

Implementasi GPS pada Sistem Pemantauan Posisi Kendaraan Secara Real-Time

1st Ilyasin Bintang Anugrah
Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
bintanganugrah@student.telkomu
niversity.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

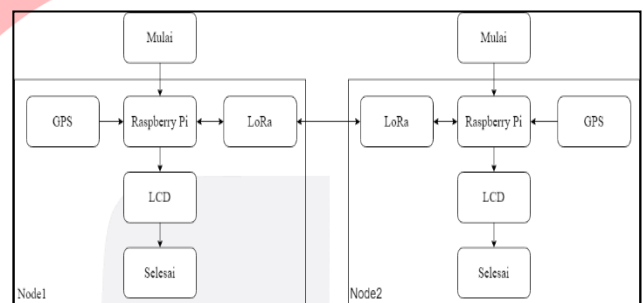
Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem secara keseluruhan, termasuk akurasi *GPS*, kualitas komunikasi *LoRa*, fungsionalitas antarmuka dan konsumsi daya. Pengujian ini melibatkan pengujian komponen individu, pengujian integrasi, dan pengujian lapangan dalam kondisi nyata.

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,-6.97170866667,107.635351,1.142684
---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,-6.97170366667,107.63534833,0.648200
---Parsing GPRMC---
2024-07-05,21:51:50,-6.97170183333,107.635348167,0.398180
---Parsing GPRMC---
2024-07-05,21:51:51,-6.97170016667,107.6353485,0.981500
---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
Implementasi GPS

B. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mendapatkan hasil dari kinerja 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.

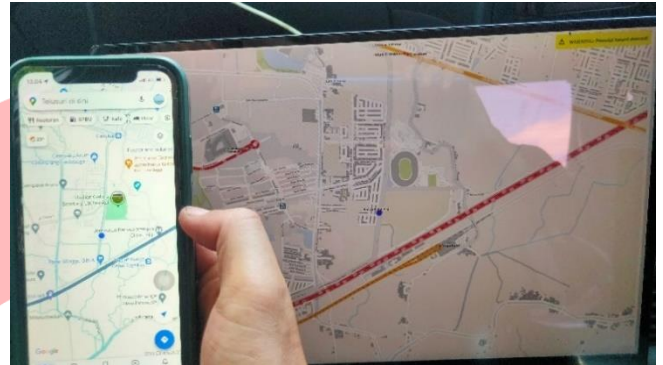
Pengujian keseluruhan sistem dilakukan untuk mengetahui apakah sistem "Perancangan Sistem Pemantauan Informasi Posisi Kendaraan secara Real-Time" ini berhasil menyelesaikan masalah yang dihadapi, yaitu menampilkan informasi mengenai kendaraan satu dengan kendaraan di sekitarnya secara akurat serta *real-time*. 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 bersamaan dengan mobil atau terdapat delay.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

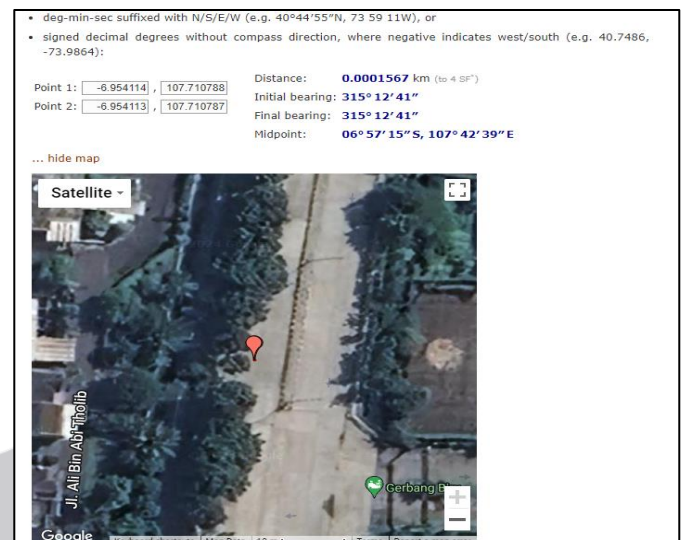
A. Hasil dan Pembahasan Pengujian seAkurasi GPS

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



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

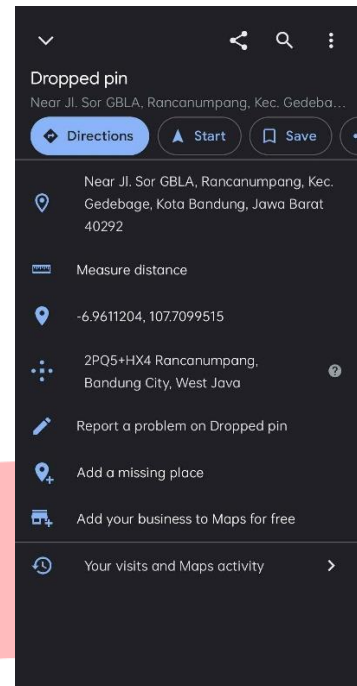
λ adalah bujur dalam radian

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.

date	time	latitude	longitude	speed
2024-07-03	11:10:49	-6.938472833333333	107.65777333333334	1.140832
2024-07-03	11:10:50	-6.938468999999999	107.65777316666667	1.1149040000000001
2024-07-03	11:10:51	-6.9384635	107.65777316666667	1.587164
2024-07-03	11:10:52	-6.938467166666666	107.65777333333333	0.33796400000000003
2024-07-03	11:10:53	-6.938476	107.65778283333333	1.7297680000000002
2024-07-03	11:10:54	-6.938484833333334	107.65778433333334	2.335372
2024-07-03	11:10:55	-6.938498833333333	107.65778383333334	3.2558160000000003
2024-07-03	11:10:56	-6.938505666666667	107.6577815	2.670584
2024-07-03	11:10:57	-6.938517666666667	107.65777433333334	3.1095080000000004
2024-07-03	11:10:58	-6.938528	107.657771	3.1613640000000003
2024-07-03	11:10:59	-6.9385485	107.657759	4.887412
2024-07-03	11:11:00	-6.938555	107.65774466666667	5.626376
2024-07-03	11:11:01	-6.938574833333333	107.65775566666667	4.520732
2024-07-03	11:11:02	-6.938594166666666	107.65775233333333	5.093
2024-07-03	11:11:03	-6.938601999999999	107.65775133333334	4.031804
2024-07-03	11:11:04	-6.938598333333333	107.6577535	2.42612
2024-07-03	11:11:05	-6.938612833333333	107.65774783333333	2.839116
2024-07-03	11:11:06	-6.938624833333334	107.657747	2.627988
2024-07-03	11:11:07	-6.938627166666667	107.65773616666667	3.152104
2024-07-03	11:11:08	-6.938634833333333	107.65772683333333	3.9072
2024-07-03	11:11:09	-6.938632333333335	107.65772733333333	2.70392
2024-07-03	11:11:10	-6.9386285	107.65773183333333	1.4501160000000002
2024-07-03	11:11:11	-6.938626166666666	107.6577355	0.646348
2024-07-03	11:11:12	-6.938614833333333	107.65772733333333	0.33796400000000003
2024-07-03	11:11:13	-6.9386075	107.65774266666667	0.48522400000000004
2024-07-03	11:11:14	-6.938605166666667	107.657745	0.320396
2024-07-03	11:11:15	-6.938606666666667	107.65774383333333	0.35928800000000005
2024-07-03	11:11:16	-6.938602333333334	107.6577455	0.355584
2024-07-03	11:11:17	-6.9386	107.6577455	0.47966800000000004

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:

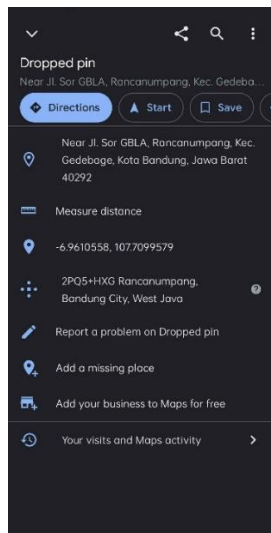
Sinyal GPS dapat terhalang oleh gedung, pohon, atau objek lain yang menghalangi pandangan ke langit.

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

date	time	latitude	longitude	speed
2024-07-02	07:53:45	-6.971834999067935	107.63517022935879	0.2
2024-07-02	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	-6.956152091295635	107.6908820600954	0.1
2024-07-02	11:17:32	-6.938509066666667	107.65786466666667	0.04081600000000001
2024-07-03	11:17:33	-6.938511666666668	107.6578615	0.23520400000000002
2024-07-03	11:17:34	-6.938510333333333	107.65786733333333	1.0649
2024-07-03	11:17:35	-6.9385115	107.65786366666667	0.53708
2024-07-03	11:17:36	-6.938508066666667	107.65787333333333	1.8938480000000001
2024-07-03	11:17:37	-6.938508666666667	107.65786666666667	0.461148
2024-07-03	11:17:38	-6.938505	107.65787016666667	0.81488
2024-07-03	11:17:39	-6.938504333333333	107.65787733333333	0.8574760000000001
2024-07-03	11:17:40	-6.938506	107.6578715	1.050884
2024-07-03	11:17:41	-6.938504333333333	107.657875	1.6816100000000002
2024-07-03	11:17:42	-6.938505	107.65787516666667	2.661324
2024-07-03	11:17:43	-6.938505333333333	107.65787203333333	1.320476
2024-07-03	11:17:44	-6.9385075	107.65786883333334	0.18765200000000002
2024-07-03	11:17:45	-6.938512100000000	107.65785433333333	1.000000
2024-07-03	11:17:46	-6.9385135	107.657846	2.00016
2024-07-03	11:17:47	-6.938510666666667	107.65784803333333	3.4725
2024-07-03	11:17:48	-6.938512333333334	107.65784533333333	0.794508
2024-07-03	11:17:49	-6.9385115	107.65784183333334	0.47596400000000005
2024-07-03	11:17:50	-6.938523333333333	107.65781906666667	0.390624

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



GAMBAR 10

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.

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	0.36	
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	
Kondisi Berjalan (5 Menit)	5 Menit	300	5.11	0.30	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	

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

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 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:

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

2. Menghitung Tegangan Rata-rata:

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

3. Menghitung Arus Rata-rata:

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

4. Menghitung Daya Rata-rata:

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

5. Menghitung Energi Total:

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

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.

1. *Booting* Sistem

GAMBAR 11

Bukti Pengujian Konsumsi Daya Booting Sistem (1)

2. Akuisisi Sinyal *GPS*

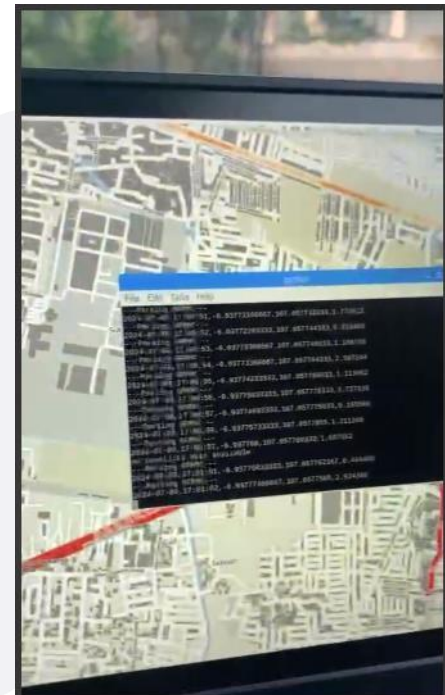
GAMBAR 12

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)

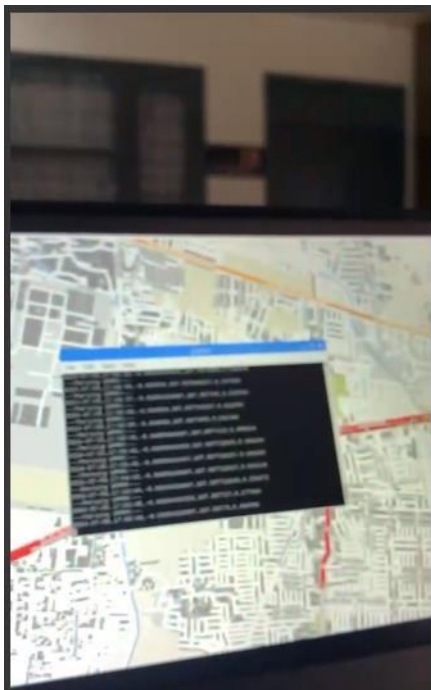
Pada skenario *booting* sistem, terlihat bahwa tegangan aki mobil relatif stabil, berkisar antara 5.11V hingga 5.15V. Arus yang digunakan juga relatif stabil, berkisar antara 0.29A hingga 0.39A. Hal ini menunjukkan bahwa proses *booting* sistem tidak menyebabkan beban yang signifikan pada aki mobil. 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 "*Booting* 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 iwearup.com," 2019, [Online]. Available: www.iwearup.com
- [4] M. Ridha Fahli, "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," *Applied Sciences (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>