



**PERANCANGAN PERGERAKAN ROBOT *HEXAPOD 3 DoF*
MENGUNAKAN METODE *INVERSE KINEMATICS***



LAPORAN TUGAS AKHIR

NUR AZIZ TAUFIKUROHMAN

41419010020

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2023



**PERANCANGAN PERGERAKAN ROBOT *HEXAPOD 3 DoF*
MENGUNAKAN METODE *INVERSE KINEMATICS***

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

NAMA : NUR AZIZ TAUFIKUROHMAN

NIM : 41419010020

PEMBIMBING : Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2023

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : NUR AZIZ TAUFIKUROHMAN
N.I.M : 41419010020
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN PERGERAKAN ROBOT
*HEXAPOD 3 DoF MENGGUNAKAN METODE
INVERSE KINEMATICS*

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 22 Juli 2023

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Nur Aziz Taufikurohman

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Nur Aziz Taufikurohman
NIM : 41419010020
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : PERANCANGAN PERGERAKAN ROBOT *HEXAPOD 3 DoF* MENGGUNAKAN METODE *INVERSE KINEMATICS*

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

Disahkan oleh:

Pembimbing : Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc
NIDN/NIDK/NIK : 0314089201

Tanda Tangan



Ketua Penguji : Zendi Iklima, ST., S.Kom., M.Sc
NIDN/NIDK/NIK : 0314069303



Anggota Penguji : Hayadi Hamuda, S.Kom., M.T
NIDN/NIDK/NIK : 8851323419



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta,

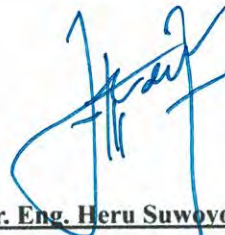
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Kaprodi S1 Teknik Elektro h.



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN: 0307037202



Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc
NIDN: 0314089201

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Bismillahirrahmanirrahim, segala puji dan syukur bagi Allah Subhanahu wa ta'ala. Atas berkat, rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Judul laporan akhir ini adalah **“PERANCANGAN PERGERAKAN ROBOT HEXAPOD 3 DoF MENGGUNAKAN METODE *INVERSE KINEMATICS*”**.

Laporan ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan dan doa dari berbagai pihak. Penulis ingin mengucapkan terima kasih atas dukungan dan bantuan dalam penyusunan laporan akhir ini untuk memastikan kelancaran proses termasuk:

1. Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mendapat kemudahan untuk menyelesaikan laporan kerja praktek ini.
2. Orang tua dan seluruh keluarga yang selalu memberi perhatian, dukungan, dan doanya.
3. Bapak Dr.Eng Heru Suwoyo, S.T., M.Sc., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro Universitas Mercu Buana sekaligus sebagai dosen pembimbing.
4. Bapak Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, S.T., M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi S1 Teknik Elektro Universitas Mercu Buana, sekaligus sebagai Koordinator Tugas Akhir.
5. Seluruh Dosen Teknik Elektro Universitas Mercu Buana yang telah mendidik dan memberikan banyak ilmu selama masa perkuliahan.
6. Teman-teman seperjuangan dari Teknik Eleketro Universitas Mercu Buana angkatan 2019.
7. Saudari Rahma Maulidia sudah membantu dalam penyusunan.
8. Seluruh pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan kerja praktik dan laporan kerja praktik ini, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang membutuhkan. Oleh sebab itu penulis membutuhkan kritik dan saran dari pembaca untuk perbaikan dimasa mendatang.

Depok, 22 Juli 2023



Nur Aziz Taufikurohman



ABSTRAK

Perancangan gerak robot berkaki enam dengan 3 derajat kebebasan (DOF) dengan menggunakan metode *Inverse Kinematics*. Metode ini memungkinkan robot berkaki enam bergerak dengan mengatur sudut sendi kaki sesuai dengan posisi dan arah yang diinginkan. Pendekatan penelitian ini melibatkan perancangan geometri dan struktur robot berkaki enam dan mengembangkan algoritma *Inverse Kinematics* untuk menghitung sudut sendi kaki berdasarkan pose target.

Penelitian ini membahas tentang perancangan robot berkaki enam untuk pergerakan dengan 3 derajat kebebasan (*DoF*) dengan menggunakan metode *Inverse Kinematics*. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata error *Inverse Kinematics* sebesar 3.04 pada sumbu X, 0.58 sumbu Y pada saat maju, 0.63 sumbu Y pada saat mundur, -1.83 pada saat naik sumbu Z, dan -2 pada saat turun sumbu Z. Pengujian pergerakan maju dan mundur menunjukkan sejauh 100cm dengan error rata-rata sebesar 2.58 cm dan 12.38 cm. Pengujian pergerakan rotasi menunjukkan error rata-rata sebesar 3.6° untuk rotasi 90° ke kanan, 3° untuk rotasi 90° ke kiri, 13.2° untuk rotasi 180° ke kanan, dan 3.8° untuk rotasi 180° ke kiri.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perancangan pergerakan robot hexapod *3DoF* menggunakan metode inverse kinematics memberikan tingkat ketelitian yang memadai dalam mengontrol pergerakan pada sumbu X, Y, dan Z. Meskipun terdapat beberapa error, robot mampu bergerak dengan cukup akurat dalam menjalankan pergerakan maju, mundur, dan rotasi.

Kata Kunci: *Inverse Kinematics, Robot Hexapod, 3 Degree of Freedom, Geometri Design.*



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRACT

Designing the motion of a hexapod robot with 3 Degrees of Freedom (DOF) using the Inverse Kinematics method allows the robot to move by adjusting the angles of its leg joints according to the desired position and direction. This research involves the geometric and structural design of the hexapod robot and the development of an Inverse Kinematics algorithm to calculate the leg joint angles based on the target pose.

The study focuses on the design of a hexapod robot for movement with 3 DOF using the Inverse Kinematics method. The testing results show an average Inverse Kinematics error of 3.04 on the X-axis, 0.58 on the Y-axis for forward movement, 0.63 on the Y-axis for backward movement, -1.83 on the Z-axis for upward movement, and -2 on the Z-axis for downward movement. During the forward and backward movement tests covering a distance of 100cm, the average error was found to be 2.58 cm and 12.38 cm, respectively. For the rotation tests, the average error was 3.6° for a 90° rotation to the right, 3° for a 90° rotation to the left, 13.2° for a 180° rotation to the right, and 3.8° for a 180° rotation to the left.

The results indicate that the design of the 3DOF hexapod robot using the Inverse Kinematics method provides a sufficient level of accuracy in controlling movements along the X, Y, and Z axes. Despite some errors, the robot is capable of moving fairly accurately during forward, backward, and rotational movements.

Keywords: Inverse Kinematics, Robot Hexapod, 3 Degree of Freedom, Geometri Design.



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metode Penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kajian Literatur	4
2.2 Denavit–Hartenberg Parameters	13
2.3 Forward Kinematics.....	13
2.4 Inverse Kinematics.....	13
2.5 Body Kinematics	17
2.6 Pola Langkah(gait).....	17
2.6.1 Tripod Gait	18
2.6.2 Ripple Gait.....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Perancangan Sistem	21
3.2 Perancangan Perangkat Keras	21
3.3 Inverse Kinematics Kaki Hexapod	23
3.4 Robot Mode Siap	27
3.5 Robot Jalan Maju	28

3.6	Robot Jalan Mundur.....	29
3.7	Robot Rotasi Kanan	30
3.8	Robot Rotasi Kiri	31
3.9	Perancangan Perangkat Lunak	31
3.9.1	Perancangan Matlab	32
3.9.2	Perancangan Program.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		34
4.1	Hasil Perancangan Perangkat Keras	34
4.2	Hasil Pengujian Inverse Kinematics.....	36
4.3	Hasil Pengujian Gerakan.....	37
4.3.1	Hasil Percobaan Rataan Error Jalan Maju.....	37
4.3.2	Hasil Percobaan Rataan Error Jalan Mundur	37
4.3.3	Hasil Percobaan Rataan Error Rotasi Kiri.....	38
4.3.4	Hasil Percobaan Rataan Error Rotasi Kanan.....	39
4.4	Perhitungan Matlab.....	40
4.5	Penerapan Program	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		47
5.1	Kesimpulan	47
5.2	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA.....		49
LAMPIRAN.....		51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Consine Rule	12
Gambar 2.2 Struktur Kaki Robot	12
Gambar 2.3 Sendi Kaki Robot.....	13
Gambar 2.4 Analisa Bodi Robot pada Bidang XY	14
Gambar 2.5 Analisa Bodi Robot pada Bidang XZ.....	14
Gambar 2.6 Tripod Gait Bagian 1	15
Gambar 2.7 Tripod Gait Bagian 2	16
Gambar 2.6 Ripple Gait Bagian 1	17
Gambar 2.6 Ripple Gait Bagian 2	17
Gambar 3.1 Diagram Perancangan Sistem	18
Gambar 3.2 Robot Isometri	19
Gambar 3.3 Konstruksi Robot Tampak Atas	19
Gambar 3.4 Konstruksi Robot Tampak Samping	20
Gambar 3.5 Bidang Koordinat Kaki Robot	20
Gambar 3.6 Kaki Robot Tampak Atas.....	21
Gambar 3.7 Kaki Robot Tampak Samping.....	21
Gambar 3.8 Mode Siap Robot.....	24
Gambar 3.9 Bidang Koordinat Bodi Robot.....	28
Gambar 3.10 Diagram Matlab.....	29
Gambar 3.11 Diagram Program	30
Gambar 4.1 Hasil Robot Tampak Isometri	31
Gambar 4.2 Hasil Robot Tampak Depan	32
Gambar 4.3 Hasil Robot Tampak Samping	32
Gambar 4.4 Function dan panjang coxa, femur dan tibia	37
Gambar 4.5 Variabel x, y, z.....	37
Gambar 4.6 Rumus Inverse Kinematics.....	38
Gambar 4.7 Konversi radian ke derajat.....	38
Gambar 4.8 Memanggil output nilai keluaran.....	38
Gambar 4.9 Koordinat x, y, z.....	39
Gambar 4.10 Hasil nilai sudut.....	39

Gambar 4.11 Alamat setiap servo	39
Gambar 4.12 Koordinat Kaki	40
Gambar 4.13 Program pengaktifan servo dan posisi siap.....	40
Gambar 4.14 Rumus <i>Inverse Kinematics</i>	41
Gambar 4.15 Langkah dan sudut	42
Gambar 4.16 Pola langkah dan void loop.....	43



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Referensi Penelitian	7
Tabel 3.1 Tabel Normalisasi 0 Derajat	23
Tabel 3.2 Data <i>Inverse Kinematics</i>	23
Tabel 3.3 Sudut Jalan Maju.....	25
Tabel 3.4 Sudut Jalan Mundur.....	26
Tabel 3.5 Sudut Rotasi Kanan	27
Tabel 3.6 Sudut Rotasi Kiri.....	28
Tabel 4.1 Hasil Pengujian <i>Inverse Kinematics</i>	33
Tabel 4.2 Selisih Target <i>Inverse Kinematics</i>	33
Tabel 4.3 Rataan Error Jalan Maju	34
Tabel 4.4 Rataan Error Jalan Mundur.....	34
Tabel 4.5 Rataan Error Rotasi Kiri 1	35
Tabel 4.6 Rataan Error Rotasi Kiri 2	35
Tabel 4.7 Rataan Error Rotasi Kanan 1	36
Tabel 4.8 Rataan Error Rotasi Kanan 2.....	36

