

# Implementasi Gerakan Tangan terhadap Navigasi Robot Beroda menggunakan Teknik Accelerometer

Bagus Prasetyo  
Jurusan Teknik Elektro  
Politeknik Negeri Ujung Pandang  
Makassar, Indonesia  
bagusprasetyo@poliupg.ac.id

Kemahyanto Exaudi\*, Sarmayanta Sembiring  
Program Studi Teknik Komputer  
Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya  
Palembang, Indonesia  
[\\*Kemahyanto@ilkom.unsri.ac.id](mailto:Kemahyanto@ilkom.unsri.ac.id), [yanta@unsri.ac.id](mailto:yanta@unsri.ac.id)

**Abstraksi** —Human machine Interface (HMI) merupakan suatu sistem yang dapat menghubungkan organ tubuh manusia terhadap kontrol sebuah mesin menggunakan teknologi komputer. Teknologi robot saat ini telah banyak diteliti terutama dari sisi kontrol gerak robot. Penelitian ini mengadopsi teknik accelerometer dengan memanfaatkan pergelangan tangan untuk mengendalikan gerak robot beroda melalui komunikasi wireless. Robot beroda difungsikan sebagai penerima data (receiver) dan gerak pergelangan tangan sebagai pengirim data (transmitter). Sensor MPU6050 di pasang pada bagian punggung tangan yang berfungsi untuk membaca gerak tangan berdasarkan nilai Pitch (sumbu y) dan Roll (sumbu x). Komunikasi antara robot dan gerak tangan menggunakan bluetooth. Hasil penelitian membuktikan bahwa sensor accelerometer pada MPU 6050 berhasil mengidentifikasi gerak pergelangan tangan sebagai navigasi robot secara jarak jauh. Nilai pitch lebih besar dari 160 maka robot bergerak mundur dan untuk bergerak maju lebih kecil dari 140. Sedangkan untuk bergerak ke kiri nilai Roll lebih kecil dari 40 dan untuk bergerak ke kanan lebih besar dari 60.

**Katakunci** — Accelerometer, Bluetooth, HMI, Robot.

**Abstracts** — Human-machine interface (HMI) is a system that can connect human organs to the control of a machine using computer technology. Today's robot technology has been widely researched, especially in terms of robot motion control. This research adopts the accelerometer technique by utilizing the wrist to control the motion of a wheeled robot via wireless communication. A wheeled robot as a data receiver and hand movements as a data transmitter. The MPU6050 sensor is mounted on the back of the hand to read hand movements based on the Pitch (y-axis) and Roll (x-axis) values. Communication between robots and hand movements using Bluetooth. The results prove that the accelerometer sensor on the MPU 6050 has successfully identified wrist motion as a remote navigation robot. Pitch value is greater than 160, so the robot moves backward and for moving forward is less than 140. Meanwhile, for moving left, the Roll value is less than 40 and for moving right is greater than 60.

**Keywords** — Accelerometer, Bluetooth, HMI, Robot

## I. PENDAHULUAN

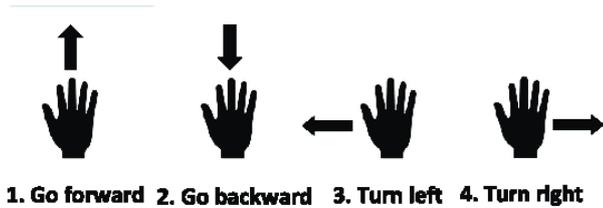
Dampak dari Teknologi dewasa ini membuat semua orang berlomba-lomba untuk menggunakan teknologi baru dan menciptakan inovasi dengan memanfaatkan teknologi. Artificial Intelligence (AI) merupakan kecerdasan buatan didalam sebuah mesin yang dapat bekerja seperti seorang manusia. Teknologi yang menggunakan AI mampu menghadirkan paradigma baru bagi otomasi industri dalam sistem produksi. Selain itu AI juga memiliki pengaruh yang besar terhadap dunia otomatisasi, mekatronika, robotika dan interaksi manusia dengan mesin [1].

Interaksi manusia dan mesin (HMI) mampu menghadirkan suatu teknologi visualisasi dalam mengontrol sebuah mesin secara real-time. Robotika adalah salah satu bidang yang banyak digunakan sebagai penerapan HMI [2]. Seperti yang dilakukan chaidir dkk, mengendalikan robot lane tracking menggunakan kamera. Robot dimonitoring menggunakan pengolahan citra yang divisualisasikan menggunakan kamera. Hasil menunjukkan bahwa, robot berhasil mengenali lintasan dari jarak jauh. Akan tetapi robot membutuhkan kalibrasi ulang untuk lintasan yang berbeda [3]. Teknik yang berbeda dilakukan oleh Rozali dkk, dimana robot lengan dikendalikan menggunakan gamepad dan kamera difungsikan sebagai monitor. Hasil membuktikan bahwa robot dapat dikendalikan dari jarak jauh dengan bantuan kamera sebagai monitoring. Tetapi sistem yang digunakan belum terintegrasi menjadi satu bagian dalam mengendalikan robot lengan [4].

Robot yang menggunakan kamera sebagai monitoring saat ini telah banyak dilakukan penelitian. Baik dari bidang kelautan, pertanian dan juga medis. Kamera dapat diasumsikan sebagai indera penglihatan pada manusia. Ada banyak indera manusia yang dijadikan penelitian dalam mengendalikan sistem mesin lainnya. Seperti yang dilakukan oleh Jalali dkk, menerapkan jaringan saraf sebagai navigasi robot secara

otomatis. Sehingga robot dapat bergerak sendiri setelah mendapat pelatihan dari perilaku manusia [5]. Tidak hanya saraf, suara manusia juga dapat digunakan sebagai kendali robot. Hsia, dkk mengadopsi teknik rekognisi suara dalam mengendalikan gerak robot pada lingkungan sebenarnya [6].

Berdasarkan penelitian yang telah dibahas diatas membuktikan bahwa teknik HMI sangat berpengaruh terhadap penerapan teknologi revolusi industri 4.0. Penelitian ini mengadopsi salah satu organ tubuh manusia yaitu gerakan tangan dinamis [7] yang digunakan sebagai navigasi robot untuk bergerak maju, mundur, belok kiri dan kanan. Sensor accelerometer yang terdapat pada modul sensor MPU 6050 yang kemudian mendeteksi pola gerakan tangan untuk menentukan keputusan gerakan robot. Gambar 1 menunjukkan dataset gerakan tangan dinamik.



Gambar 1. Dataset Gerakan Tangan dinamik [7]

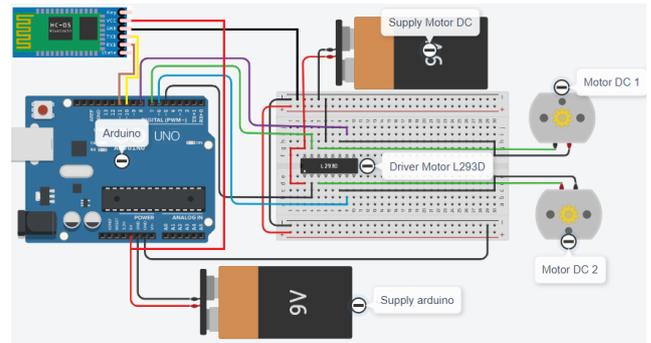
## II. METODE

Penelitian ini mengadopsi metode dengan mempelajari penelitian yang sudah dilakukan dan kemudian melakukan pengembangan pada penelitian yang belum pernah dilakukan sebelumnya. Secara garis besar tahapan penelitian ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu perancangan Robot beroda menggunakan bluetooth dan perancangan sensor accelerometer pada tangan sebagai navigasi robot.

### A. Perancangan Robot Beroda

Robot beroda yang dirancang pada penelitian ini memiliki komponen umum seperti yang sudah pernah diteliti sebelumnya [8]. Roda robot terdiri dari 2 unit dibagian belakang, penggerak roda menggunakan 2 unit motor dc masing-masing bertegangan 5Vdc, dan satu roda bebas dibagian depan serta modul driver motor L293D. Modul ini digunakan sebagai penguat arus yang dikeluarkan dari arduino ke motor DC.

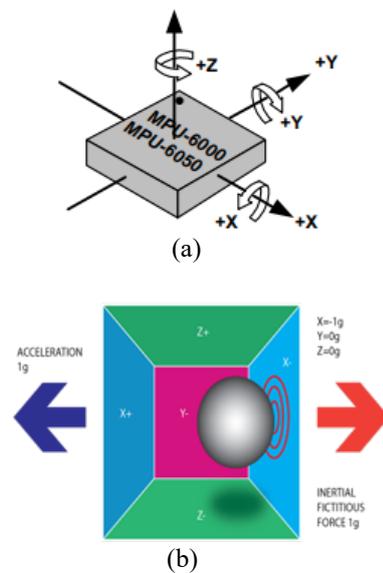
Robot dilengkapi mikrokontroler arduino sebagai pemroses data. Komunikasi robot pada sensor accelerometer menggunakan wireless bluetooth yang berfungsi sebagai penerima sinyal (Receiver). Robot menggunakan 2 unit baterai untuk menyuplai sistem arduino dan motor DC. Hal ini dilakukan agar konsumsi daya pada robot tidak cepat habis. Kurangnya konsumsi daya pada sistem arduino dapat mempengaruhi ketidakstabilan bluetooth dalam melakukan proses terima data. Gambar 2 menunjukkan rangkaian skematik robot beroda menggunakan bluetooth. Skematik rangkaian ini didesain menggunakan simulasi tinkercad berbasis web base.



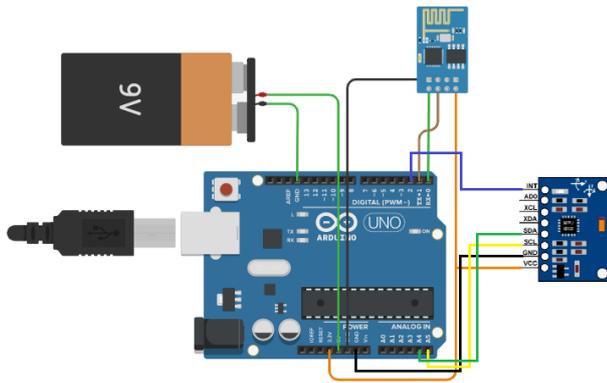
Gambar 2. Rangkaian Skematik Robot Beroda menggunakan motor DC, driver L293D, arduino board, bluetooth dan baterai 9v [12]

### B. Perancangan sensor accelerometer

Sensor accelerometer pada penelitian ini menggunakan jenis modul MPU 6050. Modul ini tidak hanya mengukur accelerometer tetapi juga dapat mengukur gyroscope [9]. Accelerometer digunakan untuk mengukur percepatan gerak dan gravitasi serta menghitung sudut kemiringan sebuah benda. Untuk mendapatkan sudut kemiringan pada sensor ini, harus dilakukan dengan kondisi tidak bergerak. Penelitian ini memfokuskan penggunaan sensor untuk mengukur percepatan pada robot yang digunakan. Terjadinya percepatan menyebabkan robot bergerak dengan kecepatan yang tidak konstan. Kondisi inilah yang menjadi acuan penelitian ini untuk mengetahui posisi robot berdasarkan nilai kemiringan sumbu x dan y dari sensor. Gambar 3 merupakan bentuk umum sumbu x, y dan z pada sensor MPU 6050. Rangkaian skematik sensor MPU6050 dengan bluetooth dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3 Sensor MPU 6050; (a) koordinat umum sumbu x, y dan z, (b) Konsep kerja sensor accelerometer [11]



Gambar 4 Rangkaian Skematik navigasi robot menggunakan Sensor MPU 6050, arduino dan bluetooth

C. Perancangan Software Tx (Transmitter) dan Rx (Receiver)

Software yang digunakan pada penelitian ini terbagi menjadi 2 bagian utama, yaitu software Transmitter yang digunakan untuk sensor accelerometer pada bagian tangan dan software Receiver pada Robot beroda. Algoritme 1 berfungsi untuk mengirimkan (Transmitter) perintah navigasi dari tangan ke robot beroda dan Algoritme 2 difungsikan untuk menerima (Receiver) perintah sebagai keputusan gerak dari robot. Komunikasi antara robot dan tangan navigasi menggunakan koneksi 2 jenis bluetooth yang sama yaitu HC-05. Tabel 1 merupakan format AT Command [10] untuk pairing ke dua bluetooth.

Algoritme 1. Transmitter Data sensor Accelerometer ke Robot

```

1: pitch = nilai sumbu vertikal y
2: roll = nilai sumbu longitudinal x
3: BTSerial = data port serial bluetooth
4: if (x ≥ 45 && x ≤ 55) then
5:   BTSerial = kirim data berhenti
6: else if (x >60) then
7:   BTSerial = kirim data belok kanan
8: else if (x < 40) then
9:   BTSerial = kirim data belok kiri
10: else if (y > 160) then
11:  BTSerial = kirim data mundur
12: else if (y < 140) then
13:  BTSerial = kirim data maju
14: endif
    
```

Algoritme 2. Receiver Data untuk pergerakan Robot

```

1: direction = BTSerial.Read()
2: if (direction == 'F') then
3:   forward() //robot maju
4: else if (direction == 'B') then
5:   backward() //Robot mundur
6: else if (direction == 'R') then
7:   right() //Robot belok kanan
8: else if (direction == 'L') then
9:   left() //Robot belok kiri
10: else if (direction == 'S') then
11:  stop() //Robot berhenti
12: end if
    
```

TABEL I. FORMAT SYNTAX AT COMMAND UNTUK PAIRING BLUETOOTH HC-05 SEBAGAI TRANSMITTER DAN RECEIVER

Bluetooth Primary (Transmitter)		Bluetooth secondary (Receiver)	
AT+ORGL	Reset BT	AT+ORGL	Reset BT
AT+UART=38400,0,0	Set BaudRate 38400	AT+UART=38400,0,0	Set BaudRate 38400
AT+ROLE = 1	Set sebagai primary	AT+ROLE=0	Set sebagai Secondary
AT+ADDR =	Set address BT secondary ke BT Primary	AT+ADDR?	Cek address BT secondary

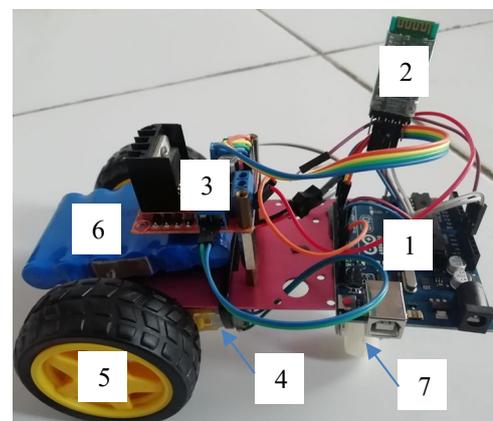
AT command yang ditunjukkan pada Tabel 1 menjelaskan bahwa sebelum melakukan pairing kedua bluetooth, tahap pertama adalah melakukan reset untuk mengembalikan ke pengaturan awal (default). Tahap kedua melakukan pengaturan baudrate menjadi 38400. Hal ini dilakukan agar kedua bluetooth memiliki kecepatan yang sama dalam mengirim dan menerima data. Tahap ketiga menentukan bluetooth mana yang menjadi primary yang bernilai 1 dan secondary bernilai 0. Primary digunakan pada bagian navigasi tangan dan secondary digunakan pada robot beroda. Pada tahap keempat, bluetooth secondary melakukan pengecekan address mac untuk didaftarkan pada bluetooth primary. Fungsi tahap ini adalah untuk melakukan pairing secara langsung antara keduanya sehingga proses koneksinya lebih cepat dan akurat.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan metode yang telah dijabarkan pada penelitian ini menjelaskan bahwa hasil pengujian telah sesuai dengan tahapan yang telah dilakukan, yaitu:

A. Hasil Rancangan Robot Beroda

Robot beroda diuji untuk mengetahui perilaku keputusan robot terhadap data serial yang diterima. Penggerak roda robot bagian belakang adalah motor DC 12Vdc. Roda bebas pada robot berfungsi untuk mengarahkan robot mengikuti gerakan roda belakang.



Gambar 5. Robot Beroda menggunakan bluetooth sebagai Receiver; (1) arduino, (2) bluetooth, (3) L293D, (4) motor DC, (5) roda belakang untuk sisi kiri dan kanan, (6) baterai lithium 2000 mAH, (7) roda bebas diameter 3 cm

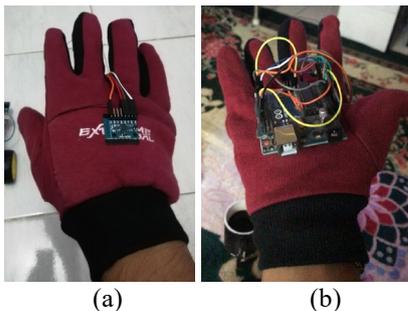
TABEL II. LOGIKA PUTARAN MOTOR DC TERHADAP DATA SERIAL YANG DITERIMA

Status Robot	Logika pin Input motor				Data Serial
	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>	
Berhenti	0	0	0	0	S
Kiri	0	0	0	1	L
Kanan	1	0	0	0	R
Maju	1	0	0	1	F
Mundur	0	1	1	0	B

Penggunaan driver L293D difungsikan sebagai penambah arus setiap pin input yang dihubungkan ke arduino, sehingga kecepatan motor dapat disesuaikan. Pin Rx dan Tx Bluetooth dihubungkan ke pin 10 dan 11 arduino. Implementasi robot beroda menggunakan bluetooth dapat dilihat pada Gambar 5. Robot yang ditunjukkan Gambar 5 dikendalikan menggunakan arduino melalui 4 pin input PWM (2, 3, 4, dan 5). Pin PWM ini dihubungkan ke input driver motor L293D. Tabel 2 menunjukkan logika putaran motor DC.

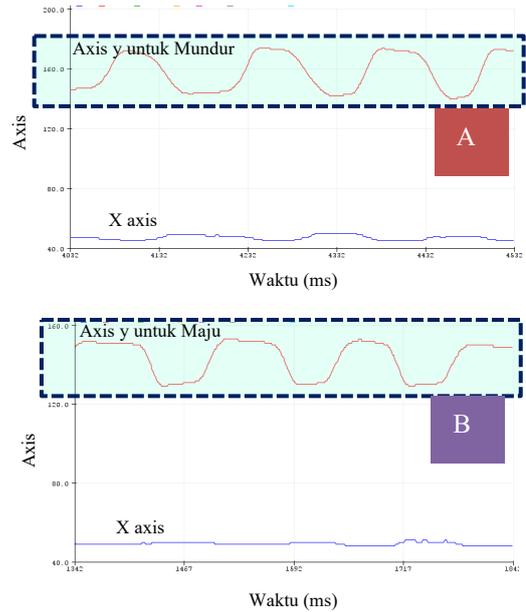
**B. Hasil Rancangan gerak tangan sebagai navigasi robot**

Gerak tangan terbagi menjadi 4 bagian gerakan dinamis [7], yaitu maju (go forward), mundur (go backward), belok kanan (turn right), dan belok kiri (turn left). Perubahan gesture tangan ini dideteksi berdasarkan nilai koordinat dari sensor accelerometer. Sensor diletakkan dibagian punggung tangan dan dilengkapi dengan sarung tangan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.

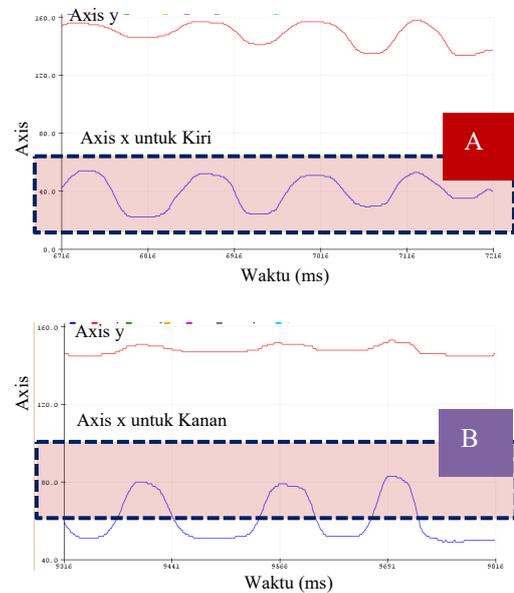


Gambar 6. Implementasi Sensor accelerometer pada tangan sebagai navigasi robot; (a) sensor MPU6050 dipasang dibagian punggung tangan, (b) perangkat pemroses dan bluetooth di bagian telapak tangan

Untuk mendapatkan kondisi normal dimana robot tidak bergerak, sensor accelerometer dipasang tegak lurus dengan bidang penampangnya [11]. Nilai rentang sumbu x dan y saat kondisi normal adalah 45-55 dan 145-155. Untuk kondisi robot maju dan mundur, axis yang bekerja pada koordinat y. Saat pergelangan tangan digerakkan ± 45° kebawah, axis y bernilai kurang dari 140. Keputusan robot adalah bergerak maju. Kemudian ketika pergelangan tangan berubah ± 45° ke arah atas, axis y bernilai lebih dari 160. Keputusan robot bergerak mundur. Sinyal grafik maju dan mundur ini dapat dilihat pada Gambar 7.

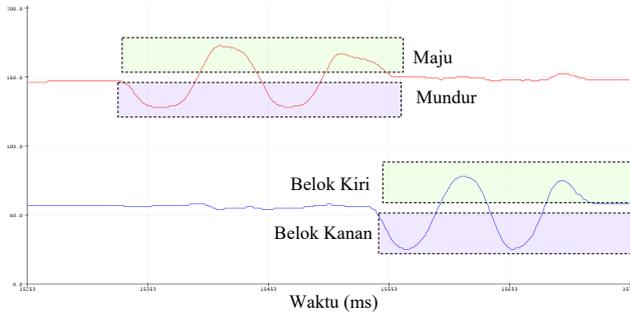


Gambar 7. Grafik sinyal sensor Accelerometer untuk axis y; (A) Sinyal kondisi Maju, (B) Sinyal Kondisi Mundur



Gambar 8. Grafik sinyal sensor Accelerometer untuk axis x; (A) Sinyal untuk Belok Kiri, (B) Sinyal untuk Belok Kanan

Gambar 8 menjelaskan bentuk sinyal sensor saat belok kiri dan kanan. Untuk kondisi belok kiri dan kanan axis x yang bekerja. Ketika pergelangan tangan digerakkan ± 60° ke kiri, axis x bernilai kurang dari 40. Keputusan robot bergerak kekiri. Sedangkan saat tangan digerakkan ± 60° ke arah kanan maka robot belok kekanan. Sedangkan Gambar 9 menunjukkan grafik sensitifitas sinyal sensor terhadap gerakan tangan secara berurutan. Dalam waktu 100 ms sensor mampu mendeteksi dua



Gambar 9. Grafik sinyal sensor Accelerometer untuk axis x dan y pada 4 Kondisi, yaitu maju, mundur, belok kiri dan belok kanan secara berurutan

gerakan tangan yang berbeda. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kinerja sensor terhadap kecepatan gerak tangan. Secara keseluruhan pengujian gerak pergelangan tangan sebagai navigasi gerak robot ditunjukkan pada Tabel 3.

TABEL III. POLA GESTURE TANGAN TERHADAP SENSOR ACCELEROMETER UNTUK KEPUTUSAN GERAK ROBOT

Accelerometer		Gesture Tangan	Keputusan Robot
Sumbu x	Sumbu y		
55	150		Standby
50	135		Maju
53	173		Mundur
34	151		Belok Kanan
76	150		Belok Kiri

#### IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengimplementasi gerak pergelangan tangan sebagai navigasi robot berdasarkan nilai koordinat sumbu x dan y menggunakan teknik accelerometer. Gerakan tangan  $\pm 45^\circ$  secara vertikal (sumbu x) dapat menggerakkan robot maju dan mundur. Sedangkan gerakan tangan  $\pm 60^\circ$  secara horizontal (sumbu y) dapat menggerakkan robot ke kiri dan ke kanan. Rata-rata nilai sumbu x untuk robot bergerak maju dan mundur adalah 135 dan 173. Sedangkan rata-rata nilai sumbu y untuk berbelok kiri dan kanan adalah 76 dan 34. Teknik pairing bluetooth melalui AT Command juga memberikan kemudahan dan kecepatan robot dan tangan saling berkomunikasi. Permasalahannya adalah semakin jauh jarak bluetooth maka semakin besar delay pengiriman datanya. Dan juga jika terdapat halangan yang besar komunikasi menjadi terganggu. Maka dari itu untuk pengembangan penelitian ini dibutuhkan perangkat komunikasi yang memiliki frekuensi yang lebih besar dari bluetooth dan penggunaan kamera sebagai pemantau jarak jauh.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Schmitt, "Speciesism: an obstacle to AI and robot adoption," *Mark. Lett.*, vol. 31, no. 1, pp. 3–6, 2020.
- [2] D. Westerman, A. P. Edwards, C. Edwards, Z. Luo, and P. R. Spence, "I-It, I-Thou, I-Robot: The Perceived Humanness of AI in Human-Machine Communication," *Commun. Stud.*, vol. 71, no. 3, pp. 393–408, 2020.
- [3] A. R. Chaidir, G. A. Rahardi, K. Anam, G. A. Rahardi, and K. Anam, "Navigasi robot bergerak berdasarkan landmark garis menggunakan kontroler Braitenberg dan pengolahan citra Mobile robot navigation based on line landmarks using the Braitenberg controller," vol. 8, no. July, pp. 185–191, 2020.
- [4] R. Toyib and C. Saputra, "PROTOTYPE ROBOT LENGAN DENGAN KONTROL JARAK JAUH MENGGUNAKAN BLUETOOTH HC-05 DAN KAMERA," vol. VIII, pp. 11–20, 2021.
- [5] A. Editor and A. Cangelosi, "ScienceDirect Neuroevolution-based autonomous robot navigation : A comparative study," *Cogn. Syst. Res.*, vol. 62, pp. 35–43, 2020.
- [6] S. Hsia, S. Wang, and B. Wang, "Intelligent Surrounding Recognition for Robot Direction Control," pp. 200275–200282, 2020.
- [7] J. Wu, K. Li, X. Zhao, and M. Tan, "Unfamiliar Dynamic Hand Gestures Recognition Based on Zero-Shot Learning Unfamiliar Dynamic Hand Gestures Recognition Based on Zero-Shot Learning," no. November, 2018.
- [8] dan K. E. Rendyansyah, Aditya P. P. Prasetyo, "Implementasi Fuzzy Logic dan Trajectory pada Manipulator Mobile Robot Untuk Deteksi Kebocoran Gas," *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 15, no. 36, pp. 18–24, 2019.
- [9] M. Farhan Razy, S. S. Anis, M. Touhiduzzaman Touhid, and J. Uddin, "An Automated Wheelchair for Physically Challenged People Using Hand Gesture and Mobile App," in *Intelligent Human Computer Interaction*, 2021, pp. 135–144.
- [10] Q. Gong, G. Li, P. Sun, and Y. Pang, "Design and Implementation of

- Pulse Signal Detection System Based on Bluetooth Transmission,” vol. 8, no. 7, pp. 141–148, 2015.
- [11] E. W. Contributors, “Inertial Measurement Unit (IMU) Use,” *ESE205 Wiki*, 2018. [Online]. Available: [https://classes.engineering.wustl.edu/ese205/core/index.php?title=Inertial\\_Measurement\\_Unit\\_\(IMU\)\\_Use&oldid=12354](https://classes.engineering.wustl.edu/ese205/core/index.php?title=Inertial_Measurement_Unit_(IMU)_Use&oldid=12354). [Accessed: 07-Apr-2021].
- [12] Dedi, “schematic motor DC circuit,” *Thingercad*, 2021. [Online]. Available: <https://www.tinkercad.com/things/8c5zaXjsFAJ-schematic-motor-dc-circuit>. [Accessed: 18-Apr-2021].