

# Sistem Kontrol Pergerakan Roda Omni Pada Robot Soccer UNISMA Dengan PID (*Proportional Integral Derivative*)

M. Khayatul Falakh<sup>1</sup>, Sugiono<sup>2</sup>, Anang Habibi<sup>3</sup>

Universitas Islam Malang<sup>1,2,3</sup>

falakh7791@gmail.com, sugiono@unisma.ac.id, ananghabibi@unisma.ac.id

## Abstract

The progress of robots in Indonesia can be seen from the competition held by the Ministry of Research, Technology and Higher Education (Kemenristekdikti), namely the Indonesian Robot Contest (KRI), the competition is held once a year. The Indonesian Robot Contest is a proving ground for every student to be creative, develop talent, and measure their abilities in robotics. The UNISMA soccer robot itself will use an omni wheel as its movement control system. The purpose of this research is to program and design an omni wheel movement control system on the UNISMA soccer robot using PID with an Arduino microcontroller. The first research process is a review of the literature, the second is designing hardware and software, the third is determining the tools and materials. Testing the movement of the soccer robot was carried out in 2 different conditions, running on cardboard and on the floor. Testing was carried out 20 times with the trial and error method resulting in PID ( $K_p=0.29$ ,  $K_i=0.6$ ,  $K_d=0.0$ ) with a setpoint target of 200. Testing forward motion on cardboard with PID produces an average time of 21.1065 seconds, backward motion 20.5805 seconds, left motion 21.147 seconds, and right motion 18.0925 seconds. Forward motion testing on the floor with PID produced an average time of 21.339 seconds, backward motion 21.1445 seconds, left motion 21.322 seconds, and right motion 21.076 seconds. Forward motion testing on cardboard without PID produces an average time of 3.895 seconds, backward motion 3.9695 seconds, left motion 4.008 seconds, and right motion 3.9195 seconds. Testing forward motion on the floor without PID produces an average time of 4.4885 seconds, backward motion 4.585 seconds, left motion 4.613 seconds, and right motion 4.777 seconds. The comparison results when the robot runs with PID and without PID when walking on cardboard concluded that using PID takes too long to reach the setpoint target. The same thing happens when the robot walks with PID and without PID when walking on the floor, it takes too long when using PID compared to without using PID.

**Keywords :** Robot Soccer, PID, Omni Wheel, Arduino Mega 2560.

## Abstraksi

Kemajuan robot di Indonesia dapat dilihat dari adanya perlombaan yang diadakan oleh Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (Kemenristekdikti) yaitu Kontes Robot Indonesia (KRI), perlombaan tersebut digelar setiap satu tahun sekali. Kontes Robot Indonesia ini sebagai ajang pembuktian setiap mahasiswa untuk berkreasi, mengembangkan bakat, dan mengukur kemampuan mereka dalam hal robotika. Robot soccer UNISMA sendiri nantinya akan menggunakan roda omni pada robot soccer UNISMA menggunakan PID dengan mikrokontroler arduino. Proses penelitian pertama yaitu studi literatur, kedua merancang hardware dan software, ketiga menentukan alat dan bahan. Pengujian pergerakan robot soccer dilakukan dalam 2 keadaan yang berbeda, dijalankan di atas kardus dan di lantai. Pengujian dilakukan sebanyak 20 kali dengan metode trial and error menghasilkan PID ( $K_p=0.29$ ,  $K_i=0.6$ ,  $K_d=0.0$ ) dengan target setpoint di angka 200. Pengujian gerak maju di atas kardus dengan PID menghasilkan waktu rata-rata 21,1065 detik, gerak mundur 20,5805 detik, gerak kiri 21,147 detik, dan gerak kanan 18.0925 detik. Pengujian gerak maju di lantai dengan PID menghasilkan waktu rata-rata 21,339 detik, gerak mundur 21,1445 detik, gerak kiri 21,322 detik, dan gerak kanan 21,076 detik. Pengujian gerak maju di atas kardus tanpa PID menghasilkan waktu rata-rata 3,895 detik, gerak mundur 3,9695 detik, gerak kiri 4,008 detik, dan gerak kanan 3,9195 detik. Pengujian gerak maju di lantai tanpa PID menghasilkan waktu rata-rata 4,4885 detik, gerak mundur 4,585 detik, gerak kiri 4,613 detik, dan gerak kanan 4,777 detik. Hasil perbandingan ketika robot berjalan dengan PID dan tanpa PID saat jalan di atas kardus disimpulkan bahwa menggunakan PID memakan waktu terlalu lama untuk mencapai target setpoint. Begitu juga hal yang sama ketika robot berjalan dengan PID dan tanpa PID saat jalan di lantai, memakan waktu terlalu lama ketika menggunakan PID dibandingkan dengan tanpa menggunakan PID.

**Kata Kunci : Robot Soccer, PID, Omni Wheel, Arduino Mega 2560.**

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia teknologi saat ini begitu pesat, apalagi teknologi robot. Saat ini robot dapat membantu pekerjaan manusia, di bidang pertanian, kesehatan, sampai ke industri pabrik. Robot juga ditemukan di lingkup keluarga, misalnya robot pembersih lantai, robot pembersih kaca, dan masih banyak lagi.

Kemajuan robot di Indonesia dapat dilihat dari adanya perlombaan yang diadakan oleh Kementerian Riset, Teknologi, dan Perguruan Tinggi (Kemenristekdikti) yaitu Kontes Robot Indonesia (KRI), perlombaan tersebut digelar setiap satu tahun sekali. Kontes Robot Indonesia ini sebagai ajang pembuktian setiap mahasiswa untuk berkreasi, mengembangkan bakat, dan mengukur kemampuan mereka dalam hal robotika.

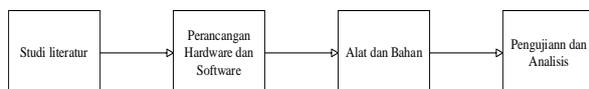
Robot soccer UNISMA sendiri nantinya akan menggunakan roda omni sebagai sistem kontrol pergerakannya. Dalam dunia robot industri dan logistik, roda omni telah banyak digunakan oleh berbagai kalangan selama bertahun-tahun. Roda omni telah banyak digunakan pada kursi roda, transportasi servis di bandara, dan lainnya.

Kontroler yang sering digunakan adalah PID. PID sendiri digunakan untuk mengatur kecepatan roda yang nantinya dapat merespon kecepatan untuk mencapai set point dan kestabilan pada robot soccer. Ada tiga parameter dalam PID yang harus ditentukan, yaitu: proportional gain, integral gain, dan derivative gain.

Oleh karena itu pada penelitian ini akan mengontrol kerja sistem pergerakan roda omni pada robot soccer UNISMA dengan PID. Untuk itu memerlukan pengaturan kecepatan motor pada robot. Maka dari itu diperlukan kontrol PID yang berfungsi untuk mengendalikan kecepatan motor pada robot soccer UNISMA, agar bergerak tepat dan cepat untuk mencapai objek maupun tujuan yang ditentukan.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Diagram Blok Proses Penelitian

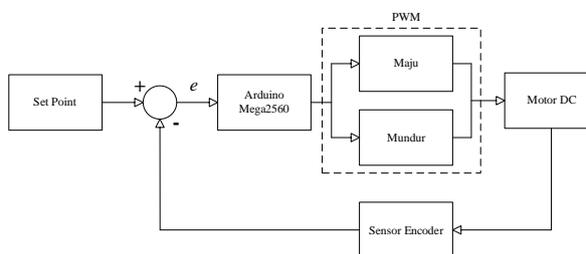


**Gambar 1.** Diagram blok proses penelitian

Pada gambar 1 menunjukkan proses penelitian yaitu :

1. Studi literatur, mengumpulkan dan mempelajari berbagai literatur terkait dengan Arduino Mega 2560, PID, motor DC PG-28, driver motor, rotary encoder, modul step-down LM2596, tata cara pemrograman arduino, serta melakukan berbagai pencarian referensi dan sumber-sumber relevan lain sebagai acuan dalam pembuatan penelitian ini.
2. Perancangan hardware dan software, merancang perangkat keras berupa prototype dengan mempertimbangkan kebutuhan dan permasalahan. Merancang perangkat lunak berupa program-program yang akan diatur untuk menggerakkan perangkat keras.
3. Alat dan bahan, menuliskan komponen yang dibutuhkan pada penyusunan penelitian ini beserta spesifikasi komponen yang dipakai.
4. Pengujian dan analisis, melakukan pengujian sistem secara keseluruhan baik perangkat keras maupun perangkat lunak dengan cara mengoperasikan dan mengkomunikasikan perangkat lunak di masing-masing bagian, kemudian melakukan pengujian untuk mencari hasil dari pergerakan robot soccer ini serta menganalisa ketika robot menggunakan PID dan tanpa PID.

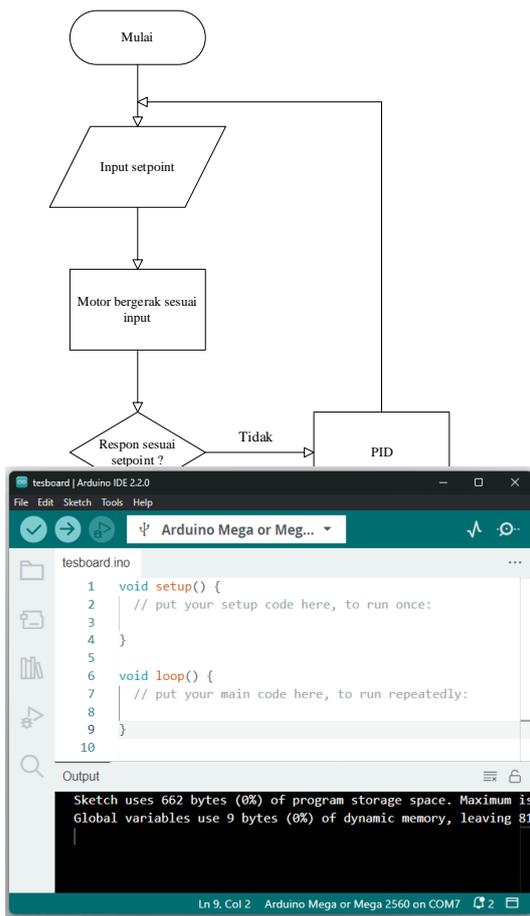
### B. Diagram Blok Sistem



**Gambar 2.** Diagram blok sistem

Pada gambar 2 menunjukkan diagram blok menentukan set point yang ingin ditentukan, sensor encoder akan memberikan feedback ke arduino mega2560. Kemudian arduino mega2560 mengkalkulasi nilai aktual dari sensor encoder dengan set point dan arduino mega 2560 akan memberikan penyesuaian maju atau mundur untuk menggerakkan motor DC.

**C. Flowchart Sistem**



**Gambar 3.** Flowchart sistem

Pada gambar 3 menunjukkan cara kerja pergerakan motor DC pada robot. Memulai dengan masukan berupa setpoint pada program, lalu motor akan berputar sesuai setpoint yang dimasukkan. Selanjutnya saat motor berputar, apakah respon mengikuti setpoint. Jika tidak, maka akan diproses oleh PID dan masuk kembali ke setpoint sampai respon mengikuti setpoint yang diinginkan. Jika ya, maka motor akan berputar dan respon akan sesuai dengan setpoint yang diinginkan.

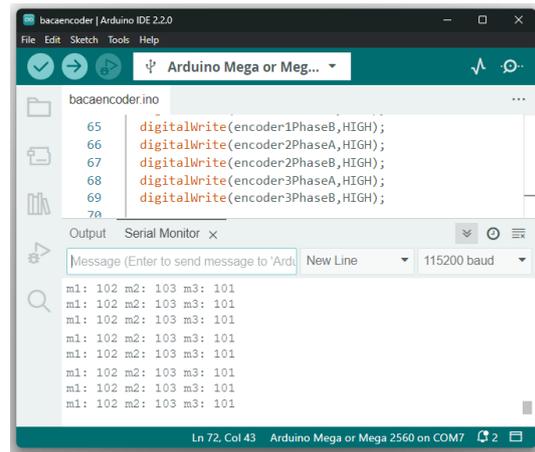
**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Hasil Upload Program Ke Board Arduino Mega 2560**

**Gambar 4.** Upload program ke board

Pada gambar 4 terlihat bahwa board arduino mega 2560 masih berfungsi dengan baik dan dapat mengeksekusi program dengan benar.

**B. Hasil Pengujian Sensor Rotary Encoder**

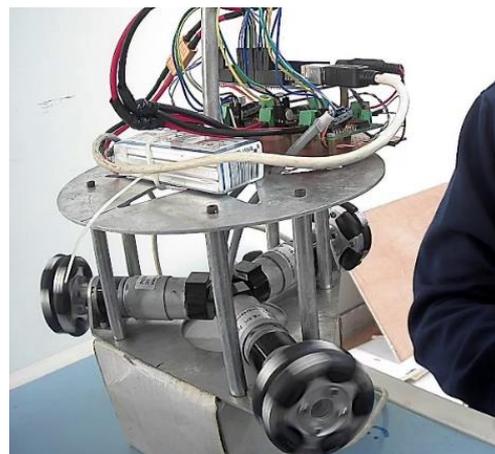


**Gambar 5.** Uji sensor rotary endcoder

Pada gambar 5 terlihat sensor yang ada di setiap bagian motor berfungsi dengan baik. Uji dilakukan dengan cara di putar manual pada setiap motor.

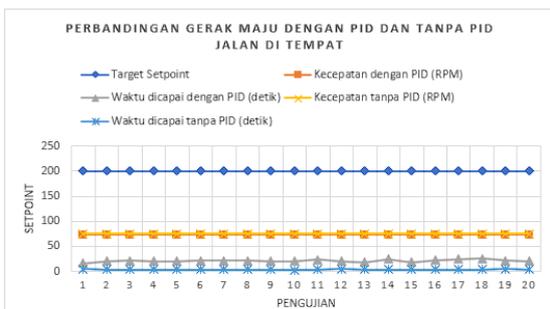
**C. Hasil Perbandingan Kontrol Pergerakan Robot Jalan Di Tempat Menggunakan PID dan Tanpa PID**

Pengujian kontrol pergerakan robot saat jalan di tempat dilakukan di atas alax box dengan kabel arduino sepanjang 1,8 meter. Terlihat pada gambar 6.



**Gambar 6.** Uji robot jalan di tempat

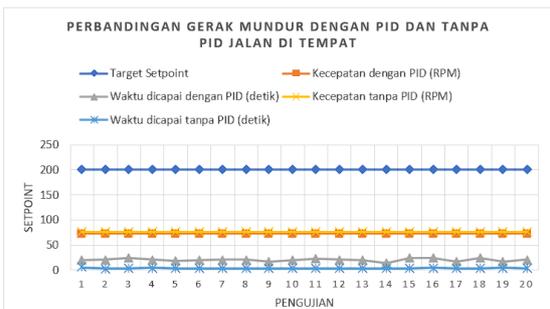
**1. Perbandingan Robot Bergerak Maju Dengan PID (Kp = 0.29, Ki = 0.6, Kd = 0.0) Dan Tanpa PID Ketika Jalan Di Tempat**



Gambar 7. Perbandingan gerak maju dengan PID dan tanpa PID jalan di tempat

Pada gambar 7 menunjukkan grafik hasil dari perbandingan pergerakan robot maju dengan PID ( $K_p = 0.29$ ,  $K_i = 0.6$ ,  $K_d = 0.0$ ) dan tanpa PID ketika jalan di tempat dengan alas yang berada di bawah robot. Dengan pengujian sebanyak 20 kali, gerak robot maju menggunakan PID untuk mencapai setpoint membutuhkan waktu rata-rata 21,1065 detik dengan kecepatan 75 RPM. Sedangkan gerak maju tanpa PID untuk mencapai setpoint membutuhkan waktu rata-rata 3,895 detik dengan kecepatan konstan 75 RPM.

2. Perbandingan Robot Bergerak Mundur ( $K_p = 0.29$ ,  $K_i = 0.6$ ,  $K_d = 0.0$ ) Dan Tanpa PID Ketika Jalan Di Tempat

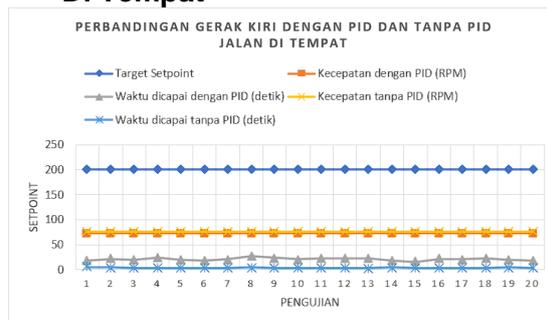


Gambar 8. Perbandingan gerak mundur dengan PID dan tanpa PID jalan di tempat

Pada gambar 8 menunjukkan grafik hasil dari perbandingan pergerakan robot mundur dengan PID ( $K_p = 0.29$ ,  $K_i = 0.6$ ,  $K_d = 0.0$ ) dan tanpa PID ketika jalan di tempat dengan alas yang berada di bawah robot. Dengan pengujian sebanyak 20 kali, gerak robot mundur menggunakan PID untuk mencapai setpoint membutuhkan waktu rata-rata 20,5805 detik dengan kecepatan 76 RPM. Sedangkan gerak mundur tanpa PID untuk mencapai setpoint membutuhkan waktu rata-rata 3,9695 detik dengan kecepatan konstan 76 RPM.

3. Perbandingan Robot Bergerak Kiri Dengan PID ( $K_p = 0.29$ ,  $K_i = 0.6$ ,  $K_d = 0.0$ ) Dan Tanpa PID Ketika Jalan Di Tempat

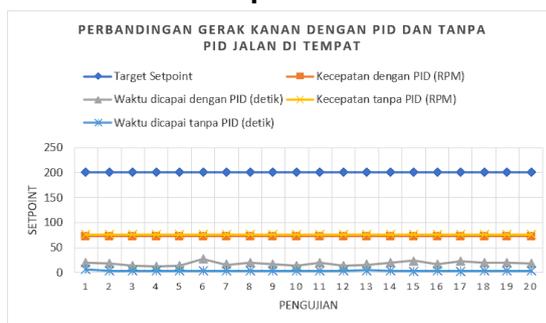
= 0.0) Dan Tanpa PID Ketika Jalan Di Tempat



Gambar 9. Perbandingan gerak kiri dengan PID dan tanpa PID jalan di tempat

Pada gambar 9 menunjukkan grafik hasil dari perbandingan pergerakan robot kiri dengan PID ( $K_p = 0.29$ ,  $K_i = 0.6$ ,  $K_d = 0.0$ ) dan tanpa PID ketika jalan di tempat dengan alas yang berada di bawah robot. Dengan pengujian sebanyak 20 kali, gerak robot kiri menggunakan PID untuk mencapai setpoint membutuhkan waktu rata-rata 21,147 detik dengan kecepatan 74 RPM. Sedangkan gerak kiri tanpa PID untuk mencapai setpoint membutuhkan waktu rata-rata 4,008 detik dengan kecepatan konstan 74 RPM.

4. Perbandingan Robot Bergerak Kanan Dengan PID ( $K_p = 0.29$ ,  $K_i = 0.6$ ,  $K_d = 0.0$ ) Dan Tanpa PID Ketika Jalan Di Tempat

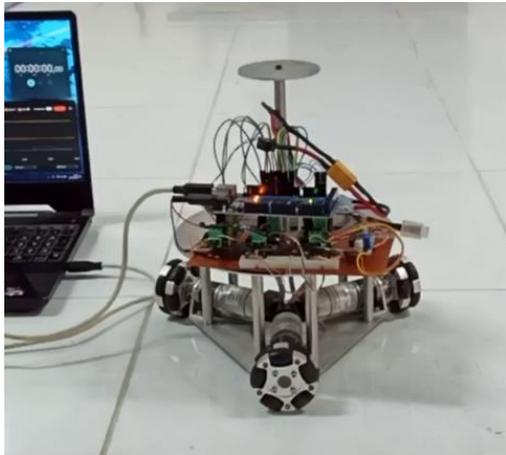


Gambar 10. Perbandingan gerak kanan dengan PID dan tanpa PID jalan di tempat

Pada gambar 10 menunjukkan grafik hasil dari perbandingan pergerakan robot kanan dengan PID ( $K_p = 0.29$ ,  $K_i = 0.6$ ,  $K_d = 0.0$ ) dan tanpa PID ketika jalan di tempat dengan alas yang berada di bawah robot. Dengan pengujian sebanyak 20 kali, gerak robot kanan menggunakan PID untuk mencapai setpoint membutuhkan waktu rata-rata 18,0925 detik dengan kecepatan 74 RPM. Sedangkan gerak kanan tanpa PID untuk mencapai setpoint membutuhkan waktu rata-rata 3,9195 detik dengan kecepatan konstan 74 RPM.

### D. Hasil Perbandingan Kontrol Pergerakan Robot Jalan Di Lantai Menggunakan PID Dan Tanpa PID

Pengujian kontrol pergerakan robot saat jalan di lantai dengan kabel arduino sepanjang 1,8 meter. Terlihat pada gambar 11.

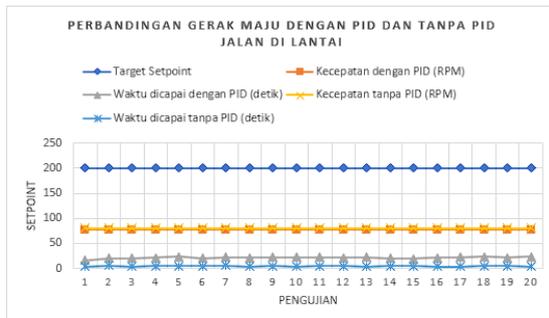


Gambar 11. Uji robot jalan di lantai



Pada gambar 4.8 menunjukkan grafik hasil dari perbandingan pergerakan robot mundur dengan PID ( $K_p = 0.29$ ,  $K_i = 0.6$ ,  $K_d = 0.0$ ) dan tanpa PID ketika jalan di lantai. Dengan pengujian sebanyak 20 kali, gerak robot mundur menggunakan PID untuk mencapai setpoint membutuhkan waktu rata-rata 21,1445 detik dengan kecepatan 80 RPM. Sedangkan gerak mundur tanpa PID untuk mencapai setpoint membutuhkan waktu rata-rata 4,585 detik dengan kecepatan konstan 80 RPM.

#### 1. Perbandingan Robot Bergerak Maju Dengan PID ( $K_p = 0.29$ , $K_i = 0.6$ , $K_d = 0.0$ ) Dan Tanpa PID Ketika Jalan Di Lantai



Gambar 12. Perbandingan gerak maju dengan PID dan tanpa PID jalan di lantai

Pada gambar 12 menunjukkan grafik hasil dari perbandingan pergerakan robot maju dengan PID ( $K_p = 0.29$ ,  $K_i = 0.6$ ,  $K_d = 0.0$ ) dan tanpa PID ketika jalan di lantai. Dengan pengujian sebanyak 20 kali, gerak robot maju menggunakan PID untuk mencapai setpoint membutuhkan waktu rata-rata 21,339 detik dengan kecepatan 80 RPM. Sedangkan gerak maju tanpa PID untuk mencapai setpoint membutuhkan waktu rata-rata 4,4885 detik dengan kecepatan konstan 80 RPM.

#### 2. Perbandingan Robot Bergerak Mundur Dengan PID ( $K_p = 0.29$ , $K_i = 0.6$ , $K_d = 0.0$ ) Dan Tanpa PID Ketika Jalan Di Lantai

Gambar 13. Perbandingan gerak mundur dengan PID dan tanpa PID jalan di lantai

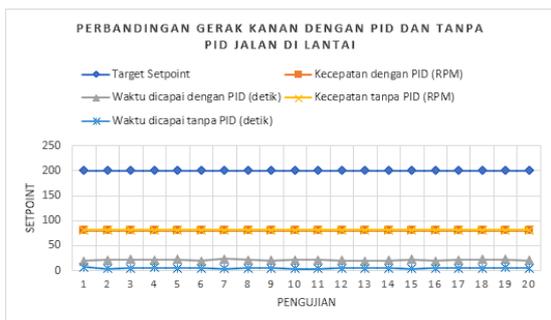
#### 3. Perbandingan Robot Bergerak Kiri Dengan PID ( $K_p = 0.29$ , $K_i = 0.6$ , $K_d = 0.0$ ) Dan Tanpa PID Ketika Jalan Di Lantai



Gambar 14. Perbandingan gerak kiri dengan PID dan tanpa PID jalan di lantai

Pada gambar 14 menunjukkan grafik hasil dari perbandingan pergerakan robot kiri dengan PID ( $K_p = 0.29$ ,  $K_i = 0.6$ ,  $K_d = 0.0$ ) dan tanpa PID ketika jalan di lantai. Dengan pengujian sebanyak 20 kali, gerak robot kiri menggunakan PID untuk mencapai setpoint membutuhkan waktu rata-rata 21,322 detik dengan kecepatan 81 RPM. Sedangkan gerak kiri tanpa PID untuk mencapai setpoint membutuhkan waktu rata-rata 4,613 detik dengan kecepatan konstan 81 RPM.

#### 4. Perbandingan Robot Bergerak Kanan Dengan PID ( $K_p = 0.29$ , $K_i = 0.6$ , $K_d = 0.0$ ) Dan Tanpa PID Ketika Jalan Di Lantai



**Gambar 15.** Perbandingan gerak kanan dengan PID dan tanpa PID jalan di lantai

Pada gambar 15 menunjukkan grafik hasil dari perbandingan pergerakan robot kanan dengan PID ( $K_p = 0.29$ ,  $K_i = 0.6$ ,  $K_d = 0.0$ ) dan tanpa PID ketika jalan di lantai. Dengan pengujian sebanyak 20 kali, gerak robot kanan menggunakan PID untuk mencapai setpoint membutuhkan waktu rata-rata 21,076 detik dengan kecepatan 81 RPM. Sedangkan gerak kanan tanpa PID untuk mencapai setpoint membutuhkan waktu rata-rata 4,777 detik dengan kecepatan konstan 81 RPM.

#### IV. KESIMPULAN

Dalam merancang sistem kontrol pergerakan robot soccer menggunakan tiga roda omni dan memprogram robot agar bergerak menggunakan mikrokontroler arduino dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu studi literatur, perancangan hardware dan software, perancangan sistem, komponen yang dipakai, dan pengujian. Dalam mencari hasil dari penelitian ini menggunakan metode *trial and error*. Untuk mencari nilai PID membutuhkan upaya berulang-ulang hingga menemukan nilai PID terbaik ( $K_p = 0.29$ ,  $K_i = 0.6$ ,  $K_d = 0.0$ ) agar robot berjalan sesuai dengan target setpoint di angka 200.

Dari hasil pengujian sebanyak 20 kali maka untuk memenuhi target setpoint di angka 200, ketika robot berjalan menggunakan PID saat jalan di tempat, gerak maju membutuhkan waktu rata-rata 21,1065 detik, gerak mundur 20,5805 detik, gerak kiri 21,147 detik, dan gerak kanan 18,0925 detik. Ketika jalan di lantai dengan PID gerak maju 21,339 detik, gerak mundur 21,1445 detik, gerak kiri 21,322 detik, dan gerak kanan 21,076 detik. Hasil pengujian robot berjalan tanpa PID saat jalan di tempat, gerak maju membutuhkan waktu rata-rata 3,895 detik, gerak mundur 3,9695 detik, gerak kiri 4,008 detik, dan gerak kanan 3,9195 detik. Ketika jalan di lantai tanpa PID gerak maju 4,4885 detik, gerak mundur 4,585 detik, gerak kiri 4,613 detik, dan gerak kanan 4,777 detik.

Perbandingan ketika robot berjalan dengan PID dan tanpa PID saat jalan di

tempat disimpulkan bahwa menggunakan PID memakan waktu terlalu lama untuk mencapai target setpoint. Begitu juga hal yang sama ketika robot berjalan dengan PID dan tanpa PID saat jalan di lantai, memakan waktu terlalu lama ketika menggunakan PID dibandingkan dengan tanpa menggunakan PID.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Nugraha and N. Ibrahim, "Sistem Kontrol Robot Sepak Bola berbasis Deteksi Multi Warna dengan PID Controller," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 19, no. 2, p. 184, 2018, doi: 10.24912/tesla.v19i2.2700.
- [2] S. D. Putra and Sujono, "Sistem Kendali PID Untuk Pencarian Arah Gawang Lawan Pada Robot Sepakbola Beroda," *J. Maest.*, vol. 1, no. 2, pp. 303–309, 2018.
- [3] A. Ramdahani, M. Taufiqurrohman, and J. Subur, "Rancang Bangun Penentuan Posisi Sepak Bola Beroda Menggunakan Metode Odometry Dan Kontrol PID (Proportional Integral Derivative)," *J. Borneo Inform. dan Tek. Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 38–51, Oct. 2021, doi: 10.35334/jbit.v1i1.2120.
- [4] M. I. Marzuki, I. N. Farida, and J. Sahertian, "Implementasi Controller PID (Proportional, Integral, Derivative) pada Robot Sepak Bola Beroda," in *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, 2021, pp. 296–301.
- [5] R. D. A. Wardana, K. Joni, K. A. Wibisono, and M. Ulum, "Implementasi Sistem Kontrol pada Robot Penjaga Gawang Berbasis Odometry dan PID," *ALINIER J. Artif. Intell. Appl.*, vol. 2, no. 1, 2021.
- [6] M. R. A. Nurkholis Putera and R. Hidayat, "Kendali Kecepatan Motor DC Menggunakan Pengendali PID dengan Encoder sebagai Feedback," *STRING (Satuan Tulisan Ris. dan Inov. Teknol.*, vol. 7, no. 1, p. 50, 2022, doi: 10.30998/string.v7i1.13026.
- [7] M. Putri, A. Ma'arif, and R. Puriyanto, "Pengendali Kecepatan Sudut Motor Dc Menggunakan Kontrol PID dan Tuning Ziegler Nichols," *J. TECHNO*, vol. 23, no. 1, pp. 09–18, 2022.
- [8] A. Ma'arif, R. Istiarno, and Sunardi, "Kontrol Proporsional Integral Derivatif (PID) pada Kecepatan Sudut Motor DC dengan Pemodelan Identifikasi Sistem dan Tuning," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 9, no. 2, p. 374, 2021.
- [9] W. Waluyo and A. Fitriansyah, "Analisis Penalaan Kontrol PID pada Simulasi Kendali Kecepatan Putaran Motor DC

- Berbeban menggunakan Metode Heuristik," ELKOMIKA, vol. 1, no. 2, pp. 79–92, 2013.
- [10] M. Irhas, I. Iftitah, and S. A. A. Ilham, "Penggunaan Kontrol PID dengan Berbagai Metode Untuk Analisis Pengaturan Kecepatan Motor DC," JFT J. Fis. dan Ter., vol. 7, no. 1, pp. 78–86, 2020.