

Perancangan Sistem Monitoring Kendaraan Listrik

Joel Veryanto Hutagaol¹, David Setiawan², Hamzah Eteruddin³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning

Jl. Yos Sudarso km. 8 Rumbai, Pekanbaru, Telp. (0761) 52324

Email: johtgl@gmail.com¹, dsetia@unilak.ac.id², hamzah@unilak.ac.id³

ABSTRAK

Kendaraan listrik merupakan solusi yang sangat baik untuk melindungi lingkungan, tidak hanya untuk mengurangi konsumsi energi fosil, tetapi juga karena kendaraan listrik tidak mengeluarkan residu, yaitu tidak ada emisi yang dihasilkan, sehingga udara sekitar tidak tercemar. Kendaraan listrik yang dijual di pasaran pada saat ini hanya beberapa yang dilengkapi dengan sistem monitoring kecepatan, daya baterai dan lokasi yang dapat di monitor melalui *smartphone* dari jarak jauh. Jenis penelitian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu merancang sistem monitoring sepeda listrik yang dapat memonitoring daya baterai, kecepatan dan lokasi sepeda listrik menggunakan *Raspberry pi*. Pengujian sistem yang telah dilakukan bertujuan bahwa alat bekerja dengan baik dan memiliki akurasi yang baik. Alat dapat memonitoring tegangan baterai dengan akurat dan hanya memiliki rata-rata *error* pengukuran tegangan 1,424 %. Alat juga dapat mengetahui jarak yang dapat ditempuh oleh sepeda listrik dan dapat memonitoring kecepatan sepeda listrik dengan akurat dengan hanya memiliki rata-rata *error* pengukuran sebesar 2,68 %. Alat juga dapat menunjukkan titik lokasi keberadaan kendaraan listrik dengan akurasi titik koordinat yang hampir sama dengan *google maps*.

Kata Kunci : *Raspberry Pi*, Kendaraan listrik, Monitoring, GPS NEO 6

ABSTRACT

Electric vehicles are an excellent solution for maintaining the environment, in addition to reducing the use of fossil energy, electric vehicles do not emit waste substances or in other words the emissions produced are not there so that the surrounding air is not polluted. Electric vehicles sold on the market today only a few are equipped with a monitoring system of speed, battery power and location that can be monitored through smartphone remotely. The type of research conducted in this study is to design an electric bicycle monitoring system that can monitor battery power, speed and location of electric bikes using Raspberry pi. The system testing that has been done aims that the tool works well and has good accuracy. The device can accurately monitor battery voltage and only has an average voltage measurement error of 1,424%. The device can also know the distance that can be traveled by an electric bike and can monitor the speed of an electric bike accurately by only having an average measurement error of 2.68%. The device can also show the location point of the existence of an electric vehicle with almost the same coordinate point accuracy as Google Maps.

Keywords : *Raspberry Pi*, Electric Vehicle, Monitoring, GPS NEO 6

1. PENDAHULUAN

Kendaraan listrik yang dijual dipasaran saat ini kebanyakan belum dilengkapi dengan teknologi *internet of things* yang dapat memonitoring kendaraan melalui jarak jauh menggunakan aplikasi, seperti memonitoring kecepatan, penggunaan baterai, serta penunjuk lokasi keberadaan pengguna. Sistem monitoring di kendaraan listrik sangat diperlukan agar pengguna dapat mengetahui kapasitas baterai pada kendaraan listrik. Selain hal tersebut juga diperoleh berapa jauh jarak yang dapat ditempuh kendaraan dengan sisa baterai yang ada, sehingga terhindar dari kehabisan baterai pada saat di perjalanan. Disisi lain juga dapat mengetahui lokasi keberadaan kendaraan. Sistem monitoring juga sangat diperlukan terutama bagi para orang tua yang ingin mengawasi dan mengetahui aktivitas anaknya dalam mengendarai sebuah kendaraan listrik.

Penelitian ini bertujuan untuk: 1). Merancang sebuah alat yang dapat memonitoring kecepatan, penggunaan daya baterai, dan lokasi kendaraan listrik yang memiliki nilai akurasi yang baik. 2). Membangun aplikasi untuk menampilkan kecepatan, penggunaan daya baterai, dan lokasi kendaraan listrik. Monitoring adalah proses rutin pengumpulan data atau pemantauan untuk menemukan dan memperbaiki kesalahan dalam suatu program atau objek. Ini berfokus pada proses dan hasilnya. Pemantauan akan memberikan laporan tentang status dan kemajuan perubahan yang dilakukan secara teratur.

Konsumsi energi sangat perlu dimonitor, agar dapat mengetahui apakah tergolong ekonomis atau tidak [1]. Sensor Arus ACS 712 merupakan sensor arus yang dapat digunakan untuk pendeteksian beban listrik, switching power supply, kontrol motor, dan proteksi beban lebih, seperti terlihat pada Gambar 1 [2]–[4].



Gambar 1 Sensor Arus ACS 712

Komponen ini bekerja dengan melewati arus yang dibaca melalui kabel tembaga internal, sehingga menghasilkan medan magnet yang terdeteksi oleh IC Hall onboard setelah diubah menjadi bentuk tegangan simetris. Error pada pengukuran sensor dapat dihitung menggunakan persamaan (1).

$$\%Error = \left| \frac{X - X_i}{X} \right| \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

X = Nilai sebenarnya (*instrument standart*)

X_i = Nilai yang terukur pada sensor

Baterai

Baterai atau akumulator adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Baterai terdiri dari dua jenis yaitu, baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer dikenal sebagai baterai sekali pakai yang tidak bisa diisi ulang. Baterai sekunder merupakan baterai yang dapat diisi kembali oleh muatan listrik (*rechargeable*) apabila sudah habis. Baterai yang digunakan pada sepeda listrik dalam penelitian ini adalah baterai *Valve Regulated Lead Acid* (VRLA). Baterai VRLA termasuk kepada jenis baterai sekunder karena termasuk baterai isi ulang. Sepeda listrik ini menggunakan dua baterai dengan cara di serikan sehingga memiliki tegangan 24V dan kapasitas baterai 7,2 Ah. Baterai yang digunakan adalah baterai merk VOZ Deep Cycle seperti pada Gambar 2



Gambar 2 Baterai

Kapasitas baterai dapat dinyatakan dengan persamaan dibawah ini [5].

$$N(Ah) = I (Ampere) \times t (hour) \quad (2)$$

Untuk menentukan waktu pemakaian baterai dapat dihitung menggunakan rumus berikut [6]

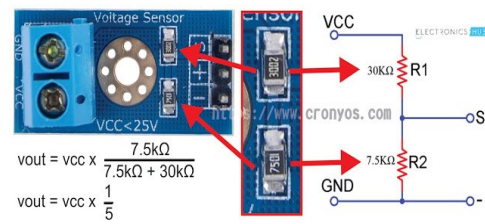
$$Waktu\ pemakaian\ Baterai = \frac{Kapasitas\ Baterai (Ah)}{Arus\ Kerja\ Motor (A)} \quad (3)$$

Untuk mengubah data tegangan baterai menjadi persen (%) digunakan persamaan berikut :

$$\%Baterai = \frac{Tegangan\ Baterai\ Terukur}{Tegangan\ Baterai\ Penuh} \times 100\% \quad (4)$$

Sensor tegangan

Sensor tegangan adalah jenis sensor yang digunakan untuk mengukur tegangan. Sensor ini didasarkan pada prinsip tekanan resistansi dan dapat mengurangi tegangan input terminal menjadi seperlima dari tegangan aslinya [7], [8]. Sensor tegangan adalah perangkat yang mengukur tegangan pada perangkat elektronik, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Sensor tegangan berbentuk apa yang biasa disebut sebagai pembagi tegangan atau yang biasa disebut sebagai pembagi tegangan.



Gambar 3 Modul Sensor tegangan

Raspberry Pi.

Raspberry Pi adalah komputer papan tunggal yang didukung oleh sistem operasi Linux dan banyak digunakan oleh pengembang sistem tertanam [4], [9], [10]. Raspberry Pi dikembangkan oleh Raspberry Pi Foundation UK [11]. Kecepatan CPU Raspberry Pi-3 Model B adalah 700MHz hingga 1,2GHz, dan memiliki memori 256MB hingga 1GB. Port USB dilengkapi hingga empat port yang mendukung penambahan perangkat lain dan 40pin GPIO yang dapat digunakan sebagai tegangan suplai, PWM, SPI, I2C, serial atau input/output. Konektor HDMI untuk menghubungkan ke layar monitor. Raspberry Pi-3 Model B menyediakan perangkat jaringan dengan port Ethernet dan LAN nirkabel ditunjukkan pada Gambar 4. [12], [13].



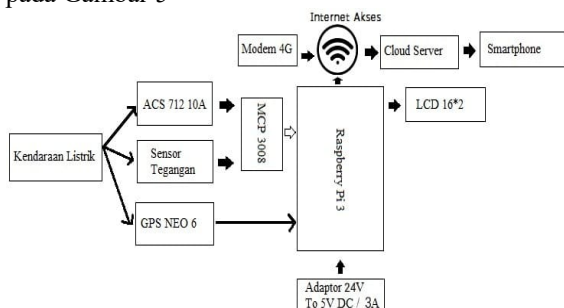
Gambar 4 Raspberry pi

Python

Python adalah bahasa pemrograman interpretatif yang mudah dipelajari dengan penekanan pada keterbacaan kode [14]. Selain itu, Python dianggap sebagai bahasa pemrograman dengan kode pemrograman yang sangat jelas, lengkap, dan mudah dipahami. Kode pemrograman biasanya berupa pemrograman berorientasi objek, pemrograman imperatif.

2. METODE PENELITIAN

Pada tahap perancangan alat dalam penelitian yaitu melakukan desain alat atau merancang perangkat keras (*hardware*) yang akan dibuat. Perancangan alat meliputi perancangan pada bagian elektronik maupun perancangan pada bagian mekanik. Blok diagram perancangan *hardware* dapat dilihat pada Gambar 5



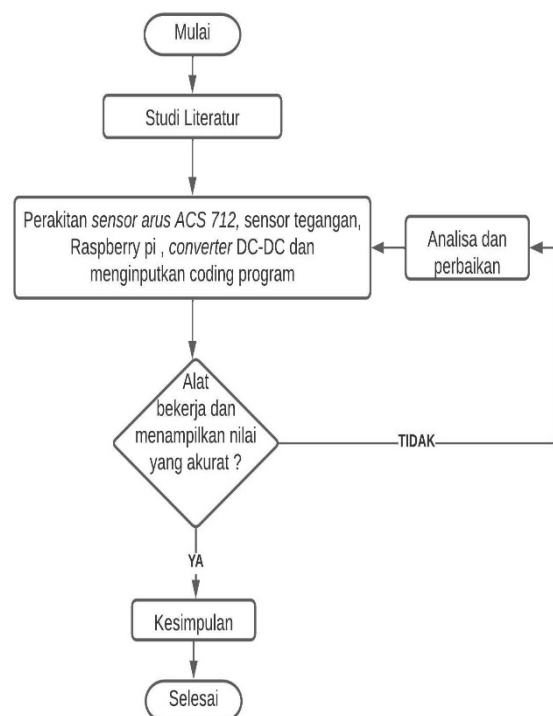
Gambar 5 Blok diagram sistem

Dari blok diagram sistem diatas merupakan alur kerja sistem monitoring pada kendaraan listrik, terdapat 3 buah input yaitu

1. Sensor ACS 712 terpasang secara Seri dengan beban berupa Motor DC, Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi Arus beban kendaraan listrik
2. Sensor Tegangan berfungsi untuk mengukur tegangan Baterai 24V / 7,2 Ah. Sensor ini dihubungkan pada jalur indikator Kontroler kendaraan listrik
3. Sensor GPS NEO 6 yang berfungsi untuk mendeteksi titik kordinat bumi berupa latitude, longitude, dan *Speed* (km/h), dimana nilai latitude dan longitude akan diubah menjadi titik lokasi pada aplikasi android, dan nilai *Speed* merupakan

indikator kecepatan pergerakan kendaraan listrik tersebut Sensor GPS NEO 6 dihubungkan langsung ke *Raspberry pi* melalui pin Serial komunikasi Tx dan Rx, sedangkan Sensor ACS 712 dan Sensor Tegangan dihubungkan pada pin input IC MCP3008 dengan tujuan untuk mengubah data analog sensor menjadi data digital, kemudian pada blok proses terdapat *Raspberry pi* sebagai mikrokontroler untuk mengolah data input sekaikgus penghubung Alat dengan Jaringan Internet agar dapat berkomunikasi dengan cloud server menggunakan *internet of things*, output dari *Raspberry pi* berupa data pengukuran digital ditampilkan pada LCD 16*2 sebagai informasi kecepatan, dan tegangan Baterai, dan dikirimkan ke *smartphone* melalui *Cloud Server* menggunakan *internet of things*. Adaptor 5V / 3A sebagai sumber tegangan rangkaian, Adaptor yang digunakan adalah *Converter* DC-DC 24V – 5V.

Untuk mempermudah proses dalam penelitian maka dibuat pula diagram alur (*Flowchart*) penelitian sehingga dapat digambarkan dengan *flowchart* pada gambar 6.

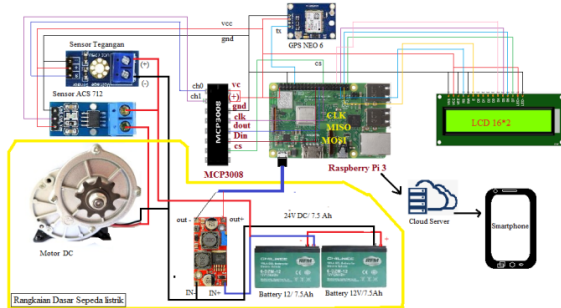


Gambar 6 Flowchart pelaksanaan penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan sistem tersusun dari beberapa rangkaian input, proses, dan output menjadi suatu sistem yang dapat memonitor kendaraan listrik berupa lokasi, Arus, Tegangan Baterai, daya, dan

kecepatan kendaraan listrik. Bentuk rancangan rangkaian keseluruhan pada Gambar 7.



Gambar 7 Rancangan *Hardware* Sistem monitoring kendaraan listrik

Pengujian sensor tegangan dilakukan dengan menggunakan multimeter digital sebagai alat pembanding hasil pengukuran yang didapat dengan mengukur beberapa baterai oleh alat ukur dan Sensor tegangan pada alat, dimana multimeter diatur pada skala pengukuran 200V DC, Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan sensor tegangan dapat berfungsi dengan baik dalam mengukur tegangan baterai pada sepeda listrik, data hasil pengujian terlampir pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor Tegangan

No	Hasil Pembanding (V)	Hasil Sensor (V)	Error (%)
1	5,0	5,0	0
2	6,9	7,0	1,42
3	10,2	10,5	2,9
4	12,5	12,8	2,4
5	24,5	24,6	0,4

Pada pengujian Sensor Arus ACS 712 beban yang digunakan adalah motor DC yang telah terpasang pada sepeda listrik, lalu dilakukan percobaan dengan mengubah-ubah kecepatan motor melalui tuas gas pada sepeda listrik, kemudian mengamati hasil pembacaan sensor arus terhadap beban, dan hasil pengukuran tersebut dibandingkan dengan alat ukur berupa multimeter digital dengan skala pengukuran 20 A, data hasil pengujian arus pada motor DC terlampir pada tabel 2

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor Arus

No	Hasil Pembanding (V)	Hasil Sensor (V)	Error (%)
1	0,51	0,50	1,9
2	1,25	1,22	2,4
3	2,59	2,57	0,7
4	3,19	3,15	1,25
5	4,12	4,09	0,7

Pengujian Kecepatan sepeda listrik

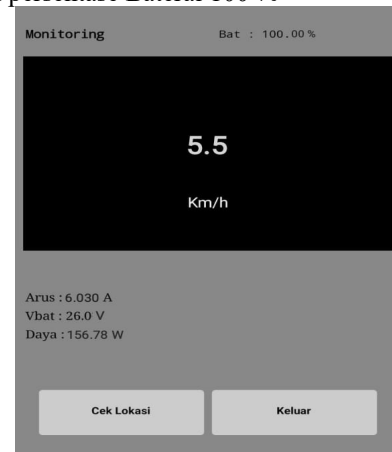
Pada pengujian ini alat ukur yang digunakan sebagai alat pembanding berupa *speedometer sepeda* yang terpasang pada sepeda dengan membaca putaran roda sebagai pengukuran kecepatan dengan satuan km/h dan Aplikasi GPS *speedometer* yang terinstal di Hp Android dengan merekam layar dan membawa Hp tersebut pada saat membawa sepeda, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi sensor GPS yang terpasang pada alat sebagai alat monitoring kecepatan. Hasil pengujian kecepatan sepeda listrik terdapat pada tabel 3

Tabel 3 Hasil pengujian kecepatan sepeda listrik

No	<i>Speedometer</i> sepeda	Aplikasi Monitoring	Aplikasi GPS <i>Speedometer</i>
1	4,7 km/h	4,67 km/h	4 km/h
2	9,3 km/h	9,11 km/h	9 km/h
3	10,7 km/h	10,15 km/h	10 km/h
4	13,4 km/h	12,64 km/h	13 km/h
5	12,2 km/h	12,22 km/h	12 km/h

Pengujian Aplikasi Monitoring Tegangan Baterai

Pengujian ini merupakan hasil pengujian aplikasi monitoring tegangan pada Baterai sepeda listrik, terlihat bahwa aplikasi dapat menampilkan data tegangan Baterai dalam satuan Volt (V) dan persen (%) seperti pada Gambar 8 berikut dimana tegangan Baterai ketika terisi penuh adalah 26 V dengan persentase Baterai 100 %



Gambar 8 Hasil pengujian Aplikasi monitoring Baterai

Pengujian Penggunaan Daya Baterai

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan daya baterai terhadap beban, jarak dan kecepatan sepeda, dimana berat beban yang digunakan dalam pengujian ini adalah 55 kg dan 65 kg dengan kecepatan rata-rata 17 km/h dan jarak tempuh ± 15 km, kemudian merekam hasil pengukuran arus, tegangan, kecepatan dan jarak sebagai data hasil pengujian yang akan di analisa. Hasil pengujian terdapat pada tabel 4 dan tabel 5 dibawah ini

Tabel 4 Hasil pengujian penggunaan baterai dengan bobot 55 kg

Jarak Tempuh (km)	Kecepatan (km/h)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Persentase Baterai (%)
0	0	26	0	-	100
1	17	25,6	7,51	192,256	93,33
3	17	24,3	8,23	199,989	71,66
5	16	23,7	8,79	208,323	61,66
7	18	23,2	9,33	216,456	53,33
9	16	22,8	9,76	222,528	46,66
11	17	22,3	10,19	227,237	38,33
13	16	21,1	10,31	217,541	18,33
14	14	20,7	11,35	234,945	11,66
15	9	20	14,67	293,4	0

Pada saat jarak tempuh 15 km dan kecepatan 9 km/h terlihat nilai tegangan sebesar 20,06 sehingga terjadi penurunan tegangan sebesar $26 - 20 = 6$ V dari Tegangan Awal yaitu pada Jarak 0 m. Berdasarkan Nilai Daya dengan kecepatan Rata-rata 17 km/h pada jarak tempuh ± 15 km adalah sebesar $P_{total} = 201,267$ W. Jadi berdasarkan nilai P_{total} yang merupakan nilai rata-rata daya keseluruhan diatas maka dapat dihitung waktu penggunaan baterai pada jarak ± 15 km dengan kecepatan rata-rata 17 km/h adalah sebagai berikut :

$$\text{Kapasitas Baterai} = 24V / 7,2 \text{ Ah}$$

$$\text{Arus kerja Motor adalah } I = P/V$$

$$I = 201,267 / 24V = 8,38 \text{ A}$$

Waktu pemakaian Baterai dapat dihitung menggunakan rumus (3)

$$Wt = \text{Kapasitas Baterai (Ah)} / \text{Arus Kerja Motor}$$

$$Wt = 7,2 / 8,38 = 0,85 \text{ Jam} = 51 \text{ menit}$$

Tabel 5 Hasil pengujian penggunaan baterai dengan bobot 65 kg

Jarak Tempuh (km)	Kecepatan (km/h)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Persentase Baterai (%)
0	0	26	0	-	100
1	17	25,2	10,23	257,796	86,66
3	17	23,9	10,87	259,793	65
5	16	23,3	11,14	259,562	55
6	9	16	22,1	11,76	259,896
7	11	17	21,6	12,31	265,896
8	12	16	21	12,89	270,69
9	13	10	20,4	13,35	272,34
10	14	6	20	15,54	310,8
6	9	16	22,1	11,76	259,896

Pada jarak tempuh 14 km dan kecepatan 6 km/h terlihat nilai tegangan sebesar 20,06 sehingga terjadi penurunan tegangan sebesar $26 - 20 = 6$ V dari Tegangan Awal yaitu pada Jarak 0 km. Total nilai daya berdasarkan dengan kecepatan rata-rata 17 km/h pada jarak tempuh ± 14 km dengan beban 65kg adalah sebesar $P_{total} = 240,898$ W. Jadi, berdasarkan nilai P_{total} yang merupakan nilai rata-rata daya keseluruhan diatas maka dapat dihitung waktu penggunaan baterai pada jarak ± 14 km dengan kecepatan rata-rata 17 km/h adalah sebagai berikut :

$$\text{Kapasitas Baterai} = 24V / 7,2 \text{ Ah}$$

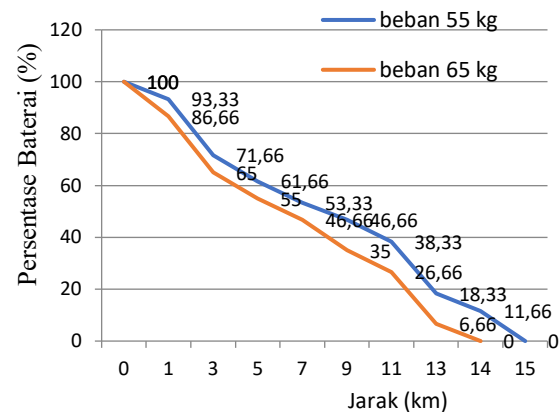
$$\text{Arus kerja Motor adalah } I = P/V$$

$$I = 240,898W / 24V = 10,037 \text{ A}$$

Jadi Waktu pemakaian baterai adalah :

$$Wt = \text{Kapasitas Baterai (Ah)} / \text{Arus Kerja Motor (Im)}$$

$$Wt = 7,2 / 10,041 = 0,71 \text{ Jam} = 43 \text{ menit}$$



Gambar 9 Grafik Perbandingan penggunaan daya baterai beban 55 kg dan beban 65 kg

Pada layar LCD 16*2 ditampilkan kecepatan, pengukuran daya baterai dan *range* atau perkiraan jarak yang dapat ditempuh oleh sepeda listrik. Seperti pada Gambar 10 berikut



Gambar 10 Perkiraan jarak tempuh terhadap daya baterai

range merupakan perkiraan jarak yang bisa di tempuh oleh sepeda listrik pada saat baterai dalam kondisi terisi penuh 100%. Berdasarkan pengujian penggunaan baterai diatas, daya baterai dalam keadaan penuh 100% dapat menempuh jarak sejauh

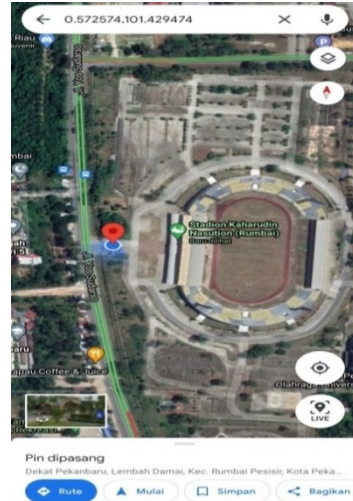
± 15 km. Maka setiap 1% baterai dapat menempuh jarak sejauh 0,15 km

Pengujian Aplikasi monitoring lokasi

- 1) Jl. Yos sudarso, Rumbai (Stadion Kaharudin Nasution)



Gambar 11 Pengujian GPS Aplikasi monitoring



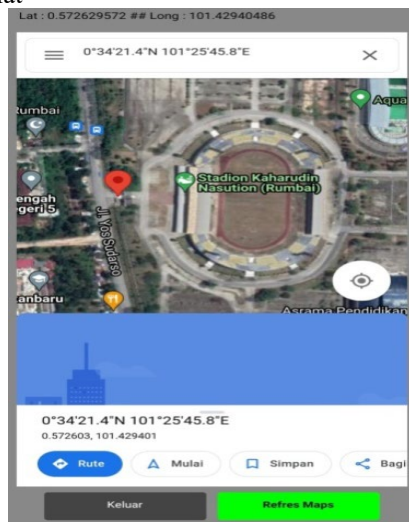
Gambar 13 Google Maps

Latitude : 0.5725274 °

Longitude : 101.429474 °

Hasil pengujian aplikasi monitoring lokasi

a. Alat



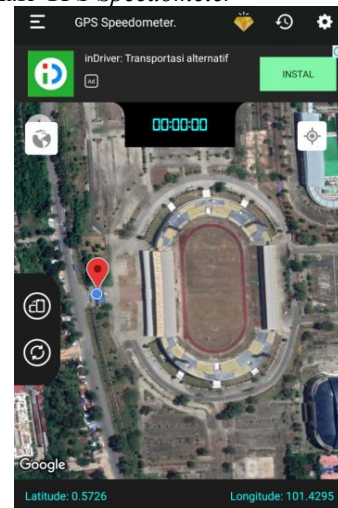
Gambar 12 GPS pada alat

Latitude : 0.572629572 °

Longitude : 101.4294048

b. Google Maps

c. Aplikasi GPS Speedometer



Gambar 14 Aplikasi GPS Speedometer

Latitude : 0.5726 °

Longitude : 101.4295 °

4. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan dan pengujian alat monitoring yang telah dilakukan, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Alat dapat memonitoring tegangan baterai dengan akurat dan hanya memiliki rata-rata *error* pengukuran tegangan 1,424%. Alat juga dapat mengetahui jarak yang dapat ditempuh oleh sepeda listrik dan dapat memonitoring kecepatan sepeda listrik dengan akurat dengan hanya memiliki rata-rata *error* pengukuran sebesar 2,68 %. Alat juga dapat menunjukkan titik lokasi

keberadaan kendaraan listrik dengan akurasi titik koordinat yang hampir sama dengan google maps. Sehingga alat ini dapat digunakan untuk membantu orang tua dalam mengawasi dan memonitoring anaknya ketika mengendarai kendaraan listrik.

2. Pada pengujian Penggunaan daya baterai pada sepeda listrik, berat beban 55kg dengan kecepatan rata-rata 17 km/jam sepeda listrik dapat menempuh jarak sekitar 15km dengan waktu 51 menit, dengan kecepatan yang sama ketika berat beban 65kg sepeda hanya dapat menempuh jarak sekitar 14 km dengan waktu 43 menit. Sehingga dapat disimpulkan bahwa berat beban dan jarak akan mempengaruhi waktu penggunaan baterai sepeda listrik

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Eteruddin, A. Rahman, M. P. Halilintar, and A. Tanjung, "Evaluasi Indeks Konsumsi Energi Listrik Di Rumah Sakit Islam Ibnu Sina Pekanbaru," *Elementer*, vol. 7, no. 2, pp. 42–50, 2021.
- [2] E. M. Leny and S. I. Haryudo, "Sistem Current Limiter Dan Monitoring Arus Serta Tegangan Menggunakan Sms Untuk Proteksi Pada Penggunaan Beban Rumah Tangga," *J. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 39–46, 2019.
- [3] H. Eteruddin, D. Setiawan, and Y. Z. Arief, "Effects of The Temperature on The Output Voltage of Mono-Crystalline and Poly-Crystalline Solar Panels," *Sinergi*, vol. 24, no. 1, pp. 73–80, 2020.
- [4] H. Eteruddin, D. Setiawan, and A. Atmam, "Web Based Raspberry Monitoring System Solar Energy Power Plant," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 469, no. 1, 2020.
- [5] R. M. Hamid, R. Rizky, M. Amin, and I. B. Dharmawan, "Rancang Bangun Charger Baterai Untuk Kebutuhan UMKM," *J. Teknol. Terpadu (JTT)*, vol. 4, no. 2, pp. 130–136, 2016.
- [6] I. Susanti, R. Rumiasih, R. Carlos, and A. Firmansyah, "Analisa Penentuan Kapasitas Baterai dan Pengisiannya Pada Mobil Listrik," *Elektra*, vol. 4, no. 2, pp. 29–37, 2019.
- [7] I. Gunawan, T. Akbar, and K. Anwar, "Gunawan, I., Taufik, A., Khairil, A.(2019). Prototipe Sistem Monitoring Tegangan Panel Surya (Solar Cell) Pada Lampu Penerang Jalan Berbasis Web Aplikasi," *Infotek J. Inform. Dan Teknol.*, vol. 2, no. 2, pp. 70–78, 2019.
- [8] R. Rahim *et al.*, "Comparison of time in processing frame as an error detection mechanism in network transmission," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 420, no. 1, 2018.
- [9] J. Chandramohan, R. Nagarajan, M. A. Kumar, T. Dineshkumar, and G. Kannan, "Attendance Monitoring System of Students Based on Biometric and GPS Tracking System," *Int. J. Adv. Eng. Manag. Sci.*, vol. 3, no. 3, pp. 241–246, 2017.
- [10] D. Setiawan, H. Eteruddin, and M. Idris, "Analisis Pengaruh Perubahan Tegangan Terhadap Iluminasi Lampu Menggunakan Raspberry-Pi di Universitas Lancang Kuning," *J. Tek.*, vol. 13, no. 1, pp. 17–24, 2019.
- [11] W. . Nuriman, D. Darlis, and D. A. Nurmantris, "Implementasi Sistem Informasi Kuliner pada Angkutan Publik berbasis Single Board Computer," *J. Inform. Pengemb. IT*, vol. 2, no. 2, pp. 9–13, 2017.
- [12] J. Sapes and F. Solsona, "FingerScanner : Embedding a Fingerprint Scanner in a Raspberry Pi," *Sensors*, vol. 16, no. 220, pp. 1–18, 2016.
- [13] R. M. Nareshkumar, A. Kamat, and D. Shinde, "Smart Door Security Control System Using Raspberry Pi," *Int. J. Innov. Adv. Comput. Sci.*, vol. 6, no. 11, pp. 499–503, 2017.
- [14] Jud, *Pemograman Python untuk Pemula*. Yogyakarta: Jubilee Solusi Enterprise, 2016.