

**IMPLEMENTASI SISTEM NAVIGASI MENGGUNAKAN
ALGORITMA GRID SEARCH PADA *MOBILE ROBOT
SEARCH AND SHOOT FOR INDOOR TARGET* (SAS-IT)**



UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

TUGAS AKHIR

Michael Putra Wiratama

00000055617

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
2025**

**IMPLEMENTASI SISTEM NAVIGASI MENGGUNAKAN
ALGORITMA GRID SEARCH PADA *MOBILE ROBOT
SEARCH AND SHOOT FOR INDOOR TARGET (SAS-IT)***



Tugas Akhir

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektro (S.T.)

Michael Putra Wiratama

00000055617

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

2025

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Michael Putra Wiratama

Nomor Induk Mahasiswa : 00000055617

Program studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul:

Implementasi Sistem Navigasi Menggunakan Algoritma Grid Search pada *Mobile Robot Search and Shoot for Indoor Target* (SAS-IT)

merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan hasil plagiat, dan tidak pula dituliskan oleh orang lain: Semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya cantumkan dan nyatakan dengan benar pada bagian Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/penyimpangan, baik dalam pelaksanaan tugas akhir maupun dalam penulisan laporan karya ilmiah, saya bersedia menerima konsekuensi untuk dinyatakan TIDAK LULUS. Saya juga bersedia menanggung segala konsekuensi hukum yang berkaitan dengan tindak plagiarisme ini sebagai kesalahan saya pribadi dan bukan tanggung jawab Universitas Multimedia Nusantara.

Tangerang, 24 Juni 2025



(Michael Putra Wiratama)

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir dengan judul

Implementasi Sistem Navigasi Menggunakan Algoritma Grid Search pada *Mobile Robot Search and Shoot for Indoor Target (SAS-IT)*

Oleh

Nama : Michael Putra Wiratama
NIM : 00000055617
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknik dan Informatika

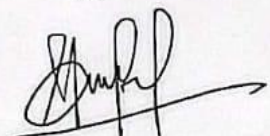
Telah diujikan pada hari Senin, 14 Juli 2025
Pukul 09.00 s.d 12.00 dan dinyatakan
LULUS
Dengan susunan penguji sebagai berikut.

Ketua Sidang



Dr. Ir. Prianggada Indra Tanaya, MME
078748

Penguji



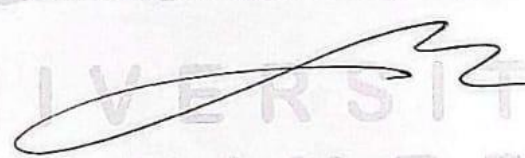
Marojahan Tampubolon, S.T., M.Sc., Ph.D.
074883

Pembimbing



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

Ketua Program Studi Teknik Elektro



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

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

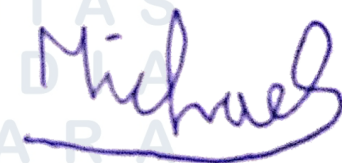
Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Michael Putra Wiratama
NIM : 00000055617
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang : ~~*D3~~/S1/S2
Judul Karya Ilmiah : Implementasi Sistem Navigasi
Menggunakan Algoritma Grid Search pada
*Mobile Robot Search and Shoot for Indoor
Target (SAS-IT)*

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, 24 Juni 2025



(Michael Putra Wiratama)

* 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 tugas akhir ini dengan judul: “Implementasi Sistem Navigasi Menggunakan Algoritma Grid Search pada *Mobile Robot Search and Shoot for Indoor Target* (SAS-IT)” dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan 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, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Universitas Multimedia Nusantara.
3. Ahmad Syahril Muharom, S.Pd., M.T., selaku Ketua Program Studi Universitas Multimedia Nusantara dan sebagai Pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi atas terselesainya tugas akhir ini.
4. Keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.
5. Teman-teman Teknik Elektro angkatan 2021 yang telah memberikan semangat dan saling membantu satu sama lain.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat, baik sebagai sumber informasi maupun sumber inspirasi, bagi para pembaca.

Tangerang, 24 Juni 2025

(Michael Putra Wiratama)

UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

IMPLEMENTASI SISTEM NAVIGASI MENGGUNAKAN ALGORITMA GRID SEARCH PADA *MOBILE ROBOT SEARCH AND SHOOT FOR INDOOR TARGET (SAS-IT)*

Michael Putra Wiratama

ABSTRAK

Mobile robot merupakan salah satu kemajuan teknologi yang dapat diaplikasikan ke dalam berbagai kebutuhan zaman terkini. Salah satu aplikasinya merupakan penggunaan *mobile robot* pada kebutuhan militer dalam pengamanan lingkungan berbahaya beserta pelumpuhan target penembakan. Pengoperasian *mobile robot* secara otonom membantu meminimalisasi korban jiwa pada pelaksanaan misi di dalam lingkungan yang berbahaya. Untuk tujuan tersebut, *mobile robot* dilengkapi dengan subsistem navigasi, subsistem penembakan, dan subsistem pengolahan citra. Untuk subsistem navigasi, digunakan algoritma *path planning* Grid Search untuk pembuatan jalur yang dapat ditempuh *mobile robot* dari titik *start* ke titik *finish*, beserta dengan penggunaan berbagai perangkat seperti sensor ultrasonik, sensor *heading angle*, *encoder*, *motor driver*, dan motor DC sebagai penggerak *mobile robot*. Pengujian subsistem navigasi dilakukan dengan pengukuran akurasi dan presisi *heading angle mobile robot* pada setiap *checkpoint*, serta pengukuran akurasi dan presisi jarak yang ditempuh *mobile robot*. Untuk pengujian *heading angle* per *checkpoint* didapatkan rata-rata nilai akurasi 94.68% dan nilai presisi 98.54%, dan untuk pengujian jarak tempuh *mobile robot* didapatkan rata-rata nilai akurasi 99.42% dan nilai presisi 99.09%. Selain pengujian tersebut, dilakukan juga pengujian tercapainya *mobile robot* yang sudah diintegrasikan pada titik *finish*. Pengujian *mobile robot* mencapai titik *finish* menghasilkan nilai akurasi 93.33%. Berdasarkan hasil-hasil pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa prototipe *mobile robot* dengan sistem penembakan berhasil dibuat dan berfungsi sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan.

Kata kunci: *Checkpoint*, Grid Search, *heading angle*, *mobile robot*, *path planning*

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

IMPLEMENTATION OF NAVIGATION SYSTEM USING GRID SEARCH ALGORITHM ON MOBILE ROBOT SEARCH AND SHOOT FOR INDOOR TARGET (SAS-IT)

ABSTRACT (English)

Mobile robots are technological advancements that can be applied to various modern needs, including military operations in hazardous environments and counter-terrorism efforts. Autonomous operation minimizes casualties during missions in dangerous areas. To support this, the mobile robot is equipped with a navigation subsystem, a firing subsystem, and an image processing subsystem. The navigation system uses the Grid Search path planning algorithm to generate routes from the start to the finish point, supported by ultrasonic sensors, heading angle sensors, encoders, motor drivers, and DC motors. Testing of the navigation subsystem involved measuring the accuracy and precision of both the robot's heading angle at each checkpoint and the distance traveled. The heading angle tests showed an average accuracy of 94.68% and precision of 98.54%, while the distance tests showed an average accuracy of 99.42% and precision of 99.09%. Additionally, tests confirmed that the robot could successfully reach the designated finish point with an accuracy of 93.33%. These results indicate that the mobile robot prototype, complete with its firing system, has been successfully developed and performs according to the set criteria.

Keywords: *Checkpoint, Grid Search, heading angle, mobile robot, path planning*



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS TIDAK PLAGIAT	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT (English)</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR RUMUS	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I	
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Konsep Sistem	2
1.4 Batasan Sistem	3
1.5 Fungsi dan Manfaat Sistem	4
BAB II	
KONSEP DESAIN & SPESIFIKASI SISTEM	6
2.1 Konsep Desain Sistem	6
2.2 Spesifikasi Sistem	8
2.2.1 Spesifikasi Sistem Berdasarkan Kemampuan dan Fungsionalitas	9
2.2.2 Spesifikasi Sistem Berdasarkan Standarisasi	13
2.2.3 Spesifikasi Sistem Berdasarkan Keandalan dan Perawatan	13
2.2.4 Spesifikasi Sistem Berdasarkan <i>Constraint</i> /Hambatan	14
2.3 Metode Verifikasi Spesifikasi	14
2.3.1 Prosedur Pengujian	14
2.3.2 Analisis Toleransi	15
2.3.3 Pelaksanaan Pengujian	15
BAB III	
PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM	17
3.1 Tinjauan Desain Sistem	17
3.1.1 Desain Sistem Keseluruhan	17
3.1.2 Desain Subsistem Navigasi	19
3.1.3 Desain Sensor Subsistem Navigasi	20
3.1.4 Desain Aktuator Subsistem Navigasi	21
3.1.5 Deskripsi Desain Fisik Sistem	22
3.1.6 <i>Wiring Diagram</i> Keseluruhan Sistem	25
3.1.7 <i>Wiring Diagram</i> Subsistem Navigasi	26
3.2 Implementasi Sistem	27
3.2.1 Hasil Implementasi	27
3.2.2 Hambatan Implementasi	51

3.2.3 Solusi yang Diterapkan.....	53
BAB IV	
PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM.....	57
4.1 Hasil Pengujian Subsistem Navigasi	57
4.1.1 Tujuan Pengujian Subsistem Navigasi.....	57
4.1.2 Prosedur Pengujian Subsistem Navigasi.....	57
4.1.3 Hasil dan Analisa Pengujian Subsistem Navigasi	57
4.2 Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan	73
4.2.1 Tujuan Pengujian Sistem Keseluruhan	73
4.2.2 Prosedur Pengujian Sistem Keseluruhan	73
4.2.3 Hasil dan Analisa Pengujian Sistem Keseluruhan.....	74
4.3 Kelemahan dari Pengujian yang Dilakukan	75
BAB V	
SIMPULAN DAN SARAN	78
5.1 Simpulan	78
5.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN.....	84



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi <i>hardware</i> dan <i>software</i>	9
Tabel 2.2 Perhitungan daya yang dibutuhkan produk.....	12
Tabel 3.1 Penjelasan DFD level 0 <i>mobile robot</i> dengan sistem penembakan	17
Tabel 3.2 Penjelasan DFD level 1 subsistem navigasi.....	20
Tabel 3.3 Penjelasan DFD level 2 sensor subsistem navigasi	21
Tabel 3.4 Penjelasan DFD level 2 aktuator subsistem navigasi.....	22
Tabel 3.5 Data perbandingan antara sudut belok	33
Tabel 3.6 Data perbandingan antara sudut belok setelah kompensasi	35
Tabel 3.7 Data kecepatan suara hasil kalibrasi	38
Tabel 3.8 Data kecepatan motor DC dengan <i>duty cycle</i> 255 dan kondisi tanpa beban	39
Tabel 3.9 Data <i>duty cycle</i> motor DC dengan sudut melenceng	40
Tabel 4.1 Tabulasi akurasi dan presisi <i>heading angle</i>	59
Tabel 4.2 Tabulasi akurasi dan presisi <i>checkpoint</i> I s/d IV.....	63
Tabel 4.3 Tabulasi akurasi dan presisi <i>checkpoint</i> V s/d VII.....	66
Tabel 4.4 Tabulasi akurasi <i>mobile robot</i> mencapai titik <i>finish</i>	74



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram sistem <i>mobile robot</i> dengan sistem penembakan	3
Gambar 2.1 Diagram blok sistem	8
Gambar 2.2 Desain tampak luar produk, dan tampak dalam produk.....	8
Gambar 3.1 DFD level 0 <i>mobile robot</i> dengan sistem penembakan	17
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> pengoperasian <i>mobile robot</i>	18
Gambar 3.3 DFD level 1 subsistem navigasi.....	19
Gambar 3.4 DFD level 2 sensor subsistem navigasi.....	20
Gambar 3.5 DFD level 2 aktuator subsistem navigasi.....	21
Gambar 3.6 Dimensi penutup atas <i>mobile robot</i>	23
Gambar 3.7 Dimensi alas bawah <i>mobile robot</i>	23
Gambar 3.8 Dimensi dinding samping <i>mobile robot</i>	23
Gambar 3.9 Dimensi dinding samping sisi miring <i>mobile robot</i>	24
Gambar 3.10 Dimensi dinding depan <i>mobile robot</i>	24
Gambar 3.11 Dimensi dinding belakang <i>mobile robot</i>	25
Gambar 3.12 <i>Wiring diagram</i> keseluruhan sistem.....	25
Gambar 3.13 <i>Wiring diagram</i> subsistem navigasi	26
Gambar 3.14 Platform prototipe meriam, <i>mobile robot</i> , dan produk keseluruhan	28
Gambar 3.15 Tampak denah arena, legenda, dan arena pada ruangan	29
Gambar 3.16 Visualisasi koordinat kartesian dan koordinat polar	30
Gambar 3.17 Simulasi <i>path planning</i> untuk navigasi	31
Gambar 3.18 Grafik perbandingan nilai sudut belok sebenarnya dan sudut belok terukur	34
Gambar 3.19 Grafik perbandingan nilai sudut belok sebenarnya dan sudut belok terukur setelah kompensasi	36
Gambar 3.20 <i>Flowchart</i> implementasi <i>path planning</i> dan subsistem navigasi	42
Gambar 3.21 <i>Flowchart</i> program integrasi <i>mobile robot</i>	48
Gambar 3.22 Lubang sekrup terlalu kecil dan akrilik retak.....	52
Gambar 3.23 Tampilan akrilik yang telah diperbaiki dan dirakit	54
Gambar 3.24 <i>Housing encoder</i> yang dilem.....	54
Gambar 4.1 Letak koordinat-koordinat dalam denah arena <i>mobile robot</i>	57
Gambar 4.2 Grafik akurasi dan presisi pengujian HA	69
Gambar 4.3 Grafik akurasi dan presisi pengujian CP	69
Gambar 4.4 Perbandingan <i>path planning real</i> sebelum penyesuaian dengan <i>path planning</i> hasil simulasi.....	71
Gambar 4.5 Visualisasi keterangan CtF dan CtS	72
Gambar 4.6 Pemetaan dan perbandingan antara jalur yang dilalui <i>mobile robot</i> dan <i>path planning</i> hasil simulasi	72
Gambar 4.7 Tampak samping dari <i>setup</i> untuk kalibrasi sensor kompas yang dilakukan.....	75
Gambar 4.8 Tampak atas dari <i>setup</i> untuk kalibrasi sensor kompas yang dilakukan	76
Gambar 4.9 Tampak samping dari <i>setup</i> untuk kalibrasi sensor kompas yang seharusnya.....	76
Gambar 4.10 Tampak samping dari <i>setup</i> untuk kalibrasi <i>duty cycle</i> yang dilakukan	77

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Rumus akurasi	10
Rumus 2.2 Rumus rata-rata.....	10
Rumus 2.3 Rumus standar deviasi	10
Rumus 2.4 Rumus koefisien variasi.....	10
Rumus 2.5 Rumus presisi.....	10
Rumus 2.6 Rumus akurasi integrasi.....	11
Rumus 3.1 Rumus jarak tempuh	30
Rumus 3.2 Rumus sudut belok	31
Rumus 3.3 Rumus koordinat x akhir.....	31
Rumus 3.4 Rumus koordinat y akhir.....	31
Rumus 3.5 Rumus <i>corrected heading</i>	34
Rumus 3.6 Rumus keliling roda.....	37
Rumus 3.7 Rumus jarak tempuh per <i>hole</i>	37
Rumus 3.8 Rumus jarak	38
Rumus 4.1 Rumus jarak CP I hasil penyesuaian	71
Rumus 4.2 Rumus jarak CP II hasil penyesuaian	71
Rumus 4.3 Rumus jarak CP III hasil penyesuaian	71
Rumus 4.4 Rumus jarak CP IV hasil penyesuaian.....	71
Rumus 4.5 Rumus jarak CP V hasil penyesuaian	71
Rumus 4.6 Rumus jarak CP VI hasil penyesuaian.....	71
Rumus 4.7 Rumus jarak CP VII hasil penyesuaian	71



DAFTAR LAMPIRAN

A. Lampiran Pengecekan Hasil Turnitin.....	84
B. Lampiran Formulir Konsultasi Skripsi.....	85
C. Foto Produk Secara Menyeluruh.....	86
D. <i>Source Code Path Planning Simulation</i>	86
E. <i>Source Code Arduino (C)</i>	88
F. Foto <i>Mobile Robot</i> pada Titik <i>Start</i> dan Titik <i>Finish</i> Arena.....	105
G. Salah Satu Cuplikan Data Pengujian Navigasi	105
H. Salah Satu <i>Log</i> (Data Mentah) Pengujian Navigasi.....	106
I. Salah Satu Cuplikan Data Integrasi <i>Mobile Robot</i> di Arena	106

