

RANCANG BANGUN HELM SAFETY DENGAN FITUR DETEKSI BENTURAN DAN KEPATUHAN BERBASIS IOT

Ahmad Farhan Khairul Auni*, Agus Triyono, Karyo Budi Utomo³

^{1,2,3}Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Samarinda Jl. Cipto Mangun Kusumo, Gunung Panjang, Kec. Samarinda Seberang, Kota Samarinda, Kalimantan Timur 75131

Keywords:

Helm *Safety*;
Internet of Things;
Deteksi Benturan;
MPU6500;
LoRa;
Monitoring K3.

Correspondent Email:

ahmdfrhan1304@gmail.com



Copyright © 2026 The Author(s),
Published by Jurnal Informatika dan
Teknik Elektro Terapan. This is an
open-access article distributed under
the terms of the Creative Commons
Attribution-NonCommercial 4.0
International License (CC BY-NC
4.0).

Abstrak. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan aspek krusial di sektor konstruksi, namun pengawasan manual terhadap penggunaan helm *safety* sering kali kurang efektif. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem helm *safety* berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk memantau penggunaan helm dan mendeteksi kondisi berbahaya—seperti benturan material dan pelepasan helm—secara *real-time*. Menggunakan modul komunikasi LoRa yang terhubung ke *website* dan Telegram, sistem ini diuji sebanyak 40 kali. Hasil pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan pengiriman data sebesar 92,5% (37 data) secara *real-time*, sementara 7,5% (3 data) mengalami keterlambatan komunikasi dan hanya terdeteksi pada perangkat helm. Selain itu, modul LoRa terbukti mampu mengirimkan data secara stabil pada jarak 10 hingga 450 meter dengan nilai RSSI -70 sampai -112. Secara keseluruhan, sistem ini efektif dan memiliki kapabilitas tinggi dalam mendukung peningkatan pengawasan keselamatan pekerja di lingkungan konstruksi.

Abstract. Occupational Health and Safety (OHS) is a crucial aspect in the construction sector, yet manual monitoring of safety helmet compliance often proves ineffective. This study aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based safety helmet system to monitor helmet usage and detect hazardous conditions—such as material impacts and helmet removal—in *real-time*. Based on 40 test trials, the system successfully detected and transmitted 37 data points (92.5%) to the website and Telegram in *real-time*, while 3 data points (7.5%) experienced communication delays and were only registered on the helmet device. Furthermore, the LoRa communication module demonstrated stable data transmission across distances of 10 to 450 meters with RSSI values ranging from -70 to -112. Overall, this system functions effectively in enhancing worker safety and monitoring within construction environments.

1. PENDAHULUAN

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan aspek fundamental yang menjadi tanggung jawab perusahaan guna menjamin rasa aman dan kenyamanan karyawan selama bekerja [1]. Regulasi di Indonesia melalui UU No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja dan UU No. 23 Tahun 1992 tentang Kesehatan secara tegas mewajibkan penerapan K3 di setiap lingkungan kerja beserta sanksi hukum bagi pelanggarnya. Sektor konstruksi menjadi salah satu sektor dengan risiko kecelakaan kerja

paling fatal. Data BPJS Ketenagakerjaan mencatat lonjakan kasus kecelakaan kerja dari 114.000 kasus pada tahun 2019 menjadi 177.000 kasus pada periode Januari–Oktober 2020 akibat masifnya pembangunan infrastruktur di Indonesia [2]. Secara global, *International Labour Organization* (ILO) melaporkan terdapat 1,1 juta kematian per tahun akibat kecelakaan dan penyakit kerja, di mana Indonesia menyumbang rata-rata 99.000 kasus per tahun dengan 70% di antaranya

berdampak fatal seperti kematian atau cacat seumur hidup [3].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem helm *safety* cerdas (*smart safety helmet*) berbasis IoT yang diintegrasikan dengan sensor GY-6500 dan modul komunikasi LoRa. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi dua parameter utama, yaitu benturan keras akibat kejatuhan material dan kondisi ketika helm tidak digunakan oleh pekerja secara *real-time*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil mentransmisikan 92,5% data percobaan secara stabil ke *dashboard website* dan Telegram pada jarak 10 hingga 450 meter dengan nilai RSSI -70 sampai -112. Kontribusi teoritis dari penelitian ini adalah memperkaya literatur mengenai pemanfaatan sensor inersia dan protokol LoRa dalam ekosistem keselamatan kerja. Secara praktis, penelitian ini berkontribusi dalam memodernisasi sistem pengawasan K3 konvensional menjadi berbasis digital terotomatisasi. Implikasi dari penelitian ini memberikan rekomendasi bagi industri konstruksi untuk mengadopsi perangkat APD cerdas guna mempercepat respon penanganan darurat (*golden hour*) dan menekan angka fatalitas di area proyek.

Meskipun sistem ini menunjukkan performa yang tinggi, penelitian ini memiliki keterbatasan, yaitu adanya kendala keterlambatan komunikasi data sebesar 7,5% yang menyebabkan pembaruan pada *website* terhambat pada kondisi lingkungan tertentu, serta ketergantungan sistem pada stabilitas pasokan daya baterai perangkat helm. Keterbatasan ini membuka peluang bagi penelitian masa depan untuk mengoptimalkan efisiensi kompresi data dan penggunaan daya guna meningkatkan keandalan sistem pada cakupan area yang lebih luas.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian yang berjudul "*Internet of Things-Based Smart Helmet with Accident Identification and Logistics Monitoring for Delivery Riders*" yang membahas tentang Teknologi helm berbasis *Internet of Things* (IoT) telah dirancang untuk mendeteksi kecelakaan dan memberikan pelaporan lokasi serta kondisi pengguna secara *real-time* melalui

aplikasi berbasis cloud, guna mempercepat respons dalam kondisi darurat [4].

Lalu pada penelitian yang berjudul "*IOT Based Smart Safety Helmet*" yang membahas tentang *Smart helmet* dirancang untuk memastikan kepatuhan pemakaian helm, mendeteksi alkohol dalam napas pengguna, serta mengidentifikasi kecelakaan melalui sensor getaran, yang keseluruhannya terhubung ke sistem komunikasi darurat berbasis GSM [5].

Dan pada penelitian yang berjudul "Rancang Bangun Helm Pendeteksi Kantuk Dengan Notifikasi Lokasi Melalui Telegram Untuk Pengendara Sepeda Motor" yang membahas tentang sistem deteksi kantuk yang diintegrasikan langsung pada helm pengendara sepeda motor dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali dan sensor gyroscope (MPU6050) untuk membaca sudut kemiringan kepala.[6]

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Helm Safety

Dalam sektor industri, khususnya konstruksi dan manufaktur, helm keselamatan merupakan alat pelindung diri (APD) yang wajib digunakan untuk melindungi pekerja dari risiko cedera kepala akibat kecelakaan atau benda jatuh. Namun, tingkat kedisiplinan pekerja dalam menggunakan helm masih rendah, sementara pengawasan manual oleh petugas keselamatan dinilai kurang efektif karena memerlukan waktu, tenaga, dan biaya yang besar. Kondisi ini dapat meningkatkan risiko terjadinya cedera serius hingga kematian, sehingga diperlukan solusi yang lebih efektif dan efisien untuk memastikan kepatuhan penggunaan helm keselamatan di area kerja [7]

2.2.2 ESP32

ESP32 merupakan chip yang dilengkapi WiFi 2,4 GHz dan Bluetooth, dibangun dengan teknologi proses 40 nm guna menghasilkan performa radio serta efisiensi daya yang optimal. Chip ini menawarkan ketahanan, fleksibilitas, dan keandalan tinggi di berbagai aplikasi dan skenario daya. Sebagai modul mikrokontroler dengan dukungan WiFi dan Bluetooth dual-mode, ESP32 memudahkan pengguna dalam mengembangkan beragam sistem dan proyek berbasis *Internet of Things* (IoT) [8].

2.2.3 Buzzer

Buzzer elektronika adalah komponen yang menghasilkan suara berupa gelombang bunyi saat diberikan tegangan listrik sesuai spesifikasi. Umumnya digunakan sebagai alarm atau indikator suara karena penggunaannya yang mudah dan harganya lebih murah dibanding loudspeaker [9].

2.2.4 LED

Light-Emitting Diode (LED) adalah suatu divais semikonduktor yang memancarkan cahaya monokromatik yang tidak koheren ketika diberi tegangan maju. Karakteristik chip LED pada umumnya adalah sama dengan karakteristik diode yang hanya memerlukan tegangan tertentu untuk dapat beroperasi [10]. sensor gyroscope (MPU6050) untuk membaca sudut kemiringan kepala Modul GY6500 adalah modul inti yang merupakan Unit Pemrosesan Gerak 6 sumbu. Sensor ini dapat dikategorikan sebagai sensor Inersial Measurement Unit (IMU), yang memanfaatkan sistem pengukuran seperti giroskop dan akselerometer untuk memperkirakan posisi relatif, kecepatan, dan percepatan suatu benda [11].

2.2.6 LoRa

Long Range (Lo-Ra) merupakan teknologi modulasi radio tanpa kabel yang diciptakan untuk komunikasi pada jarak jauh dengan penggunaan daya yang sangat efisien. LoRa beroperasi pada frekuensi ISM (Industri, Sains, dan Medis) yang bebas lisensi, seperti 433 MHz, 868 MHz, dan 915 MHz, membuatnya ideal untuk aplikasi Internet of Things (IoT) yang memerlukan pengiriman data dalam jumlah kecil secara rutin dan di area yang luas [12].

2.2.7 Internet of Things

IoT merupakan sistem terintegrasi yang dirancang untuk memperluas koneksi internet secara berkesinambungan. Teknologi ini menghubungkan berbagai perangkat atau benda melalui jaringan internet. *Internet of Things* (IoT) merupakan teknologi yang memungkinkan untuk mengontrol, berkomunikasi, berkolaborasi dengan berbagai perangkat keras [13].

2.2.8 XAMPP

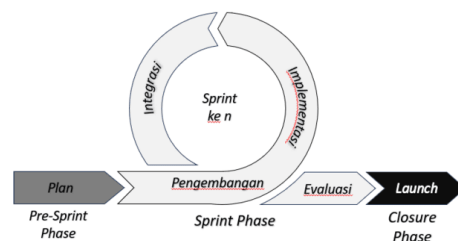
XAMPP digunakan sebagai lingkungan pengembangan lokal (local development environment) untuk membangun dan menguji website sebelum dipublikasikan secara online. XAMPP menyediakan paket server lengkap yang terdiri dari Apache (web server), MySQL/MariaDB (basis data), dan PHP (bahasa pemrograman server-side) [14].

2.2.9 Jenis Benturan

Pada penelitian ini, fokus utama adalah mendeteksi benturan pada helm yang disebabkan oleh kejatuhan material atau benda lain di lingkungan konstruksi. Benturan jenis ini umumnya terjadi pada bagian atas helm dan menimbulkan lonjakan percepatan yang signifikan dalam waktu sangat singkat. Hal ini sejalan dengan temuan [15]

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode Scrum, sebuah kerangka kerja Agile yang dirancang untuk pengembangan berulang dan adaptif. Menurut [16], Scrum memprioritaskan penyampaian *increment* produk dalam waktu singkat melalui mekanisme manajemen yang sederhana namun efektif. Alur kerja Scrum terbagi menjadi tiga tahapan krusial:



Gambar 1. Metode Penelitian Agile Scrum

a. The Pre-Sprint Phase

Merupakan tahap perencanaan awal yang bertujuan untuk merumuskan tujuan umum sistem serta mengidentifikasi alat dan sumber daya yang dibutuhkan.

b. The Sprint Phase

merupakan tahap pengembangan inti yang terdiri dari *Sprint Cycle* berdurasi tetap (2–4 minggu). Setiap sprint menghasilkan *increment* atau nilai tambah yang dapat digunakan. Setiap Sprint mengimplementasikan *Sprint Planning*, *Sprint*, dan *Sprint Review*.

c. The Closure Phase

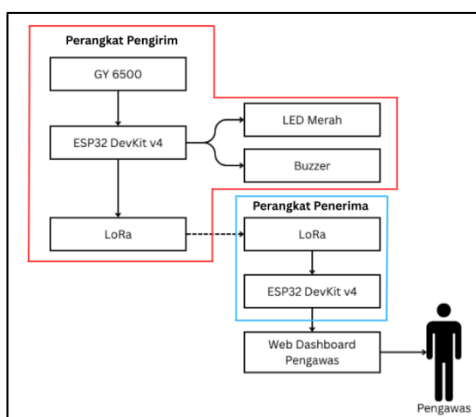
merupakan tahap akhir penelitian yang berfokus pada validasi menyeluruh terhadap sistem serta penyelesaian akhir proyek.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Alur Sistem

Sistem beroperasi melalui tiga komponen utama yang saling terintegrasi, Perangkat pengirim yang terpasang pada helm menggunakan sensor GY-6500 dan ESP32 untuk mendeteksi benturan maupun kondisi helm tidak digunakan, mengaktifkan LED dan buzzer sebagai peringatan lokal, serta mengirimkan status keselamatan melalui LoRa. Perangkat penerima menerima dan meneruskan data ke sistem monitoring berbasis web.

Selanjutnya, web dashboard pengawas menampilkan status helm dan waktu pembaruan secara real-time untuk mendukung respons cepat terhadap potensi bahaya.

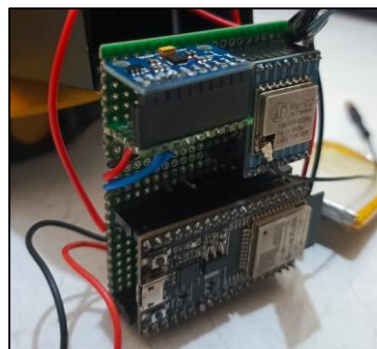


Gambar 2. Alur Sistem

4.2 Implementasi Perangkat Pengirim

Perangkat pengirim dirancang secara ringkas dan dipasang pada bagian belakang helm agar tidak mengganggu kenyamanan maupun aktivitas pengguna saat bekerja. Perangkat ini mengintegrasikan beberapa komponen utama, yaitu ESP32 DevKit V4 sebagai mikrokontroler yang berfungsi mengolah data dari sensor, modul LoRa sebagai media komunikasi nirkabel untuk mengirimkan data ke perangkat penerima, sensor GY6500 untuk mendeteksi perubahan orientasi, benturan, dan ketidakaktifan penggunaan helm, buzzer dan LED sebagai indikator peringatan lokal ketika terdeteksi kondisi berbahaya, modul TP4056 sebagai pengisi daya dan sistem proteksi baterai lithium, serta baterai sebagai

sumber catu daya portabel. Seluruh komponen disusun dalam satu wadah yang kokoh dan ringan sehingga mampu mendukung mobilitas pekerja tanpa mengurangi fungsi utama helm keselamatan.



Gambar 3. Hasil Perakitan Perangkat Pengirim



Gambar 4. Integrasi Perangkat pengirim pada Helm Safety

4.3 Implementasi Perangkat Penerima

Perangkat penerima ini menggunakan ESP32 sebagai unit pengolah utama yang menerima dan memproses paket data dari modul LoRa. Modul LoRa yang dilengkapi dengan antena LoRa untuk memastikan penerimaan sinyal yang lebih stabil dan memperluas area jangkauan. Seluruh komponen dirakit dan diletakkan dalam box berukuran panjang 11cm, lebar 8cm dan tinggi 5cm agar lebih ringkas dan portable untuk digunakan.



Gambar 5. Hasil Perakitan Perangkat Penerima



Gambar 6. Implementasi Perangkat Penerima pada Box

4.4 Pengujian Deteksi Benturan Helm

Di lakukan sebanyak 15 kali percobaan pada helm, tingkat akurasi diukur dengan mengukur perubahan percepatan sudut secara drastis dalam waktu yang singkat menggunakan modul GY6500 Dengan cara melakukan simulasi secara berulang agar dapat menghasilkan akurasi yang tinggi dalam pendeteksian. Adapun rumus yang digunakan yaitu Resultan (Rumus Percepatan Total). Sensor GY6500 memberi nilai percepatan pada 3 sumbu: ax, ay, az.

Percepatan total dapat dihitung dengan :

$$a_{total} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \quad (1)$$

Dengan satuan g (gravitasi, 1 g = 9.81 m/s²).

Untuk mendeteksi benturan, penulis menghitung perubahan mendadak dari percepatan:

$$\Delta a = |a_{total}(t) - a_{total}(t - 1)| \quad (2)$$

Jika nilai Δa melewati ambang batas (threshold), maka dianggap terjadi benturan.

Dalam penelitian kali ini Penulis menetapkan Δa di angka 2,5g sebagai ambang batas amannya perubahan sudut, karna berdasarkan jurnal yang berjudul “*Developing an IoT-Enabled Smart Helmet for Worker Safety: Technical Feasibility and Business Model*” yang menyebutkan bahwa Pemilihan ambang batas percepatan sebesar 2,5 g digunakan dalam sistem ini untuk mendeteksi benturan akibat kejatuhan material pada helm safety [17].

Table 1. Hasil Pengujian Deteksi Benturan pada Helm

NO.	Status	Δa	Keterangan	Output
1.	BENTURAN	3.20g	Helm Terkena Jatuhan Material	Buzzer & LED on, kirim LoRa
2.	AMAN	0.33g	Helm kembali bergerak setelah Alarm Benturan off	Buzzer & LED off, kirim LoRa
3.	BENTURAN	4.53g	Helm Terkena Jatuhan Material	Buzzer & LED on, kirim LoRa
4.	DARURAT	0.01g	Helm tidak bergerak setelah alarm benturan off	Buzzer & LED on, kirim LoRa
5.	AMAN	0.52g	Helm kembali bergerak setelah Alarm off	Buzzer & LED off, kirim LoRa
6.	BENTURAN	3.85g	Helm Terkena Jatuhan Material	Buzzer & LED on, kirim LoRa
7.	BENTURAN	3.44g	Helm Terkena Jatuhan Material Susulan	Buzzer & LED on, kirim LoRa
8.	AMAN	0.26g	Helm kembali bergerak setelah Alarm off	Buzzer & LED off, kirim LoRa
9.	BENTURAN	4.41g	Helm Terkena Jatuhan Material	Buzzer & LED on, kirim LoRa
10.	BENTURAN	2.67g	Helm Terkena Jatuhan Material Susulan	Buzzer & LED on, kirim LoRa
11.	BENTURAN	5.57g	Helm Terkena Jatuhan Material Susulan	Buzzer & LED on, kirim LoRa
12.	DARURAT	0.02g	Helm tidak bergerak setelah alarm benturan off	Buzzer & LED on, kirim LoRa
13.	AMAN	0.21g	Helm kembali bergerak setelah Alarm off	Buzzer & LED off, kirim LoRa
14.	BENTURAN	4.00g	Helm Terkena Jatuhan Material	Buzzer & LED on, kirim LoRa
15.	AMAN	0.80g	Helm kembali bergerak setelah Alarm off	Buzzer & LED off, kirim LoRa

4.5 Pengujian Deteksi Ketidapkakaian Helm

Pengujian helm tidak di gunakan sebanyak 15 kali percobaan, tingkat akurasi diukur dengan mengidentifikasi ketidapkakaian helm yang didasarkan pada perubahan sudut yang dihasilkan sensor, dengan menggunakan perhitungan nilai delta ($\Delta\theta$) yang diperoleh dari selisih perubahan pada sumbu X, Y, dan Z. Jika nilai $\Delta\theta \leq 0,2g$ dalam periode tertentu, maka kondisi tersebut dianggap sebagai helm dalam keadaan diam atau tidak digunakan.

Berikut Adalah Rumus Yang digunakan :

$$\Delta\theta = \sqrt{(\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2 + (\Delta Z)^2} \quad (3)$$

Dalam pengujian ini terdapat dua kondisi yang diuji. Pertama, ketika helm tidak mengalami pergerakan atau perubahan sudut

selama 15 detik, sistem akan mengaktifkan peringatan lokal berupa bunyi buzzer dan nyala LED merah. Peringatan ini berfungsi sebagai alarm langsung kepada pekerja agar segera menggunakan kembali helmnya. Jika pekerja segera mengenakan kembali helm (terdeteksi adanya pergerakan), maka buzzer dan LED akan otomatis berhenti, dan status helm kembali menjadi AMAN.

Kedua, apabila helm tetap tidak bergerak setelah melewati peringatan lokal hingga mencapai 30 detik, maka sistem akan Mengirimkan status berisi “HELM TIDAK DIGUNAKAN”. Pada kondisi ini, buzzer dan LED merah tetap aktif, serta perangkat akan mengirimkan data melalui komunikasi LoRa berupa status helm kepada dashboard pengawas. Peringatan ini akan terus berjalan sampai helm kembali bergerak, yang berarti helm sudah dipakai kembali.

Table 2. Hasil Pengujian Deteksi Kepatuhan pada Helm

NO.	Status	Δa	Keterangan	Output
1.	AMAN	0.93g	Pergerakan Helm dalam Kondisi Normal	Buzzer & LED off, kirim LoRa
2.	TIDAK DIGUNAKAN (Peringatan Lokal)	0.01g	15 detik dari kondisi aman Helm di Letakkan	Buzzer & LED on
3.	TIDAK DIGUNAKAN (Peringatan Lokal dan Pengawas)	0.01g	15 detik setelah peringatan lokal Helm Masi di Letakkan	Buzzer & LED on, kirim LoRa
4.	AMAN	0.23g	Helm di gerakkan kembali	Buzzer & LED off, kirim LoRa
5.	TIDAK DIGUNAKAN (Peringatan Lokal)	0.00g	Helm Di letakkan	Buzzer & LED on
6.	AMAN	0.31g	Helm Bergerak kembali	Buzzer & LED off, kirim LoRa
7.	TIDAK DIGUNAKAN (Peringatan Lokal)	0.02g	Helm di Letakkan	Buzzer & LED on
8.	TIDAK DIGUNAKAN (Peringatan Lokal & Pengawas)	0.00g	Helm di Letakkan	Buzzer & LED on, kirim LoRa
9.	AMAN	0.47g	Helm Bergerak kembali	Buzzer & LED off, kirim LoRa
10.	TIDAK DIGUNAKAN (Peringatan Lokal)	0.01g	Helm Diletakkan	Buzzer & LED on
11.	TIDAK DIGUNAKAN (Peringatan Lokal & Pengawas)	0.02g	Helm Masi Diletakkan	Buzzer & LED on, kirim LoRa
12.	AMAN	0.21g	Helm Bergerak kembali	Buzzer & LED off, kirim LoRa
13.	TIDAK DIGUNAKAN (Peringatan Lokal)	0.01g	Helm Diletakkan	Buzzer & LED on

4.6 Pengujian Pengiriman Data

Pengujian ini dilakukan dalam jarak 10-450 meter antara modul LoRa yang terpasang pada helm (sebagai pengirim) untuk memastikan data dapat dikirim menuju modul LoRa penerima.

Table 3. Hasil Pengujian Pengiriman Data

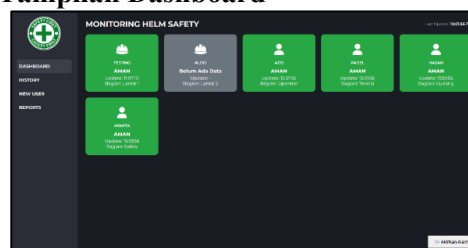
No	Jarak(m)	Nilai RSSI(dBM)
1.	10	-70
2.	50	-79
3.	100	-84
4.	150	-90
5.	200	-96
6.	250	-100
7.	300	-106
8.	350	-109
9.	400	-111
10.	450	-112

Berdasarkan hasil pengujian jarak terhadap nilai RSSI (Received Signal Strength Indicator) pada sistem komunikasi LoRa, terlihat bahwa semakin jauh jarak antara pengirim dan penerima, nilai RSSI semakin menurun (semakin negatif). Pada jarak 10 meter, nilai RSSI tercatat sebesar -70 dBm yang menunjukkan kualitas sinyal baik dan stabil. Namun, seiring bertambahnya jarak hingga +-450 meter, nilai RSSI menurun menjadi -112 dBm, yang menandakan sinyal mulai melemah dan komunikasi menjadi kurang stabil.

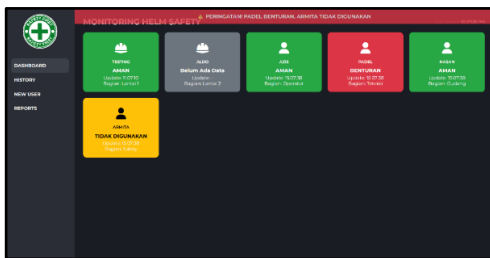
4.7 Pengujian website Monitoring

Pengujian website monitoring dilakukan untuk memastikan bahwa data yang dikirimkan dari perangkat helm melalui LoRa penerima dapat ditampilkan dengan benar dan sesuai pada dashboard sistem. Dari hasil pengujian website berhasil menampilkan data yang di dapat dari LoRa penerima dan mengaktifkan alarm peringatan kepada pengawas. Berikut adalah beberapa tampilan hasil pengujian setelah website menerima data:

a. Tampilan Dashboard



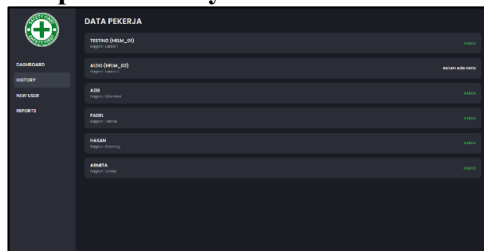
Gambar 7. Tampilan Dashboard Normal



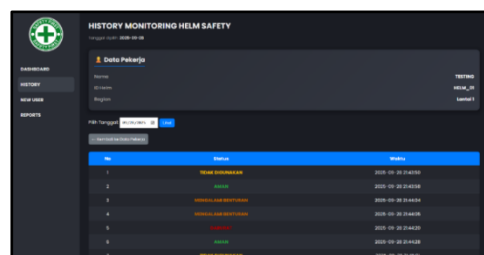
Gambar 8. Tampilan Dashboard Peringatan Aktif

Dashboard website monitoring menampilkan nama pekerja, status, dan waktu pembaruan terakhir. Saat seluruh pekerja dalam kondisi aman, tampilan berwarna hijau. Jika terjadi benturan atau helm tidak digunakan, tampilan berubah menjadi merah atau kuning, disertai banner peringatan yang menampilkan nama dan status pekerja serta alarm sirine sebagai notifikasi kepada pengawas.

b. Tampilan History



Gambar 9. Tampilan List Pekerja

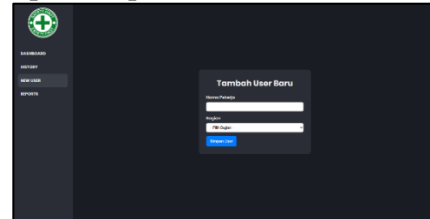


Gambar 10. Tampilan History Helm tiap Pekerja

Fitur History digunakan untuk menampilkan riwayat kondisi pekerja berdasarkan tanggal yang dipilih. Halaman ini memudahkan pengawas dalam menganalisis data keselamatan dan mengevaluasi sistem monitoring. Sistem menampilkan daftar pengguna helm beserta identitasnya, seperti nama pekerja, ID helm, dan bagian kerja. Setelah dipilih, akan ditampilkan riwayat kondisi helm, meliputi status Aman, Benturan, Darurat, Tidak Digunakan, atau Disconnected beserta waktu kejadiannya, sehingga pengawas

dapat mengetahui pola aktivitas dan kejadian yang dialami setiap pekerja.

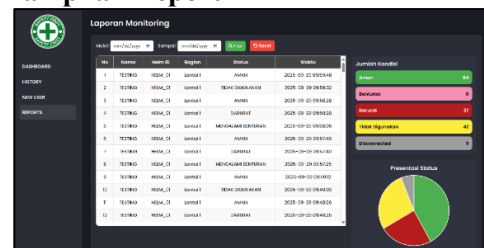
c. Tampilan Input New User



Gambar 11. Tampilan Input Pekerja Baru

Halaman New User digunakan untuk mendaftarkan pekerja baru ke dalam sistem helm safety berbasis IoT. Admin hanya perlu mengisi nama pekerja dan bagian/divisi, kemudian sistem akan membuat ID Helm secara otomatis sebagai identitas unik. Data tersebut digunakan untuk menampilkan status pekerja pada *Dashboard*, menyimpan riwayat pada *History*, serta mendukung pembuatan laporan keselamatan, sehingga pengelolaan data pekerja menjadi lebih terstruktur.

d. Tampilan Report



Gambar 12. Tampilan Grafik Semua Pekerja

Halaman Reports menampilkan rekapitulasi hasil monitoring helm safety dalam bentuk table dan grafik. Admin dapat memfilter laporan berdasarkan periode tanggal sehingga analisis dapat dilakukan sesuai kebutuhan. Informasi yang disajikan meliputi nama pekerja, ID helm, bagian, status, dan waktu kejadian, sehingga setiap aktivitas dan kondisi helm dapat ditelusuri dengan mudah.

4.8 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem menunjukkan bahwa sebagian besar fitur berjalan dengan baik. Secara umum, sistem mencatat tingkat keberhasilan sebesar 37 berhasil dari total 40 pengujian, sedangkan 3 gagal terjadi pada Pengujian terakhir yang menunjukkan kegagalan pengiriman data akibat komunikasi LoRa yang terhambat karna faktor

jarak dan spesifikasi modul yang masih memerlukan perbaikan.

Table 4. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

No.	Status	Keterangan	Output
1	BENTURAN	Helm Mengalami Benturan	Buzzer & LED On, Kirim LoRa, Peringatan website dan Telegram
2	DARURAT	Helm tidak bergerak setelah terjadi benturan	Buzzer & LED On, Kirim LoRa, Peringatan website dan Telegram
3	AMAN	Helm Kembali Bergerak	Buzzer & LED Off, Kirim LoRa, Update website
4	AMAN	Helm Bergerak Normal	Buzzer & LED Off, Kirim LoRa, Update website
5	BENTURAN	Helm Mengalami Benturan	Buzzer & LED On, Kirim LoRa, Peringatan website dan Telegram
6	DARURAT	Helm tidak bergerak setelah terjadi benturan	Buzzer & LED On, Kirim LoRa, Peringatan website dan Telegram
7	AMAN	Helm Bergerak Normal	Buzzer & LED Off, Kirim LoRa, Update website
8	TIDAK DIGUNAKAN	Helm Tidak Bergerak/Di Letakkan	Buzzer & LED On, Kirim LoRa, Peringatan website dan Telegram
9	AMAN	Helm Kembali Bergerak	Buzzer & LED Off, Kirim LoRa, Update website
10	BENTURAN	Helm Mengalami Benturan	Buzzer & LED On, Kirim LoRa, Peringatan website dan Telegram
11	AMAN	Helm Kembali Bergerak	Buzzer & LED Off, Kirim LoRa, Update website
12	BENTURAN	Helm Mengalami Benturan	Buzzer & LED On, Kirim LoRa, Peringatan website dan Telegram
13	DARURAT	Helm Tidak Bergerak Setelah Benturan	Buzzer & LED On, Kirim LoRa, Peringatan website dan Telegram
14	AMAN	Helm Kembali Bergerak	Buzzer & LED Off, Kirim LoRa, Update website
15	TIDAK DIGUNAKAN	Helm Tidak Bergerak/Di letakkan	Buzzer & LED On, Kirim LoRa, Peringatan website dan Telegram
16	AMAN	Helm Kembali Bergerak	Buzzer & LED Off, Kirim LoRa, Update website
17	BENTURAN	Helm Mengalami Benturan	Buzzer & LED On, Kirim LoRa, Peringatan website dan Telegram
18	DARURAT	Helm Tidak Bergerak Setelah Benturan	Buzzer & LED On, Kirim LoRa, Peringatan website dan Telegram
19	AMAN	Helm Kembali Bergerak	Buzzer & LED Off, Kirim LoRa, Update website
20	TIDAK DIGUNAKAN	Helm Tidak Bergerak/Di letakkan	Buzzer & LED On, Kirim LoRa, Peringatan website dan Telegram
21	AMAN	Helm Kembali Bergerak	Buzzer & LED Off, Kirim LoRa, Update website
22	TIDAK DIGUNAKAN	Helm Tidak Bergerak/Di letakkan	Buzzer & LED On, Kirim LoRa, Peringatan website dan Telegram
23	AMAN	Helm Kembali Bergerak	Buzzer & LED Off, Kirim LoRa, Update website
24	AMAN	Helm Bergerak Normal	Buzzer & LED Off, Kirim LoRa, Update website per 1 menit
25	BENTURAN	Helm Mengalami Benturan	Buzzer & LED On, Kirim LoRa, Peringatan website dan Telegram
26	AMAN	Helm Kembali Bergerak	Buzzer & LED Off, Kirim LoRa, Update website
27	AMAN	Helm Bergerak Normal	Buzzer & LED On, Kirim LoRa, Update website per 1 menit
28	AMAN	Helm Bergerak Normal	Buzzer & LED Off, Kirim LoRa, Update website per 1 menit
29	AMAN	Helm Bergerak Normal	Buzzer & LED Off, Kirim LoRa, Update website per 1 menit
30	BENTURAN	Helm Mengalami Benturan	Buzzer & LED On, Kirim LoRa, Peringatan website dan Telegram
31	DARURAT	Helm Tidak Bergerak Setelah Benturan	Buzzer & LED On, Kirim LoRa, Peringatan website dan Telegram
32	AMAN	Helm Kembali Bergerak	Buzzer & LED Off, Kirim LoRa, Update website
33	AMAN	Helm Bergerak Normal	Buzzer & LED Off, Kirim LoRa, Update website per 1 menit
34	TIDAK DIGUNAKAN	Helm Tidak Bergerak/Di letakkan	Buzzer & LED On, Kirim LoRa, Peringatan website dan Telegram
35	AMAN	Helm Kembali Bergerak	Buzzer & LED Off, Kirim LoRa, Update website
36	TIDAK DIGUNAKAN	Helm Tidak Bergerak/Di letakkan	Buzzer & LED On, Kirim LoRa, Peringatan website dan Telegram
37	AMAN	Helm Kembali Bergerak	Buzzer & LED Off, Kirim LoRa, Update website
38	AMAN	Helm Bergerak Normal	Buzzer & LED Off, Gagal mengirim Data ke Perangkat & menyimpan DB
39	BENTURAN	Helm Mengalami Benturan	Buzzer & LED On, Gagal mengirim Data ke Perangkat & menyimpan DB
40	AMAN	Helm Kembali Bergerak	Buzzer & LED Off, Gagal mengirim Data ke Perangkat & menyimpan DB

Hasil ini menunjukkan bahwa sistem helm safety berbasis IoT sudah berfungsi sesuai

rancangan, namun masih terdapat beberapa kondisi yang perlu dioptimalkan terutama pada aspek tertentu seperti deteksi dan komunikasi data.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, sistem Helm Safety berbasis Internet of Things (IoT) yang dikembangkan berhasil mendukung peningkatan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) melalui pendeteksian benturan dan pemantauan penggunaan helm secara real-time. Sensor GY6500 dan mikrokontroler ESP32 mampu mendeteksi benturan dengan nilai percepatan di atas 2,5 g serta kondisi helm tidak digunakan selama 15-30 detik, kemudian memberikan peringatan melalui buzzer, LED merah, serta pengiriman status melalui LoRa.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa dari 40 data percobaan, sebanyak 37 data (92,5%) berhasil dikirim dan ditampilkan pada website dashboard secara real-time, sedangkan 3 data (7,5%) mengalami keterlambatan pembaruan akibat komunikasi data. Selain itu, modul LoRa mampu mengirimkan data secara stabil pada jarak 10-450 meter dengan nilai RSSI berkisar antara -70 dBm hingga -112 dBm. Informasi yang diterima juga dapat tersimpan pada fitur History dan Reports sehingga memudahkan proses pemantauan dan evaluasi kondisi pekerja oleh pengawas.

Secara keseluruhan, sistem telah bekerja efektif dalam mendeteksi kondisi berbahaya, memantau kepatuhan penggunaan helm, serta menyampaikan notifikasi secara cepat kepada pihak terkait dengan jarak menengah. Dengan kemampuan tersebut, sistem dapat menjadi solusi pendukung untuk meningkatkan pengawasan penggunaan alat pelindung diri dan mempercepat respons terhadap potensi kecelakaan kerja di lingkungan konstruksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan kontribusi selama proses penelitian hingga penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih disampaikan kepada dosen pembimbing atas arahan dan masukan yang diberikan, serta kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan pengujian dan pengumpulan data penelitian. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat serta

menjadi referensi bagi pengembangan penelitian selanjutnya di bidang keselamatan kerja berbasis Internet of Things (IoT).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lianova, "Pengaruh Penerapan K3 (Keselamatan Kerja, Kesehatan Kerja, Keamanan Kerja) Dan Gaji Terhadap Kinerja Karyawan Di Cv. Malala," *Cross-Border*, vol. Vol. 6 No., no. <https://journal.iaisambas.ac.id/index.php/Cross-Border/issue/view/145>, p. 11, 2023, [Online]. Available: file:///C:/Users/sns/_/OneDrive/Documents/Referensi RUP/Daftar Pustaka/Pengaruh Penerapan K3 dan gaji .pdf
- [2] P. P. Lulus Suci Hendrawati, "Hubungan Antara Sikap Dengan Kepatuhan Penggunaan Apd Pada Pekerja Di Pt X Tahun 2022," *Kepatuhan Pengguna. APD*, pp. 1–23, 2022.
- [3] I. Wayan, "SAFETY HELMET DAN MASKER PADA PROYEK PEMBANGUNAN DENGAN METODELOGI YOLOv5 DENGAN," *SPEKTRUM*, vol. 10, no. 4, pp. 1–10, 2023.
- [4] A. D. T. Alcantara *et al.*, "Internet of Things-Based Smart Helmet with Accident Identification and Logistics Monitoring for Delivery Riders †," *Eng. Proc.*, 2023, doi: <https://doi.org/10.3390/ecs-10-16238>.
- [5] S. Kamble, O. Desai, P. Nemte, V. Sawant, and A. A. Miraje, "IOT Based Smart Safety Helmet," *IJIRT*, vol. 11, no. 11, pp. 719–722, 2025.
- [6] M. A. Yahya, A. B. Yunanda, M. Sidqon, A. Kridoyono, T. Informatika, and J. Timur, "DENGAN NOTIFIKASI LOKASI MELALUI TELEGRAM," vol. 13, no. 3, pp. 229–240, 2024.
- [7] D. Arya, A. Prayoga, M. Taufiqurrochman, A. Aziz, and M. Khanif, "DETEKSI HELM SAFETY MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS DAN YOLOV3-TINY," *CENTIVE*, vol. 4, no. 1, pp. 1276–1286, 2024.
- [8] EspressifSystems, "Panduan Memulai ESP32-DevKitC V4," ESPRESSIF. Accessed: Jun. 07, 2025. [Online]. Available: <https://docs.espressif.com/projects/espressif/en/release-v4.2/esp32/hw-reference/esp32/get-started-devkitc.html>
- [9] R. Dias Valentin, M. Ayu Desmita, and A. Alawiyah, "Implementasi Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Untuk Sistem Peringatan Dini Banjir," *Jimel*, vol. 2, no. 2, pp. 2723–598, 2021.
- [10] S. Tekno, "Pengertian Buzzer Elektronika beserta Fungsi dan Prinsip Kerjanya," Belajar Online. Accessed: Jun. 07, 2025. [Online]. Available: <https://www.belajaronline.net/2020/10/pengertian-buzzer-elektronika-fungsi-prinsip-kerja.html>
- [11] F. Mangkusasmito, D. Y. Tadeus, H. Winarno, and E. Winarno, "Peningkatan Akurasi Sensor GY-521 MPU-6050 dengan Metode Koreksi Faktor Drift," *Ultim. Comput. J. Sist. Komput.*, vol. 12, no. 2, pp. 91–95, 2020, doi: 10.31937/sk.v12i2.1791.
- [12] A. Augustin, J. Yi, T. Clausen, and W. M. Townsley, "A Study of LoRa : Long Range & Low Power Networks for the Internet of Things," pp. 1–18, 2016, doi: 10.3390/s16091466.
- [13] A. Syahfitri, "Internet of Things: Sejarah Teknologi Dan Penerapannya," *Isu Teknol. Stt Mandala*, vol. 14, no. 2, pp. 92–99, 2019.
- [14] Priti Ray, "Analysis of PG/Flat Rental Website Developed Using PHP/Xampp with Existing PG/Flat Business/Rental Websites," *J. Electr. Syst.*, vol. 20, no. 7s, pp. 2341–2348, 2024, doi: 10.52783/jes.3970.
- [15] M. Bottlang, G. Digiacomo, S. Tsai, and S. Madey, "Heliyon Effect of helmet design on impact performance of industrial safety helmets," *Heliyon*, vol. 8, no. 8, p. e09962, 2022, doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e09962.
- [16] S. Alsaqqa, S. Sawalha, and H. Abdel-Nabi, "Agile Software Development: Methodologies and Trends Blockchain technologies View project Social Media Networks View project," *Artic. Int. J. Interact. Mob. Technol.*, pp. 246–270, 2020, [Online]. Available: <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i11.13269>
- [17] S. Raghunath and S. H. Ghaffar, "Developing an IoT-Enabled Smart Helmet for Worker Safety: Technical Feasibility and Business Model," *Safety*, vol. 11, no. 3, pp. 1–20, 2025, doi: 10.3390/safety11030089.