

**Implementasi *Global Positioning System* (GPS) pada *Smart Helmet*
Berbasis Intranet untuk Keselamatan dan Pemantauan Lokasi
Secara Langsung Pekerja Kontruksi**

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Anis Rosiani

221441004



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

Implementasi *Global Positioning System* (GPS) pada *Smart Helmet* Berbasis Intranet untuk Keselamatan dan Pemantauan Lokasi Secara Langsung Pekerja Kontruksi

Oleh:

Anis Rosiani

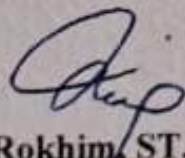
221441004

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program pendidikan
Sarjana Terapan (Diploma IV)
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, Tanggal, tahun

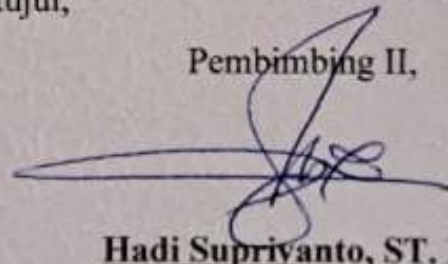
Disetujui,

Pembimbing I,



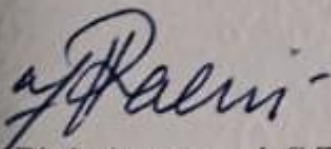
Ismail Rokhim, ST. MT
NIP. 197002161993031001

Pembimbing II,



Hadi Suprivanto, ST. MT
NIP. 196911081993031002

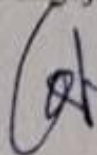
Penguji I,



Dr. Eng. Pipit Anggraeni, S.T.,
M.T., M.Sc. Eng.
NIP. 197908242005012001

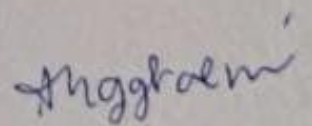
Disahkan,

Penguji I,



Sarosa Castrena A, S.Pd., M.T.
NIP. 198702252020121001

Pembimbing III,



Anggraeni Mulyadewi, S.Si.
NIP. 1996121720240620

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Anis Rosiani
NIM : 221441004
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Implementasi *Global Positioning System* (GPS)
pada *Smart Helmet* Berbasis Intranet untuk
Keselamatan dan Pemantauan Lokasi Secara
Langsung Pekerja Kontruksi

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 15 Agustus 2025
Yang Menyatakan,



(Anis Rosiani)
NIM 221441004

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Anis Rosiani
NIM : 221441004
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Implementasi *Global Positioning System (GPS)*
pada *Smart Helmet* Berbasis *Internet of Things*
untuk Keselamatan dan Pemantauan Lokasi
Real-Time Pekerja Kontruksi

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 15 Agustus 2025
Yang Menyatakan



(Anis Rosiani)
NIM 221441004

MOTO PRIBADI

Menjadi manusia yang bisa memanusiakan manusia lainnya

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, kakak dan tante, sahabat, dan teman-teman saya dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. *Jazakallahu Khairan*

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “ Implementasi *Global Positioning System* (GPS) pada *Smart Helmet* Berbasis *Intranet* untuk Keselamatan dan Pemantauan Lokasi Secara Langsung Pekerja Kontruksi”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Darma Firmansyah Undayat, S.ST., M.T
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ridwan, S.St., M.Eng.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Ibu Nuryanti S.T., M.Sc.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Ismail Rokhim, S.T. Bapak Hadi Supryanto, S.T. Terima kasih atas segala ilmu, bimbingan, nasihat, dan dukungan yang telah Bapak berikan. Setiap masukan yang Bapak sampaikan menjadi landasan berharga dalam penyusunan skripsi ini. Kehadiran dan dedikasi Bapak sangat berarti bagi kelancaran proses ini. Tanpa bimbingan dan

kesabaran dari kedua Bapak pembimbing, penyusunan skripsi ini tidak akan berjalan dengan baik seperti sekarang. Semoga segala kebaikan yang telah diberikan menjadi amal jariyah dan mendapatkan balasan terbaik dari Allah SWT.

5. Para Penguji siding tugas akhir Ibu Dr. Eng. Pipit Anggraeni, S.T., M.T., M.Sc. Eng, Bapak Sarosa Castrena A, S.Pd., M.T, dan Ibu Anggraeni Mulyadewi, S. .Si., M.T
6. Panitia tugas akhir Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika Tahun 2024/2025.
7. Untuk cinta yang tak lekang oleh waktu, Alm. Bapak Alari dan Almh. Ibu Sudarwati. Setiap jejak langkah penulis hari ini adalah hasil dari kasih dan didikan kalian. Walau raga telah berpulang, cinta kalian menetap dalam dada. Terima kasih, Bapak dan Ibu, atas segalanya. Rindu ini tak pernah padam, justru menjadi nyala semangat hingga tugas akhir ini pun selesai. Semoga di alam sana, Bapak dan Ibu tersenyum bangga. Doa penulis akan selalu menyertai. Bapak, Ibu, saya rindu sekali. Tolong datang, meski hanya sebatas ilusi seperti fatamorgana. *Allahummagfir lahuu warhamhu wa'aafih wa'fu 'anhu wa akrim nuzulahuu wa wassi' madhkhalahuu waghsilhu bil maa-i-wats-tsalji walbaradi wa naqqihii minal-khathaayaa kamaa yunaqqats tsaubul-abyadhu minad-danasi wa abdilhu daaran khairan min daarihii wa ahlan khairan min ahlihii wa raujan khairan min zaujihi waqihii fitnatal-qabri wa'adzaaban-naar.*
8. Untuk kakak lelaki yang kini beristirahat dalam damai, Alm. Aa Ari, Terima kasih telah menjadi sosok pelindung, penyemangat, sekaligus panutan bagi penulis. Kepergianmu meninggalkan ruang rindu yang luas, namun kenangan akan kebaikan dan dukunganmu tetap menjadi cahaya dalam langkah ini. Semoga Allah SWT melapangkan tempat istirahatmu dan mengalirkan pahala dari segala kebaikan yang pernah Aa tanam, termasuk semangat yang kakak wariskan kepada penulis. *Allahhummaghfirlahu warhamhu wa'aafih wa'fuanhu*
9. Untuk kakak perempuan penulis, Ana Roliana, sosok wanita yang penulis panggil dengan sebutan “Mamol”. Terima kasih sudah mau merawat dan menjaga penulis di sepanjang hidupnya. Terima kasih atas semua doa-doa yang

sudah Mamol langitkan untuk penulis, atas semua pelukan yang menenangkan, serta semangat yang tak pernah putus Mamol berikan di saat penulis hampir menyerah. Mamol adalah rumah yang selalu penulis rindukan, tempat penulis kembali saat dunia terasa berat. Tanpa Mamol, penulis mungkin tak akan sekuat ini.

10. Teruntuk, Tante Ela Wati dan Om Inu. sosok wanita yang sangat berarti bagi penulis. Terima kasih sudah mengizinkan penulis menjadi bagian dari keluarga yang penuh cinta ini. Terima kasih karena telah menjadi pelindung dan penyelamat dalam hidup penulis, menggantikan sosok orang tua yang telah tiada. Terima kasih telah membiayai pendidikan penulis, memberikan tempat berteduh, kasih sayang, dan kehidupan yang layak. Semua kebaikan dan pengorbanan yang Tante dan Om Inu berikan tidak akan pernah mampu penulis balas sepenuhnya. Doa penulis, semoga Allah selalu melimpahkan kesehatan, kebahagiaan, dan keberkahan dalam setiap langkah hidup Tante dan Om Inu. Semoga Allah selalu melindungi kalian di manapun kalian berada. Tante dan Om Inu adalah anugerah terbesar dalam hidup penulis.
11. Teruntuk ponakan-ponakan penulis yang sangat amat penulis cintai kehadirannya, Alif, Alya, Bintang, Ferdi, Sinaran, Nikken, Keke, dan Nugi. Terima kasih atas kehadiran kalian di dunia ini. Kalian adalah sumber semangat dan kebahagiaan yang enggak pernah habis. Semoga kalian selalu tumbuh dengan hati yang baik, sehat, dan selalu dikelilingi cinta dari orang-orang yang menyayangi kalian.
12. Teruntuk seluruh keluarga penulis, Ibu, Mamah Acun, Yuyu Lina, Mbak Iyan, Dzulfusi Rafif, Ayah, Bapa, Rajif, yang selalu memberikan support, doa, dan kasih sayang yang sangat tulus dan berarti.
13. Teruntuk sahabat penulis, Meikeu Melani, dan Hasbuna Nashara. Terima kasih karena telah memberi warna dalam hidup penulis. Terima kasih sudah menerima penulis bukan hanya sebagai teman, tetapi juga sebagai sahabat. Terima kasih telah menjadi tempat berkeluh kesah, tempat bercerita yang aman, tanpa membuat penulis takut dihakimi. Terima kasih atas pundak yang selalu kalian sediakan ketika penulis tak tahu harus bersandar kepada siapa dan ke

mana harus pergi. Terima kasih yang tak terhingga dari penulis untuk kalian. Semoga kita bisa sukses di jalan masing-masing. *See you on top*, Bebih, dan Buna! *One day, we will be remembered*

14. Teruntuk teman-teman 4AEB-1, Warga Wisma Polman Bandung. Terima kasih atas dedikasi dan kebersamaan yang telah menemani penulis selama empat tahun berjuang bersama. Terima kasih untuk canda tawa yang menghangatkan, serta bantuan yang selalu kalian berikan ketika penulis mengalami kesulitan dalam proses pembelajaran di perkuliahan. Suatu hari nanti kita dapat mengenang masa-masa ini dengan senyum bangga. Harapan penulis, semoga kita semua sukses di jalannya masing-masing, tetap saling mendoakan dalam kebaikan, dan tidak pernah melupakan akar perjalanan kita bersama. *One day, we will be remembered.*
15. Teruntuk dua sahabat penulis, Fina dan Anggi. Teman seperjuangan sejak masa SMP dan SMA, hingga akhirnya bisa masuk kuliah bersama. Teringat betapa kerasnya perjuangan yang kita lalui hingga akhirnya berkuliah di Polman. Terima kasih atas semua nasihat yang kalian berikan, serta ketulusan yang selalu kalian tunjukkan. Semoga kita semua sukses di jalan masing-masing. *One day, we will be remembered.*
16. Teruntuk Alfin Fadilah Freitas, Mokhamad Alfiyan Wicaksono, Fandi Ahmad Sopandi, Muhammad Azhar Jundur Rahman, Farhan Ali Madani, Dimas Rizky Kurniawan, dan Adam Nursubhan, Ghiffari Faris Alfawwaz. Terima kasih telah membantu penulis di saat penulis mengalami kesulitan dan kebingungan selama pengerjaan tugas akhir berlangsung. Semoga segala kebaikan kalian dibalas oleh Allah SWT, dan semoga banyak hal baik yang menghampiri kehidupan kalian.
17. Teruntuk Anis Rosiani, terima kasih sudah bertahan sampai saat ini. Terima kasih telah berdamai dengan segala duka yang datang silih berganti, dan terima kasih telah membuktikan bahwa kamu kuat. Saat dunia terasa tidak berpihak kepadamu, kamu tetap hebat, Anis. Kamu hebat karena mampu menyembunyikan luka di balik senyum, tanpa membebani orang lain. Hei, tolong jangan pernah berhenti menjadi sumber kebahagiaan bagi orang di

sekitarmu, ya. Semoga Allah selalu memudahkan setiap langkahmu dan menjaga setiap perjalananmu. Tetaplah menjadi orang baik.

Bandung, 15 Agustus 2025

A handwritten signature in black ink, consisting of several stylized, overlapping loops and lines.

Penulis

ABSTRAK

Tingkat kecelakaan kerja di sektor konstruksi di Indonesia tergolong tinggi, terutama disebabkan oleh kurangnya pemantauan posisi dan kondisi pekerja di lapangan. Untuk mengatasi hal tersebut, dikembangkanlah sistem *Smart elmet* berbasis *intranet* yang mampu memantau posisi, mendeteksi jatuh, dan mengirim sinyal darurat secara langsung. Sistem ini menggunakan sensor MPU9250 untuk mendeteksi gerakan dan orientasi pekerja, serta modul GPS Neo-6M untuk pelacakan posisi. Data dikirim melalui komunikasi LoRa ke *gateway* yang terhubung ke *web server* menggunakan WiFi. *Web server* menampilkan informasi posisi dan status helm secara interaktif melalui *dashboard* berbasis *Leaflet*. Pengujian sistem menunjukkan bahwa fitur deteksi jatuh memiliki akurasi tinggi dengan nilai *recall* dan *precision* sebesar 90%, *specificity* 86,7%, dan *accuracy* 88,6%. Selain itu, modul GPS menunjukkan tingkat kesalahan posisi rata-rata sekitar 5,06 meter meskipun diuji di area dekat gedung tinggi, dan sistem komunikasi LoRa menunjukkan latensi rendah dengan rata-rata selisih waktu 16,4 ms. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem *Smart Helmet* yang dikembangkan mampu memberikan solusi pemantauan keselamatan pekerja konstruksi secara efektif dan secara langsung.

Kata kunci: *Smart Helmet*, *Intranet*, Deteksi Jatuh, GPS, LoRa

ABSTRACT

The construction sector in Indonesia records a high rate of work accidents, primarily due to the lack of real-time monitoring of workers' positions and conditions. To address this issue, a Smart Helmet system based on the intranet was developed to monitor worker position, detect falls, and transmit emergency signals in real-time. The system utilizes an MPU9250 sensor to detect movement and orientation, and a GPS Neo-6M module for position tracking. Data is transmitted via LoRa communication to a gateway, which forwards the information to a web server through WiFi. The web server displays real-time positional and status data on an interactive dashboard using the Leaflet library. System testing demonstrated high fall detection performance with recall and precision values of 90%, specificity of 86.7%, and overall accuracy of 88.6%. The GPS module showed a stable average position error of approximately 5.06 meters even when tested near tall buildings. Moreover, LoRa communication yielded low latency with an average delay of 16.4 ms. These results indicate that the Smart Helmet system provides an effective and real-time solution for enhancing worker safety in construction environments.

Keywords: *Smart Helmet, Intranet, Fall Detection, GPS, LoRa*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	I-1
BAB I PENDAHULUAN	I-2
I.1 Latar Belakang	I-2
I.2 Rumusan Masalah	I-3
I.3 Batasan Masalah	I-4
I.4 Tujuan dan Manfaat	I-5
I.5 Sistematika Penulisan	I-6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 Tinjauan Teori	II-1
II.1.1 <i>Smart Helmet</i>	II-1
II.1.2 <i>Intranet</i>	II-2
II.1.3 <i>Web Server</i>	II-2
II.1.4 <i>Fall Detection System</i>	II-3
II.1.5 <i>Long Range (LoRa)</i>	II-3
II.1.6 <i>Global Positioning System</i>	II-4
II.1.7 <i>Inertial Measurement Unit (IMU)</i>	II-5
II.1.8 <i>Attitude Heading Reference System</i>	II-5
II.1.9 <i>Persamaan Haversine</i>	II-7
II.1.10 <i>Confusion Matrix</i>	II-7
II.2 Tinjauan Alat	II-8
II.2.1 <i>Helm Keselamatan</i>	II-8
II.2.2 <i>ESP32 LoRa Heltec WiFi (V2)</i>	II-8
II.2.3 <i>TP4056 Lithium Charger</i>	II-9

II.2.4 Modul GPS UBLOX NEO-6M	II-10
II.2.5 <i>Push Button Self Locking</i> 1208YD.....	II-11
II.2.6 <i>Tactile Push Button Switch</i>	II-11
II.2.7 <i>Buzzer Aktif</i>	II-12
II.2.8 MPU9250 9DOF AXIS	II-13
II.2.9 Sensor Ultrasonic JSN-SR04T	II-13
II.3 Studi Penelitian Terdahulu	II-14
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH	III-2
III.1 <i>Requipments</i>	III-2
III.2 <i>System Design</i>	III-3
III.3 <i>Domain Specific Design</i>	III-5
III.3.1 <i>Mechanical Engineering</i>	III-5
III.3.2 <i>Electrical Engineering</i>	III-7
III.3.3 <i>Information Technology</i>	III-9
III.3.3.1 <i>Komunikasi Data</i>	III-9
III.4 <i>System Integration</i>	III-12
III.5 <i>Assurance of Properties</i>	III-12
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
IV.1 Pengujian Sistem Elektrik.....	IV-1
IV.1.1 Pengujian Komponen pada PCB.....	IV-1
IV.2 Implementasi Web	IV-2
IV.3 Pengujian Deteksi Gerakan.....	IV-5
IV.3.1 Logika Deteksi Jatuh Berdasarkan Parameter Sensor	IV-8
IV.3.2 Perhitungan Deteksi Jatuh Berdasarkan Rumus Sensor	IV-9
IV.4 Pengujian GPS Dalam Berbagai Tempat.....	IV-12
IV.4.1 Pengujian GPS Pada Dekat Gedung Tinggi.....	IV-12
IV.4.2 Pengujian Pada Lapangan Terbuka Bebas Halangan.....	IV-13
IV.5 Pengujian Komunikasi LoRa	IV-13
BAB V PENUTUP	V-15
V.1 Kesimpulan	V-15
V.2 Saran.....	V-16
DAFTAR PUSTAKA	17
LAMPIRAN	20

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Penelitian Terdahulu.....	II-14
Tabel III. 1 Equipments List	III-2
Tabel III. 2 Perancangan WEB Monitoring	III-11
Tabel IV. 1 Pengujian PCB.....	IV-1
Tabel IV. 2 Data pengujian gerak pekerja	IV-6
Tabel IV. 3 Pengujian GPS Pada Dekat Gedung Tinggi	IV-12
Tabel IV. 4 Pengujian GPS Pada Lapangan Terbuka Bebas Halangan	IV-13
Tabel IV. 5 Hasil Pengujian LoRa	IV-14

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1	Gambaran tentang 24 satelit GPS yang mengorbit bumi[27].....	II-4
Gambar II. 2	Orientasi sumbu dan gerakan [31].....	II-6
Gambar II. 3	Helm Kuning Kontruksi[37].....	II-8
Gambar II. 4	ESP32 LoRa Heltec WiFi (V2)[39].....	II-9
Gambar II. 5	TP4056 Lithium Charger[40]	II-10
Gambar II. 6	Ublox Neo-6M Modul[41]	II-10
Gambar II. 7	Push button self-locking 1208YD	II-11
Gambar II. 8	Tactile Push Button Switch	II-12
Gambar II. 9	Active Buzzer	II-12
Gambar II. 10	Sensor MPU9250[44]	II-13
Gambar II. 11	Sensor Ultrasonik JSN-SR04T	II-14
Gambar III. 1	Metode VDI 2206[46].....	III-2
Gambar III. 2	Gambaran Umum Sistem	III-4
Gambar III. 3	Desain Alat.....	III-5
Gambar III. 4	Bagian samping kotak utama	III-5
Gambar III. 5	Bagian samping kotak utama	III-6
Gambar III. 6	Bagian depan kotak komponen	III-6
Gambar III. 7	Bagian tutup baterai	III-6
Gambar III. 8	Bagian penutup kotak utama	III-6
Gambar III. 9	Perancangan Elektrikal Komponen Transmitter	III-7
Gambar III. 10	Rangkaian Skematik Gateway	III-8
Gambar III. 11	Flowchart Komunikasi data ke Web	III-9
Gambar III. 12	Flowchart penggunaan web.....	III-10
Gambar III. 13	System Integration.....	III-12
Gambar IV. 1	Rangkaian PCB	IV-1
Gambar IV. 2	Tampilan Halaman Login pada WEB.....	IV-2
Gambar IV. 3	Tampilan Halaman Dashboard.....	IV-3
Gambar IV. 4	Tampilan pada halaman userlist.....	IV-3
Gambar IV. 5	Notifikasi pada saat ada helm yang tidak aktif.....	IV-4
Gambar IV. 6	Notifikasi pada saat ada pekerja yang jatuh.....	IV-4

Gambar IV. 7 Logika Deteksi Jatuh.....IV-9

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Program pada Helm
- Lampiran 2** Program Arduino pada *Gateway*
- Lampiran 3** Program untuk *Websserver*

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

a = Accelerometer

p = Pitch

r = Roll

g = Gyroscop

ms = Milliseconds

long = Longitude

lat = Latitude

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Industri konstruksi di Indonesia menyumbang 32% dari total kecelakaan kerja, yang sebagian besar disebabkan oleh tindakan ceroboh pekerja yang mengabaikan prosedur keselamatan.[1] Kecelakaan kerja adalah peristiwa tak terduga terkait aktivitas kerja yang dapat menyebabkan kerugian materil dan risiko cedera serius hingga kematian bagi pekerja.[2], [3] Berdasarkan data BPJS Ketenagakerjaan tahun 2022, kecelakaan kerja terus meningkat, dengan 234.370 insiden dan 6.552 kematian pada 2021, naik 5,7% dari tahun sebelumnya. Penyebab utama meliputi tindakan tidak aman (34,43%), ketidakpatuhan penggunaan APD (32,12%), dan kesalahan manusia, yang menyebabkan kerugian material dan non-material[4]. Upaya mencegah kerugian proyek dilakukan dengan menjelaskan peran dan tanggung jawab K3 secara sosial dan teknis.[5] Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah mengintegrasikan teknologi canggih ke dalam alat keselamatan, seperti helm.

Helm keselamatan dirancang untuk melindungi kepala di lingkungan kerja berisiko tinggi seperti konstruksi dan pertambangan. Namun, fungsinya sering terbatas sebagai pelindung fisik. Padahal, helm dapat dikembangkan menjadi perangkat aktif dengan fitur deteksi posisi dan jatuh, yang memungkinkan pemantauan secara langsung dan respon cepat saat insiden terjadi. Penambahan identifikasi pengguna juga memudahkan manajemen dalam koordinasi dan memastikan kepatuhan terhadap keselamatan kerja.

Sebuah penelitian menguji *smart helmet* untuk mendeteksi jatuh dan memantau gerakan serta orientasi pekerja konstruksi melalui *web server*. Sistem ini dirancang menggunakan sensor IMU MPU9250 9DOF dan ESP32 *Heltec* LoRa untuk komunikasi jarak jauh.[6] Penelitian lain mengembangkan *smart helmet* dengan berbagai fitur, seperti mode kerja (*On/Off*), sistem GPS, sensor asap, dan tombol

penyelesaian tugas. Penelitian ini bertujuan untuk mengaktifkan berbagai komponen helm agar dapat mendeteksi keadaan darurat dan memberikan informasi ke ruang pengawas.[7] Penelitian lanjutan mengembangkan helm pintar berbasis IoT untuk menurunkan angka kematian di sektor konstruksi. Helm ini dilengkapi sensor jatuh, sensor detak jantung, tombol darurat, dan *buzzer*. *Arduino Uno* mengatur sistem, sementara modul GSM mengirim SMS peringatan. Data pekerja dipantau secara langsung melalui aplikasi *mobile*. [8]

Meskipun berbagai penelitian terdahulu telah berhasil merancang *smart helmet* dengan fitur deteksi jatuh, pemantauan gerakan, serta komunikasi darurat, namun sebagian besar sistem tersebut masih memiliki keterbatasan. Beberapa di antaranya belum mengintegrasikan pemantauan lokasi secara menyeluruh, hanya berfokus pada deteksi gerakan atau kondisi darurat tanpa menyertakan informasi posisi pekerja secara langsung. Selain itu, metode pengiriman informasi masih terbatas, seperti hanya melalui SMS atau *server* lokal, sehingga belum optimal dalam mendukung pengawasan secara terpadu. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan sistem teknologi yang lebih lengkap untuk meningkatkan keselamatan kerja di lingkungan konstruksi dengan memantau posisi dan orientasi pekerja secara bersamaan. Inovasi ini akan dikembangkan melalui integrasi sensor IMU untuk deteksi jatuh [9] dan modul GPS untuk menampilkan serta mengklasifikasikan informasi lokasi secara langsung. [10] Penggunaan teknologi GPS (*Google Positioning System*) memberikan kemudahan bagi manusia dalam melacak atau menemukan suatu objek. Pada deteksi posisi menggunakan GPS sering kali mengalami kendala, terutama di area dalam ruangan, di mana sinyal GPS cenderung lemah. [11]

Penelitian ini bertujuan mengembangkan helm pintar yang mampu mendeteksi jatuh dan melacak posisi pekerja konstruksi melalui integrasi teknologi LoRa untuk komunikasi jarak jauh. Sistem ini dirancang untuk mendukung pencegahan dan mengurangi keterlambatan evakuasi saat terjadi kecelakaan kerja.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, berikut merupakan rumusan permasalahan akan penelitian yang hendak dijalankan:

1. Bagaimana merancang dan mengembangkan sistem *smart helmet* yang mampu mendeteksi jatuh secara akurat pada pekerja konstruksi menggunakan sensor MPU9250?
2. Bagaimana penggunaan modul GPS Neo-6M dapat diimplementasikan dalam *smart helmet* untuk memantau posisi pekerja konstruksi?
3. Bagaimana menerapkan teknologi LoRa sebagai komunikasi jarak jauh untuk mempercepat penanganan kecelakaan kerja?

I.3 Batasan Masalah

Permasalahan yang telah ditemukan dibatasi ruang lingkupnya agar pembahasan lebih spesifik, dengan batasan-batasan masalah berikut:

1. Tugas akhir ini difokuskan pada pengembangan dua purwa rupa helm yang dilengkapi dengan fitur deteksi jatuh, pelacakan posisi, dan identifikasi pengguna.
2. Tugas akhir ini tidak mempertimbangkan informasi ketinggian, melainkan hanya berfokus pada posisi dua dimensi (*latitude* dan *longitude*) dan deteksi jatuh untuk keselamatan pekerja.
3. Pengujian area lokasi konstruksi helm ini dipilih pada area lokasi terbuka yang di mana berada pada area bebas halangan dan dekat gedung tinggi
4. Jangkauan komunikasi antara *gateway* dan helm berdasarkan hasil pengujian mencapai sekitar 140 meter
5. Hasil dari data yang diterima oleh *gateway* akan ditampilkan pada *web server*.
6. Tugas akhir ini tidak menggunakan layar OLED pada board *Heltec* LoRa karena dianggap tidak relevan dalam kondisi darurat seperti kejadian jatuh. Data ditampilkan melalui web monitoring untuk dipantau oleh operator secara langsung.
7. Penggunaan helm konstruksi difokuskan pada area luar ruangan (*outdoor*), seperti pada proyek pembangunan jalan dan jembatan.
8. Sistem komunikasi antar helm dilakukan antara pekerja konstruksi dan pengawas lapangan

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini yaitu:

1. Mengembangkan helm yang tidak hanya berfungsi sebagai pelindung kepala, tetapi juga dilengkapi dengan sistem keselamatan berbasis teknologi.
2. Merancang sistem pemantauan yang mampu menentukan lokasi pekerja secara langsung serta mendeteksi insiden jatuh dengan akurasi tinggi guna mempercepat proses penanganan darurat setelah insiden terjadi.
3. Mengintegrasikan fitur identifikasi pengguna helm agar penanganan insiden dapat diarahkan langsung kepada pekerja yang bersangkutan.
4. Tugas akhir ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem *smart helmet* berbasis intranet yang mampu saling berkomunikasi antar helm.

Manfaat dari pembuatan Tugas akhir ini yaitu :

1. Mengurangi risiko cedera fatal pada pekerja konstruksi dengan memungkinkan pemantauan kondisi secara terus-menerus melalui teknologi IoT dan LoRa, sehingga kecelakaan dapat segera terdeteksi dan ditangani secara cepat.
2. Memudahkan pelacakan posisi pekerja dalam area konstruksi yang besar, sehingga mempermudah tim keamanan dan manajer proyek dalam mengawasi pekerja dan mencegah kecelakaan.
3. Menyediakan dasar untuk pengembangan lebih lanjut dari proyek ini, termasuk peningkatan fitur dan penyelesaian aspek-aspek yang belum terselesaikan pada tahap purwarupa yang telah dicapai

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika proposal Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN, berisi rancangan jadwal kegiatan TA dan rincian anggaran biaya untuk penyelesaian TA.