



**UNIVERSITAS PERTAHANAN REPUBLIK INDONESIA**

**SISTEM KLASIFIKASI DAN DETEKSI PESAWAT TANPA  
AWAK BERBASIS *DEEP LEARNING*, *INTERNET OF  
MILITARY THINGS*, DAN SISTEM KONTROL PID**

**MUHAMMAD AZKA VERSANTARIQH LESMANA 320200402016**

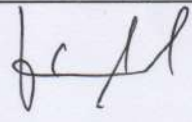


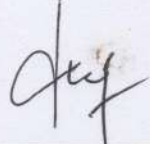

**Skripsi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam  
Mendapatkan Gelar Sarjana**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI PERTAHANAN  
TEKNIK ELEKTRO**

**BOGOR 2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

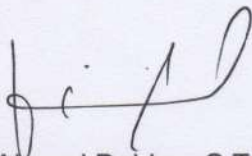
Nama : Muhammad Azka Versantariqh Lesmana  
NIM : 320200402016  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan  
Judul Penelitian : Sistem Klasifikasi dan Deteksi Pesawat Tanpa Awak Berbasis *Deep Learning*, *Internet Of Military Things*, dan Sistem Kontrol PID

No	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1	Pembimbing I Nama : Iqbal Ahmad Dahlan, S.T, M.T NIP. 199007222022031001		15 Juli 2024
2	Pembimbing II Nama : Dr. Hendrana Tjahjadi, S.T., M.Si NIDN. 0321077101		17 Juli 2024
3	Penguji I Nama : Herwin Melyanus Hutapea, S.ST., M.T. NIDN. 0102078302		15 Juli 2024
4	Penguji II Nama : Ir. R. Apip Miptahudin, AMd., S.T., M.T., CIQaR, CIQnR., IPM., Asean Eng. NIDN. 0406047403		16 Juli 2024
5	Penguji III Nama : Kolonel Mar Agus Sunardi, S.H., M.H., M.Han., CHRM P NRP. 10418/P		15 Juli 2024

## LEMBAR PERSETUJUAN PENELITIAN

Nama : Muhammad Azka Versantariqh Lesmana  
NIM : 320200402016  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan  
Judul Penelitian : Sistem Klasifikasi dan Deteksi Pesawat Tanpa Awak Berbasis *Deep Learning*, *Internet Of Military Things*, dan Sistem Kontrol PID

Dosen Pembimbing I

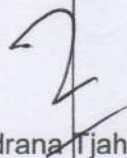


Iqbal Ahmad Dahlan, S.T, M.T

NIP. 199007222022031001

Tanggal: 15 Juli 2024

Dosen Pembimbing II



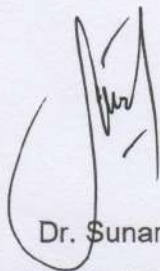
Dr. Hendrana Tjahjadi, S.T., M.Si

NIDN. 0321077101

Tanggal: 17 Juli 2024

Mengetahui,

Kepala Program Studi

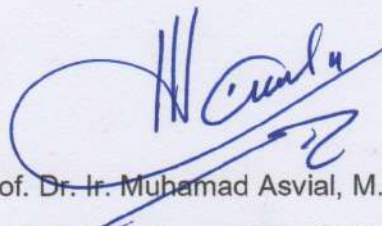


Dr. Sunarta, M.T

Kolonel Laut (E) NRP. 12898/P

Tanggal: 15 Juli 2024

Dekan Fakultas Sains dan  
Teknologi Pertahanan



Prof. Dr. Ir. Muhamad Asvial, M.Eng

Pembina Utama Muda IV/C

NIP. 199009042022031002

Tanggal: 15 Juli 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, 4 Juni 2024



Muhammad Azka  
Versantariqh Lesmana

## KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulisan skripsi dengan judul: " Sistem Klasifikasi dan Deteksi Pesawat Tanpa Awak Berbasis *Deep Learning*, *Internet Of Military Things*, dan Sistem Kontrol PID " dapat diselesaikan.

Penyusunan skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan Universitas Pertahanan RI.

Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini Kadet Mahasiswa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Iqbal Ahmad Dahlan, S.T, M.T, selaku Dosen Pembimbing 1
2. Dr. Hendrana Tjahjadi, S.T., M.Si, selaku Dosen Pembimbing 2
3. Kedua orang tua yang membantu secara moril dan materil

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

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih kurang sempurna, oleh karena itu dengan kerendahan hati mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi kesempurnaan skripsi ini.

Bogor, 4 Juni 2024



Muhammad Azka  
Versantariqh Lesmana

## ABSTRAK

### SISTEM KLASIFIKASI DAN DETEKSI PESAWAT TANPA AWAK BERBASIS DEEP LEARNING, INTERNET OF MILITARY THINGS, DAN SISTEM KONTROL PID

Indonesia merupakan negara kepulauan yang berada diantara dua benua dan dua Samudra. Banyaknya pulau membuat Indonesia kaya akan sumber daya alam, namun hal tersebut membuat Indonesia memiliki banyak ancaman dari segi militer maupun non-militer. Salah satu ancaman besar bagi negara maritim yang memiliki banyak pulau adalah ancaman udara. Ancaman ini meliputi serangan langsung menggunakan pesawat baik yang berawak maupun tidak berawak, serta penggunaan kendaraan udara untuk kegiatan intelijen dan pengawasan. Alat utama sistem senjata (Alutsista) merupakan komponen pertahanan nasional yang mengatasi ancaman terhadap negara. Pengembangan alutsista di Indonesia haruslah mengikuti perkembangan teknologi yang akan membuat alutsista bekerja cepat dan efisien. Dalam penelitian ini penulis membuat sistem klasifikasi dan pengintaian terhadap wahana pesawat tanpa awak sebagai instrumen dari alutsista guna menjaga pertahanan udara. Sistem ini menggunakan YOLOv8 untuk mengklasifikasikan objek yaitu pesawat tanpa awak dengan nilai *mean Average Precision* (mAP) sebesar 78,1%. Kemudian pada sistem pengintaian digunakan dua servo untuk sebagai sumbu yaw dan sumbu pitch serta sistem kontrol untuk kedua servo yaitu *Propositional, Integrative, Derivative* (PID). Penggunaan sistem kontrol PID sangat memengaruhi pergerakan servo secara signifikan baik secara dinamis maupun statis. Pada sistem juga dibuat notifikasi melalui telegram sebagai monitoring untuk sistem dengan nilai rata-rata FPS 9,6. Antarmuka yang digunakan penulis adalah Flask sebagai antarmuka melalui situs dengan rata-rata FPS 6,8 dan MIT App inventor sebagai antarmuka melalui *smartphone* dengan rata-rata FPS 7,6. Dengan demikian, sistem klasifikasi dan pengintaian pesawat tanpa awak yang dikembangkan dalam penelitian ini mampu memberikan kontribusi signifikan terhadap pertahanan udara Indonesia, dengan kinerja yang terbukti melalui penerapan YOLOv8 untuk klasifikasi, penggunaan kontrol PID untuk pergerakan servo, serta integrasi notifikasi dan antarmuka berbasis situs dan *smartphone*.

**Kata kunci:** pertahanan udara, YOLOv8, PID, Telegram, Flask, MIT App Inventor.

## ABSTRACT

### UNMANNED AERIAL VEHICLE CLASSIFICATION AND DETECTION SYSTEM BASED ON DEEP LEARNING, INTERNET OF MILITARY THINGS, AND PID CONTROL SYSTEM

Indonesia is an archipelagic country located between two continents and two oceans. The large number of islands makes Indonesia rich in natural resources, but Indonesia has many threats from a military and non-military perspective. One of the significant threats to maritime countries that have many islands is air threats. This threat includes direct attacks using both manned and unmanned aircraft, as well as the use of air vehicles for intelligence and surveillance activities. The primary weapon system (Alutsista) is a component of national defense that addresses threats to the country. Developing defense equipment in Indonesia must follow technological developments that will make defense equipment work quickly and efficiently. In this research, the author created a classification and reconnaissance system for flying vehicles as instruments of defense equipment to maintain air defense. This system uses YOLOv8 to classify unmanned aircraft objects with a mean Average Precision (mAP) value of 78.1%. Then, in the surveillance system, two servos are used as the yaw axis and pitch axis, and the control system for the two servos is Proportional, Integrative, and Derivative (PID). Using a PID control system greatly influences servo movement dynamically and statically. The system also provides notifications via telegram as monitoring for the system, with an average FPS value of 9.6. The author uses Flask as an interface via a website with an average FPS of 6.8 and MIT App Inventor as an interface via a smartphone with an average FPS of 7.6. Thus, the flying vehicle classification and reconnaissance system developed in this research can make a significant contribution to Indonesia's air defense, with proven performance through the application of YOLOv8 for classification, the use of PID control for servo movements, as well as the integration of website and smartphone-based notifications and interfaces.

**Keywords:** air defense, YOLOv8, PID, Telegram, Flask, MIT App Inventor.

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PENELITIAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN ORISIONALITAS .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GRAFIK.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	8
1.3 Rumusan Masalah.....	9
1.4 Pembatasan Masalah .....	9
1.5 Tujuan Penelitian .....	10
1.6 Manfaat Penelitian .....	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	12
2.1 Landasan Teori.....	12
2.1.1 Sistem Pertahanan Udara .....	12
2.1.2 <i>Object Detection</i> .....	13
2.1.3 <i>Object Classification</i> .....	17
2.1.4 <i>Object Tracking</i> .....	18
2.1.5 YOLOv8 .....	20
2.1.6 Internet of Military Things .....	22
2.1.7 Telegram.....	24
2.1.8 Flask .....	25

2.1.9	MIT App Invertor .....	26
2.1.10	Arduino IDE.....	27
2.1.11	Motor Servo TD8120MG .....	28
2.2	Penelitian Terdahulu.....	32
2.3	Kerangka Berpikir .....	36
2.4	Hipotesis.....	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		39
3.1	Metode dan Desain Penelitian .....	39
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian .....	42
3.3	Alat dan Bahan .....	43
3.4	Variabel Penelitian.....	43
3.5	Populasi dan Sampel.....	45
3.6	Prosedur Penelitian .....	45
3.7	Metode Analisis .....	47
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....		49
4.1	Hasil .....	49
4.2	Pembahasan .....	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		72
5.1	Kesimpulan.....	72
5.2	Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA.....		75
LAMPIRAN .....		79

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Alutsista Indonesia .....	2
Gambar 1.2. (a) Serangan Udara oleh Russia ke Ukraina (b) Kota di Ukraina yang Terkena Serangan Udara.....	5
Gambar 2.1. Sistem Pertahanan Udara Iron Dome Israel .....	12
Gambar 2.2. Algoritma RCNN .....	13
Gambar 2.3. Algoritma YOLO .....	14
Gambar 2.4. Algoritma SSD .....	15
Gambar 2.5. Arsitektur YOLOv8 .....	21
Gambar 2.6. Skema IoMT.....	23
Gambar 2.7. Bot Telegram .....	24
Gambar 2.8. MIT App Inventor.....	27
Gambar 2.9. Arduino IDE.....	28
Gambar 2.10. (a) Skematik Servo (b) Servo motor TD8120MG .....	29
Gambar 2.11. (a) Skematik Arduino Uno (b) Arduino UNO .....	30
Gambar 2.12. Kamera USB 2.0 8 MP .....	31
Gambar 2.13. Kerangka berpikir sistem.....	37
Gambar 3.1. Perspektif koordinat kamera.....	39
Gambar 3.2. Diagram <i>hardware</i> .....	40
Gambar 3.3. Desain sistem kontrol .....	41
Gambar 3.4. Variabel penelitian.....	44
Gambar 3.5. Prosedur penelitian .....	46
Gambar 3.6. Metode analisis .....	47
Gambar 4.1. Dataset gambar pesawat tanpa awak .....	49
Gambar 4.2. Gambar validasi .....	50
Gambar 4.3. Label gambar .....	50
Gambar 4.4. Training data menggunakan Google Collab .....	51
Gambar 4.5. Hasil pendeteksian pada gambar .....	51
Gambar 4.6. Inisiasi kamera.....	52
Gambar 4.7. Memasukkan algoritma ke gambar kamera.....	52
Gambar 4.8. Memasukkan bounding box ke objek yang terdeteksi .....	53

Gambar 4.9. Mengubah format gambar menjadi JPEG .....	53
Gambar 4.10. Menampilkan gambar.....	54
Gambar 4.11. Perangkat keras berupa servo .....	54
Gambar 4.12. Mencari titik tengah objek.....	55
Gambar 4.13. Nilai Kp dan Kd .....	55
Gambar 4.14. Kalkulasi nilai PID .....	56
Gambar 4.15. Pengkodisian error terhadap titik.....	57
Gambar 4.16. Menggerakkan servo .....	57
Gambar 4.17. Memperbarui nilai error .....	57
Gambar 4.18. Kode Notifikasi Telegram .....	59
Gambar 4.19. Membuat sebuah instance aplikasi Flask dalam <i>framework</i> .....	61
Gambar 4.20. Mendefinisikan rute utama untuk aplikasi <i>web</i> Flask .....	61
Gambar 4.21. Kode <i>web video streaming</i> .....	61
Gambar 4.22. Menghubungkan video ke <i>web</i> .....	61
Gambar 4.23. Menjalankan aplikasi Flask .....	62
Gambar 4.24. <i>Video streaming</i> menggunakan Flask Python .....	62
Gambar 4.25. Desain antarmuka .....	63
Gambar 4.26. Diagram blok untuk antarmuka.....	63
Gambar 4.27. (a), (b), dan (c) <i>Video monitoring</i> menggunakan MIT App Inventor .....	64
Gambar 4.28. Grafik hasil YOLOv8 .....	66
Gambar 4.29. Confussion Matrix Model.....	67

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel <i>timeline</i> penelitian .....	42
---	----

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 2.1. Grafik komparasi performa Algoritma Faster RCNN, SSD500, dan YOLO .....	16
Grafik 4.1. Grafik perbandingan sudut servo dengan PID dan tidak menggunakan PID secara dinamis .....	68
Grafik 4. 2. Grafik Perbandingan sudut Servo dengan PID dan tidak menggunakan PID secara statis .....	69
Grafik 4.3. Grafik error nilai titik tengah objek terhadap titik tengah frame .....	69
Grafik 4.4. Grafik respon FPS terhadap notifikasi telegram.....	70
Grafik 4.5. Grafik perbandingan FPS menggunakan jaringan lokal, lokal, dan MIT APP Inventor .....	71