



**UNIVERSITAS PERTAHANAN RI**

**SISTEM PENDETEKSI OBJEK DAN LOKASI KAPAL MUSUH  
BERBASIS *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*  
MENGUNAKAN SENSOR GPS DAN IMU**

**AHMAD ILHAM IRIANTO**

**320200402003**

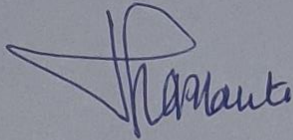
**Skripsi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam  
Mendapatkan Gelar Sarjana**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI PERTAHANAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
BOGOR, 2024**

## LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Ahmad Ilham Irianto  
NIM : 320200402003  
Program Studi : Sarjana Teknik Elektro  
Fakultas : Sains dan Teknologi Pertahanan  
Judul Skripsi : Sistem Pendeteksi Objek dan Lokasi Kapal Musuh  
*Convolutional Neural Network* Menggunakan GPS  
dan IMU

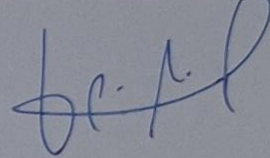
Dosen Pembimbing I



Agus Haryanto Ikhsanudin, M.Han.  
Kolonel (Sus) NRP. 516362

Tanggal : 29 Juli 2024

Dosen Pembimbing II

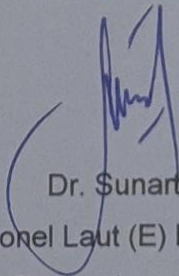


Iqbal Ahmad Dahlan, S.T., M.T.  
Penata Muda Tk. I III/b  
NIP. 199007222022031001

Tanggal : 29 Juli 2024

Mengetahui,

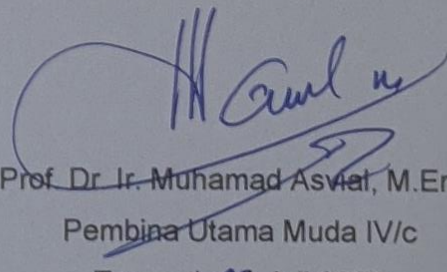
Kepala Program Studi  
Sarjana Teknik Elektro



Dr. Sunarta, M.T.  
Kolonel Laut (E) NRP. 12898/P  
Tanggal : Juli 2024

Dekan

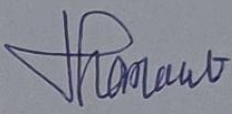
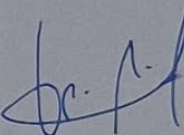

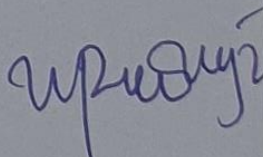
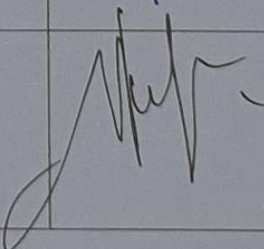
Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan



Prof. Dr. Ir. Muhamad Asrial, M.Eng.  
Pembina Utama Muda IV/c  
Tanggal : 25 Juli 2024

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Ahmad Ilham Irianto  
 NIM : 320200402003  
 Program Studi : Sarjana Teknik Elektro  
 Fakultas : Sains dan Teknologi Pertahanan  
 Judul Skripsi : Sistem Pendeteksi Objek dan Lokasi Kapal Musuh  
 Berbasis *Convolutional Neural Network*  
 Menggunakan Sensor GPS dan IMU

No	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dosen Pembimbing I: Agus Haryanto Ikhsanudin, M.Han. Kolonel Sus NRP. 516362		29/07/2024
2.	Dosen Pembimbing II: Iqbal Ahmad Dahlan, S.T., M.T. Penata Muda Tk. I III/b NIP. 199007222022031001		29/07/2024
3.	Dosen Penguji I: Ir. Hery Sudaryanto, S.T., M.Han., M.Tr.Opsla., IPM Kolonel Laut (E) Purn.		29/07/2024
4.	Dosen Penguji II: Uvi Desi Fatmawati, S.Si., M.Eng. Penata Muda Tk. I III/b NIP. 199012202022032003		29/07/2024
5.	Dosen Penguji III: Ahmad Darwin, S.E., M.Pd Penata Tk. I III/d NIP. 197105252006041001		29/07/2024

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, 30 Juni 2024



Ahmad Ilham Irianto

## KATA PENGANTAR

Puji serta syukur kepada Allah SWT berkat rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul “Sistem Pendeteksi Objek dan Lokasi Kapal Musuh Berbasis *Convolutional Neural Network* Menggunakan Sensor GPS dan IMU”. Penulisan laoran skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan skripsi sebagai penunjang kelulusan Strata-1 pada jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan.

Serta ucapan terimakasih yang ingin disampaikan penulis kepada berbagai pihak atas bantuan serta dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini, yakni kepada:

1. Letnan Jenderal TNI Jonni Mahroza S.IP., M.A., M.Sc., CIQnR., CIQaR., Ph.D. selaku rektor Universitas Pertahanan.
2. Prof. Dr. Ir. Muhamad Asvial, M.Eng. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan.
3. Kolonel Laut (E) Dr. Sunarta, M.T. selaku Kepala Program Studi Sarjana Teknik Elektro.
4. Kolonel Sus Agus Haryanto Ikhsanudin, M.Han. selaku dosen pembimbing pertama.
5. Iqbal Ahmad Dahlan., S.T., M.T. selaku dosen pembimbing kedua.
6. Orang tua, saudara-saudari, dan rekan-rekan penulis.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan- kebaikan berbagai pihak atas bantuannya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan dan penyusunan laporan skripsi ini tak luput dari berbagai kesalahan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat menghargai saran dan kritikan untuk menyempurnakan dan memperbaiki penelitian ini agar dapat memberikan manfaat dibidang pertahanan dan Pendidikan serta penerapan dan pengembangan lebih lanjut.

Bogor, 30 Juni 2024

Ahmad Ilham Irianto

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Republik Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ahmad Ilham Irianto  
NIM : 320200402003  
Program Studi : Sarjana Teknik Elektro  
Fakultas : Sains dan Teknologi Pertahanan  
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

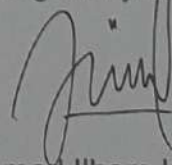
**Sistem Pendeteksi Objek dan Lokasi Kapal Musuh Berbasis Convolutional Neural Network Menggunakan Sensor GPS dan IMU**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Bogor  
Pada tanggal : 23 Juli 2024

Yang menyatakan



Ahmad Ilham Irianto  
NIM. 320200402003

## ABSTRAK

### SISTEM PENDETEKSI OBJEK DAN LOKASI KAPAL MUSUH BERBASIS CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK MENGGUNAKAN SENSOR GPS DAN IMU

Indonesia merupakan negara maritim yang terdiri dari 62% wilayah laut dengan letak teritorial yang sangat strategis yang menjadikan Indonesia sebagai jalur perdagangan internasional yang menghubungkan negara-negara barat dengan benua asia. Kapal-kapal yang memasuki wilayah Indonesia diwajibkan memiliki sistem AIS (*Automatic Identification System*), namun pada kenyataannya banyak kapal yang tidak memiliki sistem ini terutama pada kapal perang. Sehingga menjadikan laut sebagai pintu masuk yang paling rawan. Dari permasalahan tersebut penelitian ini berusaha untuk membuat suatu sistem deteksi objek dan lokasi kapal berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) model YOLOv8 menggunakan sensor GPS dan IMU. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk mendapatkan nilai metrik mAP yang kemudian dapat disimpulkan sebagai hasil kemampuan sistem dalam mengklasifikasikan objek kapal dan memberikan koordinat perkiraan kapal. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan objek kapal laut yang tidak terdeteksi oleh sistem AIS dengan menampilkan perkiraan koordinat dari kapal pengguna secara otomatis. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem deteksi objek kapal model YOLOv8 memiliki nilai metrik yang baik dengan *precision* = 92,2%, *recall* = 80,7%, dan *mean Average Precision* (mAP) 0.5 = 89,5%. Selain itu, pengujian perkiraan koordinat menggunakan sensor Ublox Neo n8m menunjukkan selisih jarak 10-20m dari titik lokasi aktual, sementara pengujian orientasi objek sensor IMU MPU6050 memiliki rata-rata *error* sebesar 2,26%. Sistem deteksi objek model YOLO ditampilkan melalui web lokal Flask, sedangkan sistem perkiraan koordinat ditampilkan melalui bot telegram.

**Kata Kunci** : *Convolutional Neural Network*, Sensor GPS dan IMU, YOLOv8, deteksi objek, keamanan maritim.

## **ABSTRACT**

### **OBJECT AND ENEMY SHIP LOCATION DETECTION SYSTEM BASED ON CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK USING GPS AND IMU SENSORS**

*Indonesia, a maritime nation encompassing 62% marine territory, holds a strategically important geographical position that makes it a main point for international trade, linking Western countries with the Asian continent. Vessels entering Indonesian waters are mandated to be equipped with an Automatic Identification System (AIS); however, in practice, many ships, particularly warships, lack this system, leaving the sea vulnerable to unauthorized entry. This study seeks to create a Convolutional Neural Network (CNN) model YOLOv8-based object detection and ship positioning system that utilizes Sensor GPS and IMU. Employing a quantitative approach, the research aims to measure the mean Average Precision (mAP) metric, which reflects the system's ability to classify ship objects and provide estimated ship coordinates. The objective is to detect and categorize marine objects that are not captured by the AIS system, automatically displaying estimated coordinates of user ships. The findings indicate that employing the YOLOv8 model for ship object detection results in impressive metric values, with precision at 92.2%, recall at 80.7%, and a mean Average Precision (mAP) of 89.5%. Furthermore, testing using Ublox Neo n8m sensors shows a distance variance of 10-20m from the actual location for estimated coordinates, and testing object orientation using the IMU MPU6050 sensor yields an average error of 2.26%. The YOLO model object detection system is shown through a local Flask web application, while the coordinate estimation system is shown through a Telegram bot.*

**Keywords** : Convolutional Neural Network, GPS and IMU sensor, YOLOv8, object detection, maritime security.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Batasan Masalah .....	6
1.3 Rumusan Masalah .....	6
1.4 Tujuan Penelitian .....	7
1.5 Manfaat Penelitian .....	7
1.4.1 Manfaat Teoritis .....	7
1.4.2 Manfaat Praktis .....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	9
2.1 Landasan Teori .....	9
2.1.1 <i>Machine Learning</i> .....	9
2.1.2 <i>Convolutional Neural Network</i> .....	12
2.1.3 Model (YOLO) .....	14
2.1.4 Citra .....	16
2.1.5 <i>Mean Average Precision</i> (mAP) .....	17
2.1.6 <i>Inertial Measurement Unit</i> (IMU).....	23

2.1.7	<i>Global Positioning System (GPS)</i> .....	24
2.2	Hasil Penelitian Terdahulu .....	26
2.3	Kerangka Berpikir.....	34
2.4	Hipotesis .....	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....		36
3.1	Metode dan Desain Penelitian.....	36
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian .....	38
3.3	Alat dan Bahan.....	39
3.3.1	Alat.....	39
3.3.2	Bahan.....	44
3.4	Variabel Penelitian .....	44
3.5	Kriteria Inklusi dan Eksklusi.....	45
3.6	Populasi dan Sampel Penelitian .....	45
3.7	Prosedur Penelitian.....	46
3.8	Metode Analisis.....	47
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....		49
4.1	Sistem Deteksi Kapal Model YOLOv7 atau YOLOv8.....	49
4.1.1	Pengumpulan <i>dataset</i> .....	50
4.1.2	<i>Labelling</i> dan anotasi citra .....	50
4.1.3	<i>Training Model</i> .....	55
4.1.4	Tampilan Web Flask.....	61
4.2	Sistem Perkiraan Koordinat Sensor GPS dan IMU .....	63
4.2.1	Perkiraan Koordinat Module GPS.....	64
4.2.2	Orientasi Objek IMU .....	65
4.2.3	Monitoring Melalui Telegram .....	67

4.3 Pengaplikasian.....	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	71
5.1 Kesimpulan .....	71
5.2 Saran .....	72
DAFTAR PUSTAKA .....	74
LAMPIRAN .....	80

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Supervised Learning</i> .....	9
Gambar 2.2 <i>Unsupervised Learning</i> .....	10
Gambar 2.3 <i>Reinforcement Learning</i> .....	11
Gambar 2.4 Lapisan CNN .....	13
Gambar 2.5 <i>Hidden Layer</i> .....	13
Gambar 2.6 Perbandingan YOLOv7 .....	15
Gambar 2.7 Perbandingan YOLOv8 .....	15
Gambar 2.8 Fungsi Dua Dimensi Citra .....	17
Gambar 2.9 Ilustrasi IoU .....	18
Gambar 2.10 Contoh Kurva <i>Precision-Recall</i> .....	21
Gambar 2.11 MAP PASCAL VOC .....	22
Gambar 2.12 MAP COCO .....	23
Gambar 2.13 Ilustrasi DOP .....	25
Gambar 2.14 Kerangka Berpikir .....	34
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem .....	36
Gambar 3.2 Ilustrasi <i>Network Centric Warfare</i> .....	37
Gambar 3.3 Acer Predator Helios Neo 16 .....	39
Gambar 3.4 Sensor GPS U BLOX NEO 8M .....	40
Gambar 3.5 Diagram Blok Sensor GPS U BLOX 8M .....	41
Gambar 3.6 MPU6050 .....	41
Gambar 3.7 ESP32 .....	42
Gambar 3.8 Prosedur Penelitian .....	46
Gambar 4.1 <i>Flowchart</i> Percobaan Sistem Deteksi Kapal .....	49
Gambar 4.2 Kumpulan <i>Dataset</i> .....	50
Gambar 4.3 <i>Labelling</i> dan Annotasi .....	51
Gambar 4.4 Hasil Metrik Terhadap <i>Epoch</i> .....	58
Gambar 4.5 <i>Precision-Confidence Curve</i> .....	59
Gambar 4.6 <i>Recall-Confidence Curve</i> .....	60
Gambar 4.7 <i>Precision-Recall Curve</i> .....	61

Gambar 4.8 Tampilan "Home" Flask.....	62
Gambar 4.9 Skematik Sistem Perkiraan Koordinat .....	63
Gambar 4.10 <i>Wiring Diagram</i> Sistem Perkiraan Koordinat .....	63
Gambar 4.11 Hasil Bacaan Module GPS.....	64
Gambar 4.12 Hasil Bacaan MPU6050 .....	65
Gambar 4.13 Tampilan Pada Telegram .....	67
Gambar 4.14 Hasil Pembacaan dalam Inputan Citra .....	68
Gambar 4.15 Pembacaan Perkiraan Lokasi .....	69

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Confusion Matrix</i> .....	19
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu .....	29
Tabel 3.1 Rencana Jadwal Penelitian .....	38
Tabel 4.1 Augmentasi <i>Dataset</i> .....	53
Tabel 4.2 Percobaan Training Model .....	57
Tabel 4.3 <i>Confusion Matrix</i> Percobaan ke-5 .....	59
Tabel 4.4 Pengujian Module GPS.....	64
Tabel 4.5 Hasil Bacaan Sensor MPU6050 .....	66