

**PENERAPAN SISTEM KENDALI KECEPATAN MOTOR PADA
ROBOT *POLEBOT* DENGAN PENGENDALI PID**

PROYEK AKHIR

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Diploma III

Oleh:

Muhammad Salman Fadillawan

219341018



**PROGRAM STUDI TEKNIK MEKATRONIKA
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

PENERAPAN SISTEM KENDALI KECEPATAN MOTOR PADA ROBOT *POLEBOT* DENGAN PENGENDALI PID

Oleh:
Muhammad Salman Fadillawan
219341018

Program Studi Teknik Mekatronika
Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Politeknik Manufaktur Bandung

Menyetujui
Tim Pembimbing

Tanggal Sidang (27-07-2022)

Pembimbing I,



Dr. Eng. Pipit Anggraeni, S.T., M.T., M.Sc. Eng
NIP. 197908242005012001

Pembimbing II,



Muhammad Nursyam Rizal, S.Tr.T, M.Sc.
NRP. 221409009

ABSTRAK

Kemampuan untuk sebuah robot beroda dalam mengatur kecepatannya sangatlah penting. Ketika robot beroda melakukan mobilisasi pada titik kordinat tertentu tanpa mengatur kecepatan masing – masing motor akan menyebabkan robot bergerak dengan cepat karena tidak adanya pengendali dari motor dan tentunya akan menyebabkan kecepatan robot tidak terkendali. Oleh sebab itu, maka diperlukannya sebuah sistem kendali kecepatan pada robot beroda agar meningkatkan performa dalam pergerakan robot. Dalam sistem kendali kecepatan robot beroda ini menggunakan sistem kendali *Proportional, Integral, Derivative* (PID). Adapun metode penalaan yang digunakan untuk mencari nilai konstanta PID menggunakan metode respon Ziegler-Nichols dan menggunakan metode *trial and error*. Pada percobaan yang telah dilakukan didapatkan hasil nilai berupa parameter konstanta PID pada Motor 1 dengan nilai $K_p = 0.015692$, $K_i = 0.06035$, $K_d = 0.00101$, Motor 2 dengan nilai $K_p = 0.0154$, $K_i = 0.055$, $K_d = 0.0001078$, dan Motor 3 dengan nilai $K_p = 0.014222$, $K_i = 0.052674$, $K_d = 0.00009$. Adapun penalaan yang dilakukan dengan penalaan otomatis MATLAB didapatkan hasil pada Motor 1 dengan nilai $K_p = 0.1$, $K_i = 0.2875$, $K_d = 0$, Motor 2 dengan nilai $K_p = 0.1$, $K_i = 0.3075$, $K_d = 0$, dan Motor 3 dengan nilai $K_p = 0.1$, $K_i = 0.2307$, $K_d = 0$. Pada penalaan otomatis MATLAB memiliki perbedaan nilai parameter konstanta PID yang dilakukan secara nyata karena pada simulasi kurang mempersentasikan keadaan sistem yang sebenarnya pada masing – masing motor.

Kata Kunci: Sistem Kendali, Kecepatan Motor, Robot Beroda.

ABSTRACT

The ability for a wheeled robot to regulate its speed is very important. When the wheeled robot mobilizes at a certain coordinate point without adjusting the speed of each motor, it will cause the robot to move quickly because there is no controller from the motor and of course it will cause the robot's speed to be out of control. Therefore, it is necessary to have a speed control system on wheeled robots to improve performance in the movement of the robot. In this wheeled robot speed control system using a Proportional, Integral, Derivative (PID) control system. The tuning method used to find the value of the PID constant uses the Ziegler-Nichols response method and uses the trial and error method. In the experiments that have been carried out, the results obtained are the PID constant parameter on Motor 1 with a value of $K_p = 0.015692$, $K_i = 0.06035$, $K_d = 0.00101$, Motor 2 with a value of $K_p = 0.0154$, $K_i = 0.055$, $K_d = 0.0001078$, and Motor 3 with a value of $K_p = 0.014222$, $K_i = 0.052674$, $K_d = 0.00009$. As for the tuning that is done with MATLAB automatic tuning, the results are obtained on Motor 1 with a value of $K_p = 0.1$, $K_i = 0.2875$, $K_d = 0$, Motor 2 with a value of $K_p = 0.1$, $K_i = 0.3075$, $K_d = 0$, and Motor 3 with a value of $K_p = 0.1$, $K_i = 0.2307$, $K_d = 0$. In automatic tuning MATLAB has a real difference in the value of the PID constant parameter because the simulation does not represent the actual state of the system on each motor.

Keywords: Control System, Motor Speed, Wheeled Robot.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan proyek akhir ini dengan judul: “PENERAPAN SISTEM KENDALI KECEPATAN MOTOR PADA ROBOT *POLEBOT* DENGAN PENGENDALI PID.”.

Proyek akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Program Studi Teknik Mekatronika di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya proyek akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Mohammad Nurdin, S.T., M.A.B.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ismail Rokhim, ST., MT.
3. Ketua Program Studi D-III Teknik Mekatronika, Ibu Siti Aminah, S.T., M.T
4. Kedua Pembimbing proyek akhir Ibu Dr.Eng.Pipit Anggraeni. S.T., M.T., M.Sc.Eng. dan Bapak Muhammad Nursyam Rizal, S.Tr.T, M.Sc.
5. Para Penguji siding proyek akhir Ibu Nuryanti S.T.,M.Sc., Bapak Hendy Rudiansyah, S.T.,M.Eng., Bapak Dr.Aris Budiarto, S.T.,M.T., dan Ibu Hilda Khoirunnisa, S.Tr.T., M.Sc.Eng.
6. Panitia proyek akhir Ibu Hilda Khoirunnisa, S.Tr.T.,M.Sc.Eng., dan Bapak Afaf Fadhil Rifa'i, S.T., M.T.

7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibu Susanti dan Bapak Didin Wahidin yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir ini.
8. Untuk adik saya Aulia dan Raihan yang telah memberikan dukungan moril.
9. Untuk rekan mahasiswa AEA 2019 dan rekan kelompok Miftahul Huda yang telah memberikan dukungan moril dan selalu memberikan semangat dalam menjalani proses penyelesaian proyek akhir ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan proyek akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, 10 Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I	
PENDAHULUAN	1
1.1. Tujuan	1
1.2. Teknologi	1
BAB II	
LAPORAN TEKNIK	2
2.1. Tinjauan Teori	2
2.1.1. <i>Holonomic Robot</i>	2
2.1.2. <i>Kinematika Three Omni Wheels</i>	2
2.1.3. <i>Pengendali PID (Proportional–Integral–Derivative)</i>	3
2.2. Tinjauan Alat	5
2.2.1. <i>POLEBOT (Polman Open Platform Education Robot)</i>	5
2.2.2. <i>Lattepanda V1</i>	6
2.2.3. <i>Arduino Mega</i>	7
2.2.4. <i>Motor PG45</i>	7
2.2.5. <i>Rotary Encoder</i>	8
2.2.6. <i>Pengendali Motor BTS7960</i>	9
2.2.7. <i>Omni Wheel</i>	9
2.2.8. <i>Baterai Li-po</i>	10
2.2.9. <i>ROS (Sistem Operasi Robot)</i>	10
2.3. <i>Alur Pemecahan Masalah</i>	11
2.4. <i>Gambaran Umum Sistem</i>	12
2.5. <i>Diagram Alir Sistem Kendali Kecepatan Motor</i>	13
2.6. <i>Diagram Blok Sistem Kendali Kecepatan Motor</i>	14

2.7. Hasil Implementasi	14
2.7.1. Mekanik	14
2.7.2. Elektrik	18
2.7.3. Sistem Kendali	20
2.7.3.1. Penalaan Motor 1	21
2.7.3.2. Penalaan Motor 2	24
2.7.3.3. Penalaan Motor 3	27
2.7.3.4. Pengujian Nilai Kesalahan Pada Motor	29
 BAB III	
KESIMPULAN DAN SARAN.....	32
3.1 Kesimpulan	32
3.2 Saran	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gambaran Kinematika <i>Three Omni Wheels</i>	3
Gambar 2.2. Blok Diagram Sistem Kendali PID	4
Gambar 2.3. Gambaran Contoh dari Respon Sistem	5
Gambar 2.4. Gambar Rancangan <i>Polebot</i>	6
Gambar 2.5. Ilustrasi Lattepanda V1	6
Gambar 2.6. Ilustrasi Arduino Mega	7
Gambar 2. 7. Ilustrasi Motor PG 45	8
Gambar 2.8. Ilustrasi Rotary Encoder	8
Gambar 2.9. Ilustrasi Pengendali Motor BTS7960	9
Gambar 2.10. Ilustrasi <i>Omni Wheel</i>	10
Gambar 2.11. Ilustrasi Baterai Li-Po.....	10
Gambar 2.12. Diagram Alir Pemecahan Masalah	11
Gambar 2.13. Gambaran Umum Sistem.....	12
Gambar 2.14. Diagram Alir Sistem Kendali Kecepatan Motor	13
Gambar 2.15. Diagram Blok Sistem Kendali Kecepatan Motor	14
Gambar 2.16. Rancangan Bagian Dalam Bawah	14
Gambar 2.17. Rancangan Integrasi Bagian Dalam Bawah	15
Gambar 2.18. Rancangan Bagian Dalam Atas	15
Gambar 2.19. Ilustrasi Bagian Badan Robot	16
Gambar 2.20. Rancangan Penutup Robot.....	17
Gambar 2.21. Rancangan Dudukan Motor	17
Gambar 2.22. Gambaran Dudukan Motor telah dipasangkan	18
Gambar 2.23. Gambaran Wadah Baterai.....	18
Gambar 2.24. Rangkaian Elektrik	19
Gambar 2.25. Gambar Rancangan PCB	20
Gambar 2.26. Diagram Blok Siklus terbuka	21
Gambar 2.27. Hasil Respon Pada Motor 1	22
Gambar 2.28. Hasil Respon Motor 1 Setelah Penalaan dan <i>Trial and Error</i>	23
Gambar 2.29. Rangkaian Sistem <i>Close Loop</i> Motor 1	23
Gambar 2.30. Hasil Respon Motor 1 Pada MATLAB	24
Gambar 2.31. Hasil Respon Pada Motor 2	24
Gambar 2.32. Hasil Respon Motor 2 Setelah Penalaan dan <i>Trial and Error</i>	25

Gambar 2.33. Rangkaian Sistem <i>Close Loop</i> Motor 2	26
Gambar 2.34. Hasil Respon Motor 2 Pada MATLAB	26
Gambar 2.35. Hasil Respon Pada Motor 3	27
Gambar 2.36. Hasil Respon Motor 3 Setelah Penalaan dan <i>Trial and Error</i>	28
Gambar 2.37. Rangkaian Sistem <i>Close Loop</i> Motor 3	28
Gambar 2.38. Hasil Respon Motor 3 Pada MATLAB	29

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tabel Aturan Penalaan Ziegler-Nichols 1	5
Tabel 2.2. Tabel Spesifikasi Motor PG 45	8
Tabel 2.3. Tabel Spesifikasi Pengendali BTS7960	9
Tabel 2.4. Tabel Karakteristik PID.....	20
Tabel 2.5. Tabel Hasil Penalaan Pada Motor 1	22
Tabel 2.6. Spesifikasi Respon Setelah Penalaan Motor 1	23
Tabel 2.7. Tabel Hasil Penalaan Pada Motor 2	25
Tabel 2.8. Spesifikasi Respon Setelah Penalaan Motor 2	26
Tabel 2.9. Tabel Hasil Penalaan Pada Motor 3	27
Tabel 2.10. Spesifikasi Respon Setelah Penalaan Motor 3	28
Tabel 2.11. Tabel Hasil Pengukuran Motor 1	30
Tabel 2.12. Tabel Hasil Pengukuran Motor 2	30
Tabel 2.13. Tabel Hasil Pengukuran Motor 3	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode Sumber	34
Lampiran 2. Rancangan PCB <i>Polebot</i>	34
Lampiran 3. Rancangan Elektrik <i>Polebot</i>	35
Lampiran 4. Rancangan Polebot.....	36

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Tujuan

Tujuan dari penulisan karya tulis proyek akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Menerapkan sistem kendali *proportional, integral, derivative* (PID) untuk mengendalikan kecepatan motor pada masing- masing motor.
2. Menguji nilai kesalahan untuk kecepatan pada masing-masing motor.

1.2. Teknologi

Teknologi yang digunakan pada proyek akhir ini adalah:

1. Interfacing : Terminal Ubuntu 20.04 dan Arduino 1.8.7.
2. Proses : *Mini-PC* - LattePanda V.1, *Microcontroller* – Arduino Mega.

Perangkat keras :

1. Motor DC : PG45 / 24Vdc.
2. Pengendali Motor DC : BTS 7960.
3. Encoder : PG 45 (Menyatu dengan Motor PG45).

Perangkat lunak :

1. Arduino 1.8.7.
2. Robot Operating System (ROS).
3. Visual Studio Code.
4. Freecad 0.19.
5. Proteus 8.