

PEMBUATAN SISTEM MONITORING KAPASITAS BATERAI PADA MOBIL LISTRIK

Muhamad Kholik¹, Sigit Joko Purnomo², A.Noor Setyo, H.D.³

^{1,2,3}Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tidar
muhamadkholik15@gmail.com, sigitjoko@untidar.ac.id, noorsetyo@untidar.ac.id

Abstrak

Sistem monitoring kapasitas baterai dirancang dengan menggunakan arduino mega 2560 sebagai pengendali dari sensor arus, sensor tegangan, dan komponen elektronik. Sebagai sumber (*power supply*) arduino mega 2560 menggunakan baterai 9 volt atau laptop. Kabel *input* pada sistem monitoring kapasitas baterai terhubung dengan baterai dan kabel *output* terhubung dengan beban (BLDC 350 Watt dan lampu 12 VDC). Hasil pembacaan sensor arus, sensor tegangan, dan waktu pemakaian dikelola oleh arduino mega 2560, yang kemudian ditampilkan pada *display* LCD 20x4. Pengujian dilakukan pada sistem *monitoring* kapasitas baterai yaitu dengan melakukan pengujian dengan beban dan tanpa beban dengan menggunakan alat perbandingan yaitu *clamp meter*, untuk mengetahui tingkat keakurasian pembacaan, pengujian dengan menggunakan beban (BLDC 350 Watt dan lampu 12 VDC) untuk mengetahui nilai tegangan dan nilai arus untuk mengetahui konsumsi energi listrik, dan pengujian kapasitas baterai untuk mengetahui status kapasitas baterai dalam keadaan *high*, *medium*, atau *low*. Hasil pengamatan dapat disimpulkan bahwa sistem *monitoring* kapasitas baterai, semua sensor dan komponen elektronik dapat berjalan dengan baik. Nilai tegangan baterai 55-45 VDC berada dalam level *high*, nilai tegangan baterai 44,99-37 VDC berada dalam level *medium*, dan nilai tegangan 36,99-32 VDC berada dalam level *low*.

Kata Kunci: mobil listrik, baterai, dan *monitoring*

Abstract

Battery capacity monitoring system is designed by using arduino mega 2560 as a controller of current sensors, voltage sensors, and electronic components. As a power supply arduino mega 2560 using a 9 volt battery or laptop. The input cable in the battery capacity monitoring system is connected to the battery and the output cable and the output cable connected to the load (350 Watt BLDC and 12 VDC lamp). The reading results of current sensors, voltage sensors and usage time are managed by arduino mega 2560, which is then displayed on a 20x4 LCD display. The test carried out on a battery capacity monitoring system that is by testing with a load and no load using comparison tool, that is the clamp meter, to find out the level of reading accuracy, tests using loads (350 Watt BLDC and 12 VDC lamps) to determine consumption to electrical energy, and battery capacity testing to determine the status of the capacity battery in a state high, medium, or low. The observation can be concluded that the battery capacity monitoring system, all sensors and electronic components can run well. The battery voltage value of 55-45 VDC is in the high level, the battery voltage value of 44.99-37 VDC is in the medium level, and the voltage value of 36.99-32 VDC is in the low level.

Keywords: electric car, battery, and *monitoring*

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi pada bidang otomotif di Indonesia yang mengalami peningkatan yang begitu signifikan. Menurut Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, produsen otomotif nasional telah mampu menerapkan sistem industri 4.0 dalam proses produksinya guna menguatkan daya saing dan berperan penting dalam rantai nilai global.

Hal ini pun menjadi bukti bahwa Indonesia bersama negara-negara lain semakin kompetitif untuk memasuki revolusi industri keempat. Kemenprin menargetkan, pada tahun 2025 kendaraan LCEV termasuk mobil listrik dapat diproduksi sebanyak 20 persen dari seluruh populasi kendaraan di Indonesia. Sasaran ini disesuaikan dengan tren di dunia.

Menurut Airlangga Hartarto, menyatakan bahwa teknologi mobil listrik itu ada macam-macam tipe, antara *lain plug in hybrid, hybrid, dan electrical vehicle*. Percepatan pengembangan produksi mobil listrik di dalam negeri perlu didukung kesiapan penerapan teknologinya. Salah satu kunci sukses pengembangan kendaraan listrik adalah teknologi baterai dan *power train* elektrik motornya.

Teknologi yang diterapkan pada kendaraan sekarang ini pada baterai hanya menampilkan indikator baterai. Indikator baterai digambarkan dengan lambang aki (kutub positif dan kutub negatif), jika indikator gambar aki berkedip artinya ada permasalahan pada baterai kendaraan.

Oleh karena itu, perlu sistem monitoring kapasitas baterai untuk menginformasikan nilai tegangan baterai kepada pengemudi, sehingga pengemudi akan mengetahui kapan waktunya untuk dilakukan pengisian ulang (*recharging*) pada baterai mobil listrik.

Tujuan pembuatan sistem *monitoring* kapasitas baterai adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui status kapasitas baterai pada mobil listrik, agar pengemudi mengetahui kapan waktunya baterai dilakukan pengisian ulang (*recharging*).
2. Mengetahui rangkaian dan cara kerja sistem monitoring kapasitas baterai yang menampilkan status tegangan baterai.
3. Mengetahui komponen-komponen yang digunakan dalam merancang sistem monitoring kapasitas baterai pada mobil listrik.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian tentang sistem *monitoring* kapasitas baterai telah banyak dilakukan. Beberapa penelitian tentang sistem *monitoring* kapasitas baterai pada mobil listrik adalah sebagai berikut:

Saputro, Purnomo, & Setyo (2018), merancang sebuah sistem kontrol pengendali tegangan baterai yang bertujuan untuk mengendalikan aktifnya alternator saat pengisian baterai. Rancang bangun dilakukan dengan metode kontrol pengisian baterai menggunakan mikrokontroler Atmega 2560 dan 4 sensor tegangan DC untuk mengetahui setiap nilai tegangan empiris setiap sensor dihitung menggunakan mikrokontroler Atmega 2560 menjadi nilai tegangan data terproses guna menentukan aktifnya *relay* (aktuator) untuk mengaktifkan alternator.

Ashari, Rusdinar, & Pangaribuan (2018), meneliti sebuah sistem *monitoring* dan manajemen baterai pada mobil listrik, tujuan utama pembuatan sistem *monitoring* dan manajemen baterai ini adalah untuk mengukur dan mengelola semua energi yang digunakan pada kendaraan listrik, khususnya mobil listrik. Sistem *monitoring* baterai dirancang agar mampu melaporkan kapasitas baterai dengan grafis indikator, tegangan, arus, dan mengukur besarnya

efisiensi pemakaian baterai pada akhir pemakaian. Sistem manajemen baterai dirancang agar mampu memperkirakan kondisi kesehatan tiap baterai, daya yang tersisa pada baterai, serta melaporkan jarak yang ditempuh dengan kondisi dan daya baterai yang tersedia.

Putra et al., (2015), meneliti sebuah sistem *monitoring* baterai mobil listrik. Baterai diseimbangkan dengan metode *Active Charge Equalization*. Data yang akan *dimonitoring* pada baterai adalah arus dan tegangan. Data dari sensor lalu diolah dan dikirim menuju mikrokontroler arduino. Kemudian data tersebut di analisis agar didapat parameter baterai yang diinginkan. Lalu parameter tersebut ditampilkan pada LCD secara *real-time*. Pada sistem ini terdapat prediksi sisa waktu dan jarak tempuh.

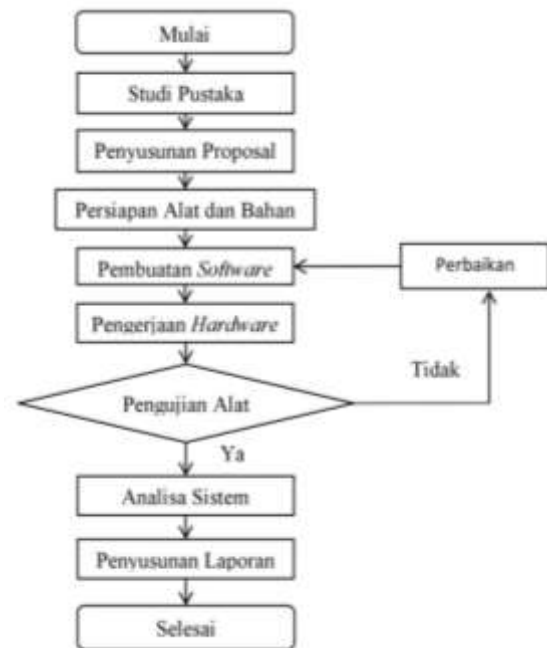
Abdulloh, Fanriadho, Pramono, Amrullah, & Albab (2018), *Battery Management System* (BMS) adalah alat yang tepat terkait pemantauan kondisi baterai pada mobil listrik. Pada tahap sebelumnya BMS sudah dibuat, namun masih terdapat beberapa kekurangan dan hanya terdapat satu fitur saja yaitu pemantauan tegangan pada baterai dan masih terdapat *error* atau kurang presisi dalam pembacaan. Pembaruan BMS merupakan solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut, BMS pada pembuatan kali ini difokuskan pada fungsi *monitoring* energi dengan menerapkan fitur *monitoring* tegangan dan arus, sistem pemutus rangkaian charging, serta sistem antar muka serial monitor dan LCD 16x2 yang terpasang pada bagian dashboard mobil, sehingga seorang pengemudi dapat mengetahui kapasitas baterai yang tersedia pada mobil listrik.

Hidayah, Sudarti, & Je-arong (2017), mendesain perangkat elektronik yang bisa dipantau dan dapat mengukur berbagai kondisi seperti voltase baterai dan arus

baterai. Alat ini menggunakan Arduino UNO sebagai mikrokontrollernya dan data tersebut akan tersimpan pada kartu memori untuk ditampilkan pada laptop sehingga pengguna bisa mengetahui kondisi baterai kendaraan secara langsung tanpa harus repot-repot membongkar baterai untuk melihat kondisi listrik dalam sebuah siklus motor.

METODOLOGI

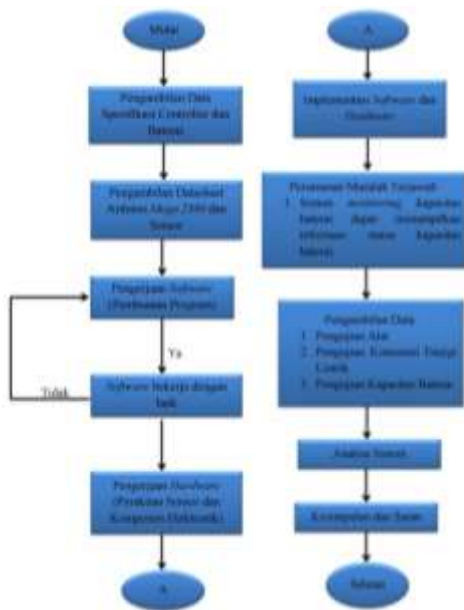
Tahapan pelaksanaan yang dilakukan dalam pembuatan sistem monitoring kapasitas baterai pada mobil listrik adalah sebagai berikut (Gambar 3.1 menunjukkan tahapan pelaksanaan pembuatan sistem monitoring kapasitas baterai):



Gambar 1. Tahapan pelaksanaan pembuatan sistem monitoring kapasitas baterai

Tahapan pengerjaan yang dilakukan dalam pembuatan sistem *monitoring* kapasitas baterai pada mobil listrik dilakukan secara terstruktur. Tahapan pengerjaan dibedakan menjadi 2 kategori yaitu pengerjaan perangkat lunak (*software*), dan pengerjaan

perangkat keras (*hardware*). Gambar 2 menunjukkan Diagram alir pengerjaan



Gambar 2. Diagram alir pengerjaan

1. Pengerjaan Perangkat Lunak (*Software*)

Pengerjaan perangkat lunak sistem *monitoring* pada mobil listrik menggunakan *software* arduino ide. Arduino ide digunakan untuk membuat program pada sistem *monitoring* kapasitas baterai. Gambar 3 menunjukkan arduino ide.



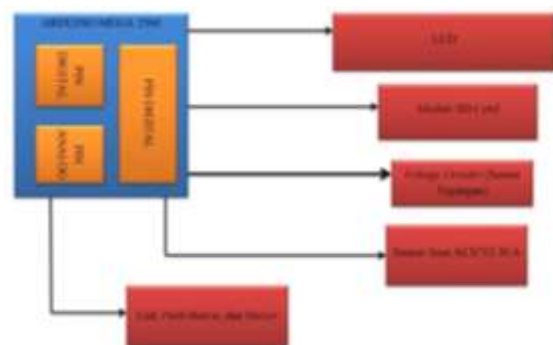
Gambar 3.3 Arduino ide

2. Pengerjaan Perangkat Keras (*Hardware*)

Pengerjaan perangkat keras yang dilakukan yaitu merakit komponen elektronik, sensor-sensor dan arduino *mega* 2560.

a. Merancang Semua Komponen dan Membuat Blok Diagram Sistem

Perancangan instalasi komponen elektronik, arduino *mega* 2560 dan sensor-sensor sangat penting dalam sistem *monitoring* kapasitas baterai yang akan dibuat, mulai dari pemilihan komponen yang akan digunakan sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan, fungsi dari setiap komponen, *datasheet* sensor, dan *wiring* kelistrikan. Gambar 4 menunjukkan diagram blok sistem.



Gambar 4. Diagram blok sistem

b. Memeriksa Kondisi Komponen Elektronik, Sensor dan Arduino *Mega* 2560

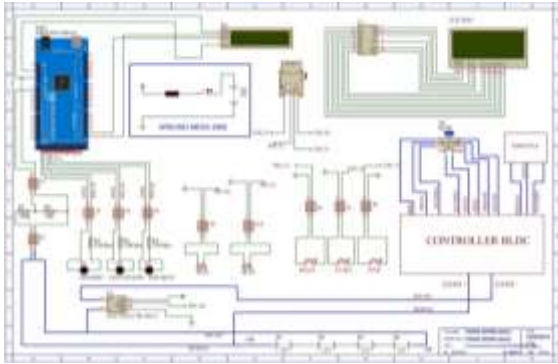
Memeriksa kondisi komponen elektronik, sensor dan arduino *mega* 2560, apakah masih normal atau sudah tidak bisa digunakan. Gambar 5 menunjukkan pemeriksaan komponen elektronik, sensor dan arduino *mega* 2560.



Gambar 5 Pemeriksaan komponen elektronik, sensor dan arduino *mega* 560

c. Membuat *Wiring* Sistem *Monitoring* Kapasitas Baterai

Gambar 6 menunjukkan *wiring* sistem *monitoring*.



Gambar 6. Wiring sistem *monitoring* kapasitas baterai

- d. Membuat Lubang dan Pemasangan Komponen pada *Box* Plastik Putih

Gambar 7 menunjukkan membuat lubang dan pemasangan komponen pada *box* plastik putih.



Gambar 7. Membuat lubang dan pemasangan komponen pada *Box* Plastik Putih

- e. Memasang Modul I2C dan LCD 20x4
Gambar 8 menunjukkan instalasi modul I2C dan LCD 20x4.



Gambar 8. Instalasi modul I2C dan LCD 20x4

- f. Memasang LCD dengan Arduino *Mega* 2560

Gambar 9 menunjukkan instalasi LCD dengan arduino *mega* 2560.



Gambar 9. Instalasi LCD dengan arduino *mega* 2560

- g. Memasang Sensor Arus ACS712 30 A dengan Arduino *Mega* 2560

Gambar 10 menunjukkan instalasi sensor arus ACS712 30 A dengan arduino *mega* 2560.



Gambar 10 Instalasi sensor arus ACS712 30 A

- h. Memasang *Module* SD Card dengan Arduino *Mega* 2560

Gambar 11 menunjukkan instalasi *module* sd card dengan arduino *mega* 2560.



Gambar 11. Instalasi *module* sd card dengan arduino *mega* 2560

- i. Memasang *Voltage* Divider dengan Arduino *Mega* 2560

Gambar 12 menunjukkan instalasi *voltage divider* dengan arduino *mega* 2560.



Gambar 12. Instalasi *voltage divider* dengan arduino mega 2560

- j. Memasang Led dengan Arduino Mega 2560

Gambar 13 menunjukkan instalasi led dengan arduino mega 2560.



Gambar 13. Instalasi led dengan arduino mega 2560

- k. Memasang *Buzzer* dengan Arduino Mega 2560

Gambar 14 menunjukkan instalasi *buzzer* dengan arduino mega 2560.



Gambar 14 Instalasi *buzzer* dengan arduino mega 2560

- l. Memasang *Push Button* dengan Arduino Mega 2560

Gambar 15 menunjukkan instalasi *push button* dengan arduino mega 2560.



Gambar 15 Instalasi *push button* dengan arduino mega 2560

- m. Memasang Catu Daya (*Power Supply*) dengan Arduino Mega 2560

Gambar 16 menunjukkan instalasi catu daya (*power supply*) dengan arduino mega 2560.



Gambar 16. Instalasi catu daya

3. Proses Pengujian

a. Pengujian Alat

Metode pengujian alat dikategorikan menjadi 4 macam yaitu:

1. Pengujian dengan alat dengan beban.

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan sistem monitoring kapasitas baterai dengan beban lampu 12 VDC dan BLDC 350 Watt.

2. Pengujian tanpa alat dengan beban.

Pengujian ini dengan menggunakan *clamp meter* sebagai alat ukur pembanding dengan beban lampu 12 VDC dan BLDC 350 Watt.

3. Pengujian dengan alat tanpa beban.

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan sistem *monitoring* kapasitas baterai tanpa menggunakan beban, variabel

yang digunakan yaitu tegangan pada 1 baterai dan 4 baterai.

4. Pengujian tanpa alat tanpa beban.

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan *clamp* meter sebagai alat ukur pembanding tanpa menggunakan beban, variabel yang digunakan yaitu tegangan pada 1 baterai dan 4 baterai.

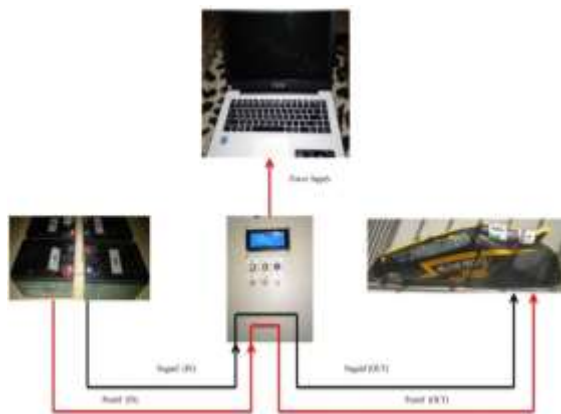
b. Pengujian Konsumsi Energi Listrik

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui energi listrik yang digunakan pada lampu 12 VDC dan BLDC 350 Watt, variabel yang digunakan yaitu lama waktu pemakaian (detik) pengambilan data setiap 100 detik.

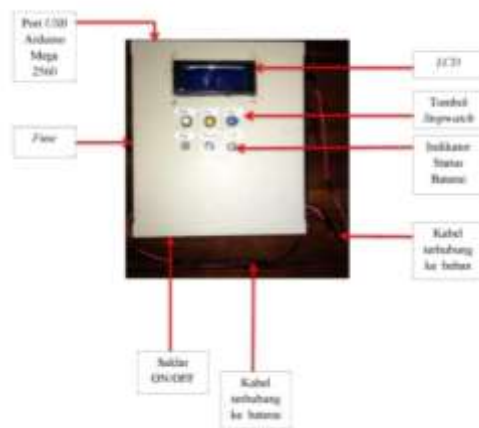
c. Pengujian Kapasitas Baterai

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui waktu pemakaian yang digunakan ketika baterai dalam keadaan *low* led merah menyala dan *buzzer* menyala, yaitu pada nilai tegangan baterai 32-36,99 VDC, keadaan *medium* led kuning menyala, yaitu pada nilai tegangan baterai 37-44,99 VDC, dan keadaan *high* led biru menyala, yaitu pada nilai tegangan baterai 45-55 VDC.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 17. Skema sistem *monitoring* kapasitas baterai



Gambar 18. Bagian sistem *monitoring* kapasitas baterai

Setelah selesai melewati beberapa tahapan pengerjaan yang meliputi pengerjaan perangkat lunak (*software*) dan pengerjaan keras (*hardware*). Maka tercipta suatu alat yaitu sistem *monitoring* kapasitas baterai pada mobil listrik. Gambar 17 menunjukkan skema sistem *monitoring* kapasitas baterai. Gambar 18 menunjukkan bagian sistem *monitoring* kapasitas baterai.

Hasil Pengujian Alat

1. Hasil pengujian dengan alat dengan beban

Hasil pengujian sistem *monitoring* kapasitas baterai menggunakan beban lampu 12 VDC dan BLDC 350 Watt. Tabel 1 menunjukkan hubungan tegangan dan arus pada beban lampu 12 VDC dan BLDC 350 Watt.

Tabel 1. Hubungan tegangan dan arus pada beban (Lampu 12 VDC dan BLDC 350 Watt)

No	Lampu 12 VDC		BLDC 350 Watt	
	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
1.	12.61	0.27	50.01	0.27
2.	12.61	0.27	50.01	0.27
3.	12.61	0.27	50.01	0.27
4.	12.61	0.27	50.01	0.27
5.	12.61	0.27	50.01	0.27
6.	12.61	0.27	50.01	0.27
7.	12.61	0.27	50.01	0.27
Rata-rata	12.61	0.27	50.01	0.27

- Hasil pengujian tanpa alat dengan beban

Hasil pengujian menggunakan *clamp* meter dengan beban lampu 12 Volt dan BLDC 350 Watt. Tabel 2 menunjukkan hubungan tegangan dan arus beban lampu 12 Volt dan BLDC 350 Watt.

Tabel 2. Hubungan tegangan dan arus pada beban (Lampu 12 VDC dan BLDC 350 Watt)

No	Lampu 12 VDC		BLDC 350 Watt	
	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
1.	12.60	0.20	50.00	0.20
2.	12.60	0.20	50.00	0.20
3.	12.60	0.20	50.00	0.20
4.	12.60	0.20	50.00	0.20
5.	12.60	0.20	50.00	0.20
6.	12.60	0.20	50.00	0.20
7.	12.60	0.20	50.00	0.20
Rata-rata	12.60	0.20	50.00	0.20

- Hasil pengujian dengan alat tanpa beban

Hasil pengujian menggunakan sistem *monitoring* kapasitas baterai tanpa menggunakan beban. Tabel 3 menunjukkan hubungan tegangan pada 1 baterai (12 Volt 12 Ah) dan 4 baterai (@12 Volt 12 Ah).

Tabel 3. Hubungan tegangan pada 1 baterai dan 4 baterai

No	Tegangan (Volt)	
	1 Baterai (12 Volt 12 Ah)	4 Baterai (@12 Volt 12 Ah)
1.	12.61	50.01
2.	12.61	50.01
3.	12.61	50.01
4.	12.61	50.01
5.	12.61	50.01
6.	12.61	50.01
7.	12.61	50.01
Rata-rata	12.61	50.01

- Hasil pengujian tanpa alat tanpa beban

Hasil pengujian menggunakan *clamp* meter tanpa menggunakan beban. Tabel 4 menunjukkan hubungan tegangan pada 1 baterai (12 Volt 12 Ah) dan 4 baterai (@12 Volt 12 Ah).

Tabel 4. Hubungan tegangan pada 1 baterai dan 4 baterai

No	Tegangan (Volt)	
	1 Baterai (12 Volt 12 Ah)	4 Baterai (@12 Volt 12 Ah)
1.	12.60	50.00
2.	12.60	50.00
3.	12.60	50.00
4.	12.60	50.00
5.	12.60	50.00
6.	12.60	50.00
7.	12.60	50.00
Rata-rata	12.60	50.00

Hasil Pengujian Konsumsi Energi Listrik

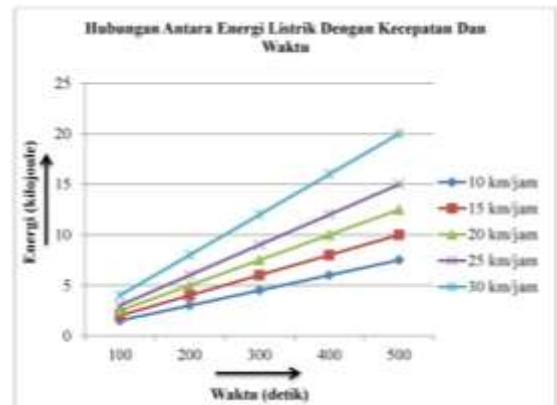
- Hasil pengujian konsumsi energi listrik dengan beban (Lampu 12 VDC)
Gambar 19 menunjukkan grafik hubungan antara energi dengan waktu pada beban (Lampu 12 VDC).



Gambar 19. Grafik energi dan waktu beban

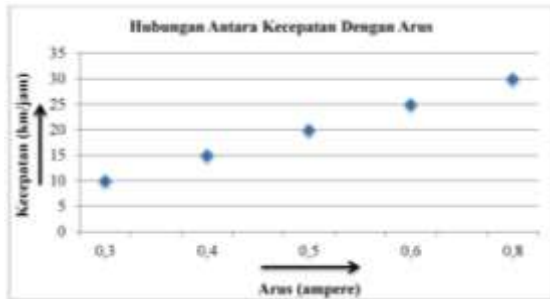
- Hasil pengujian konsumsi energi listrik dengan beban (BLDC 350 Watt)

Gambar 20 menunjukkan grafik hubungan antara energi listrik (kilo joule) dengan variabel waktu (t) dan kecepatan (km/jam) pada beban (BLDC 350 Watt).



Gambar 20. Grafik energi dengan variabel waktu dan kecepatan

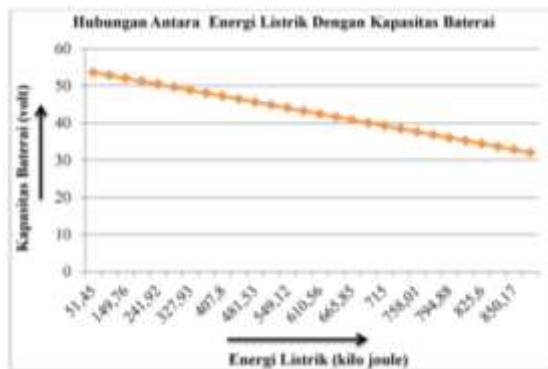
Gambar 21 menunjukkan grafik antara kecepatan dengan arus pada beban (BLDC 350 Watt).



Gambar 21. Grafik kecepatan dengan arus pada beban (BLDC 350 Watt)

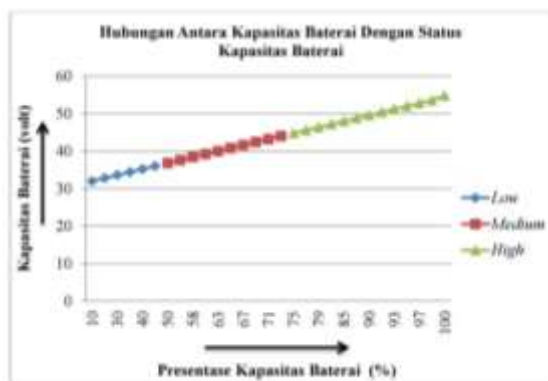
Hasil Pengujian Kapasitas Baterai

Gambar 22 menunjukkan grafik hubungan antara kapasitas baterai dengan presentase kapasitas baterai.



Gambar 22. Grafik kapasistas baterai dan presentase kapasitas baterai

Gambar 23 menunjukkan grafik hubungan antara kapasitas baterai dengan status kapasitas baterai.



Gambar 23. Grafik kapasitas baterai dan status kapasitas baterai

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil Laporan Akhir dengan judul “Sistem Monitoring Kapasitas Baterai pada Mobil Listrik” maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem monitoring kapasitas baterai dapat digunakan sebagai komponen tambahan pada kendaraan, khususnya kendaraan listrik. Penerapan sistem monitoring kapasitas baterai tidak mempengaruhi kinerja dari kendaraan tersebut.
2. Semua sensor dan komponen elektronik pada sistem monitoring kapasitas baterai dapat berjalan dengan baik.
3. Kapasitas baterai dipengaruhi oleh energi listrik (kilo joule), kecepatan (km/jam) pada beban (BLDC 350 Watt), dan waktu pemakaian. Nilai tegangan baterai 55-45 VDC berada dalam level high, nilai tegangan baterai 44,99-37 VDC berada dalam level medium, dan nilai tegangan baterai 36,99-32 VDC berada dalam level low.

DAFTAR PUSTAKA

Abdulloh, H., Fanriadho, M., Pramono, W. B., Amrullah, Y. A., & Albab, U.(2018). *Rancang Bangun Battery Management System*, 128-137.

Ashari, M. A. H., Rusdinar, A., & Pangaribuan, P. 2018. *Electric Car Monitoring System And Battery Mangement*, 5 (3), 4243-4248.

B.G. Pollet, I. Staffell, J.L. Shang. 2012. *Current Status of Hybrid, Battery and Fuel Cell Electric Vehicles, Electrochemistry to market projects, Electrochim.*

BU-403:Charging Lead Acid. <https://batteryuniversity.com/learn/article/charging> the lead acid battery. (25 Juli 2019).

- Buntarto. 2015. *Sistem Kelistrikan Pada Mobil*. Yogyakarta: PT. Pustaka Baru.
- Daryanto. 2014. *Konsep Dasar Teknik Elektronika Kelistrikan*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Deep Cycle Battery Voltage & State of Charge*. 2018. <https://www.energymatters.com.au/component/battery-voltage-discharge/>. (10 Juli 2019).
- Hidayah, A.C., Sudarti, & Je-arong, R. 2017. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika*, 2 (September), 1-6.
- How bad is it to undervoltage a 12 volt lead acid battery*. <https://electronics.stackexchange.com/question/177032/how-bad-is-it-to-undervoltage-a-12volt-lead-acid-battery>. (10 Juni 2019)
- Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. 2018. *Industri Bahan Baku Baterai Kendaraan Listrik Terpanjang di Morowali*. <https://www.kemenprin.go.id/artikel/Industri-Bahan-Bakar-Baterai-Kendaraan-Listrik-Terpanjang-di-Morowali>. (01 April 2019).
- Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. 2018. *Akselerasi Produksi Listrik Perlu Ditopang Kesiapan Teknologi*. <http://www.kemprin.go.id/artikel/19283/Akselerasi-Produksi-Mobil-Listrik-Perlu-Ditopang-Kesiapan-Teknologi>. (01 April 2019).
- Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. 2019. *Produsen Otomotif Nasional Terapkan Sistem Industry*. <https://www.kemenprin.go.id/artikel/18487/Produsen-Otomotif-Nasional-Terapkan-Sistem-Industry-4.0>. (29 Maret 2019).
- Kristanto, Philip. 2015. *Sistem Kelistrikan Otomotif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lead Acid Battery: Construction, working, charging*. <http://electricalacademia.com/batteries/lead-acid-battery-construction-working-charging/>. (10 Juli 2019).
- Lund Instrument Engineering, inc [US]. *Lead Acid Battery Charging basics and Chargers*. <https://www.powersteam.com/SLA.htm>. (10 Juli 2019).
- Putra, B. S., Rusdinar A., Kurniawan, E., Elektro, F.T., Telkom, U., Telekomunikasi, J., & Listrik, M. (2015). *Desain Dan Implementasi Sistem Monitoring Dan Manajemen Battery Mobil Listrik*, 1909-1916.
- Saputro, Adi, Sigit Joko Purnomo & A. Noor Setyo, HD. 2018. *Rancang Bangun Pengendali Tegangan Baterai Pada Mobil Listrik*. Jurnal Ridtem. Universitas Tidar.
- VRLA GEL Battery 6 DZM 12V 12 Ah. <https://www.caranda.ro/wp-content/uploads/2015/07/6-DZM-12-12V-12Ah.pdf>. (08 Agustus 2019)