

**SISTEM PENDETEKSI DAN PENEMBAKAN PADA *MOBILE
ROBOT SEARCH AND SHOOT FOR INDOOR TERRORISM*
(SAS-IT) MENGGUNAKAN ALGORITMA YOLO11M**



UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

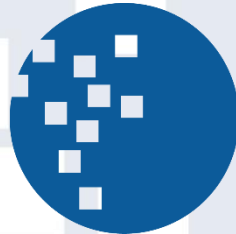
TUGAS AKHIR

Yehan Yovanka

00000053588

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

**SISTEM PENDETEKSI DAN PENEMBAKAN PADA *MOBILE
ROBOT SEARCH AND SHOOT FOR INDOOR TERRORISM*
(SAS-IT) MENGGUNAKAN ALGORITMA YOLO11M**



UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik Elektro (S.T.)

Yehan Yovanka

00000053588

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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Yehan Yovanka
Nomor Induk Mahasiswa : 00000053588
Program studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul:

Sistem Pendeteksi dan Penembakan pada *Mobile Robot Search and Shoot for Indoor Terrorism* (SAS-IT) Menggunakan Algoritma YOLO11m

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



(Yehan Yovanka)

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul

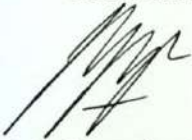
Sistem Pendeteksi dan Penembakan pada *Mobile Robot Search and Shoot for Indoor Terrorism (SAS-IT)* Menggunakan Algoritma YOLO11m

Oleh

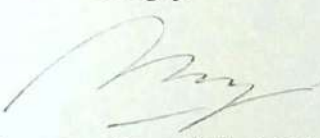
Nama : Yehan Yovanka
NIM : 00000053588
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik dan Informatika

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


M. B. Nugraha, S.T., M.T.
063831

Penguji


Megantara Pura, S.T., M.T.
075103

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 dibawah ini:

Nama : Yehan Yovanka
NIM : 00000053588
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang : *~~D3~~/S1/~~S2~~
Judul Karya Ilmiah : Sistem Pendeteksi dan Penembakan pada *Mobile Robot Search and Shoot for Indoor Terrorism* (SAS-IT) Menggunakan Algoritma YOLO11m

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


(Yehan Yovanka)

* 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: “Sistem Pendeteksi dan Penembakan pada *Mobile Robot Search and Shoot for Indoor Terrorism* (SAS-IT) Menggunakan Algoritma YOLO11m” 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 Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara.
3. Ahmad Syahril Muharom, S.Pd., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Multimedia Nusantara dan sebagai Pembimbing 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 tugas akhir 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



(Yehan Yovanka)

UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

SISTEM PENDETEKSI DAN PENEMBAKAN PADA *MOBILE ROBOT SEARCH AND SHOOT FOR INDOOR TERRORISM* (SAS-IT) MENGGUNAKAN ALGORITMA YOLO11M

Yehan Yovanka

ABSTRAK

Penggunaan *mobile robot* merupakan salah satu bentuk kemajuan teknologi. *Mobile robot* dapat digunakan pada sektor militer dan keamanan sebagai robot pelumpuh teroris. *Mobile robot* dioperasikan secara otonom, dengan tujuan meminimalisasi korban dari pihak militer atau keamanan. Untuk melakukan misi tersebut, *mobile robot* perlu mempunyai subsistem navigasi, penembakan, dan pendeteksian target. Subsistem pendeteksian target menggunakan algoritma YOLO11m. Algoritma dapat membedakan target “warga sipil”, “tentara”, dan “teroris”. Target yang ditembak oleh meriam adalah “teroris”, sedangkan target lain tidak ditembak. Jarak pendeteksian dan penembakan maksimal adalah 2 meter. Pengujian algoritma dilakukan pada masing-masing kelas target pada jarak 1 meter, 1,5 meter, dan 2 meter. Hasil pengujian algoritma YOLO11m dengan target keseluruhan pada berbagai jarak memiliki nilai akurasi sebesar 86,4%, serta presisi, *recall*, dan *F1 score* sebesar 76,1%. Uji tembak area *bounding box* menghasilkan akurasi rata-rata sebesar 87,78%. Pengujian keseluruhan subsistem menghasilkan akurasi rata-rata perilaku meriam per *checkpoint* sebesar 100%. Dari hasil pengujian yang disebutkan, dapat disimpulkan bahwa prototipe *mobile robot* dengan sistem penembakan berhasil dibuat. *Mobile robot* dapat berfungsi sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan.

Kata kunci: Meriam, *mobile robot*, pendeteksian target, YOLO11m

UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

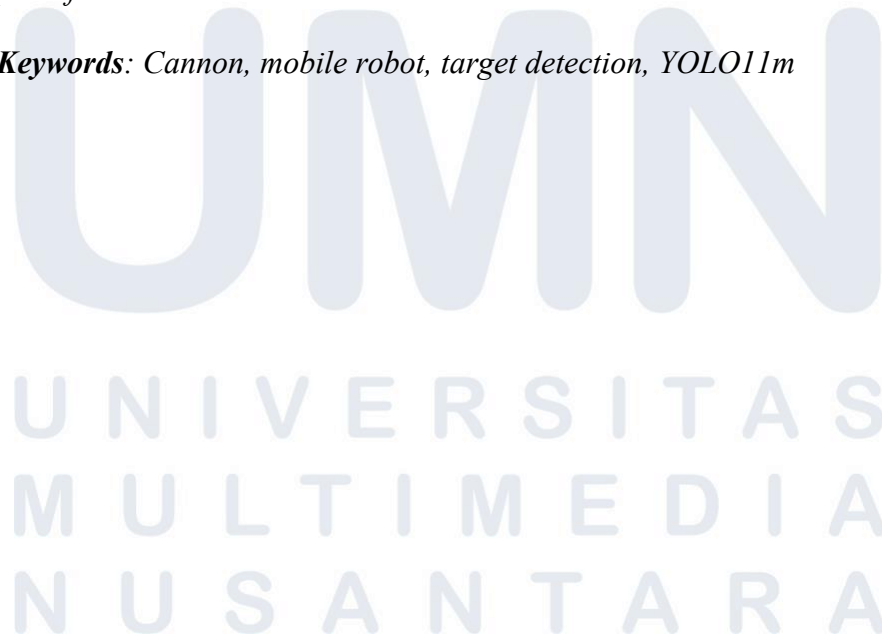
DETECTION AND FIRING SYSTEM ON MOBILE ROBOT SEARCH AND SHOOT FOR INDOOR TERRORISM (SAS-IT) USING YOLO11M ALGORITHM

Yehan Yovanka

ABSTRACT

Deployment of mobile robots represents an advancement in technological development. These mobile robots can be utilized in military and security operations as autonomous robots designed to neutralize terrorist threats, thereby reducing the risk of casualties among military or security personnel. To carry out such missions, the mobile robot must be equipped with navigation, firing, and target detection subsystems. The target detection subsystem employs the YOLO11m algorithm, which is capable of distinguishing among “civilian”, “soldier”, and “terrorist”. Only “terrorist” targets are shot by the cannon, while other targets are not shot. The maximum range for both target detection and firing is 2 meters. The algorithm was tested for each target class at distances of 1 meter, 1,5 meters, and 2 meters. The YOLO11m algorithm achieved an overall detection accuracy of 86,4%, with a precision, recall, and F1 score of 76,1%. Firing tests within the bounding box area achieved an average accuracy of 87,78%. Integrated system testing showed that cannon behavior achieved an average accuracy of 100% at each checkpoint. Based on these test results, it can be concluded that the mobile robot prototype with an integrated firing system has been successfully developed and is capable of operating according to the predefined criteria.

Keywords: Cannon, mobile robot, target detection, YOLO11m



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS TIDAK PLAGIAT	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</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	3
1.4 Batasan Sistem	4
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	8
2.2.2 Spesifikasi Sistem Berdasarkan Standarisasi	12
2.2.3 Spesifikasi Sistem Berdasarkan Keandalan dan Perawatan	12
2.2.4 Spesifikasi Sistem Berdasarkan <i>Constraint</i> /Hambatan	12
2.3 Metode Verifikasi Spesifikasi	13
2.3.1 Prosedur Pengujian	13
2.3.2 Analisis Toleransi	14
2.3.3 Pelaksanaan Pengujian	14
BAB III	
PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM	15
3.1 Tinjauan Desain Sistem	15
3.1.1 Desain Sistem Keseluruhan	15
3.1.2 Desain Subsistem	16
3.1.3 <i>Wiring Diagram</i> Sistem	17
3.2 Implementasi Sistem	19
3.2.1 Hasil Implementasi	21
3.2.2 Hambatan Implementasi	41
3.2.3 Solusi yang Diterapkan	43
BAB IV	
PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM	46
4.1 Pengujian Model YOLO11m	46
4.1.1 Lingkup Pengujian	46

4.1.2 Konfigurasi Pengujian	46
4.1.3 Syarat Pengujian	48
4.1.4 Prosedur Pengujian dan Verifikasi	48
4.1.5 Hasil Pengujian	50
4.1.6 Analisis Hasil Pengujian	56
4.2 Pengujian Meriam dengan Model YOLO11m	62
4.2.1 Lingkup Pengujian	62
4.2.2 Konfigurasi Pengujian	62
4.2.3 Syarat Pengujian	63
4.2.4 Prosedur Pengujian dan Verifikasi	63
4.2.5 Hasil Pengujian	64
4.2.6 Analisis Hasil Pengujian	65
4.3 Pengujian Sistem Keseluruhan	67
4.3.1 Lingkup Pengujian	67
4.3.2 Konfigurasi Pengujian	67
4.3.3 Syarat Pengujian	68
4.3.4 Prosedur Pengujian dan Verifikasi	69
4.3.5 Hasil Pengujian	70
4.3.6 Analisis Hasil Pengujian	70
BAB V	
SIMPULAN DAN SARAN	72
5.1 Simpulan	72
5.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	77



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi <i>hardware</i> dan <i>software</i>	8
Tabel 2.2 <i>Confusion matrix</i> pendeteksian objek	8
Tabel 2.3 Perhitungan daya yang dibutuhkan produk.....	10
Tabel 3.1 Penjelasan DFD level 0 <i>mobile robot</i> dengan sistem penembakan	15
Tabel 3.2 Penjelasan DFD level 1 subsistem pengenalan dan deteksi objek.....	16
Tabel 3.3 Penjelasan DFD level 2 subsistem pengenalan dan deteksi objek.....	17
Tabel 3.4 Perbandingan performa algoritma-algoritma pengenalan dan deteksi objek.....	25
Tabel 3.5 Perbandingan performa algoritma YOLO11.....	25
Tabel 3.6 Perbandingan performa algoritma YOLO11m pada berbagai <i>epoch</i>	26
Tabel 4.1 Contoh target yang digunakan	47
Tabel 4.2 <i>Confusion matrix</i>	49
Tabel 4.3 Tabulasi hasil pengujian kelas “tentara” pada jarak 1 meter	50
Tabel 4.4 Tabulasi hasil pengujian kelas “warga sipil” pada jarak 1 meter	51
Tabel 4.5 Tabulasi hasil pengujian kelas “teroris” pada jarak 1 meter.....	51
Tabel 4.6 Tabulasi hasil pengujian kelas “null” pada jarak 1 meter.....	51
Tabel 4.7 Tabulasi hasil pengujian semua kelas pada jarak 1 meter	52
Tabel 4.8 Tabulasi hasil pengujian kelas “tentara” pada jarak 1,5 meter	52
Tabel 4.9 Tabulasi hasil pengujian kelas “warga sipil” pada jarak 1,5 meter	52
Tabel 4.10 Tabulasi hasil pengujian kelas “teroris” pada jarak 1,5 meter.....	53
Tabel 4.11 Tabulasi hasil pengujian kelas “null” pada jarak 1,5 meter.....	53
Tabel 4.12 Tabulasi hasil pengujian semua kelas pada jarak 1,5 meter	53
Tabel 4.13 Tabulasi hasil pengujian kelas “tentara” pada jarak 2 meter	54
Tabel 4.14 Tabulasi hasil pengujian kelas “warga sipil” pada jarak 2 meter	54
Tabel 4.15 Tabulasi hasil pengujian kelas “teroris” pada jarak 2 meter.....	54
Tabel 4.16 Tabulasi hasil pengujian kelas “null” pada jarak 2 meter.....	55
Tabel 4.17 Tabulasi hasil pengujian semua kelas pada jarak 2 meter	55
Tabel 4.18 Tabulasi hasil pengujian <i>folder test</i>	55
Tabel 4.19 Tabulasi hasil pengujian <i>random sampling</i>	56
Tabel 4.20 Foto (<i>cropped</i>) sesudah dan sebelum pengujian berkerumun (2 meter)	59
Tabel 4.21 Foto (<i>cropped</i>) “teroris” pada jarak 2 meter dengan <i>confidence level</i> rendah (<50%).....	61
Tabel 4.22 Tabulasi akurasi tembakan yang mengenai area <i>bounding box</i>	64
Tabel 4.23 Tabulasi akurasi tembakan yang mengenai area badan target	64
Tabel 4.24 Penjelasan kriteria “berhasil” dan “gagal” masing-masing <i>checkpoint</i>	69
Tabel 4.25 Tabulasi akurasi perilaku meriam per <i>checkpoint</i>	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram sistem <i>mobile robot</i> dengan sistem penembakan	3
Gambar 2.1 Diagram blok sistem	7
Gambar 2.2 Desain (a) tampak luar produk, (b) tampak dalam produk	7
Gambar 3.1 DFD level 0 <i>mobile robot</i> dengan sistem penembakan	15
Gambar 3.2 DFD level 1 subsistem pengenalan dan deteksi objek	16
Gambar 3.3 DFD level 2 subsistem pengenalan dan deteksi objek	17
Gambar 3.4 <i>Wiring diagram</i> keseluruhan sistem.....	18
Gambar 3.5 <i>Wiring diagram</i> subsistem pengenalan dan deteksi objek	19
Gambar 3.6 Dimensi produk (a) tampak samping, (b) tampak depan, (c) tampak isometrik.....	20
Gambar 3.7 Dimensi meriam dari peneliti sebelumnya.....	20
Gambar 3.8 (a) Prototipe meriam buatan peneliti sebelumnya, (b) Prototipe meriam yang sudah diperbaiki	21
Gambar 3.9 (a) Visualisasi sudut pergerakan servo meriam, (b) Visualisasi data-data <i>image processing</i> target.....	29
Gambar 3.10 Foto hasil pengolahan citra dengan keberadaan “teroris”	32
Gambar 3.11 Parameter-parameter hasil pengolahan citra dengan keberadaan “teroris”	32
Gambar 3.12 Foto hasil pengolahan citra tanpa keberadaan “teroris”	33
Gambar 3.13 Parameter-parameter hasil pengolahan citra tanpa keberadaan “teroris”	33
Gambar 3.14 <i>Flowchart</i> implementasi subsistem pengenalan dan deteksi objek..	34
Gambar 3.15 <i>Flowchart</i> program integrasi <i>mobile robot</i>	38
Gambar 3.16 Servo elevasi meriam yang telah diganti.....	43
Gambar 3.17 <i>Support</i> struktur meriam yang dipasang.....	44
Gambar 4.1 Kurva hubungan <i>F1 score</i> dan <i>confidence level</i> validasi <i>dataset</i>	48
Gambar 4.2 Grafik akurasi, presisi, <i>recall</i> , dan <i>F1 score</i> pada masing-masing jarak pengujian	57
Gambar 4.3 Contoh foto “teroris” yang berkerumun.....	59
Gambar 4.4 Target penembakan	62
Gambar 4.5 Hasil penembakan (a) jarak 1 meter, (b) jarak 1,5 meter, (c) jarak 2 meter.....	65
Gambar 4.6 Grafik akurasi uji tembak pada masing-masing jarak pengujian	65

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Rumus Akurasi	9
Rumus 2.2 Rumus Presisi	9
Rumus 2.3 Rumus <i>Recall</i>	9
Rumus 2.4 Rumus <i>F1 Score</i>	9
Rumus 2.5 Rumus Akurasi “ <i>Hit</i> ” dan “ <i>Miss</i> ”	10
Rumus 2.6 Rumus Akurasi Integrasi <i>Mobile Robot</i>	10
Rumus 3.1 Rumus Sudut Parabola.....	24
Rumus 3.2 Rumus <i>Focal Length</i> dalam Piksel	28
Rumus 3.3 Rumus <i>Monocular Vision</i>	28
Rumus 3.4 Rumus Sudut Servo Bidang Horizontal.....	30
Rumus 3.5 Rumus Sudut Servo Bidang Vertikal.....	30
Rumus 3.6 Rumus Resolusi Servo Bidang Horizontal	31
Rumus 3.7 Rumus Resolusi Servo Bidang Vertikal	31



DAFTAR LAMPIRAN

A. Lampiran Pengecekan Hasil Turnitin.....	77
B. Lampiran Formulir Konsultasi Skripsi.....	78
C. Lampiran <i>Source Code</i> Raspberry Pi (Python).	79
D. Lampiran <i>Source Code</i> Arduino (C).	83
E. Lampiran Foto <i>Mobile Robot Search and Shoot for Indoor Terrorism</i> (SAS-IT)	100
F. Lampiran Daftar Target yang Digunakan.....	101
G. Lampiran Salah Satu Cuplikan Data <i>Confusion Matrix</i>	105
H. Lampiran Beberapa Foto Target.	105
I. Lampiran Foto “Teroris” Berkerumun.	106
J. Lampiran Foto Proses Pengujian Tembak.....	106
K. Lampiran Salah Satu Cuplikan Data Uji Tembak.....	106
L. Lampiran Hasil Foto Uji Tembak.....	106
M. Lampiran Foto Proses Pengujian Integrasi di Arena.	106
N. Lampiran Salah Satu Cuplikan Data Integrasi <i>Mobile Robot</i> di Arena.	107
O. Lampiran Hasil Foto Pengujian Integrasi.....	107
P. Lampiran Salah Satu <i>Log</i> (Data Mentah) Integrasi <i>Mobile Robot</i> di Arena....	108

