

**SISTEM SMART PET TRACKER  
MENGUNAKAN ESP32-C3 DENGAN FITUR  
DETEKSI AKTIVITAS DAN GEOFENCE PINTAR**

**SKRIPSI**

**DISUSUN OLEH**

**Said Gilang Akbar**

**2209020176**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA MEDAN**

**2026**

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

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer  
(S.Kom) dalam Program Studi Teknologi Informasi, pada Fakultas Ilmu Komputer  
dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara**

**Said Gilang Akbar**

**2209020176**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFROMASI  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**MEDAN**

**2025**

## LEMBAR PENGESAHAN

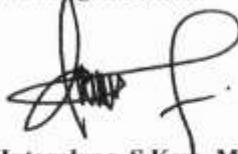
Judul Skripsi : Sistem Smart Pet Tracker Menggunakan ESP32-C3  
Dengan Fitur Deteksi Aktivitas Dan Geofence Pintar  
Nama Mahasiswa : Said Gilang Akbar  
NPM : 2209020176  
Program Studi : Teknologi Informasi

Menyetujui  
Komisi Pembimbing



(Halim Maulana, ST, M.Kom)  
NIDN. 0121119102

Ketua Program Studi



(Fatma Sari Hutagalung, S.Kom, M.Kom)  
NIDN. 0117019301

Dekan



(Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom.)  
NIDN. 0127099201

## PERNYATAAN ORISINALITAS

### SISTEM SMART PET TRACKER MENGGUNAKAN ESP32-C3 DENGAN FITUR DETEKSI AKTIVITAS DAN GEOFENCE PINTAR

#### SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, April 2026

Yang membuat pernyataan



Said Gilang Akbar

2209020176

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN  
AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Said Gilang Akbar  
NPM : 2209020176  
Program Studi : Teknologi Informasi  
Karya Ilmiah : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif (*Non-Exclusive Royalty free Right*) atas penelitian skripsi saya yang berjudul:

**SISTEM SMART PET TRACKER MENGGUNAKAN ESP32-C3 DENGAN  
FITUR DETEKSI AKTIVITAS DAN GEOFENCE PINTAR**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif ini, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media, memformat, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan Skripsi saya ini tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemegang dan atau sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Medan, April 2026

Yang membuat pernyataan



Said Gilang Akbar

2209020176

## **RIWAYAT HIDUP**

### **DATA PRIBADI**

Nama Lengkap : Said Gilang Akbar  
Tempat dan Tanggal Lahir : Jambi, 16 September 2004  
Alamat Rumah : Komp. Grand Monaco Blok FF05  
Telepon/Faks/HP : 08116711609  
E-mail : saidgilangakbar@gmail.com  
Instansi Tempat Kerja : -  
Alamat Kantor : -

### **DATA PENDIDIKAN**

SD : SDS AL-FITHRIAH TAMAT: 2016  
SMP : SMP SWASTA HARAPAN 3 TAMAT: 2019  
SMA : SMA SWASTA HARAPAN 3 TAMAT: 2022

## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillah rabbi'l'aalamiin, segala puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, karunia, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan

skripsi yang berjudul :

**“SISTEM SMART PET TRACKER MENGGUNAKAN ESP32-C3 DENGAN FITUR DETEKSI AKTIVITAS DAN GEOFENCE PINTAR”**

sebagai syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom) pada Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penulis tentunya berterima kasih kepada berbagai pihak dalam dukungan serta doa dalam penyelesaian skripsi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Agussani, M.AP., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI)
3. Ibu Fatma Sari Hutagalug, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknologi Informasi.
4. Bapak Halim Maulana, ST, M.Kom., selaku dosen pembimbing saya yang telah memberikan waktu, bimbingan, dan masukan berharga sejak awal penyusunan hingga skripsi ini selesai.
5. yang saya sayangi dan saya hormati, bapak Said Syuaeb Rizal. Ayah saya yang selalu support dan memberikan yang terbaik kepada saya

6. Ibunda Tercinta, Ibunda Latifah Makmurina. Sosok luar biasa yang menjadi tempat pendidikan pertama saya. Terima kasih sebesar-besarnya atas cinta yang tidak bertepi dan pengorbanan yang tak terhingga. Terima kasih telah menjadi wanita kuat, hebat dan sabar untuk mendampingi saya dari awal hingga bisa berada di titik ini. Terima kasih sudah menjadi sosok terbaik yang selalu mengusahakan apapun untuk anak perempuan ini menempuh pendidikan setinggi-tingginya, Terima kasih sekali lagi atas segala kesabaran dan pengorbanan yang selalu mengiringi perjalanan hidup saya.
7. Serta Keluarga yang saya sayangi terimakasih atas do'a dan dukungannya, yang telah berhasil membawa penulis sampai sejauh ini, sehingga akhirnya mampu menyelesaikan studinya hingga sarjana.
8. Julita Maharani Harahap, yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan kebahagiaan yang luar biasa. Terima kasih sudah menjadi sumber kekuatan dan motivasi bagi saya dalam menyelesaikan skripsi ini. Semangat dan cinta yang kamu berikan selalu membuat saya merasa lebih baik.
9. Untuk SOLIDERS, yang telah saling berbagi ilmu dan pengalaman selama perkuliahan, sehingga saya bisa sampai pada titik ini. Kalian adalah sumber inspirasi yang tak ternilai.
10. Seluruh Bapak/Ibu dosen di Jurusan Teknologi Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara atas ilmu dan didikannya selama perkuliahan.
11. Rangya Rahsa Rabbani, yang telah menemani saya dalam setiap langkah pembuatan skripsi ini. Terima kasih atas kesabaran, dukungan, dan semangat

yang tak terhingga. Kamu telah menjadi teman yang luar biasa selama proses ini, memberikan bantuan, ide-ide brilian, dan momen-momen yang tak terlupakan. Aku sangat menghargai semua yang telah kamu lakukan untuk membantu saya menyelesaikan tugas ini.

12. Terima kasih, diri saya, untuk segala usaha dan ketekunan yang telah saya lakukan selama ini. Perjalanan ini tidaklah mudah, namun saya berhasil melewati semua tantangan dengan semangat yang tidak pernah padam. Saya bangga dengan apa yang telah saya capai, dan saya tahu bahwa semua kerja keras ini akan membawa hasil yang luar biasa. Terima kasih atas kesabaran, keberanian, dan ketekunan yang saya tunjukkan, bahkan ketika saya merasa lelah dan ragu. Saya layak merayakan setiap langkah yang saya ambil, karena semua ini adalah buah dari usaha dan komitmen yang telah saya berikan. Saya menghargai setiap momen dan setiap detik yang saya habiskan untuk menyelesaikan tugas ini. Ini bukan hanya tentang menyelesaikan skripsi, tetapi juga tentang bagaimana saya tumbuh sebagai pribadi yang lebih kuat, lebih bijaksana, dan lebih berani. Semoga perjalanan ini terus menginspirasi saya untuk terus maju dan tidak pernah berhenti berusaha mencapai impian-impian besar saya. Terima kasih, diriku, atas segala dedikasi yang telah saya berikan.

# **SISTEM SMART PET TRACKER MENGGUNAKAN ESP32-C3 DENGAN FITUR DETEKSI AKTIVITAS DAN GEOFENCE PINTAR**

## **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.

## ***SMART PET TRACKER SYSTEM USING ESP32-C3 WITH ACTIVITY DETECTION AND SMART GEOFENCE FEATURES***

### **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.*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	<b>ii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>2</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>4</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>6</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>7</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	7
1.2 Rumusan Masalah.....	9
1.3 Batasan Masalah.....	9
1.4 Tujuan Penelitian .....	10
1.5 Manfaat Penelitian .....	10
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	<b>12</b>
2.1 Permasalahan Kehilangan Hewan Peliharaan .....	12
2.2 Internet of Things (IoT).....	13
2.3 Geofence Pintar .....	14
2.4 ESP32-C3.....	15
2.5 MPU6050.....	16
2.6 Global Positioning System (GPS) Neo-6M.....	18
2.7 SIM 800L.....	19
2.8 APLIKASI MONITORING BERBASIS EXPO.....	21
2.8 Flowchart .....	22
2.9 RINGKASAN PENELITIAN TERDAHULU .....	23
2.10 ANALISIS GAP .....	26
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>28</b>
3.1 Metode Penelitian .....	28
3.2 Jadwal Penelitian.....	30
3.3 Tempat Penelitian .....	30
3.4 Alat dan Bahan.....	31
3.5 Flowchart Keseluruhan Alat.....	32

3.5.1	Cara Kerja Sistem Smart Pet Tracker.....	33
3.6	Diagram blok Geofence.....	36
3.6.1	Mekanisme Kerja Geofence Pintar pada Sistem Smart Pet Tracker .....	37
3.6.2	Metode Perhitungan Jarak Geofence.....	38
3.7	Perancangan Prototipe.....	39
3.7.1	Arsitektur Perancangan Sistem.....	40
3.7.2	Perancangan Rangkaian Antar Komponen.....	42
3.7.3	Prinsip Kerja Sistem.....	44
3.8	Diagram Blok Sistem.....	45
3.9	Prototipe Aplikasi (User Interface) .....	48
3.9.1	Tampilan Dashboard monitoring Kondisi Normal .....	49
3.9.2	Tampilan Dashboard Kondisi Peringatan.....	50
	<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>52</b>
4.1	Pembuatan Perangkat Keras.....	52
4.1.1	Perakitan Perangkat Keras (Hardware).....	52
4.2	Pembuatan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) .....	55
	<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>58</b>
5.1	KESIMPULAN .....	58
5.2	SARAN .....	59
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>61</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Flowchart .....	21
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu .....	23
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian .....	30

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Anjing dan Kucing.....	11
Gambar 2.2 Internet of Things (IoT) .....	12
Gambar 2.3 Geofance .....	14
Gambar 2.4 ESP32-C3.....	15
Gambar 2.5 MPU6050.....	16
Gambar 2.6 GPS Neo-6M.....	17
Gambar 2.7 SIM 800L .....	19
Gambar 2.8 Logo EXPO .....	20
Gambar 3.1 Flowchart Sistem Perangkat Keras .....	32
Gambar 3.2 Diagram Blok Geofence .....	36
Gambar 3.3 Perancangan Prototipe tampak depan .....	40
Gambar 3.4 Perancangan Prototipe tampak belakang .....	40
Gambar 3.5 Desain Circuit .....	44
Gambar 3.6 Diagram Blok Sistem.....	46
Gambar 3.7 Rancangan Tampilan Dashboard .....	50
Gambar 3.8 Rancangan Tampilan Mode Peringatan .....	51
Gambar 4.1 Tampak Dalam.....	53
Gambar 4.2 Tampak Depan.....	54
Gambar 4.3 Tampak Kanan.....	54
Gambar 4.4 Tampak Kiri.....	54
Gambar 4.5 Tampak Belakang .....	54
Gambar 4.6 Tampilan Normal.....	55
Gambar 4.7 Tampilan Hewan Keluar.....	56
Gambar 4.8 Tampilan Firebase Realtime Database .....	57

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

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.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka rumusan masalah teknis dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem Smart Pet Tracker berbasis IoT menggunakan ESP32-C3, GPS, dan MPU6050 ?
2. Bagaimana implementasi fitur deteksi aktivitas dan geofence pintar pada sistem Smart Pet Tracker ?
3. Bagaimana kinerja sistem dalam memantau lokasi, aktivitas, serta status geofence hewan peliharaan secara real-time?

## **1.3 Batasan Masalah**

Mengingat keterbatasan waktu dan agar pengembangan alat prototype dapat diselesaikan tepat waktu, penulis menetapkan batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem, bukan pada pengembangan produk komersial atau produksi massal perangkat.
2. Sistem hanya berfokus pada pemantauan lokasi, aktivitas sederhana, dan geofence pintar.
3. Pengujian dilakukan dalam skala terbatas dan tidak mencakup optimasi keamanan data maupun konsumsi daya jangka panjang.
4. Penelitian ini tidak membahas aspek desain mekanik secara detail, seperti ketahanan perangkat terhadap air, benturan, atau kondisi lingkungan ekstrem.
5. Sistem hanya menggunakan modul GPS Neo-6M untuk memperoleh data lokasi hewan peliharaan secara real-time tanpa membahas metode peningkatan akurasi GPS secara mendalam.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Berikut tujuan dari penelitian ini :

- 1 Merancang dan membangun perangkat Smart Pet Tracker berbasis IoT menggunakan ESP32-C3 sebagai mikrokontroler utama yang terintegrasi dengan modul GPS Neo-6M dan sensor MPU6050.
- 2 Mengimplementasikan sistem geofence pintar berbasis perhitungan jarak menggunakan metode Haversine pada perangkat untuk mendeteksi batas wilayah aman hewan peliharaan.
- 3 Mengembangkan sistem deteksi aktivitas hewan menggunakan sensor MPU6050 untuk mengetahui kondisi gerak hewan secara sederhana (aktif dan diam).
- 4 Merancang dan mengimplementasikan sistem komunikasi data menggunakan WiFi dan/atau modul SIM800L untuk pengiriman data lokasi, aktivitas, dan status geofence secara real-time.
- 5 Mengembangkan aplikasi monitoring berbasis Android menggunakan EXPO untuk menampilkan informasi lokasi, aktivitas, dan notifikasi geofence.
- 6 Melakukan pengujian terhadap kinerja sistem yang telah dirancang dalam memantau lokasi, aktivitas, serta status geofence hewan peliharaan secara real-time.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Meningkatkan keamanan hewan peliharaan dengan mempermudah proses pelacakan lokasi secara real-time menggunakan teknologi GPS yang terintegrasi dalam sistem.
2. Memberikan solusi pengawasan jarak jauh terhadap hewan peliharaan

melalui sistem berbasis Internet of Things (IoT), sehingga pemilik dapat memantau lokasi dan pergerakan hewan secara lebih efektif.

3. Menyediakan informasi aktivitas hewan peliharaan melalui fitur monitoring berbasis sensor MPU6050, sehingga pengguna dapat mengetahui pola aktivitas harian hewan secara lebih akurat.
4. Memberikan peringatan kepada pengguna melalui fitur geofence pintar ketika hewan keluar dari batas wilayah yang telah ditentukan.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Permasalahan Kehilangan Hewan Peliharaan**

Hewan peliharaan, khususnya anjing dan kucing, memiliki risiko tinggi untuk hilang apabila tidak berada dalam pengawasan pemilik, terutama ketika hewan dilepas tanpa tali atau keluar dari lingkungan rumah. Kehilangan hewan peliharaan dapat menimbulkan kekhawatiran bagi pemilik serta mempersulit proses pencarian karena keterbatasan informasi mengenai lokasi terakhir hewan tersebut. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu membantu pemilik dalam memantau keberadaan hewan secara real-time.

Penelitian yang dilakukan oleh (Hardyanto, 2022). membahas implementasi teknologi geofencing pada sistem pelacak hewan peliharaan berbasis Arduino dan Android. Sistem ini dirancang untuk memantau posisi hewan menggunakan teknologi Global Positioning System (GPS) dan memberikan notifikasi kepada pemilik ketika hewan keluar dari batas wilayah yang telah ditentukan. Geofencing didefinisikan sebagai teknik yang memanfaatkan batas geografis virtual untuk memantau pergerakan suatu objek, sehingga sistem dapat memberikan peringatan saat objek tersebut memasuki atau meninggalkan area tertentu.



**Gambar 2.1** Anjing dan Kucing

Dalam penelitian tersebut, sistem pet tracker dibangun menggunakan modul GPS Ublox Neo-6M, mikrokontroler Arduino, serta modul komunikasi GSM untuk mengirimkan data koordinat lokasi ke aplikasi Android. Aplikasi Android berfungsi sebagai antarmuka pengguna yang menampilkan lokasi hewan pada peta digital serta menampilkan notifikasi apabila hewan terdeteksi berada di luar area geofence. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi pelanggaran batas geofence pada berbagai jarak yang telah ditentukan dan berhasil mengirimkan notifikasi secara real-time kepada pengguna (Hardyanto, 2022).

Lebih lanjut, penerapan teknologi geofencing pada pet tracker dinilai efektif dalam membantu pemilik hewan memantau lokasi hewan peliharaan serta mengurangi risiko kehilangan. Namun, penelitian ini juga mencatat bahwa kinerja sistem sangat bergantung pada kualitas sinyal GPS dan jaringan komunikasi yang digunakan, sehingga akurasi lokasi dapat menurun apabila sistem dioperasikan di area tertutup atau memiliki gangguan sinyal.

## 2.2 Internet of Things (IoT)



**Gambar 2.2** Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep jaringan yang menghubungkan berbagai objek fisik atau things yang dilengkapi dengan sensor, aktuator, perangkat lunak, serta teknologi komunikasi sehingga mampu saling terhubung dan bertukar data melalui jaringan internet. Perangkat IoT memiliki identitas unik dan dapat

berkomunikasi dengan perangkat lain maupun sistem pusat seperti server atau cloud platform untuk melakukan pemantauan, pengendalian, dan otomatisasi secara real-time. Teknologi IoT didukung oleh berbagai komponen utama, meliputi sensor dan aktuator sebagai media akuisisi data, teknologi komunikasi nirkabel seperti Wi-Fi, Bluetooth, dan jaringan seluler, serta komputasi awan dan analitik data untuk pengolahan informasi. Integrasi teknologi tersebut memungkinkan penerapan IoT pada berbagai bidang, seperti smart home, wearable device, kesehatan, pertanian, dan sistem pelacakan berbasis lokasi (Islam & Motakabber, 2025).

Pada dasarnya, Internet of Things (IoT) Adalah teknologi yang mengubah benda-benda mati disekitar menjadi “pintar“ dengan cara menghubungkannya ke jaringan internet. Dengan menanamkan sensor dan perangkat lunak kecil, benda-benda tersebut bisa saling bertukar data dan dikendalikan dari jarak jauh tanpa perlu disentuh secara langsung. Sebagaimana dijelaskan oleh (Syahri & Basri, 2025).

Dalam konteks penelitian ini, teknologi IoT dimanfaatkan sebagai dasar pengembangan sistem Smart Pet Tracker, di mana perangkat berbasis mikrokontroler digunakan untuk memantau lokasi dan aktivitas hewan peliharaan secara real-time. Data yang diperoleh dari sensor dan modul GPS dikirimkan melalui jaringan internet menuju cloud untuk diproses dan ditampilkan kepada pengguna, sehingga memungkinkan pemantauan yang lebih efektif, aman, dan efisien.

### **2.3 Geofence Pintar**

Geofence pintar merupakan pengembangan dari geofencing konvensional yang tidak hanya berfungsi sebagai pembatas wilayah statis, tetapi juga mampu beradaptasi terhadap kondisi lingkungan dan pola pergerakan objek. (Vedantham, 2024) menyatakan bahwa integrasi geofencing dengan teknologi Internet of Things (IoT), komputasi tepi (edge computing), serta kecerdasan buatan memungkinkan

sistem meningkatkan akurasi deteksi batas wilayah, mengurangi keterlambatan pemrosesan data, dan meminimalkan kesalahan notifikasi. Dengan kemampuan pemrosesan data secara real-time, geofence pintar mampu memberikan peringatan yang lebih responsif dan kontekstual, sehingga efektif diterapkan pada sistem pemantauan objek bergerak, termasuk hewan peliharaan.

Secara konseptual, geofencing didefinisikan sebagai teknik yang memungkinkan aplikasi menyediakan informasi secara lebih tepat, baik dari segi waktu maupun lokasi. Menurut Muriach, teknik geofencing membutuhkan dua komponen utama, yaitu suatu area fisik yang dibatasi oleh pagar digital dan sebuah perangkat yang mampu menerima serta memproses informasi lokasi. Ketika perangkat memasuki atau meninggalkan area geofence yang telah ditentukan, sistem akan secara otomatis mengirimkan peringatan atau notifikasi kepada pengguna. Mekanisme ini memungkinkan pemantauan pergerakan objek secara real-time dan telah banyak diterapkan pada sistem pelacakan, termasuk pet tracker berbasis GPS dan Android (Setiawan dkk., 2021).



**Gambar 2.3** Geofence

## 2.4 ESP32-C3

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Venkat Vivek dkk., 2024) ESP32-C3 merupakan mikrokontroler berbasis arsitektur RISC-V yang telah terintegrasi dengan konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth Low Energy (BLE) dalam satu chip,

sehingga sangat sesuai untuk penerapan sistem Internet of Things (IoT). ESP32-C3 memiliki konsumsi daya yang rendah, fitur keamanan bawaan, serta kemampuan pemrosesan data secara real-time, yang menjadikannya efektif digunakan sebagai unit pengendali utama pada sistem monitoring dan pengiriman data berbasis cloud.

Penelitian (Danendra dkk., 2025) menunjukkan bahwa ESP32-C3 dapat diimplementasikan secara optimal pada sistem pelacakan hewan peliharaan dengan mengintegrasikan modul GPS untuk memperoleh data koordinat lokasi secara real-time. Data lokasi tersebut diproses oleh ESP32-C3 dan dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi ke Firebase Realtime Database, kemudian ditampilkan pada aplikasi Android dalam bentuk peta interaktif. Sistem ini juga mendukung penerapan fitur geofencing, di mana notifikasi dapat dikirimkan secara otomatis ketika hewan keluar dari zona aman yang telah ditentukan, dengan waktu respons di bawah 5 detik dan akurasi pelacakan rata-rata 0,92 meter.



**Gambar 2.4** ESP32-C3

## **2.5 MPU6050**

Sensor MPU6050 merupakan salah satu sensor inersial (Inertial Measurement Unit/IMU) yang banyak digunakan dalam sistem berbasis Internet of Things (IoT) untuk mendeteksi pergerakan dan orientasi suatu objek. Sensor ini mengintegrasikan dua komponen utama, yaitu accelerometer 3-axis dan gyroscope 3-axis dalam satu modul, sehingga mampu mengukur percepatan linear serta kecepatan sudut secara bersamaan. Accelerometer digunakan untuk mendeteksi percepatan akibat gravitasi pada sumbu X, Y, dan Z, sedangkan gyroscope berfungsi untuk mengukur perubahan

sudut atau rotasi objek, sehingga kombinasi keduanya memungkinkan sistem memperoleh informasi gerakan yang lebih akurat dan stabil.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Fitriandini dkk. (2025), sensor MPU6050 dapat digunakan untuk membaca percepatan gravitasi yang kemudian diolah untuk mendeteksi kondisi tertentu, seperti kejadian jatuh pada sistem berbasis IoT. Data yang diperoleh dari sensor akan dibandingkan dengan nilai ambang batas (threshold) untuk menentukan apakah suatu kondisi termasuk normal atau tidak. Sensor ini juga mampu menghasilkan data secara real-time sehingga sangat efektif digunakan dalam sistem monitoring aktivitas, khususnya pada perangkat wearable yang membutuhkan respons cepat terhadap perubahan gerakan.

Dalam penelitian ini, sensor MPU6050 digunakan sebagai komponen utama untuk mendeteksi aktivitas hewan peliharaan pada sistem Smart Pet Tracker. Data percepatan dan perubahan orientasi yang diperoleh dari sensor diolah untuk mengidentifikasi kondisi aktivitas hewan, seperti aktif atau diam. Selanjutnya, informasi tersebut dikirimkan ke sistem monitoring berbasis IoT untuk ditampilkan pada aplikasi Android secara real-time. Dengan penggunaan sensor MPU6050, sistem diharapkan mampu memberikan informasi aktivitas yang lebih akurat dan mendukung fitur pemantauan hewan secara menyeluruh.



**Gambar 2.5** MPU6050

## 2.6 Global Positioning System (GPS) Neo-6M



**Gambar 2.6** GPS Neo-6M

GPS Neo-6M menggunakan antarmuka komunikasi RS232 TTL dengan kecepatan baud default sebesar 9600 bps, yang memungkinkan pertukaran data lokasi secara stabil dan efisien. Modul ini adalah perangkat dengan kinerja tinggi dan konsumsi daya rendah, sehingga sesuai digunakan pada sistem pelacakan yang membutuhkan operasi berkelanjutan. Selain itu, GPS Neo-6M ini dilengkapi dengan baterai isi ulang internal yang berfungsi sebagai cadangan daya untuk mempertahankan data konfigurasi ketika suplai daya utama terputus (Andreas dkk., 2025).

Dalam operasionalnya, GPS Neo-6M berfungsi untuk menentukan posisi geografis suatu objek dengan menerima sinyal dari satelit GPS. Modul ini mendukung hingga 50 channel penerimaan, frekuensi pembaruan data posisi hingga 5 Hz, serta beroperasi pada tegangan maksimum 3,6 V dengan konsumsi arus sekitar 67 mA. Data koordinat lokasi dinyatakan valid ketika indikator LED pada modul mulai berkedip, yang menandakan bahwa sinyal satelit telah terkunci (Andreas dkk., 2025).

Akurasi penentuan posisi merupakan faktor krusial dalam berbagai aplikasi IoT, khususnya pada sistem pelacakan, navigasi, dan pemantauan aset. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa GPS Neo-6M memiliki tingkat akurasi yang cukup baik, dengan nilai ketepatan mencapai sekitar 94,6%. Kesalahan terbesar umumnya terjadi pada koordinat lintang (latitude), dengan error rata-rata sekitar 0,601%.

Perbedaan jarak antara hasil deteksi posisi menggunakan GPS Neo-6M dan layanan Google Maps dapat dihitung menggunakan metode Haversine, dengan selisih jarak yang dilaporkan mencapai sekitar 0,9 km pada kondisi tertentu (Andreas dkk., 2025).

Pada penelitian ini, modul GPS Neo-6M digunakan sebagai komponen utama dalam sistem Smart Pet Tracker untuk menentukan lokasi hewan peliharaan secara real-time. Tingkat akurasi modul dievaluasi dengan membandingkan koordinat yang diperoleh dari GPS Neo-6M dengan koordinat lokasi dari GPS smartphone menggunakan Google Maps. Pengukuran selisih jarak dilakukan menggunakan rumus *Haversine* untuk mengetahui tingkat ketelitian data lokasi yang dihasilkan. Hasil evaluasi ini diharapkan dapat memastikan bahwa modul GPS Neo-6M layak digunakan sebagai sistem pelacakan lokasi pada aplikasi pemantauan hewan peliharaan berbasis IoT dengan fitur geofence pintar (Andreas dkk., 2025).

## **2.7 SIM 800L**

Penelitian oleh (Idris et al., 2025) berjudul “*Vehicle Tracking System Based on Internet of Things Utilizing TTGO T-CALL ESP32 SIM800L*” membahas pengembangan sistem pelacakan kendaraan berbasis Internet of Things (IoT) yang memanfaatkan modul SIM800L sebagai media komunikasi GSM/GPRS serta modul GPS sebagai sumber data koordinat lokasi. Sistem yang dirancang mampu mengirimkan informasi posisi kendaraan secara real-time melalui jaringan seluler sehingga tetap dapat digunakan meskipun perangkat berada jauh dari pengguna dan tidak bergantung pada koneksi WiFi. Penelitian ini menunjukkan bahwa SIM800L dapat digunakan untuk pengiriman data lokasi dengan biaya rendah dan implementasi yang relatif sederhana.

Dalam penelitian tersebut, data lokasi yang diperoleh dari modul GPS dikirimkan secara berkala ke sistem monitoring berbasis aplikasi IoT untuk

ditampilkan dalam bentuk koordinat latitude dan longitude. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat pelacakan mampu memberikan informasi posisi kendaraan secara real-time dan dapat digunakan untuk memantau pergerakan objek secara jarak jauh. Selain itu, penggunaan modul SIM800L terbukti efektif sebagai solusi komunikasi berbasis jaringan seluler dalam sistem tracking, sehingga sistem dapat bekerja pada area yang tidak terjangkau jaringan WiFi.

Penelitian (Idris et al., 2025) relevan dengan pengembangan Sistem Smart Pet Tracker Menggunakan ESP32-C3 dengan Fitur Deteksi Aktivitas dan Geofence Pintar, karena modul SIM800L dapat diterapkan sebagai modul komunikasi utama untuk mengirimkan data koordinat lokasi hewan peliharaan ke database secara real-time. Dengan adanya koneksi GSM/GPRS, pemilik hewan dapat melakukan pemantauan lokasi melalui aplikasi monitoring meskipun hewan berada di luar jangkauan WiFi rumah. Selain itu, SIM800L juga mendukung implementasi fitur geofence, yaitu sistem dapat mengirimkan notifikasi peringatan ketika hewan keluar dari area aman yang telah ditentukan.



**Gambar 2.7** SIM800L

## 2.8 APLIKASI MONITORING BERBASIS EXPO



**Gambar 2.8** Logo EXPO

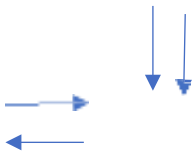




Dalam pengembangan aplikasi Smart Pet Tracker, penulis menggunakan ESP32-C3, mikrokontroler berbasis IoT, yang menyediakan platform untuk menjalankan aplikasi pelacakan lokasi dan deteksi aktivitas hewan peliharaan secara langsung pada perangkat. ESP32-C3 memungkinkan pengembang untuk mengembangkan dan menguji aplikasi tanpa perlu mengonfigurasi lingkungan native secara penuh, sehingga proses pengembangan menjadi lebih cepat dan meminimalkan kesalahan akibat modifikasi kode. Aplikasi dapat dijalankan langsung pada perangkat nyata untuk memverifikasi antarmuka dan fungsi sistem, memudahkan proses debugging dan verifikasi fungsionalitas (Hugo Hutri, 2023).

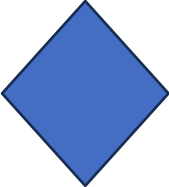


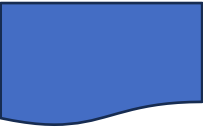


ESP32-C3 juga menyediakan akses ke berbagai API yang memungkinkan penggunaan fitur perangkat seperti GPS, notifikasi, dan sensor lainnya tanpa menulis kode khusus untuk perangkat tertentu. Selain itu, penggunaan ESP32-C3 mendukung penyesuaian atau penambahan kode native bila diperlukan, sehingga pengembangan aplikasi tetap fleksibel tanpa kehilangan keuntungan runtime yang disediakan mikrokontroler. Dengan fitur ini, seluruh logika aplikasi Smart Pet Tracker, termasuk pemantauan lokasi, deteksi aktivitas, dan geofence pintar, dapat diuji langsung pada perangkat nyata, meningkatkan efisiensi pengembangan dan keandalan aplikasi (Hugo Hutri, 2023).

## 2.8 Flowchart

Flowchart adalah representasi grafis dari langkah-langkah prosedur dalam sebuah program, yang biasanya digunakan untuk menjelaskan alur pemrosesan. Flowchart menampilkan diagram langkah-langkah kerja yang menunjukkan alur suatu proses, dengan menggunakan simbol-simbol yang diatur secara sistematis dalam keseluruhan sistem (Burhanuddin, 2024). Berikut adalah beberapa simbol yang terdapat dalam flowchart:

**TABEL 2.1** Flowchart

No.	Simbol	Keterangan
1.		<b>Flow:</b> simbol yang digunakan untuk menggunakan antara simbo yang satu dengan yang lain. Symbol ini disebut juga dengan connecting line.
2.		<b>On-page Reference:</b> Simbol untuk menandakan keluar-masuk atau penyambungan proses dalam lembar kerja yang sama.
3.		<b>Off-Page Reference:</b> Simbol keluar-masuk atau penyambungan proses dalam lembar kerja yang berbeda.
4.		<b>Terminator:</b> Simbol yang menyatakan awal atau akhir suatu program.
5.		<b>Process:</b> Simbol yang menyatakan suatu proses yang dilakukan computer.

6.		<b>Decision:</b> Simbol yang menyatukan kondisi tertentu yang akan menghasilkan dua kemungkinan jawaban yaitu iya atau tidak
7.		<b>Input/Output:</b> Simbol yang menyatakan proses input atau Output tanpa tergantung peralatan.
8.		<b>Manual operation:</b> Simbol yang menyatakan suatu proses yang tidak dilakukan oleh komputer.
9.		<b>Document:</b> Simbol yang menyatakan bahwa input berasal dari dokumen dalam bentuk fisik, atau output yang perlu dicetak.
10		<b>Predefine Proses:</b> Simbol untuk pelaksanaan suatu bagian (Sub-program) atau Prosedure.
11		<b>Display:</b> Simbol yang menyatakan peralatan Output yang digunakan.

## 2.9 RINGKASAN PENELITIAN TERDAHULU

Berdasarkan kajian pustaka yang telah diuraikan pada sub-bab sebelumnya, terdapat beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan perangkat pelacak hewan, sistem monitoring berbasis lokasi, serta penerapan Internet of Things (IoT) yang menjadi landasan penting dalam perancangan dan pengembangan sistem Smart Pet Tracker. Penelitian-penelitian tersebut digunakan sebagai dasar dalam pemilihan sensor, mikrokontroler ESP32-C3, modul GPS, serta sensor MPU6050 dalam mendukung fitur deteksi aktivitas hewan.

Analisis terhadap penelitian terdahulu dilakukan untuk mengetahui metode yang telah diterapkan serta mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan dari masing-masing penelitian sebagai bahan evaluasi dalam pengembangan sistem yang diusulkan.

Ringkasan penelitian terdahulu yang relevan dengan pengembangan Rancang Bangun Sistem Smart Pet Tracker Berbasis IoT Menggunakan ESP32-C3, GPS, dan MPU6050 dengan fitur deteksi aktivitas dan geofence pintar disajikan dalam bentuk tabel untuk memudahkan proses perbandingan dan analisis, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.2** Penelitian Terdahulu

No	Judul dan Peneliti	Pembahasan	Metode	Kelebihan / Kekurangan
1	<i>Geofencing Technology Implementation for Pet Tracker Using Arduino Based on Android</i>  R. H. Hardyanto, dkk. (2021)	Perancangan sistem pet tracker berbasis Arduino dan Android dengan penerapan teknologi geofencing untuk pemantauan lokasi hewan.	IoT dan geofencing menggunakan Arduino, GPS Ublox Neo-6M, dan aplikasi Android.	<b>Kelebihan :</b> Pemantauan lokasi dan notifikasi geofence secara real time. <b>Kekurangan :</b> Bergantung pada sinyal GPS dan jaringan seluler serta belum mendukung deteksi aktivitas.
2	<i>Geofencing Technology Implementation for Pet Tracker Using Arduino Based ON Android</i>  Deni Setiawan, dkk. (2021)	Perancangan sistem pet tracker menggunakan Arduino berbasis geovence pintar	IoT dan Geovence pintar	<b>Kelebihan :</b> Efektif untuk pemantauan notifikasi lokasi hewan secara real-time. <b>Kekurangan :</b> Sistem terbatas pada pengelolaan geofence dan sumber daya

3	<p>Monitoring Posisi Kucing Menggunakan Teknologi Internet of Things (IoT)</p> <p>R. K. Danendra, dkk. (2025)</p>	<p>Perancangan sistem pelacakan posisi kucing berbasis IoT yang terintegrasi dengan aplikasi Android untuk pemantauan lokasi secara real-time menggunakan peta digital dan fitur geofencing.</p>	<p>IoT dan geofencing menggunakan ESP32-C3 mini, modul GPS Beitian BN 220, Koneksi Wi-Fi, Firebase Realtime Database, dan aplikasi Android.</p>	<p><b>Kelebihan :</b> Akurasi pelacakan tinggi (<math>\pm 0,92</math> m), notifikasi geofence respons &lt; 5 detik, desain wearable ringan dan nyaman.</p> <p><b>Kekurangan :</b> Ketergantungan pada kualitas sinyal Wi-Fi dan GPS serta daya tahan baterai yang terbatas.</p>
4	<p><i>Fall detector pada lansia berbasis IoT Menggunakan Sensor MPU-6050 dan Sensor GPS Neo 6M</i></p> <p>Laila Fitriandini, dkk. (2024)</p>	<p>Penelitian ini mengembangkan sistem pendeteksi jatuh lansia berbasis IoT menggunakan sensor MPU-6050 untuk mendeteksi gerakan dan GPS Neo 6M untuk menentukan lokasi.</p>	<p>MPU6050, GPS, ESP32 dan buzzer.</p>	<p><b>Kelebihan :</b> Sistem real-time monitoring dan kombinasi sensor gerak + GPS.</p> <p><b>Kekurangan :</b> Bergantung pada koneksi internet dan GPS signal.</p>
5	<p>Analisis Tingkat Akurasi NEO-6M dengan Google Maps</p> <p>Jef Andreas, dkk. (2025)</p>	<p>Analisis Akurasi Modul GPS Ublox Neo-6M pada Sistem Pelacakan Berbasis IoT</p>	<p>GPS Neo-6M dan GPS smartphone</p>	<p><b>Kelebihan:</b> Efisien dan cukup akurat untuk sistem pelacakan IoT</p> <p><b>Kekurangan:</b> Akurasi terbatas sehingga tidak cocok untuk aplikasi pelacakan presisi tinggi</p>

## 2.10 ANALISIS GAP

Berdasarkan ringkasan penelitian terdahulu yang telah dipaparkan pada Tabel 2.1, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar penelitian mengenai sistem pelacakan hewan peliharaan berbasis Internet of Things (IoT) masih berfokus pada pemantauan lokasi menggunakan modul GPS serta penerapan geofencing konvensional sebagai pembatas wilayah.

Sistem yang dikembangkan umumnya hanya mampu menampilkan informasi posisi serta memberikan notifikasi ketika objek keluar dari area yang telah ditentukan. Penelitian oleh Hardyanto dkk. dan Setiawan dkk. menunjukkan bahwa sistem pet tracker berbasis Arduino telah mampu memberikan notifikasi geofence secara real-time, namun masih memiliki keterbatasan karena belum mampu memberikan informasi terkait kondisi atau aktivitas hewan peliharaan.

Sistem yang digunakan juga masih bersifat statis dan sangat bergantung pada kualitas sinyal GPS dan jaringan komunikasi. Penelitian oleh Danendra dkk. telah mengembangkan sistem pelacakan berbasis ESP32-C3 dengan tingkat akurasi tinggi dan respons notifikasi yang cepat. Meskipun demikian, penelitian tersebut masih berfokus pada aspek pelacakan lokasi dan belum mengintegrasikan fitur deteksi aktivitas hewan secara langsung, sehingga informasi yang diperoleh pengguna masih terbatas pada posisi hewan.

Di sisi lain, penelitian oleh Fitriandini dkk. menunjukkan bahwa sensor MPU6050 mampu digunakan untuk mendeteksi aktivitas berbasis percepatan dengan metode threshold, serta dapat memberikan notifikasi secara real-time ketika terjadi kondisi tertentu. Namun, penelitian tersebut belum mengintegrasikan deteksi aktivitas dengan sistem pelacakan berbasis GPS dan geofence, sehingga belum

mampu memberikan informasi lokasi dan aktivitas secara bersamaan dalam satu sistem.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat diidentifikasi adanya *research gap*, yaitu belum adanya sistem Smart Pet Tracker berbasis IoT yang mampu mengintegrasikan pemantauan lokasi, deteksi aktivitas hewan berbasis sensor MPU6050, serta geofence pintar dalam satu sistem yang terintegrasi secara real-time.

Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem Smart Pet Tracker menggunakan ESP32-C3, GPS Neo-6M, dan sensor MPU6050 yang terintegrasi dengan aplikasi monitoring berbasis Android. Sistem ini diharapkan mampu memberikan informasi yang lebih komprehensif, tidak hanya berupa lokasi, tetapi juga kondisi aktivitas hewan, sehingga meningkatkan efektivitas pemantauan dan keamanan hewan peliharaan.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 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.

Proses penelitian dilaksanakan melalui tahapan sistematis berdasarkan kerangka kerja metode R&D sebagai berikut:

1. Studi Pendahuluan dan Analisis Kebutuhan (*Research*) tahap ini berfokus pada pengumpulan informasi melalui studi literatur terkait teknologi Internet of Things (IoT), sistem pelacakan hewan, modul GPS, sensor deteksi aktivitas, serta penerapan geofencing Selain itu, dilakukan analisis kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan untuk membangun sistem Smart Pet Tracker.

2. Perancangan Sistem (*Design*) pada tahap ini dilakukan perancangan arsitektur sistem yang meliputi skema rangkaian elektronik berbasis ESP32-C3, integrasi modul GPS Neo-6M dan sensor aktivitas, serta perancangan alur logika pemrograman sistem. Selain itu, dirancang pula konsep perangkat wearable yang sesuai untuk hewan peliharaan serta rancangan antarmuka aplikasi monitoring berbasis Android.
3. Pengembangan Sistem (*Development*) tahap pengembangan merupakan proses realisasi dari rancangan menjadi prototipe nyata. Kegiatan yang dilakukan meliputi perakitan perangkat keras, penulisan dan implementasi kode program pada ESP32-C3, integrasi sistem komunikasi IoT, serta pengembangan aplikasi Android untuk menampilkan informasi lokasi, aktivitas hewan, dan status geofence secara real-time.
4. Pengujian dan Evaluasi (*Testing*) tahap akhir dilakukan untuk menguji fungsionalitas dan kinerja sistem Smart Pet Tracker. Pengujian meliputi pengujian akurasi lokasi GPS, respon sistem terhadap pelanggaran geofence, serta kemampuan sistem dalam mendeteksi aktivitas hewan. Hasil pengujian digunakan untuk mengevaluasi apakah sistem telah bekerja sesuai dengan tujuan penelitian dan layak digunakan sebagai prototipe.

### 3.2 Jadwal Penelitian

Setiap desain penelitian harus dilengkapi dengan jadwal yang telah disusun.

Berikut adalah rincian penilaiannya.

**Tabel 3.1** Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan				
		Nov	Des	Jan	Feb	Mar
1	Persiapan Penelitian					
a.	Pengajuan Judul					
b.	Observasi					
c.	Penyusunan Proposal					
d.	Seminar Proposal					

### 3.3 Tempat Penelitian

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.

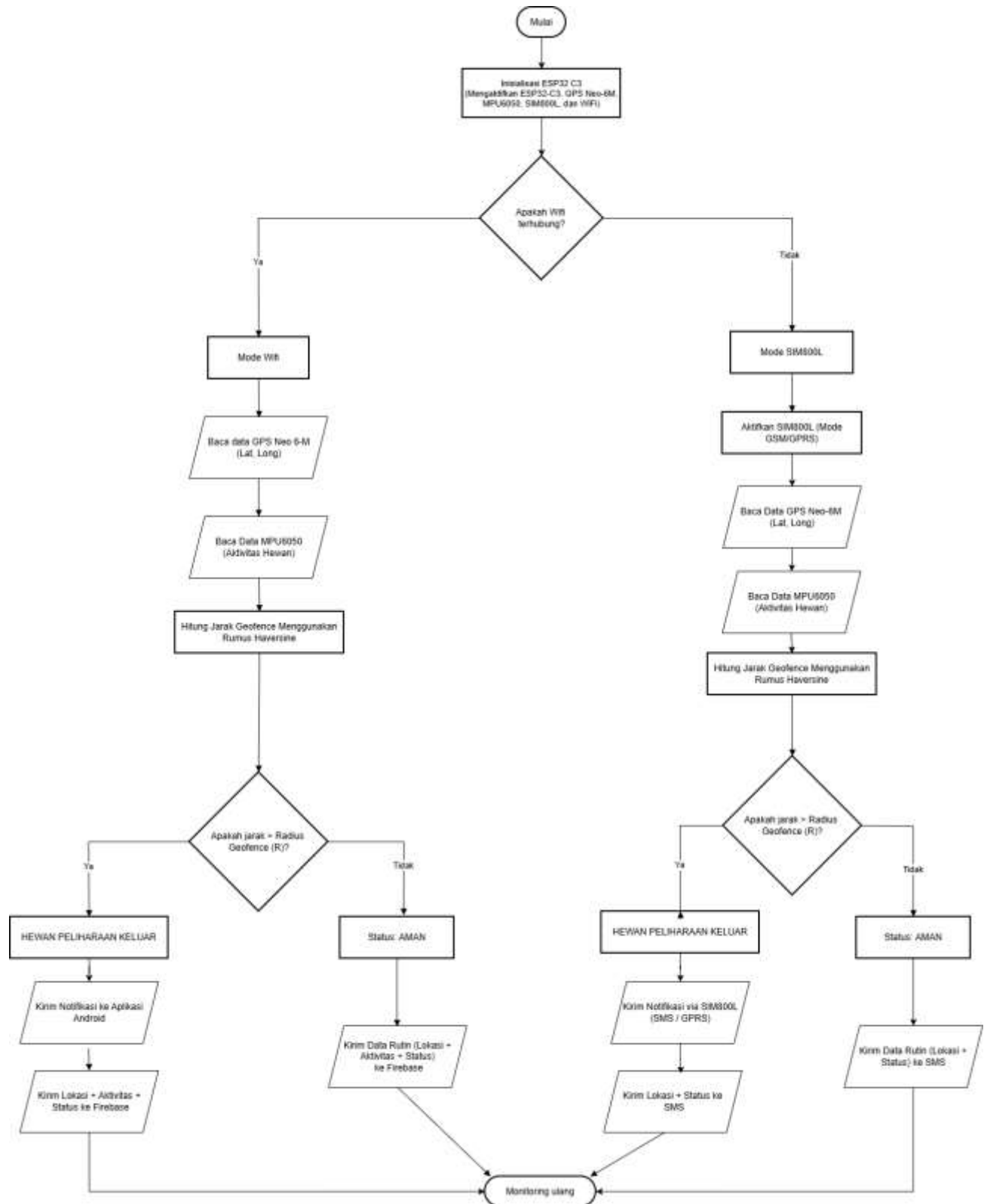
### 3.4 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang dibutuhkan untuk Proposal Skripsi ini mencakup:

1. ESP32-C3: Digunakan sebagai mikrokontroler utama untuk mengendalikan sistem Smart Pet Tracker, memproses data, serta mengirimkan data ke server melalui koneksi Wi-Fi.
2. MPU6050 : Digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi aktivitas hewan berdasarkan perubahan percepatan dan orientasi gerakan (accelerometer dan gyroscope), sehingga dapat mengetahui kondisi aktivitas hewan seperti aktif atau diam secara real-time.
3. GPS Neo-6M: Berfungsi untuk memperoleh data koordinat lokasi hewan peliharaan secara real-time yang digunakan dalam pemantauan lokasi dan penerapan fitur geofence pintar.
4. SIM 800L: Digunakan sebagai modul komunikasi GSM/GPRS untuk mengirim data lokasi dan status geofence saat perangkat berada di luar jangkauan Wi-Fi.
5. Baterai Li-Po 3,7 V: Digunakan sebagai sumber daya utama perangkat agar sistem dapat beroperasi secara portabel dan dapat dipasang pada hewan peliharaan.
6. Modul Pengisian Baterai (TP4056): Digunakan untuk pengisian ulang baterai secara aman dan efisien.
7. Sakelar ON/OFF: Digunakan untuk mengontrol daya perangkat.
8. Casing / Kalung Hewan (Pet Collar): Digunakan sebagai wadah perangkat Smart Pet Tracker agar aman dan nyaman digunakan oleh hewan peliharaan.

### 3.5 Flowchart Keseluruhan Alat

Gambar 3.1 Flowchart Sistem Perangkat Keras



### 3.5.1 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.

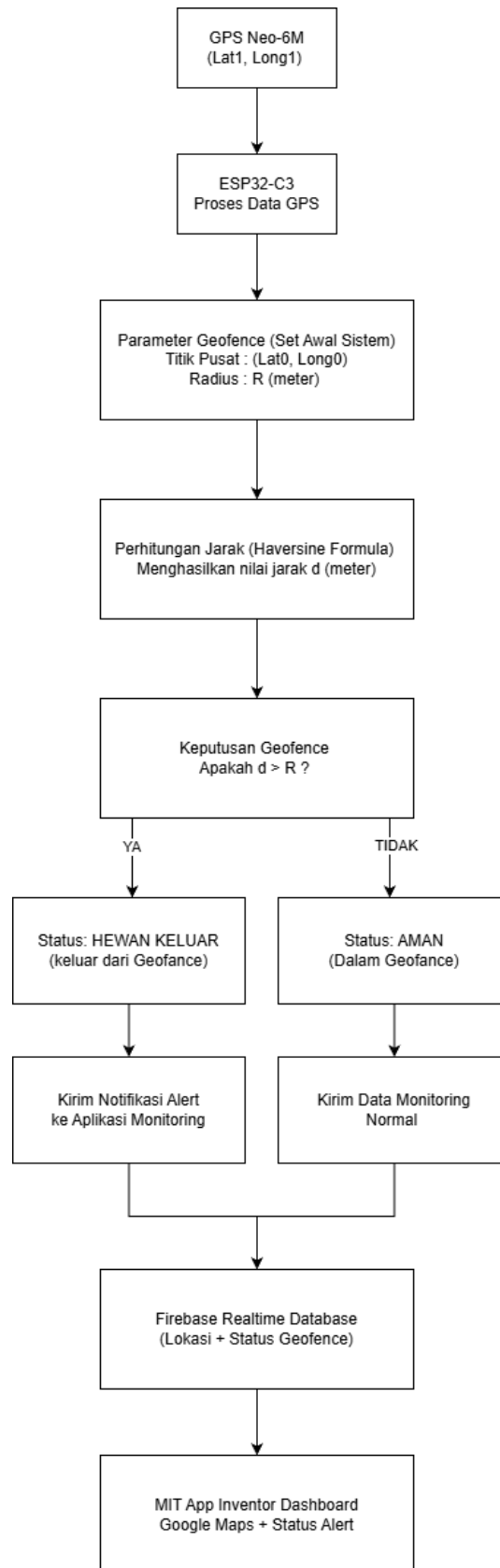
#### 11. Monitoring Aplikasi

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.

### 3.6 Diagram blok Geofence



Gambar 3.2 Diagram Blok Geofence

### 3.6.1 Mekanisme Kerja Geofence Pintar pada Sistem Smart Pet Tracker

Pada sistem Smart Pet Tracker, mikrokontroler ESP32-C3 berfungsi sebagai pengendali utama yang menerima data lokasi dari modul GPS Neo-6M melalui komunikasi serial UART. Data yang diterima berupa koordinat latitude dan longitude (Lat1, Long1) yang menunjukkan posisi terkini hewan peliharaan. Setelah koordinat diperoleh, ESP32-C3 menyimpan titik pusat geofence (Lat0, Long0) serta radius batas aman (R) yang telah ditentukan sebelumnya sebagai parameter wilayah aman.

Selanjutnya, ESP32-C3 melakukan perhitungan jarak antara posisi hewan dan titik pusat geofence menggunakan metode Haversine Formula. Metode ini digunakan karena mampu menghitung jarak dua titik pada permukaan bumi dengan mempertimbangkan kelengkungan bumi sehingga hasil lebih akurat. Hasil perhitungan jarak tersebut menghasilkan nilai  $d$  dalam satuan meter, kemudian dibandingkan dengan radius geofence  $R$ . Jika nilai jarak  $d$  lebih besar dari  $R$  ( $d > R$ ), maka sistem menetapkan status bahwa hewan telah keluar dari area aman.

Apabila hewan terdeteksi keluar dari geofence, ESP32-C3 akan mengaktifkan mode peringatan dan mengirimkan data lokasi beserta status “HEWAN PELIHARAAN KELUAR” ke Firebase Realtime Database melalui koneksi WiFi atau modul SIM800L. Selain itu, sistem juga memicu notifikasi pada aplikasi monitoring sehingga pengguna dapat segera mengetahui bahwa hewan peliharaan berada di luar batas wilayah. Sebaliknya, jika jarak masih berada dalam radius ( $d \leq R$ ), sistem akan menetapkan status “AMAN” dan tetap mengirimkan data monitoring secara berkala untuk ditampilkan pada dashboard aplikasi.

### 3.6.2 Metode Perhitungan Jarak Geofence

Dalam sistem geofence, perhitungan jarak antara posisi objek dengan titik pusat geofence merupakan proses utama untuk menentukan apakah objek masih berada dalam batas wilayah aman atau telah keluar. Salah satu metode yang umum digunakan untuk menghitung jarak dua titik koordinat berdasarkan nilai latitude dan longitude adalah rumus Haversine. Rumus ini digunakan karena mampu menghitung jarak pada permukaan bumi dengan mempertimbangkan bentuk bumi yang melengkung sehingga menghasilkan perhitungan yang lebih akurat dibandingkan perhitungan jarak biasa.

Secara umum, jarak antara dua titik koordinat dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta\varphi}{2}\right) + \cos(\varphi_1) \cdot \cos(\varphi_2) \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta\lambda}{2}\right)$$

$$c = 2 \cdot \arctan 2(\sqrt{a}, \sqrt{1-a})$$

$$d = R \cdot c$$

Keterangan:

- $d$  = jarak antara dua titik koordinat (meter)
- $R$  = jari-jari bumi ( $\pm 6.371.000$  meter)
- $\varphi_1$  = latitude titik pertama (radian)
- $\varphi_2$  = latitude titik kedua (radian)
- $\lambda_1$  = longitude titik pertama (radian)
- $\lambda_2$  = longitude titik kedua (radian)
- $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$
- $\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$
- $a$  dan  $c$  = nilai antara yang digunakan untuk memperoleh jarak akhir

Sebelum dilakukan perhitungan, nilai latitude dan longitude yang awalnya dalam satuan derajat (*degree*) harus dikonversi ke radian menggunakan persamaan :

$$radian = degree \times \frac{\pi}{180}$$

Hasil perhitungan jarak  $d$  kemudian dibandingkan dengan radius geofence  $r$ .

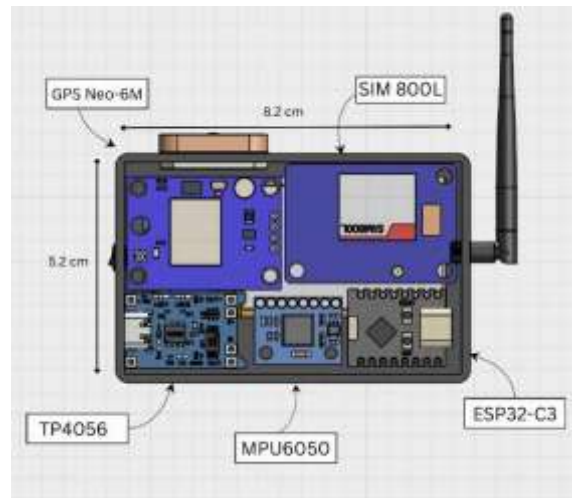
Logika keputusan geofence ditentukan sebagai berikut:

- Jika  $d \leq r$ , maka objek dinyatakan berada di dalam area geofence (status aman).
- Jika  $d > r$ , maka objek dinyatakan keluar dari area geofence (status peringatan).

Dengan penerapan metode Haversine ini, sistem Smart Pet Tracker dapat menghitung jarak lokasi hewan peliharaan terhadap titik pusat geofence secara akurat sehingga notifikasi dapat dikirimkan secara real-time apabila hewan keluar dari batas wilayah aman.

### **3.7 Perancangan Prototipe**

Berikut ini merupakan gambaran perancangan rangkaian untuk membangun prototype yang akan digunakan pada sistem Smart Pet Tracker dengan menggunakan mikrokontroler ESP32-C3. Dengan perancangan tersebut, sistem dapat melakukan pemantauan lokasi dan aktivitas hewan peliharaan secara real-time melalui modul GPS Neo-6M, sensor MPU6050, serta dukungan komunikasi WiFi dan SIM800L. Dengan itu, dapat dilihat rangkaian perancangan prototype sebagai berikut.



**Gambar 3.4** Perancangan Prototipe tampak depan



**Gambar 3.4** Perancangan Prototipe tampak belakang

Semua perangkat dapat dihubungkan sesuai dengan fungsinya dengan mengintegrasikan berbagai sensor dan komponen pendukung, seperti modul GPS Neo-6M sebagai penentu lokasi, sensor MPU6050 sebagai pendeteksi aktivitas hewan, serta modul komunikasi WiFi dan SIM800L sebagai media pengiriman data. Mikrokontroler ESP32-C3 digunakan sebagai pusat kendali sistem, sedangkan penggunaan expansion board berfungsi untuk mempermudah konektivitas antar pin yang digunakan dalam perancangan rangkaian.

### 3.7.1 Arsitektur Perancangan Sistem

Secara umum, sistem terdiri dari tiga bagian utama, yaitu input, proses, dan output, yang saling terhubung dalam satu kesatuan sistem *IoT*.

### 1. Bagian Input

- a. Modul GPS Neo-6M digunakan untuk memperoleh data lokasi hewan peliharaan berupa koordinat latitude dan longitude secara real-time.
- b. Sensor MPU6050 digunakan untuk mendeteksi aktivitas hewan berdasarkan nilai percepatan dan perubahan orientasi, seperti kondisi aktif atau diam.

### 2. Bagian Proses

- a. Mikrokontroler ESP32-C3 berfungsi sebagai pusat kendali sistem yang menerima data dari modul GPS dan sensor MPU6050, kemudian mengolah data tersebut untuk menentukan kondisi lokasi dan aktivitas hewan.
- b. ESP32-C3 melakukan perhitungan jarak antara posisi hewan dan titik pusat geofence menggunakan metode Haversine untuk menentukan status apakah hewan berada dalam area aman atau di luar batas wilayah.
- c. ESP32-C3 juga bertugas mengirimkan data hasil pengolahan ke Firebase Realtime Database melalui jaringan WiFi atau SIM800L agar dapat ditampilkan secara real-time pada aplikasi monitoring.

### 3. Bagian Output

- a. Sistem menghasilkan informasi berupa lokasi hewan, status geofence (aman atau keluar), serta aktivitas hewan yang ditampilkan pada aplikasi monitoring berbasis Android.
- b. Sistem memberikan notifikasi peringatan kepada pengguna apabila hewan keluar dari batas geofence melalui aplikasi mobile atau SMS/GPRS.
- c. Data monitoring disimpan pada Firebase Realtime Database sebagai media penyimpanan dan sinkronisasi data secara real-time.

### 3.7.2 Perancangan Rangkaian Antar Komponen

Berikut penjelasan hubungan antar komponen utama dalam sistem:

1. ESP32-C3 dengan Modul GPS Neo-6M
  - a. Pin TX dan RX pada modul GPS Neo-6M dihubungkan ke pin UART pada ESP32-C3.
  - b. Modul GPS berfungsi untuk memperoleh data lokasi berupa koordinat latitude dan longitude secara real-time.
  - c. Data lokasi yang diterima akan diproses oleh ESP32-C3 untuk menentukan posisi hewan peliharaan.
2. ESP32-C3 dengan Sensor MPU6050
  - a. Sensor MPU6050 dihubungkan ke ESP32-C3 menggunakan komunikasi I2C melalui pin SDA dan SCL.
  - b. Sensor MPU6050 berfungsi untuk membaca data percepatan dan orientasi pada tiga sumbu (X, Y, Z).
  - c. Data yang diperoleh digunakan untuk mendeteksi aktivitas hewan, seperti kondisi aktif atau diam.
3. ESP32-C3 dengan Modul SIM800L
  - a. Modul SIM800L dihubungkan ke ESP32-C3 melalui komunikasi serial (UART).
  - b. Modul SIM800L berfungsi sebagai media komunikasi menggunakan jaringan GSM/GPRS ketika WiFi tidak tersedia.
  - c. Data lokasi dan status geofence dikirimkan melalui SIM800L dalam bentuk notifikasi atau data monitoring.
4. ESP32-C3 dengan Jaringan WiFi
  - a. ESP32-C3 menggunakan modul WiFi internal untuk terhubung ke jaringan

internet.

- b. Koneksi WiFi digunakan sebagai media utama untuk mengirimkan data ke Firebase Realtime Database.
- c. Data yang dikirim meliputi lokasi, aktivitas, dan status geofence secara real-time.

#### 5. ESP32-C3 dengan Firebase Realtime Database

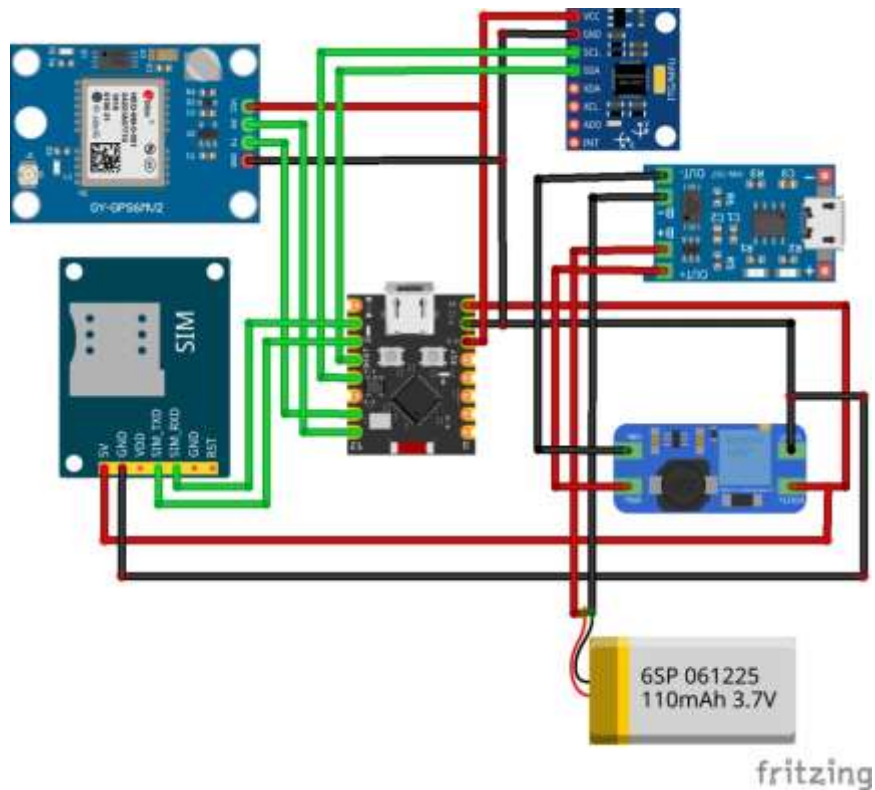
- a. ESP32-C3 mengirimkan data ke Firebase melalui koneksi internet (WiFi atau SIM800L).
- b. Firebase berfungsi sebagai media penyimpanan dan sinkronisasi data secara real-time.
- c. Data yang tersimpan akan ditampilkan pada aplikasi monitoring berbasis Android.

#### 6. ESP32-C3 dengan Aplikasi Monitoring

- a. Aplikasi monitoring terhubung dengan Firebase untuk mengambil data secara real-time.
- b. Aplikasi menampilkan informasi lokasi hewan, status geofence, serta aktivitas hewan.
- c. Aplikasi juga memberikan notifikasi kepada pengguna ketika hewan keluar dari area geofence.

#### 7. Kabel Jumper dan Expansion Board

- a. Kabel jumper digunakan sebagai media penghubung antar komponen dalam rangkaian.
- b. Expansion board ESP32-C3 digunakan untuk mempermudah koneksi antar pin serta menjaga kerapian dan kestabilan rangkaian.



**Gambar 3.5** Desain Circuit

### 3.7.3 Prinsip Kerja Sistem

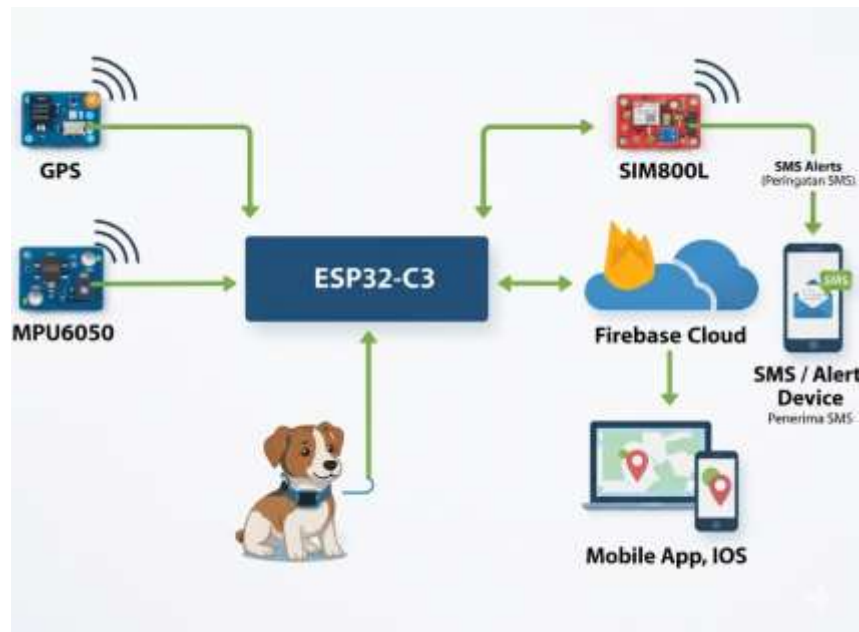
Prinsip kerja rangkaian alat pada sistem Smart Pet Tracker berbasis Internet of Things (IoT) dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Sistem dinyalakan dan ESP32-C3 melakukan inisialisasi seluruh sensor dan modul, meliputi GPS Neo-6M, sensor MPU6050, serta modul komunikasi WiFi dan SIM800L.
2. Modul GPS Neo-6M secara kontinu membaca data lokasi berupa koordinat latitude dan longitude, kemudian mengirimkan data tersebut ke ESP32-C3 untuk menentukan posisi hewan peliharaan secara real-time.
3. Sensor MPU6050 membaca data percepatan dan orientasi pada tiga sumbu (X, Y, Z) untuk mendeteksi aktivitas hewan, seperti kondisi aktif atau diam, kemudian data tersebut dikirimkan ke ESP32-C3 untuk diolah.

4. ESP32-C3 mengambil data geofence berupa titik pusat (latitude dan longitude) serta radius dari Firebase Realtime Database melalui koneksi internet.
5. Sistem melakukan perhitungan jarak antara posisi hewan dengan titik pusat geofence menggunakan metode Haversine untuk menentukan apakah hewan berada dalam area aman atau di luar batas wilayah.
6. Jika jarak yang dihasilkan masih berada dalam radius geofence ( $d \leq R$ ), maka sistem menetapkan status “AMAN” dan data lokasi serta aktivitas dikirimkan ke Firebase untuk ditampilkan pada aplikasi monitoring.
7. Jika jarak melebihi radius geofence ( $d > R$ ), maka sistem menetapkan status “HEWAN PELIHARAAN KELUAR” dan mengirimkan notifikasi peringatan kepada pengguna melalui aplikasi mobile atau SMS/GPRS.
8. Aplikasi monitoring menampilkan informasi lokasi hewan pada peta digital, status geofence, serta aktivitas hewan secara real-time.
9. Proses ini berlangsung secara terus-menerus selama perangkat Smart Pet Tracker dalam kondisi aktif.

### **3.8 Diagram Blok Sistem**

Blok menjelaskan alur kerja sistem Smart Pet Tracker berbasis mikrokontroler ESP32-C3 dalam melakukan pemantauan lokasi dan aktivitas hewan peliharaan. Berikut adalah gambar dan penjabaran tiap blok fungsional pada sistem yang di rancang.



**Gambar 3.6** Diagram Blok Sistem

### 1. Blok Input

Blok input merupakan bagian awal sistem yang berfungsi sebagai sumber data.

Pada sistem ini, terdapat dua sensor utama, yaitu:

#### a. Modul GPS Neo-6M

Modul GPS digunakan untuk memperoleh data lokasi hewan peliharaan berupa koordinat latitude dan longitude. Modul ini bekerja dengan menerima sinyal dari satelit untuk menentukan posisi secara real-time. Data lokasi yang diperoleh akan dikirimkan ke mikrokontroler ESP32-C3 sebagai informasi utama dalam proses pemantauan.

#### b. Sensor MPU6050

Sensor MPU6050 berfungsi untuk mendeteksi aktivitas hewan berdasarkan nilai percepatan dan perubahan orientasi pada tiga sumbu (X, Y, Z). Data yang diperoleh digunakan untuk mengetahui kondisi hewan, seperti aktif atau diam. Hasil pembacaan sensor kemudian dikirimkan ke ESP32-C3 untuk dianalisis lebih lanjut. Kedua sensor ini berperan penting dalam memberikan informasi

lokasi dan aktivitas hewan secara real-time.

## 2. Blok Proses

Blok proses merupakan pusat kendali sistem yang diwakili oleh mikrokontroler ESP32-C3, yang memiliki beberapa fungsi utama, antara lain:

- a. Menerima data dari modul GPS Neo-6M dan sensor MPU6050.
- b. Mengolah data lokasi dan aktivitas sesuai dengan logika program yang telah dirancang.
- c. Melakukan perhitungan jarak antara posisi hewan dan titik pusat geofence menggunakan metode Haversine.
- d. Menentukan status sistem, yaitu apakah hewan berada dalam area aman atau keluar dari batas geofence.
- e. Jika Wi-Fi terhubung, mengirimkan data hasil pemrosesan ke Firebase Realtime Database.
- f. Jika Wi-Fi tidak tersedia, mengirimkan data hasil pemrosesan melalui SIM800L menggunakan SMS.
- g. Mendistribusikan informasi ke aplikasi monitoring sebagai media pemantauan jarak jauh.

ESP32-C3 menjadi inti sistem karena mengintegrasikan fungsi pengolahan data, pengambilan keputusan, dan komunikasi IoT dalam satu perangkat.

## 3. Blok Output

Blok output merupakan bagian sistem yang menampilkan hasil pemrosesan data. Blok ini terdiri dari beberapa komponen, yaitu:

- a. Firebase Realtime Database

Firestore berfungsi sebagai media penyimpanan data lokasi, aktivitas, dan status geofence secara real-time. Jika Wi-Fi terhubung, data yang dikirim

oleh ESP32-C3 akan disimpan dan disinkronkan untuk diakses oleh aplikasi monitoring.

b. SIM800L untuk Pengiriman SMS

Jika Wi-Fi tidak tersedia, sistem akan mengirimkan SMS kepada pemilik hewan peliharaan menggunakan SIM800L. SMS berisi informasi lokasi terbaru dan status geofence (aman atau keluar). Hal ini digunakan sebagai cadangan pengiriman notifikasi saat koneksi internet tidak ada.

c. Aplikasi Mobile Monitoring

Aplikasi mobile berfungsi sebagai antarmuka pengguna untuk memantau kondisi hewan peliharaan secara jarak jauh. Informasi yang ditampilkan meliputi lokasi hewan pada peta digital, status geofence (aman atau keluar), serta aktivitas hewan secara real-time.

d. Notifikasi Sistem melalui Aplikasi Mobile atau SMS

Jika Wi-Fi tersedia, aplikasi akan memberikan notifikasi kepada pengguna melalui push notification. Namun, jika Wi-Fi tidak tersedia, sistem akan menggunakan SIM800L untuk mengirimkan SMS sebagai peringatan bahwa hewan peliharaan telah keluar dari area geofence.

### **3.9 Prototipe Aplikasi (User Interface)**

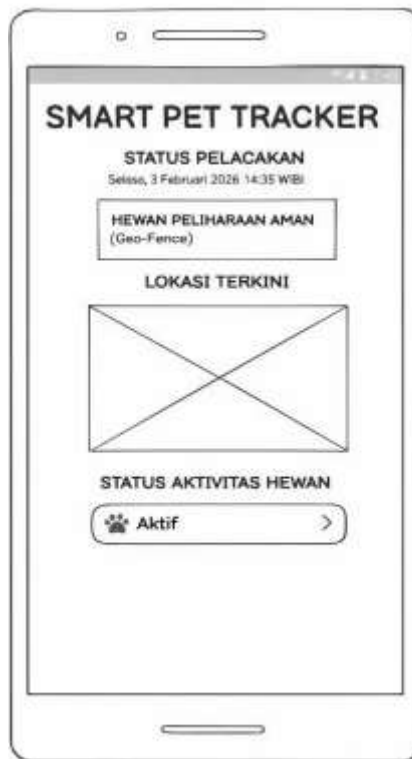
Aplikasi Smart Pet Tracker dikembangkan menggunakan Expo untuk mempermudah pengembangan aplikasi React Native yang berjalan di perangkat Android dan iOS. Aplikasi ini menampilkan informasi lokasi hewan secara real-time, status aktivitas hewan, dan status geofence, apakah hewan berada dalam area aman atau telah keluar dari batas yang ditentukan. Desain aplikasi menggunakan pendekatan yang sederhana dan informatif, sehingga pemilik hewan peliharaan dapat memantau kondisi hewan dengan mudah.

Aplikasi ini memiliki dua mode tampilan utama: mode monitoring normal ketika hewan berada di dalam area geofence dan mode peringatan yang muncul saat hewan keluar dari area tersebut. Jika Wi-Fi tersedia, aplikasi akan mengirimkan push notifications melalui Expo. Namun, jika Wi-Fi tidak tersedia, aplikasi akan menggunakan SIM800L untuk mengirimkan SMS kepada pemilik hewan, memberikan notifikasi mengenai posisi hewan dan status geofence.

### **3.9.1 Tampilan Dashboard monitoring Kondisi Normal**

Tampilan dashboard monitoring kondisi normal menampilkan status keamanan hewan peliharaan dengan indikator berwarna hijau bertuliskan “Aman”, yang menunjukkan bahwa hewan berada dalam kondisi normal dan masih berada di dalam area geofence yang telah ditentukan. Halaman ini menyajikan informasi utama berupa status aktivitas hewan yang diperbarui secara berkala berdasarkan data yang dikirimkan oleh perangkat Smart Pet Tracker.

Selain itu, aplikasi dilengkapi dengan fitur peta digital (Map Viewer) yang terintegrasi dengan Google Maps untuk menampilkan titik koordinat lokasi hewan peliharaan secara real-time. Tampilan ini dirancang untuk membantu pemilik hewan memantau lokasi dan kondisi hewan secara mudah, cepat, dan informatif selama sistem beroperasi dalam kondisi normal.

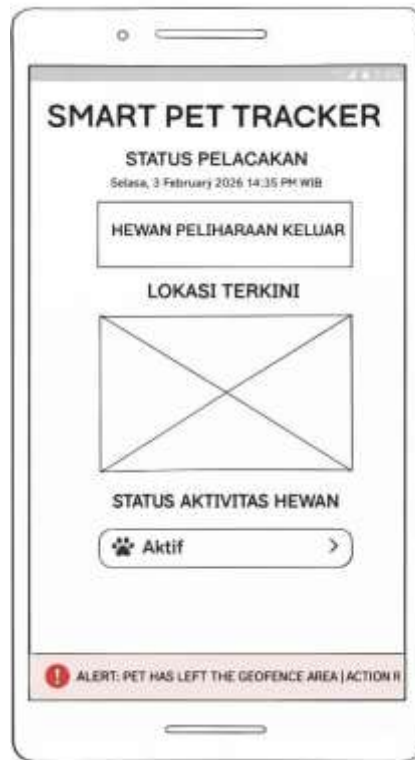


**Gambar 3.7** Rancangan Tampilan Dashboard

### **3.9.2 Tampilan Dashboard Kondisi Peringatan**

Apabila sistem Smart Pet Tracker mendeteksi bahwa hewan peliharaan keluar dari batas wilayah geofence pintar, maka tampilan aplikasi akan otomatis berubah ke mode peringatan dengan indikator visual yang jelas. Latar belakang antarmuka aplikasi menampilkan peringatan bertuliskan “HEWAN PELIHARAAN KELUAR” untuk menarik perhatian pemilik hewan.

Pada kondisi ini, aplikasi akan menampilkan lokasi terkini hewan pada peta digital yang terintegrasi dengan Google Maps, sehingga pemilik dapat segera mengetahui posisi hewan secara real-time. Selain itu, sistem juga mengaktifkan notifikasi peringatan pada smartphone pemilik sebagai tindakan dini untuk mencegah risiko kehilangan hewan peliharaan.



**Gambar 3.8** Rancangan Tampilan Mode Peringatan

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 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.

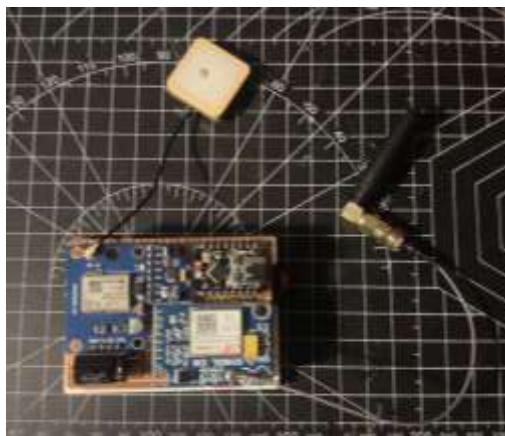
Hasil pembuatan perangkat keras ditunjukkan melalui desain prototype Smart Pet Tracker, yang menggambarkan seluruh rangkaian komponen serta jalur pengkabelan power, ground, dan data. Rangkaian ini telah diatur agar efisien secara energi, ergonomis, dan mudah digunakan oleh pemilik hewan peliharaan. Dengan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

##### **4.1.1 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 4.1** Tampak Dalam



**Gambar 4.2** Tampak Depan



**Gambar 4.3** Tampak Kanan



**Gambar 4.4** Tampak Kiri



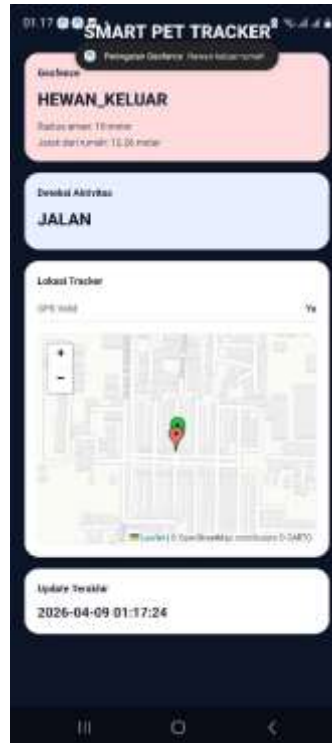
**Gambar 4.5** Tampak Belakang

## 4.2 Pembuatan Perangkat Lunak (*Software*)



**Gambar 4.6** 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 4.7** 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.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 KESIMPULAN**

Berdasarkan pelaksanaan penelitian dan pembuatan prototype Smart Pet Tracker sebagai sistem pemantauan hewan peliharaan berbasis IoT, beberapa kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Kinerja ESP32-C3

Mikrokontroler ESP32-C3 dapat beroperasi dengan baik sebagai pusat pengolahan data dalam sistem Smart Pet Tracker. Mikrokontroler ini berhasil mengelola data dari sensor MPU6050 dan modul GPS Neo-6M secara real-time, serta memberikan notifikasi kepada pemilik hewan peliharaan melalui aplikasi mobile saat hewan keluar dari area geofence yang telah ditentukan.

2. Deteksi Aktivitas dan Geofence Pintar

Sensor MPU6050 secara efektif mendeteksi kondisi aktivitas hewan, seperti keadaan aktif atau diam. Selain itu, fitur geofence pintar yang diimplementasikan menggunakan metode Haversine dapat mendeteksi pergerakan hewan di luar zona aman, dan memberikan notifikasi dengan respons yang cepat. Sistem ini memberikan tingkat akurasi dan kecepatan yang baik dalam menjaga keamanan hewan peliharaan.

3. Sistem Monitoring Berbasis Aplikasi Android

Aplikasi monitoring berbasis Android terbukti efektif dalam menampilkan data lokasi, aktivitas, dan status geofence hewan peliharaan secara real-time. Penggunaan Firebase sebagai basis data memungkinkan integrasi informasi yang dapat diakses secara terus-menerus oleh pemilik dan pendamping

hewan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototype Smart Pet Tracker dapat memantau kondisi hewan peliharaan dengan akurat dan responsif, serta membantu meningkatkan keamanan hewan peliharaan secara lebih komprehensif.

## **5.2 SARAN**

Sistem Smart Pet Tracker yang telah dikembangkan masih memiliki beberapa keterbatasan yang dapat diperbaiki dalam pengembangan berikutnya. Oleh karena itu, penulis memberikan saran sebagai berikut:

### **1. Pengembangan Desain Perangkat**

Perangkat Smart Pet Tracker dapat dikembangkan menjadi lebih ringkas dan ergonomis agar lebih nyaman digunakan oleh hewan peliharaan. Selain itu, desain perangkat yang lebih ringan dan tahan lama akan meningkatkan kenyamanan dalam penggunaan jangka panjang, terutama dalam situasi ekstrem seperti hujan atau benturan.

### **2. Peningkatan Fitur Aplikasi Mobile**

Informasi yang ditampilkan pada aplikasi mobile dapat ditambahkan dengan fitur histori lengkap, seperti waktu jatuh, durasi aktivitas abnormal, dan grafik detak jantung dalam periode waktu tertentu. Hal ini akan memberikan pemilik lebih banyak data analitis untuk memantau kondisi hewan secara lebih komprehensif.

### **3. Penambahan Sensor atau Fitur Tambahan**

Penambahan sensor tambahan, seperti sensor suhu atau sensor kamera, dapat meningkatkan kemampuan sistem dalam memantau kondisi lingkungan hewan peliharaan. Sensor suhu misalnya, bisa membantu mendeteksi apakah hewan berada dalam kondisi lingkungan yang aman, sementara kamera dapat

mempermudah pemantauan visual aktivitas hewan.

#### 4. Pengembangan Fitur Geofence Pintar

Fitur geofence pintar yang ada saat ini dapat ditingkatkan dengan memperkenalkan pemetaan dinamis berdasarkan pola pergerakan hewan. Sistem geofence dapat lebih responsif terhadap pola pergerakan yang berubah, memungkinkan pemantauan yang lebih akurat dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

#### 5. Peningkatan Sistem Notifikasi

Sistem notifikasi dapat diperluas agar mendukung notifikasi multi-penerima, sehingga lebih banyak pihak yang dapat diberitahukan mengenai pergerakan atau keadaan darurat hewan peliharaan. Selain itu, integrasi dengan layanan darurat seperti pusat panggilan darurat dapat meningkatkan respons terhadap situasi kritis dengan lebih cepat.

#### 6. Dengan mengimplementasikan saran-saran tersebut, sistem Smart Pet Tracker diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih komprehensif dan efektif dalam memantau serta menjaga keamanan hewan peliharaan.

## 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).

*IoT based ESP32-C3 Driven Smart Energy Meter.*

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 SIM8001. *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)

## LAMPIRAN

```
1 #include <WiFi.h>
2 #include <TinyGPSPlus.h>
3 #include <Wire.h>
4 #include <OneWire.h>
5 #include <Firebase_ESP_Client.h>
6 #include <Time.h>
7 #include <math.h>
8 #include <ArduinoJson.h>
9
10 // =====
11 // WIFI
12 // =====
13 #define WIFI_COUNT 3
14
15 const char* WIFI_SSID[WIFI_COUNT] = {
16   "Dhief",
17   "Said",
18   "PikTI_KORIDOR"
19 };
20
21 const char* WIFI_PASS[WIFI_COUNT] = {
22   "12002004",
23   "123456789",
24   "@!@t!unggal"
25 };
26
27 // =====
28 // FIREBASE
29 // =====
30 #define API_KEY "AIzaSyAp3ak07biywbtkzXQ4788Buc9W8_Eguls"
31 #define DATABASE_URL "https://smart-pet-tracker-71673-default-rtdb.asia-southeast1.firebaseio.com/"
32
33 // =====
34 // PIN ESP8266
35 // =====
36 #define GPS_RX_PIN 5
37 #define GPS_TX_PIN 4
38 #define IIC_SDA_PIN 6
39 #define IIC_SCL_PIN 7
40
41 // =====
42 // SIM800L
43 // =====
```

```
1 import React, { useEffect, useMemo, useRef, useState } from 'react';
2 import {
3   ActivityIndicator,
4   Platform,
5   SafeAreaView,
6   ScrollView,
7   StyleSheet,
8   Text,
9   View,
10 } from 'react-native';
11 import { WebView } from 'react-native-webview';
12 import { initializeApp, getApps, getApp } from 'firebase/app';
13 import { getDatabase, onValue, ref } from 'firebase/database';
14 import * as Notifications from 'expo-notifications';
15
16 Notifications.setNotificationHandler({
17   handleNotification: async () => ({
18     shouldShowAlert: true,
19     shouldPlaySound: true,
20     shouldSetBadge: false,
21     shouldShowBanner: true,
22     shouldShowList: true,
23   }),
24 });
25
26 type TrackerData = {
27   accel_delta?: number;
28   aktivitas?: string;
29   gps_valid?: boolean;
30   home_lat?: number;
31   home_lon?: number;
32   jarak?: number;
33   latitude?: number;
34   longitude?: number;
35   radius?: number;
36   status_geofence?: string;
37   updated_at?: string;
38 };
39
40 const firebaseConfig = {
41   apiKey: "AIzaSyAp3ak07biywbtkzXQ4788Buc9W8_Eguls",
42   authDomain: "smart-pet-tracker-71673.firebaseio.com",
43   databaseURL: "https://smart-pet-tracker-71673-default-rtdb.firebaseio.com",
44   projectId: "smart-pet-tracker-71673",
45   storageBucket: "smart-pet-tracker-71673.firebaseio.com",
46   messagingSenderId: "93781321361",
47   appId: "1:93781321361:web:00874ed1de41e7d1c130",
48 };
```