

PERANCANGAN SISTEM PERINGATAN UNTUK PENGENDARA SEPEDA MOTOR BERDASARKAN KECEPATAN DAN DETAK JANTUNG BERBASIS ESP32

Bagus Aji Alfarizy¹⁾, Misbah²⁾, Yoedo Ageng Suryo³⁾

^{1,2,3)} Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik
^{1,2,3)} Jl. . Sumatra No. 101, Mt. Malang, Randuagung, Gresik Regency 61121
email: ¹⁾bagussajiwo123r@gmail.com, ²⁾ misbah@umg.ac.id
³⁾mryoedo@umg.ac.id

ABSTRAK

Keselamatan pengendara sepeda motor merupakan perhatian utama mengingat tingginya jumlah kecelakaan lalu lintas di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pemantauan kecepatan dan detak jantung berbasis ESP32 yang dapat memberikan peringatan dini kepada pengendara serta mengintegrasikan modul GPS untuk pelacakan lokasi dalam situasi darurat. Sistem ini memanfaatkan sensor detak jantung MAX30102, sensor kecepatan berbasis Hall Effect, modul SIM808 untuk pengiriman SMS, dan GPS untuk pelacakan lokasi. Keterbatasan sistem ini meliputi penggunaan pada sepeda motor dengan kecepatan maksimum 120 km/jam, pengiriman lokasi menggunakan format koordinat sederhana, dan pengujian dilakukan dalam kondisi jalan normal. Dengan mengembangkan algoritma analisis data yang efisien, penelitian ini dapat meningkatkan kesadaran pengendara terhadap kondisi fisik dan kecepatan berkendara, membantu proses respons darurat melalui pelacakan lokasi, serta berkontribusi dalam mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas di Indonesia. Untuk presentase keberhasilan alat yang akan digunakan bisa mencapai 92% - 97% dari hasil yang sudah diuji coba.

Kata Kunci : Keamanan Pengendara, Pemantauan Detak Jantung, Kecepatan Kendaraan, Pelacakan Lokasi, ESP32, IoT

ABSTRACT

Motorcycle rider safety is a major concern considering the high number of traffic accidents in Indonesia. This study aims to design an ESP32-based speed and heart rate monitoring system that can provide early warning to riders and integrate a GPS module for location tracking in emergency situations. This system utilizes a MAX30102 heart rate sensor, a Hall Effect-based speed sensor, a SIM808 module for sending SMS, and GPS for location tracking. System limitations include use on motorcycles with a maximum speed of 120 km/h, location sending using a simple coordinate format, and testing under normal road conditions. By developing an efficient data analysis algorithm, this study can increase rider awareness of physical conditions and driving speed, assist the emergency response process through location tracking, and contribute to reducing the number of traffic accidents in Indonesia. The success rate of the tool to be used can reach 92% - 97% from the results that have been tested.

Keywords: Rider Safety, Heart Rate Monitoring, Vehicle Speed, Location Tracking, Esp32, Iot.

1. PENDAHULUAN

Sepeda motor merupakan salah satu moda transportasi yang paling banyak digunakan di Indonesia. Kemudahan penggunaan, harga yang relatif terjangkau, serta kemampuannya untuk menembus kemacetan menjadi faktor utama yang mendorong popularitas kendaraan ini. Namun, tingginya jumlah pengguna sepeda motor juga sebanding dengan meningkatnya jumlah kecelakaan lalu lintas. Berdasarkan data dari Korps Lalu Lintas Kepolisian Negara Republik Indonesia, sebagian besar kecelakaan disebabkan oleh faktor manusia, seperti pelanggaran batas kecepatan dan kurangnya konsentrasi pengemudi [1].

Berdasarkan laporan Pendataan Kecelakaan Lalu Lintas di Indonesia Tahun 2023 oleh DataIndonesia.id, jumlah kecelakaan lalu lintas di Indonesia mencapai ratusan ribu kasus sepanjang tahun tersebut. Sepeda motor merupakan jenis kendaraan yang paling sering terlibat dalam kecelakaan. Penyebab utama kecelakaan meliputi kelalaian manusia, seperti kurangnya konsentrasi saat berkendara, kelelahan, dan pelanggaran batas kecepatan. Selain itu, kondisi cuaca dan kualitas jalan juga turut berkontribusi terhadap tingginya angka kecelakaan. Kecelakaan lalu lintas tidak hanya menyebabkan korban jiwa, tetapi juga menimbulkan kerugian materi yang sangat besar [2].

Salah satu aspek penting yang sering diabaikan oleh pengemudi adalah kondisi kesehatan mereka saat berkendara, terutama detak jantung. Detak jantung merupakan indikator vital yang dapat mencerminkan kondisi fisik pengemudi, seperti stres, kelelahan, atau masalah kesehatan lainnya. Dalam situasi tertentu, kombinasi antara kecepatan tinggi dan detak jantung yang tidak normal dapat meningkatkan risiko kecelakaan [3]. Oleh karena itu, diperlukan sistem pemantauan secara real-time yang dapat mendeteksi kecepatan kendaraan dan kondisi detak jantung pengemudi untuk

memberikan peringatan dini dan mengurangi potensi terjadinya kecelakaan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan berbagai sistem keselamatan berkendara berbasis teknologi. Penelitian berjudul "Aplikasi IoT dalam Sistem Peringatan Batas Kecepatan dan Detektor Lokasi Kecelakaan" menekankan pentingnya sistem peringatan batas kecepatan berbasis IoT dan pendeteksi lokasi kecelakaan. Sistem ini menggunakan sensor kecepatan dan GPS untuk mengukur serta mengirimkan informasi kondisi kendaraan ke pusat pemantauan atau pihak terkait melalui jaringan IoT. Dengan sistem ini, kecelakaan akibat kecepatan berlebih dapat diminimalkan, dan jika terjadi kecelakaan, informasi lokasi dapat dikirim secara real-time untuk mempercepat proses evakuasi [4].

Penelitian lainnya berjudul "Perancangan dan Pembuatan Perkam Gerak Kendaraan pada Sepeda Motor untuk Data Investigasi Kecelakaan Lalu Lintas Berbasis Modul GSM" mengembangkan sistem perekam gerak kendaraan yang dapat mengirimkan data melalui jaringan GSM untuk keperluan investigasi kecelakaan lalu lintas. Sistem ini dirancang agar data perjalanan sepeda motor dapat direkam dan dianalisis guna mengetahui pola pergerakan sebelum kecelakaan terjadi, sehingga dapat digunakan sebagai bukti dalam penyelidikan lalu lintas [5].

Selain itu, penelitian berjudul "Perancangan dan Pembuatan Sistem Pemantauan Kecepatan Kendaraan Berbasis GPS dengan SMS sebagai Media Pengiriman Data" mengembangkan sistem pemantauan kecepatan kendaraan menggunakan GPS, dengan pengiriman data melalui SMS untuk memastikan keselamatan pengemudi. Sistem ini memungkinkan pemantauan kecepatan kendaraan secara jarak jauh, sehingga perilaku berkendara dapat dimonitor oleh pihak terkait [6].

Berdasarkan tinjauan terhadap penelitian-penelitian sebelumnya, sebagian besar sistem yang dikembangkan masih berfokus pada pemantauan kecepatan kendaraan atau pendeteksian kondisi eksternal pengemudi, namun belum banyak yang mengintegrasikan pemantauan kesehatan pengemudi sebagai bagian dari sistem keselamatan. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem pemantauan keselamatan pengemudi sepeda motor yang tidak hanya berfokus pada kecepatan kendaraan, tetapi juga pada kondisi fisik pengemudi, khususnya detak jantung sebagai indikator kesehatan.

Dengan memanfaatkan teknologi IoT dan mikrokontroler ESP32 [7], sistem ini akan mengintegrasikan sensor detak jantung, sensor kecepatan, dan modul GPS untuk memantau kondisi pengemudi secara real-time. Jika sistem mendeteksi adanya anomali pada detak jantung atau kecepatan kendaraan yang berlebihan, maka peringatan dini akan diberikan kepada pengemudi, dan informasi lokasi akan dikirimkan ke kontak darurat melalui jaringan komunikasi. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan keselamatan berkendara dengan mengurangi risiko kecelakaan yang disebabkan oleh faktor kesehatan maupun perilaku berkendara.

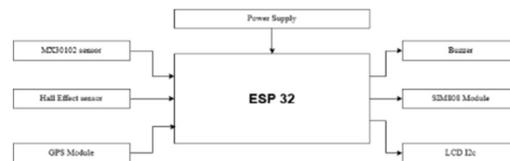
2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap untuk mengimplementasikan sistem. Tahap pertama adalah perancangan bagian-bagian secara detail, tahap selanjutnya adalah perancangan sistem secara keseluruhan sebagai prototipe. Tahap ketiga sekaligus terakhir adalah implementasi

2.1. Konsep Blok Sistem

Pada tahap ini, dilakukan perancangan sistem pemantauan kecepatan, detak jantung, dan pelacakan lokasi pengendara sepeda motor dengan menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama [8]. Sistem ini

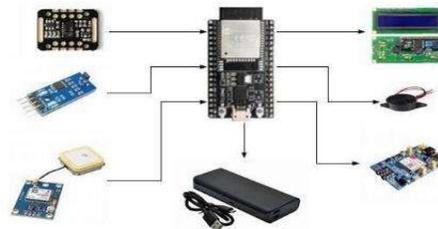
memanfaatkan sensor MAX30102 [9] untuk mendeteksi detak jantung, sensor Hall Effect [10] untuk mengukur kecepatan kendaraan, dan modul GPS untuk pelacakan lokasi. Komunikasi dengan kontak darurat dilakukan melalui modul SIM808 [11],[12] untuk mengirimkan SMS yang berisi informasi lokasi [13]. Konsep awal dari pembuatan prototipe ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Konsep Blok Sistem

Sensor MAX30102 digunakan untuk memantau detak jantung secara real-time, memungkinkan sistem mendeteksi tanda-tanda kelelahan atau kondisi fisik pengendara yang tidak normal. Sensor Hall Effect berfungsi sebagai pengukur kecepatan kendaraan, memberikan informasi mengenai kemungkinan pelanggaran batas kecepatan yang dapat meningkatkan risiko kecelakaan. Selain itu, modul GPS digunakan untuk menentukan lokasi pengendara secara akurat, yang sangat berguna terutama dalam situasi darurat. Data dari sensor ditampilkan menggunakan LCD I2C [15]. Semua data ini dikumpulkan dan diproses oleh ESP32 sebagai mikrokontroler utama.

2.2. Desain Hardware



Gambar 2. Desain Hardware



Gambar 3. Desain Lokasi *Hardware*

Desain perangkat keras ini dibuat untuk menggunakan komponen-komponen yang akan dipakai dalam tata letak perangkat keras. Penempatan perangkat keras dirancang sedemikian rupa agar memiliki tata letak yang optimal. Gambar tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3. Berikut adalah Tabel 1 yang menunjukkan tata letak input dan output sistem.

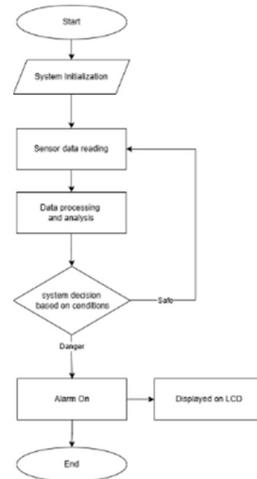
Tabel 1. Konfigurasi Pin IO

Komponen	Pin ESP32
sensor MX30102	Pin SDA dan SCL
Sensor Efek Hall	D13
Modul GPS	RX1,TX1
Bel	D12
Modul SIM808	RX2,TX2
LCD I2C	Pin SDA dan SCL
Catu Daya	V.dalam, gnd

2.3 Proses Kerja Sistem

Pada tahap ini akan dijelaskan alur sistem mengenai cara kerja alat, yang telah digambarkan pada Gambar 4.

Pada gambar diagram alir di atas, ketika sistem dinyalakan dan mulai menjalankan proses pemantauan, maka dimulai dengan inisialisasi sistem, yaitu mengaktifkan mikrokontroler dan seluruh modul sensor yang digunakan, serta memeriksa apakah semua sensor berfungsi dengan baik. Jika terdapat sensor yang tidak berfungsi, maka sistem akan mencoba melakukan inisialisasi ulang atau



Gambar 4. Alur Kerja Sistem

memberikan peringatan kesalahan (*error warning*).Setelah itu, sistem akan membaca data dari setiap sensor secara berulang (*looping*). Data yang diambil meliputi:

1. Kecepatan kendaraan (km/jam) dari sensor Hall Effect
2. Detak jantung (bpm) dari sensor MAX30102
3. Lokasi GPS dari modul GPS

Dalam proses dan analisis data, penentuan parameter nilai sensor yang diproses adalah sebagai berikut:

1. Jika kecepatan tinggi (> 80 km/jam) dan detak jantung tinggi (> 100 bpm) → Indikasi bahwa pengemudi mungkin dalam kondisi tidak stabil
2. Kecepatan normal (40–80 km/jam) tetapi detak jantung tidak normal (< 60 bpm atau > 100 bpm) → Kemungkinan pengemudi stres atau kelelahan
3. Kecepatan tinggi (> 80 km/jam) tetapi detak jantung rendah (< 60 bpm) → Risiko kehilangan kesadaran saat berkendara

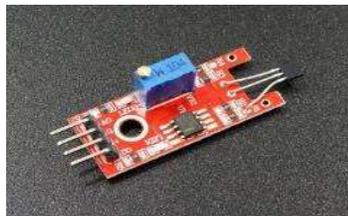
Parameter di atas merupakan indikator kondisi berbahaya dalam sistem, sementara parameter yang dianggap aman adalah kebalikan dari batas yang telah ditentukan di atas. Tampilan sistem menggunakan LCD

I2C dan indikator bahaya menggunakan *buzzer*. Dalam status bahaya, notifikasi SMS akan dikirim melalui Modul SIM808

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah alat selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap alat. Selama pengujian alat ini, dilakukan beberapa analisis, antara lain pengujian kecepatan, pengujian detak jantung, serta pengujian korelasi antara kecepatan dan detak jantung.

3.1 Pengujian Kecepatan



Gambar 2. Hall Effect Sensor

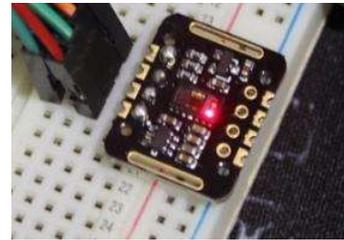
Tabel 2. Pengujian dan Analisis Sensor Hall Effect

No.	Kecepatan (Km)	Kecepatan Roda (rpm)	Kondisi	Keterangan
1.	20 Km	171 Rpm	Normal	Sesuai
2.	30 Km	256 Rpm	Normal	Sesuai
3.	50 Km	427 Rpm	Normal	Sesuai
4.	70 Km	589 Rpm	Normal	Sesuai
5.	100 Km	854 Rpm	Danger	Sesuai
6.	130 Km	1111 Rpm	Danger	Sesuai

Jika melihat data pada Tabel 2, hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor berfungsi sesuai dengan fungsinya. Untuk tata letak alat ini seperti hall effect sebagai komponen utama ditempatkan diskok depan dan juga magnet ditempatkan di velg depan. Pengujian ini menggunakan pin D13 pada ESP32. Berdasarkan hasil pada Tabel 2, kecepatan normal yang terdeteksi oleh

sensor berada pada rentang 20 Km/jam hingga 70 Km/jam dengan putaran roda pada velg motor ukuran 17 inci sebesar 171 Rpm hingga 589 Rpm. Pada kecepatan berbahaya, yaitu lebih dari 80 Km/jam, kecepatan motor meningkat secara signifikan..

3.2 Pengujian Detak Jantung



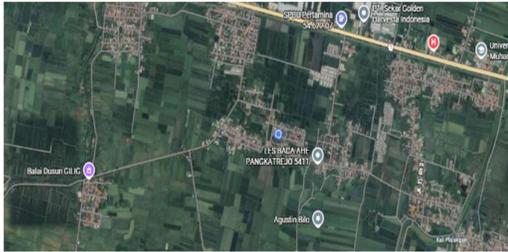
Gambar 3. MAX30102 Sensor

Tabel 3. MAX30102 Sensor Pengujian dan Analisa

No.	Situation	Heart Rate	Speed	Information
1.	Konstan	78 Bpm	30 Km	Sesuai
2.	Melaju	98 Bpm	80 Km	Sesuai
3.	Berhenti	65 Bpm	0 Km	Sesuai

Pada pengujian ini digunakan sensor MAX30102 sebagai pendeteksi detak jantung pada pengendara. Berdasarkan hasil pada Tabel 3, sensor bekerja sesuai dengan fungsinya. Untuk tata letak alat ini sendiri diletakkan di dalam sarung tangan menempel di ujung jari telunjuk. Pada kondisi berkendara santai, detak jantung tercatat sebesar 78 bpm pada kecepatan 30 Km/jam. Sedangkan pada kecepatan tinggi, detak jantung meningkat menjadi 98 bpm pada kecepatan 80 Km/jam. Dalam kondisi kecepatan tinggi dengan batas minimum yang telah ditentukan dalam sistem, kondisi ini dinyatakan sebagai kondisi berbahaya.

3.3 Pengujian Modul GPS



Gambar 4. GPS Module Testing

```
// GPS program
if (cellGPRSFixAvailable()) {
  Serial.println("Peringatan! Detak jantung atau kecepatan tinggi terdeteksi.");
  Serial.println("Lokasi: "); Serial.println("Lat: "); Serial.println("Longtitude");
} else {
  Serial.println("GPS belum fix, tidak bisa kirim lokasi.");
}
}
```

Gambar 5. Pengujian Program GPS

Tabel 4. Pengujian dan Analisa GPS

No.	Waktu	Location	Latitude	Logitude	Kondisi
1.	08.00	Proclamation Road	-6.914730	107.609430	Normal
2.	08.10	Lamongrejo Road	-6.914728	107.609445	Normal
3.	08.20	Deket road	-6.914725	107.609460	Normal
4.	08.25	Veteran Road	-6.914723	107.609470	Normal
5.	08.30	A.Yani Road	-6.914720	107.609485	Normal

Pada pengujian ini dilakukan pengujian terhadap modul GPS. Modul ini menggunakan komunikasi UART, yaitu melalui pin RX1 dan TX1. Dalam pengujian ini, data yang ditampilkan adalah lokasi, yaitu berupa latitude dan longitude. Hasil pengujian menunjukkan bahwa modul berjalan sesuai dengan fungsinya. Beberapa hal yang memengaruhi kekuatan sinyal GPS antara lain adalah kekuatan sinyal yang cukup dan tidak adanya gangguan pada komunikasi serial. Dalam sistem ini, GPS digunakan untuk mengirimkan lokasi pendaran.

3.4 Pengujian SIM808

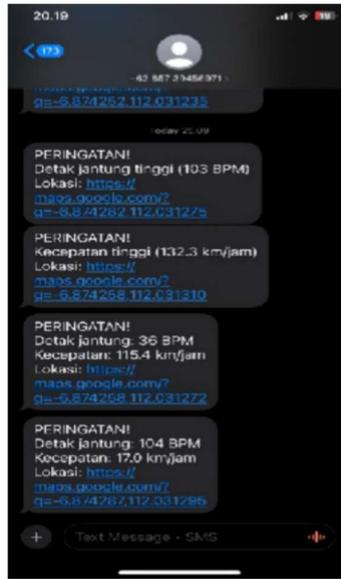


Gambar 8. Sim808

Tabel 5. Sim808 Testing and Analysis

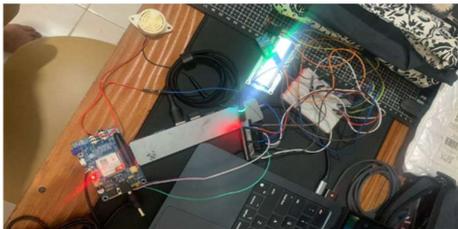
No.	Waktu	Aktivitas	Status	Catatan
1.	08.00	Mengirim Pesan	Done	Pesan Masuk Ke Handponee
2.	08.01	Menerima Pesan	Done	Pesan Masuk Ke Module
3.	08.02	Memannggil	Done	suara jernih, sinyal kuat

Tabel 5 merupakan tabel pengujian modul SIM808. Modul ini menggunakan komunikasi UART2, yaitu melalui pin Rx2 dan Tx2. Pengujian ini menggunakan kartu Telkomsel. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa modul berjalan sesuai dengan fungsinya. Dalam sistem ini, modul SIM808 digunakan untuk memberikan notifikasi dalam bentuk pesan SMS apabila terdapat peringatan, seperti ketika detak jantung pendara tinggi. Selain itu, dalam pesan yang dikirimkan juga terdapat tautan Google Maps yang menunjukkan lokasi pendara secara langsung.



Gambar 9. Hasil Tes SIM808

3.5 Pengujian Korelasi Kecepatan dan Detak Jantung



Gambar 10. Pengujian Korelasi Kecepatan dan Detak Jantung

Tabel 6. Pengujian Korelasi Kecepatan dan Detak Jantung

N o.	Wak tu	Lok asi	Kece pata n	Detak Jantung	Pesan	Notes
1.	08.00	Jalan Tanjung	30 Km	78 Bpm	Tidak ada pesan	In accordance
2.	08.15	Jalan made	80 Km	98 Bpm	SMS Masuk di Ponsel	In accordance
3.	08.20	Jalan Ploso	60 Km	80 Bpm	Tidak ada pesan	In accordance
4.	08.30	Jalan Deket	20 Km	68 Bpm	Tidak ada pesan	In accordance
5.	09.00	Jalan Babat	90 Km	102 Bpm	SMS Masuk di Ponsel	In accordance

Tabel 6 merupakan tabel pengujian secara keseluruhan. Pengujian ini mencakup data dari modul GPS, sensor kecepatan, sensor detak jantung, dan modul SIM808.

Pada data pengujian nomor 1, 3, dan 4, kecepatan kendaraan berada dalam kondisi normal. Pada data ini, detak jantung yang dihasilkan juga relatif stabil, sehingga tidak muncul pesan notifikasi di ponsel.

Sementara pada data pengujian nomor 2 dan 5, kecepatan kendaraan tinggi, dan detak jantung yang dihasilkan juga tinggi. Dalam kondisi ini, muncul notifikasi pesan berisi peringatan bahaya di ponsel beserta tautan Google Maps. Selain itu, data juga ditampilkan pada LCD.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa sistem deteksi detak jantung dan kecepatan ini dapat membantu pengendara untuk memantau kondisi fisik dan kecepatan kendaraan secara real-time.

Dengan adanya sistem ini, pengendara tidak perlu terlalu khawatir terhadap kemungkinan serangan jantung yang dapat terjadi akibat detak jantung tidak normal saat berkendara.

Alat ini menggunakan sensor detak jantung MAX30102 yang diintegrasikan dengan mikrokontroler ESP32 dan dilengkapi dengan LCD Display. Sistem akan secara otomatis memantau detak jantung dan kecepatan sepeda motor.

Jika detak jantung melebihi ambang batas 98 BPM atau kecepatan sepeda motor melebihi 80 KM/J, maka peringatan awal yaitu dengan berbunyinya buzzer dan informasi peringatan akan ditampilkan pada Serial Monitor dan LCD Display. Selain itu, sistem juga akan secara otomatis mengirimkan notifikasi melalui SMS sebagai bentuk peringatan dini.

Jika buzzer masih kurang untuk memberi peringatan pada pengendara berkecepatan tinggi, metode lain yang bisa

digunakan yaitu melalui getaran (vibration alert) atau bisa juga menggunakan lampu indikator LED dengan warna tertentu di area yang mudah terlihat sehingga pengendara lebih peka terhadap bahaya kelelahan saat berkendara.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. P. P. Prasetyo, H. R. Sitorus, R. F. Isnanto, And A. Hermansyah, "Design Of A Drowsiness Prevention Helmet With Vibration And Iot-Based Theft Detection Alarms," *Jitce (Journal Inf. Technol. Comput. Eng.*, Vol. 8, No. 1, Pp. 19–29, 2024.
- [2] "(Laporan) Kumpulan Data Seputar Kecelakaan Lalu Lintas Di Indonesia Pada 2023," 2023.
- [3] A. L. I. Imran, "Perancangan Dan Implementasi Helm Anti Kantuk Dengan Menggunakan Sensor Detak Jantung," 2016.
- [4] M. Sholihin, S. A. Wibowo, And R. P. Prasetya, "Penerapan Iot (Internet Of Things) Terhadap Rancang Bangun Sistem Peringatan Batasan Kecepatan Dan Pendeteksi Lokasi Kecelakaan Bagi Pengendara Sepeda Motor Berbasis Arduino," *Jati (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, Vol. 5, No. 2, Pp. 597–604, 2021.
- [5] A. A. Rahman, R. H. Y. Perdana, And M. D. Atmadja, "Rancang Bangun Rekaman Gerak Kendaraan Pada Sepeda Motor Untuk Data Investigasi Kecelakaan Lalu Lintas Berbasis Modul Gsm," *J. Telecommun. Netw. (Jurnal Jar. Telekomun.*, Vol. 10, No. 2, Pp. 102–106, 2020.
- [6] I. Nurussa'adah, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kecepatan Kendaraan Berbasis Gps Dengan Sms Sebagai Media Pengiriman Data." Brawijaya University.
- [7] M. N. Aziz, "Sistem Kontrol Wireless Pada Robot Tematik Indonesia Berbasis Esp32 Dan Arduino Mega." Universitas Islam Sultan Agung Semarang, 2024.
- [8] S. Puspitasari, "Monitoring Dan Irigasi Tanaman Tomat Berbasis Iot Dengan Esp 32." Universitas Teknologi Digital Indonesia, 2022.
- [9] U. A. Contardi, M. Morikawa, B. Brunelli, And D. V. Thomaz, "Max30102 Photometric Biosensor Coupled To Esp32-Webserver Capabilities For Continuous Point Of Care Oxygen Saturation And Heartrate Monitoring," *Eng. Proc.*, Vol. 16, No. 1, P. 9, 2021.
- [10] F. Irsyadi, M. Arrofiq, And B. Sumanto, "Perancangan Dan Implementasi Sistem Monitoring Kecepatan Motor Bldc Hub Bergir Pada Sepeda Listrik," *Jst (Jurnal Sains Ter.*, Vol. 7, No. 1, Pp. 8–16, 2021.
- [11] S. Dwijoseputra, "Ta: Sistem Deteksi Jatuh Berbasis Internet Of Things." Institut Bisnis Dan Informatika Stikom Surabaya, 2019.
- [12] L. B. Setyawan, G. Dewantoro, And M. A. I. Db, "Palang Pintu Kereta Api Otomatis Berbasis Data Global Positioning System (Gps)," *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, Vol. 15, No. 02, Pp. 101–110, 2016.
- [13] R. C. Pandey, M. Verma, And L. K. Sahu, "Internet Of Things (Iot) Based Gas Leakage Monitoring And Alerting System With Mq-2 Sensor," *Int. J. Eng. Dev. Res.*, Vol. 5, No. 2, Pp. 2321–9939, 2017.
- [14] F. Gunawan, "Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas Alam Via Panggilan Telephone Dan Modul Sim 8001," Pp. 6–51, 2019, [Online]. Available: <https://eprints.akakom.ac.id/8485/>
- [15] Y. Apriani, W. A. Oktaviani, And I. M. Sofian, "Vessel Tracking System Based Lora Sx1278," *J. Ilm.*