

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN BATERAI KARBON MENGGUNAKAN
MODIFIKASI KATODA DAN ANODA MATERIAL LITHIUM
BERTEGANGAN 12 V DENGAN KAPASITAS MUATAN 40AH**



**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Program
Strata-1 Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Universitas Muhammadiyah Palembang

Disusun Oleh :

Try Dhatul Ramadhani

132019112

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**

202

SKRIPSI

RANCANG BANGUN BATERAI KARBON MENGGUNAKAN MODIFIKASI
KATODA DAN ANODA MATERIAL LITHIUM BERTEGANGAN 12 V
DENGAN KAPASITAS MUATAN 40AH



Merupakan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
07 Agustus 2023

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
TRY DHATUL RAMADHANI
132019112
Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Handwritten signature of Rika Noverianty in black ink.

Rika Noverianty, S.T., M.T
NIDN:0214117504

Pembimbing 2

Handwritten signature of Dr. Ir. Cekmas Cekdin in black ink.

Dr. Ir. Cekmas Cekdin, M.T
NIDN: 010046301

Menyetujui
Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Ir. Khusnul Anwar Roni, S.T., M.T., IPM., ASEAN.Eng
NIDN:0227977004

Penguji 1

Handwritten signature of Ir. Zulkiffli Saleh in black ink.

Ir. Zulkiffli Saleh, M.Eng
NIDN:0212056402

Penguji 2

Handwritten signature of Yosi Apriani in black ink.

Yosi Apriani, S.T., M. T
NIDN : 0213048201

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro



Feby Ardianto, S.T., M.Cs
NIDN:0207038101

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

**“Barang siapa keluar untuk mencari sebuah ilmu, maka ia akan berada di jalan Allah hingga ia kembali.”
(HR Tirmidzi)**

***“Keep your eyes on the stars and your feet on the ground.”
(Theodore Rosevelt)***

Skripsi ini kupersembhakan kepada ;

⇒ Kedua orang tuaku

⇒ Saudara-saudara kandungku

⇒ Duden Pembimbingku

⇒ Almamater tercinta

⇒ Sahabat seperjuangan

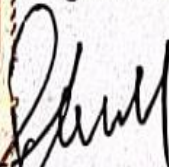
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah di ajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi. Sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau di terbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis di acu dalam naskah ini dan di sebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, September 2023

Yang membuat pernyataan,




Fry Dhatul Ramadhani

132019112

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunianya jualah penulis dapat menyelesaikan skirpsi ini dengan judul **RANCANG BANGUN BATERAI KARBON MENGGUNAKAN MODIFIKASI KATODA DAN ANODA MATERIAL LITHIUM BERTEGANGAN 12 V DENGAN KAPASITAS MUATAN 40AH** yang disusun guna untuk syarat mendapat gelar sarjana pada program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada,

- Ibu Rika Noverianty,ST.,MT selaku pembimbing I
- Bapak Dr.Ir.Cekmas Cekdin,M.T selaku pembimbing II
- Kedua orang tua saya yang selalu mendukung dan mensupport saya

Dan tak terlupakan pula penulis mengucapkan terimakasih kepada,

1. Bapak Dr. Abid Djazuli,S.E.,M.M, Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Kiagus Ahmad Roni,S.T,M.T.,IPM.,ASEAN.Eng, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Feby Ardianto,S.T,MCs, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T, Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang
5. Bapak dan Ibu staf Dosen pada program studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang

6. Bapak dan Ibu staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
7. Rekan-rekan Mahasiswa program studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang
8. Teman-teman seperjuangan saya dalam pembuatan alat untuk skripsi.
9. Teman-teman kosan saya yang selalu membantu saya
10. Dan Keluarga besar saya yang berada di Jambi , Kota Jambi

Yang telah banyak membantu dan mensupport penulis baik secara moril maupun material dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga amal baik yang telah diberikan mereka dapat balasan oleh Allah SWT. Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangannya dan oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran kepada pembaca skripsi ini agar bisa lebih baik lagi untuk kedepannya. Semoga dengan adanya skripsi yang telah penulis buat ini, bisa bermanfaat untuk kita semua terutama bagi penulis sendiri serta bagi rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, 07 Agustus 2023

Penulis,

(Try Dhatul Ramadhani)

132019112

ABSTRAK

Proses rancang bangun akumulator baterai karbon lithium yang bertegangan $12 V_{dc}$ dengan muatan listrik $_{Max} 40 Ah$ dirancang dari 8 buah baterai lifePo4 3,2 V dengan kapasitas muatan listrik 6 Ah yang terhubung secara seri dan Paralel untuk digunakan sebagai sumber energi listrik inverter dalam mengaktifkan beban lampu LED mulai dari daya max 80 W – 480 W. Proses pengujian pada lampu LED pada inverter tersebut metode penelitiannya menganalisis arus input dan output terhadap pemakaian inverter dengan beban variasi yang di uji secara bergantian. Tujuan dari rancang bangun akumulator baterai karbon lithium tersebut yaitu meneliti kemampuan sumber energi listriknya apabila digunakan pada inverter sehingga arus dan tegangan akumulator baterai lithium tersebut dapat diubah menjadi arus bolak-balik bertegangan max $220 V_{ac}$ dengan frekuensi 50 Hz. Keandalan pemakaian akumulator baterai lithium ini pun dapat dilihat dari proses pengujian dan pengukuran arus tegangan input maupun output terhadap beban kerja yang terpasang sehingga η inverter dapat dikatakan handal dan mempunyai kapasitas pemakaian yang terbaik

Kata Kunci : Akumulator, baterai karbon, lithium lifePo4, Seri, paralel, Inverter, dan Beban

ABSTRACT

The design process of a 12 V_{dc} lithium carbon battery accumulator with a Max 40 Ah electric charge is designed from 8 3.2 V lifePo4 batteries with a 6 Ah electric charge capacity connected in series and parallel to be used as a source of inverter electrical energy to activate light loads. LEDs start from a max power of 80 W – 480 W. The testing process for LED lights on inverters is the research method of analyzing input and output currents for using inverters with varying loads which are tested alternately. The purpose of the design of the lithium carbon battery accumulator is to examine the ability of its source of electrical energy when used in an inverter so that the current and voltage of the lithium battery accumulator can be converted into alternating current with a max voltage of 220 V_{ac} with a frequency of 50 Hz. The reliability of using this lithium battery accumulator can also be seen from the process of testing and measuring the input and output voltage currents against the installed workload so that the η inverter can be said to be reliable and has the best usage capacity

Keywords: *lifePo4 lithium, carbon battery, accumulator, series, parallel, inverter, and load*

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Baterai Kering	5
2.1.1. Bahan-Bahan Kimia Baterai Kering	7
2.1.2. Proses elektrolisis baterai kering.....	10
2.1.3. Penggunaan baterai kering Pada inverter	14
2.2. Material Katoda – Anoda Lithium	15
2.2.1. Prinsip kerja Baterai lithium	18
2.2.2. Bahan Bahan Campuran Baterai Lithium	21
2.2.3. Proses Elektrolisis baterai lithium.....	25
2.3. Baterai LifePO4.....	26
2.4. Baterai Jenis 18650	30
2.5. Baterai 32650	32
2.6. <i>Battery Management System</i> (BMS)	33
2.7. Persamaan Rumus Perhitungan Daya arus	37
BAB 3 METODE PENELITIAN	47

3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	47
3.2	Diagram Flowchart Penelitian	47
3.3	Diagram Blok Rangkaian Baterai Carbon Lithium	49
3.3.1.	Prinsip Kerja Blok Rangkaian Baterai Karbon Lithium	50
3.4	Alat Dan Bahan Kerja	50
3.5	Proses Perakitan baterai carbon lithium	51
3.6	Proses Pengujian Baterai Karbon Lithium	52
3.6.1	Langkah Pengukuran Arus dan Tegangan Listrik Pada Penggunaan Baterai Karbon Lithium	53
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		54
4.1.	Data Baterai Karbon Lithium	54
4.2.	Data Sumber Energi Listrik Baterai Carbon Lithium	55
4.3.	Data Inverter	55
4.4.	Data Beban	56
4.5.	Data Hasil Pengukuran	56
4.6.	Analisa Perhitungan Tabel	57
4.7.	Data Hasil Perhitungan	58
4.8.	Analisa Pembahasan	59
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		61
5.1	Kesimpulan	61
5.2	Saran	61
DAFTAR PUSTAKA		61
LAMPIRAN		65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Simbol rangkaian baterai.....	5
Gambar 2. 2 Baterai karbon seng.....	6
Gambar 2. 3 Komponen-komponen pada baterai	7
Gambar 2. 4 Struktur baterai kering.....	8
Gambar 2. 5 Baterai kering karbon.....	9
Gambar 2. 6 Reaksi yang terjadi pada baterai.....	10
Gambar 2. 7 Baterai sel kering.....	13
Gambar 2. 8 Pengisian Inverter.....	14
Gambar 2. 9 Prinsip operasi baterai ion lithium C/LiCoO ₂	17
Gambar 2. 10 Bagian baterai Lithium-ion	18
Gambar 2. 11 Prinsip kerja Baterai lithium Sumber	19
Gambar 2. 12 Struktur baterai lithium	20
Gambar 2. 13 Diagram skema sel Li-ion lilitan spiral silinder	23
Gambar 2. 14 Ketika elektron bergerak di luar baterai, ion lithium bergerak di dalamnya untuk menjaga keseimbangan listrik	26
Gambar 2. 15 Koneksi Seri baterai LiFePo ₄ Sumber	28
Gambar 2. 16 Koneksi Paralel Baterai LiFePo ₄	29
Gambar 2. 17 hubungan baterai lifepo ₄ dihubungkan seri dan parallel	29
Gambar 2. 18 Baterai 18650	30
Gambar 2. 19 Baterai 32650	33
Gambar 2. 20 Diagram Blok BMS Kendaraan Listrik.....	34
Gambar 2. 21 Rangkaian sederhana BMS Sumber.....	37
Gambar 2. 22 Gelombang Arus, Tegangan, dan Daya Listrik AC	40
Gambar 2. 23 Ilustrasi Daya Reaktif.....	41
Gambar 2. 24 Capacitor Bank Jaringan Listrik.....	43
Gambar 2. 25 Contoh Rangkaian Pengkompensasi Beban AC Jaringan.....	44
Gambar 2. 26 Nilai Tegangan RMS pada Grafik Sinusoidal Tegangan Listrik AC	45
Gambar 2. 27 Segitiga Daya	46
Gambar 3. 1 Lokasi Perakitan dan Pengukuran Alat	47
Gambar 3. 2 Diagram flowchart Penelitian.....	48
Gambar 3. 3 Diagram blok rangkaian baterai carbon lithium Sumber	49
Gambar 3. 4 Diagram proses pengukuran arus dan tegangan input dan output....	52
Gambar 4. 1 Grafik Perubahan Beban Terhadap Arus Output	59
Gambar 4. 2 Grafik Perubahan Beban Terhadap Arus Input	60

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat Kerja.....	51
Tabel 3.2 Bahan Kerja.....	51
Tabel 4. 1 Data Baterai Carbon Lithium.....	54
Tabel 4. 2 Data Akumulator Baterai Carbon Lithium	54
Tabel 4. 3 Data Sumber Energi Listrik Baterai Carbon Lithium	55
Tabel 4. 4 Data Inverter	55
Tabel 4. 5 Data Lampu LED	56
Tabel 4. 6 Data Hasil Pengukuran Sumber Energi Listrik Baterai Carbon Lithium	56
Tabel 4. 7 Data Hasil Perhitungan output dan input	57
Tabel 4. 8 Data Hasil Analisa Perhitungan	58

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Baterai (*Battery*) merupakan sebuah alat yang dapat merubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi Listrik yang kemudian akan digunakan oleh suatu perangkat elektronik. Hampir semua perangkat elektronik yang portabel seperti diantaranya Handphone, Laptop, Senter, juga Remote Control menggunakan baterai sebagai sumber listriknya. Dengan adanya baterai, kita tak perlu lagi menyambungkan kabel listrik serta mengaktifkan perangkat elektronik kita sehingga kemudian dapat dengan mudah dibawa kemana-mana. Dalam kehidupan sehari-hari, kita dapat menemui dua jenis baterai diantaranya adalah baterai yang hanya dapat dipakai sekali saja (*Single Use*) serta Baterai yang dapat di isi ulang (*Rechargeable*) (Sugeng, 2022).

Baterai yang biasa dijual (*disposable/sekali pakai*) ini mempunyai tegangan listrik 1,5 V baterai yang berbentuk tabung ataupun kotak. Ada juga yang kemudian dinamakan *rechargeable battery*, yaitu baterai yang kemudian dapat diisi ulang, seperti yang biasa terdapat pada telepon genggam. Baterai sekali pakai juga disebut dengan baterai primer, sementara baterai isi ulang disebut juga sebagai baterai sekunder. Selain menggerakkan mesin-mesin dan peratan elektronik lainnya, arus baterai dihasilkan oleh reaksi kimia antara bahan aktif pada pelat baterai dan asam sulfat yang terdapat dalam larutan elektrolit. Berlaku untuk penstabil tegangan bagi sistem serta bertindak sebagai akumulator atau penyimpanan energi setelah satu periode penggunaan, baterai akan mengalami penurunan dan pengosogan energi sehingga tidak lagi menghasilkan aliran arus. Baterai dapat diisi kembali dengan arus searah yang diberikan dalam arah yang berlawanan dengan arah arus yang

keluar dari baterai pada saat penggunaan. Dalam operasi yang normal, baterai selalu diisi oleh alternator (Muslih, 2021).

Baterai bekerja dengan dua cara yang berbeda namun berkesinambungan, yaitu prinsip pengisian dan pengosongan. Prinsip pengisian adalah mekanisme konversi energi listrik untuk disimpan ke dalam bentuk energi kimia. Dalam pengisian, baterai yang telah digunakan energi kimianya diisi ulang agar dapat kembali menghasilkan listrik. Prinsip pengosongan adalah mekanisme konversi energi kimia menjadi energi listrik. Pada pengosongan, energi kimia dipecah dengan cara elektrokimia menjadi energi listrik. Energi listrik dilepaskan ke perangkat elektronik, sedangkan energi kimia menjadi kosong atau habis (Heru, 2019).

Perangkat elektronik portabel merupakan perangkat elektronik yang dapat dibawa kemana-mana dan dapat digunakan tanpa harus terhubung dengan sumber listrik secara langsung. Perangkat portabel menggunakan media penyimpanan energi listrik sebagai sumber. Salah satu media penyimpanan energi listrik yang digunakan adalah baterai. Seiring dengan perkembangan teknologi penggunaan baterai saat ini digunakan sebagai sumber utama pada kendaraan listrik. Perangkat penyimpanan harus memiliki kemampuan yang baik agar energi listrik yang tersimpan dapat digunakan secara maksimal dan efisien (Otong, 2019).

Penggunaan baterai lithium-ion pada saat ini sangat marak dikalangan dunia elektronik. Baterai Lithium-ion biasa digunakan pada kendaraan listrik untuk menyimpan energi listrik Kendaraan listrik. pemerintahan juga akan melakukan terobosan pada kendaraan listrik. Pemerintah Indonesia menargetkan pada tahun 2020 akan membawa 13 juta kendaraan listrik dan pada tahun 2030 akan mencapai 100 juta (Thofiq, 2020).

Baterai karbon Lithium Merupakan Baterai yang menghasilkan sumber aliran listrik bertegangan $V_{out} = 12 V_{dc}$ dan kapasitas muatan listrik sebesar $Q = 40$ Ah. Baterai carbon dirancang dari dua material yaitu bahan aktif karbon serta

katoda material lithium yang bersirkulasi elektrolisis nya secara hybrid menggunakan bahan kimia yaitu natrium klorida (NaCl).

Sumber Energi listrik baterai ini juga dimanfaatkan untuk inverter dan penyimpanan muatan listrik dari pengisian *solar cell* dan konverter Selanjutnya baterai lithium dapat menyimpan muatan listrik dari proses pengisian arus kecil yang akan dihasilkan bermuatan listrik besar. Oleh sebab itu lah baterai carbon lithium tersebut sangat efisiensi penggunaanya untuk sumber energi listrik penggerak peralatan listrik rumah tangga dan industri.

Dari hasil penelitian-penelitian sebelumnya dan hasil literatur *review* yang telah peneliti lakukan, maka dibuat suatu penelitian dengan judul “ **RANCANG BANGUN BATERAI KARBON MENGGUNAKAN MODIFIKASI KATODA DAN ANODA MATERIAL LITHIUM BERTEGANGAN 12 V DENGAN KAPASITAN MUATAN LISTRIK 40 AH** ”

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu sistem peralatan penyimpanan energi yang menggunakan panel surya yang sumber energi listrik sebagai penggunaan energi listrik inverter yang bekerja secara kontiniu bertegangan $V_{out} = 12 V_{dc}$ dan berkapasitas muatan listrik $Q = 40 Ah$

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini yaitu :

- a. Membuat baterai dengan bahan kimia karbon aktif dan material lithium untuk menyimpan muatan listrik dari *Solar Cell* dan Konverter.
- b. Meneliti arus dan tegangan input serta output baterai tersebut disaat kosong dan penuh muatan listrik nya.
- c. Menghitung waktu pengisian dan pengosongan listrik baterai Ketika dibebani.
- d. Menghitung daya dan efisiensi dari proses data hasil pengujian baterai karbon lithium pada beban maksimum

1.4 Sistematika Penulisan

Uraian penyusunan skripsi ini terdiri dari beberapa bab yang isinya penulis susun antara lain yaitu.

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang mendukung penulisan skripsi, antara lain baterai karbon , dan baterai Lithium.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang tempat dan waktu, jadwal kegiatan, diagram flowchart diagram blok rangkaian, dan proses kerja pengujian.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab 4 ini merupakan tindak lanjut dari bab 3, dan inti pembahasan skripsi, yang dimana telah melakukan pengujian serta telah di dapatkan data-data dan analisa dari hasil pengujian pada baterai karbon lithium.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan hasil kesimpulan dan saran yang diperoleh selama pembahasan

DAFTAR PUSTAKA

- Sugeng, P. (2022). Rancang Bangun Mobile Battery Terproteksi Menggunakan Kapasitor Dan Sensor Suhu Berbasiskan Mikrokontroller. *Prosiding Seminar Nasional Energi, Kelistrikan, Teknik Dan Informatika*.
- Muslih, N. (2021). Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik. *Journal of Electrical Technology*.
- Heru, S. (2019). <https://elkimkor.com/2019/01/04/baterai-dan-jenisnya/>. Retrieved from <https://elkimkor.com>
- Otong, M. (2019). Perancangan Modular Baterai Lithium Ion (Li-Ion) untuk Beban Lampu LED. *Jurnal Ilmiah Setrum*, 260-273.
- Thofiq, P. C. (2020). Pengujian Karakteristik Baterai Lithium-Ion Dengan. *Jurnal Arus Elektro*, 82-86.
- Wempi, N. (2019). Rancang Bangun Solar Sel. *Jurnal Teknik Elektro Untan*.
- Heru, S. (2020). <https://elkimkor.com/2020/08/17/baterai-litium-ion/>. Retrieved from <https://elkimkor.com>.
- Silmi, N. U. (2022). Persamaan dan Perbedaan Baterai Kering dan baterai alami. *Dokumentasi web*.
- Bogi. (2020). *Jenis-Jenis Baterai Lithium Pada Kendaraan Listrik*. Retrieved from Electric Art- Bogipower.com.
- Causa, E. (2020). Bagaimana Baterai Sel Kering Menghasilkan Listrik?. Beginilah Kerjanya. *Widya Wiyata Pertama Anak-anak Tira Pustaka Jakarta*.
- Sandi, S. (2019). *sandielektronik*. Retrieved from <https://www.sandielektronik.com>:
<https://www.sandielektronik.com/2018/12/baterai-18650.html#:~:text=Namun%20baterai%2018650%20ini%20mampu,bank%2C%20dan%20lain%20lain>.
- Anisa, M. (2020). <https://www.greeners.co/ide-inovasi/limbah-kulit-jeruk-ubah-baterai-litium-ion-bekas-jadi-baru/>. Retrieved from <https://www.greeners.co/>.
- Ani, M. (2020). <https://www.merdeka.com/sumut/fungsi-inverter-pengertian-manfaat-dan-jenisnya-yang-perlu-diketahui-klh.html>. Retrieved from <https://www.merdeka.com/>.
- Nabella, A. K. (2020). Bagaimana Cara Kerja Baterai Lithium-ion? *Teknik Material dan Metalurgi*.

- Hudaya, C. (2012). <https://staff.blog.ui.ac.id/chairul.hudaya/2012/12/26/material-baterai-lithium-ion/>. Retrieved from <https://staff.blog.ui.ac.id/>.
- Masse, R. (2019). Bagaimana cara kerja baterai ion litium hidupkan ponsel kita? *The Conversation*.
- Deddy, E. P. (2021). Bergaul dengan baterai Litium-Ion. *majalah guru1000*.
- Fengky, A. P. (2020). Baterai Lithium. *Jurnal Pendidikan IPA*, 103-109.
- energi, C. C. (2020). *CV Cipta Karya energi*. Retrieved from <https://ciptakaryaenergi.co.id/>:
<https://ciptakaryaenergi.co.id/product/battery-lithium-lifepo4/#:~:text=Baterai%20LiFePO4%20bila%20dikombinasikan%20dengan,tidak%20memiliki%20akses%20ke%20listrik.>
- Samsurizal, S. (2022). Studi Masa Pakai Baterai Pada Panel Surya. *SENTER*, 06(02), 1–13.
- M Nurul, H. L. (2020). Rancang Bangun Battery Management System.
- Suprianto. (2015). Pengertian Daya Semu, Daya Nyata, dan Daya Reaktif. *Artikel-Teknologi.com*.
- Ibnu, H. (2020). Analisis Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank Di Plant 6 PT. Indocement Tunggal Prakasa Tbk. Unit Citeureup. *jurnal untirta*.
- Karthik, S. (2018). Power factor correction using capacitors & filters. *International Journal of Engineering & Technology* .
- BL. Theraja " Electrical Tecnologi" DL Deshpande 1961
- Blog, J. (2022). *Jellykom Blog*. Retrieved from <https://www.jellykom.com/>:
<https://www.jellykom.com/2022/01/menghitung-susunan-koneksi-seri-dan.html>
- Ganti Depari, " Pokok-pokok Elektronika", M2S Bandung, Bandung 1987.
- Manly. (2021). Bagaimana cara kerja baterai sel kering, apakah dapat diisi ulang?
- Mohamed E, El-Hawary, "Electrical Power Systems" IEEE Press;1995
- Mohamad Ramdani,ST.,MT, "Rangkaian Listrik", Erlangga, 2008
- Muhammanto H Rashid, "Elektronika Daya", Prenhallindo, Jakarta, 1999
- Nasution, M. (2021). Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan. *Journal of Electrical Technology*, 37.

- Nomo. (2018). *Nomo*. Retrieved from <http://id.solar-led-lights.com/>: <http://id.solar-led-lights.com/info/specification-of-the-lithium-iron-phosphate-l-20061744.html>
- R. Surasno Sosrodirjo "Teknik Listrik Aliran Tukar" Penerbit Menar Pengetahuan, Surakarta 1950
- RM. Francis Dyuri "*Belajar Elektronika*", M2S Bandung, Bandung, 2001
- William D. Stevenson, Jr. "Analisa Sistem Tenaga Listrik, Edisi Ke 4 Erlangga, 1990
- Zeddy, A. (2014). Pengaruh Konsentrasi Karbon Terhadap Performa Elektrokimia Anoda $\text{Li}_2(\text{PO}_4)_3$ Untuk Aplikasi Baterai Ion Lithium Tipe Aqueous Elektrolit. *Jurnal Teknik POMITS*.
- Zuhal., "*Dasar Tenaga Listrik*", Institut Teknologi Bandung, Bandung, 1981.