

## Sistem *Smart Pet Tracker* Menggunakan ESP32-C3 Dengan Fitur Deteksi Aktivitas dan Geofence Pintar

Said Gilang Akbar

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Indonesia

Email: [saidgilangakbar@gmail.com](mailto:saidgilangakbar@gmail.com)

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem *Smart Pet Tracker* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat memantau lokasi, aktivitas, dan status geofence hewan peliharaan secara real-time. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32-C3 sebagai pusat pengolahan data, yang terintegrasi dengan sensor MPU6050 untuk deteksi aktivitas hewan dan modul GPS Neo-6M untuk pemantauan lokasi. Selain itu, sistem ini juga mengimplementasikan fitur geofence pintar untuk memberikan notifikasi ketika hewan peliharaan keluar dari area yang telah ditentukan. Aplikasi monitoring berbasis Android digunakan untuk menampilkan informasi lokasi, aktivitas, dan status geofence secara real-time, yang dapat diakses oleh pemilik dan pendamping hewan peliharaan.

Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan tahapan pengembangan berupa studi literatur, perancangan sistem, pengembangan prototipe, dan pengujian sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem *Smart Pet Tracker* yang dikembangkan mampu memantau lokasi, aktivitas, serta status geofence hewan peliharaan dengan akurasi yang baik dan responsif. Notifikasi yang dihasilkan oleh sistem memberikan informasi yang cepat dan efektif, meningkatkan tingkat keamanan hewan peliharaan.

Kata Kunci: *Smart Pet Tracker*, *Internet of Things* (IoT), ESP32-C3, GPS Neo-6M, MPU6050, Geofence Pintar, Aplikasi Android.

### ABSTRACT

*This research aims to develop a Smart Pet Tracker system based on the Internet of Things (IoT) that can monitor the location, activity, and geofence status of pets in real-time. The system uses the ESP32-C3 microcontroller as the main data processing unit, integrated with the MPU6050 sensor for pet activity detection and the GPS Neo-6M module for location tracking. Additionally, the system implements a smart geofence feature to send notifications when a pet leaves the designated area. An Android-based monitoring application is used to display real-time information on the pet's location, activity, and geofence status, which can be accessed by the pet owner and caretaker.*

*The research methodology used is Research and Development (R&D) with stages including literature study, system design, prototype development, and system testing. The testing results show that the developed Smart Pet Tracker system effectively monitors the pet's location, activity, and geofence status with good accuracy and responsiveness. The notifications generated by the system provide fast and effective information, enhancing the security of pets.*

*Keywords: Smart Pet Tracker, Internet of Things (IoT), ESP32-C3, GPS Neo-6M, MPU6050, Smart Geofence, Android Application.*

## PENDAHULUAN

Perkembangan *teknologi Internet of Things (IoT)* telah mendorong integrasi berbagai perangkat fisik agar dapat saling terhubung dan bertukar data melalui jaringan internet secara real-time. Teknologi ini memungkinkan proses pemantauan dan pengendalian objek dilakukan dari jarak jauh dengan tingkat efisiensi dan akurasi yang semakin tinggi. Salah satu penerapan IoT yang berkembang pesat adalah pada sistem pemantauan objek bergerak, di mana teknologi ini memungkinkan pengguna untuk mengetahui informasi lokasi secara langsung melalui perangkat digital seperti *smartphone* atau aplikasi berbasis web (Islam & Motakabber, 2025).

Dalam konteks pemeliharaan hewan peliharaan, hewan yang dilepas di area terbuka memiliki risiko tinggi untuk keluar dari wilayah aman tanpa disadari oleh pemilik. Permasalahan utama yang sering terjadi bukan hanya pada kesulitan dalam mengetahui lokasi hewan, tetapi juga keterlambatan dalam mendeteksi bahwa hewan telah keluar dari batas area yang seharusnya. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem pelacakan berbasis GPS saja belum cukup untuk menjamin keamanan hewan peliharaan secara optimal.

Salah satu solusi yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah penggunaan teknologi geofencing. Geofencing merupakan teknik yang memanfaatkan batas wilayah virtual untuk memantau pergerakan suatu objek sehingga sistem dapat memberikan peringatan secara otomatis ketika objek memasuki atau keluar dari area tertentu (Setiawan dkk., 2021). Dengan adanya penerapan geofence, pemilik hewan peliharaan dapat memperoleh notifikasi secara real-time ketika hewan keluar dari zona aman yang telah ditentukan.

Namun demikian, penerapan geofence pada penelitian sebelumnya masih bersifat konvensional dan hanya berfungsi sebagai pembatas wilayah statis. Sistem tersebut belum mampu menyesuaikan kondisi lingkungan maupun pola pergerakan objek secara dinamis. Seiring dengan perkembangan teknologi, konsep geofence telah berkembang menjadi geofence pintar yang mampu meningkatkan akurasi deteksi serta respons sistem melalui integrasi dengan teknologi IoT dan pemrosesan data secara real-time (Vedantham, 2024).

Selain itu, penelitian terdahulu pada sistem pelacakan hewan peliharaan umumnya hanya berfokus pada penyajian data lokasi tanpa disertai dengan informasi mengenai kondisi atau aktivitas hewan. Penelitian yang dilakukan oleh Danendra dkk. (2025) menunjukkan bahwa sistem pet tracker mampu menampilkan lokasi secara real-time dan memberikan notifikasi geofence, namun belum mengintegrasikan deteksi aktivitas hewan secara langsung. Keterbatasan ini menyebabkan informasi yang diterima oleh pengguna masih belum komprehensif.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu sistem *Smart Pet Tracker* berbasis *Internet of Things (IoT)* yang tidak hanya mampu melakukan pelacakan lokasi, tetapi juga mengintegrasikan fitur geofence pintar serta deteksi aktivitas hewan dalam satu sistem terpadu. Dengan adanya fitur geofence pintar, sistem diharapkan mampu

memberikan peringatan secara lebih responsif ketika hewan keluar dari batas wilayah yang telah ditentukan, sehingga dapat meningkatkan tingkat keamanan hewan peliharaan.

Oleh karena itu, pada penelitian ini dikembangkan sistem *Smart Pet Tracker* menggunakan ESP32-C3 sebagai mikrokontroler utama, modul GPS sebagai penentu posisi, serta sensor MPU6050 untuk mendukung deteksi aktivitas hewan. Sistem ini dirancang untuk mampu memantau lokasi, aktivitas, serta status keamanan hewan secara real-time melalui aplikasi monitoring berbasis Android, sehingga diharapkan dapat menjadi solusi yang lebih efektif dan komprehensif dalam pemantauan hewan peliharaan.

### METODE PENELITIAN

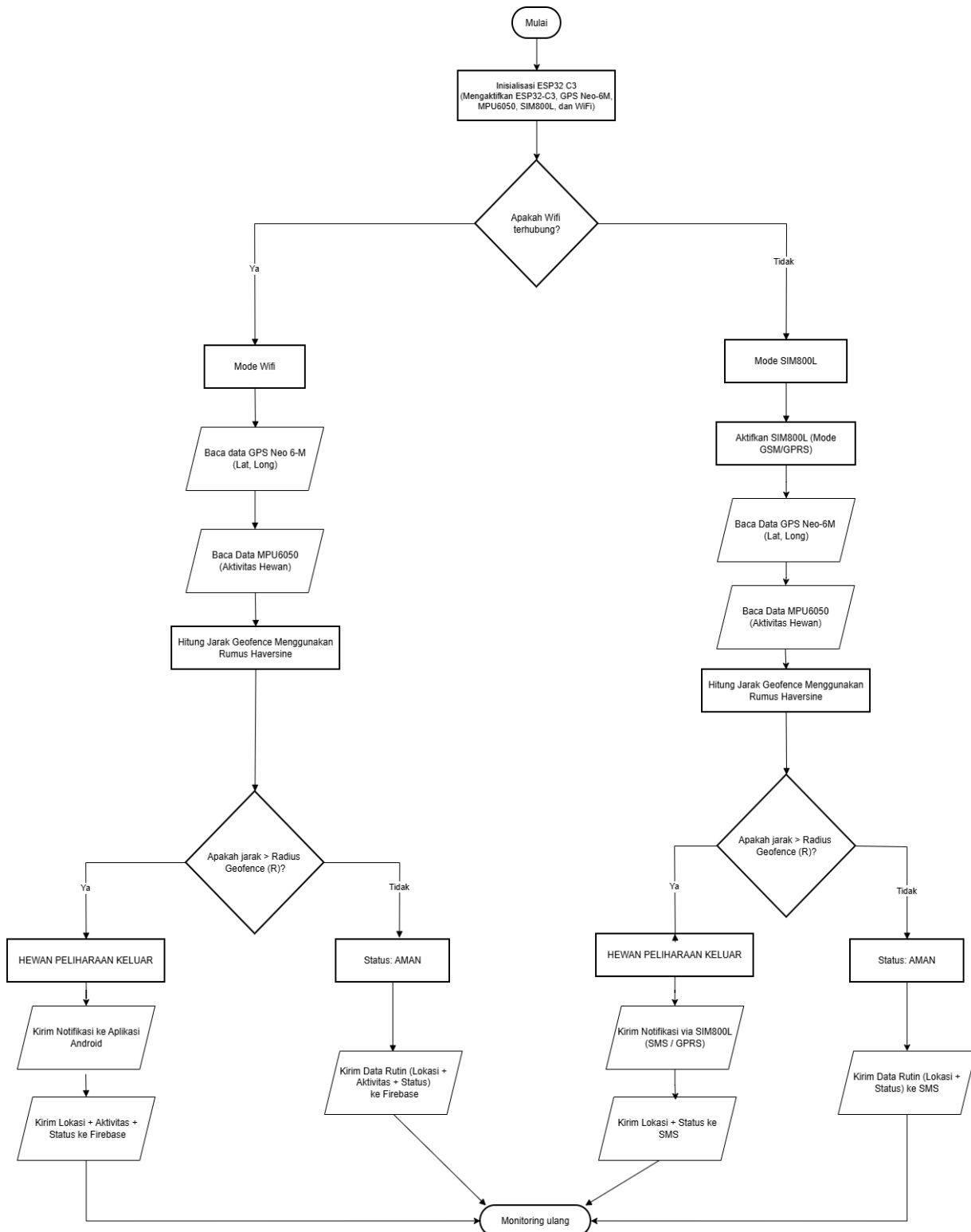
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development* (R&D). Merujuk pada (Okpatrioka STKIP Arrahmaniyah, 2023), metode R&D merupakan pendekatan penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan suatu produk tertentu serta menguji tingkat validitas dan keefektifan produk yang dikembangkan. Pendekatan ini dipilih karena penelitian tidak hanya berfokus pada kajian teoritis, tetapi menitikberatkan pada perancangan dan pengembangan prototipe fisik sistem *Smart Pet Tracker*.

Produk yang dikembangkan pada penelitian ini berupa Sistem *Smart Pet Tracker* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mengintegrasikan mikrokontroler ESP32-C3, modul GPS Neo-6M, serta sensor pendukung untuk deteksi aktivitas hewan. Sistem ini dirancang untuk melakukan pemantauan lokasi hewan peliharaan secara real-time, mendeteksi aktivitas dasar hewan, serta menerapkan fitur geofence pintar sebagai pembatas wilayah digital guna meningkatkan keamanan hewan peliharaan.

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (FIKTI UMSU) yang beralamat di jalan kapten Muchtas Basri No .3, Glugur Darat II, kecamatan Medan Timur, Kota Medan. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada ketersediaan fasilitas yang komprehensif untuk mendukung seluruh tahapan metode *Research and Development* (R&D), mulai dari perangkat keras dan perangkat lunak. Selain berfungsi sebagai pusat perancangan, laboratorium ini juga dikondisikan sebagai area pengujian.

Alat dan bahan yang dibutuhkan untuk Proposal Skripsi ini mencakup ESP32-C3, MPU6050, GPS Neo-6M, SIM 800L, Baterai Li-Po 3,7 V, Modul Pengisian Baterai (TP4056), Sakelar ON/OFF, Casing / Kalung Hewan (Pet Collar).

Flowchart Keseluruhan Alat



Gambar 1 Flowchart Sistem Perangkat Keras

Cara Kerja Sistem Smart Pet Tracker

Berikut merupakan cara kerja Sistem *Smart Pet Tracker* yang dijelaskan secara

bertahap berdasarkan alur kerja alat hingga aplikasi monitoring:

1. Mulai

Sistem *Smart Pet Tracker* diaktifkan dengan menyalakan perangkat wearable berupa kalung pintar yang dipasang pada hewan peliharaan.

2. Inisialisasi Sistem

Mikrokontroler ESP32-C3 melakukan inisialisasi seluruh komponen sistem, meliputi modul GPS Neo-6M, sensor MPU6050, SIM800L, serta konfigurasi jaringan WiFi untuk menghubungkan perangkat ke internet.

3. Pengecekan Koneksi Jaringan

Sistem melakukan pengecekan koneksi WiFi terlebih dahulu. Apabila WiFi berhasil terhubung, maka sistem menggunakan jaringan WiFi sebagai media komunikasi utama. Namun, apabila WiFi tidak tersedia, sistem akan beralih menggunakan modul SIM800L melalui jaringan GSM/GPRS untuk memastikan pengiriman data tetap dapat dilakukan.

4. Koneksi ke Firebase Realtime Database

Setelah jaringan berhasil terhubung, sistem melakukan koneksi ke Firebase Realtime Database sebagai media penyimpanan dan sinkronisasi data monitoring secara real-time.

5. Sistem Standby Monitoring

Setelah koneksi berhasil, sistem memasuki kondisi standby untuk melakukan pemantauan secara berkala. Modul GPS Neo-6M digunakan untuk memperoleh data lokasi, sedangkan sensor MPU6050 digunakan untuk membaca data percepatan dan orientasi dalam mendeteksi aktivitas hewan.

6. Pembacaan Data Lokasi

Sistem membaca data koordinat lokasi hewan peliharaan berupa latitude dan longitude dari modul GPS Neo-6M untuk menentukan posisi hewan secara real-time.

7. Deteksi Aktivitas Hewan

ESP32-C3 memproses data dari sensor MPU6050 untuk mendeteksi aktivitas hewan berdasarkan nilai percepatan dan perubahan orientasi, seperti kondisi aktif atau diam. Pada mode SIM800L, pengiriman data aktivitas dilakukan secara terbatas untuk menghemat daya dan efisiensi komunikasi.

8. Perhitungan Geofence Pintar

Sistem melakukan pemeriksaan geofence dengan menghitung jarak antara koordinat lokasi hewan (Lat1, Long1) dan titik pusat geofence (Lat0, Long0) menggunakan metode Haversine. Hasil perhitungan jarak kemudian dibandingkan dengan radius geofence (R) untuk menentukan status keamanan wilayah.

9. Keputusan Status Geofence

- a. Jika jarak hewan masih berada dalam radius geofence ( $d \leq R$ ), maka sistem menetapkan status "AMAN".
- b. Jika jarak hewan melebihi radius geofence ( $d > R$ ), maka sistem menetapkan

status “HEWAN PELIHARAAN KELUAR” sebagai pelanggaran batas wilayah.

#### 10. Pengiriman Data dan Notifikasi

Data lokasi, status geofence, dan status aktivitas (jika tersedia) dikirimkan ke Firebase Realtime Database. Apabila hewan keluar dari geofence, sistem akan mengirimkan notifikasi peringatan kepada pengguna melalui aplikasi monitoring sebagai tindakan pencegahan agar hewan tidak hilang.

#### 11. Monitoring Aplikasi

Aplikasi monitoring menampilkan informasi lokasi hewan pada peta digital, status geofence, serta status aktivitas hewan secara real-time. Apabila terjadi pelanggaran geofence, aplikasi menampilkan peringatan bertuliskan “HEWAN PELIHARAAN KELUAR” dan menampilkan posisi hewan pada peta.

#### 12. Selesai / Proses Berulang

Sistem kembali ke mode pemantauan dan berjalan secara terus-menerus selama perangkat *Smart Pet Tracker* dalam kondisi aktif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pembuatan Perangkat Keras

Pembuatan perangkat keras dilakukan untuk mengembangkan sistem pemantauan lokasi dan aktivitas hewan peliharaan secara real-time menggunakan perangkat wearable berbasis IoT. Sistem ini dirancang agar dapat memantau lokasi hewan, mendeteksi aktivitas, serta memberikan notifikasi melalui aplikasi mobile ketika hewan keluar dari area geofence yang telah ditentukan.

Perangkat *Smart Pet Tracker* terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu mikrokontroler ESP32-C3, sensor MPU6050 untuk mendeteksi aktivitas hewan, GPS Neo-6M untuk menentukan koordinat lokasi hewan, serta modul SIM800L yang digunakan untuk pengiriman SMS jika Wi-Fi tidak tersedia. Setiap komponen dihubungkan secara sistematis sesuai fungsi masing-masing, memastikan sinyal sensor dapat dibaca, diproses, dan dikirim ke aplikasi mobile atau melalui SMS secara real-time.

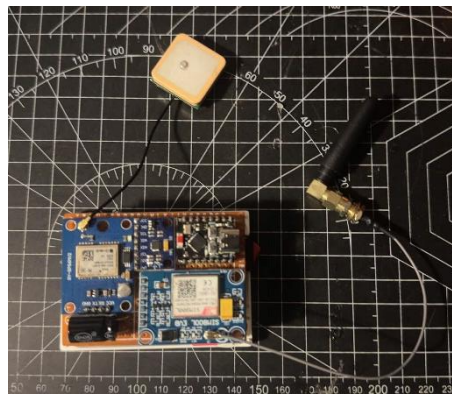
Hasil pembuatan perangkat keras ditunjukkan melalui desain prototype *Smart Pet Tracker*, yang menggambarkan seluruh rangkaian komponen serta jalur pengkabelan power, ground, dan data. Rangkaian ini telah diatur agar efisien secara energi, ergonomis, dan mudah digunakan oleh pemilik hewan peliharaan. Dengan integrasi semua komponen, sistem ini mampu memberikan pemantauan yang menyeluruh serta mendukung keselamatan dan kenyamanan hewan.

### Perakitan Perangkat Keras (Hardware)

Perakitan perangkat keras *Smart Pet Tracker* dilakukan setelah desain prototype selesai, dengan menghubungkan seluruh komponen elektronik sesuai skema agar sistem dapat berfungsi optimal. Mikrokontroler ESP32-C3 menjadi pusat pengendali yang menerima data dari sensor-sensor yang ada, termasuk MPU6050 yang

dihubungkan melalui I2C (SDA Pin 6, SCL Pin 7) untuk membaca percepatan dan orientasi tubuh hewan peliharaan, GPS Neo-6M dengan RX Pin 5 dan TX Pin 4 untuk menentukan koordinat lokasi secara real-time, serta SIM800L yang dihubungkan melalui RX Pin 20 dan TX Pin 21 untuk pengiriman SMS apabila Wi-Fi tidak tersedia. Baterai Li-Po 3,7V 1000mAh dihubungkan dengan modul TP4056 untuk memastikan pengisian daya aman dan kontinuitas operasi perangkat.

Hasil perakitan menunjukkan bahwa seluruh sistem *Smart Pet Tracker* mampu membaca data sensor, memantau lokasi hewan peliharaan, mendeteksi aktivitas, dan mengirimkan notifikasi ke aplikasi mobile secara real-time. Kabel power, ground, dan jalur data dipasang rapi dan diberi label untuk meminimalkan kesalahan sambungan. Perangkat telah diuji fungsional untuk memastikan respons sensor cepat, koneksi nirkabel stabil, serta semua komponen bekerja sesuai spesifikasi. Sistem ini siap digunakan oleh pemilik hewan peliharaan untuk memantau kondisi hewan dengan aman dan nyaman.



Gambar 2 Tampak Dalam



Gambar 3 Tampak Depan



Gambar 4 Tampak Kanan

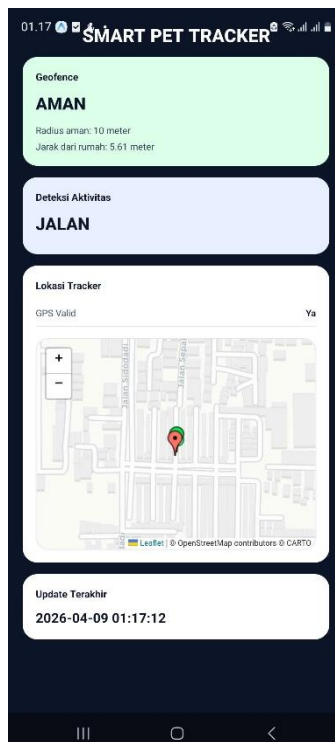


Gambar 5 Tampak Kiri



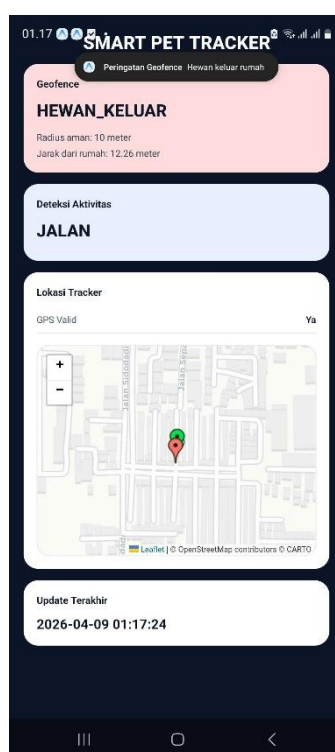
Gambar 6 Tampak Belakang

### Pembuatan Perangkat Lunak (Software)



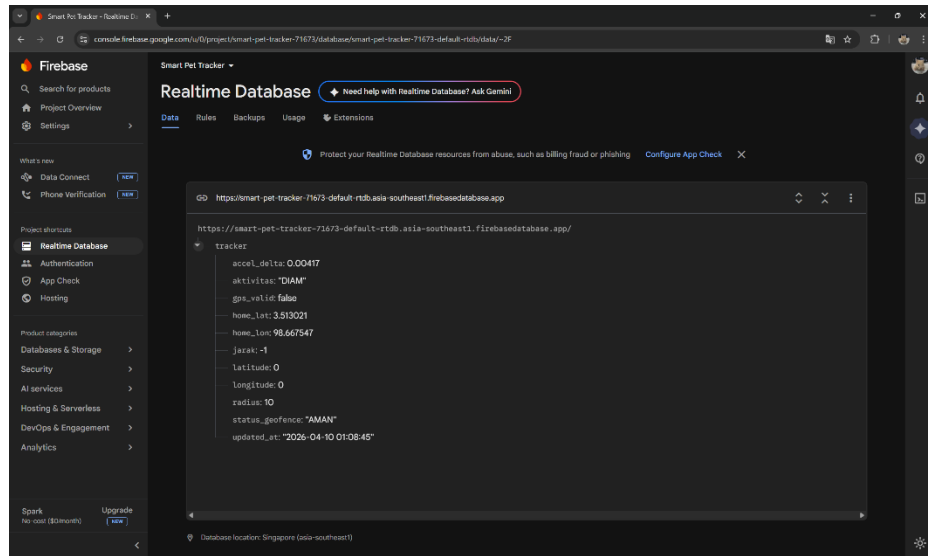
## Gambar 7 Tampilan Normal

Gambar ini menampilkan antarmuka aplikasi *Smart Pet Tracker* saat hewan peliharaan berada dalam area geofence yang aman. Bagian atas layar menunjukkan status AMAN, diikuti dengan grafik Heart Rate yang menampilkan status aktivitas hewan atau detak jantung secara real-time. Nilai detak jantung atau status aktivitas (aktif atau diam) ditampilkan sebagai informasi numerik di bawah grafik. Status aktivitas hewan menunjukkan DIAM jika hewan tidak bergerak, atau AKTIF jika hewan bergerak. Bagian lokasi menampilkan koordinat GPS hewan secara langsung pada peta, memudahkan pemantauan posisi hewan secara real-time. Tampilan ini memberikan visualisasi yang jelas dan mudah dipahami, memungkinkan pemilik hewan untuk memantau kondisi hewan secara kontinu.



## Gambar 8 Tampilan Hewan Keluar

Gambar ini memperlihatkan antarmuka aplikasi saat hewan keluar dari area geofence atau dalam kondisi darurat. Notifikasi "HEWAN KELUAR DARI AREA GEOFENCE! Segera cek lokasi!" muncul di bagian atas layar, menandakan bahwa sistem mendeteksi pelanggaran batas geofence. Grafik Heart Rate menampilkan perubahan detak jantung atau status aktivitas hewan secara real-time. Status aktivitas berubah menjadi BERGERAK jika hewan sedang bergerak. Lokasi hewan akan ditampilkan di peta dengan akurat menggunakan modul GPS Neo-6M, memudahkan pemilik untuk mengetahui lokasi hewan dengan tepat. Tampilan ini memungkinkan pemilik hewan untuk merespons dengan cepat jika hewan keluar dari area yang telah ditentukan atau dalam kondisi kritis.



Gambar 9 Tampilan Firebase Realtime Database

Gambar ini memperlihatkan Realtime Database pada platform Firebase yang digunakan oleh sistem *Smart Pet Tracker* untuk menyimpan dan mengelola data sensor secara real-time. Setiap perangkat wearable yang terhubung, seperti ESP32\_SmartPet\_001, mengirimkan berbagai parameter penting, antara lain: status geofence (dalam/bukan area aman), lokasi GPS (latitude, longitude), status aktivitas (aktif/diam), dan data lainnya yang relevan seperti status baterai, kekuatan sinyal, serta status komunikasi dengan SIM800L untuk pengiriman SMS.

Database ini memungkinkan aplikasi mobile untuk mengakses data sensor secara langsung, sehingga status aktivitas, lokasi, dan kondisi hewan dapat ditampilkan secara real-time pada antarmuka aplikasi. Integrasi dengan Firebase Realtime Database memastikan bahwa informasi penting, seperti deteksi hewan keluar dari area geofence atau perubahan kondisi aktivitas yang mendadak, dapat dikirimkan dengan cepat kepada pemilik melalui push notification atau SMS menggunakan SIM800L, mendukung pemantauan hewan peliharaan yang responsif dan akurat.

### KESIMPULAN

Berdasarkan pelaksanaan penelitian dan pengembangan prototype *\*Smart Pet Tracker\** sebagai sistem pemantauan hewan peliharaan berbasis IoT, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dirancang mampu bekerja secara efektif dan terintegrasi. Mikrokontroler ESP32-C3 berfungsi dengan baik sebagai pusat pengolahan data, yang mampu mengelola informasi dari sensor MPU6050 dan modul GPS Neo-6M secara real-time. Selain itu, sistem juga dapat memberikan notifikasi kepada pemilik hewan melalui aplikasi mobile ketika hewan keluar dari area geofence yang telah ditentukan, sehingga meningkatkan kewaspadaan pemilik terhadap kondisi hewan peliharaan.

Lebih lanjut, sensor MPU6050 terbukti mampu mendeteksi aktivitas hewan, baik dalam kondisi aktif maupun diam, dengan tingkat akurasi yang baik. Fitur geofence pintar yang menggunakan metode Haversine juga mampu mengidentifikasi pergerakan hewan di luar zona aman secara cepat dan responsif. Sistem monitoring berbasis aplikasi Android yang terintegrasi dengan Firebase memungkinkan pengguna untuk memantau lokasi, aktivitas, dan status keamanan hewan secara real-time. Secara keseluruhan, prototype \*Smart Pet Tracker\* ini menunjukkan kinerja yang akurat, responsif, dan efektif dalam membantu meningkatkan keamanan serta pemantauan hewan peliharaan secara lebih komprehensif.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afdhaluddin, M., & Palingga, I. (2023). Analisis Rancangan Sistem Monitoring Posisi Hewan Menggunakan Lora. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 4(4), 1155–1167. <https://doi.org/10.47065/josh.v4i4.3771>
- Andreas, J., Fathurahman, M., & Utami, D. B. (2025). Analisis Tingkat Akurasi NEO-6M dengan Google Maps.
- Burhanuddin, I. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Augmented Reality Untuk Meningkatkan Pemahaman Flowchart. <https://jurnaldidaktika.org>
- Hardyanto, R. H. (2022). Geofencing technology implementation for pet tracker using Arduino based on Android.
- Islam, G. Z., & Motakabber, S. M. A. (2025). A Comprehensive Review on the *Internet of Things* Network. Dalam *Journal of Communications* (Vol. 20, Nomor 1, hlm. 84–98). Engineering and Technology Publishing. <https://doi.org/10.12720/jcm.20.1.84-98>
- Danendra, R. K., Zakiyah, M., Supardi, D. W., Siregar, S. P., Maulana, Y. Z., & Kurnianto, D. (2025). Monitoring posisi kucing menggunakan *teknologi Internet of Things* (IoT). *e- Proceeding of Engineering*, 12(4), 5404
- Okpatrioka. (2023). Research and development (R&D) penelitian yang inovatif dalam pendidikan.
- Dharma Acariya Nusantara: *Jurnal Pendidikan, Bahasa dan Budaya*, 1(1), 86– 100.
- Setiawan, D., Sari, M. W., & Hardyanto, R. H. (2021). Geofencing technology implementation for pet tracker using Arduino based on Android. *Journal of Physics: Conference Series*, 1823(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1823/1/012055>
- Syahri, A., & Basri, Mhd. (2025). Perancangan Sistem Keamanan untuk Deteksi Pencurian Menggunakan Sensor Magnetic dan RFID Berbasis *Internet of Things*. *Hello World Jurnal Ilmu Komputer*, 4(3), 163–170. <https://doi.org/10.56211/helloworld.v4i3.1166>

- Vedantham, A. K. (2024). Geofencing in IoT: Enhancing Location-Based Services. *International Journal of Computer Engineering and Technology*, 15(6), 687–700. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14222399>
- Venkat Vivek, Y., Umamaheswari, K., Nikesh, R., Rupesh, G., & Venkata Sai Sriharika, T. (2024).
- Idris, A., Iman, M. N., Sulong, S. M., Muhamad, W. N. W., & Bakar, A. A. (2025). Vehicle Tracking System Based on *Internet of Things* Utilizing TTGO T-CALL ESP32 SIM800L. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 45(2), 118–127. <https://doi.org/10.37934/araset.45.2.118127>
- Hutri, H. (2023). Comparison of React Native and Expo (Master's thesis). Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT. [https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/165256/diplomityo\\_hutri\\_hugo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/165256/diplomityo_hutri_hugo.pdf?sequence=1&isAllowed=y).