

## Rancang Bangun Gelang GPS Tracker dengan Komunikasi Long Range (LoRa) untuk Mengetahui Posisi Pendaki Gunung

### *Design of GPS Tracker with Long Range (LoRa) Communication to Know the Position of Mountain Climbers*

Tri Handoko, Ari Valentino Sirait, Rifqi Fuadi Hasani, Sri Danaryani, Toto Supriyanto, Shita Fitria Nurjihani, Dita Indra Febryanti

Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kukusan, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat 16425  
Email : tri.handoko.te21@mhs.wpnj.ac.id

**Abstrak** - Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan keamanan pendaki gunung, khususnya di area tanpa sinyal seluler, dengan memanfaatkan teknologi komunikasi Long Range (LoRa) dan GPS untuk melacak posisi pendaki secara real-time. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan merealisasikan sistem GPS tracker dengan komunikasi LoRa untuk mengetahui posisi pendaki gunung, serta menguji data koordinat menggunakan aplikasi GPS tracker yang menampilkan informasi secara real-time. Sistem ini menggunakan modul GPS untuk menentukan lokasi pendaki dan modul LoRa untuk mengirimkan data lokasi ke sesama pendaki dan pos pendaki. Pengujian dilakukan di dua lokasi, yaitu Hutan UI dan Bukit Pelangi, untuk mengevaluasi akurasi koordinat yang dikirimkan. Akurasi saat pengujian di Hutan UI dan Bukit Pelangi, koordinat yang dikirimkan oleh Leader dan dua Pendaki menunjukkan nilai rata-rata selisih antara koordinat pembacaan sensor dan koordinat sebenarnya sebesar 0.0000427 untuk lintang dan 0.0000370 untuk bujur. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu melacak posisi pendaki secara akurat dan menampilkan semua data pendaki, serta memberikan laporan historis pergerakan dalam peta. Selain itu, notifikasi darurat dapat dikirimkan dengan cepat ke pemimpin pendakian dan pos pendaki. Gelang ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan pendaki dan mempercepat proses penyelamatan oleh tim SAR.

**Kata kunci** : Aplikasi, Gelang GPS Tracker, Keamanan Pendakian Gunung, LoRa, Pelacakan Real-Time

**Abstract** - This research was conducted to improve the safety of mountain climbers, especially in areas without cellular signals, by utilizing Long Range (LoRa) communication technology and GPS to track the position of climbers in real-time. The purpose of this research is to design and realize a GPS tracker system with LoRa communication to determine the position of mountain climbers, and test coordinate data using a GPS tracker application that displays real-time information. This system uses a GPS module to determine the location of climbers and a LoRa module to send location data to fellow climbers and hiking posts. Tests were conducted in two locations, UI Forest and Bukit Pelangi, to evaluate the accuracy of the coordinates sent. Accuracy during testing in UI Forest and Bukit Pelangi, the coordinates sent by the Leader and two climbers showed an average value of the difference between the sensor reading coordinates and the actual coordinates of 0.0000427 for latitude and 0.0000370 for longitude. The test results show that this system is able to accurately track the position of climbers and display all climber data, as well as provide historical movement reports on a map. In addition, emergency notifications can be sent quickly to the climbing leader and the climbing post. This bracelet is expected to increase the safety of climbers and speed up the rescue process by the SAR team.

**Keywords** : Application, GPS Tracker Wristband, Mountaineering Safety, LoRa, Real-Time Tracking

## I. PENDAHULUAN

Pendakian gunung sering kali memberikan pengalaman yang mendalam dan tak terlupakan bagi para pecinta alam. Namun, di balik keindahan alam yang memukau, terdapat risiko serius yang

mengintai, yaitu kemungkinan hilangnya pendaki. Beberapa pendaki dapat terpisah dari kelompoknya atau tersesat di jalur pendakian, terutama ketika menghadapi kondisi cuaca yang tidak menentu dan medan yang sulit [1]. Situasi ini bisa diperparah

oleh sulitnya proses evakuasi, yang sering kali berisiko tinggi. Oleh karena itu, penting untuk memiliki perangkat yang dapat mengurangi risiko tersebut serta memberikan perlindungan lebih baik bagi para pendaki. Salah satu tantangan utama di pegunungan adalah minimnya atau bahkan tidak adanya sinyal komunikasi, yang menyulitkan upaya untuk berkomunikasi dan memberikan pertolongan.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa teknologi pelacakan berbasis *Long Range* (LoRa) efektif untuk meminimalkan risiko hilangnya pendaki. *Long Range* (LoRa) sangat cocok digunakan di daerah yang tidak terjangkau sinyal (blank spot) dengan jangkauan hingga 800 meter dan hanya memiliki 20% paket *loss* saat *Line of Sight* (LOS) [2]. Dengan menggunakan modul *Global Positioning System* (GPS), perangkat dapat melacak posisi seseorang berdasarkan koordinat latitude dan longitude melalui komunikasi satelit. Data lokasi tersebut kemudian dikirimkan melalui jaringan LoRa [3].

Penelitian terdahulu yang diteliti oleh Norhafizah Ramli, Muhammad Mun'im Zabidi, Anuar Ahmad, dan Ivin Amri Musliman mengenai sistem pelacakan kendaraan berbasis LoRa menggunakan Dragino GPS/LoRa *shield* sebagai transponden sementara di sisi *gateway* menggunakan Dragino LG01, dimana data koordinat yang didapat dari transponden dikirim ke *Long Range* LoRa *gateway* dan dikirimkan ke server Linux, Apache, MySQL, dan PHP (LAMP) melalui internet [4]. Penelitian berikutnya yang diteliti oleh Teddy Surya Gunawan, Wan Atheerah Yahya, Erwin Sulaeman, Mira Kartiwi, dan Zuriati Janin mengenai Pengembangan sistem kontrol untuk pesawat tanpa awak quadrotor menggunakan nirkabel *Long Range* (LoRa) dan pelacakan *Global Positioning System* (GPS) membuat sistem menggunakan komponen *Long Range* (LoRa) SX1272 dengan GPS Ublox Neo-6m, dimana komponen *Global Positioning System* (GPS) dan *Long Range* (LoRa) diletakkan di *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dan diawasi serta dikendalikan oleh ground station di hari yang cerah dan hujan [5]. Penelitian ketiga yang diteliti oleh S. Kavetha, A.S. Ja'afar, M.Z.A. Aziz, A.A.M. Isa, M.S. Johal, dan N.M.Z. Hashim menggunakan tiga perangkat *transmitter* yang mengirim data ke perangkat *tranceiver* dan dikirimkan kembali ke perangkat *receiver* pengguna memberikan lokalisasi akurat di lingkungan dalam ruangan,

dengan 90% kesalahan algoritma lokalisasi kurang dari 0,82 meter untuk posisi *Line of Sight* (LOS) dan 1,17 meter untuk posisi Non-LOS. [6]. Penelitian keempat yang dibuat oleh Satrio Yudho, Darma Rusjdi, Rizki Pratama Putra, dan Riki Ruli A. Siregar mengenai Mengintegrasikan LoRa SX178S dengan Sensor *Global Positioning System* (GPS) untuk Geolokasi Gratis, dalam penelitian tersebut menggunakan perangkat LoRa S76SXB dan GPS Neo-6m. Data yang didapatkan oleh Node *Long Range* (LoRa) dikirimkan dengan format enkripsi *Cayenne Low Power Payload* berbentuk struktur *Hexadecimal*, data ini diterima dengan menggunakan protokol *Message Queueing Telemetry Transport* (MQTT) yang didekripsi menggunakan Java [7]. Penelitian kelima yang dibuat oleh Shengwei Lin, Ziqiang Ying, and Kan Zheng mengenai Desain dan Implementasi Sistem Pemantauan Lokasi dan Aktivitas Berbasis LoRa menggunakan LoRa 1276 dan GPS Ublox MAX-7Q dengan kesalahan posisi sebesar 10m. Sistem ini akan mengirimkan data *Global Positioning System* (GPS) melalui *Long Range* (LoRa) dan dikirimkan lagi menggunakan protokol *Message Queueing Telemetry Transport* (MQTT) ke *cloud* [8]. Penelitian keenam mengenai Keamanan Sepeda Motor menggunakan *Global Positioning System* (GPS) dan LCDNextion berbasis mikrokontroler, *Global Positioning System* (GPS) yang digunakan tipe Ublox Neo-6m dan dilakukan di daerah Bandung dengan titik awal adalah Sekeloa Utara, keberhasilan pengujian kali ini juga disebabkan karena faktor cuaca yg sedang mendukung, sehingga sinyal tidak kabur atau hilang, jika cuaca kabur atau provider sedang ada gangguan, maka akan berdampak pada pemetaan *GPS Tracking* ini, sehingga, *Global Positioning System* (GPS) akan mengirim lokasi dimana ketika GPS hanya mendapatkan sinyal, jika tidak, maka GPS akan ada delay, yang bisa mengganggu ketepatan *GPS Tracking* itu sendiri, maka, cuaca, provider dan sinyal, sangat berpengaruh terhadap *Global Positioning System* (GPS) [8]. Pada penelitian ketujuh mengenai Implementasi REST API pada Aplikasi Pemantauan Berbasis Android menerangkan REST API dapat mempermudah *client* dan *server* dalam mengakses aplikasi dengan menggunakan metode GET, POST, PUT dan DELETE pada JSON yang nantinya akan digunakan dalam aplikasi android [9]. Penelitian kedelapan mengenai *web server* yang digunakan untuk Sistem Monitoring Peternakan Ayam Broiler

Berbasis *Internet of Things* pengiriman data melalui *web server* dapat dilakukan secara *real-time* [10] dimana *web server* ini akan digunakan untuk aplikasi yang dibuat penulis.

Pada penelitian ini, penulis membuat alat dan aplikasi untuk memantau posisi pendaki gunung menggunakan gelang GPS *tracker* berbasis komunikasi *Long Range* (LoRa) sehingga seorang *leader* atau tim keamanan dapat melacak dan mengetahui posisi para pendaki. Alat ini dilengkapi dengan GPS yang tertanam pada gelang serta tombol darurat (*emergency button*). Tombol darurat tersebut digunakan untuk memberikan peringatan kepada pendaki lain atau tim keamanan [11]. Kondisi di pegunungan yang minim sinyal dapat diatasi dengan menggunakan teknologi komunikasi *Long Range* (LoRa). Aplikasi android yang digunakan sebagai alat pemantauan oleh pengguna [12] untuk menampilkan posisi pendaki gunung secara *real-time*, sehingga memungkinkan pemantauan yang lebih efektif dan efisien. Penelitian ini telah dilakukan uji coba berupa beberapa kali pengetesan di daerah Hutan UI serta Bukit Pelangi untuk membuktikan bahwa sistem bekerja dengan normal. Diperlukan uji coba lebih lanjut dengan pendaki sesungguhnya untuk membuktikan hilangnya pendaki dapat dikurangi.

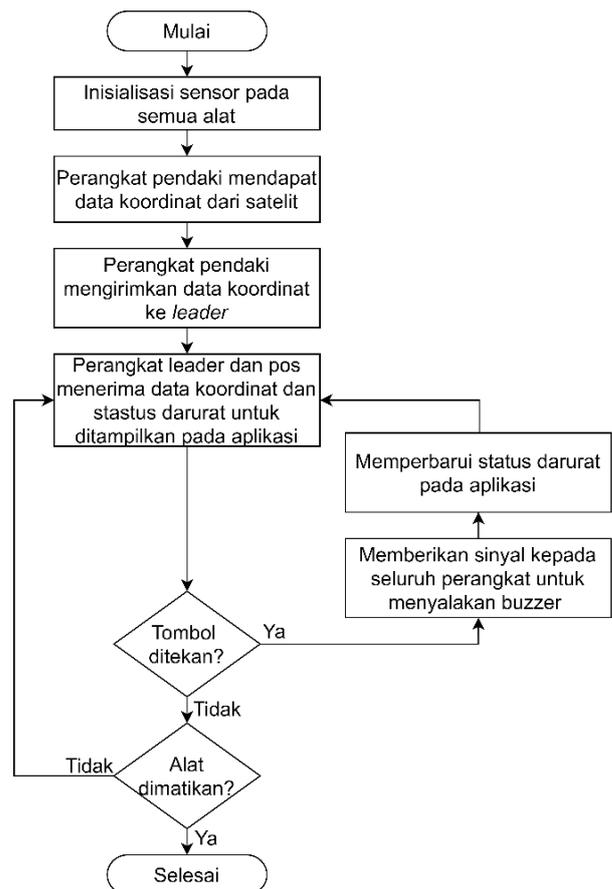
Penelitian serupa sebelumnya yang dilakukan oleh Sharma Sharma, Deeksha Rai Raghuvanshi, Rohini Ravindrasingh Chandak, Tanvi dan Ramdasi, Dipali menggunakan modul GPS Neo-6M dan arduino uno sebagai mikrokontroler [13]. Untuk meningkatkan akurasi sistem, alat yang penulis rancang menggunakan GPS M10 RushFPV yang biasa digunakan pada drone serta menggunakan ESP32 Wemos D1 Mini sebagai mikrokontroler sehingga ukuran dari alat yang dibuat akan semakin kecil dari penelitian sebelumnya. Penelitian yang juga dilakukan oleh Bianco Giulio Maria, Giuliano Romeo, Marrocco Gaetano, Mazzenga Franco, Mejia-Aguilar Abraham [14] menggunakan LoPy-4 sebagai mikrokontroler, di mana data posisi dikirim ke *Control and Command Centre* (CCC) tanpa menggunakan aplikasi Android untuk memantau posisi pendaki secara praktis. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem yang sudah ada dan meningkatkan efisiensi dari sistem yang akan digunakan.

## II. METODOLOGI

Metode penelitian ini mencakup perancangan aplikasi Android untuk sistem *Global Positioning System* (GPS) tracker yang memanfaatkan *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP) request guna melacak posisi pendaki. Aplikasi ini dikembangkan untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi dalam memantau pergerakan pendaki gunung. Fitur utama aplikasi ini termasuk peta *offline*, yang memungkinkan pengguna mengakses peta tanpa koneksi internet, serta menampilkan lokasi pendaki secara *real-time*. Aplikasi ini juga menandai posisi pos-pos perhentian, yang membantu pendaki dalam navigasi.

### A. Perancangan Sistem

Perancangan sistem mencakup perancangan umum pada perangkat aplikasi android. Untuk melihat cara kerja sistem dapat dilihat *flowchart* pada **Gambar 1**.



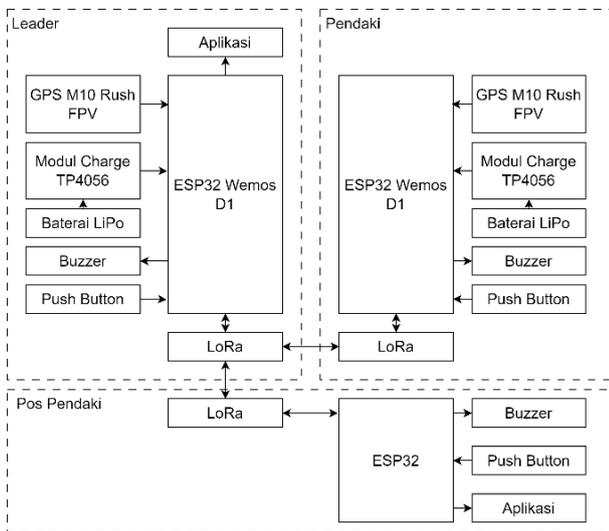
Gambar 1 Flowchart sistem

Sistem kerja seperti yang ada di **Gambar 1** dimulai dari inialisasi semua sensor GPS pada semua perangkat termasuk *Long Range* (LoRa) SX1278. Setelah itu *Global Positioning System* (GPS) akan mencoba menghubungi satelit untuk

mendapatkan koordinat longitude dan latitude. Setelah data didapat pada perangkat pendaki, data koordinat tersebut akan dikirim ke perangkat *leader* dan perangkat pos melalui LoRa. Data koordinat ini akan ditampilkan pada aplikasi android dengan menggunakan metode *Hypertext Transfer Protocol (HTTP) request* dan disajikan dalam bentuk peta di aplikasi.

Disetiap perangkat memiliki tombol yang digunakan untuk mengirim sinyal darurat kepada perangkat lain. Setiap sinyal darurat memiliki suara yang berbeda beda agar memudahkan mengidentifikasi kondisi yang dialami pendaki. Sinyal darurat yang masuk kedalam perangkat *leader* atau pos akan menampilkan pada aplikasi jenis pesan darurat yang dikirimkan.

Selanjutnya sistem akan dirancang berdasarkan diagram blok pada **Gambar 2**.



**Gambar 2** Diagram Blok Sistem

Pada **Gambar 2** menunjukkan hubungan antara komponen melalui diagram blok. Mikrokontroler yang digunakan pada semua perangkat adalah ESP32, ESP32 dipilih karena mikrokontroler ini dapat memancarkan sinyal wifi lokal yang nantinya dapat digunakan sebagai media komunikasi antara perangkat *leader* atau pos ke aplikasi. Lalu komponen lain seperti sensor GPS digunakan untuk mendapat data koordinat, LoRa SX1278 sebagai media komunikasi antar perangkat, push button untuk memberi sinyal darurat, buzzer untuk indikator sinyal darurat, modul tp4056 yang digunakan sebagai modul pengisian ulang baterai lipo yang digunakan pada alat pendaki dan leader.

## B. Perancangan Alat

Perancangan alat leader dan pendaki menggunakan ESP32 Wemos D1 sebagai mikrokontroler, dihubungkan dengan sensor GPS M10 Rush FPV. Spesifikasi teknis perangkat GPS ini mencakup beberapa fitur penting. Perangkat ini mendukung berbagai frekuensi penerimaan, termasuk GPS L1, GLONASS L1, BDS B1, GALILEO E1, SBAS L1, dan QZSS L1. Perangkat ini memiliki 72 saluran penerimaan dan sensitivitas penerimaan sebesar -162 dBm. Output protokol yang digunakan adalah UBLOX/NMEA dengan baud rate 115200 dps.

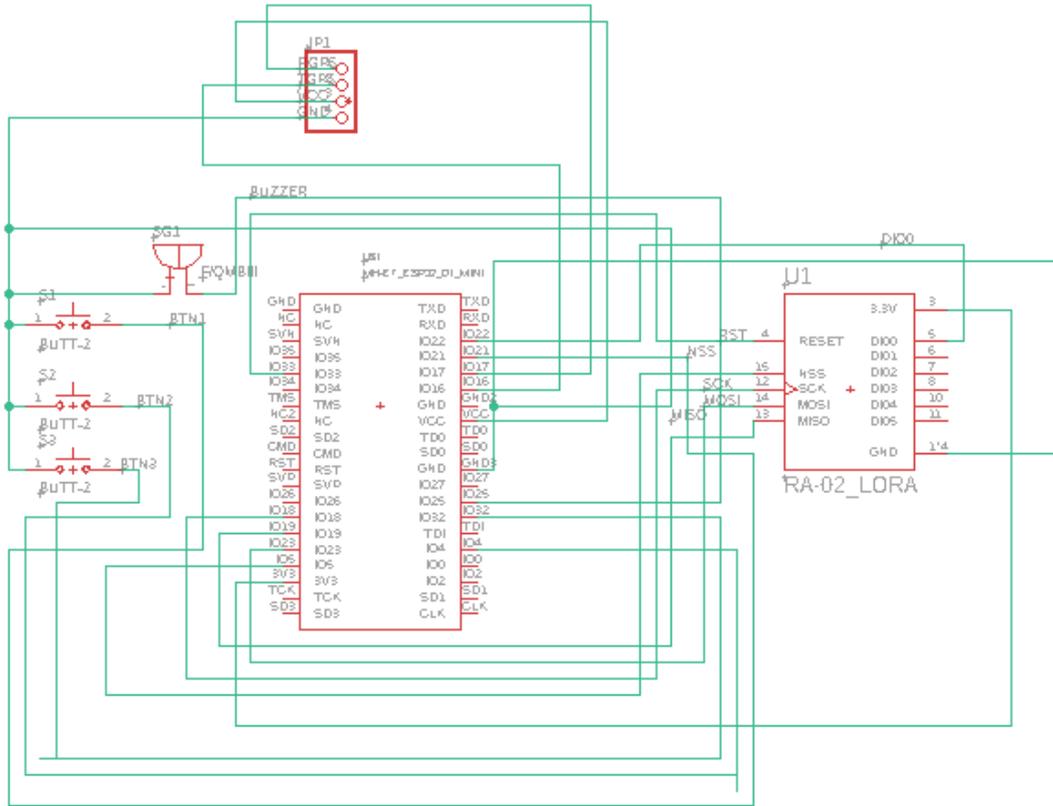
Perangkat ini dapat menyegarkan data dengan kecepatan 1Hz hingga 10Hz, dengan kebutuhan daya 5V 30mA. Akurasi kecepatan yang ditawarkan adalah 0,05 m/s, dan akurasi penentuan posisi (2D ACC) mencapai 1,5 meter. Ketinggian maksimum yang dapat dicapai perangkat ini adalah 50.000 meter, dengan kecepatan gerak maksimum 500 meter per detik. Dimensi fisik perangkat ini adalah 18 x 18 x 4,8 mm, dengan berat sebesar 4,2 gram.

Komponen LoRa SX1278 serta komponen lain seperti tiga buah *push button* yang akan digunakan untuk membuat tiga peringatan yang berbeda, buzzer, modul tp4056 untuk mengisi ulang daya baterai dan baterai litium polymer 1000mAh. Skematik rancangan dari perangkat leader dan pendaki dapat dilihat pada **Gambar 3**.

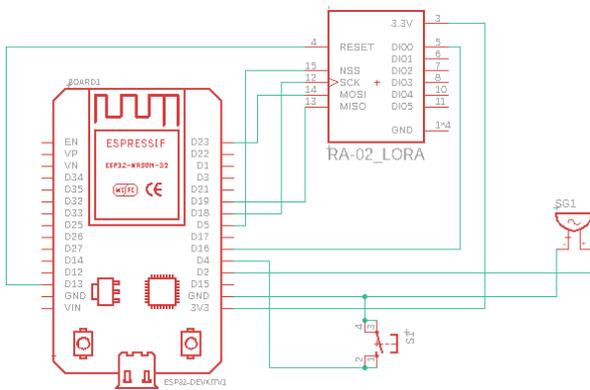
**Tabel I.** Hubungan pin ESP32 pada perangkat *leader* dan pendaki

| Komponen         | Pin<br>Komponen | Nama Pin              | Keterangan |
|------------------|-----------------|-----------------------|------------|
| LoRa             | 22,19           | DIO0,<br>MISO         | INPUT      |
| LoRa             | 5,33,18,23      | SS, RST,<br>SCK, MOSI | OUTPUT     |
| GPS Ublox<br>M10 | 16,17           | RX, TX                | INPUT      |
| Push Button      | 4,21,32         | Btn1, Btn2,<br>Btn3   | INPUT      |
| Buzzer           | 25              | Buzzer                | OUTPUT     |

Selanjutnya pada perancangan perangkat pos menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler dihubungkan dengan buzzer dan push button dan power supply sebagai sumber daya. Perangkat pos hanya memiliki satu *push button* yang nanti digunakan untuk memberikan peringatan langsung kepada leader agar segera kembali ke pos. Skematik rancangan perangkat pos dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 3 Skematik perangkat leader dan pendaki



Gambar 4 Skematik perangkat pos

Berikut pin yang ESP32 yang digunakan pada perancangan perangkat pos dapat dilihat pada Tabel II.

Tabel II. Hubungan pin ESP32 pada perangkat pos

| Komponen    | Pin Komponen | Nama Pin           | Keterangan |
|-------------|--------------|--------------------|------------|
| LoRa        | 16,19        | DIO0, MISO         | INPUT      |
| LoRa        | 5,13,18,23   | SS, RST, SCK, MOSI | OUTPUT     |
| Push Button | 21           | Button             | INPUT      |
| Buzzer      | 25           | Buzzer             | OUTPUT     |

### C. Perancangan Aplikasi

Aplikasi ini dirancang dengan menggunakan software Android Studio. Aplikasi ini diberi nama “Find Me” yang berfungsi untuk menampilkan lokasi para pendaki serta leader dan juga data diri orang yang menggunakan perangkat. Smartphone harus terhubung dengan WiFi dengan SSID “Leader” atau “POS” agar menerima data lokasi dari perangkat leader maupun pos melalui http request.

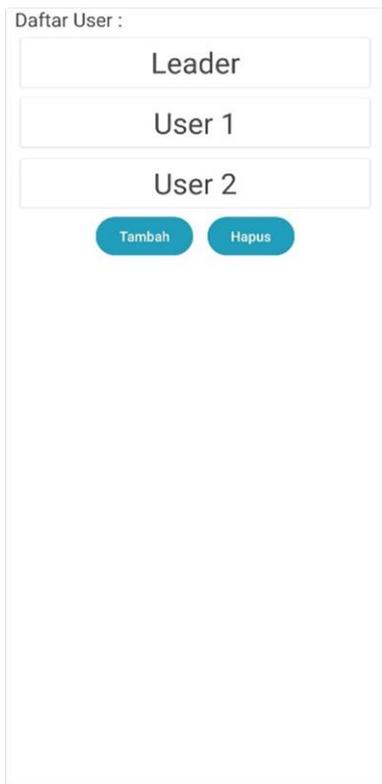
Saat aplikasi dimulai akan diarahkan ke tampilan utama aplikasi yang dapat dilihat pada Gambar 5.

Pada tampilan ini akan menampilkan peta dengan format road street dan satelit dengan menekan tombol “Ubah Tampilan”. Saat perangkat leader sudah mendapat data koordinat pendaki dan leader itu sendiri dengan bantuan depondensi nanohttpd pada android studio, maka akan tampil didalam peta. Peta ditampilkan dengan library leaflet dengan peta yang sudah diunduh terlebih dahulu. Lalu dibawah peta terdapat status konektivitas antara perangkat leader atau pos. Selanjutnya terdapat status darurat yang ditekan pendaki lain berikut dengan perangkat apa yang ditekan. Selanjutnya terdapat tombol “Daftar User” yang digunakan untuk melihat data diri pengguna sistem ini yang dapat dilihat pada Gambar 6.

Terakhir terdapat tombol “Track Record” untuk melihat riwayat posisi para pengguna sistem tersebut setelah melakukan autentikasi berupa pin yang dapat dilihat pada **Gambar 7**.



Gambar 5 Tampilan utama aplikasi



Gambar 6 Tampilan Daftar User



Gambar 7 Tampilan riwayat posisi pendaki



Gambar 8 Tampilan Detail User

Pada **Gambar 6** terdapat tombol “Tambah” untuk menambahkan pengguna di daftar tersebut, serta tombol “Hapus” untuk menghapus pengguna dari pengguna paling bawah, aplikasi tidak akan

mengizinkan untuk menghapus data leader namun tetap dapat diubah datanya seperti yang ada pada **Gambar 8**.

Pada **Gambar 7** data riwayat lokasi dilengkapi dengan waktu dan tanggal serta nama dari pengguna akan ditampilkan berdasarkan urutan data terbaru. Pengguna dapat menghapus riwayat ini dengan menekan tombol “Hapus Riwayat” dibawah data riwayat. Lalu untuk merubah pin pengguna juga dapat mengaturnya pada bagian paling bawah aplikasi dan tekan tombol “Simpan PIN” untuk memperbarui pin.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem yang dapat dijalankan sesuai dengan flowchart yang ada pada **Gambar 1**, baik dari segi alat maupun aplikasi. Hasil realisasi perangkat baik perangkat *leader*, pendaki, ataupun pos dapat dilihat pada **Gambar 9**.



**Gambar 9.** Realisasi perangkat *leader* pendaki dan pos

Seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 9**, perangkat *leader* ditandai dengan gelang warna merah, pendaki 1 ditandai dengan gelang berwarna abu, dan pendaki 2 ditandai dengan gelang berwarna hijau serta kotak prangkat pos berwarna merah.

#### A. Pengujian Jarak Pengiriman Sinyal LoRa Perangkat *Leader* dan Pendaki

Pengujian jarak pengiriman sinyal LoRa ini dibagi menjadi dua tempat yaitu area Hutan UI sebagai tempat untuk menguji LOS dan Bukit Pelangi sebagai tempat untuk menguji N-LOS. Pengujian dilakukan untuk menguji seberapa jauh jarak penerimaan sinyal antara perangkat *leader* dan para pendaki. Hasil percobaan LOS dapat dilihat pada **Tabel III**.

**Tabel III.** Hasil data pengujian jarak LOS *leader* dan pendaki

| Jarak (m) | RSSI(dBm) | Keterangan      |
|-----------|-----------|-----------------|
| 50        | -76       | Sangat Baik     |
| 100       | -86       | Baik            |
| 200       | -97       | Baik            |
| 300       | -101      | Buruk           |
| 450       | -107      | Buruk           |
| 500       | -         | Tidak Terhubung |

Seperti yang dapat dilihat pada **Tabel III**, jarak 50m mendapat hasil yang sangat baik yaitu -76 dBm, lalu pada jarak 100m hingga 200m mendapat hasil yang baik yaitu -86dBm sampai -97dBm, selanjutnya pada jarak 300m hingga 450m mendapat hasil yang buruk yaitu -101dBm hingga -107dBm, sementara jarak diatas 500m LoRa sudah tidak dapat menerima data sama sekali. Selanjutnya hasil percobaan N-LOS dapat dilihat pada **Tabel IV**.

**Tabel IV.** Hasil data pengujian jarak N-LOS *leader* dan pendaki

| Jarak (m) | RSSI(dBm) | Keterangan      |
|-----------|-----------|-----------------|
| 50        | -82       | Sangat Baik     |
| 150       | -88       | Baik            |
| 200       | -         | Tidak Terhubung |

Seperti yang dapat dilihat pada **Tabel IV**, jarak 50m mendapat hasil yang sangat baik yaitu -82 dBm, lalu pada jarak 105m mendapat hasil yang baik yaitu -88dBm, sementara jarak diatas 200m LoRa sudah tidak dapat menerima data sama sekali.

#### B. Pengujian Jarak Pengiriman Sinyal LoRa Perangkat Pos

Pengujian jarak pengiriman sinyal LoRa ini juga dibagi menjadi dua tempat yaitu area Hutan UI sebagai tempat untuk menguji LOS dan Bukit Pelangi sebagai tempat untuk menguji N-LOS. Pengujian dilakukan untuk menguji seberapa jauh jarak penerimaan sinyal antara perangkat *leader* dan pos. Hasil percobaan LOS dapat dilihat pada **Tabel V**.

**Tabel V.** Hasil data pengujian jarak LOS *leader* dan pos

| Jarak (m) | RSSI(dBm) | Keterangan      |
|-----------|-----------|-----------------|
| 50        | -74       | Sangat Baik     |
| 100       | -83       | Sangat Baik     |
| 200       | -91       | Baik            |
| 300       | -98       | Baik            |
| 400       | -105      | Buruk           |
| 500       | -107      | Buruk           |
| 600       | -         | Tidak Terhubung |

Seperti yang dapat dilihat pada **Tabel V**, jarak 50m sampai 100m mendapat hasil yang sangat baik yaitu -74 dBm sampai -83dBm, lalu pada jarak 200m hingga 300m mendapat hasil yang baik yaitu -91dBm sampai -98dBm, selanjutnya pada jarak 400m hingga 500m mendapat hasil yang buruk yaitu -105dBm hingga -107dBm, sementara jarak diatas 600m LoRa sudah tidak dapat menerima data sama sekali. Selanjutnya hasil percobaan N-LOS dapat dilihat pada **Tabel VI**.

**Tabel VI.** Hasil data pengujian jarak N-LOS leader dan pos

| Jarak (m) | RSSI(dBm) | Keterangan      |
|-----------|-----------|-----------------|
| 50        | -82       | Sangat Baik     |
| 100       | -88       | Baik            |
| 180       | -93       | Baik            |
| 200       | -         | Tidak Terhubung |

Seperti yang dapat dilihat pada **Tabel VI**, jarak 50m mendapat hasil yang sangat baik yaitu -82 dBm, lalu pada jarak 100m sampai 180m mendapat hasil yang baik yaitu -88dBm sampai -93dBm, sementara jarak diatas 200m LoRa sudah tidak dapat menerima data sama sekali. Setelah dilakukannya pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa alat ini dapat bekerja dengan baik hingga jarak kurang dari 500m pada kondisi LOS dan kurang dari 180m untuk kondisi N-LOS.

Dengan penggunaan LoRa SX1278 hasil yang didapat lebih buruk dibandingkan dengan LoRa SX1276 yang telah digunakan pada penelitian sebelumnya. Dimana penelitian sebelumnya jarak tempuh antara LoRa sejauh sekitar 1km sedangkan penelitian yang dilakukan penulis hanya maksimal 500m.

### C. Pengujian Akurasi GPS

Setelah melakukan percobaan di Hutan UI Bukit Pelangi dan Area Gedung G PNJ, perbandingan antara posisi yang didapatkan oleh perangkat pendaki dengan posisi yang sebenarnya dapat dilihat pada **Tabel VII**.

Pada **Tabel VII** menunjukkan perbedaan titik lokasi antara aplikasi dan sesungguhnya. Terlihat sedikit perbedaan latitude dan longitude antara sensor GPS dengan sesungguhnya, dimana nilai keempat dan kelima nilai latitude dan longitude membuat jarak posisi pada aplikasi dan sesungguhnya cukup akurat.

### D. Pengujian Aplikasi Android

Pengujian aplikasi android dimulai dari pengujian tampilan utama dari aplikasi ini. Pada menu smartphone terdapat icon aplikasi Find Me yang digunakan untuk menjalankan aplikasi. Tampilan icon Find Me dapat dilihat pada **Gambar 10**.

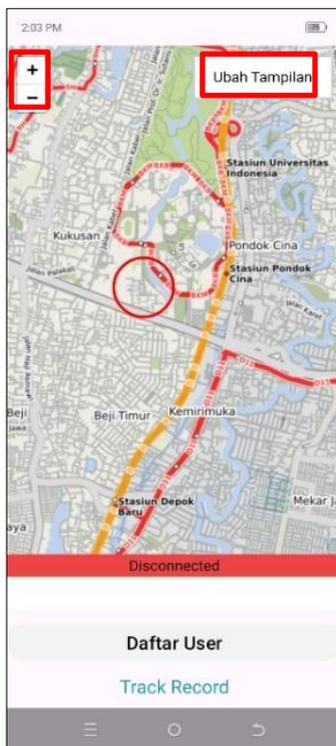
**Tabel VII.** Hasil Pengujian Posisi Pendaki dengan Sensor GPS

| Lokasi            | Perangkat     | Lat & Lon Sensor GPS    | Lat & Lon Sesungguhnya    | Posisi                     |
|-------------------|---------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Hutan UI          | Leader        | -6.359520<br>106.823394 | -6.3595077<br>106.8233442 | Sesuai                     |
|                   | Pendaki 1     | -6.356585<br>106.824249 | -6.3566235<br>106.8242499 | Sesuai                     |
|                   |               | Pendaki 2               | -6.356597<br>106.824348   | -6.3566272<br>106.8243028  |
|                   | Bukit Pelangi | Leader                  | -6.630602<br>106.885116   | -6.6305691<br>106.8850729  |
| Pendaki 1         |               | -6.629499<br>106.885032 | -6.6295814<br>106.8850382 | Sesuai                     |
|                   |               | Pendaki 2               | -6.629761<br>106.885299   | -6.6298102<br>106.8852261  |
| Area Gedung G PNJ |               | Leader                  | -6.372282<br>106.822804   | -6.37218437<br>106.8227780 |
|                   | Pendaki 1     | -6.372162<br>106.822818 | -6.3721336<br>106.8228180 | Sesuai                     |
|                   |               | Pendaki 2               | -6.372373<br>106.822912   | -6.37236027<br>106.8228451 |



Gambar 10. Icon aplikasi Find Me

Dari Gambar 10 ketika ditekan akan membuka aplikasi dan masuk kehalaman utama dari aplikasi Find Me. Gambar 11 merupakan tampilan utama dari aplikasi Find Me.



Gambar 11. Icon aplikasi Find Me

Dapat dilihat pada Gambar 11 merupakan tampilan utama dari aplikasi Find Me dengan jenis

peta 'road map'. Peta yang ditampilkan dapat di perbesar ataupun di perkecil dengan tombol "+" dan "-" yang ada di pojok kiri atas. Untuk merubah jenis peta yang ditampilkan, dapat menekan tombol "Ubah Tampilan" yang berada di pojol kanan atas. Setelah tombol ditekan akan menampilkan peta dengan jenis satelit google, perubahan jenis peta satelit ini dapat dilihat pada Gambar 12.

Pada Gambar 11 maupun Gambar 12 tertampil pesan "Disconected" dengan latar belakang merah ini menandakan bahwa aplikasi belum terhubung dengan perangkat Leader ataupun Pos.



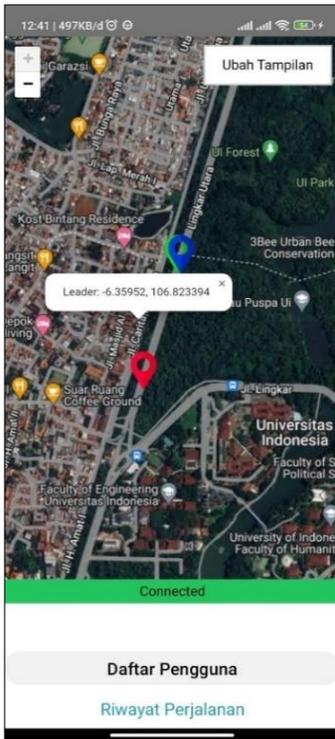
Gambar 12. Tampilan peta dengan satelit google

Untuk menampilkan lokasi dan pesan darurat para pendaki, perangkat smartphone harus terhubung terlebih dahulu ke perangkat Leader atau POS. Cara menghubungkannya yaitu dengan menghubungkan dengan jaringan WiFi "Leader" atau "POS" seperti yang ada di Gambar 13.



Gambar 13. Terhubung ke WiFi Leader atau POS

Setelah koneksi berhasil, peta akan menampilkan posisi pendaki dengan pesan "Connected" di bawah peta. Posisi pendaki yang ditunjukkan pada peta dapat dilihat pada **Gambar 14**, **Gambar 15**, dan **Gambar 16** yang berlokasi di hutan UI.



Gambar 14. Tampilan Posisi Leader



Gambar 15. Tampilan Posisi Pendaki 1



Gambar 16. Tampilan Posisi Pendaki 2

Selanjutnya untuk pengujian untuk menampilkan pesan darurat dari tombol yang ditekan oleh pendaki pada tampilan utama aplikasi, terdapat pesan yang muncul ketika pendaki menekan tombol di perangkat mereka. Pesan ini bervariasi tergantung pada tombol fisik yang ditekan. Tombol Hijau pada perangkat pendaki menunjukkan keadaan darurat yang membutuhkan bantuan medis, tombol Merah menunjukkan adanya anggota kelompok yang hilang, dan tombol Hitam menandakan adanya bencana alam yang terdeteksi. Pesan-pesan tersebut diawali dengan pendaki yang menekan diikuti dengan pesan diantaranya "Bencana Alam!" yang dapat dilihat pada **Gambar 17**, "Orang Hilang!" pada **Gambar 18**, dan "Medis!" pada **Gambar 19**.

Setelah melakukan percobaan, perbandingan pesan yang ditampilkan di aplikasi sesuai dengan yang ditekan pada perangkat pendaki terhadap leader dapat dilihat pada **Tabel 8**.

Setelah melakukan percobaan untuk menampilkan pesan sebanyak lima kali, semua percobaan menunjukkan hasil yang sesuai dengan harapan, di mana pesan yang ditampilkan cocok dengan perangkat yang mengirimkan sinyal serta jenis pesan yang dikirimkan ke aplikasi.

Pengujian aplikasi berikutnya untuk menampilkan data diri pendaki. Untuk melihat data diri pendaki, pengguna dapat menekan tombol "Daftar User" pada halaman utama aplikasi. Setelah itu, pengguna akan diarahkan ke halaman

yang menampilkan daftar pendaki, termasuk Leader dan anggota lainnya. **Gambar 20** menunjukkan tampilan halaman daftar user atau pendaki tersebut.



**Gambar 17.** Pesan Pendaki untuk Bencana Alam



**Gambar 18.** Pesan Pendaki untuk Orang Hilang



**Gambar 19.** Pesan Pendaki untuk Medis



**Gambar 20.** Halaman List User/Pendaki

Pada **Gambar 20**, aplikasi hanya menampilkan tombol "Leader," yang menandakan bahwa data pendaki belum dimasukkan. Untuk menambahkan data pendaki, pengguna dapat menekan tombol "Tambah" pada halaman ini. Jika ingin menghapus pendaki dari daftar, pengguna dapat menekan tombol "Hapus." **Gambar 21** menunjukkan

tampilan halaman setelah pendaki ditambahkan ke dalam daftar.



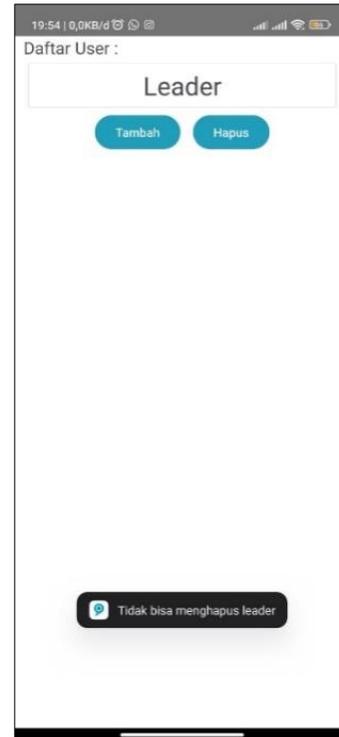
Gambar 21. Tampilan Ketika Pendaki Ditambahkan

Pada Gambar 21, pendaki berhasil dimasukkan ke dalam daftar. Nama yang ditampilkan saat pendaki ditambahkan adalah "User 1," dan jika ditambahkan lagi, pendaki berikutnya akan diberi nama "User 2," dan seterusnya. Pada aplikasi ini, daftar "Leader" tidak dapat dihapus karena leader adalah bagian utama dari sistem. Gambar 22 menunjukkan pesan yang muncul saat mencoba menghapus daftar "Leader"

Pada Gambar 22 aplikasi menampilkan pesan "Tidak bisa menghapus leader" ketika ingin menghapus leader dari list. Aksi ini untuk mencegah dihapusnya leader dari list

Pada percobaan berikutnya, data riwayat lokasi para pendaki disimpan dalam *database* aplikasi. Untuk menampilkan data riwayat lokasi tersebut, pengguna dapat mengklik tombol "Track Record" pada halaman utama. pendaki tersebut. Namun untuk menunjukan data ini pengguna harus memasukkan pin sebagai tindakan keamanan untuk aplikasi ini.

Setelah autentikasi berhasil, halaman "Track Record" akan ditampilkan. Pada halaman ini, riwayat lokasi pendaki ditampilkan dalam bentuk koordinat longitude dan latitude, beserta waktu saat data tersebut direkam. Tampilan halaman "Track Record" dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 22. Pesan Ketika List Leader Ingin Dihapus



Gambar 23. Tampilan Halaman Track Record

Pada Gambar 23 ditampilkan daftar riwayat posisi pendaki. Sebagai contoh, pada tanggal 28 Juli 2024, posisi "Handoko" atau leader berada di koordinat latitude -6,359520912 dan longitude 106,8233948. Di bawah tampilan data riwayat, terdapat tombol "Clear" yang dapat digunakan oleh pengguna untuk menghapus data riwayat

sebelumnya, terutama ketika perjalanan telah selesai dan akan memulai perjalanan baru. Di bagian bawah halaman, terdapat form untuk memasukkan pin baru. Setelah menyimpan pin tersebut, pengguna harus memasukkan pin baru ini untuk menampilkan riwayat posisi pendaki di masa mendatang.

Analisa data yang telah penulis uji dengan beberapa penelitian menunjukkan hasil yang signifikan. Pada penelitian sebelumnya yang menggunakan LoRa dengan frekuensi 868MHz jangkauan LoRa dari alat yang penulis buat lebih

luas, dimana dengan LoRa 868MHz jangkauan maksimalnya sebesar 332m yang diuji di Campo Imperatore [14] sedangkan jarak maksimal menggunakan LoRa dengan frekuensi 433MHz pada perangkat yang penulis buat memiliki jarak maksimal sebesar 450m, namun hasil yang berbeda juga didapat dari penelitian lain yang mendapatkan hasil jangkauan sampai 2km di kawasan urban dimana pada penelitian ini menggunakan Adafruit RFM95W LoRa Radio Transceiver Breakout dengan frekuensi 868MHz [13].

**Tabel VIII.** Hasil Pengujian Tampilan Pesan pada Aplikasi Find Me

| Percobaan | Perangkat        | Tombol yang Ditekan | Pesan di Aplikasi          | Keterangan |
|-----------|------------------|---------------------|----------------------------|------------|
| 1         | Pendaki 1        | Hijau               | Pendaki 1: Medis!          | Sesuai     |
|           |                  | Merah               | Pendaki 1 : Orang Hilang!  |            |
|           |                  | Hitam               | Pendaki 1 : Bencana Alam ! |            |
|           | Pendaki 2        | Hijau               | Pendaki 2 : Medis!         | Sesuai     |
|           |                  | Merah               | Pendaki 2 : Orang Hilang!  |            |
|           |                  | Hitam               | Pendaki 2 : Bencana Alam ! |            |
| Pos       | <i>Emergency</i> | POS : Bencana Alam! | Sesuai                     |            |
| 2         | Pendaki 1        | Hijau               | Pendaki 1: Medis!          | Sesuai     |
|           |                  | Merah               | Pendaki 1 : Orang Hilang!  |            |
|           |                  | Hitam               | Pendaki 1 : Bencana Alam ! |            |
|           | Pendaki 2        | Hijau               | Pendaki 2 : Medis!         | Sesuai     |
|           |                  | Merah               | Pendaki 2 : Orang Hilang!  |            |
|           |                  | Hitam               | Pendaki 2 : Bencana Alam ! |            |
| Pos       | <i>Emergency</i> | POS : Bencana Alam! | Sesuai                     |            |
| 3         | Pendaki 1        | Hijau               | Pendaki 1: Medis!          | Sesuai     |
|           |                  | Merah               | Pendaki 1 : Orang Hilang!  |            |
|           |                  | Hitam               | Pendaki 1 : Bencana Alam ! |            |
|           | Pendaki 2        | Hijau               | Pendaki 2 : Medis!         | Sesuai     |
|           |                  | Merah               | Pendaki 2 : Orang Hilang!  |            |
|           |                  | Hitam               | Pendaki 2 : Bencana Alam ! |            |
| Pos       | <i>Emergency</i> | POS : Bencana Alam! | Sesuai                     |            |
| 4         | Pendaki 1        | Hijau               | Pendaki 1: Medis!          | Sesuai     |
|           |                  | Merah               | Pendaki 1 : Orang Hilang!  |            |
|           |                  | Hitam               | Pendaki 1 : Bencana Alam ! |            |
|           | Pendaki 2        | Hijau               | Pendaki 2 : Medis!         | Sesuai     |
|           |                  | Merah               | Pendaki 2 : Orang Hilang!  |            |
|           |                  | Hitam               | Pendaki 2 : Bencana Alam ! |            |
| Pos       | <i>Emergency</i> | POS : Bencana Alam! | Sesuai                     |            |
| 5         | Pendaki 1        | Hijau               | Pendaki 1: Medis!          | Sesuai     |
|           |                  | Merah               | Pendaki 1 : Orang Hilang!  |            |
|           |                  | Hitam               | Pendaki 1 : Bencana Alam ! |            |
|           | Pendaki 2        | Hijau               | Pendaki 2 : Medis!         | Sesuai     |
|           |                  | Merah               | Pendaki 2 : Orang Hilang!  |            |
|           |                  | Hitam               | Pendaki 2 : Bencana Alam ! |            |
| Pos       | <i>Emergency</i> | POS : Bencana Alam! | Sesuai                     |            |

Sedangkan perbandingan nilai GPS dengan penelitian lain yang menggunakan Ublox NEO-6M sebagai modul GPS nya berhasil mendapat data koordinat dengan akurasi enam angka dibelakang koma, hasil yang sama dengan perangkat yang dibuat penulis dengan menggunakan M10 Rush FPV. Enam angka dibelakang koma ini menunjukkan akurasi modul GPS memiliki ketelitian sekitar 10cm dimana jika posisi GPS bergeser sebesar 10cm (sesuai ketelitian enam desimal), alat tersebut memang dapat mendeteksi perubahan tersebut, tetapi konsistensi pembacaan alat tidak selalu terjamin yang dapat dipengaruhi oleh faktor kualitas sinyal dan cuaca.

### E. Pengujian Daya Tahan Perangkat

Pengujian daya tahan perangkat mencakup daya tahan baterai, daya tahan cuaca dan daya tahan terhadap benturan. Untuk daya tahan cuaca penulis melakukan pengujian hanya pada saat cuaca cerah. Hasil peengujian daya tahan perangkat dapat dilihat pada **Tabel IX**.

| Pengujian           | Hasil  |
|---------------------|--|
| Daya Tahan Baterai  | <i>In Use</i> : 3jam<br><i>Stand By</i> : 4jam |
| Daya Tahan Cuaca    | Tahan terhadap cuaca cerah                     |
| Daya Tahan Benturan | Jatuh dari ketinggian 2m                       |

Pertama untuk pengujian daya tahan beteraai, masing-masing perangkat menggunakan baterai *Lithium Polymer (LiPo)* dengan kapasitas 1000mAh lalu pengujian perangkat yang dilakukan di Hutan UI dan Bukit Pelangi berlangsung selama tiga jam dan saat posisi *stand by* daya tahan baterai sampai dengan empat jam.

Selanjutnya perangkat yang penulis buat selama proses uji coba, perangkat leader tahan terhadap jatuh dari jarak dua meter serta tahan terhadap debu. Namun ketahanan terhadap air perlu dilakukan pembaruan lebih lanjut untuk ketahanan terhadap air karena terdapat celah yang dapat dimasuki air disisi *port charging* serta di sekitar tombol darurat.

## IV. KESIMPULAN

Proses perancangan aplikasi dimulai dengan mempersiapkan perangkat leader dan pos untuk mengirim data lokasi secara akurat melalui WiFi. Peta dibuat menggunakan software Mobile Atlas Creator dan dimasukkan ke dalam aplikasi yang menampilkan data dari perangkat leader atau pos.

Dengan menggunakan library Leaflet, aplikasi dapat menampilkan posisi pendaki, menyimpan data diri serta riwayat lokasi dengan fitur autentikasi untuk akses yang aman. Pengujian di Hutan UI dan Bukit Pelangi menunjukkan aplikasi mampu menampilkan lokasi dan pesan dengan baik serta memungkinkan pengelolaan data diri pendaki. Dalam pengujian daya tahan baterai, perangkat dengan baterai Lithium Polymer (LiPo) 1000mAh bertahan kurang dari tiga jam saat digunakan dan hingga empat jam dalam posisi stand by. Perangkat leader juga terbukti tahan jatuh dari jarak dua meter dan tahan debu, namun ketahanan terhadap air perlu ditingkatkan karena ada celah di port charging dan tombol darurat yang memungkinkan air masuk.

Penulis menyarankan penambahan fitur untuk mengukur jarak antara posisi pendaki dengan leader atau pos, serta menambahkan tombol alarm di aplikasi untuk mengirimkan sinyal ke semua perangkat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. R. Nugroho, A. Ramdhani, and T. D. Putra, "Metode Location Based Service Dalam Mengurangi Resiko Tersesat Saat Pendakian Gunung Menggunakan Global Positioning System (GPS)," *J. Inform. Inf. Secur.*, vol. 1, no. 1, pp. 27–40, 2020, doi: 10.31599/jiforty.v1i1.138.
- [2] M. S. Hidayat, A. P. Nugroho, L. Sutiarmo, and T. Okayasu, "Development of environmental monitoring systems based on LoRa with cloud integration for rural area," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 355, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1755-1315/355/1/012010.
- [3] N. Hashim, F. Idris, T. N. A. T. A. Aziz, S. H. Johari, R. M. Nor, and N. A. Wahab, "Location tracking using LoRa," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 11, no. 4, pp. 3123–3128, 2021, doi: 10.11591/ijece.v11i4.pp3123-3128.
- [4] N. Ramli, M. M. Zabidi, A. Ahmad, and I. A. Musliman, "An open source LoRa based vehicle tracking system," *Indones. J. Electr. Eng. Informatics*, vol. 7, no. 2, pp. 221–228, 2019, doi: 10.11591/ijece.v7i2.1174.
- [5] T. S. Gunawan, W. A. Yahya, E. Sulaeman, M. Kartiwi, and Z. Janin, "Development of control system for quadrotor unmanned aerial vehicle using LoRa wireless and GPS tracking," *TELKOMNIKA (Telecommunication Comput. Electron. Control.*, vol. 18, no. 5, pp. 2674–2681, 2020, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v18i5.16716.
- [6] S. Kavetha, A. S. Ja'afar, M. Z. A. Aziz, A. A. M. Isa, M. S. Johal, and N. M. Z. Hashim, "Development of Location Estimation Algorithm Utilizing Rssi for Lora Positioning System," *J. Teknol.*, vol. 84, no. 1, pp. 97–105, 2022, doi: 10.11113/jurnalteknologi.v84.17153.
- [7] S. Yudho, D. Rusjdi, R. P. Putra, and R. R. A. Siregar, "Integrating LoRa SX178S with GPS Sensor for Free Geolocation," *Kilat*, vol. 11, no. 1, pp. 64–70, 2022, doi: 10.33322/kilat.v11i1.1620.
- [8] H. B. Yu, H. Li, H. J. Zhu, and B. R. Tao, "Design and implementation of video monitoring system based on Linux," *Adv. Mater. Res.*, vol. 187, pp. 598–602, 2011, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.187.598.
- [9] I. O. Suzanti, N. Fitriani, A. Jauhari, and A. Khozaimi, "REST API Implementation on Android Based Monitoring Application," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1569, no. 2, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1569/2/022088.
- [10] A. A. Masriwilaga, T. A. J. M. Al-hadi, A. Subagja, and S.

- Septiana, "Monitoring System for Broiler Chicken Farms Based on Internet of Things (IoT)," *Telekontran J. Ilm. Telekomun. Kendali dan Elektron. Terap.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–13, 2019, doi: 10.34010/telekontran.v7i1.1641.
- [11] S. Samsugi and W. Wajiran, "IoT: EMERGENCY BUTTON SEBAGAI PENGAMAN UNTUK MENGHINDARI PERAMPASAN SEPEDA MOTOR," *J. Teknoinfo*, vol. 14, no. 2, p. 99, 2020, doi: 10.33365/jti.v14i2.653.
- [12] M. T. A. Amir and Y. Y. Kerlooza, "Sistem Pendeteksi Kecelakaan Kendaraan Bermotor Menggunakan Arduino Dan Smartphone Android," *Telekontran J. Ilm. Telekomun. Kendali dan Elektron. Terap.*, vol. 8, no. 2, pp. 105–112, 2021, doi: 10.34010/telekontran.v8i2.4570.
- [13] D. R. Sharma, R. R. Raghuwanshi, T. Chandak, and D. Ramdasi, "LoRa-based IoT system for emergency assistance and safety in mountaineering," *Int. J. Saf. Secur. Eng.*, vol. 13, no. 3, pp. 491–500, 2023, doi: 10.18280/ijssse.130311.
- [14] G. M. Bianco, R. Giuliano, G. Marrocco, F. Mazzenga, and A. Mejia-Aguilar, "LoRa System for Search and Rescue: Path-Loss Models and Procedures in Mountain Scenarios," *IEEE Internet Things J.*, vol. 8, no. 3, pp. 1985–1999, 2021, doi: 10.1109/JIOT.2020.3017044.