

**IMPLEMENTASI TEKNOLOGI LoRA UNTUK SISTEM PATROLI PADA
UNMANNED SURFACE VEHICLE (USV) MENGGUNAKAN
PENGOLAHAN CITRA DENGAN ALGORITMA *YOU ONLY LOOK ONCE*
(YOLO)**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada
Program Studi Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi



Disusun Oleh:

Muhammad Farrel Alfarisy

40040320650065

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

**IMPLEMENTASI TEKNOLOGI LoRA UNTUK SISTEM PATROLI PADA
UNMANNED SURFACE VEHICLE (USV) MENGGUNAKAN PENGOLAHAN
CITRA DENGAN ALGORITMA YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO)**

Diajukan oleh :

Muhammad Farrel Alfarisy

40040320650065

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA DENGAN BAIK OLEH

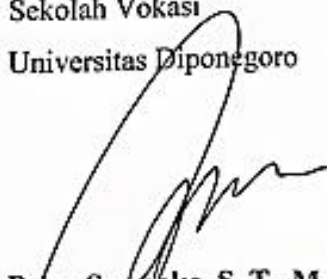
Dosen Pembimbing



Ari Bawono Putranto, S. Si., M. Si.
NIP. 198501252019031007

Tanggal : 27 Desember 2024

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri
Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro



Priyo Sasnoko, S. T., M. Eng.
NIP. 197009161998021001

Tanggal : 27 Desember 2024

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI TEKNOLOGI LoRA UNTUK SISTEM PATROLI PADA
UNMANNED SURFACE VEHICLE (USV) MENGGUNAKAN PENGOLAHAN
CITRA DENGAN ALGORITMA *YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO)*

Disusun oleh :

Muhammad Farrel Alfarisy

40040320650065

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji pada tanggal

27 Desember 2024

Tim Penguji,

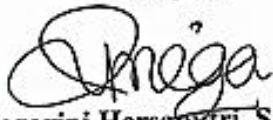
Pembimbing



Ari Bawono Putranto, S. Si., M. Si.

NIP. 198501252019031007

Penguji 1



Megarini Hersaputri, S.T., M.T.

NIP. 198902142020122012

Penguji 2




Lisa'Yihaa Roodhiyah, S.Si., M.Si

NIP. H.7. 199210062022042001

Mengetahui,

Ketua Program Studi S.Tr. Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro



Priyo Sasmoko, ST, M.Eng

NIP. 197009161998021001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

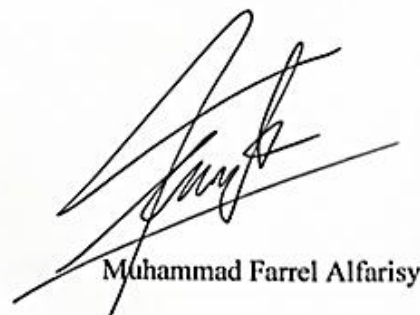
Nama : Muhammad Farrel Alfarisy
NIM : 40040320650065
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Judul Tugas Akhir : **IMPLEMENTASI TEKNOLOGI LORA
UNTUK SISTEM PATROLI PADA
UNMANNED SURFACE VEHICLE (USV)
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA
DENGAN ALGORITMA *YOU ONLY LOOK
ONCE* (YOLO)**

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dirujuk dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 tahun 2010 dan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 27 Desember 2024

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Farrel Alfarisy

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah Tugas Akhir ini sudah selesai, penyelesaian Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua beserta adik kandung saya yang selalu senantiasa memberikan semangat, doa, dan nasihat agar penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi.
3. Bapak Ari Bawono Putranto, S. Si., M. Si., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir.
4. Hanifah Minang Saraswati yang sudah banyak mendoakan, mendukung dan menemani dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Rekan satu kontrakan Gondang Timur II dan rekan di luar kontrakan (Abhista Endra Galan Padantya, Adel Rizvan, Ayyash Dhiya Ulhaq, Muhammad Alwan Leksana, Ihsanudin Abdullah Aziz, Arya Budi Pratama, Fadli Ramadhan, Hanifan Aziz, Agil Kurniawan, Adam Asahi, Devid Rezki Amanda, Nicholas Kusumajati Ranawijaya, Ghani Bintang Ramadhan, Muhammad Fahrul Rozy, dan Gayuh Aji Pangestu), penulis mengucapkan terima kasih banyak dalam dukungan dan bantuan selama menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Rekan satu Angkatan yaitu Quatro (Angkatan 2020) Teknologi Rekayasa Otomasi yang saling memberikan semangat, dukungan, dan informasi mengenai tugas akhir.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji Syukur saya panjatkan kehadirat Allah Subhananuwata'ala Tuhan semesta alam yang senantiasa memberikan nikmat kepada makhluk-Nya dan atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Implementasi Teknologi LoRa Untuk Sistem Patroli Pada *Unmanned Surface Vehicle* (USV) Menggunakan Pengolahan Citra Dengan Algoritma *You Only Look Once* (YOLO). Semoga kelak berguna bagi diri sendiri dan orang lain. Dalam keberjalanan tugas akhir ini penulis tak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si selaku Dekan Sekolah Vokasi.
2. Bapak Priyo Sasmoko, S.T, M.Eng selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi.
3. Bapak Ari Bawono Putranto, S. Si., M. Si., selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang sudah membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
4. Kedua orang tua yaitu Bapak Agus Mudhir dan Ibu Elza Matalita beserta adik kandung yaitu Vanya Athaya Ramadina yang selalu memberi semangat, dukungan, dan doa kepada penulis.
5. Hanifah Minang Saraswati yang selalu memberikan dukungan sepenuh hati dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
6. ABO rekan satu daerah yang sudah memberikan semangat dan doa kepada penulis.
7. Rekan Teknologi Rekayasa Otomasi Angkatan 2020 (Quatro) yang telah memberi dukungan dalam penyelesaian tugas akhir
8. Ibu Mukayah selaku ibu kontrakan Gondang Timur 2 yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna dalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis meminta maaf apabila terdapat kekurangan atau kesalahan pada laporan tugas akhir ini. Kepada semua pihak penulis berharap

semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan bisa dijadikan referensi untuk pengembangan selanjutnya yang lebih baik.

Semarang, 27 Desember 2024

Penulis

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping letters and lines, positioned above the printed name.

Muhammad Farrel Alfarisy

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	i
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
<i>ABSTRACT</i>	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Tugas Akhir.....	3
1.4 Manfaat Tugas Akhir.....	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Laporan Tugas Akhir	4
BAB II DASAR TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Arduino Uno	6
2.3 <i>Buzzer</i>	8
2.4 LoRa.....	9
2.5 <i>Artificial Intelligence</i>	10
2.6 <i>Object Detection</i>	12
2.7 YOLO (<i>You Only Look Once</i>).....	14
2.8 Roboflow.....	19
2.9 Google Colab	20
2.10 <i>Evaluation Metrics</i>	21
2.11 <i>Open Computer Vision (OpenCV)</i>	26

2.12	<i>Computer Vision</i>	27
2.13	<i>Webcam</i>	28
2.14	Dot Matriks	29
2.15	<i>Graphical User Interface</i>	30
2.16	Javascript.....	30
2.17	<i>Framework Flask</i>	31
2.18	HTML (HyperText Markup Language)	31
2.19	CSS (Cascading Style Sheets).....	31
2.20	<i>Visual Studio Code</i>	32
2.21	Arduino IDE.....	32
BAB III METODE PENELITIAN		34
3.1	Diagram Blok Sistem.....	34
3.2	Gambar 3D Alat	35
3.3	Spesifikasi dan Fitur	37
3.4	Teknik Fabrikasi.....	37
3.4.1	Perancangan Sistem Mekanik dan Perangkat Keras	38
3.4.2	Perancangan Sistem Elektrik	39
3.4.3	Perancangan Sistem Perangkat Lunak atau <i>Software</i>	40
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA		55
4.1	Pengukuran dan Uji Fungsionalitas Komponen.....	55
4.1.1	Lo-Ra	55
4.1.2	Buzzer dan Dot Matriks	60
4.2	Hasil Uji Pelatihan Model Deteksi Objek.....	62
4.3	Percobaan Kecepatan Mendeteksi	65
4.4	Pengujian Kinerja Sistem Deteksi Objek.....	70
4.5	Pengujian Keseluruhan Sistem dengan Aplikasi Berbasis WEB	78
BAB V KESIMPULAN.....		82
5.1	Kesimpulan	82
5.2	Saran	83
DAFTAR PUSTAKA.....		84
LAMPIRAN.....		86

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno	7
Tabel 2.2 Spesifikasi Buzzer	9
Tabel 2.3 Spesifikasi LoRa Ebyte E220-400T22D	10
Tabel 2.4 Kinerja Tipe Model YOLOv5	18
Tabel 2.5 Interpretasi Dari Nilai F1-score	23
Tabel 2.6 Prediksi Confidence Score	23
Tabel 2.7 Spesifikasi Kamera Webcam 1080P Full HD	29
Tabel 3.1 Kebutuhan Bahan Mekanikal	38
Tabel 4.1 Pengukuran Daya LoRa	55
Tabel 4.2 Pengujian komunikasi LoRa di Dua Kondisi	56
Tabel 4.3 Pengujian jarak komunikasi LoRa dengan parameter data RSSI dan speed	57
Tabel 4.4 Pengukuran Buzzer dan Dot Matriks	60
Tabel 4.5 Pengujian Buzzer	61
Tabel 4.6 Pengujian Display LED Dot Matriks	62
Tabel 4.7 Kecepatan deteksi pada jarak 100 cm	65
Tabel 4.8 Kecepatan deteksi pada jarak 150 cm	66
Tabel 4.9 Kecepatan deteksi pada jarak 200 cm	68
Tabel 4.10 Uji Fungsionalitas Komponen atau Elemen Pada GUI	78
Tabel 4.11 Pengujian Keseluruhan Sistem	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arduino Uno[4].....	7
Gambar 2.2 Buzzer	8
Gambar 2.3 Modul LoRa Ebyte E220-400T22D[7].....	10
Gambar 2.4 Korelasi AI, ML, dan DL.....	11
Gambar 2.5 Tahapan Umum One-Stage Detector dan Two-Stage Detector	13
Gambar 2.6 Roadmap Perkembangan Deteksi Objek Selama Dua Dekade Terakhir	14
Gambar 2.7 Komponen bounding box pada YOLO	15
Gambar 2.8 Diagram Algoritma YOLO	16
Gambar 2.9 Prediksi Bounding Box Sebelum dan Sesudah Operasi NMS.....	16
Gambar 2.10 Kinerja Pada Setiap Tipe YOLOv5.....	18
Gambar 2.11 Logo Roboflow	20
Gambar 2.12 Logo Google Colaboratory	20
Gambar 2.13 Tabel Confusion Metrics.....	21
Gambar 2.14 Contoh Penggunaan IoU Dengan Threshold Bernilai 0,4	25
Gambar 2.15 Logo OpenCV.....	26
Gambar 2.16 HD 1080P Webcam Eyesec	28
Gambar 2.17 Dot Matriks 8x8 MAX7219.....	29
Gambar 2.18 Logo Visual Studio Code.....	32
Gambar 2.19 Logo Arduino IDE	33
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem.....	34
Gambar 3.2 Design 3D Box Transmitter	36
Gambar 3.3 Design 3D Box Receiver	36
Gambar 3.4 Box Transmitter	38
Gambar 3.5 Box Receiver	39
Gambar 3.6 Diagram Skema Komponen Elektrikal Pada Transmitter.....	39
Gambar 3.7 Diagram Skema Komponen Elektrikal Pada Receiver	40
Gambar 3.8 Flowchart Sistem Deteksi Objek Dengan Kamera Webcam	41
Gambar 3.9 Flowchart Tahap Membuat Model YOLO.....	43

Gambar 3.10 Pengambilan Posisi Foto.....	44
Gambar 3.11 Anotasi Dengan Labelling Objek.....	45
Gambar 3.12 Data Pada Train Set, Valid Set, dan Test Set.....	45
Gambar 3.13 Rincian Preprocessing dan Augmentation Data	46
Gambar 3.14 Hasil Preprocessing dan Augmentasi.....	47
Gambar 3.15 File Images Hasil Data Exploration.....	47
Gambar 3.16 File labels Hasil Data Exploration	48
Gambar 3.17 Format Anotasi YOLO.....	48
Gambar 3.18 Isi data.yaml.....	49
Gambar 3.19 Salinan Google Colab	50
Gambar 3.20 Notebook Setting Google Colab	50
Gambar 3.21 Paste Path data.yaml	51
Gambar 3.22 File Model Terlatih	52
Gambar 3.23 Tampilan Pada Visual Studio Code.....	53
Gambar 3.24 Tampilan Graphical User Interface.....	54
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Jarak dan RSSI.....	60
Gambar 4.2 Hasil Pengujian Dot Matriks	61
Gambar 4.3 Grafik evaluasi train model	63
Gambar 4.4 Confusion metrics model.....	64
Gambar 4.5 Percobaan Kecepatan Mendeteksi Dengan jarak 100 cm.....	66
Gambar 4.6 Percobaan Kecepatan Mendeteksi Dengan jarak 150 cm.....	68
Gambar 4.7 Percobaan Kecepatan Mendeteksi Dengan jarak 200 cm.....	69
Gambar 4.8 Grafik Nilai Confidence Terhadap Jarak	75
Gambar 4.9 Grafik Nilai Precision Terhadap Jarak	76
Gambar 4.10 Grafik Nilai Recall Terhadap Jarak.....	77
Gambar 4.11 Grafik Nilai F1-Score Terhadap Jarak	77
Gambar 4.12 Pengujian Keseluruhan Sistem Dengan 1 Objek	79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Pengukuran Tegangan dan Arus LoRa Untuk Receiver dan Transmitter	86
Lampiran 2. Pengujian komunikasi LoRa dengan acuan jarak pada Gmaps	87
Lampiran 3. Gambar pengukuran tegangan dan arus untuk buzzer dan dot matriks.....	88
Lampiran 4 Hasil Gambar Pendeteksian Untuk Tabel 4.10	89
Lampiran 5. Program Saat Menjalankan Deteksi Objek Pada Viscode Sebagai Transmitter Data.....	103
Lampiran 6. Program Untuk Receiver	110
Lampiran 7. Script code .html	113
Lampiran 8. Script Code .css	117
Lampiran 9. Datasheet Arduino Uno.....	120
Lampiran 10. Datasheet LoRa Ebyte e220-400t222d	122
Lampiran 11. Datasheet Buzzer.....	123
Lampiran 12. Datasheet Dot Matriks 8x8 MAX7219	124
Lampiran 13. Pengujian Keseluruhan Sistem dengan 2 sampai 4 Objek Korban	125

ABSTRAK

IMPLEMENTASI TEKNOLOGI LoRA UNTUK SISTEM PATROLI PADA *UNMANNED SURFACE VEHICLE (USV)* MENGGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DENGAN ALGORITMA *YOU ONLY LOOK ONCE* (YOLO)

Muhammad Farrel Alfarisy

Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

Kecelakaan kapal menjadi salah satu permasalahan utama di perairan yang memerlukan sistem pendeteksian korban secara cepat dan akurat untuk mendukung upaya penyelamatan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem deteksi objek korban manusia tenggelam menggunakan algoritma YOLOV5S yang diintegrasikan dengan modul komunikasi LoRa Ebyte e220-400T22D untuk pengiriman data secara *real-time* ke *receiver*. Data yang diterima untuk mengaktifkan buzzer dan menampilkan sebuah kata “TERDETEKSI” pada dot matriks yang digunakan sebagai penanda. Sistem juga dilengkapi dengan aplikasi berbasis web yang berfungsi sebagai GUI (*Graphical User Interface*) untuk menampilkan video deteksi dan data log yang berisikan waktu, nilai *confidence* objek terdeteksi, dan jumlah objek terdeteksi. Pengujian yang dilakukan mencakup akurasi deteksi objek, keberhasilan pengaktifan perangkat *receiver*, jarak transmisi LoRa, serta fungsionalitas komponen atau elemen GUI. Hasil menunjukkan bahwa *pre-trained* model terlatih algoritma YOLOV5S memiliki nilai *precision* 96.1%, nilai *recall* 94.6%, nilai *mAP@50* 97.1%, dan nilai *mAP@50-95* 60.7%. *Receiver* berhasil menerima data dan mengaktifkan buzzer serta dot matriks tanpa kendala. Jarak transmisi LoRa mencapai 200 meter. Komponen atau elemen pada tampilan GUI dapat bekerja sesuai spesifikasinya. Namun kemampuan kamera dalam mendeteksi objek terjauh hingga jarak 240 cm, diatas jarak tersebut kamera tidak dapat mendeteksi objek.

Kata Kunci: YOLOv5s, LoRa, GUI Berbasis Web, Deteksi Objek.

ABSTRACT

IMPLEMENTASI TEKNOLOGI LoRA UNTUK SISTEM PATROLI PADA UNMANNED SURFACE VEHICLE (USV) MENGGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DENGAN ALGORITMA *YOU ONLY LOOK ONCE* (YOLO)

Muhammad Farrel Alfarisy

Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

Ship accidents are one of the main problems in waters that require a fast and accurate victim detection system to support rescue efforts. This study aims to develop a human victim object detection system using the YOLOV5S algorithm integrated with the LoRa Ebyte e220-400T22D communication module for real-time data transmission to the receiver. The data received is used to activate the buzzer and display the word "DETECTED" on the dot matrix used as a marker. The system is also equipped with a web-based application that functions as a GUI (Graphical User Interface) to display detection videos and log data containing time, confidence value of detected objects, and number of detected objects. The tests carried out include object detection accuracy, successful activation of the receiver device, LoRa transmission distance, and the functionality of GUI components or elements. The results show that the pre-trained model trained by the YOLOV5S algorithm has 96.1% precision value, 94.6% recall value, 97.1% mAP@50, and 60.7% mAP@50-95. The receiver successfully received data and activated the buzzer and dot matrix without any problems. The LoRa transmission distance reaches 200 meters. The components or elements on the GUI display can work according to their specifications. However, the camera's ability to detect objects is furthest up to a distance of 240 cm, above that distance the camera cannot detect objects.

Keywords: YOLOv5s, LoRa, Web-based GUI, Object Detection.