

SKRIPSI

**ANALISIS PERBANDINGAN UNJUK KERJA ROBOT HUMANOID
YANG DIMODIFIKASI MENGGUNAKAN DYNAMIXEL MX-28 UNTUK
MENINGKATKAN KEMAMPUAN ROBOT**



Disusun oleh:

Taufiqurrahman Shafa

1501617078

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO – FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2023**

ABSTRAK

Taufiqurrahman Shafa. Analisis Perbandingan Unjuk Kerja Robot Humanoid yang dimodifikasi menggunakan Dynamixel MX-28 untuk Meningkatkan Kemampuan Robot. Skripsi. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta 2023. Dosen Pembimbing: Nur Hanifah Yuninda, M.T dan Dr. Aris Sunawar, M.T.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa besar peningkatan unjuk kerja pada sistem robot humanoid ketika ditambahkan dua buah servo Dynamixel MX-28. Adapun untuk unjuk kerja yang dipilih adalah akurasi dan kecepatan kerja. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metodologi kuantitatif komparatif dengan cara membandingkan variabel data pengujian. Variabel bebas adalah varian robot berdasarkan jenis servo yang digunakan. Variabel terikat adalah akurasi dan kecepatan kerja robot dalam melakukan gerakan.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah robot dengan modifikasi varian 2 secara rata-rata mengalami peningkatan unjuk kerja yang signifikan dibandingkan robot tanpa modifikasi dan varian lainnya.

Kata kunci: Robot Humanoid, Dynamixel AX-12, Dynamixel AX-18, Dynamixel MX-28, Meningkatkan kemampuan robot

ABSTRACT

Taufiqurrahman Shafa. Analysis of Performance Comparison of Modified Humanoid Robot using Dynamixel MX-28 for Enhancing Robot Capabilities. Essay. Jakarta: Faculty of Engineering, State University of Jakarta 2023. Advisor: Nur Hanifah Yuninda, M.T and Dr.Aris Sunawar, M.T.

The purpose of this study is to determine the extent of performance improvement in the humanoid robot system when two Dynamixel MX-28 servos are added. The selected performance metrics are accuracy and operational speed.

The research employs a comparative quantitative methodology by comparing variables from the testing data. The independent variable is the robot variant based on the type of servo used. The dependent variables are the accuracy and speed of the robot's movements.

The research results indicate that, on average, the robot with modification variant 2 exhibited a notable performance improvement compared to the unmodified robot and other variant.

Keywords: Humanoid Robot, Dynamixel AX-12, Dynamixel AX-18, Dynamixel MX-28, Enhancing robot capabilities






LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi Dengan Judul:

**ANALISIS PERBANDINGAN UNJUK KERJA ROBOT HUMANOID
YANG DIMODIFIKASI MENGGUNAKAN DYNAMIXEL AX-18
DENGAN DYNAMIXEL MX-28T UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN ROBOT**

Taufiqurrahman Shafa / 1501617078

PANITIA UJIAN SKRIPSI

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
Moch. Djaohar, M.Sc. (Ketua Penguji)		24/8/2023
Massus Subekti, M.T. (Sekretaris)		24.8.2023
Drs. Readysal Monantun, M.Pd (Dosen Ahli)		24-08-2023
Nur Hanifah Yuninda, M.T (Pembimbing I)		24/8-2023
Dr. Aris Sunawar, M.T. (Pembimbing II)		24-8-23

Tanggal Lulus

Rabu, 16 Agustus 2023

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. 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, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 24 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan


Taufiqurrahman Shafa

No. Reg. 1501617078



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

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

**LEMBAR PERNYATAAN PERSE TUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Taufiqurrahman Shafa
NIM : 1501617078
Fakultas/Prodi : Teknik
Alamat email : taufiqrahman86@gmail.com

Demikian 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 :

Analisis Perbandingan Unjuk Kerja Robot Humanoid Yang Dimodifikasi Menggunakan
Dynamixel Mx-28 Untuk Meningkatkan Kemampuan Robot

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 Agustus 2023

Pemulis

(Taufiqurrahman Shafa)

KATA PENGANTAR

Saya memanjatkan puji syukur kepada Allah SWT, karena atas karunianya saya dapat menyelesaikan penulisan Seminar Usulan Penelitian yang berjudul " Analisis Perbandingan Unjuk Kerja Robot Humanoid yang dimodifikasi menggunakan Dynamixel MX-28 untuk Meningkatkan Kemampuan Robot ".

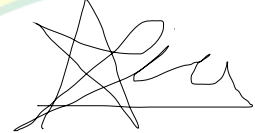
Adapun tujuan dari seminar usulan penelitian ini dibuat sebagai salah satu syarat kelulusan dan memenuhi beban SKS yang harus dipenuhi oleh mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Elektro. Tulisan ini disusun berdasarkan data serta informasi yang saya peroleh dari berbagai sumber.

Seminar Usulan Penelitian ini dibuat dan disusun dengan bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu saya ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran dalam penyelesaian skripsi ini, terutama kepada:

1. Bapak Massus Subekti, S.Pd., M.T. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
2. Ibu Nur Hanifah Yuninda, M.T., Bapak Dr. Aris Sunawar, M.T., selaku dosen pembimbing yang membantu saya dalam mengerjakan skripsi ini.
3. Seluruh dosen Universitas Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmunya yang berguna kepada saya.

Saya menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna, oleh karena itu saya mohon maaf apabila terdapat kekurangan dan kesalahan baik dari isi maupun tulisan. Akhir kata, saya berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Jakarta, 24 Juni 2023



Taufiqurrahman Shafa

NIM. 1501617078

LEMBAR PERSEMBAHAN

Saya juga turut menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Allah SWT karena hanya atas izin dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ayah saya yang selalu memberi dukungan, dan keluarga besar saya yang terus menerus memberi motivasi.
3. Bapak Syufrijal, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing divisi KRSTI Robotic Club yang telah memberikan banyak bantuan kepada saya sejak dulu.
4. Seluruh staff dan karyawan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro UNJ terkhusus Bapak Budi Anwar yang dengan sabar membantu saya menyelesaikan skripsi ini.
5. Mr. Chi N. Thai atas bukunya dan juga dengan sabar menjawab pertanyaan-pertanyaan saya.
6. Adzkia Nur Fajriatun yang telah menemani dan membantu saya dalam menulis skripsi saya.
7. Pengurus Robotic Club UNJ tahun 2022 yang telah mengizinkan dan memberikan bantuan pada penelitian saya.
8. Teman-teman pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro baik dari angkatan 2016 maupun 2017 yang telah berjuang bersama mengerjakan skripsi bersama saya.
9. Serta semua pihak lainnya yang telah berjasa namun tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PUBLIKASI	vi
KATA PENGANTAR	vii
LEMBAR PERSEMBAHAN	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kerangka Teoritis	5
2.1.1 Sistem Robot	5
2.1.2 Robot humanoid	11
2.1.3 Motor Servo	12
2.1.4 Gerakan Robot	21
2.2 Kinematika Robot	24
2.2.1 Batang Hubung	24
2.2.2 Sendi	25
2.2.3 Derajat Kebebasan	27
2.2.4 Hubungan antara Kecepatan, Torsi, dan Daya	28
2.2.5 Sistem Kendali Robot	30

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	32
3.1 Metodologi Penelitian	32
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	32
3.2.1 Tempat Penelitian	32
3.2.2 Waktu Penelitian.....	32
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	32
3.3.1 Alat	32
3.3.2 Bahan	32
3.4 Diagram Alir Penelitian	34
3.4.1 Diagram Blok Kerja Alat.....	34
3.4.2 Rancangan Alur Penelitian	36
3.4.3 Rancangan Alur Pemrograman.....	37
3.5 Desain Rangkaian.....	39
3.6 Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data.....	46
BAB IV HASIL PENELITIAN	51
4.1 Deskripsi Data Hasil Penelitian	51
4.2 Hasil Pengujian	51
4.2.1 Gerakan Robot Berjalan Maju	51
4.2.2 Gerakan Robot Mengangkat Tangan.....	95
4.3 Analisis Data Pengujian	107
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	108
5.1 Kesimpulan	108
5.2 Saran.....	108
DAFTAR PUSTAKA	19
LAMPIRAN.....	112
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	117

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Robot statis pengemas botol pada pabrik air minum mineral.....	6
Gambar 2.2 Robot humanoid “BIOLOID” dari Robotis	7
Gambar 2.3 Robot beroda dari Xiaomi yang berfungsi sebagai vacuum cleaner...8	
Gambar 2.4 Robot anjing M-81 Rusia yang dipersenjatai dengan RPG	9
Gambar 2.5 Robot pelayan dari cafe Arca di Jepang yang memiliki badan berbentuk humanoid namun kakinya beroda	10
Gambar 2.6 Servo Dynamixel AX-12A dari Robotis	15
Gambar 2.7 Servo Dynamixel AX-18A dari Robotis	16
Gambar 2.8 Servo Dyamixel MX-28 dari Robotis	20
Gambar 2.9 Siklus Gait.....	22
Gambar 2.10 Grafik perbandingan kebutuhan torsi (N2ms) dengan kecepatan berjalan robot (m/s).....	23
Gambar 2.11Gerakan leyek dan gerakan gengser.....	24
Gambar 2.12 Sendi Linear	25
Gambar 2.13 Sendi Orthogonal	25
Gambar 2.14 Sendi Rotasional.....	26
Gambar 2.15 Sendi Puntir	26
Gambar 2.16 Sendi Putar	26
Gambar 2.17 Jenis Sendi berdasarkan constraint.....	28
Gambar 2.18 Kurva N-T Dynamixel MX-28.....	29
Gambar 2.19 Sistem Kendali Open Loop dan Closed Loop.....	30
Gambar 2.20 Sistem Kendali pada seri AX	31
Gambar 3.1 Diagram Blok Kerja Alat	35
Gambar 3.2 Diagram alur penelitian.....	36
Gambar 3.3 Rancangan alur pemrograman.....	38
Gambar 3.4 Desain Skematik Robot tanpa modifikasi	39
Gambar 3.5 Nomor ID Pin Servo dan Nama bagian kaki Robot.....	40
Gambar 3.6 Robot Varian 1	42
Gambar 3.7 Robot Varian 2	43
Gambar 3.8 Robot tanpa modifikasi yang sudah dirakit sebelumnya.....	45

Gambar 3.9 Robot yang sudah dirakit dengan Kostum	45
Gambar 4.1. Diagram Garis Daya Rata-Rata Robot Berjalan Maju	54
Gambar 4.2. Diagram Garis Tegangan pada Servo 12.....	55
Gambar 4.3. Diagram Garis Suhu pada Servo 12	56
Gambar 4.4. Diagram Garis Torsi pada Servo 12.....	57
Gambar 4.5. Diagram Garis Selisih Sudut pada Servo 12	57
Gambar 4.6. Diagram Garis Tegangan pada Servo 13.....	58
Gambar 4.7. Diagram Garis Suhu pada Servo 13	59
Gambar 4.8. Diagram Garis Torsi pada Servo 13.....	60
Gambar 4.9. Diagram Garis Selisih Sudut pada Servo 13	60
Gambar 4.10. Diagram Garis Tegangan pada Servo 14.....	61
Gambar 4.11. Diagram Garis Suhu pada Servo No. 14	62
Gambar 4.11. Diagram Garis Torsi pada Servo 14.....	63
Gambar 4.12. Diagram Garis Selisih Sudut pada Servo 14	63
Gambar 4.13. Diagram Garis Tegangan pada Servo 15.....	64
Gambar 4.14. Diagram Garis Suhu pada Servo 15	65
Gambar 4.15. Diagram Garis Torsi pada Servo No.15	65
Gambar 4.16. Diagram Garis Selisih Sudut pada Servo 15	66
Gambar 4.17. Diagram Garis Tegangan pada Servo No. 16.....	67
Gambar 4.18. Diagram Garis Suhu pada Servo No. 16	67
Gambar 4.19. Diagram Garis Torsi pada Servo No. 16.....	68
Gambar 4.20. Diagram Garis Selisih Sudut pada Servo 16	69
Gambar 4.21. Diagram Garis Tegangan pada Servo No. 17.....	70
Gambar 4.22. Diagram Garis Suhu pada Servo No. 17	70
Gambar 4.23. Diagram Garis Torsi pada Servo No. 17.....	71
Gambar 4.24. Diagram Garis Selisih Sudut pada Servo 17	72
Gambar 4.25. Diagram Garis Tegangan pada Servo No. 18.....	73
Gambar 4.26. Diagram Garis Suhu pada Servo No. 18	73
Gambar 4.27. Diagram Garis Torsi pada Servo No. 18.....	74
Gambar 4.28. Diagram Garis Selisih Sudut pada Servo 18	75
Gambar 4.29. Diagram Garis Tegangan pada Servo No. 19.....	76
Gambar 4.30. Diagram Garis Suhu pada Servo No. 19	76

Gambar 4.31. Diagram Garis Torsi pada Servo No. 19	77
Gambar 4.32. Diagram Garis Selisih Sudut pada Servo 19	78
Gambar 4.33. Diagram Garis Tegangan pada Servo No. 20.....	79
Gambar 4.34. Diagram Garis Suhu pada Servo No. 20	79
Gambar 4.35. Diagram Garis Torsi pada Servo No. 20.....	80
Gambar 4.36. Diagram Garis Selisih Sudut pada Servo 20	81
Gambar 4.37. Diagram Garis Tegangan pada Servo No. 21.....	82
Gambar 4.38. Diagram Garis Suhu pada Servo No. 21	82
Gambar 4.39. Diagram Garis Torsi pada Servo No. 21	83
Gambar 4.40. Diagram Garis Selisih Sudut pada Servo 21	84
Gambar 4.41. Diagram Garis Tegangan pada Servo No. 22.....	85
Gambar 4.42. Diagram Garis Suhu pada Servo No. 22	86
Gambar 4.43. Diagram Garis Torsi pada Servo No. 22.....	86
Gambar 4.44. Diagram Garis Selisih Sudut pada Servo 22	87
Gambar 4.45. Diagram Garis Tegangan pada Servo No. 23.....	88
Gambar 4.46. Diagram Garis Suhu pada Servo No. 23	88
Gambar 4.47. Diagram Garis Torsi pada Servo No. 23	89
Gambar 4.48. Diagram Garis Selisih Sudut pada Servo 23	90
Gambar 4.49. Pengambilan Sudut Kemiringan Badan Robot.....	95
Gambar 4.50. Diagram Garis Daya Rata-Rata Robot Mengangkat tangan	97
Gambar 4.51. Diagram Garis Servo 16 pada Robot Tanpa Modifikasi	104
Gambar 4.52. Diagram Garis Servo 16 pada Robot Varian PID	104
Gambar 4.53. Diagram Garis Servo 22 pada Robot Tanpa Modifikasi	105
Gambar 4.54. Diagram Garis Servo 22 pada Robot Varian PID	105

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi servo Dynamixel AX-12	15
Tabel 2.2 Spesifikasi servo Dynamixel AX-18	17
Tabel 2.3 Spesifikasi servo Dynamixel MX-28.....	18
Tabel 2.4 Perbandingan servo Dynamixel AX-18 dengan MX-28.....	20
Tabel 2.5 Tipe Sendi berdasarkan constraint rigid bodies	28
Tabel 3.1 Bagian-bagian servo kaki.....	41
Tabel 3.2 ID Servo yang Dimodifikasi	44
Tabel 3.3 Pengukuran Manual Jarak Berjalan pada Gerakan Berjalan.....	46
Tabel 3.4 Pengukuran Manual Kemiringan Badan Robot Saat Gerakan Mengangkat Tangan	47
Tabel 3.5 Pengukuran Daya Robot	47
Tabel 3.6 Pengukuran dari Feedback	48
Tabel 4.1. Jarak, Waktu dan Kemiringan Jalan Robot.....	51
Tabel 4.2. Kecepatan Linear dan Kecepatan Angular Robot.....	52
Tabel 4.3. Hasil pengukuran daya robot	53
Tabel 4.4. Tegangan rata-rata robot pada gerakan berjalan	91
Tabel 4.5. Kenaikan suhu rata-rata robot pada gerakan berjalan.....	92
Tabel 4.6. Torsi rata-rata robot pada gerakan berjalan	93
Tabel 4.7. Selisih sudut rata-rata robot pada gerakan berjalan	94
Tabel 4.8 Kemiringan Robot tiap varian robot	95
Tabel 4.9. Hasil pengukuran daya robot mengangkat tangan	96
Tabel 4.10. Tegangan rata-rata pada gerakan robot mengangkat tangan.....	98
Tabel 4.11. Kenaikan suhu rata-rata pada gerakan robot mengangkat tangan.....	99
Tabel 4.12. Torsi rata-rata pada gerakan robot mengangkat tangan	100
Tabel 4.13. Selisih sudut rata-rata pada gerakan robot mengangkat tangan.....	101
Tabel 4.14. Nilai P, I, dan D pada robot tanpa modifikasi dan robot varian PID	102
Tabel 4.15. Perbandingan sudut servo 16 dan 22 pada robot tanpa modifikasi dengan robot varian PID.....	103
Tabel 4.16. Perbandingan rata-rata parameter feedback servo 16 dan 22 pada robot tanpa modifikasi dengan robot varian PID	106

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Kegiatan	113
Lampiran 2. ID dan Servo tiap Varian	114
Lampiran 3. Kodingan Pemrograman	115
Lampiran 4. Lanjutan 1 Kodingan Pemrograman.....	116
Lampiran 5. Lanjutan 2 Kodingan Pemrograman.....	117
Lampiran 6. Data Robot Tanpa Modif	118
Lampiran 7. Data Robot Varian 1	120
Lampiran 8. Data Robot Varian 2	122
Lampiran 9. Lampiran Surat Pernyataan Bebas Laboratorium.....	124
Lampiran 10. Permohonan Pemakaian Sekretariat	125