

**IMPLEMENTASI KENDALI PID KECEPATAN DAN KINEMATIKA 4 RODA
OMNIWHEEL PADA WHEELBASE ROBOT KRAI 2022**

PROYEK AKHIR

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Diploma III

Oleh:

Khatib Hikmatul Islam

219341014



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

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI KENDALI PID KECEPATAN DAN KINEMATIKA 4 RODA OMNIWHEEL PADA WHEELBASE ROBOT KRAI 2022

Oleh:

Khatib Hikmatul Islam

219341014

Program Studi Mekatronika

Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika

Politeknik Manufaktur Bandung

Menyetujui

Tim Pembimbing

Tanggal Sidang (26 Juli 2022)

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Ruminto Subekti, S.ST., M.T.

NIP. 196510141989031002

Sarosa Castrena Abadi, S.Pd., M.T.

NIP. 19790824005012001

ABSTRAK

Wheelbase robot adalah suatu sistem *base* atau permukaan bawah dalam robot dengan bentuk tertentu dan menggunakan roda sebagai penopang utama yang bersentuhan langsung dengan lantai. Peran utama dari *wheelbase* ini adalah menopang bagian atas dari beban robot dan melakukan mobilisasi dari satu titik ke titik yang lain dalam sumbu x dan sumbu y koordinat katesian. Model pergerakan *wheelbase* yang digunakan pada robot KRAI kali ini adalah dengan menggunakan kinematika 4 roda *omniwheel* yang digerakan oleh akuator berupa motor DC (*Direct Current*) PG45 sebanyak 4 unit dan bergerak beraturan berdasarkan model kinematika *omniwheel* untuk 4 roda. Motor DC tersebut dihubungkan langsung dengan roda *omniwheel* dengan diameter 127mm dengan fomasi sudut tiap roda terhadap sumbu x-nya $\alpha_1=45^\circ$, $\alpha_2=135^\circ$, $\alpha_3=225^\circ$, $\alpha_4=315^\circ$. Selain itu terdapat sistem *closed loop* dengan kendali PID untuk mengoreksi nilai kecepatan yang dikeluarkan. Koreksi yang dilakukan tersebut berantung pada nilai *feedback* kecepatan yang terbaca oleh *encoder*. Dengan kendali PID nilai *setpoint* kecepatan yang dikeluarkan oleh fungsi kinematika dapat dikoreksi sehingga bisa mencapai kondisi tunak. Spesifikasi rata-rata dari respon kecepatan yang dihasilkan : Rise time selama 0.7s, Overshoot sebesar 0%, Settling time selama 1.15 sekon, dan Steady state error sebesar 1.39%. Untuk error kepresisian perpindahan pada sumbu x adalah 15,46% dengan error linearitasnya sebesar 19,34%. Sedangkan pada sumbu y error kepresisian perpindahanya adalah 13,74% dengan error linearitasnya sebesar 21,15%.

Kata Kunci: *wheelbase*, KRAI, PID, *encoder*, kinematika

ABSTRACT

Wheelbase robot is a base system or bottom surface in a robot with a certain shape that uses wheels as the main support that is in direct contact with the floor. The main role of this wheelbase is to support the upper part of the robot's load and to mobilize it from one point to another in the x-axis and y-axis of the cartesian coordinates. The wheelbase movement model used in the KRAI robot this time is by using 4-wheel omniwheel kinematics which is driven by an accuator in the form of a DC (Direct Current) PG45 motor as many as 4 units and moving uniformly based on the omniwheel kinematics model for 4 wheels. The DC motor is direct with omniwheel wheels with a diameter of 127mm with the angle formation of each wheel about its x-axis $1=45^\circ$, $2=135^\circ$, $3=225^\circ$, $4=315^\circ$. In addition, there is a closed loop system with a PID controller to correct the output speed value. The corrections made depend on the feedback speed value read by the encoder. With the PID controller, the velocity setpoint value issued by the kinematic function can be corrected so that it can reach a steady state. The average specification of the resulting speed response: Rise time is 0.7s, Overshoot is 0%, Settling time is 1.15 seconds, and Steady state error is 1.39%. For the displacement precision error on the x-axis is 15.46% with a linearity error of 19.34%. While on the y-axis, the displacement precision error is 13.74% with a linearity error of 21.15%.

Keywords : *wheelbase, KRAI, PID controllers, encoder, kinematics*

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: “Implementasi Kendali PID Kecepatan dan Kinematika 4 Roda *Omniwheel* pada *Wheelbase* Robot KRAI 2022”.

Proyek akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Program Studi 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 proyek akhir 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 Bapak Ruminto Subekti, S.S.T., M.T. dan Bapak Sarosa Castrena Abadi, S.Pd., M.T.
5. Para Penguji sidang proyek akhir Bapak Sandy Bhawana Mulia, S.Pd., M.T., Bapak Hadi Supriyanto, Bapak Ridwan, S.S.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 dan Bapak yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir ini.
8. Untuk Fachri Maulana Fulchan AEB 2019 yang telah mengajak saya pertama kali kedalam tim soccer robot KiroSena. Sehingga saya mendapatkan kesempatan untuk terjun ke dunia robotika.

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, 01 Agustus 2022



Khatib Hikmatul Islam

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	1
DAFTAR GAMBAR	3
DAFTAR TABEL.....	5
DAFTAR LAMPIRAN.....	6
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Tujuan.....	1
1.2 Teknologi	1
BAB II LAPORAN TEKNIK.....	2
2.1 Landasan Teori.....	2
2.1.1 Kontes Robot Aburobocon Indonesia (KRAI) 2022.....	2
2.1.2 Motor DC	3
2.1.3 <i>Pulse Width Modulation (PWM)</i>	4
2.1.4 Metode Kontrol PID.....	5
2.1.5 Robotic Operating System (ROS).....	7
2.1.6 Rotary Encoder.....	8
2.2 Metodologi Penelitian	10
2.3 Gambaran Umum Sistem	11
2.4 Rancangan Sistem	13
2.4.1 Mekanik <i>Wheelbase</i> Robot.....	13
2.4.2 Elektrik <i>Wheelbase</i> Robot.....	16

2.4.3 Blok Diagram Sistem Kendali.....	19
2.4.4 Diagram Alir Pemrograman <i>Wheelbase</i>	21
2.4.5 Pembacaan Kecepatan Motor.....	22
2.4.6 Metode Tuning PID Ziegler Nichol 2	24
2.4.7 Kinematika Robot	26
2.4.8 Struktur Program pada ROS.....	28
2.5 Hasil Pengujian	28
2.5.1 Pembacaan Kecepatan Motor.....	28
2.5.2 Respon kecepatan PID motor.....	30
2.5.3 Kepresisian dan Linearitas Kontrol PID.....	31
2.5.4 Kinematika	32
BAB III KESIMPULAN DAN SARAN.....	35
3.1 Kesimpulan Hasil Implementasi	35
3.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1 Game Theme Abu Robocon 2022	2
Gambar II-2 Motor DC Sederhana.....	4
Gambar II-3 Pulsa PWM.....	5
Gambar II-4 Blok Diagram Kontrol PID	6
Gambar II-5 Logo ROS.....	8
Gambar II-6 Logo ROS Noetic.....	8
Gambar II-7 Blok Penyusun Rotary Encoder.....	9
Gambar II-8 (a) Susunan pada Absolute Rotary Encoder, (b) Susunan pada Incremental.....	10
Gambar II-9 Diagram Alir Perancangan	10
Gambar II-10 Gambaran Umum Sistem	12
Gambar II-11 Konfigurasi Kendali Joystick	12
Gambar II-12 Design Wheelbase Robot	13
Gambar II-13 Aluminium Hollow	13
Gambar II-14 Aluminium Shaft	14
Gambar II-15 Pillow Block	14
Gambar II-16 Bracket Motor.....	14
Gambar II-17 Roda Omniwheel.....	15
Gambar II-18 Paku Rivet	15
Gambar II-19 Wiring Diagram Wheelbase KRAI	16
Gambar II-20 Socket IDC.....	17
Gambar II-21 Socket JST.....	17
Gambar II-22 Arduino Mega.....	18
Gambar II-23 Fuse	18
Gambar II-24 Saklar.....	18
Gambar II-25 Terminal Block	19
Gambar II-26 PCB Robot KRAI Polman 2022.....	19
Gambar II-27 Blok Diagram Sistem Kendali.....	20
Gambar II-28 Diagram Alir Sistem Wheelbase	21
Gambar II-29 Metode 1 Pembacaan Kecepatan.....	23
Gambar II-30 Metode 2 Pembacaan Kecepatan.....	24

Gambar II-31 Sistem Closed Loop dengan Kotroller PID.....	25
Gambar II-32 Respon dengan Osilasi tetap.....	25
Gambar II-33 Konfigurasi Vektor Kinematika 4 Roda.....	26
Gambar II-34 Struktur rqt_graph pada wheelbase KRAI	28
Gambar II-35 Hasil embacaan rpm dengan metode 1 10MHz.....	29
Gambar II-36 Pembacaan rpm dengan metode 2 frekuensi 1Mhz.....	29
Gambar II-37 Pembacaan rpm dengan metode 1 frekuensi 10hz	29
Gambar II-38 Linearitas kontroller PID.....	32
Gambar II-39 Linearitas perpindahan posisi pada sumbu X.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Tanggapan Sistem Kontrol PID Terhadap Perubahan Parameter	7
Tabel II.2 Metode Tuning Ziegler Nichol 2	25
Tabel II.3 List Variabel	26
Tabel II.4 Hasil respon PID kecepatan motor.....	30
Tabel II.5 Kepresisian Kontroller PID	31
Tabel II.6 Linearitas Kontroller PID	31
Tabel II.7 Kepresisian perpindahan posisi pada sumbu Y	32
Tabel II.8 Linearitas perpindahan posisi pada sumbu X.....	32
Tabel II.9 Kepresisian perpindahan posisi pada sumbu Y	33
Tabel II.10 Linearitas perpindahan posisi pada sumbu Y	34
Tabel II.12 Linearitas perpindahan posisi pada sumbu Y	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Serial Monitor Arduino Kecepatan Motor.....	39
Lampiran 2 Proses pengukuran manual	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Tujuan

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

1. Mengimplementasikan metode pembacaan kecepatan berdasarkan pulsa *encoder*
2. Merancang sistem kontrol PID untuk koreksi keluaran rpm pada motor PG45
3. Mengimplementasikan kinematika pada *base* robot 4 roda omniwheel

1.2 Teknologi

Teknologi yang digunakan pada proyek akhir ini adalah:

1. Proses : *Microcontroller* – Arduino Mega 2560
Mini PC – RaspberryPi 4

Perangkat keras :

1. Motor DC : PG45 19.2K 24V 7ppr encoder
2. Driver DC : BTS7960 IBT2 Max 43Ampere
3. Joystick : Logitech F710 Wireless Gamepad
4. Batang AS : Shaft Stainless Steel 304 10mm
5. Hollow : Alumunium Hollow Persegi Tebal 1mm 0.75x0.75 Inch
6. Pillow Block : Pillow Block Bearing KP01 12m Bore
7. Battery : Turnigy 2200mAh 3S 25C LiPo Pack
8. Roda : Omniwheel Ø127mm
9. Bracket : PG45 DC Bracket Motor

Perangkat lunak :

1. Arduino IDE
2. ROS (*Robotic Operating System*) Noetic