SKRIPSI

RANCANG BANGUN *POWERBANK* LAPTOP *PORTABLE* MENGGUNAKAN BATERAI LiFe-Po_4 DENGAN KAPASITAS 12000 mAh BERBASIS *SOLAR CELL* TIPE *MONOCRYSTALLIN*E SEBAGAI ENERGI CADANGAN

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

Universitas Muhammadiyah Palembang

Oleh :

Nadia Dwi Apriani

132018091

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2022

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN *POWERBANK* LAPTOP *PORTABLE* MENGGUNAKAN BATERAI LiFe-Po_4 DENGAN KAPASITAS 12000 mAh BERBASIS *SOLAR CELL* TIPE *MONOCRYSTALLINE* SEBAGAI ENERGI CADANGAN

Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana telah dipertahankan didepan dewan penguji 09 Agustus 2022 Dipersiapkan dan Disusun

Oleh

NADIA DWI APRIANI
132018091

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1	Penguji 1
Yosi Apriani, S.T.,M.T	Sofiah, S.T.,M.T
NIDN: 0213048201	NIDN: 0209047302
Pembimbing 2	Penguji 2
Ir. Zulkiffli Saleh, M.Eng	Erliza Yuniarti, S.T.,M.Eng
NIDN: 0212056402	NIDN: 0230066901
Menyetujui, Dekan Fakultas Teknik	Mengetahui, Ketua Program Studi Teknik Elektro
Dr. Ir. Kms Ahmad Roni, M.T., IPM	Taufik Barlian, S.T., M.Eng
NIDN: 0227077004	NIDN: 0218017202

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi. Sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat kerya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang di acu dalam naskah dan ditentukan dari daftar pustaka.

Palembang, 9 Agustus 2022

Yang Membuat Pernyataan

Nadia Dwi Apriani

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT, karena atas berkat dan rahmatnya saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "**RANCANG BANGUN *POWERBANK* LAPTOP *PORTABLE* MENGGUNAKAN BATERAI LiFe-Po_4 DENGAN KAPASITAS 12000 mAh BERBASIS *SOLAR CELL* TIPE *MONOCRYSTALLIN*E SEBAGAI ENERGI CADANGAN"** yang disusun untuk memenuhi syarat mendapatkan 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 Yosi Apriani, S.T., M.T Selaku Dosen Pembimbing I
- Bapak Ir. Zulkiffli Saleh., M.Eng Selaku Dosen Pembimbing II

Dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E.,M.M, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
2. Bapak Dr. Ir. Kgs Ahmad Roni, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Taufik Berlian, S.T., M.Eng, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak Feby Ardianto, S.T, MCs, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
5. Bapak dan Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammmadiyah Palembang
6. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
7. Orangtua dan keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan penuh
8. Rekan-rekan Mahasiswa Angkatan 2018 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

9. Pasangan tercinta Muhammad Alif Rachmatullah yang sudah menjadi support sistem dalam pembuatan skripsi ini.

Yang telah banyak membantu penulis baik secara moril maupun material dalam penyelesaikan skripsi ini, semoga amal baik yang diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan yang melimpah dari Allah SWT. Penulis menyadari penulisan skripsi ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca akan sangat senang hati penulis terima. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya untuk penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, 30 Juli 2022

Penulis,

Nadia Dwi Apriani

ABSTRAK

Penggunaan laptop sudah menjadi suatu kebutuhan bagi pekerja kantoran, pelajar, maupun mahasiswa. Penelitian dibuat untuk Merancang sistem peralatan berupa *powerbank* laptop yang bisa mengisi ulang baterai dengan sumber listrik dari PLN dan *solar cell*, memudahkan pengisian daya laptop ketika jauh dari jangkauan listrik. Sistem yang dibuat menggunakan baterai $LiFePo_4$, modul *boost converter*, modul BMS (*battery management system*) dan *solar cell* tipe *monocrstalline*. Metodelogi yang digunakan pada penelitian ini dimulai dari 1) perancangan alat; 2) pembuatan alat; 3) pengujian alat; 4) evaluasi. Hasil penelitian menunjukkan untuk laptop dengan kapasitas baterai 4400 mAh lama waktu pengecasan menggunakan *powerbank* selama 65 menit, laptop dengan kapasitas baterai 4500 mAh 60 menit, dan laptop dengan kapasitas baterai 4840 mAh 80 menit. Sedangkan untuk pengecasan menggunakan *charger* asli, laptop dengan kapasitas baterai 4400 mAh selama 65 menit, laptop dengan kapasitas baterai 4500 mAh 75 menit, dan laptop dengan kapasitas baterai 4840 mAh 85 menit. Pengujian perbandingan pengisian *powerbank* dengan menggunakan *solar cell* serta suplai listrik PLN. Hasil penelitian menunjukkan lama waktu pengisian *powerbank* dengan suplai listrik PLN selama 40 menit. Sedangkan untuk pengecasan *powerbank* hingga penuh menggunakan *solar cell* dibutuhkan waktu selama 5 hari. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan faktor yang mempengaruhi lama waktu pengecasan laptop juga dipengaruhi oleh kapasitas baterai dari masing-masing laptop dan juga arus keluaran dari laptop itu sendiri. Semakin besar kapasitas baterai dan arus keluaran laptop maka semakin lama pula waktu pengecasannya.

Kata kunci : *Powerbank*, Baterai $LiFePo_4$, *Boost converter, Solar cell, battery management system* (BMS)

ABSTRACT

The use of laptops has become a necessity for office workers, students, and students. The research was made to design an equipment system in the form of a laptop power bank that can recharge the battery with a power source from PLN and solar cells, making it easier to charge the laptop when it is far from electricity. The system is made using a LiFePo4 battery, a boost converter module, a BMS (battery management system) module and a monocrystalline type solar cell. The methodology used in this study starts from 1) tool design; 2) tool making; 3) testing tools; 4) evaluation. The results showed that for a laptop with a battery capacity of 4400 mAh, the charging time using a power bank was 65 minutes, a laptop with a battery capacity of 4500 mAh was 60 minutes, and a laptop with a battery capacity of 4840 mAh was 80 minutes. As for charging using the original charger, a laptop with a battery capacity of 4400 mAh for 65 minutes, a laptop with a battery capacity of 4500 mAh for 75 minutes, and a laptop with a battery capacity of 4840 mAh for 85 minutes. Comparison testing of charging powerbanks using solar cells and PLN electricity supply. The results showed that the length of time for charging a powerbank with a PLN electricity supply was 40 minutes. Meanwhile, it takes 5 days to fully charge the powerbank using a solar cell. From the results of research that has been carried out, the factors that affect the length of time for charging laptops are also influenced by the battery capacity of each laptop and also the output current of the laptop itself. The greater the battery capacity and current output of the laptop, the longer the charging time.

Keywords : *Powerbank,* $LiFePo_4$ *battery, Boost converter, Solar cell, battery management system* (BMS)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
LEMBAR PERNYATAAN iii
KATA PENGANTAR iv
ABSTRAK vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Tujuan 3
1.3. Batasan Masalah 3
1.4. Sistematika Penulisan 3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1. *Powerbank* 5
2.2. Baterai 6
2.3. *Solar Cell* 7
2.4. Prinsi Kerja *Solar Cell* 8
2.5. Jenis-jenis panel surya 9
2.5.1. Panel surya *mono-crystalline* 9
2.5.2. Panel surya *polycrstalline* 10
2.5.3. Panel surya *thin-film photovoltaic* 10
2.6. *Boost converter* 11
2.5. Modul BMS 12
2.6. Volt Meter & Ampere Meter 13
BAB 3 METODE PENELITIAN 15
3.1. Tempat dan Waktu 15
3.2. Alat dan Bahan 15
3.3. Diagram *Flowchart* Penelitian 16
3.3.1. Skematik rangkaian *powerbank* laptop *portable* 16
3.3.2. Perakitan *powerbank* laptop 16
3.4. Cara Kerja Alat 18
3.5. Proses Pengujian 18
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 20

4.1. Pengujian *Powerbank* Menggunakan Beban 20
4.1.1. Pengisian baterai laptop dengan kapasitas 4400 mAh menggunakan *powerbank* 20
4.1.2. Pengisian baterai laptop dengan kapasitas 4500 mAh menggunakan *powerbank* 23
4.1.3. Pengisian baterai laptop dengan kapasitas 4840 mAh menggunakan *powerbank* 26
4.2. Pengujian pengecasan laptop menggunakan *charger* asli laptop 29
4.2.1. Pengujian pengecasan laptop dengan kapasitas 4400 mAh menggunakan *charger* asli laptop 29
4.2.2. Pengujian pengecasan laptop dengan kapasitas 4500 mAh menggunakan *charger* asli laptop 30
4.2.3. Pengujian pengecasan laptop dengan kapasitas 4840 mAh menggunakan *charger* asli laptop 31
4.3. Pengujian Pengecasan *Powerbank* dengan Menggunakan Sumber Listrik Pln 33
4.4. Pengujian Pengecasan *Powerbank* Dengan Menggunakan *Solar Cell* 34
4.5. Komparasi Pengisian Baterai Laptop 35
4.6. Analisis Pembahasan 36
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 38
5.1. Kesimpulan 38
5.2. Saran 38
DAFTAR PUSTAKA 39
LAMPIRAN 42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. *Powerbank* 5
Gambar 2. 2. Baterai LiFe-Po_4 6
Gambar 2. 3. Solar cell mono-crystalline 9
Gambar 2. 4. *Solar cell polycrystalline* 10
Gambar 2. 5. Solar *cell thin-film photovoltaic* 11
Gambar 2. 6. *Boost converter* 12
Gambar 2. 7. Modul BMS 13
Gambar 2. 8. Amperemeter & Voltmeter 14
Gambar 3. 1. Skematik rangkaian powerbank laptop portable 16
Gambar 3. 2. Diagram Alur Kerja Alat 17
Gambar 3. 3. Desain alat powerbank Laptop Portable 18
Gambar 4. 1. Grafik pengisian baterai laptop berkapasitas 4400 mAh terhadap waktu 21
Gambar 4. 2. Grafik arus *out* pb terhadap waktu 21
Gambar 4. 3. Grafik Tegangan pb terhadap waktu 22
Gambar 4. 4. Grafik Tegangan PB terhadap arus keluaran PB 22
Gambar 4. 5.Grafik pengisian baterai laptop berkapasitas 4500 mAh terhadap waktu 24
Gambar 4. 6. Grafik arus *out* pb terhadap waktu 24
Gambar 4. 7. Grafik tegangan pb terhadap waktu 25
Gambar 4. 8. Grafik Arus Keluaran PB terhadap Tegangan Laptop 25
Gambar 4. 9. Grafik pengisian baterai laptop berkapasitas 4840 mAh terhadap waktu 27
Gambar 4. 10. Grafik arus *out*pb terhadap waktu 27
Gambar 4. 11. Grafik tegangan PB terhadap waktu 28
Gambar 4. 12. Grafik arus keluaran PB terhadap tegangan PB 28
Gambar 4. 13. Grafik pengisian baterai laptop dengan kapasitas 4400 mAh menggunakan *charger* asli 30
Gambar 4. 14 Grafik pengisian baterai laptop dengan kapasitas 4500 mAh menggunakan *charger* asli 31
Gambar 4. 15 Grafik pengisian baterai laptop berkapasitas 4840 mAh menggunakan *charger* asli 32
Gambar 4. 16 Grafik Pengecasan *Powerbank* dengan Sumber Listrik PLN 33
Gambar 4. 17 Grafik Radiasi Matahari terhadap Arus Panel 34
Gambar 4. 18 Grafik Pengaruh Tegangan Panel terhadap Tegangan Baterai 35

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Alat dan Bahan 15
Tabel 4.1. Data Pengisian laptop berkapasitas 4400mAh menggunakan *powerbank*……...20
Tabel 4. 2. Data Pengisian laptop berkapasitas 4500 mAh menggunakan *powerbank* 23
Tabel 4. 3. Pengisian baterai laptop dengan kapasitas 4840 mAh menggunakan *powerbank* 26
Tabel 4. 4. Pengisian baterai laptop berkapasitas 4400 mAh menggunakan *charger* asli 29
Tabel 4. 5. Pengisian baterai laptop berkapasitas 4400 mAh menggunakan *charger* asli 30
Tabel 4. 6. Pengisian baterai laptop berkapasitas 4840 mAh menggunakan *charger* asli 32
Tabel 4. 7. Pengujian pengecasan powerbank dengan menggunakan listrik pln .. 33
Tabel 4. 8. Komparasi pengisian baterai laptop menggunakan powerbank 35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 42
Lampiran 2 43
Lampiran 3 44
Lampiran 4 45

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Survei penggunaan Teknologi Informasi Telekomunikasi (TIK) tahun 2017 oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika (KOMINFO) menunjukkan bahwa 22,52% masyarakat Indonesia menggunakan laptop. Lokasi penggunaan laptop tersebut beragam mulai dari rumah, kantor, sekolah/kampus dan dimana saja. Penggunaan laptop oleh individu saat tidak terhubung internet dengan 2.121 responden menunjukkan penggunaan untuk bekerja dan belajar memiliki proporsi yang cukup tinggi dan seimbang, masing-masing mencapai 54,55% dan 53,65%. Sedangkan penggunaan laptop untuk hiburan yaitu 34,94%. Penggunaan laptop saat terkoneksi dengan internet, dalam survei yang dilakukan terhadap 4.238 responden untuk keperluan mencari informasi dan bekerja memiliki proporsi yang sama tinggi, 67,35 dan 67,08%. Sedangkan untuk hiburan, pembelajaran dan komunikasi di bawah 40%.

Menurut data yang ada, penggunaan laptop diperlukan untuk pekerja kantoran, pelajar, dan mahasiswa. Menurut survei KOMINFO, rata-rata lama penggunaan laptop di Indonesia antara tiga hingga lima jam. Kapasitas baterai pada laptop saat terisi penuh hanya bertahan kurang lebih 5 jam. Terbatasnya terminal listrik serta baterai laptop yang cepat habis mengakibatkan penggunaan powerbank laptop portable berbasis solar cell menjadi solusi permasalahan tersebut.

Sebuah *powerbank portable solar charger* menggunakan sistem *buck-boost converter* berbasis mikrokontroler atmega 32. *Powerbank solar charger* merupakan salah satu pengisi daya yang dilengkapi dengan baterai cadangan dan *solar cell* sebagai sumber energi listrik. *Powerbank* dengan energi *solar cell* ini dapat mengisi baterai tanpa harus ada listrik dari PLN dan menggunakan sistem

konverter *buck-boost* yang dapat menghasilkan tegangan yang diinginkan (Elfani and Sasmoko, 2016). *Lithium-Ion Battery* atau baterai *lithium ion* merupakan salah satu jenis baterai sumber arus sekunder yang dapat diisi ulang. Pada saat ini, *Lithium-Ion Battery* menjadi baterai yang sangat dibutuhkan antara lain untuk kebutuhan energi listrik pada telepon seluler (ponsel), mp3 player dan lain-lain (Perdana, 2021)

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Anggraini, Desti, 2021) dengan judul "Analisis Pengaruh Temperatur dan Radiasi Matahari Terhadap *Powerbank* Laptop *Portable* Menggunakan Solar *Cell* Tipe *Monocrystalline*". Hasil penelitian diketahui bahwa *powerbank* laptop dengan menggunakan 15 buah baterai lithium untuk data pengisian laptop toshiba bisa men*charger* sampai dengan 44%, untuk data laptop acer bisa men*charger* sampai dengan 55%, sedangkan untuk *notebook* bisa *mencharger* sampai dengan 63%. Terdapat kekurangan dalam penggunaan baterai lithium yaitu kapasitas arus yang terdapat pada satu buah baterai tersebut kecil, sehingga dengan arus yang kecil mengakibatkan kapasitas dari *powerbank* tersebut tidak maksimal dan kurang efisien untuk mengisi daya pada laptop hingga penuh.

Penelitian yang dilakukan oleh (Apriani *et al.*, 2021) dengan judul "*Powerbank* Laptop *Portable* sebagai Sumber Energi *Mobile*". Hasil penelitian telah berhasil dibuat sebuah teknologi pengisian daya laptop *portable* menggunakan sumber energi listrik yang disimpan ke dalam baterai yang bisa diisi ulang tanpa harus menghubungkan peranti tersebut pada *outlet* listrik. *Powerbank* laptop *portable* ini apabila dibebani laptop dengan kapasitas baterai 5000 mAh dan arus 1,60 A maka lama waktu pengecasan 3 jam 8 menit. Lamanya waktu pengisian baterai laptop dengan tegangan 19V *Direct Current* (DC) dipengaruhi oleh besarnya kapasitas baterai yang dimiliki oleh laptop, semakin besar kapasitas baterai laptop maka semakin lama waktu pengisiannya.

Solusi dari permasalahan diatas penulis merancang sebuah alat untuk menyediakan sumber energi laptop yang bersifat *mobile* dan ekonomis, serta

memilih judul “Rancang Bangun *Powerbank* Laptop *Portable* Menggunakan Baterai LiFe-Po_4 dengan Kapasitas 12000 mAh berbasis *Solar Cell* Tipe *Monocrystallin*e sebagai Energi Cadangan’’ dengan menggunakan baterai LiFe-Po_4 yang memiliki kapasitas arus yang lebih besar dari baterai lithium memungkinkan *powerbank* laptop dapat mengisi baterai laptop secara maksimal. *Solarcell* akan mengubah tenaga matahari menjadi tenaga listrik, kemudian masuk ke baterai LiFe-Po_4, lalu tegangan yang ada di baterai digunakan untuk mengisi daya pada baterai laptop.

1.2. Tujuan

Tujuan penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Merancang sistem peralatan berupa *powerbank* laptop yang bisa mengisi ulang baterai dengan sumber listrik dari *solar cell,* memudahkan pengisian daya laptop ketika jauh dari jangkauan listrik.
2. Menguji perbandingan lamanya waktu pengisianlaptop menggunakan *powerbank* denganpengisian laptop menggunakan *charger* asli laptop kelistrik PLN
3. Menguji perbandingan pengisian *powerbank* dengan menggunakan *solar cell* serta listrik PLN

1.3. Batasan Masalah

Pembahasan penelitian ini dibatasi pada masalah sebagai berikut:

Menguji lamanya waktu pengisian laptop menggunakan *powerbank* dengan pengisian laptop menggunakan charger asli laptop ke listrik PLN**,** mengujilamanya waktu pengisian baterai *powerbank* dengan solar cell serta listrik PLN.

1.4. Sistematika Penulisan

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, tujuan, dan batasan masalah.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan tentang teori pendukung yang digunakan untukpembahasan dan cara kerja dari alat dan bahan pendukung, serta karakteristik dari komponen-komponen pendukung.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan metode yang digunakan, alat dan bahan yang digunakan, serta tahap-tahap melakukan penelitian dari awal sampai dengan selesai.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas hasil dan pembahasan daripengujian lamanya waktu pengisian laptop menggunakan *powerbank* serta *charger* asli dari laptop dengan suplai listrik PLN, pengujian lamanya waktu pengisian baterai *powerbank*menggunakan *solar cell* serta listrik PLN dan menguji ketahanan baterai dari *powerbank* itu sendiri ketika dibebani laptop.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dibahas kesimpulan dan saran dari hasil *powerbank* yang sudah dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

Alamsyah, T., Hiendro, A. and Abidin, Z. (2019) 'Analisis Potensi Energi Matahari Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Panel Mono-Crystalline dan Poly-Crystalline Di Kota Pontianak dan Sekitarnya', *Jurnal Teknik Elektronika* .

Amifia, L. K. *et al.* (2019) 'Desain Deteksi Kesalahan Battery Management System Menggunakan Algoritma Kalman Filter Pada Mobil Listrik', *Jurnal Teknologi dan Terapan Bisnis (JTTB)*, 2(1), pp. 4–9.

Aminardi, T. K. and Falani, A. Z. (2017) 'Sistem Pendukung Keputusan Untuk Pemilihan Powerbank Sesuai Budget Menggunakan Simple Additive Weighting (SAW)', *Jurnal Link*, 26(2), pp. 30–34.

Apriani, N. D. *et al.* (2021) 'Powerbank Laptop Portable sebagai Sumber Energi Mobile', 3(1), pp. 205–212.

Arvianto, T. T., Wahjono, E. and Irianto, I. (2020) 'Perancangan boost converter menggunakan kontrol proporsional integral (PI) sebagai suplai tegangan input inverter satu fasa untuk sistem uninterruptible power supply', *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, 16(2), pp. 136–146. doi: 10.36055/tjst.v16i2.8511.

Buntulayuk, H., Samman, F. A. and Yusran, Y. (2018) 'Rancangan DC-DC Converter untuk Penguatan Tegangan', *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 21(2), pp. 78–82. doi: 10.25042/jpe.112017.12.

Cahyono, T. P., Hardianto, T. and Kaloko, B. S. (2020) 'Pengujian Karakteristik Baterai Lithium-Ion Dengan Metode Fuzzy Dengan Beban Bervariasi', *Jurnal Arus Elektro Indonesia (JAEI)*, 6(3), pp. 82–86. doi: 10.19184/jaei.v6i3.19708.

Diusti Dwi Putri, S. and Aswardi (2020) 'Rancang Bangun Buck-Boost Converter menggunakan Kendali PID', *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, 06(02), pp. 258–272. Available at: http://ejournal.unp.ac.id/index.php/jtev/index.

Doni Anibta, E., Hasan, H. and Syukriyadin, S. (2019) 'Perancangan Sistem Monitoring dan Switching Kontrol Hubungan Seri-Paralel Panel Surya', *Snete.Unsyiah.Ac.Id*, pp. 66–71. Available at: http://snete.unsyiah.ac.id/2019/wp-content/uploads/2019/12/Naskah-12-Enga-Doni.pdf.

Elfani, N. Z. and Sasmoko, P. (2016) 'Power Bank Portable Solar Charger Menggunakan Sistem Buck-Boost Converter Berbasis Mikrokontroler Atmega 32', *Gema Teknologi*, 18(4), p. 15. doi: 10.14710/gt.v18i4.21911.

Ettah, E. *et al.* (2021) 'Performance Analysis of Monocrystalline and

Polycrystalline Solar Panels in a Semi-Arid Region', *International Journal of Engineering Science Invention (IJESI)*, 10(7), pp. 10–14. doi: 10.35629/6734-1007011014.

Febrianto, R., Soedjarwanto, N. and Zebua, O. (2018) 'Rancang Bangun Boost Converter Untuk Proses Discharging Baterai Pada Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (Pjuts)', *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan*, 02(01), pp. 159–163.

Harselina, D. and Hendri (2019) 'Rancang Bangun Boost Converter', *Seminar FORTEI*, pp. 11–17.

Hidayat, W. and Sadiana, R. (2018) 'Catu daya sel surya serba guna (portable) untuk telepon genggam', *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 10(1), p. 44.

Ilmar, A. *et al.* (2016) 'Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP', *Teknik, 37 (2), 2016, 59-63*, 11(2), pp. 61–78. doi: 10.14710/teknik.v37n2.9011.

Khaeruddin, K., Wijono, W. and Hasanah, R. N. (2021) 'Desain Penyeimbangan Sel Baterai Lithium-Ion dengan Teknik Cell-to-Cell Charging Mode pada Battery Management System (BMS)', *Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering)*, 8(1), pp. 9–15. doi: 10.33019/jurnalecotipe.v8i1.2137.

Manurung, S. R. and Sinambela, M. (2018) 'Perangkat Pembelajaran Ipa Berbentuk Lks Berbasis Laboratorium', *INPAFI (Inovasi Pembelajaran Fisika)*, 6(1). doi: 10.24114/inpafi.v6i1.9496.

Otong, M., Didik, A. and Rizky, W. (2019) 'Perancangan Modular Baterai Lithium Ion (Li-Ion) untuk Beban Lampu LED', *Jurnal Ilmiah Setrum*, 8(2), pp. 260–273. doi: 10.36055/setrum.v8i2.6808.

Pahlevi, M. A., Junaidi, R. and Hc, F. (2020) 'Prototipe Baterai Berbasis Karbon Aktif dari Bambu Betung (Tinjauan Pengaruh Karbon Aktif dan Elektrolit dalam Meningkatkan Daya Baterai)', *Kinetika*, 11(01), pp. 55–60.

Perdana, F. A. (2021) 'Baterai Lithium', *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 9(2), p. 113. doi: 10.20961/inkuiri.v9i2.50082.

Purwoto, B. H. (2018) 'Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif', *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(01), pp. 10–14. doi: 10.23917/emitor.v18i01.6251.

Rizal, C. (2017) 'Penggunaan Solar Sel Sebagai Pembangkit Tenaga Surya', *Teknik Elektro*, 7(2), pp. 7–17.

Sarwono, B. H., Saptari, S. A. and Prihandoko, B. (2018) 'Sintesis dan Analisis Struktur Material Aktif Katoda LiFe0,7Mn0,2Ni0,1PO4', *Al-Fiziya: Journal of Materials Science, Geophysics, Instrumentation and Theoretical Physics*, 1(1), pp. 2–6. doi: 10.15408/fiziya.v1i1.8998.

Siagian, S. M. and Chrisna HS, S. (2021) ‘Analisis Karakteristik Hasil Pengukuran Terhadap Arus Dan Tegangan Pada Suatu Resistansi’, *Jurnal VORTEKS*, 2(1), pp. 55–59. doi: 10.54123/vorteks.v2i1.34.

Sinabutar, D. and Sibarani, M. T. pangihutan (2019) ‘Pembuatan Modul Praktek Pengukuran Tegangan Dan Arus Pada Rangkaian Listrik Di Smp Swasta Perguruan Nasional Sidikalang’, *Inovtek Polbeng*, 9(2), p. 356. doi: 10.35314/ip.v9i2.1140.

Sulhi, M. S. *et al.* (2017) ‘Pemanfaatan Sampah Elektronik Rumah Tangga Sebagai Pembuatan Powerbank Pintar’, *Seminar Nasional Dinamika Informatika*, pp. 273–277.

Surindra, M. D. (2020) ‘Eksperimental Studi Aplikasi Panel Surya Monocrystalline 50 WP Sebagai Sumber Tenaga Aerator Dengan Aliran Kombinasi Horizontal dan Vertikal’, *EKSERGI Jurnal Teknik Energi*, 16(September), pp. 99–108.

Suwarti, Wahyono and Prasetiyo, B. (2018) ‘Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya’, *Eksergi*, 14(3), pp. 78–85. doi: 10.32497/eksergi.v14i3.1373.

Tanwir, Widiastuti, S. and Fabanyo Muid, A. (2019) ‘Penyerapan Energi Matahari Pada Solar Cell Dengan M Enggunakan Sistem Tracking’, *Jurnal Teknik Mesin*, 8(2), pp. 13–25.

Tiun, Y. K., Yusuf, I. and Hiendro, A. (2019) ‘Perbandingan Kinerja Sel Surya Jenis Thin-Film dan Polycrystalline (Studi Kasus: Pontianak)’, *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjung Pura*, 2(1), pp. 1–6.

Wiguna, A. R. *et al.* (2021) ‘Rancang Bangun Dan Pengujian Battery Pack Lithium Ion’, *Electrices*, 3(1), pp. 28–33. doi: 10.32722/ees.v3i1.4030.