

**PENGEMBANGAN ROBOT TEMATIK DIGITAL TWIN
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA PADA MOTOR DAN
RODA SEBAGAI MANUVER**



Intelligentia - Dignitas

Disusun Oleh :

SADDAM BIMO ERYANTO

1501620038

Intelligentia - Dignitas

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Saddam Bimo Eryanto
NIM : 1501620038
Fakultas/Prodi : Teknik / Pendidikan Teknik Elektro
Alamat email : saddambimo99@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

PENGEMBANGAN ROBOT TEMATIK DIGITAL TWIN UNIVERSITAS NEGERI

JAKARTA PADA MOTOR DAN RODA SEBAGAI MANUVER

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta 28 Februari 2025

Penulis

(Saddam Bimo Eryanto)

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis skripsi / karya inovatif Saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta ataupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian Saya sendiri serta dengan arahan dosen pembimbing Saya.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar Pustaka.
4. Pernyataan ini Saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka Saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya yang sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 30 Januari 2025

Yang membuat pernyataan



Saddam Bimo Eryanto
NIM.1501620038

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI


Judul : Pengembangan Robot Tematik Digital Twin Universitas
Negeri Jakarta Pada Motor Dan Roda Sebagai Manuver
Penyusun : Saddam Bimo Eryanto
NIM : 1501620038
Tanggal Ujian : 30 Januari 2025

Disetujui Oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II


Mochammad Djaohar, M. Sc
NIP. 197003032006041001


Dr. Aris Sunawar, S.Pd., M.T.
NIP. 198206282009121003

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi :


Ketua Penguji

Penguji Ahli

Penguji


Dr. Muksin, S.Pd., M.Pd.
NIP. 197105201999031002


Drs. Readysal Monantun, M.Pd
NIP. 196608141991021001


Dr. Daryanto, M. T.
NIP. 196307121992031002

Mengetahui

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Elektro


Mochammad Djaohar, S.T., M.Sc.
NIP. 197003032006041001

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur yang mendalam, telah diselesaikannya skripsi ini. Penulis mempersembahkan skripsi ini dan mengucapkan terima kasih kepada :

Allah Azza Wa Jalla, Allah Yang Mahaperkasa, Maha Besar, Maha Mulia, dan Maha Agung. Tuhan satu satunya yang layak disembah, Tuhan yang mengizinkan dan menjawab semua doa hamba hambanya.

Kedua orang tua penulis Erniati Badjeber dan Fahri Mansur Badjeber yang telah merawat dan membantu penulis dalam berkehidupan.

Manusia hebat dengan nim 1501620024 yang telah banyak mensupport dan membersamai dalam segala hal.

Semua rekan Universitas Negeri Jakarta, Robotic Club UNJ dan Fortius UNJ.

Semoga dengan selesainya skripsi ini dapat menjadikan kemudahan penulis dan pembaca dalam persoalan terkait judul dan juga kemudahan dalam berkehidupan serta urusan lainnya.

Inna ma'al usri yusro "sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan" Q.S [94,6]

Fa idza faragtha fansab "Maka apabila engkau telah selesai dari suatu urusan, tetaplah bekerja keras untuk urusan yang lain". Q.S [94,7]

Intelligentia - Dignitas

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya dan kita semua panjatkan atas kehadiran Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan limpahan rahmat serta karunia-Nya, tugas akhir saya sebagai mahasiswa yaitu membuat skripsi dengan judul “Pengembangan Robot Tematik Digital Twin Universitas Negeri Jakarta Pada Motor Dan Roda Sebagai Manuver” dapat berproses dengan baik.

Dalam pelaksanaan penulisan skripsi ini, Penulis banyak berterima kasih kepada :

1. Bapak Mochammad Djaohar, M.Sc. Selaku dosen pembimbing skripsi serta Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
2. Bapak Dr. Aris Sunawar, M.T. Selaku dosen serta pembimbing skripsi.
3. Seluruh Dosen dan Staff Program Studi Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.

Demikian skripsi ini, penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun agar skripsi ini bisa menjadi lebih baik lagi. Semoga skripsi ini bisa bermanfaat dan dapat digunakan sebaik-baiknya.

Jakarta, 30 Januari 2025

Intelligentia - Dignitas

Saddam Bimo Eryanto

PENGEMBANGAN ROBOT TEMATIK DIGITAL TWIN UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA PADA MOTOR DAN RODA SEBAGAI MANUVER

Saddam Bimo Eryanto

Dosen Pembimbing : Moch. Djaohar, M.Sc dan Dr. Aris Sunawar, M.T.

ABSTRAK

Penelitian ini memiliki tujuan untuk perancangan dan pengujian robot dengan fokus pada peningkatan stabilitas pergerakan, penyederhanaan kontrol, serta pengurangan jumlah motor penggerak. Selain itu, penelitian ini juga mengevaluasi perbedaan kinerja antara motor DC biasa dan motor encoder dengan kontrol PID untuk menentukan solusi yang lebih efisien dan optimal. Dengan demikian penulis membuat pengembangan pada motor dan roda robot menggunakan tiga buah roda omniwheel dengan asumsi koin tidak akan menyentuh lantai dan robot stabil tidak akan menyentuh robot lawan. Metode pengembangan yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan pendekatan ADDIE meliputi analisis, desain, pengembangan, implementasi dan evaluasi pada robot. Hasil yang diperoleh pada pengujian yaitu untuk kecepatan, motor encoder unggul dengan 0,72 detik lebih cepat data dapat dilihat pada tabel 4.18. Pada pengujian kestabilan motor encoder unggul lebih stabil dengan grafik berada pada rentang 7000 – 10.000 pulse sinyal digital sedangkan motor DC berada pada 16.000 – 20.000 pulse sinyal digital data dapat dilihat pada tabel 4.9. Pada pengujian manuver motor encoder unggul 13,4 detik lebih cepat dari motor DC data dapat dilihat pada tabel 4.19. Kesimpulan berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa robot yang dikembangkan pada motor dan roda memiliki hasil yang lebih unggul dalam kestabilan pada semua pengujian.

Kata Kunci: Robot, Motor encoder, PID, Mechanum Wheel, Perlombaan

DEVELOPMENT OF DIGITAL THEMATIC ROBOT TWIN STATE UNIVERSITY OF JAKARTA ON MOTORS AND WHEELS AS MANEUVERS

Saddam Bimo Eryanto

Supervisors : Moch. Djaohar, M.Sc dan Dr. Aris Sunawar, M.T.

ABSTRACT

This study aims to design and test robots with a focus on increasing movement stability, simplifying control, and reducing the number of drive motors. In addition, this study also evaluates the performance differences between ordinary DC motors and encoder motors with PID control to determine a more efficient and optimal solution. Thus, the author made developments on robot motors and wheels using three omniwheel wheels with the assumption that coins will not touch the floor and stable robots will not touch opposing robots. The development method used is Research and Development (R&D) with the ADDIE approach including analysis, design, development, implementation and evaluation on robots. The results obtained in the test are for speed, the encoder motor is superior with 0.72 seconds faster data can be seen in table 4.18. In the stability test, the encoder motor is superior and more stable with a graph in the range of 7000 - 10,000 digital signal pulses while the DC motor is at 16,000 - 20,000 digital signal pulses data can be seen in table 4.9. In the test of encoder motor maneuvers, it is 13.4 seconds faster than the DC motor, the data can be seen in table 4.19. The conclusion based on the test results shows that the robot developed on the motor and wheels has better results in stability in all tests.

Keywords: Robot, Motor encoder, PID, Mecanum Wheel, Competition

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
LAMPIRAN	i
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	6
1.3 Pembatasan Masalah.....	6
1.4 Perumusan Masalah	6
1.5 Tujuan Penelitian	7
1.6 Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Kerangka Teoritik.....	8
2.1.1 Motor DC.....	8
2.1.2 Kontroller PID	10
2.1.3 Tuning Pid	12
2.1.4 Komponen Tambahan Motor DC.....	15
2.1.5 Roda.....	17
2.2 Perangkat Keras (Hardware).....	20
2.2.2 Motor DC <i>Gearbox Encoder</i>	20
2.2.3 Roda <i>Mecanum</i>	22
2.2.4 Roda <i>Omniwheel</i>	24
2.2.5 Baterai Lipo (<i>Lithium Polymer</i>)	26
2.2.6 Modul <i>Step Down</i> LM2596	27

2.2.7	Motor Driver L298N	28
2.2.8	Project Board	29
2.2.9	Arduino UNO	29
2.2.10	ESP 32 Dev Kit V 1	30
2.2.11	LCD IPS 240 x 240 Pixel ^{vii}	31
2.2.12	Tombol Push Button	32
2.2.13	Display Baterai	33
2.2.14	Volt Meter Digital	34
2.2.15	BTS 7960 Motor Driver	34
2.2.16	Sensor Getar	35
2.3	Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	37
2.3.1	Arduino IDE	37
2.4	Penelitian Relevan	37
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	42
3.1	Tempat Dan Waktu Penelitian	42
3.2	Metodologi Penelitian	42
3.3	Diagram Alir Penelitian	47
3.4	Kisi Kisi Angket	48
3.5	Angket Kebutuhan Data	49
3.6	Pengujian Komponen	50
BAB IV	58
HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	58
4.1	Hasil Pengujian	58
4.2	Analisis	58
4.2.1	Hasil Angket Kebutuhan Data Dengan Indikator Fungsi Robot ..	59
4.2.2	Hasil Angket Kebutuhan Data Dengan Indikator Pengalaman Manusia	60
4.2.3	Hasil Angket Kebutuhan Data Dengan Indikator Manuver dan Gerak Robot	61
4.2.4	Hasil Angket Kebutuhan Data Dengan Indikator Komponen Robot	63
4.3	Desain	64

4.4 Development.....	68
4.4.1 Tahap Pembuatan	68
4.5 Implementation	73
BAB V.....	94
KESIMPULAN DAN SARAN	94
5.1 Kesimpulan	94
5.2 Saran	95
5.3 Rekomendasi.....	95
DAFTAR PUSTAKA	97



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Keadaan nyata robot.....	1
Gambar 1. 2 Anggota tim sebagai monitoring keadaan digital.....	1
Gambar 1. 3 Layar Digital Perlombaan UNJ dan ITS	2
Gambar 1. 4 Pola menaruh koin.....	2
Gambar 1. 5 Robot KRTMI UNJ 2023.....	3
Gambar 1. 6 Joystick kontrol robot.....	5
Gambar 2. 1 Grafik Karakteristik Motor DC.....	8
Gambar 2. 2 Contoh grafik respon sistem dengan kontrol PID.....	12
Gambar 2. 3 Gearbox rasio 1:48 motor dc.....	15
Gambar 2. 4 Gearbox Reducer.....	16
Gambar 2. 5 Encoder.....	16
Gambar 2. 6 Roda Omniwheel.....	17
Gambar 2. 7 Roda Rantai (Catterpillar tracks).....	18
Gambar 2. 8 Roda Mechanum	19
Gambar 2. 9 Ball Caster Wheel.....	19
Gambar 2. 10 Roda konvensional.....	20
Gambar 2. 11 Motor DC gearbox encoder.....	21
Gambar 2. 12 Wiring motor encoder	21
Gambar 2. 13 Robot line follower	22
Gambar 2. 14 Roda mechanum.....	23
Gambar 2. 15 Manuver gerak roda mechanum.....	23
Gambar 2. 16 Roda omniwheel.....	24
Gambar 2. 17 Manuver 4 roda omniwheel.....	25
Gambar 2. 18 Manuver 3 roda omniwheel.....	25
Gambar 2. 19 Robot sepak bola beroda UNJ.....	26
Gambar 2. 20 Baterai lippo	27
Gambar 2. 21 Modul LM2596	27
Gambar 2. 22 Motor driver L298N.....	28
Gambar 2. 23 Project board	29
Gambar 2. 24 Arduino UNO.....	30

Gambar 2. 25 ESP 32 Dev kit v 1	30
Gambar 2. 26 LCS IPS	31
Gambar 2. 27 Push Button	32
Gambar 2. 28 Display baterai	33
Gambar 2. 29 Volt meter digital	34
Gambar 2. 30 BTS 7960 motor driver	35
Gambar 2. 31 Sensor getar	36
Gambar 2. 32 Tampilan software arduino IDE	37
Gambar 3. 1 Angket Analisis Data	43
Gambar 3. 2 Desain Awal Robot KRTMI	43
Gambar 3. 3 Desain Rancangan Baru Robot KRTMI.....	44
Gambar 3. 4 Ilustrasi Pengujian Kestabilan Robot	44
Gambar 3. 5 Contoh Pengujian Kecepatan Motor Dan Voltase	45
Gambar 3. 6 Diagram Alir Penelitian	47
Gambar 3. 7 Monitoring Voltase Baterai Lipo	50
Gambar 3. 8 Pengetesan RPM motor roda terprogram	50
Gambar 3. 9 Ilustrasi pengujian gerak lurus robot	53
Gambar 3. 10 Ilustrasi pengujian kecepatan gerak robot.....	54
Gambar 3. 11 Ilustrasi pengujian gerak manuver robot.....	55
Gambar 3. 12 Ilustrasi pengujian fungsi robot.....	56
Gambar 4. 1 Hasil angket kebutuhan data dengan indikator fungsi robot.....	59
Gambar 4. 2 Hasil angket kebutuhan data dengan indikator pengalaman manusia	60
Gambar 4. 3 Hasil angket kebutuhan data manuver dan gerak.....	61
Gambar 4. 4 Hasil angket kebutuhan data manuver dan gerak.....	62
Gambar 4. 5 Hasil angket kebutuhan data dengan indikator komponen robot	63
Gambar 4. 6 PENGUJIAN KECEPATAN GERAK ROBOT	92
Gambar 4. 7 Waktu Pengujian Gerak Manuver Robot	93
Gambar 4. 8 Jumlah Koin Pengujian Fungsi Robot.....	95

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel ADDIE	45
Tabel 3. 2 Kisi kisi angket.....	48
Tabel 3. 3 Akumulasi penilaian angket.....	48
Tabel 3. 4 Angket kebutuhan data.....	49
Tabel 3. 5 Pengujian motor robot awal	51
Tabel 3. 6 Tabel pengujian motor robot baru.....	52
Tabel 3. 7 Pengujian gerak lurus robot	53
Tabel 3. 8 Pengujian kecepatan gerak robot	54
Tabel 3. 9 Pengujian Gerak Manuver Robot.....	55
Tabel 3. 10 Pengujian fungsi robot	56
Tabel 3. 11 Pengujian getaran robot	57
Tabel 3. 12 Pengujian PID tanpa berjalan.....	58
Tabel 3. 13 Pengujian PID robot berjalan.....	59
Tabel 3. 14 Fungsi Konfigurasi Kontrol Robot	95
Tabel 4. 1 Hasil angket kebutuhan data dengan indikator fungsi robot.....	59
Tabel 4. 2 Hasil angket kebutuhan data dengan indikator pengalaman manusia..	61
Tabel 4. 3 Hasil kebutuhan data dengan indikator manuver dan gerak	62
Tabel 4. 4 Hasil angket kebutuhan data indikator komponen robot	63
Tabel 4. 5 Bahan Pembuatan Pengembangan Robot	69
Tabel 4. 6 Pengujian kestabilan kecepatan antar motor robot awal.....	73
Tabel 4. 7 Pengujian Kestabilan Kecepatan Antar Motor robot terbaru.....	74
Tabel 4. 8 Pengujian kestabilan gerak lurus robot.....	75
Tabel 4. 9 Pengujian getaran robot awal.....	76
tabel 4. 10 Pengujian getaran robot pengembangan krtmi motor encoder.....	77
Tabel 4. 11 Pengujian Tuning PID.....	79
Tabel 4. 12 Pengujian pid robot tanpa menyentuh permukaan, motor encoder kanan	81
Tabel 4. 13 Pengujian pid robot tanpa menyentuh permukaan.....	82

Tabel 4. 14 Pengujian pid robot tanpa menyentuh permukaan motor encoder belakang.....	84
Tabel 4. 15 Pengujian pid robot dengan berjalan motor encoder kanan.....	85
Tabel 4. 16 Pengujian pid robot dengan berjalan motor encoder kiri.....	87
Tabel 4. 17 Pengujian pid robot berjalan dengan motor encoder belakang.....	89
Tabel 4. 18 PID Persamaan Tiap Motor.....	91
Tabel 4. 19 PENGUJIAN KECEPATAN GERAK ROBOT.....	92
Tabel 4. 20 Pengujian gerak manuver robot.....	93
Tabel 4. 21 Pengujian fungsi robot.....	94



Intelligentia - Dignitas

LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Kelayakan Judul Skripsi.....	99
Lampiran 2. Surat Tugas Dosen Pembimbing Skripsi.....	100
Lampiran 3. Lembar Konsultasi Skripsi	101
Lampiran 4. Lembar Uji Validasi	103
Lampiran 5. Pengujian	105
Lampiran 6. Program Robot.....	109
Lampiran 7. Data Kuisisioner.....	117
Lampiran 8. Persamaan Teks Karya Tulis.....	118
Lampiran 9. Biodata Penulis.....	119



Intelligentia - Dignitas