

**Rancang Bangun *Smart Helmet* untuk Keselamatan Pekerja
Konstruksi Menggunakan ESP32 Berbasis *Internet of Things* dan
Web**

Tugas Akhir

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

Oleh
Vincent Eliezer
220441022



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**Rancang Bangun *Smart Helmet* untuk Keselamatan Pekerja
Konstruksi Menggunakan ESP32 Berbasis Internet of Things dan
Web**

Oleh:

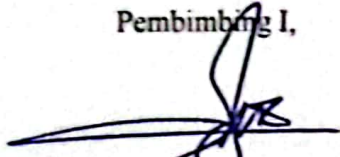
Vincent Eliezer

220441022

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

Bandung, Juli 2024

Pembimbing I,



Hadi Supriyanto, S.T., M.T.
NIP 196911081993031002

Pembimbing II,



Ismail Rokhim, S.T., M.T.
NIP 197002161993031001

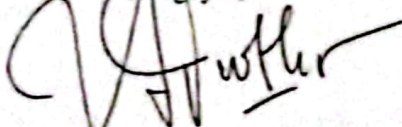
Disahkan,

Penguji II,



Faisal Abdulrahman Budikasih
S.Tr.T., M.Sc.Eng.
NRP 223411001

Penguji I,



Wahyudi Purnomo, S.T., M.T.
NIP 197001061995121002

Pembimbing III,



Gunung Maulana, S.Pd., M.T.
NIP 198204272014041001

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Vincent Eliezer
NIM : 220441022
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : D4 Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Rancang Bangun *Smart Helmet* untuk
Keselamatan Pekerja Konstruksi Menggunakan
ESP32 Berbasis *Internet of Things* dan Web

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 : 12 – 08 - 2024
Yang Menyatakan,

(Vincent Eliezer)
NIM 220441022

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama : Vincent Eliezer
NIM : 220441022
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Rancang Bangun *Smart Helmet* untuk
Keselamatan Pekerja Konstruksi Menggunakan
ESP32 Berbasis *Internet of Things* dan Web

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 Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif 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 : 12 – 08 – 2024
Yang Menyatakan,

(Vincent Eliezer)
NIM 220441022

MOTO PRIBADI

Hidup adalah kesempatan, pergunakan hidup sebaik mungkin. Selalu bersyukur dalam segala hal dan andalkan Tuhan dalam setiap perbuatan.

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, kakak dan adik saya, teman-teman saya dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa. Atas berkat dan pertolongan-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Rancang Bangun *Smart Helmet* untuk Keselamatan Pekerja Konstruksi Menggunakan ESP32 Berbasis *Internet of Things* dan Web”.

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 Bapak Mohammad Nurdin, S.T., M.A.B.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ismail Rokhim, S.T., M.T.
3. Ketua Program Studi Ibu Nuryanti S.T., M.Sc.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Hadi Supriyanto, S.T, M.T. dan Bapak Ismail Rokhim, S.T., M.T.
5. Para Penguji siding tugas akhir Bapak Wahyudi Purnomo, S.T., M.T., Bapak Faisal Abdulrahman Budikasih, S.Tr.T., M.Sc.Eng., dan Bapak Gungun Maulana, S.Pd., M.T.
6. Panitia tugas akhir Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika Tahun 2023/2024.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibu Wiwik Andayani dan Bapak Dery Santo yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

8. Untuk kakak – kakak saya Edlyn Yoadan Nathania, S.T., M.T., Mia Miranda Gabriela, S.T., dan Theo Zefannya Ebenezer, S.Tr.T. yang telah mendukung dari segi moral dan materi demi kelancaran Tugas Akhir ini
9. Untuk teman – teman seperjuangan AE'20, terkhusus untuk AEB1'20 yang kebersamaan perjuangan penulis selama 8 semester, telah memberikan bantuan dan motivasi dalam menjalani proses perkuliahan ini hingga akhir.
10. Untuk sahabat saya Aima Mariatma Nareswari yang telah mendukung dan menemani semua kegiatan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, meskipun dukungan dari jauh.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua.

Bandung, 12 Agustus 2024

Penulis

ABSTRAK

Keamanan kerja di sektor konstruksi di Indonesia merupakan isu mendesak, dengan tingkat kecelakaan yang masih tinggi meskipun upaya konvensional telah dilakukan untuk meningkatkannya. Penelitian ini bertujuan mengatasi isu tersebut dengan memanfaatkan Internet of Things (IoT) melalui Smart Helmet. Smart Helmet dilengkapi dengan sensor Inertial Measurement Unit (IMU) untuk mendeteksi jatuh serta memonitor orientasi dan gerakan pekerja secara realtime. Sistem ini menggunakan MongoDB untuk penyimpanan data dengan ESP32 dan HELTEC LoRa32 V2 untuk transmisi sinyal. Sensor MPU9250 9DOF digunakan untuk memperoleh data dari IMU, sementara Sensor Fusion dan Kalman Filter digunakan untuk meningkatkan akurasi pengukuran data sensor. Metode penelitian desain riset diterapkan melalui tahap identifikasi kebutuhan, perancangan, implementasi, dan evaluasi. Hasil dari penelitian ini mampu memonitor gerakan dan orientasi pekerja serta mendeteksi terjadinya kecelakaan kerja di sektor konstruksi. Metode desain riset melibatkan tahap identifikasi kebutuhan, perancangan konsep, implementasi prototipe, dan evaluasi performa. Langkah-langkah ini memungkinkan peneliti untuk merinci spesifikasi teknis, mengidentifikasi kendala potensial, dan memastikan keefektifan sistem sebelum implementasi penuh. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan tingkat kepresisian deteksi jatuh hingga 70% - 80%, sehingga penelitian ini dapat membantu meningkatkan tingkat keselamatan pekerja di sektor konstruksi.

Kata kunci: *Smart Helmet, ESP32, LoRa, Internet of Things, Deteksi Jatuh*

ABSTRACT

Occupational safety in the construction sector in Indonesia is a pressing issue, with accident rates still high despite conventional efforts to improve it. This study aims to address this issue by utilizing the Internet of Things (IoT) through a Smart Helmet. The Smart Helmet is equipped with an Inertial Measurement Unit (IMU) sensor to detect falls and monitor worker orientation and movement in real time. This system uses MongoDB for data storage with ESP32 and HELTEC LoRa32 V2 for signal transmission. The MPU9250 9DOF sensor is used to obtain data from the IMU, while Sensor Fusion and Kalman Filter are used to improve the accuracy of sensor data measurements. The research design research method is applied through the stages of identifying needs, designing, implementing, and evaluating. The results of this study are able to monitor worker movement and orientation and detect work accidents in the construction sector. The research design method involves the stages of identifying needs, designing concepts, implementing prototypes, and evaluating performance. These steps allow researchers to detail technical specifications, identify potential constraints, and ensure the effectiveness of the system before full implementation. The results of this study are expected to produce a fall detection precision level of up to 70% - 80%, so that this study can help improve the safety level of workers in the construction sector.

Keywords: *Smart Helmet, ESP32, LoRa, Internet of Things, Fall Detection*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xiv
BAB I.....	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-3
I.3 Batasan Masalah.....	I-3
I.4 Tujuan dan Manfaat.....	I-4
I.5 Sistematika Penulisan.....	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
II.1 Tinjauan Teori	II-1
II.1.1 Smart Helmet	II-1
II.1.2 Internet of Things (IoT)	II-2
II.1.3 Web	II-3
II.1.4 Fall Detection	II-3
II.1.5 AHRS	II-4
II.2 Tinjauan Alat.....	II-5
II.2.1 Helm Keselamatan	II-5
II.2.2 Mikrokontroler ESP32	II-5
II.2.3 MPU9250 9DOF AXIS.....	II-7
II.2.4 Modul SX1278 433Mhz LoRa.....	II-9
II.2.5 Buzzer Aktif.....	II-12
II.2.6 Tactile Push Button Switch.....	II-12
II.2.7 TP4056 Lithium Charger	II-13

II.2.8	Push Button Self Locking 1208YD.....	II-14
II.3	Studi Penelitian Terdahulu	II-14
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH		III-1
III.1	Gambaran Umum Sistem.....	III-1
III.2	Metodologi Penyelesaian Masalah	III-2
III.3	Desain Alat	III-5
III.4	Perancangan Elektrikal	III-5
III.5	Perancangan Mekanikal	III-6
III.6	Perancangan Informatik.....	III-7
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		IV-1
IV.1	Hasil Implementasi Perancangan.....	IV-1
IV.1.1	Implementasi sistem.....	IV-1
IV.1.2	Implementasi Web	IV-2
IV.2	Pengujian Sistem Elektrik.....	IV-3
IV.2.1	Pengujian Komponen Pada PCB.....	IV-3
IV.3	Pengujian Response Sistem	IV-3
IV.4	Akuisisi Data Gerak.....	IV-4
IV.5	Pengujian Deteksi Jenis Gerakan.....	IV-5
BAB V.....		V-1
V.1	Kesimpulan.....	V-1
V.2	Saran	V-1
DAFTAR PUSTAKA		xiv
LAMPIRAN.....		xvii
	Lampiran 1	xvii
	Lampiran 2	xvii
	Lampiran 3	xviii

DAFTAR TABEL

Tabel II 1 Tabel ESP32 [18]	II-6
Tabel II.2 Pin Deskripsi Modul SX1278 433Mhz LoRa	II-11
Tabel II 3 Penelitian Terdahulu.....	II-14
 Tabel III 1 Tahap dan Penjelasan Metode Penelitian.....	 III-3
 Tabel IV 1 Pengujian Komponen PCB	 IV-3
Tabel IV 2 <i>Response Sistem</i>	IV-3
Tabel IV 3 Pengujian MISO	IV-4
Tabel IV 4 Pengujian Deteksi Aktifitas Ringan.....	IV-5
Tabel IV 5 Pengujian Deteksi Aktifitas Berat / Menunduk	IV-6
Tabel IV 6 Pengujian Deteksi Gerak Jatuh	IV-6

DAFTAR GAMBAR

Gambar II 1. Helm Kuning Untuk Pekerja Umumb	II-5
Gambar II.2 <i>Block Scheme of The Embedded System</i>	II-7
Gambar II.3 GPIO ESP32	II-7
Gambar II.4 Modul MPU9250 9DOF	II-8
Gambar II.5 <i>Pin Out Diagram for MPU-9250 3.0x3.0x1.0mm QFN</i>	II-9
Gambar II.6 <i>LoRa SX1278 Module</i>	II-10
Gambar II.7 <i>LoRa SX1278 Pinout</i>	II-10
Gambar II.8 <i>LoRaTM Modulation Transmission Sequence</i>	II-11
Gambar II.9 <i>Active Buzzer</i>	II-12
Gambar II.10 <i>Tactile Push Button Switch</i>	II-13
Gambar II 11 TP4056.....	II-13
Gambar II 12 <i>Push Button Locking On Off</i>	II-14
Gambar III. 1 Gambaran Umum Sistem	III-1
Gambar III. 2 Komponen Penyusun <i>Smart Helmet</i>	III-2
Gambar III. 3 Gambaran Sistem LoRa Gateway	III-2
Gambar III. 4 3D Desain <i>Smart Helmet</i>	III-5
Gambar III. 5 Skematik Rangkaian <i>Smart Helmet</i>	III-5
Gambar III. 6 Skematik Rangkaian <i>Gateway</i>	III-6
Gambar III. 7 Bodi Gateway (a) Tutup Gateway (b)	III-6
Gambar III. 8 Kotak Perangkat Utama	III-7
Gambar III. 9 <i>Flowchart Web</i>	III-8
Gambar IV 1 Implementasi <i>Smart Helmet</i>	IV-1
Gambar IV 2 Menerima Device (a) & Tidak ada Device (b)	IV-1
Gambar IV 3 Halaman Login.....	IV-2
Gambar IV 4 Akuisisi Data Sensor	IV-4
Gambar IV 5 Aktifitas Ringan (a), Gerak Jatuh (b), Aktifitas Menunduk (c) ...	IV-5
Gambar IV 6 Akurasi Deteksi Tidak Jatuh	IV-7
Gambar IV 7 Akurasi Deteksi Tidak Jatuh	IV-7
Gambar IV 8 Akurasi Deteksi Keseluruhan.....	IV-7

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Program Arduino pada Helm

Lampiran 2 Program Web Server

Lampiran 3 Program Web Server

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

a	= Accelerometer
p	= Pitch
r	= Roll
ms	= Milli second

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Proses pembangunan pada proyek konstruksi biasanya melibatkan risiko bahaya, oleh karena itu, penting untuk memberikan perhatian yang cukup terhadap aspek keselamatan dan kesehatan kerja [1]. Angka kecelakaan kerja, menurut informasi yang diperoleh dari Badan Penyelenggaraan Jaminan Sosial (BPJS), mengalami peningkatan signifikan dari 114.235 kejadian pada tahun 2019 menjadi 177.161 kejadian pada tahun 2020 [2]. Tingginya angka kecelakaan kerja ini dapat mengakibatkan kerugian jiwa, material, uang, dan waktu, serta dapat mengganggu proses produksi dan berdampak ekonomis bagi Perusahaan [3]. Manajemen dan organisasi yang tidak efektif dapat meningkatkan risiko kecelakaan jatuh dari ketinggian, seperti tidak adanya pelatihan keselamatan, tidak adanya sistem pengawasan, dan tidak adanya perawatan yang tepat [4]. Upaya untuk peningkatan keamanan pekerja telah dilakukan dengan cara menerapkan beberapa protokol dan perangkat keselamatan konvensional. Meski demikian, angka statistik kecelakaan kerja yang masih tinggi menunjukkan perlunya inovasi lebih lanjut guna menjaga keselamatan pekerja di tempat kerja. Salah satu upaya inovatif yang menarik perhatian adalah penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) dalam lingkup keselamatan kerja untuk pekerja konstruksi.

Smart Helmet dapat diaplikasikan dalam berbagai konteks, termasuk di sektor otomotif, konstruksi, dan manufaktur. Dengan memanfaatkan sensor dan sistem komunikasi terintegrasi, beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan Smart Helmet untuk keamanan pekerja konstruksi. Penelitian lain [5] membuat sebuah helm pintar berbasis Internet of Things (IoT) untuk pekerja konstruksi, yang mencakup fitur-fitur seperti GPS, sensor asap, tombol penyelesaian tugas, dan sistem notifikasi darurat. Helm pintar lainnya dirancang dengan sensor untuk mendeteksi jatuh dan memantau kondisi fisik pekerja konstruksi, mengirimkan pemberitahuan ke kontraktor melalui ponsel [6]. Perancangan sistem ini dilakukan dengan menggunakan Inertial Measurement Unit (IMU) sebagai perangkat keras yang didalamnya terdapat sensor giroskop, akselerometer, dan magnetometer. Inertial Measurement Unit (IMU) digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk

analisis gerak manusia [7]. Untuk mendapatkan data yang lebih akurat dari sensor, penelitian ini menggunakan teknik Sensor Fusion. Sensor fusion adalah proses menggabungkan dua atau lebih sumber data (sensor) dengan cara menghasilkan perkiraan sistem dinamis yang lebih akurat dan lebih dapat diandalkan [8]. Sebuah penelitian mengusulkan algoritma yang disebut Best Axes Composition (BAC) menggabungkan beberapa sensor inersial untuk menghitung orientasi 3D secara akurat [9]. Penelitian lain [10] mengembangkan algoritma Kalman Filter untuk mengurangi noise sensor akselerometer pada Inertial Measurement Unit (IMU) yang digunakan untuk memperkirakan jarak perpindahan suatu benda.

Proyek Tugas Akhir ini bertujuan untuk memperoleh perancangan dan implementasi Internet of Things (IoT) untuk mendeteksi jatuh, memonitoring gerak dan orientasi dari pekerja konstruksi yang menggunakan Smart Helmet. Pembuatan proyek tugas akhir ini didasari juga oleh standar internasional yang dipakai oleh sektor konstruksi yaitu ISO 45001:2018 yang berfokus pada penerapan standar sistem manajemen kesehatan dan keselamatan kerja. ISO 45001:2018 adalah standar internasional untuk Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (SMK3), yang bertujuan membantu perusahaan atau organisasi dalam mengelola risiko K3 dan meningkatkan kinerjanya [11]. Penelitian ini menggunakan web server untuk memonitoring hasil data yang diperoleh dari Smart Helmet yang digunakan oleh pekerja. Penggunaan Mongodb sebagai real-time database untuk penyimpanan data gerak dan orientasi secara terus menerus. Modul MPU9250 9DOF yang digunakan sebagai sensor Inertial Measurement Unit (IMU), dan akan di koneksikan dengan ESP32 HELTEC LoRa. Perangkat ESP32 HELTEC LoRa ini akan mengirimkan data dari Smart Helmet ke perangkat gateway yang menggunakan LoRa sebagai transmisi sinyal dan akan diteruskan ke database menggunakan WiFi kemudian ditampilkan pada web. Penggunaan LoRa sebagai transmisi pengiriman data dikarenakan pada lokasi pembangunan konstruksi tidak memungkinkan untuk pemasangan WiFi, akan memerlukan waktu untuk pemasangan dan memungkinkan mengganggu waktu kerja para pekerja konstruksi, sehingga LoRa dipergunakan karena memiliki jangkauan yang sangat luas, hingga beberapa kilometer. Smart helmet yang menggunakan LoRa dapat beroperasi lebih lama dengan baterai yang sama dibandingkan dengan teknologi nirkabel lainnya.

Ini penting karena mengurangi kebutuhan pengisian ulang yang sering dan memastikan perangkat tetap aktif selama jam kerja yang panjang. LoRa memerlukan biaya operasional yang relatif rendah, sehingga sangat cocok untuk aplikasi IoT yang memerlukan biaya operasional yang efektif, seperti sistem keamanan rumah yang memerlukan biaya operasional yang rendah [12].

Berdasarkan permasalahan yang dipaparkan diperlukan adanya penelitian dan perancangan sistem rekayasa teknologi. Hasil dari perancangan sistem ini diharapkan dapat membantu petugas keselamatan untuk manajemen sistem keselamatan dan kesehatan kerja di bidang konstruksi agar dapat mendeteksi jatuh, memonitoring gerak dan orientasi pekerja konstruksi sehingga apabila terjadi situasi darurat proses penanganan akan lebih cepat. Pencapaian sasaran penyelesaian Tugas Akhir ini mencapai Tingkat prototipe sekitar 70-80%, dan diharapkan pada pengerjaan Tugas Akhir berikutnya dapat berfokus pada pengembangan aspek yang belum teratasi dalam proyek Tugas Akhir ini.

I.2 Rumusan Masalah

Adapun terdapat beberapa permasalahan yang melatarbelakangi pengerjaan Tugas Akhir ini :

1. Bagaimana menerapkan *Internet of Things* (IoT) pada helm keselamatan?
2. Bagaimana cara pengiriman data dari *smart helmet* ke web server dengan menggunakan *Heltec LoRa32 V2*?
3. Bagaimana kegunaan dari Sensor Inertial Measurement Unit (IMU) dapat menghasilkan data untuk mendeteksi jatuh, memonitoring gerak, dan orientasi dari pekerja untuk mengetahui pekerja dalam bahaya atau mengalami kecelakaan?

I.3 Batasan Masalah

Adapun batasan – batasan masalah dalam pengerjaan Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Penerapan teknologi IoT akan difokuskan pada pengembangan *Smart Helmet* dengan sensor dan sistem komunikasi terintegrasi.
2. Menggunakan dua perangkat (*Smart Helmet*), menggunakan satu buah perangkat penerima data dari *Smart Helmet*, dengan jenis mikrokontroler yang sama, yaitu HELTEC LoRa32 V2.

3. Pengguna *Smart Helmet* dapat mengirimkan informasi darurat atau SOS dengan menekan tombol pada perangkat keras yang ada didalam *Smart Helmet*. Informasi tersebut akan diteruskan ke web.
4. Hasil data yang diterima akan ditampilkan ke dalam *web server*.
5. Jangkauan pada perancangan ini diperkirakan jarak sekitar 45-80 meter.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari dibuatnya Tugas Akhir ini adalah :

1. Menerapkan *Internet of Things* (IoT) pada helm keselamatan.
2. Merancang sistem komunikasi mikrokontroler ESP32 pada *Smart Helmet* dengan web, menggunakan *Long Range* (LoRa) dan *Wireless Fidelity* (Wi-Fi)?
3. Penggunaan dari Sensor *Inertial Measurement Unit* (IMU) agar dapat menghasilkan data untuk mendeteksi jatuh, memonitoring gerak dan orientasi dari pekerja untuk mengetahui pekerja dalam bahaya atau mengalami kecelakaan.

Adapun manfaat pengerjaan Tugas Akhir ini adalah:

1. Diharapkan dapat memberikan panduan praktis untuk meningkatkan keselamatan dan kesehatan pekerja di sektor konstruksi melalui penerapan teknologi seperti *Smart Helmet*.
2. Dapat menjadi model inovatif untuk merespon tantangan keselamatan kerja, mengurangi risiko kecelakaan, dan menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan efisien.
3. Meningkatkan kesadaran pekerja terhadap lingkungan kerja dan potensi bahaya yang ada.
4. Mempercepat proses penanganan kecelakaan dengan memberikan informasi yang cepat kepada petugas keselamatan.
5. Memberikan landasan untuk pengembangan lebih lanjut pada proyek ini, termasuk peningkatan fungsionalitas dan penyelesaian aspek yang belum teratasi pada tingkat prototipe yang telah dicapai.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika laporan 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 system serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi jawaban permasalahan yang dirumuskan, dan penjelasan mengenai hasil-hasil Tugas Akhir.

BAB V KESIMPULAN dan SARAN, berisi kesimpulan dari permasalahan yang dirumuskan pada BAB I, serta berisi saran terhadap Tugas Akhir yang disusun sebagai perbaikan referensi untuk mahasiswa/peneliti dalam bidang sejenis yang ingin melanjutkan atau mengembangkan Tugas Akhir yang sudah dilaksanakan