

SKRIPSI

**ANALISA KINERJA BATERAI  
LITHIUM-ION 72V 30AH MENGGUNAKAN  
BEBAN TIRUAN WATER RHEOSTAT**



**POLITEKNIK NEGERI BALI**

Oleh :

**Adam Aabid Indranata**

NIM. 1815344043

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
POLITEKNIK NEGERI BALI  
2022**

# LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

## ANALISA KINERJA BATERAI LITHIUM-ION 72V 30AH MENGGUNAKAN BEBAN TIRUAN WATER RHEOSTAT

*Oleh :*

Adam Aabid Indranata

NIM. 1815344043

Skripsi ini telah Melalui Bimbingan dan Pengujian Hasil, disetujui untuk diujikan  
pada Ujian Skripsi


di

Program Studi D4 Teknik Otomasi  
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 24 September 2022

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing 1:



DR.Ir. I Wayan Jondra, M.Si.  
NIP. 196807061994031003

Dosen Pembimbing 2:



Lalu Febrian Wiranata, S.Si., MT  
NIP. 198902222019031013

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**ANALISA KINERJA BATERAI  
LITHIUM-ION 72V 30AH MENGGUNAKAN BEBAN  
TIRUAN WATER RHEOSTAT**

*Oleh :*

Adam Aabid Indranata  
NIM. 1815344043

Skripsi ini sudah Melalui Ujian Skripsi pada tanggal 6 Oktober 2022, dan Sudah  
Dilakukan Perbaikan untuk Kemudian Disahkan sebagai Skripsi  
di  
Program Studi D4 Teknik Otomasi  
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 15 Maret 2023

Disetujui Oleh :

Tim Penguji :

1. I Gst. Pt. Mastawan Eka Putra, ST., MT.  
NIP. 197801112002121003

2. I Ketut Darminta, SST., MT.  
NIP. 197112241994121001

Desen Pembimbing :

1. Dr. Ir. I Wayan Jondra, M.Si.  
NIP. 196807061994031003

2. Lala Febrina Wiranata, S.Si., MT.  
NIP. 199903122019031013

Diketahui Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. I Wayan Raka Ardana, MT.  
NIP. 196705021993031005

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa Skripsi dengan judul:

***ANALISA KINERJA BATERAI LITHIUM-ION 72V 30AH MENGGUNAKAN BEBAN TIRUAN WATER RHEOSTAT***

adalah hasil karya saya sendiri.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah Skripsi ini tidak terdapat karya orang lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar di suatu perguruan tinggi, dan atau sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah Skripsi ini, dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila saya melakukan hal tersebut di atas, dengan ini saya menyatakan menarik Skripsi yang saya ajukan sebagai hasil karya saya.

Bukit Jimbaran, 2023

Yang menyatakan



Adam Aabid Indranata

NIM. 1815344043

## ABSTRAK

Energi listrik disimpan dalam baterai yang mampu menampung tenaga listrik. Terdapat beberapa jenis baterai yang biasa digunakan, salah satunya Lithium-ion. Semakin bagus kualitas baterai semakin bagus juga kinerja dari suatu kendaraan listrik. Untuk menguji kinerja baterai dilakukan pengujian pembebanan yang bertujuan untuk mengetahui kinerja baterai tersebut. Pengujian baterai dapat dilakukan dengan menggunakan beban tiruan yakni *water reostart*. Penggunaan *water rheostart* digunakan karena dapat mengatur beban sesuai yang diinginkan dengan merubah banyaknya volume cairan elektrolit. Penelitian ini dilakukan guna mengetahui kinerja dari suatu baterai kendaraan listrik. Data yang didapat berupa tegangan, arus, dan daya, dan energi. Pengukuran menggunakan PZEM-017 yang dirangkai dengan ESP8266 sebagai mikrokontroler dan dikirimkan dengan internet menuju aplikasi Blynk dan Google Spreadsheet. Penelitian pengujian baterai ini telah berhasil dilakukan dengan serangkaian pengujian pada baterai kendaraan listrik. Pengukuran menggunakan modul PZEM-017 dan hasil ditampilkan pada layar OLED. Data juga dapat dimonitoring melalui Google Spreadsheet dan aplikasi Blynk. Pemilihan jenis cairan elektrolit juga sangat berpengaruh terhadap beban yang digunakan. Dari data yang diambil rata-rata *error* tergolong kecil yaitu untuk pengukuran tegangan 0.032% dengan akurasi sebesar 99.968% dan *error* pengukuran arus 0.281% dengan akurasi sebesar 99.72%

Kata Kunci : Kendaraan Listrik, Baterai, Lithium-Ion, *Water Rheostat*

## ABSTRACT

*Electrical energy is stored in batteries that can accommodate electric power. There are several types of batteries that are commonly used, one of which is Lithium-ion. The better the quality of the battery, the better the performance of an electric vehicle. To test the performance of the battery, loading testing is carried out which aims to determine the performance of the battery. Battery testing can be done using an artificial load, namely a water rheostat. The use of water rheostat is used because it can adjust the load as desired by changing the volume of electrolyte fluid. This research was conducted to determine the performance of an electric vehicle battery. The data obtained in the form of voltage, current, and power, and energy. Measurements using PZEM-017 coupled with ESP8266 as a microcontroller and sent over the internet to the Blynk and Google Spreadsheet applications. This battery testing research has been successfully carried out with a series of tests on electric vehicle batteries. Measurements use the PZEM-017 module and the results are displayed on the OLED screen. Data can also be monitored via Google Sheets and the Blynk app. The choice of the type of electrolyte fluid also greatly influences the load used. From the data taken the average error is relatively small, namely for voltage measurements 0.032% with an accuracy of 99.968% and a current measurement error of 0.281% with an accuracy of 99.72%*

*Keywords : Electric Vehicle, Battery, Lithium-Ion, Water Rheostat*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan kesempatan yang telah dilimpahkan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Adapun judul skripsi yang penulis ajukan adalah “Analisa Kinerja Baterai Lithium-Ion 72v 30Ah Menggunakan Beban Tiruan Water Rheostat”. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah Skripsi di Prodi D4 Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan, dan nasehat dari berbagai pihak selama penulisan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulisan menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ida Bagus Irawan Purnama, ST., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi D4 Teknik Otomasi Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak Dr. Ir. I Wayan Jondra, M.Si. selaku dosen pembimbing 1 atas segala bimbingan, arahan, serta saran yang diberikan penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Lalu Febrian Wiranata, S.Si., MT., selaku dosen pembimbing 2 atas segala bimbingan, arahan, serta saran yang diberikan penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Bapak dan Ibu dosen pengajar Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang tak ternilai selama penulis menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
6. Ayah Didik Srinoto dan Mama Indirawati sebagai orang tua penulis yang selalu memberi kasih sayang, doa, nasehat, serta atas kesabarannya yang luar biasa dalam setiap langkah hidup penulis, yang merupakan anugerah terbesar dalam hidup.
7. Kakak penulis tercinta, Nadine Cindy Karisanata, terimakasih atas doa dan segala dukungan.
8. Kevin, Giant, dan Anam yang selalu memberikan dukungan, bantuan, dan motivasi agar penulis dapat menyelesaikan skripsi tepat waktu
9. Rekan – rekan mahasiswa dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu- persatu, yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, karena itu segala kritik dan saran yang membangun akan menyempurnakan penulisan skripsi ini serta bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Denpasar, 22 September 2022

Penulis,

Adam Aabid Indranata



# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	2
1.5. Manfaat penelitian.....	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1. Penelitian Sebelumnya .....	4
2.2. Landasan Teori.....	5
2.2.1. Pengertian Baterai.....	5
2.2.2. Pengisian dan Pembuangan Muatan Baterai.....	6
2.2.3. Battery Management System (BMS).....	6
2.2.4. Sistem Monitoring .....	7
2.2.5. Kapasitas Baterai .....	7
2.2.6. PZEM-017 .....	8
2.2.7. Rumus Mencari Energy (kWh).....	9

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>10</b>
3.1. Metode Penelitian.....	10
3.2. Teknik Pengambilan Data .....	10
3.3. Rancangan system.....	11
3.4. Pengujian / Analisa hasil penelitian .....	14
3.5. Hasil yang diharapkan.....	15
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>16</b>
4.1 Hasil .....	16
4.2 Pembahasan.....	19
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>27</b>
5.1 Kesimpulan .....	27
5.2 Saran.....	27
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>28</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>30</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Battery Management System (BMS) .....	7
Gambar 2. Modul PZEM-017 .....	8
Gambar 3. Resistor Shunt .....	9
Gambar 4. Rumus Mencari Energy .....	9
Gambar 5. Rancangan Water Rheostat.....	12
Gambar 6. Blok Diagram.....	12
Gambar 7. Wiring Rangkaian BMS ke Baterai .....	13
Gambar 8. Baterai Lithium ion 3,7V 3A .....	13
Gambar 9. Rangkaian Keseluruhan Baterai.....	14
Gambar 10. Flowchart Pengujian Baterai Menggunakan Beban Water Rheostat .....	14
Gambar 11. Rangkaian Water Rheostat.....	16
Gambar 12. Rangkaian Water Rheostat Tampak depan .....	17
Gambar 13. Rangkaian Water Rheostat Tampak Belakang .....	17
Gambar 14. Proses Pengisian Cairan Elektrolit.....	18
Gambar 15. Tampilan Hasil Pada Layar Oled.....	18
Gambar 16. Tampilan pada aplikasi Blynk .....	19
Gambar 17. Rangkaian Alat Ukur Pengujian Baterai Dengan Water Reostat.....	24

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data Kapasitas Baterai.....	20
Tabel 2. Pengukuran Tegangan Per Seri.....	22
Tabel 3. Regenerasi Tegangan Pada 30 Detik Pertama .....	22
Tabel 4. Data Regenerasi Tegangan Mencapai 72V.....	23
Tabel 5. Pengujian menggunakan air minum kemasan Cleo.....	25
Tabel 6. Pengujian menggunakan air sumur bor .....	25
Tabel 7. Akurasi Tegangan PZEM-017 .....	26
Tabel 8. Akurasi Arus PZEM-017 .....	26

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar belakang

Saat ini masyarakat lebih sering menggunakan energi fosil sebagai bahan bakar kendaraan mereka. Namun penggunaan bahan bakar ini cenderung merugikan. Penggunaan energi fosil yang semakin tinggi menyebabkan kenaikan emisi gas rumah kaca sehingga iklim menjadi tidak stabil serta meningkatnya suhu bumi dan permukaan air laut [1]. Komposisi konsumsi energi nasional untuk BBM pada tahun 2015 mencapai 52,50%, berbanding terbalik dengan energi terbarukan yang hanya 0,2% [2]. Namun seiring berkembangnya teknologi ada banyak energi terbarukan yang dapat dikembangkan untuk mengurangi penggunaan energi fosil, salah satunya adalah energi listrik. Tenaga listrik ini dapat dimanfaatkan sebagai power atau sumber tenaga di bidang transportasi. Sarana transportasi listrik digunakan untuk pribadi maupun publik seperti ojek *online* yang sudah banyak menggunakan transportasi dengan energi listrik.

Transportasi listrik menggunakan baterai yang berfungsi untuk menyimpan energi listrik sebagai sumber energi. Terdapat banyak macam baterai, tapi yang umum digunakan di kendaraan listrik, yaitu: accu, lithium, dan lipo. Terdapat BMS (*Battery Management System*) di setiap baterai yang digunakan. BMS sendiri adalah rangkaian komponen elektronik dan terdapat chip yang bertugas mengatur segala hal soal baterai kendaraan listrik. Tidak hanya mengatur keluaran arus listrik menuju inverter dan motor listrik, tapi juga bertugas untuk menjaga umur baterai agar bisa bertahan lama[3]. Selain itu BMS digunakan sebagai solusi untuk menjaga agar sel tetap berada pada daerah aman operasinya (*safety operation area*) [4]. Semakin bagus kemampuan baterai maka menentukan kinerja dan efisiensi dari suatu kendaraan listrik [5].

Berdasarkan dari penelitian yang sudah ada maka dapat disimpulkan baterai merupakan salah satu faktor utama dalam kinerja motor listrik. Maka dari itu penulis melakukan penelitian pengujian baterai kendaraan listrik menggunakan beban tiruan *Water Rheostat*. Dengan dilakukannya penelitian ini, penulis dapat memonitoring, menganalisa dan melakukan pencegahan kerusakan pada baterai kendaraan listrik. Analisis dilakukan dari sisi kinerja baterai dalam proses pengisian dan discharge untuk menunjang kinerja kendaraan listrik. Dengan adanya penelitian ini penulis dapat mengembangkan strategi dalam merancang baterai yang tangguh dengan kinerja yang maksimal.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dimana pengujian dilakukan secara langsung untuk mendapatkan data yang diperlukan. Cara kerja untuk mendapat data yang ingin dicari adalah baterai sebagai sumber tegangan akan di sambungkan dengan beban tiruan yaitu *water rheostat*. Nantinya cairan elektrolit dalam *water rheostat* dapat diatur volumenya agar menghasilkan beban yang berbeda. Tujuannya adalah agar didapat data yang bervariasi untuk dianalisa sehingga mengetahui kinerja dari baterai tersebut. Hasil yang diterima berupa data tegangan, arus, temperature, energi. Data yang dihasilkan merupakan kondisi baterai saat melakukan pengujian. Hasil ini dapat dimonitoring melalui *Spreadsheet* atau pada aplikasi Blynk

### **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana kinerja baterai pada saat pengujian menggunakan beban tiruan *water rheostat*?
- b. Apakah alat ukur yang sesuai digunakan untuk melakukan pengujian baterai menggunakan beban tiruan *water rheostat*?
- c. Apakah cairan elektrolit yang digunakan berpengaruh terhadap pengujian kinerja baterai?
- d. Berapakah akurasi *error* pada pengukuran data saat pengujian baterai dilakukan?

### **1.3. Batasan Masalah**

Sesuai dengan penelitian yang dilakukan, maka penulis memberikan batasan masalah sebagai berikut:

- a. Menganalisa kinerja baterai jika menggunakan beban tiruan *water rheostat*.
- b. Pengambilan data dilakukan melalui prototype.
- c. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan baterai kendaraan listrik Lithium-Ion 72V 30AH

### **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dari penulisan dan penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk menguji kinerja suatu baterai kendaraan listrik menggunakan beban tiruan.
- b. Untuk dapat menganalisis kinerja baterai menggunakan beban tiruan *water rheostat*.

### **1.5. Manfaat penelitian**

Manfaat skripsi ini dibuat adalah sebagai berikut:

- a. Bagi penulis dapat mengaplikasikan teori dan pengalaman yang telah didapatkan selama perkuliahan.
- b. Bagi pembaca dapat menambah wawasan tentang perangkat yang bisa memonitoring dan mengantisipasi kerusakan baterai kendaraan listrik.
- c. Bagi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, khususnya pada program studi Teknik Otomasi Politeknik Negeri Bali, penelitian ini dapat menjadi referensi jika memiliki permasalahan yang sama.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. “Analisa Kinerja Baterai Lithium-Ion 72V 30Ah Menggunakan Beban Tiruan Water Rheostat” sudah berhasil dilakukan sesuai dengan yang telah dirancang sesuai fungsi untuk mengecek dan mengukur baterai kendaraan listrik dan bertujuan untuk mengetahui kapasitas suatu baterai kendaraan listrik. Hasil pengujian baterai dalam kondisi baik berupa uji kapasitas baterai dan serangkaian pengujian lainnya
2. Pengukuran menggunakan modul PZEM-017 dan shunt resistor untuk mengukur tegangan, arus, daya, dan energi baterai kendaraan listrik. Modul kemudian dirangkai dan diprogram dengan menggunakan ESP8266 sebagai microcontroller. Data yang didapat kemudian ditampilkan pada layar OLED serta dikirimkan melalui internet menuju aplikasi Blynk dan Google Spreadsheet yang bertujuan untuk memudahkan saat monitoring
3. Pemilihan cairan elektrolit sangat mempengaruhi beban tiruan. Menggunakan air keran sumur bor akan memberikan nilai output yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan air minum kemasan.
4. Dari data yang telah diambil menggunakan PZEM-017 dan Multimeter didapat rata-rata *error* pengukuran tegangan sebesar 0.032% dengan akurasi sebesar 99.968%. Untuk rata-rata *error* pengukuran arus sebesar 0.281% dengan akurasi sebesar 99.72%.

#### **5.2 Saran**

Dari pengujian yang dilakukan pada skripsi ini, terdapat beberapa hal yang harus ditingkatkan untuk skripsi selanjutnya, yaitu:

1. Menambahkan plat aluminium sebagai elektroda untuk menambah jumlah beban pada saat pengujian
2. Menambahkan sensor water flow pada saluran pembuangan saat sirkulasi cairan elektrolit agar diketahui volume air yang sudah terbuang
3. Mengembangkan system sirkulasi cairan elektrolit agar cairan bersirkulasi lebih baik.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. E. Setyono and B. F. T. Kiono, "Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050," *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 2, no. 3, pp. 154–162, 2021, doi: 10.14710/jebt.2021.11157.
- [2] I. Kholiq, "Pemanfaatan Energi Alternatif Sebagai Energi Terbarukan Untuk Mendukung Substitusi BBM," *Curr. Opin. Environ. Sustain.*, vol. 4, no. 1, p. i, 2012, doi: 10.1016/s1877-3435(12)00021-8.
- [3] R. S. Tiara Dewi, Muhammad Amir Masruhim, "Desain Dan Implementasi Untuk Monitoring Dan Manajemen Energi Pada Charging Station Kendaraan Listrik Berbasis Can Bus," *Lab. Penelit. dan Pengemb. FARMAKA Trop. Fak. Farm. Univ. Muallawarman, Samarinda, Kalimantan Timur*, no. April, pp. 5–24, 2016.
- [4] A. Siallagan, "Rancang Bangun BMS (Battery Management System) Untuk Baterai Lithium Iron Phosphate Type 26650 Berbasis Mikrokontroler Atmega 328," *J. Pembang. Wil. Kota*, vol. 1, no. 3, pp. 82–91, 2021.
- [5] R. Lu, A. Yang, Y. Xue, L. Xu, and C. Zhu, "Analysis of the key factors affecting the energy efficiency of batteries in electric vehicle," *EVS 2010 - Sustain. Mobil. Revolut. 25th World Batter. Hybrid Fuel Cell Electr. Veh. Symp. Exhib.*, vol. 4, no. 2, pp. 9–13, 2010.
- [6] Bakhtiar and Tadjuddin, "Pengaruh Battery Management System (BMS) Pada Pengisian Baterai Lithium Sistem PLTS," *Pros. 5th Semin. Nas. Penelit. Pengabd. Kpd. Masy. 2021*, pp. 3–7, 2021.
- [7] I. W. Jondra and I. N. Sugiarta, "Perencanaan Konversi Sepeda Motor Bakar Menjadi Sepeda Motor Listrik," *Pros. Semin. Nas. ...*, pp. 448–456, 2021, [Online]. Available: <https://proceeding.isas.or.id/index.php/sentriinov/article/view/998%0Ahttps://proceeding.isas.or.id/index.php/sentriinov/article/download/998/355>
- [8] A. Satriady, W. Alamsyah, H. I. Saad, and S. Hidayat, "Pengujian Pengaruh Luas Elektroda Terhadap Karakteristik Baterai LiFePO<sub>4</sub>," *J. Mater. dan Energi Indones.*, vol. 6, no. 02, pp. 43–48, 2016, [Online]. Available: <https://jurnal.unpad.ac.id/jmei/article/view/10959>

- [9] F. Mezei, *Handbook Of Batteries*, 3rd Editio. New York: McGraw-Hill Handbook, 2011. doi: 10.1002/9780470933886.ch1.
- [10] M. Thowil Afif and I. Ayu Putri Pratiwi, “Analisis Perbandingan Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid dan Nickel-Metal Hydride pada Penggunaan Mobil Listrik - Review,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 95–99, 2015, doi: 10.21776/ub.jrm.2015.006.02.1.
- [11] M. Zulkarnae, “Pra Rancangan Battery Sekunder Skala Pilot 30 kg/batch,” vol. lim, no. 2009, pp. 1–25, 2002, [Online]. Available: repository.iti.ac.id/jspui/bitstream
- [12] F. A. Perdana, “Baterai Lithium,” *INKUIRI J. Pendidik. IPA*, vol. 9, no. 2, p. 113, 2021, doi: 10.20961/inkuiri.v9i2.50082.
- [13] A. W. Aditya, “Rancang Bangun Battery Monitoring System ( BMS ) berbasis LabVIEW,” vol. 9, no. 1, pp. 1–6, 2021.
- [14] A. D. Pangestu, F. Ardianto, and B. Alfaresi, “Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266,” *J. Ampere*, vol. 4, no. 1, p. 187, 2019, doi: 10.31851/ampere.v4i1.2745.
- [15] I. W. Jondra, “Usulan penelitian institusi pengujian kinerja baterai litium polimer dengan smart BMS untuk sepeda motor listrik,” no. 0006076810, 2022.
- [16] I. Susanti, C. R. dan Anton Firmansyah, and C. R. dan Anton Firmansyah Politeknik Negeri Sriwijaya, “Analisa Penentuan Kapasitas Baterai Dan Pengisiannya Pada Mobil Listrik,” *Elektra*, vol. 4, no. 2, pp. 29–37, 2019.
- [17] A. M. 'Aafi, J. Jamaaluddin, and I. Anshory, “Implementasi Sensor Pzem-017 Untuk Monitoring Arus, Tegangan Dan Daya Pada Instalasi Panel Surya Dengan Sistem Data Logger Menggunakan Google Spreadsheet Dan Smartphone,” *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro, Sist. Informasi, dan Tek. Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 191–196, 2022.
- [18] Yusuf, “Teknik Pengumpulan Data Metode Kualitatif,” *Tek. Pengumpulan Data*, vol. 4, no. 1, pp. 56–79, 1990.
- [19] P. Putra, A. Joewono, R. Sitepu, L. Agustine, and W. Andyardja, “Alat pemantau dan pengendali sistem penyimpanan energi pada solar panel,” *Widya Tek.*, vol. 17, no. 1, pp. 25–31, 2017.
- [20] Suryana, “Metodologi Penelitian : Metodologi Penelitian Model Praktis Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif,” *Univ. Pendidik. Indones.*, pp. 1–243, 2012, doi: 10.1007/s13398-014-0173-7.2.