

UJI SIFAT FISIS PADA RANCANG BANGUN POWER BANK MENGGUNAKAN BATERAI LI-iOn BEKAS RAMAH LINGKUNGAN

Subhan Najamuddin^{1*}, Muhammad Agus Budiawan², Widya Wisanty³, Khaerul Anas⁴

^{1,3,4}Prodi Teknik Elektro, Universitas Sawerigading Makassar, Jl. Kande I No. 27, Kec. Bontoala, Kota Makassar.

²Prodi Teknik Sipil, Universitas Sawerigading Makassar, Jl. Kande I No. 27, Kec. Bontoala, Kota Makassar.

Keywords:

Power Bank;
Limbah Daur Ulang;
Batrai Bekas.

Correspondent Email:

najamuddinsubhan216@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun *Power Bank* portabel ramah lingkungan dengan memanfaatkan baterai bekas sebagai sumber daya utama. *Baterai* yang digunakan ialah hasil daur ulang dari perangkat elektronik bekas yang masih memiliki kapasitas penyimpanan energi yang layak pakai. Proses perancangan meliputi seleksi dan pengujian baterai, perakitan rangkaian pengisian dan pengeluaran daya (menggunakan modul TP4056 dan *step-up converter*), serta pengujian performa *Power Bank* dalam mengisi perangkat. Hasil penelitian menghasilkan bahwa baterai bekas masih dapat dioptimalkan sebagai sumber daya alternatif yang efisien, dengan efisiensi pengisian mencapai 70–80% tergantung kondisi baterai. Rancang bangun ini tidak hanya berfungsi sebagai solusi alternatif dalam memenuhi kebutuhan energi portabel, tetapi juga berkontribusi dalam mengurangi limbah elektronik serta mendukung prinsip pembangunan berkelanjutan.

Abstract. This research aims to design and build an environmentally friendly portable *Power Bank* by utilizing used batteries as the main power source. The batteries used are recycled from used electronic devices that still have usable energy storage capacity. The design process includes battery selection and testing, assembly of charging and discharging circuits (using the TP4056 module and *step-up converter*), and testing the *Power Bank's* performance in charging devices. The research results show that used batteries can still be optimized as an efficient alternative power source, with charging efficiency reaching 70–80% depending on the battery condition. This design not only serves as an alternative solution in meeting portable energy needs, but also contributes to reducing electronic waste and supporting the principles of sustainable development.



Copyright © JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

1. PENDAHULUAN

Perkembangan elektronika sangat berperan penting dalam kehidupan saat ini [1]. Semakin banyaknya alat elektronik yang menggunakan baterai sebagai sumber penyimpanan daya secara tidak langsung, kegunaan baterai saat ini dapat mencemari lingkungan, karena baterai memiliki waktu usia pakai dan tahun pembuatannya. Ketika baterai alat elektronik tersebut mengalami penurunan fungsi penyimpanan daya maka harus diganti dengan baterai yang baru.

Baterai bekas penyimpanan daya tidak terpakai lagi, maka akan menjadi sampah elektronik yaitu sampah baterai menjadi limbah B3 yang sangat berbahaya [2]. Pemakaian perangkat elektronik portabel terus meningkat, sehingga kebutuhan akan sumber daya energi seperti power bank juga bertambah. Baterai lithium-ion (Li-ion) banyak digunakan karena kepadatan energi yang tinggi, ukuran kecil, dan siklus isi-ulang yang cukup baik [3]. Jika hal ini jika tidak digunakan dengan baik akan memunculkan dampak pencemaran lingkungan, karena baterai

Li-ion memiliki kandungan kobalt dan nikel dan Grafit. Penanganan baterai bekas masih dilaksanakan dengan cara konvensional baterai bekas dikumpulkan ditempat sampah bersama dengan sampah lainnya setelah itu diangkut ketempat pembuangan, dan hanya sebagian kecil baterai bekas yang didaur ulang untuk digunakan kembali. Potensi pemanfaatan kembali sel litium-ion 18650 dari perangkat elektronik konsumen untuk aplikasi masa pakai kedua dalam Sistem Penyimpanan Energi Baterai (BESS) dengan mengkarakterisasi kualitas fisik dan kinerja sel-sel ini, yang pada akhirnya merakitnya menjadi solusi penyimpanan energi modular untuk sistem energi off-grid [4]. Kemampuan menyimpan energi listrik baterai pack lithium 18650 bekas setelah dilakukan penyortiran dengan baik menghasilkan kinerja yang sangat baik yang dapat digunakan untuk backup daya saat pemadaman listrik, untuk penerangan rumah tinggal, untuk penerangan gubuk dikebun, untuk penerangan kapal nelayan saat ditengah laut dan kegunaan beban DC lainnya [5].

Penggunaan komponen barang bekas dalam pembuatan *power bank* tidak hanya mengurangi limbah elektronik tetapi juga memberikan alternatif yang lebih hemat biaya. Dengan desain yang inovatif, *power bank* ini diharapkan dapat mengisi daya menggunakan energi matahari dan sumber energi alternatif lainnya, sehingga mengurangi ketergantungan pada listrik dari jaringan umum [6]. *power bank* yang saat ini juga membutuhkan sumber daya PLN. *Power bank* ramah lingkungan yang tidak membutuhkan sumber daya PLN, yaitu dengan memanfaatkan energi surya dan energi angin sebagai sumber daya utamanya yang dilengkapi dengan kompas sebagai diperuntukkan untuk seseorang

yang memiliki tingkat mobilitas yang tinggi [7].

Baterai kini merupakan elemen penting dalam kehidupan sehari-hari kita. Saat ini, ada banyak produk yang menggunakan baterai sebagai sumber energinya. Contohnya termasuk komputer, telepon seluler, alat pacu jantung, lampu untuk pedagang kaki lima, dan kendaraan yang membutuhkan baterai untuk mendapatkan listrik. Perangkat tersebut umumnya menggunakan baterai yang bisa diisi ulang. Dengan memanfaatkan baterai yang dapat diisi ulang, kita memberikan dua manfaat bagi lingkungan dan ekonomi. [8]. Dengan keunggulan menyimpan yang sesuai dengan kapasitas, *power bank* bahkan dapat digunakan untuk beberapa jam sesuai daya tahan baterai yang ditentukan. Pengguna *power bank* juga sangat mudah [9]. penelitian ini bertujuan untuk merancang *power bank* ramah lingkungan dengan memanfaatkan komponen bahan bekas, serta mengevaluasi efektivitas dan efisiensi.

Pada Penelitian Rinaldi mengusung inovasi "PowerPixie," *power bank* berbasis panel surya yang dirancang untuk kebutuhan pengisian daya portabel di lingkungan tropis Indonesia. Penelitian menggunakan metode waterfall dan menemukan bahwa panel surya yang terintegrasi pada *power bank* mampu mengumpulkan energi surya dengan efisiensi yang memadai. Pertimbangan desain meliputi ukuran, bentuk, pemilihan panel surya, baterai, pengaturan daya, efisiensi pengisian, fungsionalitas, kompatibilitas, indikator daya, dan material ramah lingkungan. Penelitian ini memberikan bukti kuat tentang potensi penggunaan panel surya dalam pembuatan *power bank* sebagai sumber daya portabel yang berkelanjutan.

Wuri memberikan solusi dengan merancang *power bank* portable yang ramah lingkungan bertenaga surya dan tenaga angin (Vertical Axis Wind Turbine/VAWT) serta dilengkapi dengan sistem kompas. *Power bank* ini berfungsi sebagai pembangkit dan penyimpan daya cadangan menggunakan energi

alternatif. Penelitian ini bertujuan untuk memudahkan pengguna dalam mengisi daya smartphone dengan mobilitas tinggi di luar ruangan. Sedangkan Sari, D., & Yulianto, A. dalam penelitiannya dapat menghasilkan energi alternatif dari power bank menggunakan tenaga surya, yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Beberapa sumber menyebutkan penelitian tentang perancangan power bank dengan memanfaatkan tenaga matahari. Penelitian-penelitian ini umumnya bertujuan membuat rancangan power bank ramah lingkungan bertenaga sel surya sebagai pembangkit dan penyimpan daya cadangan. Ada pula penelitian tentang rancang bangun power bank bertenaga surya dan VAWT (angin) sebagai solusi power bank ramah lingkungan yang tidak membutuhkan sumber daya PLN.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Power Bank*

Power bank adalah sebuah alat untuk menyimpan energi, biasa disebut sebagai portable charger (backup battery), yaitu alat untuk mengisi ulang gadget ketika kita sedang berpergian [10]. Power Mobile Bank pertama kali di pamerkan pada tahun 2001 di Las Vegas International Consumer Electronics Show. *Power bank* adalah perangkat portabel yang mencakup baterai yang dapat diisi ulang, unit pemulihan daya nirkabel, sirkuit pengisian daya baterai, antarmuka keluaran, dan sirkuit pengkondisian tegangan untuk menyalurkan daya ke perangkat eksternal secara nirkabel atau melalui koneksi langsung [11].

Power Bank daya dapat dihubungkan secara elektrik dengan terminal penyewaan, baik bank daya diletakkan di wadah penyewaan dengan cara depan atau belakang, sehingga power bank nyaman digunakan oleh pengguna, dan pengalaman pengguna pun meningkat [12].

Power bank digunakan terutama pada telepon genggam atau smartphone. Kemampuannya menyimpan energi dan mentransferkannya ke gadget lain menjadikan power bank sebuah alat pendukung yang wajib

dimiliki para pengguna mobile gadget yang jarang bertemu, atau tidak sempat mendapati sumber listrik untuk mencharger gadgetnya. Umumnya, dijual dengan kapasitas tertentu, dari 3000 mAh hingga 11000 mAh, yang memungkinkan alat ini mentransfer energi yang disimpannya untuk memenuhi kebutuhan energi gadget lain yang memiliki kapasitas baterai dibawahnya. Sebagai contoh, dengan power bank berkapasitas 3000 mAh, kita bisa men-cas handphone yang memiliki kapasitas baterai 1500 mAh hingga 2 kali cas penuh.

2.3 *Baterai*

Baterai adalah sebuah proses kimia yang menghasilkan listrik [13]. Ketika pengisian terjadi, energi listrik dikonversi menjadi energi kimia, dan saat pengeluaran energi, energi kimia diubah kembali menjadi energi listrik. Melalui reaksi kimia, baterai mampu memberikan listrik. Baterai, atau akumulator, merupakan sel listrik yang mengalami proses elektrokimia yang dapat berbalik dengan efisiensi tinggi. Reaksi elektrokimia yang dapat dibalik ini memungkinkan perubahan antara tenaga listrik dan tenaga kimia. Saat proses pengosongan, energi kimia menjadi listrik, sementara saat pengisian, listrik dikonversi menjadi energi kimia melalui regenerasi. Elektroda yang digunakan adalah dengan mengalirkan arus listrik dalam arah yang berlawanan di dalam sel. Terdapat dua kategori baterai, yaitu baterai primer dan baterai sekunder.

Baterai memiliki peran sebagai tempat menyimpan dan memberikan aliran listrik [14]. Mengingat baterai mampu menyimpan dan menyuplai listrik dengan efisien serta mudah digunakan, banyak orang menggunakan baterai dalam kegiatan sehari-hari.

Setiap baterai terdiri dari terminal positif (katoda) dan terminal negatif (anoda) serta elektrolit yang berfungsi sebagai penghantar. Output arus listrik dari umumnya, baterai terdiri dari 2 jenis utama yakni baterai primer yang hanya dapat sekali pakai (single

use battery) yang paling sering ditemukan di pasaran, hampir semua toko dan supermarket menjualnya. Hal ini dikarenakan penggunaannya yang luas dengan harga yang lebih terjangkau. Baterai jenis ini pada umumnya memberikan tegangan 1,5 Volt dan terdiri dari berbagai jenis ukuran seperti AAA (sangat kecil), AA (kecil) dan C (medium) dan D (besar). Disamping itu, terdapat juga baterai primer (sekali pakai) dengan tegangan 6 Volt ataupun 9 Volt sedangkan baterai sekunder yang dapat diisi ulang (*rechargeable battery*). Pada prinsipnya, cara baterai sekunder menghasilkan arus listrik adalah sama dengan baterai primer. hanya saja, reaksi kimia pada baterai sekunder ini dapat berbalik (*reversible*). pada saat baterai digunakan dengan menghubungkan beban pada terminal baterai (*discharge*), elektron akan mengalir dari negatif ke positif. sedangkan pada saat sumber energi luar (*charger*) dihubungkan ke baterai sekunder, elektron akan mengalir dari positif ke negative sehingga terjadi pengisian muatan pada baterai.

2.2 Baterai Lithium ion

Baterai Li-ion merupakan baterai sekunder yang banyak dipakai di perangkat elektronik karena densitas energi yang tinggi dan siklus hidup yang cukup baik. Struktur umum meliputi elektroda katoda (misalnya LiCoO_2 , LiFePO_4), anoda grafit, dan elektrolit lithium. Karakteristik fisik dan kimia baterai sangat menentukan performa, seperti kapasitas, resistansi internal, kestabilan termal, dan umur siklus [15]

Baterai *lithium-ion* merupakan salah satu jenis baterai sekunder (*rechargeable battery*) yang dapat diisi ulang dan merupakan baterai yang ramah lingkungan karena tidak mengandung bahan yang berbahaya seperti baterai-baterai yang berkembang lebih dahulu yaitu baterai NI-Cd dan NI-MH. Baterai ini memiliki kelebihan dibandingkan baterai sekunder jenis lain, yaitu memiliki stabilitas penyimpanan energi yang sangat baik (daya

tahan sampai 10 tahun atau lebih), energi densitas tinggi, tidak ada memori efek dan berat yang relatif lebih ringan dibandingkan dengan baterai jenislain. Sehingga dengan berat yang sama energi yang dihasilkan baterai lithium dua kali lipat dari baterai jenislain. 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. Selain itu, saat ini Lithium-Ion *Battery* sangat dibutuhkan khususnya untuk kendaraan yang sumber energinya dari energi listrik/*electric vehicle*.



Gambar 1 Baterai Li-ion

2.3 BMS

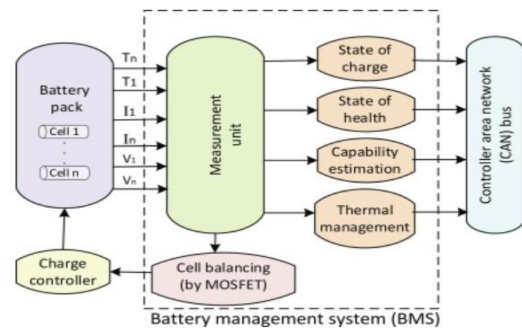
BMS adalah perangkat yang digunakan untuk penyeimbang, pemantauan dan proteksi pada baterai. *BMS* juga dapat melindungi dan mengatur kondisi baterai, dan menjaga keseimbangan baterai. Selain itu dapat memberikan informasi energi yang masih tersedia dalam baterai dan prediksi durasi pemakaiannya juga agar tidak berpotensi merusak baterai secara kimiawi, maka baterai harus dijaga dari pembebanan yang berlebihan yang dapat menyebabkan arus berlebih atau *overcurrent* dan tegangan yang berlebihan (*overvoltage*) dan baterai juga tidak boleh *overcharging* atau *overdischarging* yang terlalu lama karena dapat menyebabkan kebakaran yang menjadi parameter utama pada baterai adalah suhu dan sensor yang selalu dijaga karena dapat terjadi bahaya sewaktu-waktu, misalnya kebakaran. *BMS* juga dapat mengetahui kemampuan kapasitas yang telah terpakai serta menjamin umur baterai agar bisa tahan lama dalam mengendalikan proses pengelolaan pengisian sel. Sistem manajemen

baterai biasanya berupa unit kontrol elektronik yang mengatur dan memantau pengoperasian baterai selama pengisian dan pengosongan daya. Selain itu, sistem manajemen baterai bertanggung jawab untuk terhubung dengan unit elektronik lain dan bertukar data yang diperlukan tentang parameter baterai. Tegangan, kapasitas, suhu, konsumsi daya, status pengisian daya dan kesehatan, siklus pengisian daya, dan karakteristik baterai lainnya dikontrol dan dipantau oleh sistem manajemen baterai. Sistem manajemen baterai menggunakan data ini untuk memperkirakan status pengisian daya dan kesehatan baterai. Status kesehatan baterai merupakan indikator kapasitas baterai saat ini dibandingkan dengan kapasitas di awal masa pakainya. Indikator ini dapat digunakan untuk memprediksi akhir masa pakai baterai. Status pengisian daya (SOC) merupakan rasio kapasitas yang tersedia pada waktu tertentu terhadap daya maksimum yang dapat disimpan dalam baterai. Setiap baterai harus dijaga antara status pengisian daya minimum dan maksimum yang ditentukan dalam profil baterai.



Gambar 2 .Modul BMS

Pengoperasian sistem manajemen baterai (BMS) umumnya ditujukan untuk pemanfaatan energi yang tersimpan dalam sel baterai secara optimal. Sistem manajemen baterai (BMS) melindungi sel baterai dari pengosongan daya yang dalam dan pengisian daya berlebih, yang masing-masing diakibatkan oleh pengosongan daya yang sangat tinggi dan pengisian daya baterai yang cepat. Sistem manajemen baterai (BMS) yang terhubung dengan paket baterai untuk pengoperasian sistem penyimpanan energi baterai yang optimal dan aman pada kendaraan listrik. Jaringan area pengontrol (CAN bus) adalah standar bus kendaraan yang tangguh yang dirancang untuk memungkinkan prosesor seperti mikrokontroler dan perangkat lain berkomunikasi satu sama lain. Hal ini memungkinkan beberapa sel baterai beroperasi sebagai satu sistem untuk pengukuran data (tegangan V , arus I , suhu T , dll.).



Gambar 3 Pengoperasian BMS

Sistem manajemen baterai biasanya mampu melakukan diagnosis mandiri. Selama diagnosis mandiri, sistem manajemen baterai melakukan beberapa pengujian untuk memeriksa apakah semua fungsi dan sensor berfungsi dengan baik. Sistem ini juga menangani kesalahan dan memutuskan apakah pengoperasian akan dilanjutkan atau tidak. Misalnya, ketika kesalahan batas tegangan yang dihasilkan dari pengujian tersebut kecil dan tidak menyebabkan masalah keamanan, sistem manajemen baterai memungkinkan pengoperasian baterai yang berkelanjutan.

Beberapa perangkat keras ditempatkan dalam sistem manajemen baterai, seperti unit mikrokontroler (MCU) dan chip sirkuit terpadu (IC) yang dikendalikan oleh perangkat lunak. MCU menerima masukan dari sakelar, sensor, dan komponen serupa, lalu mengendalikan motor listrik dan layar untuk aplikasi tertentu (misalnya, kendaraan listrik) sesuai dengan program yang telah ditetapkan sebelumnya yang memberi tahu apa yang harus dilakukan dan bagaimana meresponsnya. Dalam sistem manajemen baterai (BMS), selain MCU primer, terdapat unit prosesor sekunder yang bertindak sebagai MCU sekunder jika terjadi kegagalan dalam pengoperasian prosesor primer. Selain itu, perangkat pemantau insulasi (IMD) sering digunakan dalam sistem manajemen baterai yang dirancang untuk memantau resistansi isolasi dan tegangan baterai selama perakitannya dari sel-sel baterai individual.

3. METODE PENELITIAN

Metode yang diterapkan dalam studi ini adalah metode Eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Sawerigading Makassar. Metode ini digunakan untuk menciptakan sebuah produk serta mengukur seberapa efektif produk tersebut. Untuk menghasilkan produk, penelitian yang dilakukan berfokus pada analisis kebutuhan, dan untuk memastikan produk tersebut dapat berfungsi dengan baik di masyarakat, penting untuk melakukan pengujian efektivitasnya. Penelitian jenis Eksperimen dan Perkembangan merupakan proses yang bertujuan untuk mengembangkan serta memvalidasi produk. Metode penelitian ini diperlukan untuk menciptakan jenis produk dan mengaudit efektivitas produk yang dihasilkan. Selain itu, terdapat beberapa tahap dalam penelitian ini, yakni identifikasi potensi masalah, pengumpulan data, perancangan produk, validasi desain, perbaikan desain, serta pengujian produk.

Adapun langkah-langkah penelitian dan pengembangan ada sepuluh langkah sebagai berikut: Potensi dan masalah, Perancangan Alat, Rancang Bangun Power Bank Portable Dengan Penggunaan Baterai Bekas, Pengujian Alat, Uji coba, Revisi, Uji Coba Pemakaian Validasi Alat, Pengumpulan data, Analisis Data dan Kesimpulan.

Adapun alat dan Bahan yang digunakan penelitian ini adalah Alat Solder, Tang, Obeng, Tembaga, Multimeter. Bahan penelitian adalah Baterai bekas (Li-ion), Kabel, Port USB, PCB proteksi, Modul power bank, Casing power bank. Pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dan studi literatur. Proses perancangan sketsa, pemilihan komponen, perakitan. Pengujian prototipe untuk mengevaluasi kinerja.

3.1 Diagram Alir



Gambar 4 Diagram Alir

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian dapat diperoleh hasil pengukuran meliputi tegangan, arus, kinerja, serta lama waktu penggunaan power bank

Tabel 4 Pengukuran meliputi tegangan, arus, kinerja, serta lama waktu penggunaan *Power Bank*.

Pengujian	Tegangan	Arus Listrik	Kinerja Power	Lama Wkt
Senin, 20-06-2025	12,0	0,20	100%-10%	3 jam 03 menit
Selasa 21-06-2025	12,1	0,21	100%-10%	4 jam 33 menit

Rabu 22-06-2025	12,1	0,21	100%-100%	4 jam 51 menit
Kamis 23-06-2025	12,0	0,21	100%-100%	4 jam 45 menit
Jumat 24-06-2025	12,1	0,21	100%-100%	5jam 19 menit
Sabtu 25-06-2025	12,1	0,23	100%-100%	5jam 14 menit
Minggu 27-06-2025	12,1	0,21	100%-10%	5jam 28 menit

Berdasarkan Tabel 4 diatas diperoleh bahwa hasil pengukuran rata-rata tegangan awal power bank dilakukan selama satu minggu dengan waktu yang berbeda-beda. Dari hasil pengamatan diperoleh tegangan terendah sebesar 12,0 Volt dan tegangan tertinggi sebesar 12,1 Volt, dengan nilai rata-rata 12,09 Volt, dan Pengukuran rata-rata arus akhir power bank juga dilakukan selama satu minggu pada waktu yang berbeda. Hasilnya menunjukkan arus terendah sebesar 0,20 Ampere dan arus tertinggi sebesar 0,21 Ampere, dengan nilai rata-rata arus sebesar 0,21 Ampere. Hasil penelitian juga menunjukkan adanya perbedaan lama waktu penggunaan pada setiap percobaan. Dari pegukuran menggunakan stopwatch, diperoleh waktu terendah sebesar 3 jam 3 menit dan waktu tertinggi sebesar 5 jam 28 menit. Berdasarkan data tersebut, dapat disimpulkan bahwa power bank yang dirancang mampu bekerja dengan baik dan memiliki kinerja yang memadai sesuai fungsinya.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa tahapan dalam merancang power bank diawali dengan penentuan komponen, perancangan diagram, penyusunan

rangkaian, hingga proses perakitan alat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja alat pada pengukuran tegangan, arus, serta lama waktu penggunaan power bank memiliki rata-rata tegangan dan arus masing-masing sebesar 12,0-12,1 Volt dan 0,21-0,23 Ampere selama 1 minggu. Rata-rata tegangan yang diperoleh dari pengukuran menggunakan voltmeter digital adalah 12,09 Volt. Pengujian kinerja dilakukan dengan indikator lama menggunakan power bank pada kondisi penggunaan baterai penuh. Setiap pengulangan diukur menggunakan stopwatch selama 1 minggu dengan hasil yang bervariasi, yaitu waktu terendah 3 jam 3 menit dan waktu tertinggi 5 jam 28 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Afif,M.T., & Pratiwi, I. A. P. (2015). Analisis perbandingan baterai lithium-ion, lithium-polymer, lead acid dan nickel-metal hydride pada penggunaan mobil listrik-review. *Rekayasa Mesin*, 6(2), 95-99.
- [2] Beladona, S. U. M., Purwanto, F., Jumiati, Simanjuntak, E. R., Simarmata, S. N., Kumalasari, M. R., & Iqbal, R. M. (2022). Sifat Perovskit sebagai Material Elektroda untuk Baterai Lithium Ion (LIB): Review. *Bohr: Jurnal Cendekia Kimia*, 1(01), 13–21.
- [3] Behrooz Abiri, Florian Bohn, Seyed Ali Hajimiri, 2020, “Wireless-enabled portable power-bank”
- [4] Cahyono, T. P., Hardianto, T., & Kaloko, B. S. (2021). Pengujian Karakteristik Baterai Lithium-Ion dengan Metode Fuzzy dengan Beban Bervariasi. *Jurnal Arus Elektro Indonesia*, 6(3).
- [5] Dimas, Eka Wuri. (2023). Rancang Bangun Power Bank Portable dengan Menggunakan Energi Terbarukan. Universitas Medan Area.
- [6] Debas A.P. Lak'apu. Rancang Bangun Power Bank Untuk Modem Indihome ZTE F609. *Jurnal Spektro* .Vol. 6.No. 2
- [7] Fitriono, dkk. (2022). *Studi pemanfaatan baterai lithium 18650 bekas Sebagai penyimpan energi listrik untuk penerangan. Jurnal Ilmiah Teknik Elektro* Vol. 4, No.1, Hlm.13-17

- [8] Liang Kai,, Yang Guangcheng,, Wang Chaohui. 2020, “Power bank, renting terminal and power bank renting system”
- [9] Marc A. Rosen, Aida Farsi, “Fundamentals to Thermal Behavior and Management 2023, Pages 161-198
- [10] Risendriya. 2015 Apa itu power bank dan bagaimana caranya. diakses tanggal 01 Maret2016.
- [11] Rapael Oluwaseun George, Samson Nnameka Ugwu, Nnamdi Nwulu, Fabian I. Ezema, 2023, “Characterization and energy storage performance assessment of repurposed 18650 cylindrical lithium-ion cells for second life application in battery energy storage systems”, 10.1557/s43580-023-00661-8
- [12] Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendekatan Kuantitatif. Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabet.
- [13] Sugiyono, (2011) *Metode Penelitian dan Pengembangan (research and development)*. Bandung: Alfabet
- [14] Vijay A. Sethuraman, Laurence J. Hardwick, Venkat Srinivasan, Robert Kostecki. 2011. *Surface Structural Disordering in Graphite upon Lithium Intercalation/Deintercalation*. Journal of Power Sources.
- [15] Nur. M.2001. Ilmu Elektronika 2. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan