlab. Fungsi *library* matlab yang dipakai untuk *preprocessing* antara lain *rgb2hsv* yang digunakan untuk mendapatkan citra hasil konversi dari RGB menjadi HSV. Selain itu digunakan fungsi *linkage* untuk menghitung jarak antar klaster (misalnya: *average, single,* atau *complete*). Setelah itu dilanjutkan dengan fungsi *cluster* yang digunakan untuk melakukan proses klasterisasi hasil fungsi *linkage* terhadap objek-objek yang diobservasi ke dalam n klaster.

Diagram arsitektur sistem ditunjukkan pada Gambar 2. Diawali konversi citra RGB ke HSV, kemudiandilanjutkan pembagian citra menjadi blok-blok. Terakhir blok-blok diproses dengan teknik klasterisasi.



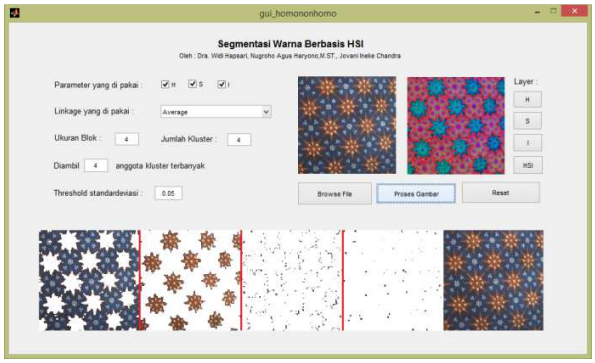
Gambar 2. Arsitektur Sistem Segmentasi

3.3. Pengujian Sistem

Proses pengujian akan dilakukan dengan 3 teknik klasterisasi dan variasi standar deviasi. Dalam hal ini yang diambil adalah standar deviasi 0.01, 0.05 dan 0.10. *Dataset* diujikan dengan menggunakan setiap teknik klasterisasi serta setiap standar deviasi sehingga terdapat 9 hasil. Selanjutnya akan dipilih hasil dari teknik klaster dan standar deviasi yang paling baik. Parameter untuk mengukur hasil terbaik adalah keberhasilan memisahkan motif dari *background* dan isen-isen serta tingkat kebersihan klaster yang memuat motif terhadap *noise*. *Noise* disini adalah *region* lain yang bukan bagian dari motif tetapi berada pada klaster yang memuat motif. Tahap berikutnya dilakukan pengamatan terhadap data pada setiap klaster.

4. Analisis dan Pembahasan

Hasil pengujian diawali dengan proses validasi sistem menggunakan data khusus untuk validasi. Setelah sistem berjalan sesuai dengan algoritma dan output yang diharapkan, selanjutnya sistem dijalankan dengan citra uji yaitu citra batik sesuai dengan yang direncanakan. Contoh antar muka sistem yang dibangun diberikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Halaman Utama Sistem

Sistem ini melakukan iterasi klasterisasi atau penggabungan blok-blok citra sampai diperoleh 4 klaster. Klaster diurutkan mulai dari klaster dengan anggota terbanyak di sebelah kiri. Citra paling kanan adalah citra asli.

Perbandingan hasil pengamatan terhadap teknik klasterisasi yang digunakan diberikan dalam Tabel 1 sampai dengan Tabel 3.

Tabel 1.Hasil Perbandingan Teknik Klaster dengan menggunakan nilai standar deviasi 0.01.

	Keberhasilan memisahkan motif dari background dan isen-isen		**Tingkat kebersihan klaster yang memuat motif**	
	Berhasil	Kurang Berhasil	Baik	Kurang Baik
Single	76	24	47	53
Average	95	5	78	22
Complete	92	8	72	28

Tabel 1 menunjukkan bahwa teknik *average* memberikan hasil yang paling baik.

Tabel 2.Hasil Perbandingan Teknik Klaster dengan menggunakan nilai standar deviasi 0.05.

	Keberhasilan memisahkan motif dari background dan isen-isen		**Tingkat kebersihan klaster yang memuat motif**	
	Berhasil	Kurang Berhasil	Baik	Kurang Baik
Single	22	78	11	89
Average	84	16	67	33
Complete	78	22	67	33

Tabel 2 menunjukkan bahwa teknik *average* memberikan hasil yang paling baik.

Tabel 3. Hasil Perbandingan teknik klaster dengan menggunakan nilai standar deviasi 0.10.

	Keberhasilan memisahkan motif dari background dan isen-isen		**Tingkat kebersihan klaster yang memuat motif**	
	Berhasil	Kurang Berhasil	Baik	Kurang Baik
Single	21	79	19	81
Average	95	5	93	7
Complete	86	14	86	14

Tabel 3 menunjukkan bahwa teknik *Average* memberikan hasil yang paling baik.

Ketiga tabel tersebut memperlihatkan teknik *Average* memberikan hasil yang sedikit lebih baik jika dibandingkan dengan teknik *Complete*. Sedangkan *Single* menjadi teknik yang tidak berhasil digunakan dalam sistem segmentasi ini. Sedangkan standar deviasi yang terbaik adalah 0.05 yang ditunjukkan pada Tabel 2. Standar deviasi 0.01 pada Tabel 1 menunjukkan hasil yang lebih baik dari standar deviasi 0.10 pada Tabel 3.

Hasil pengamatan untuk pengujian di atas diperoleh empat kemungkinan yaitu bentuk motif dapat diperoleh dengan jelas pada sebuah klaster dan tidak ada *noise* atau hanya sedikit *noise*, bentuk motif dapat diperoleh dengan jelas namun pada klaster tersebut terdapat *noise*, bentuk motif tidak dapat diperoleh dengan jelas tetapi tidak ada *noise* pada klaster tersebut dan yang terakhir adalah tidak diperoleh bentuk motif dan klaster ber-*noise*.

Standar deviasi yang kecil memberikan hasil yaitu anggota (warna) pada masing-masing klaster lebih homogen. Sebaliknya dengan standar deviasi yang besar sebuah klaster memuat warna yang lebih banyak atau lebih variatif. Hasil terburuk dengan standar deviasi besar adalah banyaknya warna bukan bagian dari motif yang masuk ke klaster motif.Namun demikian dengan standar deviasi kecil bukan berarti lebih baik, karena kebanyakan motif memiliki warna yang tidak homogen. Sehingga standar deviasi di antara keduanya mampu mengurangi kelemahan standar deviasi kecil maupun besar. Contoh : kebanyakan citra batik memiliki motif dengan *border* dengan warna yang berbeda, atau motif dengan gradasi warna.

Teknik klasterisasi *Single* dalam penelitian ini tidak memberikan hasil yang memuaskan, sebagian besar citra tidak berhasil dipisahkan motif dari *background*-nya. Sedikit lebih baik dari *Single* adalah *complete*. Tetapi jika teknik *Complete* dibandingkan dengan *Average*, 4 klaster hasil *Average* 2 klaster memuat motif dan *background* sehingga 2 klaster sisanya hanya berisi sedikit blok warna. Sedangkan klaster hasil *Complete* klaster 3 dan 4 masih memuat blok warna yang cukup banyak sehingga dapat meyebabkan kegagalan memisahkan motif . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat Gambar 4 sampai dengan Gambar 6, yaitu contoh citra hasil dari masing-masing motif dengan teknik *Single*, *Average* dan *Complete* dengan standar deviasi 0.05. Standar deviasi ini merupakan standar deviasi terbaik dibandingkan standar deviasi 0.01 dan 0.10.

Gambar 4. Contoh 5 citra hasil klasterisasi menggunakan teknik *Single*

Gambar 5. Contoh 5 citra hasil klasterisasi menggunakan teknik *Average*

Gambar 6. Contoh 5 citra hasil klasterisasi menggunakan teknik *Complete*

Dari Tabel 1 sampai dengan Tabel 3 dapat dipilih teknik *Average* dengan nilai *threshold* standar deviasi sebesar 0.05. Pemilihan tersebut berdasarkan hasil tertinggi yaitu tingkat keberhasilan memisahkan motif sebesar 95%serta kebersihan klaster yang memuat motif sebesar 93% dari 100 data citra batik yang diuji. Selanjutnya

teknik dan standar deviasi tersebut digunakan untuk memperoleh nomor klaster yang memuat motif. Hasil pengamatan yang dilakukan diberikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Nomor klaster yang memuat motif

	Jumlah data dengan motif berada pada kluster ke-						
Motif	**1**	**2**	**3**	**4**	**1,2**	**1,3**	**2,3**
Kawung	12	5	3	0	0	0	0
Nitik	0	13	7	0	0	0	0
Parang	15	5	0	0	0	0	0
Semen	7	9	2	0	1	1	0
Truntum	2	9	7	1	0	0	1
	36	**41**	**19**	**1**	**1**	**1**	**1**

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh bahwa motif yang berada pada klaster 2 sebesar 41% dari 100 citra uji. Diikuti oleh klaster 1 dan 3 berturut-turut 36% dan 19%. Secara lebih detail dapat dituliskan hasil berikut ini :

a. Motif Kawung lebih banyak berada dalam klaster 1, yaitu klaster dengan jumlah anggota yang terbanyak, dengan kata lain citra warna batik Kawung motif didominasi oleh warna motifnya dibandingkan *background*-nya.

b. Jika motif berada di klaster yang kedua atau ketiga, ukuran motif tidak terlalu besar, sehingga klaster 1 nya merupakan warna *background*. Model gambar batik yang seperti ini ditemukan kebanyakan pada motif Nitik dan motif Truntum. Hasil ini sesuai dengan nama motif Nitik, yang artinya kumpulan dari motif kecil-kecil yang menyerupai titik, dan motif Truntum yang artinya bunga Truntum yang kecil-kecil.

c. Parang memiliki karakteristik yang sama dengan kawung, yaitu motif memenuhi citra. Sehingga jumlah warna *background* lebih sedikit.

d. Beberapa citra batik Semen memiliki dua warna dalam sebuah motif mengakibatkan motif semen ini akan muncul dalam dua klaster, misalnya muncul dalam klaster 1 dan klaster 3.

Jadi nomor klaster yang memuat motif ditentukan ukuran motif. Jika motif memiliki ukuran besar maka motif berada di klaster 1, klaster 2 merupakan *background*. Atau sebaliknya, motif berada di klaster 2, klaster 1 merupakan *background*. Jika ukuran motif sangat kecil, maka motif ini akan berada di klaster 3.

5. Penutup

Penelitian ini memberikan hasil yaitu teknik klaster yang paling baik untuk data citra batik adalah *Average*. Selain itu diperoleh bahwa standar deviasi yang terbaik adalah 0.05. Gabungan teknik dan standar deviasi terbaik tersebut memberikan keberhasilan pemisahan motif sebesar 95% dan tingkat kebersihan klaster yang memuat motif sebesar 93%. Selanjutnya teknik dan standar deviasi terbaik tersebut digunakan untuk pengujian lebih lanjut yaitu mendapatkan nomor klaster yang memuat motif. 5 motif yang dipilih yaitu Kawung, Nitik, Parang, Semen dan Truntum memiliki karakteristik yang berbeda. Motif Kawung dan Parang sebagian besar berada pada klaster 1. Sementara motif Nitik dan Truntum berada di klaster 2. Jadi penempatan motif pada klaster ini tergantung dari ukuran motif. Beberapa motif Semen memiliki lebih dari satu warna sehingga untuk mendapatkan motif secara utuh diperlukan penggabungan 2 klaster. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa segmentasi warna dengan HSV berhasil dilakukan dengan baik pada citra motif batik. Segmentasi mampu memisahkan motif dari *background*-nya dengan karakteristik motif masing-masing.

Daftar Pustaka

Chandra, J. I. (2016). *Pengenalan Batik Motif Truntum Menggunakan Form Factor, Aspect Ratio, dan Roundness*. (Skripsi S1 Universitas Kristen Duta Wacana). Yogyakarta: SinTA (Sistem Informasi Tugas Akhir) UKDW. Diambil kembali dari http://sinta.ukdw.ac.id/sinta

Dinas Perindustrian Perdagangan dan Koperasi DIY. (2007). *Buku Motif Batik Yogya* (1 ed.). Yogyakarta, Indonesia: Pena Persada Desktop Publishing.

Dinas Perindustrian Perdagangan dan Koperasi DIY. (2007). *Buku Motif Batik Yogya Nitik* (1 ed.). Yogyakarta, Indonesia: Pena Persada Desktop Publishing.

Dinas Perindustrian Perdagangan dan Koperasi DIY. (2007). *Buku Motif Batik Yogya Semen* (1 ed.). Yogyakarta, Indonesia: Pena Persada Desktop Publishing.

Dougherty, G. (2009). *Digital Image Processing for Medical Applications*. New York: Cambridge University Press.

Hapsari, W., Haryono, N. A., & Nugraha, K. A. (2014). *Klasifikasi Citra Motif Batik Menggunakan K-Nearest Neighbor Berbasis pada Warna, Bentuk, dan Tekstur*. Laporan Penelitian, LPPM Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta.

Haryono, N. A., & Hapsari, W. (2015). *Klasifikasi Batik Menggunakan K-Nearest Neighbor Berbasis.* Yogyakarta: UKDW.

Kusrianto, A. (2013). *Batik Filosofi, Motif dan Kegunaan.* Yogyakarta: Andi.

Novita, V. D. (2016). *Klasifikasi Motif Batik Semen Berdasarkan Ekstraksi Polar Fourier Transform Dan K-Nearest Neighbour*. (Skripsi S1 Universitas Kristen Duta Wacana). Yogyakarta: SinTA (Sistem Informasi Tugas Akhir) UKDW. Diambil kembali dari http://sinta.ukdw.ac.id/sinta

Ramadhan, I. (2013). *Cerita Batik.* Tangerang: Literati.

Russ, J. C. (2011). *The Image Processing Handbook.* India: CRC Press Taylor & Francis Group.

Biodata Penulis

Widi Hapsari, memperoleh gelar S1 di Universitas Gadjah Mada.Memperoleh gelar S2 di Universitas Universitas Gadjah Mada.Saat ini menjadi pengajar di Universitas Kristen Duta Wacana.

Nugroho Agus Haryono, memperoleh gelar S1 di Universitas Diponegoro. Memperoleh gelar S2 di Universitas Gadjah Mada.Saat ini menjadi pengajar di di Universitas Kristen Duta Wacana.

BERITA ACARA PELAKSANAAN HASIL SEMINAR UTAMA KNASTIK 2016

Judul : Tren dan Antisipasi biomedika- eHealth di Indoensia

Keynote Speaker : Prof. Dr. Ir. Tati Latifah E.R. Mengko.

Moderator : Dr. Lucia Dwi Krisnawati

Notulis : Dr. Lucia D. Krisnawati

Peserta : 120 orang di ruang
Ruang : Seminar Harun

Hasil Seminar (deskripsikan) :

- Biomedika merupakan sebuah cabang ilmu yang interdisipliner dan memiliki lingkup bidang penelitian yang luas, yang berkaitan dengan analisis citra, neuro-engineering, biologi, informatika, dll.
- Prof. Tati merunut perkembangan bidang biomedika dan *medical imaging* dari perspektif historis – mundur 200 tahun ke belakang, kemudian mendeskripsikan proyeksi ke depan sampai tahun 2040, dan kondisi perkembangannya di masa kini.

Kesimpulan Seminar

Trend perkembangan bidang medika akan menghasilkan sebuah peralatan medis dengan ukuran kecil dan ditujukan untuk pendeteksian dini sebuah penyakit guna untuk meningkatkan kualitas kehidupan manusia.

BERITA ACARA PELAKSANAAN HASIL SEMINAR UTAMA KNASTIK 2016

Judul : Intelligent Medical Imaging for breast cancer detection and diabetic retinopathy

Pembicara : Hanung Adi Nugroho, S.T., M.E, Ph.D.

Moderator : Dr. Lucia Dwi Krisnawati

Notulis : Dr. Lucia D. Krisnawati

Peserta : 120 orang di ruang

Ruang : Seminar Harun

Hasil Seminar (deskripsikan) :

- Alat bantu di bidang biomedis saat ini masih bersifat akuisisi dan kurang elegan
- penelitian di bidang ini perlu memiliki dampak yang luas, dan menghasilkan alat bantu yang lebih cerdas – yakni memiliki kemampuan untuk menganalisa.
- Selanjutnya, pak Hanung berbagi metode dan hasil penelitian pusat studi 'biomedical imaging' di UGM dengan topik:
    - citra biomedis untuk pendeteksian dan analisis kanker payudara
    - citra biomedis untuk pendeteksian dan analisis retinopati diabetes

Kesimpulan Seminar

Penelitian di bidang analisis citra biomedis perlu memiliki dampak yang luas, dan bisa diakses dimana saja, kapan saja oleh siapa saja, sehingga perlu penyederhaan dan aplikasinya bisa diakses melalui situs Web maupun piranti bergerak

BERITA ACARA PELAKSANAAN HASIL SEMINAR UTAMA KNASTIK 2016

Judul : Sinergi antara Perguruan tinggi dengan dunia industri

Pembicara : Dr. Antonius Darma Setiawan, S.Si., M.T

Moderator : Dr. Lucia Dwi Krisnawati

Notulis : Dr. Lucia D. Krisnawati

Peserta : 120 orang di ruang:
Ruang : Seminar Harun

Hasil Seminar (deskripsikan) :

- Hasil-hasil riset di bidang citra biomedis perlu dibawa ke dunia industri.
- Penelitian saat ini masih didominasi oleh Sistem Informasi Manajemen Rumah sakit
- Tantangannya: belum adanya standardisasi sturktur data rekam medis antar rumah sakit, dan diseminasi rekam medis dengan ruang lingkup nasional
- berbagi tentang aplikasi Open EHR sebagai standard struktur data untuk rekam medis

Kesimpulan Seminar
Open EHR bisa menjadi solusi untuk mengatasi persoalan belum adanya standard struktur data rekam medis dan diseminasinya ke berbagai rumah sakit di Indonesia.

KESIMPULAN PELAKSANAAN SEMINAR SESI PARALEL KNASTIK 2016

Grup	:	A (Sistem Pendukung Keputusan untuk Manajemen)
Moderator	:	Drs. Djoni Dwijana, Akt., M.T.
Notulis	:	Lazio
Ruang	:	D.3.6
Waktu	:	13:00 – 16:00 WIB

Kesimpulan:

1. Seminar sesi paralel Grup A (Sistem Pendukung Keputusan untuk Manajemen) dihadiri oleh 4 orang ditambah 1 orang moderator dan seorang notulis. Seminar dimulai pukul 13:00 dan berakhir pkl. 16:00 WIB.
2. Dari 6 hasil penelitian, hanya 5 yang dipresentasikan oleh pemakalahnya. Makalah yang tidak dipresentasikan berjudul "Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Calon Karyawan Baru Menggunakan Metode SAW pada Yayasan Bina Darma" dengan penulis Renee Yosua, Andeka Rocky Tanaamah.
3. Rata-rata waktu yang dibutuhkan oleh setiap pemakalah untuk presentasi adalah 25 menit yang terdiri dari sekitar 15 menit presentasi dan sekitar 10 menit tanya jawab.
4. Semua pemakalah mempresentasikan hasil penelitiannya sebaik mungkin. Sebagian pemakalah tampak siap sehingga penjelasan dalam presentasi maupun tanya jawab dilakukan dengan sangat baik, sebagian yang lain tampak masih perlu untuk ditingkatkan.
5. Pada ruang ini peserta seminar KNASTIK 2016 yang bukan penyaji makalah tidak ada. Jadi pada kelas ini semua peserta kelas paralel ini adalah penyaji makalah.
6. Untuk topik dan diskusi tiap makalah secara detail dapat dilihat pada BERITA ACARA PELAKSANAAN SEMINAR PARALEL.

Saran:

1. Denah ruang kelas paralel perlu diperjelas lagi sehingga tidak ada peserta yang tersesat.
2. Penjelasan pemakalah dalam seminar memberi gambaran terhadap kualitas hasil penelitiannya. Secara umum peserta seminar mendapat masukan dan tambahan pengetahuan dari diskusi yang telah dilakukan.
3. Berdasarkan hal tersebut, secara umum, KNASTIK perlu ditingkatkan kualitasnya dengan cara memperketat proses penilaian makalah, misalnya dengan menggunakan lebih dari satu penilai atau melakukan lebih dari satu kali proses *review*.

KESIMPULAN PELAKSANAAN SEMINAR SESI PARALEL KNASTIK 2016

Grup	:	B (Sistem Pendukung Keputusan)
Moderator	:	Katon Wijana, S.Kom., M.T.
Notulis	:	Yube
Ruang	:	C.3.9
Waktu	:	13:00 – 16:00 WIB

Kesimpulan:

1. Seminar sesi paralel Grup B (Sistem Pendukung Keputusan) dihadiri oleh 16 orang ditambah 1 orang moderator dan seorang notulis. Seminar dimulai pukul 13:00 dan berakhir pkl. 16:00 WIB.
2. Dari 6 hasil penelitian, semua hasil penelitian dipresentasikan.
3. Rata-rata waktu yang dibutuhkan oleh setiap pemakalah untuk presentasi adalah 25 menit yang terdiri dari sekitar 15 menit presentasi dan sekitar 10 menit tanya jawab.
4. Semua pemakalah mempresentasikan hasil penelitiannya sebaik mungkin. Sebagian pemakalah tampak sangat siap sehingga penjelasan dalam presentasi maupun tanya jawab dilakukan dengan sangat baik, sebagian yang lain tampak masih perlu untuk ditingkatkan.
5. Di antara semua kelas paralel yang ada, kelas ini merupakan kelas yang pesertanya paling banyak.
6. Untuk topik dan diskusi tiap makalah secara detail dapat dilihat pada BERITA ACARA PELAKSANAAN SEMINAR PARALEL.

Saran:

1. Secara umum pada pelaksanaan kelas paralel ini semua berjalan lancar.
2. Hal yang perlu diperbaiki dalam pelaksanaan KNASTIK 2016 adalah notulis. Notulis pada tiap kelas paralel sebaiknya diberi training khusus, sehingga dapat menuliskan berita acara pelaksanaan secara ringkas dan padat..

KESIMPULAN PELAKSANAAN SEMINAR SESI PARALEL KNASTIK 2016

Grup	:	C (Sistem Informasi dan Komputer)
Moderator	:	Halim Budi Santosa, S.Kom., MBA, M.T.
Notulis	:	Gregorius
Ruang	:	B.3.2
Waktu	:	13:00 – 16:00 WIB

Kesimpulan:

1. Seminar sesi paralel Grup C (Sistem Informasi dan Komputer) dihadiri oleh 9 orang ditambah 1 orang moderator dan seorang notulis. Seminar dimulai pukul 13:00 dan berakhir pkl. 16:00 WIB.
2. Dari 6 hasil penelitian, hanya 5 yang dipresentasikan oleh pemakalahnya. Makalah yang tidak dipresentasikan berjudul "Analysis and Design of Information System for Public Health Service" dengan penulis Iis Pradesan dan Dedy Hermanto.
3. Rata-rata waktu yang dibutuhkan oleh setiap pemakalah untuk presentasi adalah 25 menit yang terdiri dari sekitar 15 menit presentasi dan sekitar 10 menit tanya jawab.
4. Pada kelas paralel ini, banyak bermunculan ide-ide menarik yang dapat digunakan untuk penelitian lebih lanjut.
5. Untuk topik dan diskusi tiap makalah secara detail dapat dilihat pada BERITA ACARA PELAKSANAAN SEMINAR PARALEL.

Saran:

1. Secara umum pada pelaksanaan kelas paralel ini semua berjalan lancar.
2. Kualitas makalah dan kuantitas makalah perlu ditingkatkan pada KNASTIK yang akan datang.
3. Perlu dibuat sesi istirahat yang lebih lama, sehingga para peserta KNASTIK dapat bertukar pendapat dan berdiskusi secara lebih santai.

KESIMPULAN PELAKSANAAN SEMINAR SESI PARALEL KNASTIK 2016

Grup	:	D (Teknik Komputer dan Aplikasi)
Moderator	:	Laurentius Kuncoro Probo Saputra, S.T., M.Eng.
Notulis	:	Rama
Ruang	:	B.3.2
Waktu	:	13:00 – 16:00 WIB

Kesimpulan:

1. Seminar sesi paralel Grup D (Teknik Komputer dan Aplikasi) dihadiri oleh 12 orang ditambah 1 orang moderator dan 2 orang notulis. Seminar dimulai pukul 13:00 dan berakhir pkl. 16:00 WIB.
2. Dari 7 hasil penelitian, semua pemakalah mempresentasikan makalahnya.
3. Rata-rata waktu yang dibutuhkan oleh setiap pemakalah untuk presentasi adalah 25 menit yang terdiri dari sekitar 10 menit presentasi dan sekitar 15 menit tanya jawab.
4. Semua pemakalah mempresentasikan hasil penelitiannya sebaik mungkin. Sebagian pemakalah tampak sangat siap sehingga penjelasan dalam presentasi maupun tanya jawab dilakukan dengan sangat baik, sebagian yang lain tampak masih perlu untuk ditingkatkan.
5. Pada bagian ini banyak peserta yang memberikan masukan bagi pnyaji makalah, terutama untuk menambah kesempurnaan sistem.
6. Untuk topik dan diskusi tiap makalah secara detail dapat dilihat pada BERITA ACARA PELAKSANAAN SEMINAR PARALEL.

Saran:

1. Penjelasan pemakalah dalam seminar memberi gambaran terhadap kualitas hasil penelitiannya. Kualitas hasil penelitian perlu ditingkatkan lagi, sehingga menghasilkan makalah yang makin berbobot dan terbaru (*up to date*).
2. Secara umum pelaksanaan KNASTIK ini dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas hasil penelitian melalui diskusi dan masukan dari peserta yang lain.

KESIMPULAN PELAKSANAAN SEMINAR SESI PARALEL KNASTIK 2016

Grup	:	E (Data Mining)
Moderator	:	Gloria Virginia, S.Kom., MAI., Ph.D.
Notulis	:	Yoas Hernanda dan Michael Abadi Santoso
Ruang	:	D.3.2
Waktu	:	13:00 – 16:00 WIB

Kesimpulan:

1. Seminar sesi paralel Grup E (Data Mining) dihadiri oleh 11 orang ditambah 1 orang moderator dan 2 orang notulis. Seminar dimulai pukul 13:00 dan berakhir pkl. 16:00 WIB.
2. Dari 7 hasil penelitian, hanya 6 yang dipresentasikan oleh pemakalahnya. Makalah yang tidak dipresentasikan berjudul "Analisis Kepuasan Mahasiswa Terhadap Pelayanan Akademik Menggunakan Metode Algoritma C4.5 (Studi Kasus: STMIK Pringsewu)" dengan penulis Oktafianto dan Elisabet Yunaeti Anggraeni.
3. Rata-rata waktu yang dibutuhkan oleh setiap pemakalah untuk presentasi adalah 30 menit yang terdiri dari sekitar 20 menit presentasi dan sekitar 10 menit tanya jawab.
4. Semua pemakalah mempresentasikan hasil penelitiannya sebaik mungkin. Sebagian pemakalah tampak sangat siap sehingga penjelasan dalam presentasi maupun tanya jawab dilakukan dengan sangat baik, sebagian yang lain tampak masih perlu untuk ditingkatkan.
5. Untuk topik dan diskusi tiap makalah secara detail dapat dilihat pada BERITA ACARA PELAKSANAAN SEMINAR PARALEL.

Saran:

1. Penjelasan pemakalah dalam seminar memberi gambaran terhadap kualitas hasil penelitiannya. Berdasarkan hal tersebut, secara umum, KNASTIK perlu ditingkatkan kualitasnya dengan cara memperketat proses penilaian makalah, misalnya dengan menggunakan lebih dari satu penilai atau melakukan lebih dari satu kali proses *review*.

KESIMPULAN PELAKSANAAN SEMINAR SESI PARALEL KNASTIK 2016

Grup	:	F (Analisis Citra)
Moderator	:	Drs. R. Gunawan Santosa, M.Si.
Notulis	:	Emylia Intan L.
Ruang	:	E.3.5
Waktu	:	13:00 – 16:00 WIB

Kesimpulan:

1. Seminar sesi paralel Grup F (Analisis Citra) dihadiri oleh 8 orang ditambah 1 orang moderator dan seorang notulis. Seminar dimulai pukul 13:00 dan berakhir pkl. 16:00 WIB.
2. Dari 6 hasil penelitian, semua mempresentasikan makalahnya.
3. Rata-rata waktu yang dibutuhkan oleh setiap pemakalah untuk presentasi adalah 30 menit yang terdiri dari sekitar 20 menit presentasi dan sekitar 10 menit tanya jawab.
4. Ada sedikit kendala untuk *compatibilitas viewer* dan laptop, tetapi hal ini dapat diatasi.
5. Semua pemakalah mempresentasikan hasil penelitiannya sebaik mungkin. Sebagian pemakalah tampak sangat siap sehingga penjelasan dalam presentasi maupun tanya jawab dilakukan dengan sangat baik, sebagian yang lain tampak masih perlu untuk ditingkatkan.
6. Kebanyakan penyaji makalah mendapat ide dan masukan yang bagus dari peserta lain sehingga suasana kelas menjadi semarak.
7. Untuk topik dan diskusi tiap makalah secara detail dapat dilihat pada BERITA ACARA PELAKSANAAN SEMINAR PARALEL.

Saran:

1. Secara umum kegiatan pada kelas paralel ini dapat berjalan lancar.
2. Untuk KNASTIK yang akan datang perlu diinformasikan lagi seluk beluk yang berkaitan dengan KNASTIK, sehingga tidak sering mengganti kebijakan.
3. Sedikit dan hampir tidak ada mahasiswa yang tertarik mengikuti kelas paralel- kelas paralel yang diadakan. Sehingga perlu usaha-usaha untuk menarik minat mahasiswa terutama mahasiswa S1 untuk mengikuti acara-acara seperti ini.

knastik 2016

KONFERENSI NASIONAL
TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI

ISSN : 2338-7718

Fakultas Teknologi Informasi
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

Jalan Doktor Wahidin Sudirohusodo No. 5 - 25,
Gondokusuman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55224
Telp. : (0274) 563929

9 772503 450002