

RESEARCH ARTICLE

## Desain Mobile Robot Dengan Reflektor dan Level Kecepatan Berbasis Doppler

Ridho Wahyu Kusumawardhana, Fiky Yosef Suratman\*  
and Muhammad Zakiyullah Romdlony

Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung, 40257, Jawa Barat, Indonesia

\* Corresponding author: [fikyosef@telkomuniversity.ac.id](mailto:fikyosef@telkomuniversity.ac.id)

Received on 29 August 2023; accepted on 01 October 2023

### Abstrak

*Robot mobile* merupakan salah satu kebutuhan di perkembangan teknologi saat ini. Namun, kelemahan dari desain *robot mobile* ketika operator *robot mobile* tidak dapat mengetahui tingkat keramaian sekitar, maka akan terjadi *human error* yang bisa menyebabkan kecelakaan kerja saat robot dioperasikan. Oleh sebab itu desain *robot mobile* harus bisa bergerak secara cepat atau lambat dengan mengetahui kecepatan robot. Agar operator mengetahui kecepatan robot, maka menggunakan radar yang ditembakkan ke arah robot, untuk menunjang kerja radar untuk memantulkan sinyal maka robot membutuhkan reflektor. Cara kerja reflektor yaitu bergerak bersama robot dan radar diam di satu titik, ini sama dengan cara kerja efek Doppler. Efek doppler adalah perubahan frekuensi adanya perubahan jarak antara sumber dan penerima. Reflektor berfungsi untuk memantulkan sinyal yang ditembakkan dari radar ke arah robot. Jadi radar menembakkan sinyal ke arah robot, karena radar membutuhkan sinyal yang kembali untuk mendeteksi robot maka robot membutuhkan reflektor yang bisa memantulkan sinyal radar tersebut. Setelah radar mendeteksi sinyal yang dipantulkan oleh reflektor maka nantinya radar akan memproses sinyal tersebut dan akan diketahui kecepatan robot saat berjalan. Robot yang diterapkan pada tugas akhir ini, operator dapat memilih level kecepatan yang diinginkan untuk dijalankan, dan robot ini bisa mendeteksi nilai rpm yang dikeluarkan oleh Motor DC dan dapat dideteksi oleh *rotary encoder*. Percobaan robot ini menggunakan jarak 10 m yang mendapatkan nilai tercepat 0.3 meter per detik dan presentasi baterai yang berpengaruh pada kecepatan *robot mobile*. Dapat disimpulkan bahwa robot bisa berjalan lebih cepat ketika tidak membawa beban

**Key words:** *Bluetooth, Pulse Width Modulation, Robot Mobile, System.*

### Pendahuluan

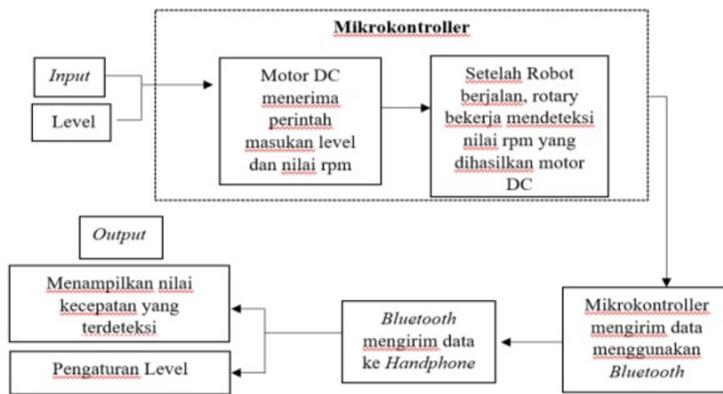
Perkembangan Teknologi di bidang robot saat ini berkembang sangat pesat, banyak pekerjaan manusia digantikan oleh mesin ataupun robot. Saat ini desain - desain *robot mobile* berbagai macam bentuk dan macam kerja yang memudahkan manusia. Salah satu teori dasar fisika yang digunakan untuk membantu manusia yang dibuat menjadi sebuah robot untuk diterapkan dalam kehidupan sehari - hari adalah efek doppler. Efek doppler adalah perubahan frekuensi atau Panjang gelombang yang diterima oleh pengamat, jika sumber suara atau gelombang tersebut bergerak *relative* terhadap pengamat. Penggunaan doppler ini biasanya bergantung pada kecepatan, dan jarak suatu benda. Di *robot mobile* saat ini banyak menggunakan level untuk mudah dioperasikan. Doppler ini juga biasanya digunakan di *Air Traffic Control* yang ada di bandara yang berfungsi untuk mengatur lalu lintas pesawat dan untuk mengetahui keberadaan pesawat. Di bangunan ATC biasanya memiliki reflektor yang berguna untuk menerima informasi dari pesawat dan mengirim nya kembali ke pesawat.

Saat ini *robot mobile* memang sudah di desain untuk memiliki satu kecepatan, tetapi ketika operator *robot mobile* tidak dapat mengetahui tingkat keramaian sekitar, maka akan terjadi *human error* yang bisa menyebabkan kecelakaan kerja disaat robot dioperasikan. Oleh sebab itu desain *robot mobile* harus bisa bergerak secara cepat atau lambat, dengan mengetahui kecepatan robot melalui radar yang ditembakkan dari sekitar ke reflektor yang ada di *robot mobile*. Reflektor sendiri berfungsi untuk memantulkan sinyal dari radar. Dilihat dari fungsi reflektor, disini digunakan untuk memantulkan sinyal dari radar yang ditembakkan dari depan *robot mobile*. Sinyal ini nanti dioalah yang bisa memberikan informasi berupa kecepatan *mobile*.

### Tinjauan Pustaka

#### *Doppler*

Efek Doppler adalah perubahan sebuah frekuensi atau Panjang gelombang dari suatu gelombang terhadap seorang penerima yang sedang bergerak *relative* terhadap sumber gelombang tersebut. Efek doppler



Gambar 1. Diagram Blok Sistem.

banyak digunakan di berbagai aspek bidang, contohnya pemanfaatan pada radar, pada bidang Kesehatan yang biasanya digunakan pada alat echocardiogram yang fungsinya untuk mengukur kecepatan aliran darah, alat ini juga memiliki kemampuan untuk menghasilkan gambar jantung dan aliran-aliran darah dengan menggunakan suara ultrasonic.

### Robot Mobile

Mobile robot adalah salah satu penerapan ilmu dasar tentang perancangan pembuatan dan pengembangan robot, serta membahas penerapan teknologi pada kehidupan manusia dan berhubungan erat dengan kecerdasan buatan. Salah satu bentuk utama dari sebuah mobile robot adalah yaitu mempunyai roda yang bergerak secara mobile bisa berupa tangan atau lengan. Robot secara garis besar tersusun atas 3 komponen utama yaitu *mikrokontroler*, *sensor* dan *aktuator*.

Sensor adalah komponen yang mendapat masukan yang berupa nilai/variabel di robot tersebut dan contoh dari tipe masukan sensor biasanya bisa diterima bergantung pada kemampuan sensor untuk menerima masukan yang diinginkan. Aktuator adalah komponen yang digunakan untuk pergerakan robot. *Mikrokontroler* adalah sebuah komputer kecil dalam bentuk *chip Integrated Circuit* dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu untuk mengatur sistem pada robot tersebut.

### Reverberation Time

PWM adalah *Pulse Width Modulation* yang bisa diartikan dalam Bahasa Indonesia Modulasi Lebar Pulsa. Pada dasarnya PWM adalah suatu Teknik modulasi yang mengubah lebar pulsa dengan nilai frekuensi dan amplitude. PWM bisa dikatakan sebagai lawan dari ADC (*Analog to Digital Converter*) yang merubah sinyal dari analog ke digital. PWM ini digunakan menghasilkan sinyal analog dari perangkat digital seperti *microcontroller*.

## Metodologi Penelitian

### Diagram Blok Sistem

Diagram blok desain sistem *respon impuls* ruangan dapat dilihat pada gambar 1 Prinsip kerja pada alat ini adalah dengan menggunakan motor DC dengan mengandalkan perhitungan kecepatan putar PWM lalu di *convert* ke perputaran roda yang berjalan dan akan di deteksi kecepatannya melalui *Rotary Encoder* lalu disini mengetahui keluaran yang diketahui seberapa cepat putaran roda saat berjalan.



Gambar 2. Diagram Alir.

### Desain Perangkat Lunak

Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa sistem berjalan melalui input yang dipilih melalui *handphone* dan diproses oleh *mikrokontroler* lalu dilanjutkan ke motor dc berputar, disaat motor DC berputar makan *rotary encoder* akan mendeteksi RPM yang dihasilkan setelah mendapatkan informasi tersebut *mikrokontroler* melakukan pencocokan dengan level yang di *input* jika tidak proses di ulangi secara otomatis oleh *mikrokontroler*, jika sudah cocok maka informasi yang didapat akan dikirimkan ke *handphone* kembali.

## Hasil dan Pembahasan

Pengujian dilakukan dengan waktu selama 60 menit dengan menggunakan kecepatan level 5, dengan keadaan awal baterai *fully charge*.

Dilihat dari tabel 1 diatas baterai mempengaruhi nilai rpm yang dihasilkan, disaat baterai dengan keadaan *fully charge* performa nilai rpm yang dihasilkan masih maksimal, tetapi dilihat di menit ke 25 nilai rpm yang dihasilkan sudah mulai menurun dikarenakan daya baterai yang digunakan juga ikut menurun.

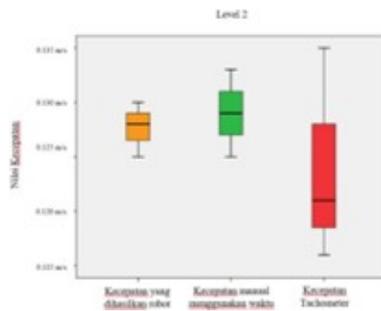
### Hasil Pengujian Kecepatan Tanpa Beban Robot

Dibawah ini merupakan data pengujian kecepatan tanpa beban robot dengan menggunakan perhitungan manual waktu, rpm yang dirubah ke kecepatan  $m/s$  dan menggunakan alat yaitu *tachometer*.

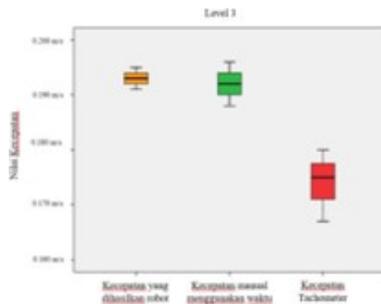
Dari *bloxpot* diatas dapat dianalisa jika dilihat dari rata-rata bahwa kecepatan manual menggunakan waktu lebih cepat dari kecepatan yang dihasilkan robot, dikarenakan tidak membawa beban, jika diamati pada nilai rpm yang keluar pada monitoring di *handphone*, nilainya

**Table 1.** Hasil Pengujian Ketahanan Baterai

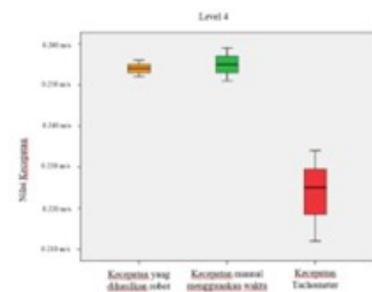
No	Menit	Nilai RPM
1.	1	102
2.	25	101
3.	29	100
4.	32	99
5.	39	97
6.	44	96
7.	52	93
8.	53	92
9.	54	91
10.	58	89
11.	60	88



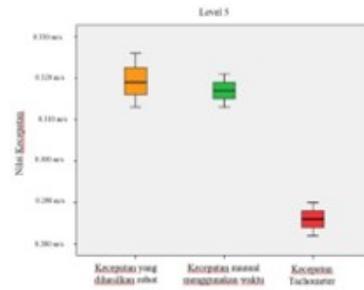
**Gambar 3.** Boxplot Kecepatan Rotasi Roda Robot Level 2.



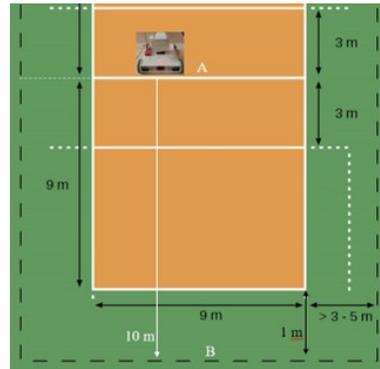
**Gambar 4.** Boxplot Kecepatan Rotasi Roda Robot Level 3.



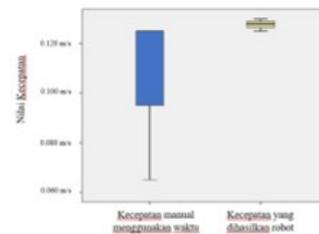
**Gambar 5.** Boxplot Kecepatan Rotasi Roda Robot Level 4.



**Gambar 6.** Boxplot Kecepatan Rotasi Roda Robot Level 5.



**Gambar 7.** Denah Pengambilan Data.



**Gambar 8.** Boxplot Kecepatan Menggunakan Beban Badan Robot Level 2.

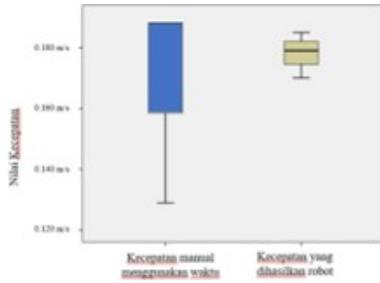
Level 1 tidak ada karena level 1 merupakan *deadzone* / tujuan pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kecepatan yang dihasilkan oleh *system* PWM ini apakah bisa berjalan sesuai perintah dan mengetahui kecepatan yang sebenarnya dengan membawa beban, baterai dan *system* yang lain dijalankan secara bersamaan. Skenario pengambilan data seperti gambar dibawah ini 7.

Pengujian ini menggunakan panjang lintasan 10 meter menggunakan lapangan voli. Robot dijalankan dari titik A ke B dengan hasil sebagai berikut: 8, 9, 10 & 11. Dari *boxplot* ini bisa dilihat bahwa kecepatan yang dihasilkan robot dan kecepatan manual menggunakan waktu ini hanya berbeda sangat sedikit, dapat dilihat dari level 2 dan 3 yang lebih lambat dari kecepatan aslinya, sedangkan level 4 dan 5 lebih cepat sedikit. Dalam percobaan ini tidak mendapatkan hasil dari level 1, dikarenakan level 1 yaitu Zona Mati.

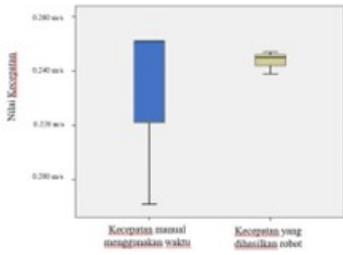
**Pengujian Menggunakan Project Radar**

Pengujian ini bertujuan untuk data tambahan sebagai alat uji coba *project* selanjutnya, alat pengujian ini memiliki cara kerja yang sama seperti radar. Alat ini mendeteksi reflektor yang bergerak sehingga menangkap sinyal yang dipantulkan. Pengujian ini menggunakan 2 cara yaitu

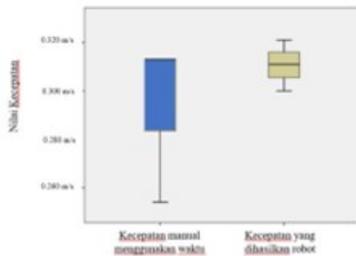
konstan diatas nilai yang di *input* pada program atau pada nilai yang ditentukan. Jika dilihat di level 3, 4, 5 hasil *tachometer* tidak beririsan.



Gambar 9. Boxplot Kecepatan Menggunakan Beban Badan Robot Level 3.



Gambar 10. Boxplot Kecepatan Menggunakan Beban Badan Robot Level 4.

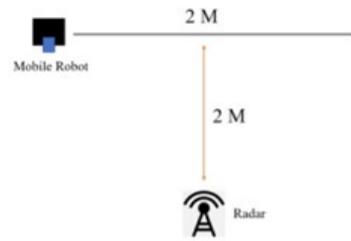


Gambar 11. Boxplot Kecepatan Menggunakan Beban Badan Robot Level 5.

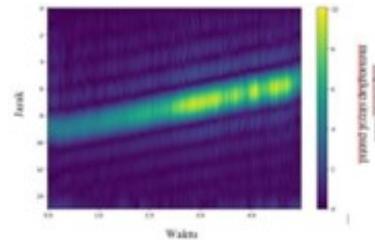


Gambar 12. Boxplot Kecepatan Menggunakan Beban Badan Robot Level 5.

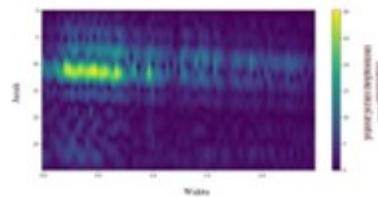
berjalan lurus hingga ke depan radar dari jarak 10 meter, dan berjalan lurus ke samping yang tidak mendekati radar dengan jarak 2 meter. Pengambilan data ini nantinya menghasilkan *spectrogram*. Dengan skenario pengujian sebagai berikut: 12.



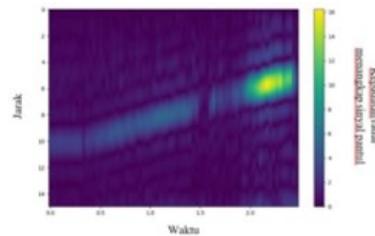
Gambar 13. Boxplot Kecepatan Menggunakan Beban Badan Robot Level 5.



Gambar 14. Spectrogram Berjalan Lurus ke Depan Level 2.



Gambar 15. Spectrogram Berjalan Lurus ke Samping.



Gambar 16. BSpectrogram Berjalan Lurus ke Depan Level 4.

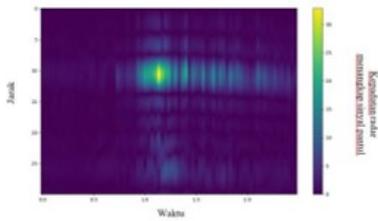
### Pengujian Robot dengan Radar secara Lurus Kedepan

13

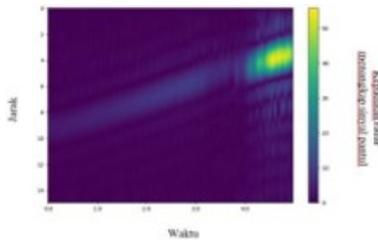
### Pengujian Robot dengan Radar secara Lurus Kesamping

Setelah pengambilan 5x percobaan seperti skenario diatas mendapatkan hasil sebagai berikut: 14, 15 & 16, 17 & 18, 19, 20. 21

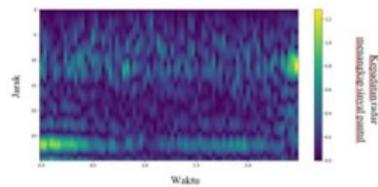
Dilihat dari data *spectrogram* diatas warna di bagian kanan menjelaskan kepadatan sinyal yang dipantulkan. Semakin kuning semakin banyak radar menangkap sinyal yang dipantulkan oleh reflektor. Ada perbedaan antara pergerakan yang tertangkap saat *vertical* dan *horizontal*. Saat *vertical* warna yang dihasilkan bergerak dari bawah kiri menuju ke arah atas kanan menunjukkan bahwa robot dan reflektor mendekati ke arah radar semakin lambat semakin padat warna kuning yang dihasilkan.



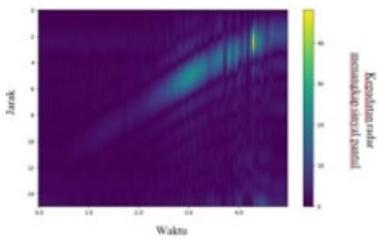
Gambar 17. Spectrogram Berjalan Lurus ke Depan Level 3.



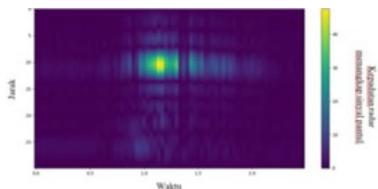
Gambar 18. Spectrogram Berjalan Lurus ke Samping Level 3.



Gambar 19. Spectrogram Berjalan Lurus ke Samping Level 4.



Gambar 20. Spectrogram Berjalan Lurus ke Depan Level 5.



Gambar 21. Spectrogram Berjalan Lurus ke Samping Level 5.

Dilihat di gambar yang dihasilkan secara *horizontal* gambar berbeda dengan yang dihasilkan dengan *vertical*. Pergerakan saat *horizontal* tidak mendekati radar, melainkan bergerak dari samping kiri radar ke kanan radar dengan jarak 3 meter maka dari itu gambar yang dihasilkan juga dari kiri ke kanan tidak naik ke arah kanan atas. Kepadatan sinyal yang ditangkap tidak selalu berada di tengah bisa di kiri ataupun di kanan.

## Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, implementasi, pengujian dan analisis yang dilakukan pada Tugas Akhir ini mengenai "Judul", maka penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian dan Analisa data pengambilan, *system pwm* di level 3, 4, dan 5 bekerja dengan konstan tetapi *pwm* memiliki *range* kurang lebih 10 dari nilai yang di masukan di *mikrokontroler*, tetapi di level 2 diberi nilai *input* 40, nilai yang dihasilkan saat *robot* berjalan tidak melebihi 40 melainkan nilai konstantanya keluar di nilai 25 hingga 35.
2. Berat badan robot mempengaruhi kecepatan jalan dan putaran roda saat berjalan.
3. Tingkat kecepatan bisa ditentukan melalui program yang dimasukkan ke dalam *mikrokontroler*.
4. Nilai rpm bisa stabil dengan nilai yang di *input* program tetapi dengan keadaan baterai *fully charge*, setelah baterai berkurang nilai rpm tetap stabil tetapi turun dari nilai yang di *input* di dalam program.
5. Saat berjalan robot susah untuk berjalan secara lurus karena tidak ada parameter jalur yang digunakan lurus. Jalur yang tidak halus juga mempengaruhi gerak robot berjalan, lebar ban yang digunakan juga mempengaruhi arah gerak robot.
6. Daya baterai mempengaruhi kestabilan nilai rpm yang dikeluarkan.

## Daftar Pustaka

1. Arifin S, Fathoni A. Pemanfaatan Pulse Width Modulation Untuk Mengontrol Motor. Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasi Asia. 2014 Agustus;\*(2).
2. Budijanto A. Pengaturan Kecepatan Motor DC pada Robot Line Follower Menggunakan Pulse Width Modulation (PWM). 2018.
3. Darmana T, Sya'ban W. Rancang Bangun Alat Ukur Kecepatan Putaran Motor dan Pendeteksi Kestabilan Putaran Pada Porosnya. 2015.
4. Djuandi F. Pengenalan Arduino. Jakarta: Penerbit Elexmedia; 2011.
5. Hart P, Nilsson N. Penerapan Algoritma  $a^*$  Dalam Penyelesaian Rute Terpendek Pendistribusian Barang. Unnes Journal of Mathematics. 2015;4(1).
6. Ichikawa Y, Ozaki N. AUTONOMOUS MOBILE ROBOT. Journal of Robotics and Systems. 1985;2(1):135-44.
7. Miyashita K, Takahashi T, Yamanaka M. Features Of A Magnetic Rotary Encoder. IEEE Transactions on Magnetics. 1987 September;MAG-23(5).
8. RIS, Hartono H. Rancang Bangun Pulse Width Modulation (PWM) Sebagai Pengatur Kecepatan Motor DC Berbasis Mikrokontroler Arduino. Jurnal Penelitian. 2018;3(1):50-8.
9. Umam F. Kestabilan Kecepatan Mobile Robot pada Lintasan Mendatar, Tanjakan Serta Turunan. Journal of Science and Technology, Teknik Mekatronika Universitas Trunojoyo Madura. 2019.
10. Wardana INK. Penerapan Laptop-based Robot Sebagai Pramusaji Restoran. 2015:9-10.
11. Singh V, Sahu A, Beg A, Khan B. Speed & Direction Control of DC Motor through Bluetooth HC-05 Using Arduino. In: International Conference on Advanced Computation and Telecommunication (ICACAT); 201\*. .