



UNIVERSITAS PERTAHANAN REPUBLIK INDONESIA

**INTEGRASI SENSOR DETEKSI GAS DAN DEBU BERBASIS
LORA DENGAN *HUMAN DETECTION* PADA *DRONE* UNTUK
MENDUKUNG OPERASI *SEARCH AND RESCUE* TNI**

AUDIRIALY NAUFAL ADAMA 320210402004

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

FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI PERTAHANAN

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

BOGOR, 2025

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Audirialy Naufal Adama
NIM : 320210402004
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknik dan Teknologi Pertahanan
Judul Skripsi : Integrasi Sensor Deteksi Gas dan Debu Berbasis LoRa Dengan *Human detection* Pada *Drone* Untuk Mendukung Operasi *Search and Rescue* TNI

Dosen Pembimbing I



Dr. Sunarta, M.T.
Kolonel Laut (E) NRP. 12898/P
Tanggal: 30 JUNI 2025

Dosen Pembimbing II



Dananjaya Ariateja, S.T., M.Eng.
NIP.199310272022031002
Tanggal: 26 JUNI 2025

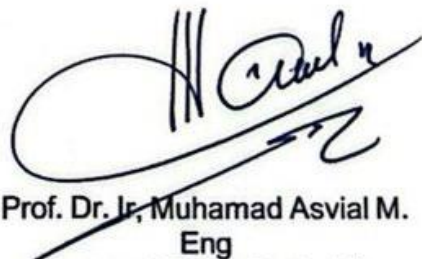
Mengetahui,

Kepala Program Studi
Teknik Elektro



Dr. Sunarta, M.T.
Kolonel Laut (E) NRP. 12898/P
Tanggal: 30 JUNI 2025

Dekan Fakultas Teknik dan
Teknologi Pertahanan



Prof. Dr. Ir. Muhamad Asvial M.
Eng
Pembina Utama Muda IV/c
Tanggal: 4 JULI 2025

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Audirialy Naufal Adama
 NIM : 320210402004
 Program Studi : Teknik Elektro
 Fakultas : Fakultas Teknik dan Teknologi Pertahanan
 Judul Skripsi : Integrasi Sensor Deteksi Gas dan Debu
 Berbasis LoRa Dengan *Human detection* Pada
 Drone Untuk Mendukung Operasi *Search and
 Rescue* TNI

No	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dosen Pembimbing I: Dr. Sunarta, M.T. Kolonel Laut (E) NRP. 12898/P		26/6 '25
2.	Dosen Pembimbing II: Dananjaya Ariateja, S.T., M.Eng. NIP.199310272022031002		26/6 '25
3.	Dosen Penguji I: Dr. H.A. Danang R, S.Si., M.T., M.Tr.Opsla., C.E.H.,CSBA., IPM., ASEAN Eng. Kolonel Laut (E) NRP.10829/P		25/6 '25
4.	Dosen Penguji II: Ria Aprilliyani, S.T., M.Sc. NIDN. 4722049501		27/6 '25
5.	Dosen Penguji III: Ahmad Darwin, S.E., M.Pd. Penata Tk. I III/d NIP. 197105252006041001		29/6 '25

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apa pun 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, 2 Maret 2025



Audirialy Naufal Adama

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap syukur kepada Allah, saya dapat menyelesaikan penyusunan naskah skripsi ini dengan judul " Integrasi Sensor Deteksi Gas Dan Debu Berbasis LoRa Dengan *Human detection* Pada Drone Untuk Mendukung Operasi Search And Rescue TNI".

Penelitian ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Untuk itu saya ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Letnan Jenderal TNI (Purn.) Dr. Anton Nugroho, M.M.D.S., MA. selaku Rektor Universitas Pertahanan Republik Indonesia;
2. Dekan FTTP Prof. Dr. Ir. Muhamad Asvial, M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Teknologi Pertahanan;
3. Kaprodi Teknik Elektro Dr. Sunarta, M.T. sebagai dosen pembimbing satu;
4. Dosen Dananjaya Ariateja, S.T., M.Eng. sebagai dosen pembimbing dua;
5. Dosen Dr. H.A. Danang R, S.Si., M.T., M.Tr.Opsla., C.E.H., CSBA., IPM., ASEAN Eng., Ria Aprilliyani, S.T., M.Sc., Ahmad Darwin, S.E., M.Pd., selaku dosen penguji yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta kritik dan saran yang konstruktif sepanjang penelitian ini.
6. Ayah dan Ibu, untuk doa serta dukungan yang selalu diberikan.
7. Adik asuh yang telah memberikan dukungan moral sepanjang proses penelitian skripsi ini.
8. Teman-teman Teknik Elektro Cohort-2 seperjuangan yang selalu mendukung dan memberikan motivasi untuk selesainya penelitian ini.
9. Serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan dalam bentuk apapun kepada peneliti.

Naskah skripsi ini disusun dengan harapan dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan kualitas penelitian dan pengembangan *Search and Rescue* serta pengembangan *drone*. Saya menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, saya sangat mengharapkan saran dan kritik yang konstruktif untuk menyempurnakan ini di masa yang akan datang.

Bogor, 18 Maret 2025

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'A' followed by a series of vertical and horizontal strokes.

Audirialy Naufal Adama

ABSTRAK

Integrasi Sensor Deteksi Gas Dan Debu Berbasis LoRa Dengan *Human detection* Pada *Drone* Untuk Mendukung Operasi *Search And Rescue* TNI

Audirialy Naufal Adama

Tugas utama TNI tidak hanya terbatas pada operasi militer dalam menghadapi ancaman perang, tetapi juga mencakup Operasi Militer Selain Perang, seperti bantuan kemanusiaan, mitigasi bencana, dan pengamanan objek vital nasional. Salah satu tantangan dalam tugas tersebut adalah pemantauan kondisi lingkungan secara cepat dan akurat, terutama di wilayah yang sulit dijangkau. Penelitian ini bertujuan mengembangkan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) jenis *quadcopter* yang mampu mendeteksi kualitas udara dan keberadaan manusia dalam operasi pemantauan dan penyelamatan. UAV ini mengintegrasikan sensor Nova SDS011 dan MQ-series untuk mengukur parameter kualitas udara seperti PM2.5, PM10, CO, CO₂, NH₃, CH₄, dan LPG. Deteksi manusia dilakukan dengan algoritma YOLOv8 melalui pemrosesan citra, sedangkan komunikasi data *real-time* ke *ground station* menggunakan modul LoRa SX1278. Pengujian simulasi dilakukan di tiga titik dengan kondisi lingkungan berbeda, termasuk simulasi bencana menggunakan *flare* sebagai indikator udara kotor atau tercemar. Hasil menunjukkan bahwa UAV mampu mendeteksi peningkatan signifikan kadar PM2.5 dan PM10 pada kondisi bencana. Sistem komunikasi LoRa terbukti stabil hingga jarak 700 meter saat *drone* terbang dengan ketinggian sekitar 50 meter. Deteksi manusia menggunakan YOLOv8 juga berjalan efektif meskipun dalam kondisi lingkungan terganggu. Kesimpulannya, sistem UAV berbasis sensor gas dan *image processing* ini efektif untuk pemantauan kualitas udara dan pencarian korban secara *real-time*. Teknologi ini mendukung tugas TNI dalam mitigasi bencana dan pengamanan objek vital nasional, serta berpotensi dikembangkan lebih lanjut untuk berbagai kebutuhan operasi lapangan.

Kata Kunci: *Drone*, UAV, TNI, kualitas udara, YOLOv8, *human detection*, komunikasi LoRa, mitigasi bencana.

ABSTRACT

Integration of LoRa-Based Gas and Dust Detection Sensors with Human Detection on Drones to Support TNI Search and Rescue Operations

Audirialy Naufal Adama

The main duty of TNI is not only limited to military operations in response to wartime threats but also includes Military Operations Other Than War, such as humanitarian assistance, disaster mitigation, and the security of vital national assets. One of the key challenges in these tasks is the rapid and accurate monitoring of environmental conditions, especially in remote or hard-to-reach areas. This research aims to develop an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) of the quadcopter type, capable of detecting air quality and human presence during monitoring and rescue operations. This UAV integrates Nova SDS011 and MQ-series sensors to measure air quality parameters such as PM2.5, PM10, CO, CO2, NH3, CH4, and LPG. Human detection is performed using the YOLOv8 algorithm through image processing, while real-time data communication to the ground station is handled by the LoRa SX1278 module. Simulation testing was conducted at three locations with different environmental conditions, including a disaster simulation using flares as an indicator of polluted or contaminated air. The results show that the UAV successfully detected significant increases in PM2.5 and PM10 levels under simulated disaster conditions. The LoRa communication system remained stable up to 700 meters during flight with 50 meter altitude. Human detection using YOLOv8 also performed effectively, even in visually disrupted environments. In conclusion, this gas-sensor and image-processing-based UAV system is effective for real-time air quality monitoring and victim detection. The technology supports TNI tasks in disaster mitigation and the protection of vital national assets and has strong potential for further development in various field operations.

Keywords: Drone, UAV, TNI, air quality, YOLOv8, human detection, LoRa communication, disaster mitigation.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Landasan teori.....	6
2.2 Hasil Penelitian Terdahulu	14
2.3 Kerangka Berpikir	21
BAB III METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Metode dan Desain Penelitian	24
3.3 Alat dan Bahan	28
3.4 Prosedur Penelitian	29

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Perancangan <i>Hardware</i>	35
4.2 Kalibrasi Sensor	37
4.3 Implementasi LoRa Terhadap Sensor.....	83
4.4 Implementasi Sistem <i>Human detection</i>	88
4.5 Simulasi Pendeteksian Kualitas Udara dan <i>Human detection</i> ...	91
BAB V KESIMPULAN	84
5.1 Kesimpulan.....	84
5.2 Saran.....	85



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis sayap UAV	7
Gambar 2. 2 ESP8266	8
Gambar 2. 3 PM2.5 NOVA SDS011	8
Gambar 2. 4 Modul SX1278.....	9
Gambar 2. 5 Sensor Gas MQ-135	9
Gambar 2. 6 Sensor Gas MQ-9	10
Gambar 2. 7 Sensor Gas MQ-2	10
Gambar 2. 8 Sensor Gas MQ-7	11
Gambar 2. 9 DHT11	11
Gambar 2. 10 GPS NEO-6M V2	12
Gambar 2. 11 <i>Image Processing</i>	13
Gambar 2. 12 Kerangka Berpikir.....	21
Gambar 3. 1 Desain Penelitian	24
Gambar 3. 2 Flowchart Sistem Sensor	29
Gambar 3. 3 Perancangan Hardware TX (Transmitter) Dengan Software Fritzing	30
Gambar 3. 4 Perancangan Hardware RX (Receiver) Dengan Software Fritzing	31
Gambar 3. 5 Perancangan Pemrograman Software PyCharm	32
Gambar 3. 6 Diagram Cara Kerja Sistem Saat Operasi SAR	33
Gambar 4. 1 Desain Box Sensor	35
Gambar 4. 2 Proses Cetak 3D	36
Gambar 4. 3 Wiring Komponen RX TX	37
Gambar 4. 4 Kalibrasi Sensor MQ-135 Terhadap NH3 dan CO2.....	38
Gambar 4. 5 Grafik Datasheet MQ-135	38
Gambar 4. 6 Grafik Datasheet MQ-135	45
Gambar 4. 7 Kalibrasi Sensor Gas MQ-2	51
Gambar 4. 8 Grafik Datasheet MQ-2	52
Gambar 4. 9 Kalibrasi Sensor Gas MQ-9	59
Gambar 4. 10 Grafik datasheet MQ-9.....	59

Gambar 4. 11 Kalibrasi Sensor Gas MQ-7	66
Gambar 4. 12 Grafik datasheet MQ-7	66
Gambar 4. 13 Kalibrasi Sensor NOVA SDS011	73
Gambar 4. 14 Kalisbrasi Sensor DHT11	74
Gambar 4. 15 Kalisbrasi GPS	75
Gambar 4. 16 Box Sensor Pada Drone	85
Gambar 4. 17 Receiver di Ground Station	85
Gambar 4. 20 Representasi Jarak Tempuh Maksimal LoRa	86
Gambar 4. 21 Dokumentasi Kamera Drone Saat Pengujian LoRa	87
Gambar 4. 22 Proses <i>binding</i> <i>Googles</i> ke <i>Drone</i>	88
Gambar 4. 23 Proses <i>binding</i> <i>Googles</i> ke <i>Drone</i>	89
Gambar 4. 24 Proses <i>binding</i> <i>Googles</i> ke <i>Drone</i>	90
Gambar 4. 25 Hasil Deteksi	91
Gambar 4. 26 Persiapan di Area Penyelamatan	92
Gambar 4. 27 Sistem Monitoring RX TX	92
Gambar 4. 28 Penentuan <i>Waypoint</i>	75
Gambar 4. 29 Pelaksanaan Misi	76
Gambar 4. 30 Pelaksanaan Evakuasi Korban	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu yang Relevan	14
Tabel 3. 1 Rencana Jadwal Penelitian	27
Tabel 3. 2 Alat	28
Tabel 3. 3 Bahan	28
Tabel 4. 1 Power Regression Kurva NH3 Sensor MQ-135	39
Tabel 4. 2 <i>Power Regression</i> Sensor Mq-135 Terhadap Kurva CO2	45
Tabel 4. 3 <i>Power Regression</i> Sensor MQ-2 Terhadap Kurva LPG.....	53
Tabel 4. 4 <i>Power Regression</i> Sensor MQ-9 Terhadap Kurva CH4.....	60
Tabel 4. 5 <i>Power Regression</i> Sensor MQ-7 Terhadap Kurva CO	67
Tabel 4. 6 Data Uji Sensor MQ-135 (NH3).....	76
Tabel 4. 7 Data Uji Sensor MQ-135 (CO2).....	77
Tabel 4. 8 Data Uji Sensor MQ-2(LPG).....	77
Tabel 4. 9 Data Uji Sensor MQ-9 (CH4).....	78
Tabel 4. 10 Data Uji Sensor MQ-7 (CO).....	79
Tabel 4. 11 Data Uji Sensor DHT11 Terhadap Suhu	80
Tabel 4. 12 Data Uji Sensor DHT11 Terhadap Kelembapan	80
Tabel 4. 13 Data Uji Sensor NOVA SDS011 Terhadap PM2.5	81
Tabel 4. 14 Data Uji Sensor NOVA SDS011 Terhadap PM10	81
Tabel 4. 15 Data Uji GPS	82
Tabel 4. 16 Spesifikasi LoRa SX1278	83
Tabel 4. 18 Data Pengujian Jarak LoRa Dengan <i>Drone</i>	87
Tabel 4. 19 Data Uji Coba Pendeteksian Kualitas Udara dan <i>Human detection Dengan Drone</i>	79

DAFTAR SINGKATAN

GPS	: <i>Global Positioning System</i>
LoRa	: <i>Long Range</i>
PLA	: <i>Polylactic Acid</i>
PM	: <i>Particulate Matter</i>
RX	: <i>Receiver</i>
TNI	: <i>Tentara Nasional Indonesia</i>
TX	: <i>Transmitter</i>
DRONE	: <i>Unmanned Aerial Vehicle</i>
SAR	: <i>Search and Rescue</i>
UNHAN	: <i>Universitas Pertahanan</i>

