

Pengaruh Catu Daya pada Kecepatan Motor Navigasi Mobile Robot Line Follower Berbasis Arduino Nano

Samsul Arifin, Siti Sendari*, Ilham Ari Elbaith Zaeni

Institut Teknologi dan Bisnis Asia Malang, Jl. Soekarno-Hatta Rembuksari 1A Malang
Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia

*Siti Sendari, Surel: siti.sendari.ft@um.ac.id

Paper received: 03-10-2021; revised: 12-10-2021; accepted: 18-10-2021

Abstract

Mobile robot line follower is still a very popular research topic. Line follower robots are the basis for developing robot applications in various fields. The key to a robot's success is being able to read and follow lines precisely and quickly. Many control system methods have been developed to improve the robot's ability to follow the line. Several methods including PID and Fuzzy which have been widely studied. Even though it is supported by the control method there is one problem that affects the robot navigation system, namely the power supply voltage. The robot's power supply is usually sourced from a battery which within a certain usage period will decrease. When the power supply is reduced, the robot's navigation system will also have problems, whether it is getting slower or the robot becomes zig-zag. When the power supply voltage is fully charged, the DC motor will tend to be fast and conversely, when the power supply voltage drops, the DC motor will run slower. The results of testing the effect of the power supply voltage on the speed of robot navigation show that in the power supply range of 8.44V to 6V the best speed is obtained at a voltage of 7.2V.

Keywords: mobile robots; power supply; line followers; navigation

Abstrak

Mobile robot line follower masih menjadi topik penelitian yang sangat populer. Robot line follower menjadi basic untuk mengembangkan aplikasi robot dalam berbagai bidang. Kunci keberhasilan robot adalah dapat membaca dan mengikuti garis dengan tepat dan cepat. Metode sistem kontrol banyak dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan robot dalam mengikuti garis. Beberapa metode diantaranya PID dan Fuzzy yang sudah banyak diteliti. Meskipun didukung oleh metode kontrol ada satu masalah yang berpengaruh pada sistem navigasi robot yaitu tegangan catu daya. Catu daya robot biasanya bersumber dari baterai yang dalam jangka waktu pemakaian tertentu akan berkurang. Pada saat catu daya berkurang maka sistem navigasi robot juga akan bermasalah baik itu semakin melambat atau robot menjadi zigzag. Pada saat tegangan catu daya terisi penuh maka motor DC akan cenderung kencang dan sebaliknya ketika turun tegangan catu dayanya maka motor DC akan lebih pelan. Hasil pengujian pengaruh tegangan catu daya pada kecepatan navigasi robot menunjukkan bahwa pada range catu daya 8,44V sampai 6V didapatkan kecepatan terbaik berada pada tegangan 7,2V.

Kata kunci: mobile robot; catu daya; line follower; navigasi

1. Pendahuluan

Robot line follower menjadi obyek penelitian yang masih ramai hingga saat ini. Robot line follower dapat diterapkan dalam berbagai pekerjaan untuk membantu manusia juga dalam permainan (Nurmalasari, Triyanto, and Brianorman 2015). Robot memiliki sistem mekanik yang membantu robot berpindah dari satu tempat ke tempat lainnya. Mekanisme pergerakan robot ada dua jenis yaitu (1) menggunakan kaki (Wicaksono, Winarno, and Komarudin 2021) dan (2) roda (Kumara 2019) yang akan diteliti pada paper ini. Robot dengan menggunakan penggerak roda salah satunya adalah diaplikasikan sebagai robot forklift (Riyanto, Margatama, and Marantika 2021). Pada umumnya robot line follower mempunyai sensor yang digunakan untuk membaca garis (Marwantama and Husnaini 2022). Sistem

penggerak utama robot biasanya adalah berupa aktuator motor DC (Wajiansyah et al. 2018) yang berputar 360 derajat. Garis yang dibaca oleh sensor kemudian dikirimkan ke mikrokontroler yang digunakan sebagai data untuk mengontrol pergerakan robot (Basri and Wahira 2022). Robot harus mampu berjalan mengikuti garis mulai dari start menuju target dengan baik tanpa berisolasasi atau melenceng keluar jalur (Adella, Kamal, and Finawan 2018). Hal inilah yang menjadi masalah utama dari robot line follower. Ketika robot bergerak ke kiri kanan robot tidak dapat kembali dengan cepat ke titik tengah dari posisi pembacaan garis yang disebabkan robot bergerak terlalu zig-zag keluar jalur garis. Masalah ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor mulai dari sensor, sistem kontrol, aktuator dan mekanik termasuk catu daya.

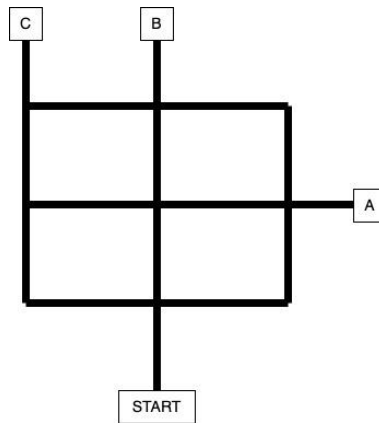
Meskipun telah banyak dikembangkan metode yang biasanya digunakan untuk mengontrol gerakan robot ketika sedang membaca garis diantaranya fuzzy (Mukti, Nurhayati, and Widiyanto 2015) (Putri and Maspiyanti 2017) (Wajiansyah et al. 2018) dan PID (Proportional Integral Derivative) , catu daya tetap memiliki pengaruh terhadap ketepatan mengikuti garis. Dengan mengaplikasikan algoritma kontrol untuk pengontrolan motor saja belum cukup untuk membuat roda bergerak secara smooth saat robot berjalan mengikuti garis. Metode yang sudah diterapkan dapat berfungsi maksimal apabila catu daya nilainya tetap konstan tidak berubah-ubah meskipun digunakan secara terus menerus.

Keberhasilan robot dalam mengikuti garis sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor terutama catu daya. Semua jenis robot line follower memiliki catu daya yang bersumber dari baterai ataupun yang lainnya. Dalam jangka waktu pemakaian tertentu kapasitas daya baterai dapat mengalami penurunan daya yang bisa menyebabkan perubahan pada kecepatan motor. Perubahan kecepatan motor yang bisa mengakibatkan robot dapat berjalan zig-zag karena tidak sesuai dengan program yang ada dalam sistem kontrol. Catu daya memiliki pengaruh yang cukup besar dalam menentukan akurasi pembacaan garis pada saat robot sedang berjalan. Penelitian ini akan menganalisa pengaruh catu daya terhadap kecepatan putaran motor, sehingga dapat menghasilkan gerakan robot yang akurat.

2. Metode

Penelitian ini akan menganalisa pengaruh catu daya pada baterai terhadap performa robot. Baterai memiliki kapasitas daya yang dapat berubah pada saat sedang pemakaian. Ketika kapasitas baterai penuh maka tegangan yang dihasilkan juga akan besar, sebaliknya ketika baterai mulai kehabisan daya maka tegangan juga akan turun. Persentase kapasitas daya baterai dari penuh sampai dengan habis akan berdampak pada kecepatan putaran motor yang tidak stabil. Pada saat kapasitas baterai penuh kecepatan putaran motor cenderung lebih cepat dan saat kapasitas daya baterai menurun kecepatan putaran motor akan lebih pelan. Dengan algoritma yang sama akan memberikan efek putaran motor yang berbeda sesuai dengan tegangan yang diberikan oleh baterai.

Robot akan diuji pada arena pengujian robot seperti terlihat pada gambar 1. Arena pengujian robot merupakan representasi dari sebuah lingkungan kerja yang mewakili manusia dalam berkerja. Robot diletakkan pada titik start dan berjalan menuju salah satu titik A, B atau C. Ketika robot berjalan dari satu lintasan ke lintasan berikutnya bersama dengan itu juga catu daya akan mengalami perubahan. Perubahan ini akan membuat robot tidak stabil pada saat sedang berputar menuju lintasan kanan atau lintasan kiri.

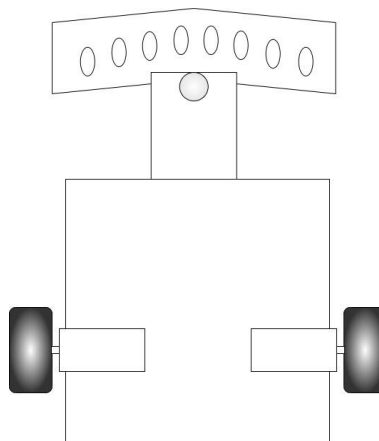


Gambar 1. Arena Pengujian Robot

Hal ini terjadi robot terkadang terlalu banyak sudut putarannya atau bisa jadi kurang sudut putarannya. Akibat dari ini maka secara kecepatan penyelesaian tugas navigasi dari satu titik menuju ke titik lainnya lambat.

2.1. Desain Robot

Rancangan mobile robot didesain secara sederhana dengan tujuan bisa membaca dan mengikuti garis dengan baik. Robot akan berjalan mengikuti garis berwarna hitam dengan menggunakan dua roda belakang yang terhubung dengan motor DC gearbox. Roda bagian depan berupa roda gila yang bisa bergerak bebas ke segala arah. Desain mekanik robot ditunjukkan pada gambar 2.



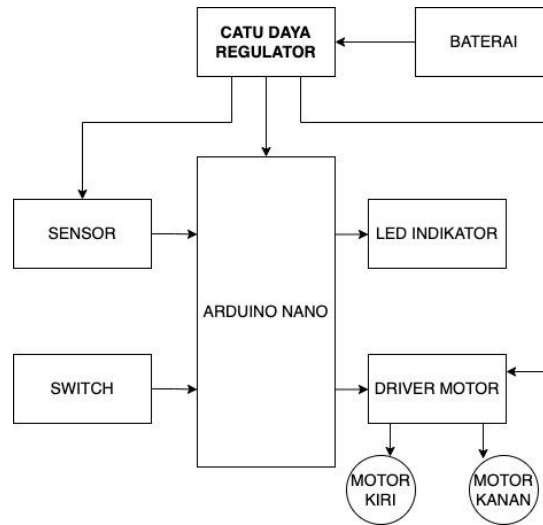
Gambar 2. Rancangan Bentuk Mekanik Robot

Bentuk mekanik robot dirancang dengan sensor dibagian depan agar mempermudah pembacaan garis pada saat navigasi. Sensor terdiri dari sensor infrared berjumlah 8 yang disusun dengan bentuk mengerucut. Bagian tengah sensor mengerucut ke depan hal ini bertujuan untuk pengendalian oleh kontroller menjadi mudah dalam membedakan posisi robot terhadap garis.

2.2. Arsitektur Sistem Robot

Arsitektur sistem robot dirancang untuk mengetahui beberapa bagian dari hardware dan software robot. Bagian hardware terdiri dari arduino nano sebagai kontroller utama yang

membaca dan mengendalikan jalannya mobile robot. Arduino nano memiliki 8 pin analog yang bisa digunakan untuk membaca nilai sensor garis.



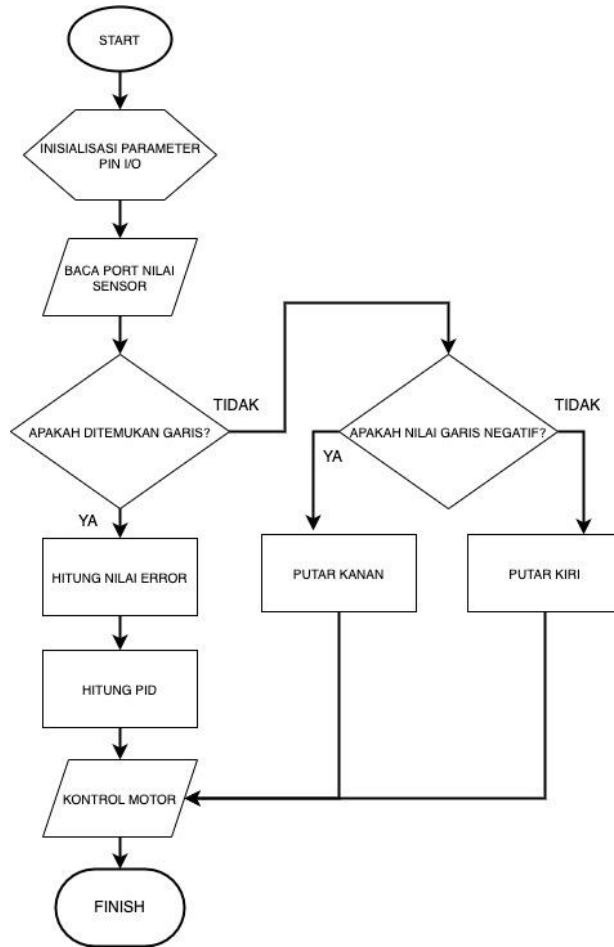
Gambar 3. Rancangan Hardware Robot

Catu daya bertugas untuk memberikan supply daya ke semua komponen hardware seperti ditunjukkan pada gambar 3. Sumber daya utama dari baterai 2 cell tipe 18650 yang dapat mengeluarkan tegangan 8,4V pada kondisi penuh. Tegangan dari baterai kemudian di regulasi menjadi 5V dengan menggunakan modul DC-DC konverter XL 4015. Output tegangan dari modul konverter XL 4015 kemudian digunakan untuk mensupply arduino nano, sensor dan led indikator, sedangkan untuk driver motor mendapat supply langsung dari tegangan baterai. Komponen sensor menggunakan TCRT 5000 yang bukan berupa modul. TCRT 5000 merupakan sensor yang bekerja pada spektrum cahaya infrared. TCRT 5000 dapat sedikit lebih stabil dalam melakukan pembacaan garis dibandingkan dengan sensor yang bekerja dengan cahaya biasa yang tampak mata.

Tabel 1. Mapping pin Arduino Nano

No	Pin Arduno Nano	Keterangan
1	A0-A7	Sensor Garis
2	5 dan 6	Driver Motor Kiri
3	9 dan 10	Driver Motor Kanan
4	13	Switch
5	2,3,4	Indikator posisi sensor

Driver motor menggunakan mini L298 yang bekerja pada tegangan maksimal 10V. Motor DC menggunakan mini motor tipe N20 DC 6V 300 rpm. Algoritma proses kerja robot secara global ditunjukkan pada gambar 5. Pada saat pertama robot aktif maka yang dilakukan awal adalah mendefinisikan parameter-parameter robot untuk menyimpan nilai sensor untuk membedakan warna garis.

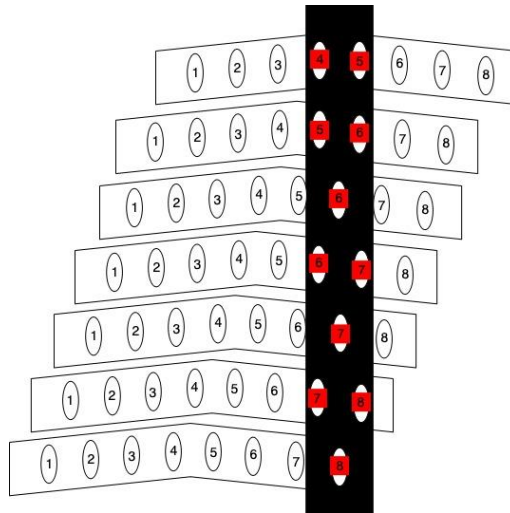


Gambar 5. Flowchart Mobile Robot Secara Garis Besar

Nilai yang disimpan dalam variabel akan hilang pada saat catu daya diputus. Kemudian perlu dilakukan kalibrasi kembali pada saat robot dihidupkan kembali.

2.3. Model Data Sensor

Robot memiliki 8 sensor garis yang dipasang pada sisi bagian depan robot. Banyak berbagai modeling data sensor yang bisa digunakan untuk membentuk data preprosesing yang baik. Tujuan dari modelling data disini adalah agar data yang akan masuk ke metode fuzzy atau pid dapat terbaca secara akurat dan tepat. Sehingga kalau data sensor akurat maka pengontrolan motor akan berjalan dengan baik. Untuk memudahkan pemrosesan dengan menggunakan algoritma kontrol maka dijadikan menjadi dua parameter model untuk proses algoritma dan proses percabangan.



Gambar 4. Model Pembacaan Garis oleh Sensor

Sensor dirancang agar dapat membaca garis dengan baik dengan menggunakan pemodelan rata-rata jumlah sensor. Sensor diberikan nilai faktor 1000 (KS) yang digunakan untuk normalisasi nilai. Nilai yang dideteksi per sensor akan dikalikan dengan nilai 1000. Nilai ini selanjutnya akan dihitung selisihnya yang menjadi nilai error apakah bernilai positif atau negatif. Apabila nilai sensor terlalu negatif maka artinya robot terlalu melenceng ke kanan, sebaliknya bila nilai sensor terlalu besar maka robot berada terlalu ke kiri dari garis. Robot nilai error akan menjadi parameter untuk menghitung output sistem kontrol menggunakan PID.

Algoritma 1. Pemodelan data sensor:

1. Inisialisasi variabel sensor
2. Kalibrasi nilai sensor
3. Isi nilai $Min = \leftarrow Sen[i]$ dan $Max = \rightarrow Sen[i]$
4. $\frac{0}{Sen[i]} = \frac{0}{1000}$
5. $PosX = \frac{avgS}{sumS}$
6. $PosH = PosX - PosM$
7. Jika tidak ada putar robot sampai menemukan garis
8. Ke proses PID.

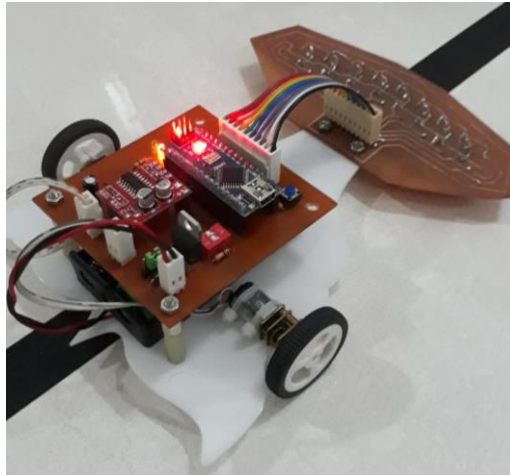
Algoritma 1. menjelaskan bagaimana proses pembacaan sensor agar dengan mudah bisa dimasukkan dalam kontrol PID dan membantu robot untuk menjelajahi arena robot.

3. Hasil dan Pembahasan

Kunci utama sebuah mobile robot line follower adalah mampu mendeteksi dan mengikuti garis dengan baik. Dengan mengaplikasikan sistem kontrol PID kemampuan robot dalam membaca dan mengikuti garis menjadi meningkat. Akan tetapi terjadi masalah ketika baterai sebagai sumber daya tegangannya berkurang. Hasil pengujian pengaruh tegangan pada kecepatan motor ditunjukkan pada Tabel 1.

3.1. Hasil Implementasi Robot

Bentuk mekanik robot dapat dilihat pada gambar 5 yang terbuat dari akrilik dan bagian depan sensor menjadi bagian dari bodi robot.



Gambar 5. Implementasi Bentuk Robot

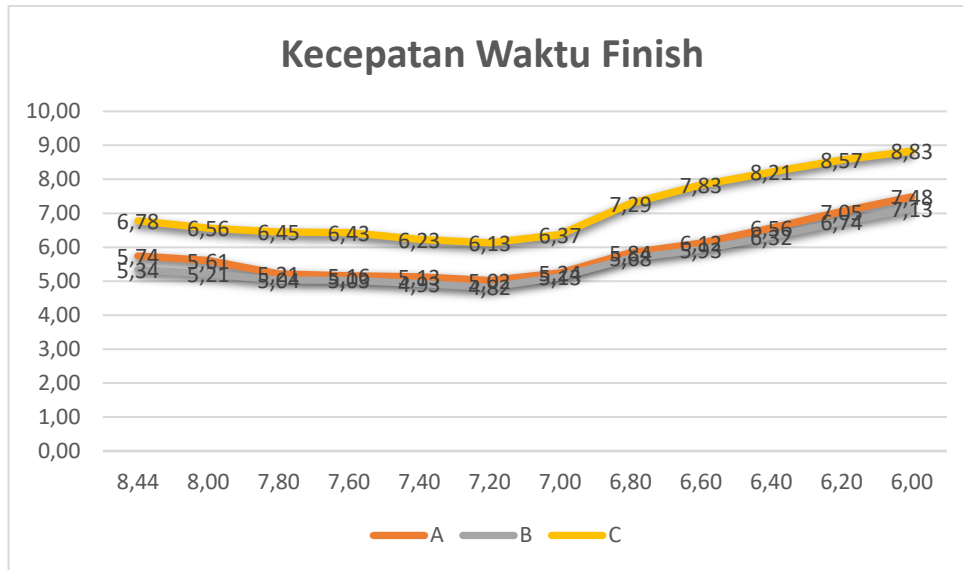
3.2. Hasil Pengujian Robot

Pengujian robot dilakukan untuk mengetahui dan menganalisa pengaruh tegangan terhadap kecepatan motor sampai dengan seberapa besar. Semakin besar pengaruhnya maka harus ditemukan solusi agar robot menjadi lebih cepat dalam berjalan mengikuti garis.

Tabel 2. Tegangan baterai dan Kecepatan Finish

No	Tegangan Baterai (V)	Finish (detik)		
		A	B	C
1	8.44	5.74	5.34	6.78
2	8.00	5.61	5.21	6.56
3	7.80	5.21	5.04	6.45
4	7.60	5.16	5.03	6.43
5	7.40	5.13	4.93	6.23
6	7.20	5.02	4.82	6.13
7	7.00	5.24	5.13	6.37
8	6.80	5.84	5.68	7.29
9	6.60	6.12	5.93	7.83
10	6.40	6.56	6.32	8.21
11	6.20	7.05	6.74	8.57
12	6.00	7.48	7.13	8.83

Pada Tabel 2. Dapat dilihat bahwa hasil pengujian dimulai pada tegangan 8,44V sampai dengan 6V memperoleh kecepatan waktu tempuh tercepat pada tegangan 7,2V.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Kecepatan pada Tegangan Catudaya

Perbandingan pengaruh catudaya pada kecepatan motor dilihat kedalam pengujian terhadap kecepatan tempuh robot. Pada gambar 6 terlihat bahwa pengujian dilakukan pada level tegangan catu daya tertinggi 8,44V robot mampu menyelesaikan tugas dari start menuju finish dengan rata-rata nilai 5,95 detik pada titik A, B dan C, sedangkan pada tegangan terendah 6V robot mampu menyelesaikan dengan kecepatan rata-rata 7,81 detik.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa tegangan catu daya sangat mempengaruhi kecepatan motor DC dalam membantu robot untuk menempuh waktu navigasi dari start menuju finish. Langkah selanjutnya mengembangkan sistem kontrol dengan memasukkan parameter tegangan untuk mengendalikan motor DC.

Daftar Rujukan

- Adella, A., Kamal, M., & Finawan, A. (2018). Rancang Bangun Robot Mobile Line Follower Pemindah Minuman Kaleng Berbasis Arduino. *Jurnal Tektro*, 2(2).
- Basri, M., & Wahira, I. (2022). Robot Line Follower Pemindah Barang Berdasarkan Warna Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Mosfet*, 2(2), 11-15.
- Arini, D., & Kumara, P. W. (2019). Robot line follower berbasis mikrokontroler arduino uno atmega328. *Informanika*, 5(1).
- Marwantama, M. N., & Husnaini, I. (2022). Perancangan Alat Pemesanan Otomatis Menggunakan Robot Line Follower Berbasis Arduino. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 3(2), 533-540.
- Mukti, A., Nurhayati, O. D., & Widiyanto, E. D. (2015). Rancang Bangun Sistem Kontrol Robot Line Follower Menggunakan Logika Fuzzy. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 3(4), 536-543.
- Nurmalasari, M., Triyanto, D., & Brianorman, Y. (2015). Implementasi Algoritma Maze Solving Pada Robot Line Follower. *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 3(2).
- Maspiyanti, F. (2017). Robot line follower pengantar surat menggunakan metode fuzzy logic studi kasus fakultas teknik universitas pancasila. *Jurnal Teknologi Terpadu (JTT)*, 3(1).
- Riyanto, I., Margatama, L., & Marantika, R. R. E. (2021). Robot Forklift Line Follower dengan Kendali PID dan Sensor Warna. *JOULE: Jurnal ilmiah Teknologi Energi, Teknologi Media Komunikasi dan Instrumentasi Kendali*, 1(1), 8-15.

- Wajiansyah, A., WP, A. B., & Supriadi, S. N. (2018). Implementasi Fuzzy Logic Pada Robot Line Follower. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, 5(4).
- Wicaksono, I. A., Winarno, T., & Komarudin, A. (2021). Implementasi Kontrol PID Pada Gerakan Robot Line Follower Berkaki Menggunakan Sensor Kamera. *Jurnal Elkolind: Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri*, 7(3), 66-72.