

Powerbank Laptop *Portable* sebagai Sumber Energi *Mobile*

Nadia Dwi Apriani¹, Muhammad Alif Rachmatullah¹, Rian Sukamto¹, Yosi Apriani¹

¹Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Palembang
Palembang, Indonesia

corresponding author(s): yosi_apriani@um-palembang.ac.id

Abstrak—Tingginya minat masyarakat terhadap penggunaan laptop disebabkan pada kelompok pekerja kantoran maupun pelajar. Untuk menunjang aktivitas belajar mengajar, penggunaan laptop sudah menjadi suatu kebutuhan bagi pekerja kantoran maupun mahasiswa. Penelitian dibuat untuk menjadi solusi penyediaan sumber energi laptop yang bersifat mobile dan ekonomis yaitu sebuah teknologi *charger laptop portable* menggunakan sumber energi listrik yang disimpan ke dalam baterai yang bisa diisi ulang tanpa harus menghubungkan peranti tersebut pada outlet listrik. Sistem yang dibuat menggunakan baterai lithium dan modul *boost converter* yang dikendalikan oleh sinyal kontrol berupa sinyal PWM (Pulse Width Modulation). Metode yang digunakan pada penelitian ini dimulai dari perancangan alat yaitu merangkai 15 buah baterai lithium disusun secara seri dan parallel, Modul BMS sebagai pengaman baterai dan menghasilkan tegangan keluaran baterai 12 volt, setelah dari modul BMS cek tegangan baterai apakah sudah 12 volt. Setelah itu masuk ke *boost converter* cek apakah tegangan sudah naik ke 19 volt Setelah tegangan dinaikkan 19 volt *powerbank* siap untuk dihubungkan ke beban yaitu laptop atau *notebook*. Hasil penelitian di dapat kan penghasil listrik laptop *portable* dapat mengecras laptop Acer berkapasitas baterai 5000 mAh selama 3 jam 7 menit sedangkan pada laptop Sony berkapasitas 2760 mAh lama waktu pengecasan nya adalah 1 jam 43 menit. Dari hasil penelitian disimpulkan lamanya waktu pengisian baterai dengan tegangan 19V DC dipengaruhi oleh besarnya kapasitas baterai yang dimiliki oleh laptop, semakin besar kapasitas baterai laptop maka semakin lama waktu pengisiannya.

Kata kunci—Baterai Lithium, Boost Converter, Sinyal PWM, Laptop

Abstract— The high public interest in using laptops is caused by groups of office workers and students. To support teaching and learning activities, the use of laptops has become a necessity for office workers and students. The research was made to be a solution for providing a mobile and economical laptop energy source, namely a portable laptop charger technology using an electrical energy source that is stored in a rechargeable battery without having to connect the device to an electrical outlet. The system is made using a lithium battery and a boost converter module which is controlled by a control signal in the form of a PWM (Pulse Width Modulation) signal. The method used in this study starts from the design of the tool, namely assembling 15 lithium batteries arranged in series and parallel, the BMS module as a battery protector and producing a battery output voltage of 12 volts, after the BMS module checks the battery voltage whether it is 12 vol. *boost converter* checks whether the voltage has risen to 19 volts. After the voltage is increased to 19 volts the powerbank is ready to be connected to the load, namely a laptop or notebook. The results showed that portable laptop power producers can charge Acer laptops with a 5000 mAh battery capacity for 3 hours 7 minutes, while on a Sony laptop with a capacity of 2760 mAh, the charging time is 1 hour 43 minutes. From the results of the study, it was concluded that the length of time for charging the battery with a voltage of 19V DC was influenced by the amount of battery capacity owned by the laptop, the greater the capacity of the laptop battery, the longer the charging time.

Keywords—Lithium Battery, Boost Converter, PWM Signal, Laptop, Power bank

I. PENDAHULUAN

International Data Corporation (IDC) mengadakan riset data penjualan komputer tahun 2010 yang mencapai 4,27 juta unit yang terdiri dari 2,88 juta unit (67,45%) laptop dan 1,39 juta unit (32,55%) komputer. Kenaikan minat masyarakat terhadap penggunaan laptop disebabkan karena beberapa alasan, yaitu pada kelompok pekerja kantoran, pelajar maupun mahasiswa untuk menunjang aktivitas belajar mengajar[1]. Berdasarkan data diatas maka penggunaan laptop sudah menjadi suatu kebutuhan bagi pekerja kantoran maupun mahasiswa. Hasil survei dari KOMINFO (Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia) menunjukkan frekuensi tertinggi masyarakat Indonesia mengakses laptop antara 3 – 6 jam. Kapasitas baterai pada laptop jika terisi penuh hanya bertahan kurang lebih 5 jam. Terbatasnya terminal listrik dan terbatasnya daya baterai pada laptop yang cepat habis membuat keberadaan *powerbank* listrik laptop *portable* 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 sell ini

dapat mengisi baterai tanpa harus ada listrik dari PLN dan menggunakan sistem *converter buck-boost* yang dapat menghasilkan tegangan yang diinginkan. *Powerbank* menggunakan *supply energy solar cell* menghasilkan tegangan *output* dengan nilai yang berubah-ubah sesuai dengan intensitas cahaya yang jatuh pada permukaannya. Perubahan nilai tegangan ini akan menghambat sistem *charging* baterai apabila *solar cell* langsung dihubungkan dengan baterai [2]. Terdapat kekurangan dalam menggunakan energi surya yaitu bahwa energi surya ini sangat halus dan tidak konstan. Arus energi yang rendah mengakibatkan terpaksa dipakainya sistem dan kolektor yang luas permukaannya besar untuk mengumpulkan dan mengkonsentrasikan energi itu, disamping itu sistem ini harganya mahal[3].

Solusi dari permasalahan diatas yaitu merancang sebuah alat untuk menyediakan sumber energi laptop yang bersifat *mobile* dan ekonomis yaitu sebuah *Powerbank Laptop Portable* Sebagai Sumber Energi *Mobile*. Sistem yang dibuat menggunakan baterai lithium dan modul *boost converter* yang dikendalikan oleh sinyal kontrol berupa sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*). PWM digunakan untuk menghasilkan tegangan keluaran yang bervariasi, mulai dari tegangan 0 volt sampai dengan tegangan maksimal[4]. Dimana *boost converter* digunakan untuk memberikan tegangan keluaran yang lebih tinggi dari tegangan masukan yang rendah dan menghasilkan tegangan berkisar 19 volt dc yang dapat digunakan untuk pengecasan laptop atau *notebook* [5]. Manfaat dari pembuatan alat ini yaitu untuk membuat energi cadangan yang disimpan pada baterai dan mempermudah penggunaan laptop jika jauh dari jangkauan listrik.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membuat suatu sistem yang bisa menghasilkan listrik sebagai sumber energi laptop yang bersifat *mobile* dan ekonomis. Dengan adanya alat ini diharapkan dapat memudahkan pengisian daya laptop ketika jauh dari jangkauan listrik. Penelitian menggunakan baterai lithium sebagai sumber energi listrik pada laptop, dimana baterai *lithium* ringan karena terbuat dari karbon, awet karena siklus isi dan kuras dapat dilakukan hingga ratusan kali, serta dapat diisi ulang ketika baterai tidak benar-benar habis.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Powerbank

Powerbank adalah sebagai pengisi daya *gadget* saat kita sedang berada diluar dan jauh dari sumber listrik. Fungsi *powerbank* dapat disebut juga sebagai penyimpan daya atau dapat dianalogikan sebagai baterai cadangan, namun untuk penggunaannya kita tidak perlu mencopot baterai *handphone*, kita cukup menancapkan kabel seperti saat kita melakukan pengisian menggunakan *charger* biasa[6]. *Powerbank* ini sendiri mempunyai fungsi untuk mengisi kembali ponsel atau *gadget* anda saat *gadget* anda mulai kehabisan daya saat anda berada di luar ruangan yang tidak terdapat stop kontak atau colokan listrik. Jika kita lihat dari fungsi *powerbank* ini, alat ini bisa juga di sebut *portable charger* karena alat ini dapat di gunakan untuk mengisi ulang baterai ponsel atau *gadget* kapan pun dan dimana pun Anda berada. *Powerbank* ini sangat cocok untuk orang yang mempunyai suatu bisnis, cocok untuk orang-orang lapangan yang jarang berada di dalam ruangan, dan juga cocok untuk orang-orang yang sering ada dalam perjalanan. *Powerbank* ini adalah benda mungil yang mempunyai berbagai macam kapasitas daya, mulai dari 3000 mAh sampai 11000 mAh [7].

B. Baterai Lithium

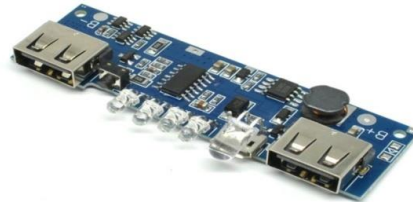
Baterai *lithium-ion* merupakan salah satu jenis baterai sekunder (*rechargeable battery*) yang dapat diisi ulang dan merupakan baterai yang ramah lingkungan karena tidak mengandung bahan yang berbahaya seperti baterai-baterai yang berkembang lebih dahulu yaitu baterai NI-Cd dan Ni-MH. Baterai ini memiliki 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 jenis lain. Sehingga dengan berat yang sama energi yang dihasilkan baterai lithium dua kali lipat dari baterai jenis lain. Lithium-Ion *Battery* atau baterai lithium ion (Gambar 1) 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* [8].



Gambar 1. Baterai *lithium* (sumber: <https://www.liputan6.com/>)

C. Modul Powerbank

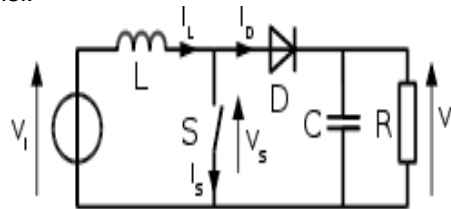
Modul *powerbank* (Gambar 2) merupakan suatu susunan perangkat elektronik yang bisa digunakan sebagai pengontrol aliran arus listrik saat akan mengalirkan daya dari *powerbank* ke beban yang akan diisi ulang. Modul *powerbank* mempunyai beberapa komponen diantaranya yaitu: soket pengisi USB, lima saluran baterai kompartemen, empat indikator tingkat muatan daya LED, *port* USB perempuan dengan spesifikasi 5V lebih kurang dari 5% = 2,1 A; 7, unit yang berfungsi untuk melindungi pengisian daya *bank* untuk diisi ulang, lampu indikator daya, dan saklar hidup/mati.



Gambar 2. Modul *powerbank* (sumber : <https://www.jakartanotebook.com/>)

D. Boost Converter

Boost converter adalah konverter yang menghasilkan tegangan *output* lebih besar dari tegangan *input*-nya. Tegangan *output* yang dihasilkan dari *boost converter* (Gambar 3) memiliki polaritas yang sama dengan tegangan *input*. Konverter ini bekerja secara periodik saat saklar terbuka dan tertutup[9]. DC-DC *boost converter* merupakan konverter yang digunakan untuk memberikan tegangan keluaran yang lebih tinggi dari tegangan masukan yang rendah dengan dikendalikan oleh sinyal kontrol berupa sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*). Konverter DC-DC ini banyak digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan tegangan yang lebih tinggi dari sumbernya [5]. *Buck-boost converter* merupakan *converter dc-dc* tipe *switching* yang dapat bekerja sebagai penaik maupun penurun tegangan yang dapat disesuaikan dengan aplikasi lainnya yang membutuhkan tegangan keluaran bervariasi dan dapat berfungsi juga untuk meningkatkan kualitas daya dan efisiensi.



Gambar 3. Rangkaian dasar *boost converter* (sumber : Harselina, 2019)

E. Modul BMS

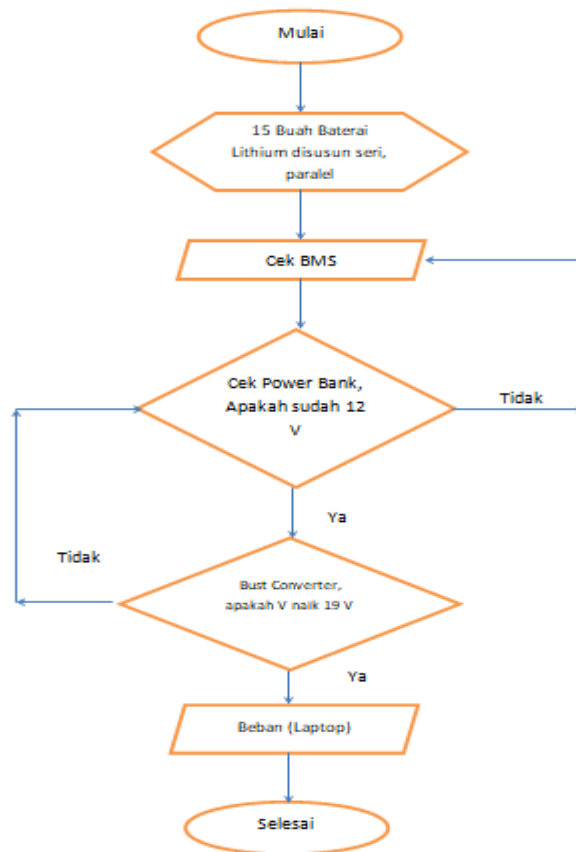
BMS adalah perangkat yang digunakan untuk menyeimbangkan, pemantauan dan proteksi pada baterai. BMS juga dapat melindungi dan mengatur kondisi baterai, dan menjaga keseimbangan baterai. Selain itu dapat memberikan informasi energi yang masih tersedia dalam baterai dan prediksi durasi pemakaiannya juga 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[10]. Gambar 4 menunjukkan modul BMS.



Gambar 4. Modul BMS.

III. METODE PENELITIAN

A. Flowchart Proses Kerja Alat Penelitian

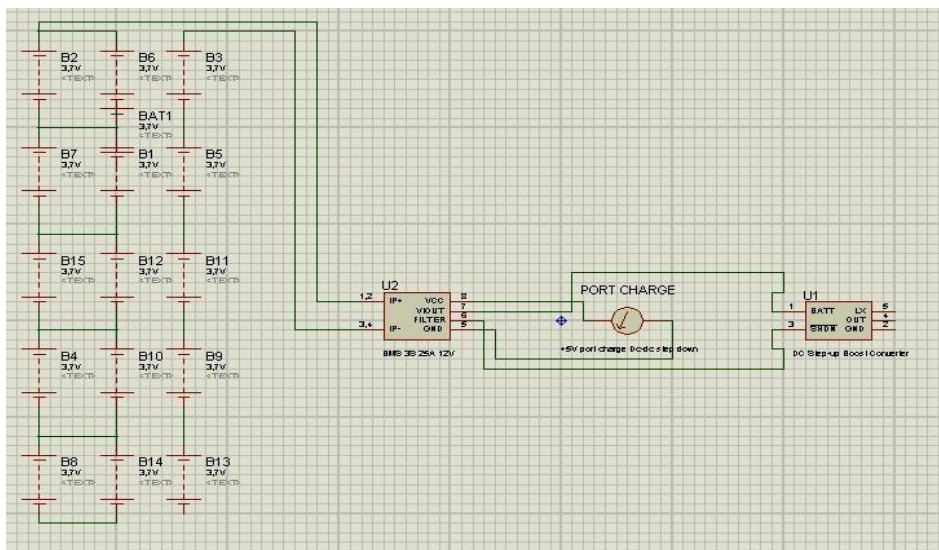


Gambar 5 Flowchart.

Tahapan alur kerja dari alat *powerbank laptop portable* terlihat pada Gambar 5 dimulai dari merangkai 15 buah baterai lithium disusun secara seri dan paralel, baterai lithium berfungsi sebagai penyimpanan daya cadangan untuk mengisi daya laptop. Setelah itu dihubungkan dengan modul BMS sebagai pengaman baterai dan menghasilkan tegangan keluaran baterai 12 volt selanjutnya dari modul BMS cek tegangan baterai apakah sudah 12 volt Jika Ya masuk ke *bost converter* cek apakah tegangan sudah naik ke 19 volt. Setelah tegangan dinaikkan 19 volt *powerbank* siap untuk dihubungkan ke beban yaitu laptop atau *notebook*

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Skematik Rangkaian



Gambar 6. Skematik powerbank laptop portable

Komponen dari *hardware* terdiri dari baterai lithium 15 buah dgn kapasitas msing” baterai 3.7v 1800mAh , modul powerbank, modul boost converter dc-dc step up , modul PCB BMS 25A 12V. Skematik powerbank laptop portable dapat dilihat pada Gambar 6.

B. Hardware Powerbank Laptop Portable



Gambar 7. Hardware powerbank laptop portable

Pada rangkaian di Gambar 7 terdiri dari 15 buah Baterai lithium disusun seri paralel untuk menghasilkan tegangan keluaran 12volt dan kapasitas baterai powerbank 13000mAh, kemudian dihubungkan ke modul BMS sebagai pelindung baterai setelah itu dihubungkan ke modul powerbank , modul powerbank berfungsi untuk pengisian daya dari powerbank itu sendiri, selanjutnya baterai yg tdinya menghasilkan tegangan keluaran 12 volt dihubungkan ke boost converter dc dc step-up untuk dinaikkan tegangannya menjadi 19V DC setelah itu powerbank siap untuk digunakan dan dihubungkan ke beban laptop atau notebook.

C. Cara Kerja Powerbank Laptop Portable

Powerbank ini menggunakan 15 buah baterai lithium dengan tegangan 3.7 volt yang dirangkai seri paralel kemudian dihubungkan dengan modul PCB BMS 3S 25A 12V untuk menghasilkan tegangan keluaran 12V. Selanjutnya, tegangan 12V dari baterai lithium tersebut dinaikkan menggunakan modul boost converter dc step-up sehingga menghasilkan tegangan 19 volt. Dengan demikian alat ini dapat mengalirkan arus dan tegangan ke laptop atau notebook.

TABEL I. DATA PERCOBAAN *POWERBANK LAPTOP PORTABLE*

Tipe Laptop	Daya (P)	Arus (I)	Tegangan (V)	Kapasitas Baterai Laptop
Asus X441M	19 watt	1,01 Ampere	19 Volt	2600 mAh
Sonny	21 watt	1.12 Ampere	19 Volt	2760 mAh
Aspire One	22 watt	1,16 Ampere	19 Volt	4400 mAh
Toshiba	25 watt	1,34 Ampere	19 Volt	4200 mAh
Acer	30 watt	1,60 Ampere	19 Volt	5000 mAh

D. Analisis Rangkaian

Powerbank laptop *portable* dibuat dengan menggunakan 3 buah modul yaitu modul *boost converter dc step-up*, *voltamper dc-dc step down power supply+5v* dan modul PCB BMS 3S 25A 12V. *Powerbank laptop portable* ini menggunakan 15 buah baterai lithium yang dirangkai seri paralel sehingga menghasilkan tegangan keluaran 12volt, kemudian tegangan dinaikkan menjadi 19volt menggunakan modul *boost converter dc step-up* dengan demikian bisa digunakan untuk *charge* laptop atau *notebook*. Data hasil percobaan dari *powerbank laptop portable* dapat dilihat pada Tabel I.

E. Perhitungan waktu pengisian laptop

Dengan menggunakan persamaan (1), lama waktu pengisian daya laptop dapat diperoleh hasil perhitungan waktu pengisian laptop dalam keadaan baterai 0%.

$$(h) = I_{\text{Baterai Laptop}}(\text{Ah}) / I_{\text{Out}}(\text{A}) \quad (1)$$

- 1) Perhitungan dengan kapasitas baterai laptop Assus X441M 2600 mAh dengan arus keluaran 1,01 A

$$I_{\text{Baterai Laptop}} = 2600 \text{ mAh} = 2,6 \text{ Ah}$$

$$I_{\text{out}} = 1,01 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \text{Lama waktu pengisian} &= 2,6 / 1,01 = 2,5742 \text{ h} \\ &= 2,5742 \times 60 \text{ menit} \\ &= 154 \text{ menit atau } 2 \text{ jam } 34 \text{ menit} \end{aligned}$$

- 2) Perhitungan dengan kapasitas baterai laptop Sonny 2760 mAh dengan arus keluaran 1,12 A

$$I_{\text{Baterai Laptop}} = 2760 \text{ mAh} = 2,76 \text{ Ah}$$

$$I_{\text{out}} = 1,12 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \text{Lama waktu pengisian} &= 2,76 / 1,12 = 2,4642 \text{ h} \\ &= 2,4642 \times 60 \text{ menit} \\ &= 145 \text{ menit atau } 2 \text{ jam } 25 \text{ menit} \end{aligned}$$

- 3) Perhitungan dengan kapasitas baterai laptop Aspire One 4400 mAh dengan arus keluaran 1,16A

$$I_{\text{Baterai Laptop}} = 4400 \text{ mAh} = 4,4 \text{ Ah}$$

$$I_{\text{out}} = 1,16 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \text{Lama waktu pengisian} &= I_{\text{Baterai Laptop}}(\text{Ah}) / I_{\text{Out}}(\text{A}) \\ &= 4,4 / 1,16 = 3,7931 \text{ h} \\ &= 3,7931 \times 60 \text{ menit} \\ &= 226 \text{ menit atau } 3 \text{ jam } 46 \text{ menit} \end{aligned}$$

- 4) Perhitungan dengan kapasitas baterai laptop Toshiba 4200 mAh dengan arus keluaran 1,34 A

$$I_{\text{Baterai Laptop}} = 4200 \text{ mAh} = 4,2 \text{ Ah}$$

$$I_{out} = 1,34 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \text{Lama waktu pengecasan} &= 4,2 / 1,34 = 3,0597 \text{ h} \\ &= 3,0597 \times 60 \text{ menit} \\ &= 184 \text{ menit atau } 3 \text{ jam } 4 \text{ menit} \end{aligned}$$

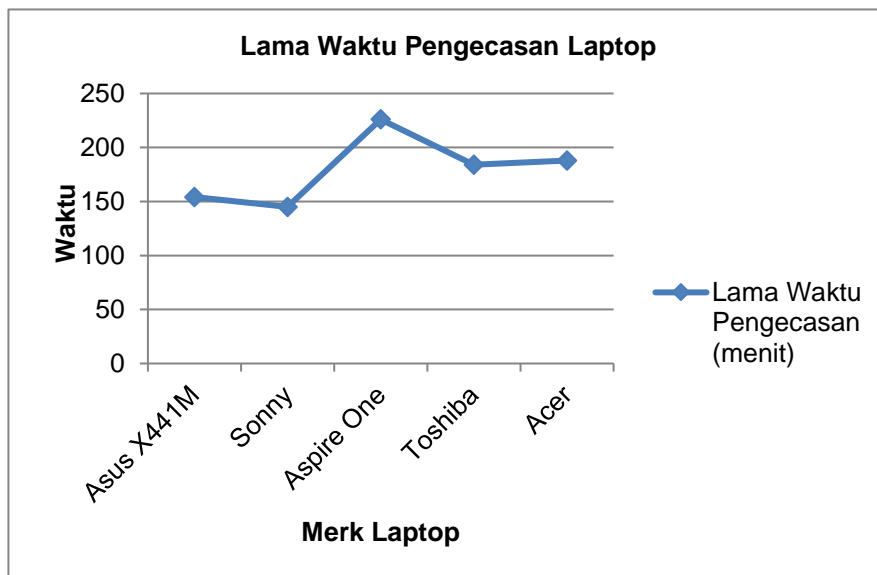
5) Perhitungan dengan kapasitas baterai laptop Acer 5000 mAh dengan arus keluaran 1,60 A

$$I_{\text{Baterai Laptop}} = 5000 \text{ mAh} = 5 \text{ Ah}$$

$$I_{out} = 1,60 \text{ A}$$

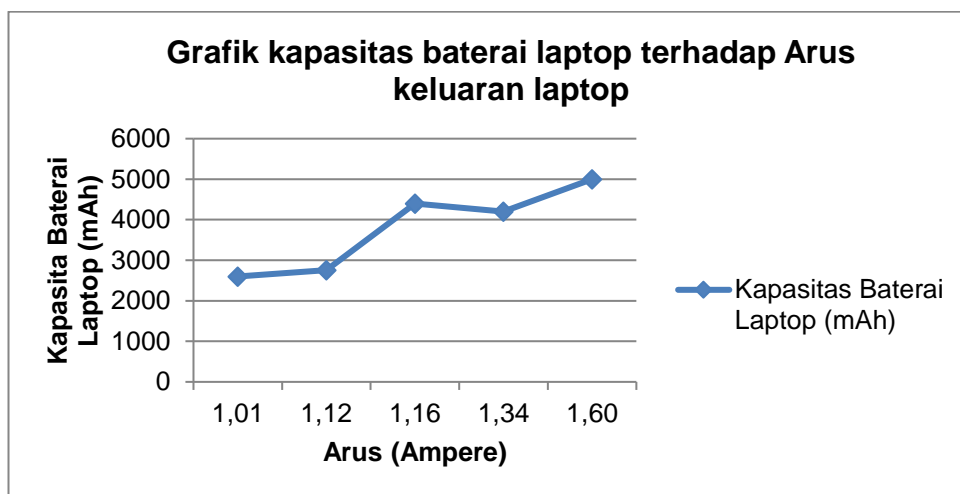
$$\begin{aligned} \text{Lama waktu pengecasan} &= 5 / 1,60 = 3,125 \text{ h} \\ &= 3,125 \times 60 \text{ menit} \\ &= 188 \text{ menit atau } 3 \text{ jam } 8 \text{ menit} \end{aligned}$$

F. Grafik Lama Waktu Pengecasan Laptop



Gambar 8. Grafik lama waktu pengecasan laptop

Berdasarkan grafik pada Gambar 8 didapatkan lamanya waktu pengecasan untuk laptop merk Asus X441M 154 menit, laptop Sonny 145 menit, laptop Aspire One 226 menit, laptop Toshiba 184 menit, dan laptop Acer 188 menit. Lamanya waktu pengecasan laptop dipengaruhi dari kapasitas baterai dari masing-masing laptop tersebut.



Gambar 9. Grafik kapasitas baterai laptop terhadap arus keluaran laptop

Berdasarkan grafik pada Gambar 9 kapasitas baterai laptop juga mempengaruhi lama pengecasan dari laptop itu sendiri. Jadi semakin besar kapasitas baterai laptop dan arusnya maka waktu untuk mengecaskan laptop juga akan semakin lama dan sebaliknya.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian telah berhasil dibuat sebuah teknologi pengisi daya laptop *portable* menggunakan sumber energi listrik yang disimpan ke dalam baterai yang bisa diisi ulang tanpa harus menghubungkan peranti tersebut pada *outlet* listrik. Dengan adanya alat ini diharapkan dapat memudahkan pengisian daya laptop ketika jauh dari jangkauan 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 DC dipengaruhi oleh besarnya kapasitas baterai yang dimiliki oleh laptop, semakin besar kapasitas baterai laptop maka semakin lama waktu pengisiannya.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Muchtar and N. Sahara, "Hubungan Lama Penggunaan Laptop Dengan Timbulnya Keluhan Computer Vision Syndrome (Cvs) Pada Mahasiswa/I Fakultas Kedokteran Umum Universitas Malahayati," *J. Med. Malahayati*, vol. 3, no. 4, pp. 197–203, 2016.
- [2] N. Z. Elfani and P. Sasmoko, "Power Bank Portable Solar Charger Menggunakan Sistem Buck-Boost Converter Berbasis Mikrokontroler Atmega 32," *Gema Teknol.*, vol. 18, no. 4, p. 15, 2016, doi: 10.14710/gt.v18i4.21911.
- [3] B. H. Purwoto, "Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 01, pp. 10–14, 2018, doi: 10.23917/emit.v18i01.6251.
- [4] T. Suhendra, A. Uperiaty, D. A. Purnamasari, and A. H. Yunianto, "Kendali Kecepatan Motor DC dengan Metode Pulse Width Modulation menggunakan N-channel Mosfet," *J. Sustain. J. Has. Penelit. dan Ind. Terap.*, vol. 7, no. 2, pp. 78–85, 2018, doi: 10.31629/sustainable.v7i2.701.
- [5] H. Buntulayuk, F. A. Samman, and Y. Yusran, "Rancangan DC-DC Converter untuk Penguatan Tegangan," *J. Penelit. Enj.*, vol. 21, no. 2, pp. 78–82, 2018, doi: 10.25042/jpe.112017.12.
- [6] T. K. Aminardi and A. Z. Falani, "Sistem Pendukung Keputusan Untuk Pemilihan Powerbank Sesuai Budget Menggunakan Simple Additive Weighting (SAW)," *J. Link*, vol. 26, no. 2, pp. 30–34, 2017.
- [7] M. S. Sulhi, T. C. Ningrum, Y. Sari, P. Studi, and T. Informatika, "Tangga Sebagai Pembuatan Powerbank Pintar," pp. 273–277.
- [8] F. A. Perdana, "Baterai Lithium," *INKUIRI J. Pendidik. IPA*, vol. 9, no. 2, p. 113, 2021, doi: 10.20961/inkuiri.v9i2.50082.
- [9] R. Febrianto *et al.*, "Rancang Bangun Boost Converter Untuk Proses Discharging Baterai Pada Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (Pjuts)," *Pros. Semin. Nas. Teknol. Elektro Terap.*, vol. 02, no. 01, pp. 159–163, 2018.
- [10] L. K. Amifia *et al.*, "Desain Deteksi Kesalahan Battery Management System Menggunakan Algoritma Kalman Filter Pada Mobil Listrik," *J. Teknol. dan Terap. Bisnis*, vol. 2, no. 1, pp. 4–9, 2019.