

PERANCANGAN ROBOT LINE FOLLOWER PEMINDAH DAN PENGAMBIL BARANG BERDASARKAN WARNA MENGGUNAKAN KENDALI PROPORSIONAL INTEGRAL DERIVATIVE (PID)

Hendra Romula Hutagalung¹, Sapta Nugraha², Tonny Suhendra³.
hendraromula@gmail.com

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji

Abstract

Line Follower Robot is an automated robot that moves follow a line black on white or white on black. The robot in this study was applied to move 6 types of objects based on their color to 12 storage locations and retrieve them from the storage location. This study uses the TCS3200 color sensor module to distinguish 6 types of objects by detecting the RGB value of the color of the objects used in this study, namely red, green, blue, black, white and yellow. The 5 channel TCRT5000 line sensor module is used to assist the robot in navigating by detecting the line, the sensor readings are processed by Arduino Promini by calculating PID on the system and then driving a DC motor. PID is a control system that has 3 actions, namely Proportional, Integral and Derivative, used to make the robot movement stable when moving along a line. The results of the search for PID constants using the trial and error method obtained the best constant values, namely $K_p = 8$, $K_i = 3$ and $K_d = 4$ which can minimize errors up to -2 to 2 at the base PWM value of 100, maximum PWM 150 and minimum PWM 75.

Keywords: Robot, line follower, PID

I. Pendahuluan

Pekerjaan memindahkan barang banyak kita temui di bidang industri, pendidikan, pemerintahan, maupun di kehidupan sehari-hari. Sebagian besar barang perlu pengelompokan untuk memudahkan pengelolaannya. Pemindahan dan pengelompokan barang dengan tenaga manusia sangat menguras tenaga dan waktu, sehingga dibuatlah fungsi robot yang dapat mendeteksi dan mengangkat benda. Selain menghemat waktu dan tenaga, robot dapat memperkecil risiko terjadi kecelakaan saat mengangkat benda.

Robot line follower merupakan salah satu bentuk mobile robot yang bergerak dengan mengikuti garis/jalur berwarna hitam di atas permukaan putih atau sebaliknya. Robot line follower digital menggunakan rangkaian sensor garis sebagai pendeteksi jalur, motor dc sebagai penggerak, baterai sebagai sumber tenaga dan mikrokontroler sebagai pengendali rangkaian yang diprogram. Robot line follower dapat memindahkan barang/benda berdasarkan warna dengan penambahan perangkat keras dan program. Perangkat keras tambahan yaitu, motor servo sebagai pencapit untuk mengangkat benda dan sensor warna sebagai pendeteksi benda (Prayudi et al., 2015a).

Robot line follower yang banyak dikembangkan saat ini masih terbatas dalam memindahkan jumlah benda, sehingga pada penelitian ini mencoba memaksimalkan kinerja sensor supaya dapat mendeteksi lebih banyak benda. Selain itu robot line follower yang menjadi referensi penelitian ini, hanya diprogram untuk memindahkan benda ke lokasi penyimpanannya. Penelitian ini mencoba

memaksimalkan kinerja robot line follower supaya dapat memindahkan benda ke lokasi penyimpanan dan dapat mengambil kembali benda tersebut dengan lokasi yang lebih banyak.

II. Metode Penelitian

1. Studi Literatur

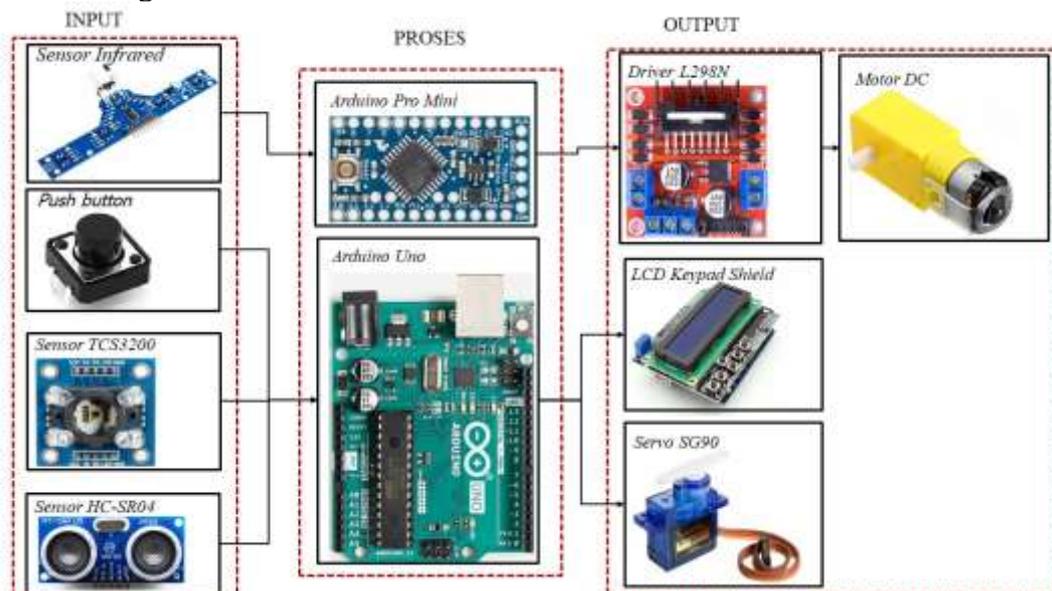
Metode pengumpulan data dilakukan dengan mencari referensi dan kajian terdahulu yang menjadi dasar referensi penelitian robot line follower pemindah barang. Kajian literatur berupa e-book, jurnal yang berhubungan dengan pemrograman arduino, pemahaman metode PID, dan literatur-literatur lain yang dinilai berhubungan dengan penelitian ini.

2. Observasi

Metode pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan dan pemahaman terhadap obyek yang akan diteliti untuk mendapatkan informasi dan pengetahuan yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Pengamatan dilakukan untuk mengetahui prinsip kerja serta perakitan komponen dan pemrograman.

3. Perancangan Sistem

Perancangan sistem terdiri dari menjadi tiga bagian yaitu *input*, proses, dan *output*, dimana pada bagian *Input* terdapat 3 sensor dan 1 *push button*, bagian proses menggunakan Arduino Uno dan Arduino Promini, sedangkan bagian *output* terdapat Motor DC dan LCD 16 x 2. Perancangan bagian *Input* sistem berfungsi untuk mendeteksi situasi dan kondisi tertentu saat robot diaktifkan.



Gambar 1. Perancangan Perangkat

Pembacaan sensor akan diolah oleh mikrokontroler Arduino Uno dan Mikrokontroler Arduino Promini yang berfungsi sebagai proses. Berdasarkan proses dari *input* maka dihasilkan output pada motor DC, motor *servo* dan LCD Keypadshield untuk menampilkan menu PID dan jenis warna. Motor DC digunakan sebagai penggerak robot dan motor *servo* digunakan sebagai *gripper*.

III. Hasil dan Pembahasan

1. Pengujian Sensor Garis

Modul sensor garis TCRT5000 yang digunakan pada penelitian ini mempunyai 5 *channel* atau 5 Sensor pendeteksi garis, sehingga perlu memastikan setiap chanel berfungsi dengan baik Pengujian setiap sensor dilakukan dengan mengukur tegangan pada sensor saat berada pada lintasan.

Tabel 1. Pengujian Tegangan Sensor Garis

	Tegangan Input	Tegangan di Permukaan Putih	Tegangan di Garis Hitam
Sensor 1	4,82	0,09	3,44
Sensor 2	4,82	0,1	3,9
Sensor 3	4,82	0,11	4,24
Sensor 4	4,82	0,11	4,15
Sensor 5	4,82	0,15	4,58

2. Pengujian Sensor TCS3200

Pengujian ini dilakukan dengan cara menjepit benda dengan *gripper* sehingga posisi benda tepat didepan sensor TCS3200 dengan jarak sekitar 1 cm. Pengujian dilakukan pada 6 jenis warna kemudian menampilkan frekuensi warna tersebut pada serial monitor Arduino IDE. Perbedaan ferkuensi yang didapatkan digunakan untuk membedakan masing-masing benda.

Tabel 2. Nilai Frekuensi Rata-rata Pembacaan Sensor TCS3200

No	Warna	Output R (%)	Output G (%)	Output B (%)
1	Merah	37	89	73
2	Hijau	81	56	83
3	Biru	98	100	56
4	Putih	30	44	61
5	Hitam	160	197	163
6	Kuning	22	23	18

3. Pengujian *Driver Motor* DC

Pengujian *driver motor* DC IC L298N bertujuan untuk menentukan arah putaran masing-masing motor sesuai dengan arah yang di inginkan, dimana terdapat 2 arah putaran motor, yaitu searah jarum jam CW (*Clock Wise*) dan berlawanan dengan arah jarum jam CCW (*Counter Clock Wise*). Pengujian dilakukan dengan memberikan perintah untuk menggerakkan motor DC melau pin ENA, ENB, EN1.2 dan EN3.4.

Tabel 3. Pengujian Arah Putaran Motor DC

	Motor Kanan			Motor Kiri			Arah Gerak Robot		
	EN A	IN 1	IN 2	Output	EN B	IN 3		IN 4	Output
100	<i>Low</i>	<i>High</i>		CW	100	<i>Low</i>	<i>High</i>	CW	Maju
100	<i>High</i>	<i>Low</i>		CCW	100	<i>High</i>	<i>Low</i>	CCW	Mundur
0	<i>Low</i>	<i>Low</i>		Diam	100	<i>Low</i>	<i>High</i>	CW	Belok kanan
100	<i>Low</i>	<i>High</i>		CW	0	<i>Low</i>	<i>Low</i>	CW	Belok Kiri

4. Pengujian Motor Servo

Motor servo diuji dengan memberikan perintah melalui Arduino Uno untuk menjepit benda dan membuka kembali jepitan. Perintah untuk menutup gripper dilakukan dari *software* arduino IDE dengan program *myservo.write(120)*; sehingga di dapatkan lebar *gripper* 8 cm, sedangkan untuk membuka gripper dilakukan dengan program *myservo.write(10)*; didapat lebar *gripper* 8 cm.



Gambar 2. Pengujian Motor Servo

4. Pengujian LCD Keypadshield

Pengujian LCD Keypadshield bertujuan untuk memastikan LCD dan *push button* berfungsi dengan baik sehingga dapat digunakan untuk menjalankan sistem. Pengujian pertama dilakukan dengan mengukur tegangan *input* pada LCD kemudian diikuti dengan pengujian *push button* bersamaan dengan LCD. Pengujian ini dilakukan dengan menekan push button dan menampilkan hasilnya pada LCD berupa data menu pemilihan nilai *kp*, *ki* dan *kd*.



Gambar 3. Pengujian Push Button terhadap LCD Keypadshield

Tabel 4. Pengujian Push Button terhadap LCD Keypadshield

<i>Push Button</i>	Fungsi	Hasil
<i>Right</i>	Menggeser menu ke kanan	Berhasil
<i>Down</i>	Mengurangi nilai PID	Berhasil
<i>up</i>	Menambah nilai PID	Berhasil
<i>Select</i>	Menyimpan nilai PID	Berhasil
<i>None</i>	Sebagai <i>Reset</i> untuk arduino	Berhasil
<i>Left</i>	Menggeser menu ke kiri	Berhasil

5. Pengujian Power Supply

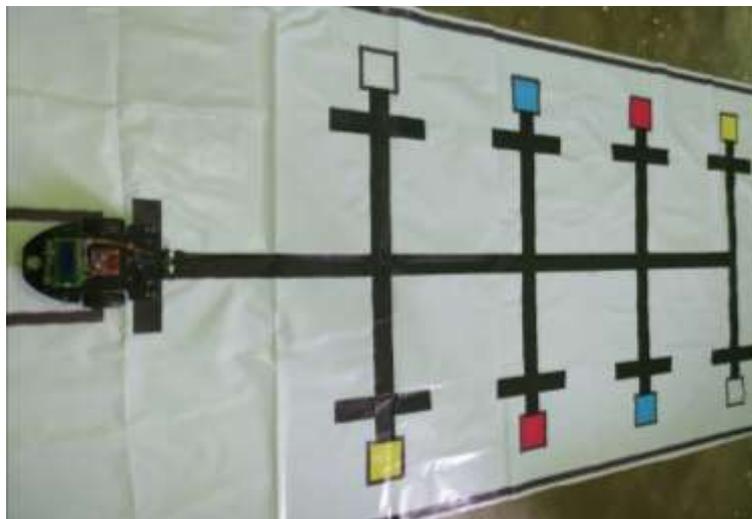
Hasil pengukuran tegangan *cell* pertama yaitu 4,02 V dan hasil pengukuran tegangan pada *cell* kedua yaitu 3,73 V, sehingga jumlah tegangan keseluruhan terukur yaitu 7,75 V.



Gambar 4. Pengujian *Power Supply*

6. Pengujian PID

Pengujian PID dilakukan dengan cara mengatur variasi nilai konstanta PID, kemudian menganalisa pergerakan robot dalam mengikuti garis dengan lebar 2,5 cm dan panjang 2,5 meter. Pengaturan nilai PID dilakukan hingga lebih dari 40 kali percobaan dan mendapatkan hasil yang berbeda-beda. Pengujian dilakukan dengan nilai *base* PWM 100, *maximum* PWM 150 dan *minimum* PWM 75.



Gambar 5. Lintasan Pengujian PID

Hasil pengujian terbaik yaitu dengan nilai parameter $K_p = 8$, $K_i = 3$, $K_d = 4$ dan $K_p = 8$, $K_i = 3$, $K_d = 5$ dapat meminimalkan *error* hingga -2 sampai 2, dimana robot dapat berjalan mengikuti garis/lintasan dengan baik. Hasil pengujian dengan nilai K_i dan K_d lainnya sudah dapat membuat robot berjalan mengikuti lintasan dengan nilai *error* -3 sampai 3.

Tabel 5. Hasil Pengujian PID

No	Input			Error	Hasil
	K_p	K_i	K_d		
1	8	3	1	-3 sampai 3	Baik
2	8	3	2	-3 sampai 3	Baik
3	8	3	3	-2 sampai 2	Baik
4	8	3	4	-2 sampai 2	Sangat Baik
5	8	3	5	-2 sampai 2	Sangat Baik
6	8	4	1	-3 sampai 3	Baik
7	8	4	2	-3 sampai 3	Baik
8	8	4	3	-3 sampai 3	Baik
9	8	4	4	-3 sampai 3	Baik

IV. Kesimpulan

Robot *line follower* pada penelitian ini diaplikasikan untuk memindahkan dan mengambil benda berdasarkan 6 jenis warna, dirancang menggunakan kendali PID dengan pencarian nilai parameter PID menggunakan metode *trial and error*. Pengujian robot dilakukan dengan nilai *base* PWM 100, *maximum* PWM 150, *minimum* PWM 75 dapat stabil pada lintasan dengan parameter PID yaitu nilai $K_p = 8$, $K_i = 3$, $K_d = 4$ dan $K_p = 8$, $K_i = 3$, $K_d = 4$ dapat meminimalkan *error* hingga -2 sampai 2. Robot dapat mencapit benda dengan *gripper* dan membedakan 6 Jenis benda dengan mendeteksi frekuensi masing-masing warna pada benda.

V. Daftar Pustaka

- Adriansyah, A., Hidyatama, O., 2013. RANCANG BANGUN PROTOTIPE ELEVATOR MENGGUNAKAN MICROCONTROLLER ARDUINO ATMEGA 328P 13.
- Athifa, S.F., Rachmat, H.H., 2019. Evaluasi Karakteristik Deteksi Warna RGB Sensor TCS3200 Berdasarkan Jarak Dan Dimensi Objek. *Jetri J. Ilm. Tek. Elektro* 16, 105–120.
- Falani, A.Z., Setyawan Budi, 2015. ROBOT LINE FOLLOWER BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 16 DENGAN MENAMPILKAN STATUS GERAK PADA LCD. *E-Nar.* 1. <https://doi.org/10.31090/narodroid.v1i1.6>
- Joni, K., Ulum, M., Abidin, Z., 2016. Robot Line Follower Berbasis Kendali Proportional- Integral-Derivative (PID) Untuk Lintasan Dengan Sudut Ekstrim 8, 5.
- Miftahul, H., Firdaus, F., Derisma, D., 2016. Pengontrolan Kecepatan Mobile Robot Line Follower Dengan Sistem Kendali PID. *TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi Dan Kontrol* 2, 150–159. <https://doi.org/10.15575/telka.v2n2.150-159>
- Prayudi, M.A., Sianturi, E.V.H., Rahmad, I.F., Umami, K., 2015a. Perancangan Robot Line Follower Pemisah Benda Berdasarkan Warna Berbasis Mikrokontroler ATMEGA16. *Creat. Inf. Technol. J.* 1, 183. <https://doi.org/10.24076/citec.2014v1i3.20>
- Riandana, M.N., Budiastra, I.N., Partha, C.G.I., 2017. Aplikasi Sensor Cahaya Sebagai Sensor Garis Pada Robot Berbasis Kontrol PID Dengan Pengaturan Kepekaan Cahaya Otomatis. *Maj. Ilm. Teknol. Elektro* 16, 56. <https://doi.org/10.24843/MITE.2017.v16i03p10>
- Setiawan, D., 2017. SISTEM KONTROL MOTOR DC MENGGUNAKAN PWM ARDUINO BERBASIS ANDROID SYSTEM 15, 8.
- Sianipar, D., Setiawan, B., Budi, E.S., 2020. IMPLEMENTASI KONTROL PID PADA PENGATURAN KECEPATAN POTONG CUTTER MOTOR YANG DIAPLIKASIKAN PADA GRASS CUTTER ROBOT SECARA WIRELESS. *J. Elektron. Dan Otomasi Ind.* 3, 100. <https://doi.org/10.33795/elkolind.v3i3.98>

Supegina, F., Sukindar, D., 2014. PERANCANGAN ROBOT PENCAPIT UNTUK PENYOTIR BARANG BERDASARKAN WARNA LED RGB DENGAN DISPLAY LCD BERBASIS ARDUINO UNO 9.