

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM OTOMATIS PEMBERITAHUAN KECELAKAAN SEPEDA MOTOR BERBASIS IOT

Muhammad Arief Hidayah, Muhammad Hasan Mudzakir, Finayung Mufidz Zahra,

Muhammad Firdaus, Siti Tasya Lutfiah, Yusuf Tri Wiyono, Hasan

Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Informatika Sony Sugema

Jalan Raya Lemahmulya Kec. Majalaya, Karawang 41371

arieffrosta17@gmail.com

ABSTRAK

Kecelakaan sepeda motor merupakan salah satu penyumbang terbesar kecelakaan lalu lintas di Indonesia dengan tingkat fatalitas yang tinggi. Permasalahan utama yang sering terjadi adalah keterlambatan penanganan darurat akibat lambatnya penyampaian informasi lokasi kejadian. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem otomatis pemberitahuan kecelakaan sepeda motor berbasis Internet of Things (IoT) guna mempercepat penyampaian informasi dan meningkatkan efektivitas penanganan darurat. Metode yang digunakan meliputi perancangan dan implementasi sistem dengan memanfaatkan sensor akselerometer LIS3DH untuk mendeteksi perubahan percepatan dan kemiringan, modul GPS NEO-6M untuk menentukan koordinat lokasi, serta mikrokontroler ESP32 sebagai pengolah data utama yang terhubung dengan platform cloud. Sistem bekerja dengan mendeteksi kondisi benturan berdasarkan nilai ambang tertentu, kemudian secara otomatis mengirimkan notifikasi berisi koordinat lokasi kejadian kepada kontak darurat melalui aplikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi kecelakaan dan mengirimkan informasi lokasi secara cepat dan akurat, sehingga berpotensi mengurangi waktu respons penanganan dan menurunkan risiko fatalitas korban.

Kata kunci : kecelakaan sepeda motor, Internet of Things, ESP32, akselerometer, GPS

1. PENDAHULUAN

Keselamatan transportasi darat, khususnya sepeda motor, masih menjadi permasalahan serius di Indonesia karena tingginya tingkat keterlibatan kendaraan roda dua dalam kecelakaan lalu lintas. Data dari Integrated Road Safety Management System (IRSMS) Kepolisian Lalu Lintas menunjukkan bahwa pada tahun 2024 sepeda motor mendominasi kendaraan yang terlibat kecelakaan dengan persentase sekitar 76,42% dari total kejadian [1]. Tingginya angka tersebut menunjukkan bahwa risiko kecelakaan pada pengguna sepeda motor masih sangat tinggi. Selain dipengaruhi oleh faktor kelalaian pengendara, kondisi jalan, dan cuaca, dampak kecelakaan juga diperparah oleh keterlambatan penanganan akibat lambatnya penyampaian informasi lokasi kejadian.

Permasalahan utama yang sering terjadi adalah korban tidak mampu melakukan pelaporan secara mandiri karena kehilangan kesadaran atau kondisi fisik yang tidak memungkinkan. Akibatnya, proses penanganan darurat sangat bergantung pada keberadaan saksi di sekitar lokasi kejadian, yang menyebabkan meningkatnya waktu respons petugas dan berpotensi memperburuk kondisi korban. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu mendeteksi kecelakaan secara otomatis dan menyampaikan informasi lokasi secara cepat dan akurat tanpa bergantung pada intervensi manusia.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memberikan peluang untuk mengatasi permasalahan tersebut melalui integrasi sensor, mikrokontroler, dan layanan berbasis cloud yang mampu melakukan pemantauan serta pengiriman data secara real-time [2]. Berdasarkan konsep tersebut, penelitian ini bertujuan

untuk merancang dan mengimplementasikan sistem otomatis pemberitahuan kecelakaan sepeda motor berbasis IoT. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan sensor akselerometer LIS3DH untuk mendeteksi perubahan percepatan ekstrem, modul GPS Ublox NEO-6M untuk menentukan koordinat lokasi, serta mikrokontroler ESP32 sebagai pengolah data utama. Data yang diperoleh kemudian dikirimkan ke platform cloud untuk diteruskan sebagai notifikasi kepada pengguna.

Dengan pendekatan tersebut, sistem diharapkan mampu menjadi solusi dalam mempercepat penyampaian informasi kecelakaan, meningkatkan efektivitas penanganan darurat, serta menurunkan risiko fatalitas korban kecelakaan sepeda motor.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Rancang Bangun

Rancang bangun menunjukkan bahwa penelitian tidak hanya bersifat konseptual, tetapi juga mencakup proses desain dan pembuatan sistem secara nyata. Penelitian ini tidak berhenti pada perancangan di atas kertas, melainkan menghasilkan prototipe alat yang berfungsi untuk mendeteksi kecelakaan dan mengirimkan notifikasi otomatis melalui teknologi IoT.

2.2. Internet of Things

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang memungkinkan berbagai perangkat fisik terhubung melalui jaringan internet untuk saling bertukar data dan beroperasi secara otomatis tanpa campur tangan manusia secara langsung. Istilah IoT pertama kali diperkenalkan oleh Ashton sebagai paradigma yang

mengintegrasikan sensor, jaringan komunikasi, dan sistem pemrosesan data untuk mendukung otomatisasi dan pengambilan keputusan secara *real-time* [3]. Saat ini, IoT telah banyak diterapkan pada berbagai bidang, termasuk transportasi dan sistem keselamatan. Dalam konteks keselamatan berkendara, teknologi IoT memungkinkan deteksi kondisi darurat serta pengiriman informasi secara cepat dan akurat, sehingga berperan penting sebagai dasar pengembangan sistem otomatis pemberitahuan kecelakaan sepeda motor.

2.3. ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang memiliki kemampuan pemrosesan tinggi serta dilengkapi dengan modul Wi-Fi dan *Bluetooth*, sehingga banyak digunakan dalam pengembangan sistem *Internet of Things* (IoT). Mikrokontroler ini mampu memproses data sensor secara cepat dengan konsumsi daya yang relatif rendah, sehingga cocok diterapkan pada sistem monitoring berbasis perangkat bergerak [4]. Selain itu, ESP32 mendukung berbagai protokol komunikasi seperti SPI, I2C, dan UART yang memudahkan integrasi dengan sensor dan modul GPS. Kemampuan pemrosesan yang dimiliki ESP32 memungkinkan analisis data sederhana dilakukan secara langsung pada perangkat, sehingga mendukung proses deteksi kecelakaan dan pengambilan keputusan awal secara otomatis.

2.4. Sensor Akselerometer LIS3DH

LIS3DH merupakan sensor akselerometer tiga sumbu (X, Y, dan Z) yang digunakan untuk mengukur percepatan dan getaran dengan tingkat sensitivitas yang baik. Sensor akselerometer dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi indikasi kecelakaan kendaraan melalui perubahan percepatan atau gaya gravitasi yang ekstrem [5]. Dibandingkan dengan sensor akselerometer lain, LIS3DH memiliki konsumsi daya yang rendah serta fitur deteksi orientasi yang stabil, sehingga lebih sesuai untuk diaplikasikan pada perangkat bergerak. Karakteristik tersebut memungkinkan sistem membedakan antara pergerakan normal kendaraan dan benturan keras yang menjadi indikator terjadinya kecelakaan.

2.5. Modul GPS Ublox NEO-6M

Global Positioning System (GPS) merupakan teknologi berbasis satelit yang digunakan untuk menentukan posisi geografis secara akurat. Modul GPS Ublox NEO-6M memiliki tingkat akurasi yang baik dan waktu akuisisi sinyal yang relatif cepat, sehingga banyak digunakan dalam sistem pelacakan kendaraan [6]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa modul ini mampu bekerja stabil meskipun pada kondisi lingkungan yang kurang ideal. Dalam penelitian ini, GPS Ublox NEO-6M digunakan untuk memperoleh koordinat lokasi kecelakaan saat sistem mendeteksi benturan, kemudian data lokasi tersebut dikirimkan melalui ESP32 ke platform cloud.

Keakuratan data GPS menjadi aspek penting dalam memastikan informasi lokasi yang diterima pengguna sesuai dengan kondisi sebenarnya.

2.6. Firebase

Firebase merupakan platform *backend-as-a-service* yang menyediakan berbagai layanan pendukung pengembangan aplikasi, seperti *Firestore*, *Authentication*, dan *Cloud Messaging*. *Firestore* mendukung penyimpanan data berbasis NoSQL yang tersinkronisasi secara *real-time* dan dapat diakses secara bersamaan oleh berbagai perangkat [7]. Dalam penelitian ini, *Firestore* digunakan untuk menyimpan data kecelakaan secara cepat dan aman, sedangkan *Firebase Cloud Messaging* (FCM) dimanfaatkan untuk mengirimkan notifikasi darurat secara otomatis tanpa memerlukan *server* tambahan. *Firebase Authentication* digunakan sebagai mekanisme pengamanan akses data. Integrasi layanan *Firebase* memungkinkan pengembangan sistem pemberitahuan kecelakaan yang efisien, responsif, dan terintegrasi.

2.7. Aplikasi

Aplikasi adalah perangkat lunak (*software*) yang berfungsi untuk menjalankan perintah tertentu agar mempermudah pekerjaan manusia dalam bidang tertentu. Dalam konteks penelitian ini, aplikasi berfungsi untuk menampilkan notifikasi kecelakaan secara otomatis berdasarkan data yang dikirim dari perangkat IoT.

2.8. Sistem Pendeteksi dan Pemberitahuan Kecelakaan

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pendeteksian kecelakaan kendaraan dengan pendekatan yang beragam. Beberapa penelitian masih memiliki keterbatasan dalam pengiriman data lokasi secara *real-time* dan efisiensi metode komunikasi yang digunakan [8], [9]. Penelitian lain menegaskan bahwa peningkatan keselamatan transportasi dapat dicapai melalui integrasi teknologi *Internet of Things* (IoT) dengan aplikasi mobile yang mampu melakukan monitoring secara cerdas [10]. Berdasarkan temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem pendeteksian kecelakaan memerlukan sensor yang akurat, komunikasi data yang cepat, serta penyimpanan data terpusat. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan sistem terintegrasi dengan mengombinasikan sensor LIS3DH, modul GPS, mikrokontroler ESP32, dan platform Firebase untuk menyempurnakan keterbatasan penelitian sebelumnya.

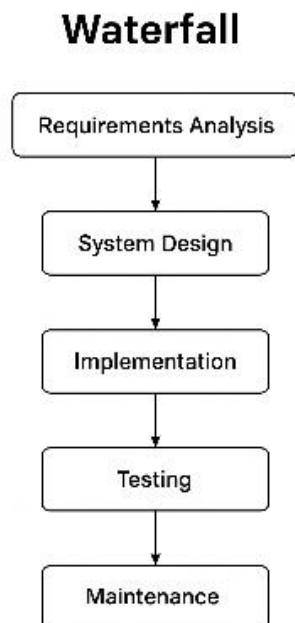
2.9. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pendeteksian kecelakaan berbasis teknologi IoT. Penelitian oleh Rahman mengusulkan sistem keselamatan sepeda motor otomatis, namun masih memiliki keterbatasan dalam pengiriman data lokasi secara *real-time* [8]. Sementara

itu, penelitian Sari memanfaatkan sensor akselerometer dan modul GSM untuk mendeteksi kecelakaan, tetapi metode pengiriman berbasis SMS dinilai kurang efisien dibandingkan sistem berbasis internet [9]. Penelitian lain oleh Wicaksono menunjukkan bahwa integrasi IoT dengan aplikasi mobile dapat meningkatkan efektivitas pemantauan dan respons terhadap kondisi darurat [10]. Berdasarkan penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem deteksi kecelakaan memerlukan kombinasi sensor yang akurat, komunikasi data yang cepat, serta integrasi dengan platform berbasis cloud. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem yang menggabungkan sensor LIS3DH, modul GPS, ESP32, dan Firebase untuk menghasilkan sistem yang lebih responsif dan terintegrasi.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Waterfall*, yaitu metode pengembangan sistem yang bersifat sistematis, berurutan, dan terstruktur dari tahap awal hingga tahap akhir. Model ini dipilih karena sesuai dengan kebutuhan penelitian yang memerlukan alur kerja yang jelas, dokumentasi lengkap, serta tahapan pengembangan yang tidak berubah-ubah selama proses berlangsung. Disebut dengan *waterfall* karena tahap demi tahap yang dilalui harus menunggu selesainya tahap sebelumnya dan berjalan berurutan [11]. *Waterfall* terdiri atas lima tahap utama: *requirements analysis*, *system design*, *implementation*, *testing*, dan *maintenance*.



Gambar 1. *Waterfall*

3.1. Analisis Kebutuhan (*Requirements Analysis*)

Tahap analisis kebutuhan bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem melalui studi literatur, observasi, dan analisis terhadap mekanisme pelaporan kecelakaan yang telah ada. Pada tahap ini

ditentukan kebutuhan fungsional sistem, meliputi kemampuan mendeteksi perubahan percepatan ekstrem, memperoleh koordinat lokasi menggunakan GPS, serta mengirimkan notifikasi secara otomatis. Selain itu, ditetapkan kebutuhan perangkat keras berupa ESP32, sensor akselerometer LIS3DH, dan modul GPS Ublox NEO-6M, serta kebutuhan perangkat lunak berupa Arduino IDE, Firebase, dan aplikasi Android. Hasil dari tahap ini adalah spesifikasi kebutuhan sistem yang menjadi dasar dalam proses perancangan dan pengembangan sistem.

3.2. Perancangan Sistem (*System Design*)

Tahap perancangan sistem bertujuan menerjemahkan kebutuhan sistem ke dalam rancangan teknis yang meliputi perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan mencakup arsitektur sistem yang menggambarkan hubungan antara ESP32, sensor LIS3DH, modul GPS Ublox NEO-6M, *Firebase*, dan aplikasi Android. Selain itu, dirancang konfigurasi perangkat keras serta integrasi sensor dengan mikrokontroler menggunakan protokol komunikasi I2C dan UART. Perancangan perangkat lunak meliputi alur deteksi kecelakaan, struktur basis data *Firestore*, mekanisme pengiriman notifikasi melalui *Firebase Cloud Messaging* (FCM), serta desain antarmuka aplikasi. Hasil dari tahap ini berupa rancangan arsitektur sistem, diagram alur, dan spesifikasi perangkat keras serta perangkat lunak sebagai acuan implementasi.

3.3. Implementasi (*Implementation*)

Tahap implementasi bertujuan merealisasikan rancangan sistem ke dalam bentuk sistem yang dapat berfungsi secara nyata. Implementasi meliputi pemrograman mikrokontroler ESP32 menggunakan Arduino IDE untuk membaca data sensor akselerometer LIS3DH, mendeteksi benturan kecelakaan, memperoleh koordinat lokasi melalui modul GPS, serta mengirimkan data ke *Firebase* secara *real-time*. Selain itu, dilakukan integrasi seluruh perangkat keras dalam bentuk prototipe serta pengembangan aplikasi Android untuk menerima notifikasi kecelakaan dan menampilkan informasi lokasi. Hasil dari tahap ini berupa prototipe sistem yang siap untuk diuji.

3.4. Pengujian Sistem (*Testing*)

Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan rancangan. Pengujian menggunakan metode *black-box testing* yang berfokus pada aspek fungsional sistem, meliputi pengujian sensor LIS3DH dalam mendeteksi perubahan percepatan, pengujian modul GPS Ublox NEO-6M terhadap akurasi dan kestabilan lokasi, serta pengujian koneksi *Firebase* dalam pengiriman dan sinkronisasi data secara *real-time*. Selain itu, dilakukan pengujian *Firebase Cloud Messaging* (FCM) untuk memastikan notifikasi dapat diterima oleh aplikasi Android dengan cepat. Pengujian integrasi sistem

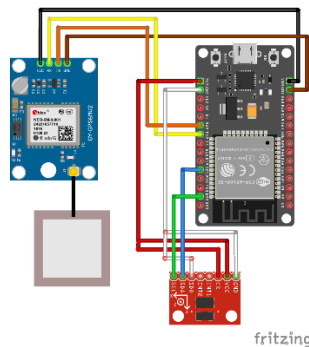
dilakukan untuk memastikan seluruh komponen bekerja secara terpadu. Hasil tahap ini berupa evaluasi kinerja sistem berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh.

3.5. Pemeliharaan (Maintenance)

Tahap pemeliharaan bertujuan untuk menjaga kinerja sistem agar tetap berjalan secara optimal setelah diimplementasikan. Kegiatan pada tahap ini meliputi perbaikan kesalahan (*bug*), penyempurnaan fungsi berdasarkan hasil evaluasi, serta penyesuaian konfigurasi sensor untuk mengurangi terjadinya false alarm. Selain itu, dilakukan pembaruan aplikasi dan firmware ESP32 apabila terjadi perubahan kebutuhan atau kondisi lingkungan sistem. Tahap ini memastikan sistem tetap stabil dan dapat dikembangkan lebih lanjut pada penelitian berikutnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Implementasi Sistem



Gambar 2. Perangkat IoT pendeteksi kecelakaan sepeda motor

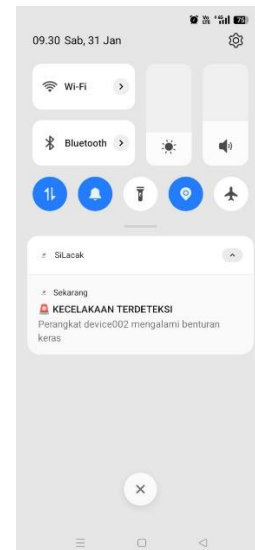
(Gambar menampilkan rangkaian ESP32, sensor akselerometer LIS3DH, dan modul GPS Ublox NEO-6M yang terintegrasi dalam satu sistem)

Gambar 2 menunjukkan perangkat IoT yang telah berhasil diimplementasikan sebagai sistem pendeteksi kecelakaan sepeda motor. Perangkat ini terdiri dari mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama sistem, sensor akselerometer LIS3DH untuk mendeteksi perubahan percepatan dan kemiringan kendaraan, serta modul GPS Ublox NEO-6M untuk memperoleh informasi koordinat lokasi.

ESP32 berfungsi sebagai pusat pemrosesan data yang membaca nilai percepatan dari sensor LIS3DH dan data lokasi dari modul GPS, kemudian mengirimkan seluruh data tersebut ke platform Firebase melalui koneksi *Wi-Fi*. Sensor LIS3DH digunakan untuk mendeteksi kondisi tidak normal seperti benturan keras atau kemiringan ekstrem yang

mengindikasikan terjadinya kecelakaan. Sementara itu, modul GPS Ublox NEO-6M berperan dalam menentukan posisi geografis lokasi kejadian secara real-time.

4.2. Implementasi Aplikasi Mobile Pemberitahuan Kecelakaan



Gambar 3. Tampilan notifikasi kecelakaan pada aplikasi *mobile*

(Gambar menampilkan notifikasi kecelakaan yang diterima pada aplikasi Android)

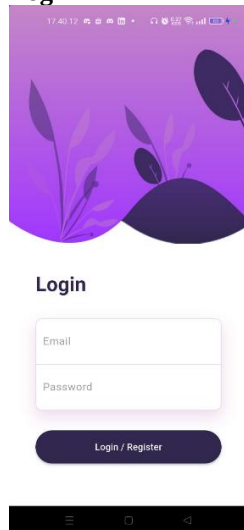
Gambar 3 memperlihatkan tampilan notifikasi kecelakaan yang diterima oleh aplikasi *mobile* ketika sistem IoT mendeteksi kejadian kecelakaan. Notifikasi dikirimkan secara otomatis melalui layanan *Firebase Cloud Messaging* (FCM) tanpa memerlukan intervensi pengguna.

Notifikasi berisi informasi penting terkait kejadian kecelakaan, seperti waktu kejadian dan lokasi, sehingga pengguna atau kontak darurat dapat segera mengetahui adanya insiden dan melakukan tindakan penanganan lebih lanjut. Implementasi notifikasi ini menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan peringatan secara cepat dan real-time setelah kecelakaan terdeteksi.

4.3. Fitur-Fitur Aplikasi Mobile

Aplikasi *mobile* yang dikembangkan berfungsi sebagai media penerima informasi kecelakaan dari perangkat IoT serta sebagai antarmuka monitoring bagi pengguna. Aplikasi ini memiliki beberapa halaman utama yang mendukung fungsi sistem secara keseluruhan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4 hingga Gambar 8.

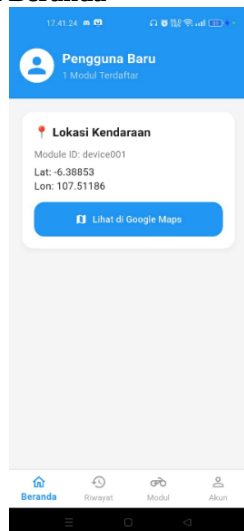
4.4. Halaman Login



Gambar 4. Tampilan antarmuka aplikasi mobile

Halaman login merupakan halaman awal aplikasi yang digunakan untuk proses autentikasi pengguna sebelum mengakses sistem. Pengguna diwajibkan memasukkan data akun yang valid agar dapat masuk ke aplikasi. Mekanisme login ini bertujuan untuk menjaga keamanan akses data serta memastikan bahwa informasi kecelakaan hanya dapat diakses oleh pengguna yang berwenang.

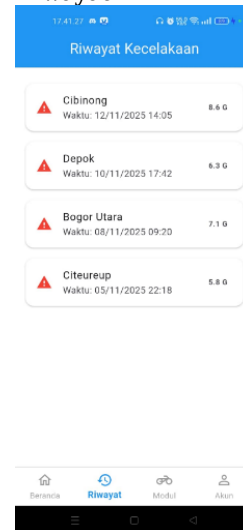
4.5. Halaman Beranda



Gambar 5. Halaman beranda aplikasi

Halaman beranda berfungsi sebagai tampilan utama aplikasi setelah pengguna berhasil melakukan login. Pada halaman ini ditampilkan informasi ringkas mengenai status sistem, data perangkat IoT, serta pemberitahuan kecelakaan apabila terjadi kejadian darurat. Halaman beranda memudahkan pengguna untuk memantau kondisi sistem secara cepat dan real-time.

4.6. Halaman Riwayat



Gambar 6. Halaman riwayat kejadian kecelakaan

Halaman riwayat digunakan untuk menampilkan daftar kejadian kecelakaan yang pernah terdeteksi oleh sistem. Informasi yang ditampilkan meliputi waktu kejadian dan lokasi kecelakaan. Fitur ini berguna sebagai dokumentasi kejadian serta bahan evaluasi terhadap performa sistem dan kondisi penggunaan kendaraan.

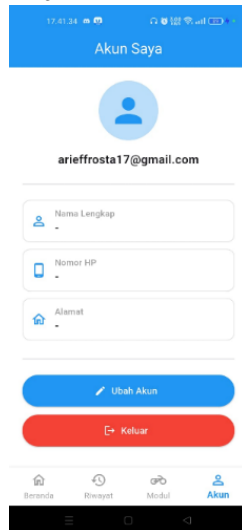
4.7. Halaman Modul



Gambar 7. Halaman modul aplikasi

Halaman modul menampilkan informasi terkait modul atau perangkat IoT yang terhubung dengan aplikasi. Pada halaman ini pengguna dapat melihat status perangkat, seperti koneksi sistem dan ketersediaan data sensor. Halaman modul membantu pengguna memastikan bahwa perangkat IoT berfungsi dengan baik dan terhubung dengan sistem secara normal.

4.8. Halaman Akun



Gambar 8. Halaman akun pengguna

Halaman akun digunakan untuk menampilkan dan mengelola informasi akun pengguna. Pada halaman ini pengguna dapat melihat data profil serta melakukan pengaturan dasar terkait akun aplikasi. Fitur ini mendukung kenyamanan dan personalisasi penggunaan aplikasi dalam sistem pemberitahuan kecelakaan.

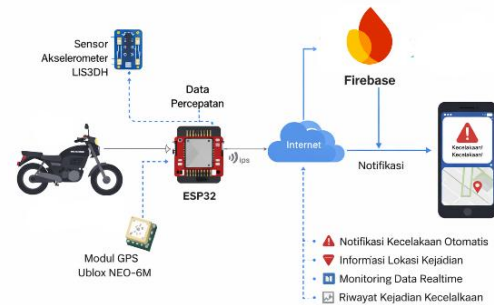
4.10. Hasil Pengujian Sistem

Tabel 1. Pengujian dengan *Blackbox*

No	Skenario Pengujian	Komponen yang diuji	Kondisi Uji	Hasil yang Diharapkan	Keterangan
1	Pengujian kondisi normal kendaraan	Sensor LIS3DH	Kendaraan dalam keadaan normal tanpa benturan	Sistem tidak mendeteksi kecelakaan dan tidak mengirim notifikasi	Sesuai
2	Pengujian deteksi benturan keras	Sensor LIS3DH	Percepatan melebihi nilai ambang batas (impact threshold)	Sistem mendeteksi kecelakaan dan mencatat data kejadian	Sesuai
3	Pengujian kemiringan ekstrem ke kanan	Sensor LIS3DH	Nilai sumbu X melebihi ambang kemiringan kanan	Sistem mendeteksi indikasi kecelakaan	Sesuai
4	Pengujian kemiringan ke kiri	Sensor LIS3DH	Nilai sumbu X melebihi ambang kemiringan ke kiri	Sistem mendeteksi indikasi kecelakaan	Sesuai
5	Pengujian pembacaan lokasi	Modul GPS Ubloc NEO-6M	GPS belum mendapatkan sinyal satelit	Sistem memperoleh koordinat latitude dan longitude	Sesuai
6	Pengujian GPS tanpa sinyal	Modul GPS Ublox NEO-6M	GPS belum mendapatkan sinyal satelit	Sistem mengirimkan data lokasi terakhir atau nilai default	sesuai
7	Pengujian pengiriman data realtime	ESP32 dan Firebase	Data sensor dikirim ke Firebase	Data tampil secara realtime pada Firebase Realtime Database	Sesuai
8	Pengujian penyimpanan data kejadian	Firebase Realtime Database	Terjadi kondisi kecelakaan	Data kejadian tersimpan pada database	Sesuai
9	Pengujian notifikasi kecelakaan	Firebase Cloud Messaging (FCM)	Sistem mendeteksi kecelakaan	Notifikasi diterima oleh aplikasi Android	Sesuai
10	Pengujian integrasi sistem	Seluruh sistem	Simulasi kecelakaan	Sistem bekerja secara terpadu	Sesuai

4.9. Topologi dan Alur Kerja Sistem

Topologi sistem merupakan gambaran struktur hubungan antar komponen dalam suatu sistem yang menunjukkan alur komunikasi dan pertukaran data antar perangkat. Dalam penelitian ini, topologi sistem menggambarkan keterkaitan antara perangkat IoT, platform *cloud*, dan aplikasi *mobile* dalam proses pendeteksian serta pemberitahuan kecelakaan sepeda motor.



Gambar 5. Topologi dan alur kerja sistem IoT pemberitahuan kecelakaan

Gambar 5 menunjukkan topologi dan alur kerja sistem pemberitahuan kecelakaan berbasis *Internet of Things* (IoT). Alur sistem dimulai dari sensor akselerometer LIS3DH dan modul GPS Ublox NEO-6M yang terpasang pada kendaraan. Data sensor dibaca dan diproses oleh ESP32 untuk mendeteksi kondisi kecelakaan.

Berdasarkan hasil pengujian *black box* yang ditunjukkan pada Tabel 1, seluruh fungsi utama sistem IoT pemberitahuan kecelakaan sepeda motor telah berjalan sesuai dengan spesifikasi yang dirancang. Sensor akselerometer LIS3DH mampu mendeteksi perubahan percepatan dan kemiringan kendaraan secara akurat, sedangkan modul GPS Ublox NEO-6M berhasil memberikan informasi koordinat lokasi. Integrasi ESP32 dengan *Firestore* memungkinkan pengiriman dan penyimpanan data secara *real-time*, serta notifikasi kecelakaan dapat diterima oleh aplikasi Android melalui *Firestore Cloud Messaging*. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem telah memenuhi kebutuhan fungsional sebagai sistem otomatis pemberitahuan kecelakaan sepeda motor berbasis *Internet of Things*.

4.11. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian, sistem yang dikembangkan mampu mengatasi keterbatasan pelaporan kecelakaan secara manual dengan menyediakan deteksi otomatis dan pengiriman informasi lokasi secara cepat. Integrasi sensor LIS3DH, GPS, ESP32, dan *Firestore* memberikan keunggulan dalam hal kecepatan respons dan keakuratan data. Dengan demikian, sistem ini berpotensi meningkatkan efektivitas penanganan kecelakaan dan menurunkan risiko fatalitas korban.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem otomatis pemberitahuan kecelakaan sepeda motor berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan memanfaatkan sensor akselerometer LIS3DH, modul GPS Ublox NEO-6M, mikrokontroler ESP32, dan platform *Firestore*. Sistem mampu mendeteksi perubahan percepatan ekstrem sebagai indikasi kecelakaan, memperoleh koordinat lokasi secara otomatis, serta mengirimkan informasi kejadian secara *real-time* ke aplikasi pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja secara terintegrasi dan responsif, sehingga berpotensi meningkatkan kecepatan penyampaian informasi dan efektivitas penanganan darurat. Untuk pengembangan [12]

selanjutnya, sistem dapat ditingkatkan dengan penerapan algoritma yang lebih adaptif guna mengurangi false alarm, integrasi dengan layanan darurat resmi, serta optimalisasi konsumsi daya dan keamanan data agar sistem lebih andal dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Korlantas Polri, "Kecelakaan lalu lintas di Indonesia didominasi oleh kendaraan roda dua," 2024.
- [2] H. Zhang, R. Zhang, and J. Sun, "Developing real-time IoT-based public safety alert and emergency response systems," **Sci. Rep.**, vol. 15, Art. no. 29056, 2025.
- [3] K. Ashton, "That 'Internet of Things' Thing," *RFID Journal*, vol. 22, no. 7, pp. 97–114, 2009.
- [4] Herlina, "Pemanfaatan ESP32 pada sistem monitoring berbasis Internet of Things," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 10, no. 2, pp. 45–52, 2019.
- [5] Sari, "Pemanfaatan sensor akselerometer untuk deteksi kecelakaan kendaraan," *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 12, no. 1, pp. 23–30, 2020.
- [6] Putra, "Implementasi modul GPS Ublox NEO-6M pada sistem pelacakan kendaraan," *Jurnal Sistem Komputer*, vol. 9, no. 2, pp. 67–73, 2021.
- [7] Google, "Firestore Documentation," *Google Developers*, 2023. [Online]. Available: <https://firebase.google.com/>
- [8] Rahman, "Sistem keselamatan otomatis sepeda motor berbasis IoT," *Jurnal Informatika*, vol. 11, no. 1, pp. 15–22, 2022.
- [9] Sari, "Deteksi kecelakaan menggunakan akselerometer dan GSM," *Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 8, no. 2, pp. 101–108, 2020.
- [10] Wicaksono, "Integrasi IoT dan aplikasi mobile untuk keselamatan transportasi," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 14, no. 1, pp. 55–62, 2023.
- [11] W. G. Sasmito, "Penerapan metode Waterfall pada desain sistem informasi," *Informatika: Jurnal Pengembangan IT (JPIT)*, vol. 2, no. 1, p. 8, Mar. 2019, ISSN: 2477-5126.