

**DESAIN DAN IMPLEMENTASI ROBOT BERKAKI ENAM
UNTUK MOBILITAS DI MEDAN TIDAK RATA**



SKRIPSI

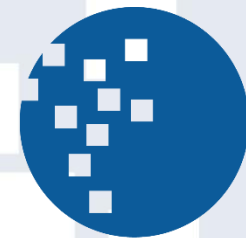
Vincent Ricardo

00000055228

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG**

2025

**DESAIN DAN IMPLEMENTASI ROBOT BERKAKI ENAM
UNTUK MOBILITAS DI MEDAN TIDAK RATA**



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektro

Vincent Ricardo

00000055228

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA

TANGERANG

2025

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Vincent Ricardo

Nomor Induk Mahasiswa : 00000055228

Program studi : Teknik Elektro

Skripsi dengan judul:

DESAIN DAN IMPLEMENTASI ROBOT BERKAKI ENAM UNTUK MOBILITAS DI MEDAN TIDAK RATA

merupakan hasil karya saya sendiri bukan plagiat dari karya ilmiah yang ditulis oleh orang lain, dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar serta dicantumkan di Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/penyimpangan, baik dalam pelaksanaan skripsi maupun dalam penulisan laporan skripsi, saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan **TIDAK LULUS** untuk Tugas Akhir yang telah saya tempuh.

Tangerang, 11 Juli 2025



(Vincent Ricardo)

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul
DESAIN DAN IMPLEMENTASI ROBOT BERKAKI ENAM UNTUK
MOBILITASI DI MEDAN TIDAK RATA

Oleh

Nama : Vincent Ricardo
NIM : 00000055228
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik dan Informatika

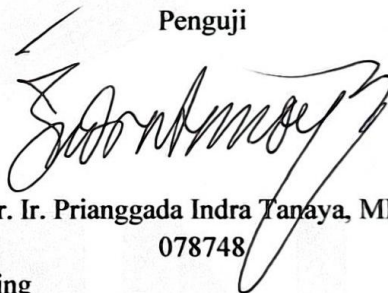
Telah diujikan pada hari Senin, 14 Juli 2025
Pukul 13.30 s.d 16.00 dan dinyatakan
LULUS
Dengan susunan penguji sebagai berikut.

Ketua Sidang



Ahmad Syahril Muharom, S.Pd., M.T.
051317

Penguji



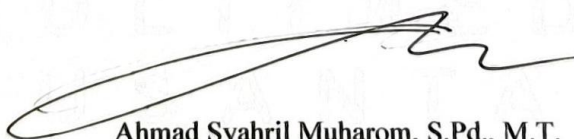
Dr. Ir. Prianggada Indra Tanaya, MME.
078748

Pembimbing



M. Bima Nugraha, S.T., M.T.
063831

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Ahmad Syahril Muharom, S.Pd., M.T.
051317

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Vincent Ricardo
NIM : 00000055228
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang : *~~D3~~/S1/S2
Judul Karya Ilmiah : Desain dan Implementasi Robot Berkaki Enam
untuk Mobilitas di Medan Tidak Rata

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa saya bersedia (**pilih salah satu**):

- ☐ Saya bersedia memberikan izin sepenuhnya kepada Universitas Multimedia Nusantara untuk mempublikasikan hasil karya ilmiah saya ke dalam repositori Knowledge Center sehingga dapat diakses oleh Sivitas Akademika UMN/Publik. Saya menyatakan bahwa karya ilmiah yang saya buat tidak mengandung data yang bersifat konfidensial.
- ☒ Saya tidak bersedia mempublikasikan hasil karya ilmiah ini ke dalam repositori Knowledge Center, dikarenakan: dalam proses pengajuan publikasi ke jurnal/konferensi nasional/internasional (dibuktikan dengan *letter of acceptance*) **.
- ☐ Lainnya, pilih salah satu:
 - ☐ Hanya dapat diakses secara internal Universitas Multimedia Nusantara
 - ☐ Embargo publikasi karya ilmiah dalam kurun waktu 3 tahun.

Tangerang, 11 Juli 2025



(Vincent Ricardo)

* Pilih salah satu

** Jika tidak bisa membuktikan LoA jurnal/HKI, saya bersedia mengizinkan penuh karya ilmiah saya untuk dipublikasikan ke KC UMN dan menjadi hak institusi UMN.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas selesainya penulisan skripsi dengan judul: “Desain dan Implementasi Robot Berkaki Enam untuk Mobilitas di Medan Tidak rata” sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Jurusan Teknik Elektro. Saya sadar bahwa tanpa adanya bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, baik dari masa perkuliahan hingga sampai penyusunan skripsi ini, akan sangat sulit bagi saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Andrey Andoko M.Sc., selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. Dr. Eng. Niki Prastomo, selaku Dekan Fakultas Universitas Multimedia Nusantara.
3. Ahmad Syahril Muharom, S.Pd., M.T., selaku Ketua Program Studi Universitas Multimedia Nusantara.
4. M. Bima Nugraha, S.T., M.T., sebagai Pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi atas terselesainya tugas akhir ini.
5. Marojahan Tampubolon, S.T., M.Sc., Ph.D., sebagai dosen yang telah memberikan masukan dan saran atas terselesainya tugas akhir ini.
6. Keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman dari program studi Teknik Elektro angkatan 2021 sebagai sahabat seperjuangan yang bersama-sama mengerjakan tugas akhir ini.

Semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pembaca, baik sebagai sumber informasi, sumber inspirasi, dan acuan bagi para pembaca terutama mengenai robot berkaki enam.

Tangerang, 11 Juli 2025



(Vincent Ricardo)

ABSTRAK

Survey dan eksplorasi wilayah pascabencana alam sering kali berbahaya dan sulit bagi manusia karena medan yang tidak rata, sempit dan tidak stabil. *Mobile Robot* berkaki enam kemudian berkembang sebagai salah satu solusi tersebut karena keunggulannya dalam beroperasi secara mandiri di lokasi yang berbahaya dan di medan tidak rata. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji robot heksapoda otonom bernama Hectarus, yang mampu beroperasi secara otomatis di berbagai jenis rintangan. Penelitian ini juga menguji tiga jenis pola pergerakan yaitu Tripod, *Tetrapod*, dan *Wave gait* yang cocok untuk beroperasi di medan tidak rata. Pengujian dilakukan pada arena Kontes Robot SAR Indonesia 2024 yang merepresentasikan lokasi pascabencana alam, terdiri dari jalan pecah, jalan berbatu, tangga, jalan sempit, dan jalan berlumpur yang direpresentasikan dengan kelereng. Hasil pengujian menunjukkan bahwa robot yang dirancang berhasil melewati semua rintangan hingga titik *finish* dengan pola Tripod *gait* dan *Strafe gait* sebagai pola pergerakan robot yang tercepat dengan lama waktu $564,94 \pm 54,92$ detik dengan besar tingkat keberhasilan 90% dan tingkat kepresisian 90,28%.

Kata kunci: Hectarus, robot heksapoda, Tripod *gait*, Tetrapod *gait*, Wave *gait*, eksplorasi pascabencana alam.



ABSTRACT (English)

Surveying and exploring in post-disaster areas is often dangerous and difficult for humans due to hazardous, uneven and unstable terrain. Six-legged mobile robots have been developed as the one of the solutions due to their ability to operate autonomously in hazardous locations and on uneven terrain. This study aims to design and test an autonomous hexapod robot named Hectarus, that capable of operating on various types of obstacles. This study also test three different gaits namely Tripod, Tetrapod, and Wave gait that are suitable for operation on uneven terrain. The test was conducted in the 2024 Indonesian SAR Robot Contest arena, which simulates the post-natural disaster environments, consisting of broken roads, rocky paths, stairs, narrow paths and muddy roads that are represented by marbles. The results shows that the designed robot successfully passed all the obstacles to the endpoint using Tripod and Strafe gait as the fastest walking pattern with average time of 564.94 ± 54.92 seconds with 90% success rate and 90.28% precision rate.

Keywords: Hectarus, hexapod robot, Tripod gait, Tetrapod gait, Wave gait, post-natural disaster exploration.



DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT (English)</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Konsep Sistem	5
1.4 Batasan Sistem.....	5
1.5 Fungsi dan Manfaat Sistem.....	6
BAB II KONSEP DESAIN & SPESIFIKASI SISTEM	7
2.1 Konsep Desain Sistem	7
2.2 Spesifikasi Sistem	8
2.2.1 Subsistem Pemeriksaan Halangan	8
2.2.2 Subsistem Pergerakan Lurus.....	8
2.2.3 Subsistem Pergerakan Otomatis.....	9
2.3 Metode Verifikasi Spesifikasi.....	10
BAB III PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM.....	12
3.1 Tinjauan Desain Sistem	12
3.1.1 Desain Sistem Keseluruhan.....	12
3.1.2 Desain Subsistem.....	28
3.1.3 Diagram Sistem	32
3.2 Implementasi Sistem	34
3.2.1 Hasil Implementasi	34
3.2.2 Hambatan Implementasi	68

3.2.3 Solusi yang Diterapkan.....	68
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM	70
4.1 Hasil Pengujian Sistem	78
4.2 Analisis Hasil Pengujian Sistem.....	85
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	89
5.1 Simpulan.....	89
5.2 Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA	92
LAMPIRAN.....	100



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penjelasan <i>Data Flow Diagram</i> Subsistem Pemeriksaan Halangan.....	8
Tabel 2.2 Penjelasan <i>Data Flow Diagram</i> Subsistem Pergerakan Lurus	9
Tabel 2.3 Penjelasan <i>Data Flow Diagram</i> Subsistem Pergerakan Otomatis.....	10
Tabel 3.1 Penggunaan Komponen Robot Hectarus	12
Tabel 3.2 Penjelasan Input/Output Sistem.....	16
Tabel 3.3 Parameter Berat dan Panjang <i>Link</i> Hectarus.....	23
Tabel 3.4 Penjelasan Input/Output Sistem Kendali Pergerakan Lurus	28
Tabel 3.5 Penjelasan Input/Output Subsistem Pemeriksaan Halangan.....	30
Tabel 3.6 Data Hasil Akurasi Sensor IMU terhadap Perubahan Sudut dengan <i>Complementary Filter</i>	43
Tabel 3.7 Data Hasil Akurasi Sensor IMU terhadap Nilai <i>Drift</i> selama 2 Menit dengan <i>Complementary Filter</i>	43
Tabel 3.8 Data Hasil Akurasi Sensor IMU terhadap Perubahan Sudut dengan <i>Madgwick Filter</i>	45
Tabel 3.9 Data Hasil Akurasi Sensor IMU terhadap Nilai <i>Drift</i> selama 2 Menit dengan <i>Madgwick Filter</i>	45
Tabel 3.10 Perbandingan Hasil Pengukuran Sensor dengan Pengukuran Manual	62
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Robot di Arena Bagian 1.....	78
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Robot di Arena Bagian 2.....	79
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Robot di Arena Bagian 3.....	80
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Robot di Arena Bagian 4.....	81
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Robot di Arena Bagian 5.....	82
Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian <i>Gait Strafe</i> di Arena Bagian 5.....	83
Tabel 4.7 Data Hasil Pengujian Keseluruhan Arena.....	84

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Blok Kerja Hectarus	5
Gambar 2.1 <i>Data Flow Diagram</i> Subsistem Pemeriksaan Halangan	8
Gambar 2.2 <i>Data Flow Diagram</i> Subsistem Pergerakan Lurus	9
Gambar 2.3 <i>Data Flow Diagram</i> Subsistem Pergerakan Otomatis	9
Gambar 3.1 <i>Data Flow Diagram</i> Desain Sistem Hectarus	15
Gambar 3.2 Tampak Depan Robot Hectarus	17
Gambar 3.3 Tampak Atas Robot Hectarus	17
Gambar 3.4 Tampak Samping Kaki Robot Hectarus	18
Gambar 3.5 Ilustrasi Arah Tekanan pada Femur	19
Gambar 3.6 <i>Data Flow Diagram</i> Subsistem Pemeriksaan Halangan	20
Gambar 3.7 Bagian Badan Atas Robot Hectarus	21
Gambar 3.8 Tampak Atas Isi Badan Atas Robot Hectarus	21
Gambar 3.9 Diagram Kinematik Hectarus dengan Tripod <i>Gait</i>	22
Gambar 3.10 (a) Ilustrasi Kondisi Berdiri (b) Ilustrasi Kondisi Kaki Hectarus Mencapai Jarak Terjauh dengan Ketinggian Sama	23
Gambar 3.11 Ilustrasi Perhitungan Gaya Normal Maksimum Kaki Hectarus	24
Gambar 3.12 (a) Ilustrasi Perhitungan <i>Joint Base-Koksa</i> Hectarus (b) Ilustrasi Hectarus di atas Tangga	25
Gambar 3.13 Diagram Blok Sistem Kendali Pergerakan Lurus	28
Gambar 3.14 Peletakan Komponen atau <i>Hardware</i> Subsistem Pergerakan Lurus	29
Gambar 3.15 <i>Wiring Diagram</i> Subsistem Pergerakan Lurus	29
Gambar 3.16 Diagram Blok Subsistem Pemeriksaan Halangan	30
Gambar 3.17 Peletakan Komponen/ <i>Hardware</i> Subsistem Pemeriksaan Halangan	31
Gambar 3.18 <i>Wiring Diagram</i> Subsistem Pemeriksaan Halangan	31
Gambar 3.19 <i>Wiring Diagram</i> Robot Hectarus	32
Gambar 3.20 Tampak Bawah Desain PCB Implementasi <i>Wiring Diagram</i> Robot Hectarus	33
Gambar 3.21 Tampak Atas Desain PCB Implementasi <i>Wiring Diagram</i> Robot Hectarus	33
Gambar 3.22 Diagram Kinematik Hectarus dengan Bantuan Proyeksi Garis	35

Gambar 3.23 Perspektif 1 Segitiga Siku-Siku	35
Gambar 3.24 Perspektif 2 Segitiga	35
Gambar 3.25 Diagram Kinematik Tampak Atas Hectarus dengan Bantuan Garis Proyeksi.....	37
Gambar 3.26 Diagram Kinematik Robot Hectarus dalam Keadaan Tidak Lurus.	38
Gambar 3.27 Diagram Kinematik Robot Hectarus Pengurangan Jarak Pengambilan Langkah Kaki	39
Gambar 3.28 Perspektif Segitiga untuk Perhitungan β	40
Gambar 3.29 Cuplikan Pengujian Akurasi Sensor IMU	42
Gambar 3.30 Dokumentasi Hasil Pengujian Akurasi Sensor IMU.....	42
Gambar 3.31 (a) Kondisi Robot Hectarus sedang Beroperasi (b) Kondisi Robot Hectarus setelah <i>Heading</i> diubah (c) Kondisi Robot Hectarus setelah Beberapa Pergerakan.....	46
Gambar 3.32 Penamaan Kaki Hectarus	47
Gambar 3.33 <i>Pseudocode</i> Algoritma 1 Tripod <i>Gait</i>	48
Gambar 3.34 <i>Pseudocode</i> Algoritma Tripod <i>Gait</i> dengan IK	49
Gambar 3.35 <i>Pseudocode Wave Gait</i> dengan IK.....	51
Gambar 3.36 <i>Pseudocode Tetrapod Gait</i> dengan IK.....	52
Gambar 3.37 (a) Ilustrasi Robot Hectarus di Bidang Datar (b) Ilustrasi Robot Hectarus di Bidang Tangga.....	53
Gambar 3.38 Kaki Belakang Hectarus Menabrak Badan	54
Gambar 3.39 Implementasi Penambahan dan Pengurangan Ketinggian Kaki Hectarus.....	55
Gambar 3.40 <i>Pseudocode</i> Algoritma <i>Gait Tetrapod + Wave</i>	58
Gambar 3.41 Ilustrasi Robot Hectarus Setelah Perubahan Sudut α	59
Gambar 3.42 <i>Pseudocode Gait Strafe</i> ke arah kiri Hectarus	61
Gambar 3.43 Implementasi Fungsionalitas Ultrasonik di atas Arena.....	62
Gambar 3.44 Hasil Pengukuran oleh Sensor setelah Penghalang Bagian Depan ditingkatkan.....	63
Gambar 3.45 Hasil Perubahan Desain Ultrasonik Depan	64
Gambar 3.46 Hasil Pengukuran Sensor setelah Perubahan Desain	64
Gambar 3.47 Hubungan antar <i>Node</i> pada Robot Hectarus	65

Gambar 4.1 Pembagian Arena Pengujian Robot Hectarus	70
Gambar 4.2 (a) Posisi Start Robot Hectarus pada Arena Bagian 1 (b) Cuplikan Pengujian Tripod pada Arena Bagian 1	72
Gambar 4.3 (a) Posisi Start Robot Hectarus pada Arena Bagian 2 (b) Cuplikan Pengujian <i>Tetrapod</i> pada Arena Bagian 2 (c) Cuplikan Penggunaan <i>Strafe Gait</i> pada Arena Bagian 2	73
Gambar 4.4 (a) Posisi Start Robot Hectarus pada Arena Bagian 3 (b) Cuplikan Pengujian <i>Wave Gait</i> pada Arena Bagian 3	74
Gambar 4.5 (a) Posisi Start Robot Hectarus pada Arena Bagian 4 (b) Cuplikan Pengujian Tripod <i>Gait</i> pada Tangga/Arena Bagian 4.....	75
Gambar 4.6 (a) Posisi Start Robot Hectarus pada Arena Bagian 5 (b) Cuplikan Pengujian <i>Strafe Gait</i> pada Jalan Sempit	76
Gambar 4.7 <i>Trajectory Planning</i> dan Mode Hectarus pada Lokasi Pengujian.....	77



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Kode Skrip Python “/process_node”	100
Lampiran B Kode Skrip Python “/gyro_node”	102
Lampiran C Kode Skrip Python <i>Inverse Kinematic</i> “/gait_node”	104
Lampiran D Kode Skrip Python “/tripod_gait_node”	105
Lampiran E Kode Skrip Python “/wave_gait_node”	107
Lampiran F Kode Skrip Python “/tetrapod_gait_node”	111
Lampiran G Kode Skrip Python “/strafe_gait_node”	114
Lampiran H Turnitin	118
Formulir Konsultasi Skripsi	119

