

## METODE KOMUNIKASI MULTI LINE FOLLOWER ROBOT PADA KASUS OBSTACLES AVOIDANCE

Robisman Marpaung<sup>1</sup>, Angga Rusdinar<sup>2</sup>, Favian Dewanta<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Elektro, Telkom University, Bandung, Indonesia

<sup>1</sup>bisman25@gmail.com, <sup>2</sup>anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id, <sup>3</sup>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 dihadapakan 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/subscribe messaging yaitu dengan mengalamatkan pesan menurut isinya dari pada tujuannya (Brian dan Maja, 2001).

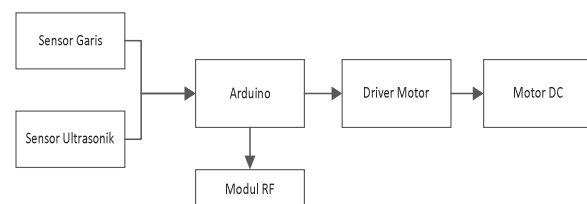
Joao dkk. menggunakan metode novel solution untuk memungkinkan transmisi langsung pada data sinkronisasi untuk mengurangi packet loss. Eksperimen yang telah dilakukan menunjukkan pentingnya pengurangan delay ketika mengirim pesan sinkronisasi (Joao et al., 2012).

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 menunjukkan 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.

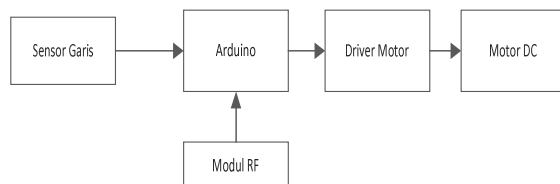
Sensor garis digunakan sebagai penanda lintasan. Prinsip kerjanya adalah ketika cahaya LED mengenai warna putih, *photodiode* memiliki nilai ADC yang lebih kecil dibanding warna hitam.

Sensor ultrasonik SRF05 memiliki prinsip memantulkan sinyal dan menerima feedback sinyal tersebut. Jarak terjauh sensor yaitu 400cm. Dengan rumus  $\text{jarak} = \text{data} / 58$ , 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 menunjukkan 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  $\leq 20$  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 ultrasonik pada sisi kiri robot mendapatkan posisi yang tepat untuk mengambil nilai jarak antara sisi kiri robot transmitter dengan robot receiver.

Lalu, jika sensor ultrasonik pada sisi kiri robot berjarak  $\leq 40$  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.

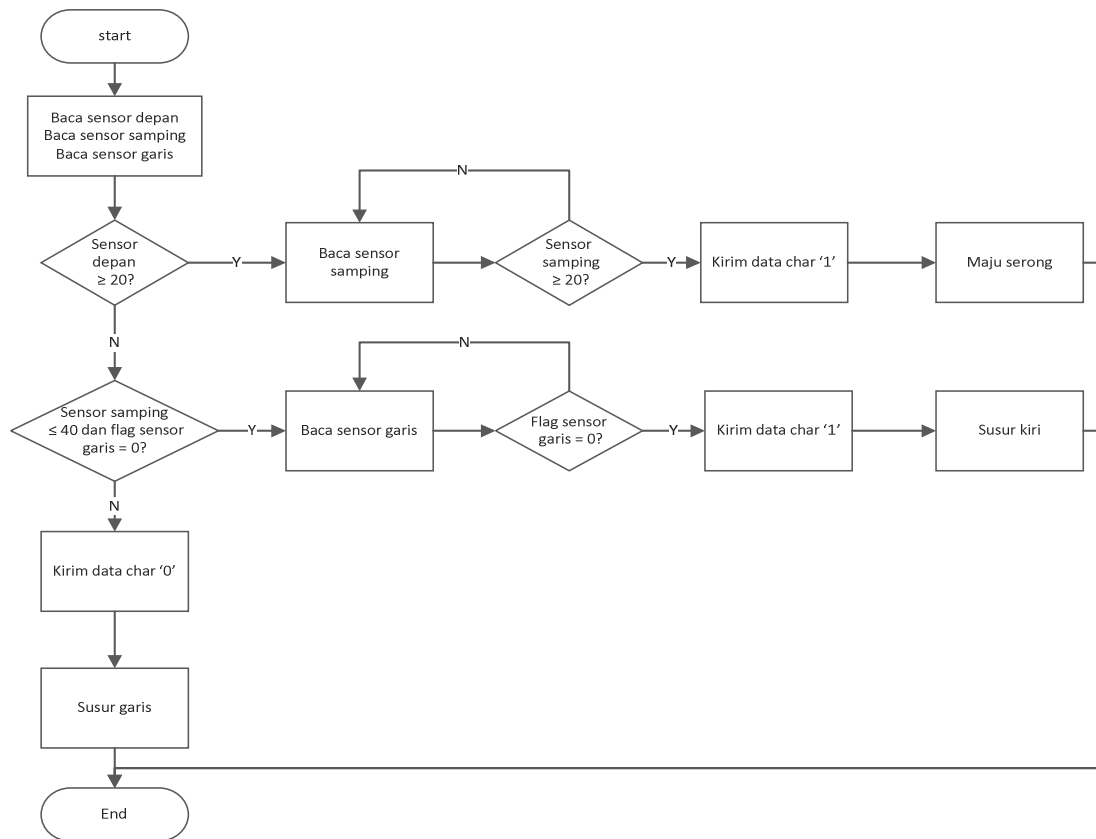
## 3. Implementasi dan Analisa Sistem Komunikasi

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.

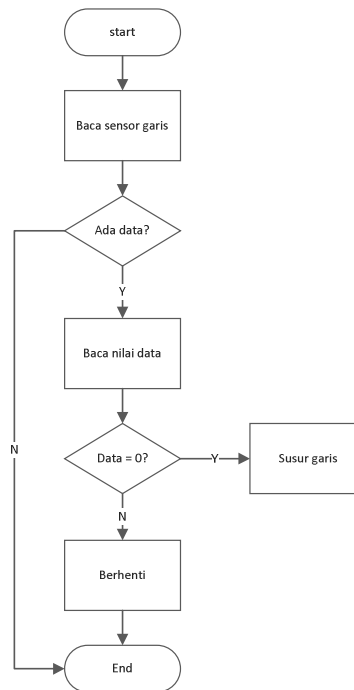
### 3.1. Pengaruh Jarak pada Komunikasi

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



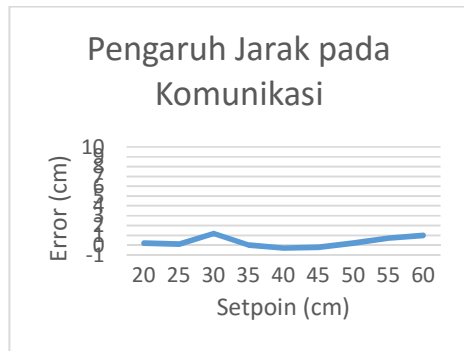
Gambar 4. Algoritma receiver

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 mengurangi 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 bervariasi. 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

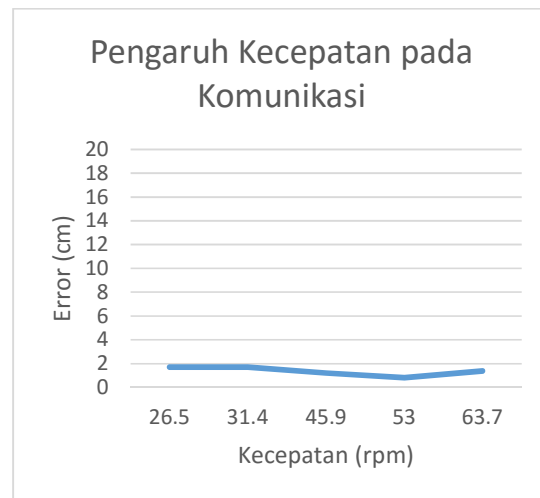
Pengujian dilakukan dengan jarak konstan sebesar 20 cm. Kemudian dilakukan pengukuran jarak dengan menggunakan penggaris atau alat ukur sejenis. Kecepatan akan diubah-ubah sebanyak lima kali untuk dilihat pengaruh kecepatan terhadap respon komunikasi data robot.

Tabel 2. Pengaruh kecepatan pada komunikasi sistem

Uji ke-	Set poin (cm)	Hasil Uji (cm)	Error (cm)	Kecepatan (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, setpoint jarak minimum robot (dalam cm), hasil yang terjadi setelah dilakukan pengujian (dalam cm), jumlah error yang didapat dengan mengurangi setpoint 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 setpoint 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. Periode proses robot transmitter

Pada gambar 7 diketahui bahwa periode satu kali loop program robot receiver sebesar 21ms. Sedangkan periode 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.

# BERITA ACARA PELAKSANAAN HASIL SEMINAR SESI PARALEL KNASTIK 2016

Judul : Metode Komunikasi Multi Line Follower Robot pada Kasus  
Obstacles Avoidance

Pemakalah : Robisman Marpaung, Angga Rusdinar, Favian Dewanta

Moderator : Laurentius Kuncoro Probo Saputra, S.T., M.Eng.

Notulis : Rama

Peserta : 11 orang di ruang : B.3.3

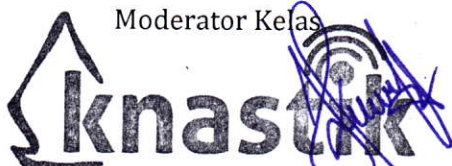
Tanya Jawab :

- Tujuan dari pengembangan robotik ini?

Masukan Seminar :

-

Yogyakarta, 19 November 2016

Moderator Kelas  


Laurentius Kuncoro P.S., S.T., M.Eng.

Penyaji Makalah



Robisman Jaya Galenggang Marpaung, S.T