

Implementasi GPS pada Sistem Pemantauan Posisi Kendaraan Secara Real-Time

1st Ilyasin Bintang Anugrah
Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
bintanganugrah@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Agus Virgono
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
avirgono@telkomuniversity.ac.id

3rd Reza Rendian Septiawan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
zaseptiawan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Kemajuan teknologi telah membuka peluang untuk mengembangkan solusi inovatif dalam mengatasi permasalahan kemacetan dan tingginya tingkat kecelakaan lalu lintas, terutama di kota-kota besar. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem pemantauan informasi posisi kendaraan secara real-time untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi berkendara. Sistem ini menggunakan GPS (*Global Positioning System*) untuk mendapatkan informasi posisi kendaraan, LoRa (*Long Range*) untuk komunikasi antar kendaraan, dan Raspberry Pi sebagai mikrokontroler. Penelitian ini hanya berfokus pada GPS (*Global Positioning System*) yang berfungsi untuk menentukan posisi geografis kendaraan pada Sistem Pemantauan Posisi Kendaraan Secara Real-Time. Hasil pengujian GPS pada sistem menunjukkan bahwa modul GPS mampu menghasilkan data posisi dengan akurasi yang baik, dengan rata-rata selisih jarak kurang dari 10 meter. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pemantauan posisi kendaraan yang dikembangkan dapat digunakan untuk memberikan informasi posisi kendaraan secara akurat.

Kata kunci — Antarmuka Pengguna, Pemantauan Posisi Kendaraan, Real-Time, GPS, LoRa, Keselamatan Berkendara, Konsumsi Daya.

I. PENDAHULUAN

Kemacetan dan kecelakaan lalu lintas merupakan masalah serius yang dihadapi kota-kota besar di seluruh dunia, termasuk Bandung, Indonesia. Peningkatan jumlah kendaraan yang tidak diimbangi dengan pengembangan infrastruktur jalan yang memadai telah menyebabkan kemacetan yang parah [1]. Selain itu, kecelakaan lalu lintas seringkali disebabkan oleh faktor manusia, seperti kurangnya kesadaran situasional dan keterlambatan dalam merespons situasi berbahaya [2].

Untuk mengatasi masalah ini, teknologi komunikasi antar kendaraan dan sistem penentuan posisi (*GPS*) telah muncul sebagai solusi potensial. Dengan berbagi informasi posisi secara *real-time*, pengemudi dapat meningkatkan kesadaran situasional mereka, mengantisipasi potensi bahaya, dan membuat keputusan yang lebih aman.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan dan evaluasi GPS (*Global Positioning System*) pada sistem pemantauan posisi kendaraan *real-time* berbasis GPS dan LoRa. Tujuan utama penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan GPS (*Global Positioning System*) yang mampu menentukan posisi kendaraan secara *real-time*.

Proyek ini adalah untuk memberikan solusi yang lebih efektif dan efisien yang dapat memberikan informasi posisi kendaraan secara akurat dan *real-time* kepada pengemudi. Kemudian, tujuan lain dari proyek ini juga untuk mendukung pengembangan teknologi dalam hal keamanan berkendara dan mobilitas di jalan raya, terutama di kota-kota besar Indonesia, dengan mengintegrasikan purwarupa 'Perancangan Sistem Pemantauan Informasi Posisi Kendaraan Secara Real-Time' ke dalam kendaraan, khususnya mobil. Sistem ini bertujuan untuk memberikan informasi lokasi kepada pengemudi satu kendaraan kepada pengemudi kendaraan lainnya yang dapat digunakan untuk membantu mewujudkan lalu lintas yang aman dan nyaman..

II. KAJIAN TEORI

A. *Global Positioning System* (GPS)

GPS adalah sistem navigasi satelit yang menyediakan informasi posisi, kecepatan, dan waktu secara akurat di seluruh dunia[3]. Dalam sistem pemantauan posisi kendaraan, GPS digunakan untuk mendapatkan koordinat geografis kendaraan secara *real-time*. Akurasi GPS sangat penting untuk memastikan bahwa informasi yang ditampilkan pada Antarmuka pengguna sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Faktor-faktor seperti kualitas sinyal, multipath, dan kesalahan jam pada receiver dapat mempengaruhi akurasi GPS[4].

B. Long Range (LoRa)

LoRa adalah teknologi komunikasi nirkabel jarak jauh yang hemat energi, ideal untuk aplikasi *Internet of Things (IoT)*[6]. Dalam sistem ini, *LoRa* digunakan untuk mengirimkan data posisi kendaraan antar kendaraan secara real-time. Kemampuan *LoRa* untuk berkomunikasi pada jarak yang jauh dengan konsumsi daya rendah menjadikannya pilihan yang tepat untuk aplikasi ini. Namun, tantangan seperti *packet loss* dan interferensi sinyal perlu diatasi untuk memastikan komunikasi yang baik[7].

C. Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah komputer berukuran kecil yang sering digunakan dalam proyek-proyek *embedded system* dan *IoT*[8]. Dalam sistem ini, Raspberry Pi berperan sebagai otak utama yang mengumpulkan data dari *GPS*, mengatur komunikasi *LoRa*, mengolah data, dan mengendalikan tampilan informasi pada *LCD Display*. Raspberry Pi dipilih karena kemampuan pemrosesannya yang memadai, konektivitas yang luas, dan dukungan komunitas yang besar.

D. Keselamatan Berkendara

Faktor manusia, terutama pengemudi, merupakan salah satu penyebab utama kecelakaan lalu lintas[2]. Gangguan seperti penggunaan ponsel saat mengemudi dapat meningkatkan risiko kecelakaan secara signifikan[10]. Sistem pemantauan posisi kendaraan *real-time* dengan antarmuka pengguna yang efektif diharapkan dapat meningkatkan kesadaran situasional pengemudi, membantu mereka mengantisipasi potensi bahaya, dan pada akhirnya meningkatkan keselamatan berkendara.

E. Konsumsi Daya

Efisiensi daya merupakan faktor penting dalam sistem *embedded* yang beroperasi pada kendaraan, terutama yang menggunakan baterai sebagai sumber daya. Pengujian konsumsi daya dilakukan untuk memastikan bahwa sistem tidak membebani aki mobil secara berlebihan dan dapat beroperasi dalam jangka waktu yang memadai[11].

F. Pengujian Sistem

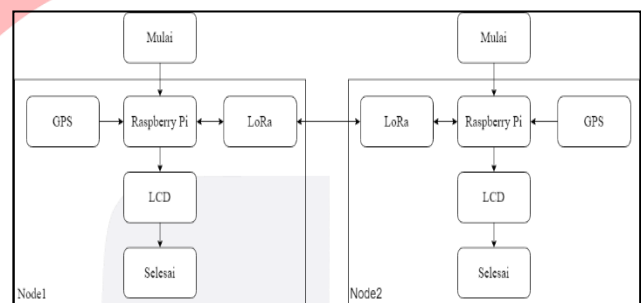
Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem secara keseluruhan, termasuk akurasi *GPS*, kualitas komunikasi *LoRa*, fungsionalitas antarmuka dan konsumsi daya. Pengujian ini melibatkan pengujian komponen individu, pengujian integrasi, dan pengujian lapangan dalam kondisi nyata.

III. METODE

Pengumpulan data *GPS* ini menjelaskan bagaimana modul *GPS Ublox NEO-6M* diintegrasikan ke dalam sistem dan bagaimana data *GPS* dikumpulkan, diproses, dan disimpan. Modul *GPS* terhubung ke Raspberry Pi 3B melalui port serial (*UART*) menggunakan shield *PCB*. Komunikasi antara Raspberry Pi dan modul *GPS* dilakukan menggunakan protokol *NMEA (National Marine Electronics Association)*. Kode program yang ditulis dalam bahasa Python digunakan untuk membaca data *NMEA* dari modul *GPS*, menguraikan informasi posisi (lintang dan bujur), serta menyimpan data tersebut ke dalam database *MySQL*.

A. Implementasi

Implementasi ini melibatkan pengumpulan data posisi dari modul *GPS* dan data kendaraan lain dari modul *LoRa*. Data tersebut kemudian diproses oleh Raspberry Pi dan dikirim ke database *MySQL*.



GAMBAR 1
Blok Diagram Sistem

Modul *GPS Ublox NEO-6M* mengirimkan data *NMEA* ke Raspberry Pi melalui port serial (*UART*), kemudian menyimpan informasi posisi kendaraan (lintang, bujur, kecepatan) ke dalam database *MySQL*.

Modul *LoRa RFM95W* digunakan untuk mengirim dan menerima data posisi kendaraan antar *node*. Data posisi yang telah diproses oleh Raspberry Pi dikirimkan ke node lain melalui jaringan *LoRa*.

LCD Display digunakan untuk menampilkan peta dan informasi posisi kendaraan kepada pengemudi. *LeafletJS* digunakan untuk membuat peta, sedangkan *JavaScript*, *CSS*, dan *HTML* digunakan untuk mengatur tampilan informasi lainnya.

```
python
File Edit Tabs Help
---Parsing GPRMC---
2024-07-05,21:51:42,-6.97171416667,107.635355167,2.250180
---Parsing GPRMC---
2024-07-05,21:51:43,-6.97171816667,107.635359167,2.216844
---Parsing GPRMC---
2024-07-05,21:51:44,-6.97171916667,107.635356,0.629680
---Parsing GPRMC---
2024-07-05,21:51:45,-6.9717205,107.635353333,1.064900
---Parsing GPRMC---
2024-07-05,21:51:46,-6.97170966667,107.635351,1.142684
---Parsing GPRMC---
2024-07-05,21:51:47,-6.97170683333,107.635347333,0.688944
---Parsing GPRMC---
2024-07-05,21:51:48,-6.971707,107.635349,1.359368
---Parsing GPRMC---
2024-07-05,21:51:49,-6.97170366667,107.635348033,0.648200
---Parsing GPRMC---
2024-07-05,21:51:50,-6.97170183333,107.635348167,0.398180
---Parsing GPRMC---
2024-07-05,21:51:51,-6.97170016667,107.6353485,0.981560
---Parsing GPRMC---
2024-07-05,21:51:52,-6.97169733333,107.6353475,0.474112
---Parsing GPRMC---
2024-07-05,21:51:53,-6.97169716667,107.635351333,1.698284
```

GAMBAR 2
Impelementasi GPS

B. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mendapatkan hasil darikerinja dan GPS, serta kinerja keseluruhan sistem, termasuk konsumsi daya.

Pengujian GPS untuk Mengukur tingkat akurasi data posisi yang dihasilkan oleh modul GPS Ublox NEO-6M dengan membandingkannya dengan data referensi yang akurat (misalnya, data dari Aplikasi Google Maps yang ada pada smartphone). Kemudian nantinya dihitung menggunakan rumus Haversine. untuk melihat perbedaan jarak dalam meter. Perhitungan ini akan menghasilkan nilai rata-rata, minimum, dan maksimum dari selisih jarak antara koordinat yang dihasilkan sistem dengan koordinat referensi untuk memverifikasi akurasi sistem di bawah 10 meter.

Pengujian konsumsi daya dilakukan untuk mengukur perubahan tegangan (V) dan arus (A) pada aki mobil dalam berbagai skenario penggunaan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar daya yang dikonsumsi oleh sistem dalam setiap skenario, sehingga dapat dievaluasi efisiensi penggunaan daya dan pengaruhnya terhadap daya tahan baterai. Pengukuran dilakukan menggunakan *USB Charger Doctor* yang terhubung antara aki mobil melalui *lighter usb converter* dengan sistem.

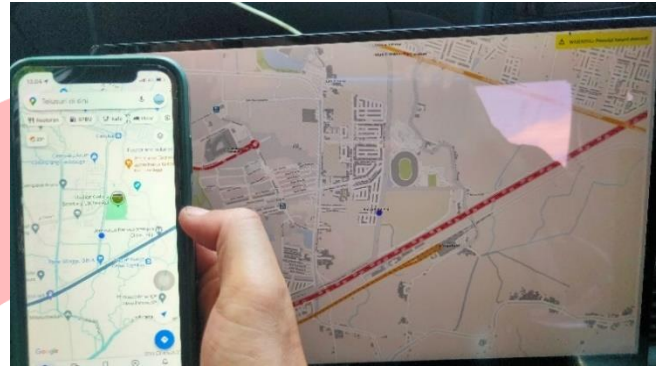
Pengujian keseluruhan sistem dilakukan untuk mengetahui apakah sistem “Perancangan Sistem Pemantauan Informasi Posisi Kendaraan secara *Real-Time*” ini berhasil menyelesaikan masalah yang dihadapi, yaitu menampilkan informasi mengenai kendaraan satu dengan kendaraan di sekitarnya secara akurat serta *real-time*. Pengujian ini dilakukan dengan menjalankan sistem pada dua mobil yang berjalan secara beriringan. Kemudian akan dipantau pada aplikasi pemantauan posisi dari kedua mobil tersebut, apakah titik yang ditampilkan sesuai dengan keadaan sebenarnya atau tidak. Selain itu saat mobil dalam keadaan melaju apakah titik pada aplikasi pemantauan akan bergerak bersamaandengan mobil atau terdapat delay.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil dan Pembahasan Pengujian seAkurasi GPS

Pengujian GPS antar node bertujuan untuk mengukur perbedaan akurasi modul GPS Ublox NEO-6M yang dalam menentukan posisi kendaraan setelah melakukan *cold start*.

Cold start adalah kondisi di mana GPS belum memiliki informasi mengenai posisi dan waktu, sehingga perlu melakukan pencarian satelit dari awal. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan koordinat yang dihasilkan oleh modul GPS Ublox NEO-6M pada dua node (Node 1 dan Node 2) setelah cold start dengan koordinat referensi yang diperoleh dari aplikasi Google Maps pada smartphone. Perbedaan jarak antara koordinat GPS dan koordinat referensi dihitung menggunakan rumus Haversine untuk mendapatkan nilai selisih akurasi pada kedua node GPS dalam satuan meter.



GAMBAR 3 Perbandingan GPS Sistem dengan Google Maps

• deg-min-sec suffixed with N/S/E/W (e.g. 40°44'55"N, 73 59 11W), or
 • signed decimal degrees without compass direction, where negative indicates west/south (e.g. 40.7486, -73.9864):

Point 1: [-6.954114], [107.710788] Distance: 0.0001567 km (to 4 SF)
 Initial bearing: 315° 12' 41"
 Point 2: [-6.954113], [107.710787] Final bearing: 315° 12' 41"
 Midpoint: 06° 57' 15" S, 107° 42' 39" E

... hide map

GAMBAR 4 Perbandingan Koordinat GPS Sistem dengan Google Maps

Selanjutnya, perbedaan jarak antara koordinat GPS pada masing-masing node dengan koordinat referensi dari aplikasi Google Maps akan dihitung menggunakan rumus Haversine[12]:

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right) + \cos\phi_1 \cdot \cos\phi_2 \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta\lambda}{2}\right)$$

$$c = 2 \cdot \text{atan2}(\sqrt{a}, \sqrt{1-a})$$

$$d = R \cdot c$$

Keterangan:

d adalah jarak antara dua titik dalam meter

R adalah jari-jari Bumi (6.371 km)

φ adalah lintang dalam radian

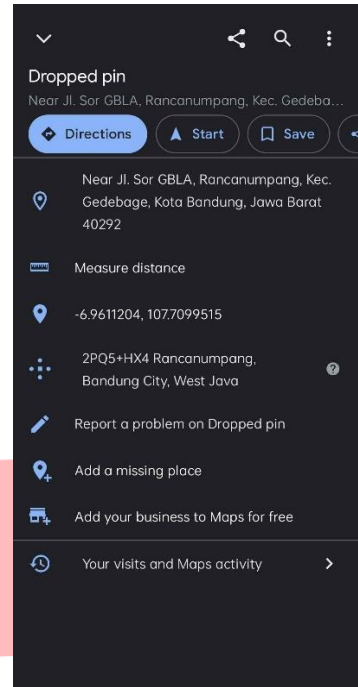
λ adalah bujur dalam radian

TABEL 1
Hasil Pengujian Akurasi GPS Node 1

No	Hasil Pengujian sistem		Hasil Pemantauan Aplikasi Google Maps		Selisih Jarak (meter)
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	
1	-6.954108	107.710773	-6.954108	107.710772	0.63
2	-6.954114	107.710788	-6.954113	107.710787	0.15
3	-6.962489	107.709696	-6.962494	107.709722	2.92
4	-6.959345	107.710395	-6.959335	107.710396	1.11
5	-6.961933	107.691085	-6.961935	107.691044	4.53
Rata-rata					1.87

TABEL 2
Hasil Pengujian Akurasi GPS Node 2

No	Hasil Pengujian sistem		Hasil Pemantauan Aplikasi Google Maps		Selisih Jarak (meter)
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	
1	-6.961991	107.691086	-6.961948	107.691045	6.5
2	-6.959244	107.710413	-6.959220	107.710427	3.08
3	-6.96269	107.709676	-6.962695	107.709685	1.1
4	-6.955356	107.710852	-6.955352	107.710818	3.7
5	-6.954113	107.710776	-6.954113	107.710794	2.0
Rata-rata					3.276



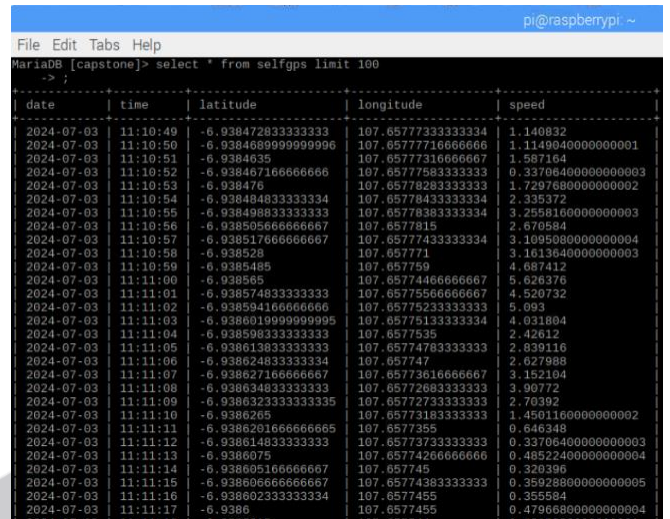
GAMBAR 5
Koordinat Aplikasi Google Maps Node 1

Berdasarkan Tabel 1 dan 2 hasil pengujian menunjukkan bahwa GPS Ublox NEO-6M memiliki tingkat akurasi yang baik setelah mendapatkan koordinat dari satelit melalui proses cold start pada kedua node GPS yang diuji. Pada Node 1, selisih jarak rata-rata antara koordinat yang dihasilkan sistem dengan koordinat referensi dari aplikasi Google Maps adalah 1.87 meter. Selisih jarak minimum adalah 0-meter, yang berarti pada beberapa pengukuran, sistem mampu menghasilkan koordinat yang sangat akurat. Selisih jarak maksimum adalah 4.53 meter, menunjukkan bahwa dalam beberapa kondisi, akurasi GPS dapat sedikit menurun.

Pada Node 2, selisih jarak rata-rata adalah 3.276 meter. Selisih adalah 1.1 meter, dan selisih jarak maksimum adalah 6.5 meter. Hasil ini menunjukkan bahwa akurasi GPS pada Node 2 sedikit lebih rendah dibandingkan dengan Node 1. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti perbedaan kualitas sinyal GPS yang diterima oleh kedua node atau perbedaan posisi pemasangan modul GPS pada kendaraan.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa modul GPS Ublox NEO-6M mampu menghasilkan data posisi dengan akurasi yang baik, dengan rata-rata selisih jarak kurang dari 10 meter. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pemantauan posisi kendaraan yang dikembangkan dapat digunakan untuk memberikan informasi posisi kendaraan secara akurat.

Pengujian selisih akurasi GPS dilakukan dengan menggunakan metode perbandingan koordinat, di mana koordinat yang dihasilkan oleh modul GPS Ublox NEO-6M dibandingkan dengan koordinat referensi yang diperoleh dari aplikasi Google Maps pada smartphone. Perbedaan jarak antara kedua koordinat tersebut dihitung menggunakan rumus Haversine.



GAMBAR 6
Koordinat pada Database 'selfgps' Node 1

Sistem terlihat bahwa selisih jarak antara koordinat GPS yang dihasilkan oleh sistem dengan koordinat referensi dari aplikasi Google Maps pada Node 1 bervariasi antara 0 hingga 10 meter. Selisih jarak rata-rata sebesar 1.77-meter menunjukkan bahwa secara keseluruhan, modul GPS Ublox NEO-6M pada Node 1 memiliki akurasi yang baik. Selisih jarak minimum sebesar 0-meter menunjukkan bahwa pada beberapa pengukuran, sistem mampu menghasilkan koordinat yang sangat akurat. Hal ini dapat terjadi ketika modul GPS mendapatkan sinyal yang kuat dan stabil dari satelit. Selisih jarak maksimum sebesar 10-meter menunjukkan bahwa dalam beberapa kondisi, akurasi GPS dapat menurun.

Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti :

1. Kualitas Sinyal GPS:

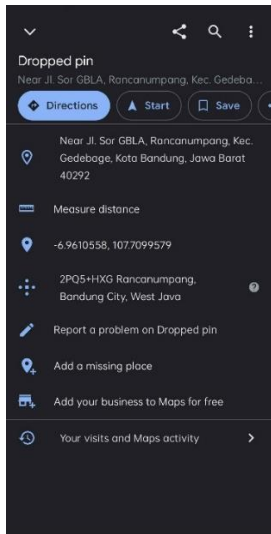
Sinyal GPS dapat terhalang oleh gedung, pohon, atau objek lain yang menghalangi pandangan ke langit.

2. Multipath:

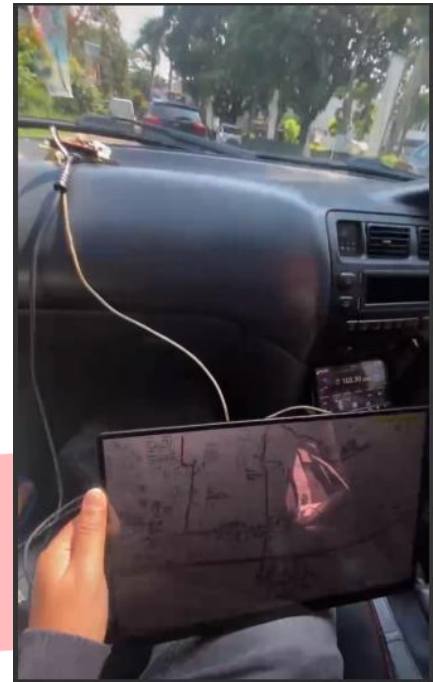
Sinyal GPS dapat dipantulkan oleh permukaan seperti gedung atau air, sehingga menyebabkan kesalahan dalam perhitungan posisi.

3. Kesalahan jam pada receiver GPS:

Meskipun kesalahan jam pada receiver GPS umumnya kecil, namun tetap dapat mempengaruhi akurasi posisi.



GAMBAR 7
Koordinat Aplikasi Google Maps Node 2



GAMBAR 10
Posisi Alat pada node 1

```

File Edit Tabs Help
MariaDB [capstone]> select * from selfgps limit 25;
+----+-----+-----+-----+-----+
| date      | time      | latitude      | longitude      | speed |
+----+-----+-----+-----+-----+
| 2024-07-02 | 07:53:45  | -6.971834999067935 | 107.63517022935879 | 0.2   |
| 2024-07-01 | 12:57:55  | -6.975843      | 107.673541      | 0.1   |
| 2024-07-02 | 12:57:55  | -6.975843      | 107.673541      | 0.1   |
| 2024-07-02 | 12:57:56  | -6.97185       | 107.63518       | 0.1   |
| 2024-07-02 | 12:58:56  | -6.931810278958776 | 107.66542495796713 | 0.1   |
| 2024-07-02 | 12:58:58  | -6.956152891295836 | 107.69888268809954 | 0.1   |
| 2024-07-03 | 11:17:32  | -6.938509066666667 | 107.65786466666667 | 0.0468160000000001 |
| 2024-07-03 | 11:17:33  | -6.938511666666668 | 107.6578615     | 0.2352040000000002 |
| 2024-07-03 | 11:17:34  | -6.938510333333333 | 107.6578673333333 | 1.0649 |
| 2024-07-03 | 11:17:35  | -6.9385115     | 107.6578636666667 | 0.53768 |
| 2024-07-03 | 11:17:36  | -6.938508066666666 | 107.6578733333333 | 1.8938480000000001 |
| 2024-07-03 | 11:17:37  | -6.938508666666667 | 107.6578688666666 | 0.461148 |
| 2024-07-03 | 11:17:38  | -6.938505     | 107.6578701666667 | 0.81488 |
| 2024-07-03 | 11:17:39  | -6.938504333333333 | 107.6578773333333 | 0.8574760000000001 |
| 2024-07-03 | 11:17:40  | -6.938506     | 107.6578715     | 1.050684 |
| 2024-07-03 | 11:17:41  | -6.938504333333333 | 107.6578733333333 | 1.8938480000000002 |
| 2024-07-03 | 11:17:42  | -6.938505     | 107.6578751666667 | 2.661324 |
| 2024-07-03 | 11:17:43  | -6.938505333333335 | 107.6578720333333 | 1.320476 |
| 2024-07-03 | 11:17:44  | -6.9385075     | 107.6578688333334 | 0.1876520000000002 |
| 2024-07-03 | 11:17:45  | -6.938512100000000 | 107.6578543333333 | 1.00068 |
| 2024-07-03 | 11:17:46  | -6.9385135     | 107.657846     | 2.00018 |
| 2024-07-03 | 11:17:47  | -6.938510666666667 | 107.6578480333333 | 3.4725 |
| 2024-07-03 | 11:17:48  | -6.938512333333334 | 107.6578453333333 | 0.794508 |
| 2024-07-03 | 11:17:49  | -6.9385115     | 107.6578418333334 | 0.4759640000000005 |
| 2024-07-03 | 11:17:50  | -6.938523333333333 | 107.6578196666667 | 0.398024 |
+----+-----+-----+-----+-----+
25 rows in set (0.00 sec)
    
```

GAMBAR 8
Koordinat pada Database 'selfgps' Node 2

Terlihat bahwa selisih jarak antara koordinat GPS yang dihasilkan oleh sistem dengan koordinat referensi dari aplikasi Google Maps pada Node 2 bervariasi antara 2.002 hingga 9.6 meter. Selisih jarak rata-rata sebesar 6.2324-meter menunjukkan bahwa akurasi GPS pada Node 2 sedikit lebih rendah dibandingkan dengan Node 1.



GAMBAR 9
Posisi Alat pada node 1

Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti:

1. Perbedaan kualitas sinyal GPS: Node 2 mungkin berada pada lokasi yang lebih sulit untuk mendapatkan sinyal GPS yang kuat dan stabil dibandingkan dengan Node 1.
2. Perbedaan Posisi Pemasangan Modul GPS: Seperti yang terlihat pada gambar 5.8 dan 5.9 bahwa posisi pemasangan modul GPS yang berbeda pada kendaraan, yaitu di dashboard (Node 1) dan jok penumpang (Node 2), dapat mempengaruhi kualitas sinyal yang diterima
3. Perbedaan kualitas modul GPS: Meskipun menggunakan modul GPS dengan tipe yang sama, namun setiap modul dapat memiliki karakteristik yang sedikit berbeda, termasuk dalam hal akurasi.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa modul GPS Ublox NEO-6M yang digunakan dalam sistem ini memiliki akurasi yang baik, dengan rata-rata selisih jarak kurang dari 10 meter. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pemantauan posisi kendaraan yang dikembangkan dapat digunakan untuk memberikan informasi posisi kendaraan secara akurat.

Namun, perlu diperhatikan bahwa akurasi GPS dapat bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan dan kualitas sinyal GPS. Selain itu, penggunaan algoritma pemrosesan sinyal GPS yang lebih canggih dapat membantu meningkatkan akurasi sistem dalam kondisi sinyal yang buruk.

B. Hasil dan Pembahasan Konsumsi Daya

Pengujian konsumsi daya dilakukan untuk mengukur perubahan tegangan (V) dan arus (A) pada aki mobil dalam berbagai skenario penggunaan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar daya yang dikonsumsi oleh sistem dalam setiap skenario, sehingga dapat dievaluasi efisiensi penggunaan daya dan pengaruhnya

terhadap daya tahan baterai. Pengukuran dilakukan menggunakan *USB Charger Doctor* yang terhubung antara aki mobil melalui *lighter usb converter* dengan sistem.

dalam interval waktu pengukuran. Konsumsi daya (dalam *Watt*) pada setiap interval waktu dapat dihitung dengan rumus:

$$P = V \times I$$

$$E = P_{avg} \times t$$

Dengan P adalah daya (Watt), V adalah tegangan (Volt), I adalah arus (Ampere), E adalah energi (Watt-hour/Wh), P_avg adalah daya rata-rata (Watt), dan t adalah durasi interval waktu (jam).

Tabel berikut menunjukkan hasil perhitungan daya rata-rata dan energi total yang dikonsumsi pada tiap skenario:

TABEL 3
Hasil Pengujian Konsumsi Daya

Skenario Uji	Kondisi	Waktu (s)	Tegangan (V)	Arus (A)	Rata-Rata V dan A
Booting System	Awal	0	5.11	0.30	5.12 (V) 0.30 (A)
		5	5.11	0.29	
		15	5.11	0.29	
		20	5.14	0.30	
		25	5.11	0.29	
	30	5.12	0.30		
	Selesai Booting	33.77	5.15	0.39	
Akuisisi Sinyal GPS (Cold Start)	Awal	0	5.11	0.30	5.12 (V) 0.31 (A)
		15	5.11	0.31	
		30	5.12	0.30	
		45	5.11	0.30	
		60	5.14	0.29	
		75	5.12	0.32	
		90	5.12	0.30	
		105	5.11	0.32	
		120	5.11	0.32	
		135	5.11	0.39	
		150	5.14	0.29	
		165	5.12	0.27	
		180	5.11	0.32	
		Mendapatkan Sinyal GPS	±240	5.15	
Kondisi Idle (5 Menit)	Awal	0	5.15	0.39	5.12 (V) 0.30 (A)
		60	5.11	0.27	
		120	5.12	0.29	
		180	5.11	0.29	
	240	5.12	0.29		
	5 Menit	300	5.11	0.30	
Kondisi Berjalan (5 Menit)	Awal	0	5.11	0.39	5.12 (V) 0.35 (A)
		60	5.11	0.35	
		120	5.14	0.32	
		180	5.11	0.39	
	240	5.14	0.36		
	5 Menit	300	5.12	0.33	

TABEL 4
Hasil Perhitungan Konsumsi Daya & Energi Total

Skenario Uji	Daya Rata-rata (Watt)	Energi Total (Wh)
Booting System	1.77185	0.01661
Akuisisi Sinyal GPS (Cold Start)	1.6929	0.11286
Kondisi Idle (5 Menit)	1.76985	0.147487
Kondisi Berjalan (5 Menit)	1.8414	0.15345
Rata-rata Keseluruhan Skenario	1.7690	0.107602

Perhitungan pada tabel 5.7 ini dilakukan dengan cara mengkonversi nilai Waktu dari Detik ke Jam berikut adalah contoh perhitungan daya rata-rata dan energi total dari skenario 'Booting System':

1. Konversi detik ke jam:

$$Durasi (jam) = \frac{33.77}{3600} = 0.00938 \text{ Jam}$$

2. Menghitung Tegangan Rata-rata:

$$Tegangan Rata - rata = \frac{5.11+5.15}{2} = \frac{10.26}{2} = 5.13 \text{ Volt}$$

3. Menghitung Arus Rata-rata:

$$Arus Rata - rata = \frac{0.30 + 0.39}{2} = \frac{0.69}{2} = 0.345 \text{ Ampere}$$

4. Menghitung Daya Rata-rata:

$$Tegangan Rata - rata \times Arus Rata - rata = 5.13 \times 0.345 = 1.77185 \text{ Watt}$$

5. Menghitung Energi Total:

$$Energi Total = Daya Rata - rata \times Durasi (jam) = 1.77185 \times 0.00938 = 0.01661 \text{ Wh}$$

Karena nilai tegangan dan arus yang ditampilkan pada *USB Charger Doctor* selalu berubah-ubah, nilai tengah antara nilai tertinggi dan terendah pada tiap interval waktu akan diambil sebagai nilai yang digunakan untuk perhitungan daya.

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian konsumsi daya pada sistem dalam empat skenario berbeda: *booting* sistem, akuisisi sinyal *GPS (cold start)*, kondisi *idle*, dan kondisi berjalan. Pada setiap skenario, perubahan tegangan dan arus pada aki mobil diukur setiap 5 detik selama proses berlangsung, kecuali pada kondisi *idle* dan berjalan yang diukur setiap 60 detik selama 5 menit.

Konsumsi daya pada setiap interval waktu dapat dihitung dengan menggunakan data tegangan dan arus yang diperoleh dari pengukuran. Karena *USB Charger Doctor* hanya menampilkan nilai tegangan dan arus sesaat, maka perhitungan konsumsi daya akan menggunakan pendekatan perkiraan dengan asumsi tegangan dan arus relatif konstan

1. *Booting* Sistem

GAMBAR 11

Bukti Pengujian Konsumsi Daya Booting Sistem (1)

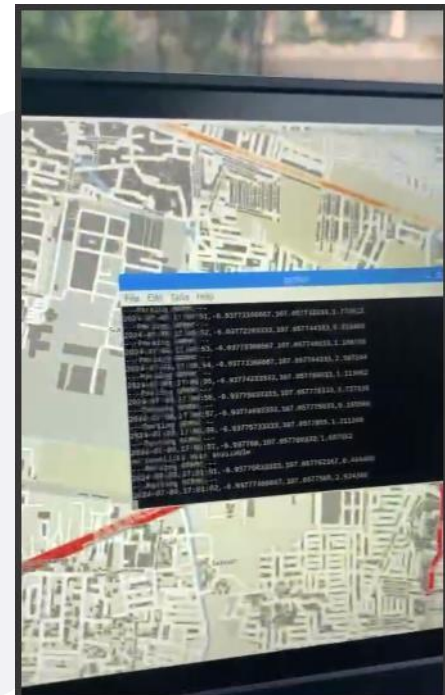
2. Akuisisi Sinyal *GPS*

GAMBAR 12

Bukti Pengujian Konsumsi Daya Akuisisi Sinyal *GPS* (1)

GAMBAR 13

Bukti Pengujian Konsumsi Daya Booting Sistem (2)



GAMBAR 14

Bukti Pengujian Konsumsi Daya Akuisisi Sinyal *GPS* (2)

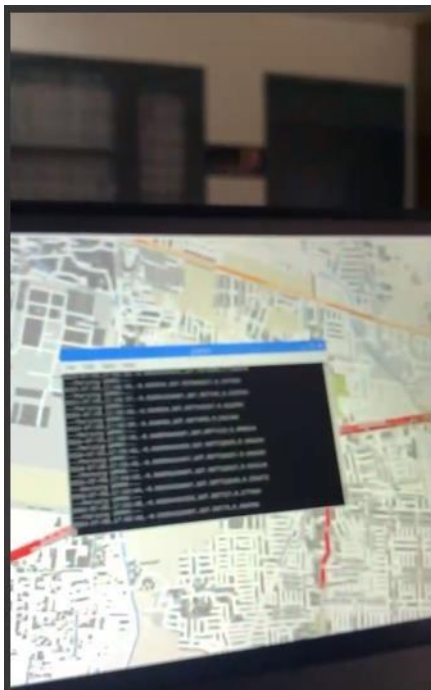
Pada skenario *booting* sistem, terlihat bahwa tegangan aki mobil relatif stabil, berkisar antara 5.11V hingga 5.15V. Arus yang digunakan juga relatif stabil, berkisar antara 0.29A hingga 0.39A. Hal ini menunjukkan bahwa proses *booting* sistem tidak menyebabkan beban yang signifikan pada aki mobil. Konsumsi daya rata-rata selama proses *booting* dapat dihitung dengan menggunakan rumus di atas.

Pada skenario akuisisi sinyal *GPS* (*cold start*), terlihat bahwa tegangan aki mobil tetap stabil, berkisar antara 5.11V hingga 5.15V. Arus yang digunakan juga relatif stabil, berkisar antara 0.27A hingga 0.39A. Pada saat mendapatkan sinyal *GPS*, terdapat sedikit peningkatan arus hingga 0.36A. Hal ini menunjukkan bahwa proses akuisisi sinyal *GPS* membutuhkan daya yang sedikit lebih besar dibandingkan dengan kondisi *idle*.

3. Kondisi Idle



GAMBAR 15
Bukti Pengujian Konsumsi Daya Kondisi Idle (1)



GAMBAR 16
Bukti Pengujian Konsumsi Daya Kondisi Idle (2)

Pada skenario kondisi *idle*, terlihat bahwa tegangan aki mobil tetap stabil, berkisar antara 5.11V hingga 5.15V. Arus yang digunakan juga relatif stabil, berkisar antara 0.27A hingga 0.39A. Hal ini menunjukkan bahwa sistem tidak mengonsumsi daya yang signifikan saat tidak mengirimkan atau menerima data. Konsumsi daya rata-rata selama kondisi *idle* dapat dihitung dengan menggunakan rumus di atas.

4. Kondisi Berjalan



GAMBAR 17
Bukti Pengujian Konsumsi Daya Kondisi Berjalan(1)



GAMBAR 18
Bukti Pengujian Konsumsi Daya Kondisi Berjalan(2)

Pada skenario kondisi berjalan, terlihat bahwa tegangan aki mobil sedikit menurun, berkisar antara 5.11V hingga 5.14V. Arus yang digunakan juga sedikit meningkat, berkisar antara 0.32A hingga 0.39A. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mengonsumsi daya yang lebih besar saat kendaraan berjalan, kemungkinan karena adanya getaran dan perubahan kondisi lingkungan yang mempengaruhi kinerja komponen elektronik. Konsumsi

daya rata-rata selama kondisi berjalan dapat dihitung dengan menggunakan rumus di atas.

Berdasarkan hasil pengujian konsumsi daya pada Tabel 3, dapat disimpulkan bahwa sistem ini memiliki konsumsi daya yang relatif rendah dan stabil dalam berbagai skenario penggunaan. Rata-rata daya yang dibutuhkan berkisar antara 1.69 W hingga 1.84 W, dengan total energi yang dikonsumsi selama 5 menit berkisar antara 0.11286 Wh hingga 0.15345 Wh.

Konsumsi daya tertinggi terjadi pada skenario "Kondisi Berjalan", yang menunjukkan bahwa saat kendaraan bergerak, sistem membutuhkan daya yang lebih besar dibandingkan saat melakukan *booting* atau akuisisi sinyal *GPS*. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh adanya getaran dan perubahan kondisi lingkungan yang mempengaruhi kinerja komponen elektronik.

Meskipun demikian, secara keseluruhan konsumsi daya sistem ini masih tergolong rendah dan tidak akan menyebabkan beban yang berlebihan pada aki mobil. Dengan demikian, sistem ini dapat beroperasi dalam jangka waktu yang cukup lama tanpa perlu khawatir akan menguras baterai kendaraan secara signifikan.

C. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem



GAMBAR 19
Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Pada Gambar 13, kita bisa melihat bagaimana aplikasi pemantauan menampilkan lokasi dua mobil yang sedang diuji. Lokasi yang ditampilkan ini berdasarkan situasi sebenarnya. Kedua mobil tersebut sedang bergerak ke arah selatan. Pin berwarna merah menunjukkan posisi mobil merah, yang berada di depan mobil pengguna, ditandai dengan titik biru. Jarak yang ditampilkan dalam aplikasi hampir sama dengan kondisi sebenarnya, menunjukkan akurasi yang baik. Keberhasilan pengujian sistem "Perancangan Sistem Pemantauan Informasi Posisi Kendaraan secara *Real-Time*" ini menunjukkan potensi dalam membantu mengatasi permasalahan terkait kecelakaan lalu lintas yang kita hadapi saat ini.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, sistem "Pemantauan Informasi Posisi Kendaraan Secara *Real-Time*" menunjukkan potensi yang baik dalam meningkatkan keselamatan berkendara. Sistem ini berhasil memenuhi sebagian besar spesifikasi yang telah ditentukan, termasuk akurasi posisi kendaraan, kemampuan komunikasi *LoRa*, dan fungsionalitas antarmuka pengguna.

1. Pengujian GPS:

Pengujian menunjukkan bahwa modul GPS Ublox NEO-6M pada kedua node mampu memberikan akurasi posisi yang baik setelah mendapatkan sinyal dari satelit melalui proses cold start. Pada Node 1, selisih jarak rata-rata antara koordinat yang dihasilkan sistem dengan koordinat referensi dari aplikasi Google Maps adalah 1.87 meter, dengan selisih maksimum 4.53 meter. Sedangkan pada Node 2, selisih jarak rata-rata adalah 3.276 meter, dengan selisih maksimum 6.5 meter. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem dapat digunakan sebagai alat untuk menentukan posisi kendaraan dengan tingkat akurasi yang memadai, meskipun terdapat sedikit perbedaan akurasi antara kedua node, yang kemungkinan disebabkan oleh perbedaan kualitas sinyal GPS yang diterima atau perbedaan posisi pemasangan modul GPS pada kendaraan.

2. Pengujian Konsumsi Daya:

Pengujian konsumsi daya menunjukkan bahwa sistem memiliki konsumsi daya yang relatif rendah dan tidak membebani aki mobil secara signifikan. Secara keseluruhan, konsumsi daya rata-rata sistem adalah 1.7690-Watt dengan total energi yang dibutuhkan sebesar 0.107602 Wh. Konsumsi daya tertinggi terjadi pada skenario "Kondisi Berjalan" (1.8414 Watt), sedangkan terendah pada skenario "*Bootting* Sistem" (1.77185 Watt). Hal ini menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi dalam jangka waktu yang cukup lama tanpa perlu khawatir akan menguras baterai kendaraan secara signifikan.

3. Pengujian Keseluruhan Sistem:

Sistem berhasil memberikan informasi posisi kendaraan secara akurat serta *real-time* sehingga informasi didapatkan merupakan informasi yang sedang terjadi menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi sesuai dengan tujuannya untuk membantu dalam meningkatkan keselamatan berkendara.

Secara keseluruhan, sistem "Pemantauan Informasi Posisi Kendaraan Secara *Real-Time*" yang dikembangkan telah menunjukkan kinerja yang baik dalam pengujian. Namun, masih terdapat beberapa aspek yang perlu ditingkatkan, seperti optimalisasi *packet loss* pada komunikasi *LoRa* dan perbaikan antarmuka pengguna. Dengan melakukan perbaikan pada aspek-aspek tersebut, diharapkan sistem ini dapat menjadi solusi yang lebih efektif dalam membantu meningkatkan keselamatan dan efisiensi berkendara.

REFERENSI

- [1] Badan Pusat Statistik Kota Bandung, "Jumlah Total Seluruh Jenis Kendaraan Bermotor (Unit), 2016- 2018." [Online]. Available: <https://bandungkota.bps.go.id/indicator/17/173/1/jumlah-total-seluruh-jenis-kendaraan-bermotor.html>
- [2] Biro Komunikasi dan Informasi Publik, "Tekan Angka Kecelakaan Lalu Lintas, Kemenhub Ajak Masyarakat Beralih ke Transportasi Umum dan Utamakan Keselamatan Berkendara." [Online]. Available: <https://dephub.go.id/post/read/%E2%80%8Btekan-angka-kecelakaan-lalu-lintas,-kemenhub-ajak-masyarakat-beralih-ke-transportasi-umum-dan-utamakan-keselamatan-berkendara>
- [3] I. Rochmawati, "Analisis User Interface Situs Web www.iwearup.com," 2019, [Online]. Available: www.iwearup.com
- [4] M. Ridha Fahlivi, "Sistem Tracking Position Berdasarkan Titik Koordinat GPS Menggunakan Smartphone," *Jurnal Infomedia*, vol. 2, no. 1, 2017.
- [5] M. Fatoni and U. Bhayangkara Surabaya, "Rancang Bangun Prototipe Pengaman Kendaraan Berbasis GPS Komunikasi Pesan Telegram dan Thingspeak," *Hal Jurnal ELECTRON*, vol. 2, no. 2, pp. 57–68, 2021, doi: 10.33019/electron.v2i2.1.
- [6] B. Eric, "LoRa." [Online]. Available: <https://lora.readthedocs.io/en/latest/#lora>
- [7] B. Abdallah, S. Khriji, R. Chéour, C. Lahoud, K. Moessner, and O. Kanoun, "Improving the Reliability of Long-Range Communication against Interference for Non-Line-of-Sight Conditions in Industrial Internet of Things Applications," *AppliedSciences (Switzerland)*, vol. 14, no. 2, Jan. 2024, doi: 10.3390/app14020868.
- [8] RS Americas Inc, "Raspberry Pi 3 Product Description." [Online]. Available: <https://us.rs-online.com/m/d/4252b1ecd92888dbb9d8a39b536e7bf2.pdf>
- [9] E. N. Syahputra, "Sistem Informasi Geografis Dojo Karate Shiroite DKI Jakarta Menggunakan OpenStreetMap (OSM)," 2018.
- [10] H. Asyari, F. Maulana, K. Muhammad, and R. A. Imran, "Pengaruh Driving Distraction Penggunaan Smartphone Terhadap Pengemudi Sebagai Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas Dengan Multilevel Factorial Investigating Effect Driving Distraction Of Smartphone Use On The Driver As Causes Of Accidents With Multilevel Factorial," vol. 18, no. 1, pp. 99–108, 2022, [Online]. Available: <http://dinarek.unsoed.ac.id>
- [11] A. Pramaditya and P. Putra, "Penyusunan Standar Uji Performa Dan Keselamatan Peralatan Battery Management System," 2019.
- [12] C. Veness, "Calculate distance, bearing and more between Latitude/Longitude points." [Online]. Available: <http://www.movable-type.co.uk/scripts/latlong.html>