



A Simple DC Powerbank Experiment Using PhET Simulation

Erlida Amnie^{1*}, Berkibra Lumbantoruan²

^{1, 2}Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Jambi, Indonesia

Jalan Raya Jambi-Ma.Bulian KM.15 Mendalo Darat Jambi

e-mail: erlidaamnie@unja.ac.id

DOI:

<https://doi.org/10.52434/jpif.v6i1.43213>

Accepted: February 19, 2026, Approved: February 20, 2026, Published: February 22, 2026

ABSTRACT

The research is aim to determine the use of PhET simulation in physics learning on direct current (DC) electrical circuits through the design and analysis of a simple power bank with the help of PhET simulation. The experiment was conducted using the Circuit Construction Kit: DC module to build a circuit consisting of an electrical power source (battery), a load (resistor), a switch, and a current and voltage measuring instrument. With variations in resistance values, the relationship between voltage, current, and resistance was observed based on Ohm's Law. Through this activity, students can understand the basic concepts of direct current, electrical measurements, and the simple working principle of a power bank. PhET simulation has proven effective as an interactive learning medium because it facilitates visualization of current flow and helps analyze results without the need for physical laboratory equipment.

Keywords: *Direct current circuits; power bank; Ohm's law; PhET simulation; interactive learning*

Eksperimen Listrik Searah (DC) pada Powerbank Sederhana Menggunakan Simulasi Phet

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk pemanfaatan simulasi PhET dalam pembelajaran fisika pada materi rangkaian listrik searah (DC) melalui perancangan dan analisis powerbank sederhana dengan bantuan simulasi PhET. Eksperimen dilakukan menggunakan modul *Circuit Construction Kit DC* untuk membangun rangkaian yang terdiri dari sumber daya listrik (baterai), beban (resistor), saklar, serta alat ukur arus dan tegangan. Dengan variasi nilai hambatan, diamati hubungan antara tegangan, arus, dan resistansi berdasarkan Hukum Ohm. Melalui kegiatan ini, peserta didik dapat memahami konsep dasar arus searah, pengukuran listrik, dan prinsip kerja sederhana sebuah powerbank. Simulasi PhET terbukti efektif sebagai media pembelajaran interaktif karena memudahkan visualisasi aliran arus dan membantu analisis hasil tanpa perlu perangkat laboratorium fisik.

Kata kunci: Rangkaian arus searah; powerbank; Hukum Ohm; simulasi PhET; pembelajaran interaktif

PENDAHULUAN

Pembelajaran fisika pada materi listrik arus searah menuntut pemahaman konseptual mengenai hubungan antara tegangan, arus, dan hambatan sesuai dengan Hukum Ohm. Namun, dalam praktiknya, siswa sering mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan aliran arus serta memahami keterkaitan antarvariabel dalam rangkaian listrik. Oleh karena itu, kegiatan eksperimen memiliki peran penting dalam membantu siswa membangun pemahaman secara ilmiah melalui pengamatan langsung. Pemanfaatan laboratorium virtual seperti PhET *Interactive Simulations* dapat menjadi alternatif solusi dalam pelaksanaan eksperimen listrik searah. Melalui simulasi, siswa dapat merancang rangkaian, mengamati perubahan tegangan dan arus, serta menganalisis hubungan matematis antarvariabel secara interaktif dan aman. Dalam penelitian ini, konsep rangkaian listrik searah direpresentasikan melalui eksperimen sederhana yang menyerupai prinsip kerja powerbank sebagai contoh aplikasi kontekstual dalam kehidupan sehari-hari.

Listrik searah (*Direct Current*) merupakan jenis arus listrik yang mengalir satu arah dengan besar tegangan relatif konstan dan banyak digunakan pada perangkat elektronik portabel. Menurut Citra et al. (2021), pemahaman konsep listrik arus searah sangat penting karena menjadi dasar dalam pengoperasian rangkaian sederhana seperti baterai, resistor, dan beban listrik. Dalam konteks pembelajaran, konsep arus, tegangan, dan hambatan pada rangkaian DC perlu dikuatkan melalui pendekatan eksperimen maupun simulasi agar siswa mampu memecahkan masalah kelistrikan secara konseptual. Hal ini menunjukkan bahwa listrik searah tidak hanya berperan dalam aspek teknis, tetapi juga fundamental dalam pendidikan fisika.

Powerbank merupakan aplikasi langsung dari sistem searah yang berfungsi sebagai penyimpan dan penyuplai energi listrik DC ke perangkat elektronik. Hartono, Sunarno, dan Sarwanto (2017) menjelaskan bahwa powerbank bekerja dengan memanfaatkan baterai sekunder, umumnya baterai lithium-ion, yang menyimpan energi listrik dan menyalurkannya kembali melalui rangkaian pengatur tegangan DC. Narayan dan Venkateswalu (2018) menegaskan bahwa prinsip dasar powerbank sederhana melibatkan proses pengisian energi, penyimpanan, dan pelepasan energi secara efisien untuk memastikan keamanan serta kestabilan tegangan keluaran. Oleh karena itu, pemahaman rangkaian DC menjadi kunci utama dalam perancangan powerbank.

Perkembangan powerbank juga mendorong inovasi pada sistem pengisian dan konversi tegangan. Elfani dan Sasmoko (2016) menyatakan bahwa penggunaan *converter buck-boost* berbasis mikrokontroler memungkinkan *powerbank* menghasilkan tegangan keluaran yang stabil meskipun tegangan baterai berubah-ubah. Sementara itu, Li et al (2022) menambahkan bahwa teknologi pengisian cepat pada baterai lithium sangat bergantung pada sistem DC yang terkontrol secara termal dan elektrik.

Listrik searah (*Direct Current/DC*) merupakan sistem kelistrikan utama pada perangkat elektronik portabel dan sistem penyimpanan energi. Dalam konteks pendidikan, pemahaman listrik searah terbukti dapat ditingkatkan melalui penggunaan laboratorium virtual dan simulasi interaktif. Podolefsky, Perkins, dan Adams (2010) menegaskan bahwa simulasi komputer membantu siswa mengeksplorasi konsep kelistrikan secara aktif. Hal ini diperkuat oleh Alsulhi et al. (2024) yang menyatakan bahwa penggunaan simulasi PhET pada materi listrik arus searah mampu meningkatkan pemahaman konseptual dan hasil belajar fisika. Persepsi positif mahasiswa terhadap laboratorium virtual juga dilaporkan oleh Filiyani et al. (2024) dan Marlina (2022),

sementara bibliometrik oleh Harahap et al. (2025) menunjukkan tren peningkatan signifikan penggunaan simulasi PhET dalam pendidikan sains.

Penerapan nyata listrik searah banyak ditemukan pada sistem *powerbank* sebagai sumber energi portabel. Hartono, Sunarno, dan Sarwanto (2017) menjelaskan bahwa *powerbank* bekerja dengan prinsip pengisian dan pelepasan energi DC dari baterai sekunder, khususnya lithium-ion. Studi desain dan implementasi *powerbank* sederhana telah dilakukan oleh Narayan dan Venkateswarlu (2018), Francis dan Chichebeb (2019), serta Madhavi et al. (2025) yang menekankan efisiensi, kapasitas penyimpanan, dan stabilitas tegangan keluaran. Selain itu, Ridwanto dan Broto (2017) serta Wuri, Santoso dan Lubis (2019) menunjukkan bahwa sumber energi alternatif seperti dinamo sepeda, panel surya, dan VAWAT dapat dikombinasikan dalam sistem *powerbank* berbasis DC untuk mendukung konsep energi berkelanjutan.

Inovasi teknologi powerbank semakin berkembang melalui pemanfaatan *konverter* DC-DC dan sistem pengisian cerdas. Elfani dan Sasmoko (2016) serta Al Shami dan Fahmi (2023) menjelaskan bahwa penggunaan *buck-boost converter* dan *smart* DC regulator mampu menjaga kestabilan tegangan keluaran. Studi oleh Kumar et al. (2023) dan Waheed et al. (2024) menyoroti efisiensi tinggi konverter DC-DC modern dengan dukungan perangkat *wide-bandgap*. Dalam konteks penyimpanan energi, Li et al. (2022), Yadav et al. (2023), dan Zhou et al. (2024) menekankan pentingnya manajemen pengisian cepat, perilaku termal, dan keamanan baterai lithium. Selain itu, kajian tren baterai sekunder oleh García-Pineda et al. (2024) serta analisis daur hidup oleh Rieder, Louis, dan Elmenreich (2025) menunjukkan bahwa pengembangan *powerbank* perlu mempertimbangkan aspek efisiensi energi dan dampak lingkungan.

Secara keseluruhan, listrik searah menjadi fondasi utama dalam pembelajaran fisika maupun dalam pengembangan teknologi *powerbank* sederhana hingga modern. Penelitian pendidikan oleh Adi Jufriansah dan Erwin Prasetyo (2023) serta Citra et al. (2021) menegaskan bahwa pemahaman konsep DC yang baik akan mendukung keterampilan pemecahan masalah siswa. Di sisi lain, karya desain dan inovasi seperti yang dikemukakan oleh Srinivasan et al. (2024), Siahaan (2024), Surya et al. (2009), matondang et al. (2023), dan Rudi Haryani & Umam (2021) menunjukkan bahwa powerbank sederhana merupakan media aplikatif yang efektif untuk mengintegrasikan konsep listrik searah, energi terbarukan, dan teknologi terapan.

Dalam pembelajaran fisika, listrik searah tidak hanya dipahami sebagai konsep teoritis, tetapi juga sebagai fenomena yang dekat dengan kehidupan sehari-hari. Adi Jufriansah dan Erwin Prasetyo (2023) menekankan bahwa pemanfaatan media pembelajaran virtual mampu meningkatkan hasil belajar karena siswa dapat mengamati langsung perilaku arus dan tegangan DC secara visual. Temuan ini sejalan dengan (Citra et al., 2021) yang menunjukkan bahwa keterampilan pemecahan masalah siswa pada materi listrik searah sangat dipengaruhi oleh pemahaman konsep dasar rangkaian DC. *Powerbank* sederhana merupakan sarana aplikatif yang relevan untuk menghubungkan konsep listrik searah dengan teknologi nyata. Francis dan Chichebe (2019) serta Hartono et al. (2017) menjelaskan bahwa pemanfaatan baterai lithium bekas laptop pada powerbank dapat menekan biaya produksi sekaligus memperpanjang siklus hidup baterai. Sementara itu, Siahaan (2024) dan Srinivasan et al. (2024) menunjukkan bahwa powerbank berbasis panel surya menawarkan solusi pengisian ramah lingkungan dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan. Hal ini memperlihatkan bahwa rangkaian DC sederhana dapat dikembangkan menjadi sistem teknologi yang berkelanjutan.

Penggunaan konverter dan regulator DC menjadi komponen kunci dalam performa *powerbank*. Elfani dan Sasmoko (2016) menjelaskan bahwa buck-boost converter memungkinkan bahwa penyesuaian tegangan agar stabil meskipun tegangan input baterai berubah. Studi Al Shami dan Fahmi (2023) memperkuat temuan ini dengan menunjukkan bahwa konverter DC modern mampu meningkatkan efisiensi daya pada perangkat elektronik portabel. Selain itu, Waheed et al. (2024) menegaskan bahwa penggunaan perangkat wide-bandgap semakin meningkatkan kinerja dan efisiensi sistem konversi DC-DC

Dari sisi penyimpanan energi, pengembangan *powerbank* sangat bergantung pada karakteristik baterai lithium. Li et al. (2022) menyoroti pentingnya teknologi *fastcharging* yang aman dan stabil pada sistem DC untuk mencegah degradasi baterai. Selanjutnya, Zhou et al. (2024) menekankan bahwa perilaku termal baterai harus diperhatikan dalam desain *powerbank* guna menghindari risiko panas berlebih. Kajian García-Pineda et al. (2024) serta Rieder, Louis, dan Elmenreich (2025) menambahkan bahwa keberlanjutan teknologi *power bank* perlu dianalisis dari sisi lingkungan melalui pendekatan *life cycle assessment*.

Listrik searah (Direct Current/DC) merupakan materi dasar dalam pembelajaran fisika yang membahas hubungan antara tegangan, arus, dan hambatan sesuai dengan Hukum Ohm. Meskipun konsep ini bersifat fundamental, banyak peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami keterkaitan antarvariabel secara konseptual karena pembelajaran sering kali berfokus pada penyelesaian matematis tanpa eksperimen yang memadai. Oleh karena itu, kegiatan eksperimen menjadi komponen penting dalam membantu siswa membangun pemahaman ilmiah melalui pengamatan langsung terhadap perubahan tegangan dan arus dalam suatu rangkaian.

Secara teoritis, hubungan antara tegangan, arus, dan hambatan dalam rangkaian DC dinyatakan melalui persamaan Hukum Ohm, yaitu $V = I \times R$. Pemahaman terhadap persamaan ini tidak hanya menuntut kemampuan perhitungan, tetapi juga pemahaman konseptual mengenai bagaimana perubahan salah satu variabel memengaruhi variabel lainnya. Citra et al. (2021) serta Adi Jufriansah dan Prasetyo (2023) menegaskan bahwa pemahaman konsep listrik arus searah sangat berpengaruh terhadap kemampuan analisis rangkaian dan pemecahan masalah siswa.

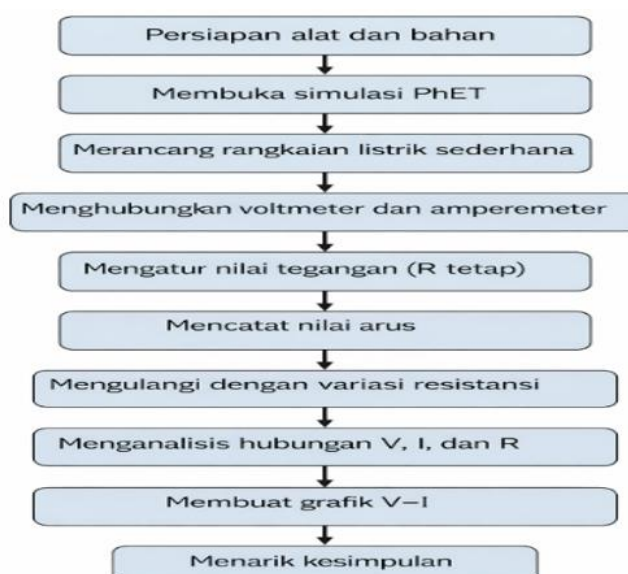
Dalam praktik pembelajaran, keterbatasan fasilitas laboratorium sering menjadi kendala dalam pelaksanaan eksperimen listrik searah. Oleh karena itu, penggunaan laboratorium virtual seperti PhET Interactive Simulations menjadi alternatif yang relevan dan efektif. Podolefsky et al. (2010) menunjukkan bahwa eksplorasi berbasis simulasi mampu meningkatkan keterlibatan aktif siswa dalam memahami hubungan antara tegangan, arus, dan hambatan. Temuan serupa dilaporkan oleh Sidik et al. (2020), Marlina (2022), serta Filiyani et al. (2024) yang menyatakan bahwa simulasi PhET membantu siswa memahami pengukuran listrik DC secara lebih visual dan interaktif.

Dalam penelitian ini, eksperimen rangkaian listrik searah dirancang menggunakan simulasi PhET dengan model rangkaian sederhana yang merepresentasikan prinsip kerja *powerbank* sebagai contoh aplikasi kontekstual. Namun, fokus penelitian tetap pada analisis hubungan antara tegangan, arus, dan hambatan dalam konteks pembelajaran fisika. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menguji bagaimana simulasi eksperimen virtual dapat membantu memperkuat pemahaman konsep Hukum Ohm melalui pendekatan eksperimen yang terstruktur.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen sederhana (pre-experimental design). Desain yang digunakan adalah *one group experimental design*, di mana peserta didik diberikan perlakuan berupa kegiatan eksperimen menggunakan simulasi PhET Interactive Simulations pada topik Circuit Construction Kit: DC. Subjek penelitian adalah siswa yang mempelajari materi listrik arus searah pada tingkat sekolah menengah. Pemilihan subjek dilakukan secara purposive sesuai dengan kebutuhan penelitian. Variabel yang diamati dalam penelitian ini meliputi tegangan (V), arus (I), dan hambatan (R) dalam rangkaian listrik sederhana sesuai dengan prinsip Hukum Ohm. Instrumen penelitian berupa lembar observasi kegiatan eksperimen, lembar kerja peserta didik (LKPD), serta lembar pencatatan data hasil pengukuran pada simulasi. Simulasi PhET digunakan untuk merancang rangkaian listrik sederhana yang memungkinkan siswa memvariasikan nilai hambatan dan mengamati perubahan arus serta tegangan.

Prosedur penelitian dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu: (1) tahap persiapan dengan menyusun perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian, (2) tahap pelaksanaan eksperimen menggunakan simulasi PhET, di mana siswa melakukan perakitan rangkaian dan mencatat hasil pengukuran, (3) tahap pengumpulan data berupa hasil pengamatan dan pengukuran siswa, serta (4) tahap analisis data untuk mengetahui hubungan antara tegangan, arus, dan hambatan berdasarkan persamaan Hukum Ohm. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan hasil pengukuran terhadap nilai teoritis yang dihitung menggunakan persamaan $V = I \times R$. Analisis ini bertujuan untuk melihat kesesuaian hasil eksperimen virtual dengan konsep teoritis serta mengevaluasi efektivitas penggunaan simulasi dalam pembelajaran listrik arus searah. Alat dan bahan yang digunakan dalam simulasi PhET yaitu, komputer atau laptop dengan akses internet, aplikasi atau web PhET Interactive Simulations (Circuit Construction Kit: DC), komponen virtual berupa baterai DC, resistor, kabel, dan amperemeter, dan lembar kerja atau tabel pengamatan untuk mencatat data hasil simulasi. Prosedur Eksperimen dengan menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:



Gambar 1. Prosedur Eksperimen

Persamaan

Hubungan antara tegangan (V), arus (I), dan hambatan (R) dalam rangkaian listrik arus searah mengikuti Hukum Ohm:

$$V = I \times R$$

dengan:

V=tegangan(Volt)

I=aruslistrik(Ampere)

R = hambatan (Ohm)

Bentuk turunan persamaan tersebut adalah:

$$I = \frac{V}{R}$$

$$R = \frac{V}{I}$$

Besarnya daya listrik pada rangkaian DC dinyatakan dengan:

$$P = V \times I$$

Melalui substitusi Hukum Ohm diperoleh:

$$P = I^2 R$$

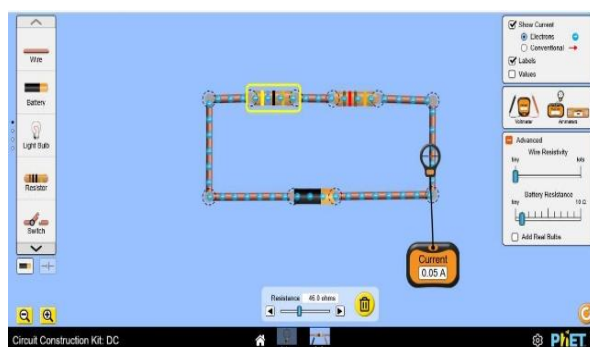
$$P = \frac{V^2}{R}$$

dengan P = daya listrik (Watt).

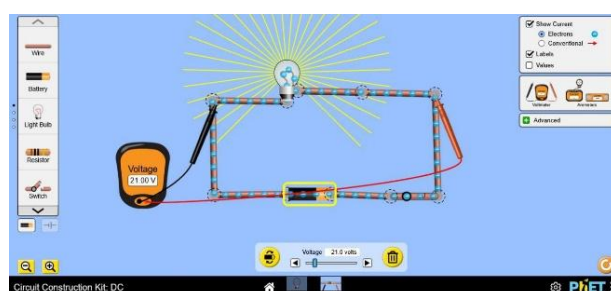
Gambar dan Tabel

Percobaan dilakukan dua kali dengan konfigurasi rangkaian yang berbeda. Percobaan pertama menggunakan dua resistor yang disusun seri (Gambar 1), sedangkan percobaan kedua mengganti salah satu resistor dengan lampu pijar (Gambar 2). Baik resistor maupun lampu memiliki hambatan sebesar 30 Ω . Perlakuan ini bertujuan membandingkan karakteristik arus dan tegangan pada rangkaian seri serta mengidentifikasi pengaruh penggantian resistor dengan lampu pijar sebagai beban listrik.

Gambar 2 menunjukkan rangkaian listrik arus searah yang terdiri atas baterai, dua resistor yang disusun seri, kabel penghubung, dan amperemeter. Rangkaian tidak memiliki percabangan sehingga arus yang mengalir bernilai sama pada setiap komponen. Hasil pengukuran menunjukkan kuat arus sebesar 0,05 A. Nilai ini sesuai dengan karakteristik rangkaian seri, di mana hambatan total merupakan jumlah seluruh hambatan yang terpasang. Besarnya hambatan total memengaruhi kecilnya arus yang mengalir, sesuai dengan Hukum Ohm. Konfigurasi ini memperlihatkan bahwa peningkatan hambatan total akan menurunkan nilai arus dalam rangkaian.



Gambar 2. Desain Percobaan Pertama



Gambar 3. Desain Percobaan Kedua

Gambar 3 menunjukkan rangkaian listrik arus searah yang terdiri atas sumber tegangan, lampu pijar, kabel penghubung, dan voltmeter. Lampu berfungsi sebagai beban yang dipasang dalam rangkaian seri sehingga seluruh arus melewati lampu sebelum kembali ke sumber. Voltmeter menunjukkan nilai tegangan sebesar 21,00 V. Tegangan yang diberikan sumber memengaruhi besar arus yang mengalir serta intensitas cahaya lampu. Variasi tegangan sebesar 20 V, 21 V, dan 23 V menghasilkan perbedaan nilai arus yang terukur, menunjukkan adanya hubungan linier antara tegangan dan arus sesuai dengan persamaan Hukum Ohm ($V = I \times R$). Hasil simulasi memperlihatkan bahwa peningkatan tegangan menyebabkan peningkatan arus, sedangkan peningkatan hambatan menyebabkan penurunan arus. Temuan ini memperkuat kesesuaian hasil eksperimen dengan konsep teoritis rangkaian listrik arus searah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil percobaan pada simulasi PhET *Simulation*

Tabel 1. Hasil Data simulasi listrik arus searah (DC) pada powerbank sederhana

No	Tegangan (V)	Hambatan	Arus (A)	Keterangan
1.	20	460	0,043	Lampu menyala redup

<i>No</i>	<i>Tegangan (V)</i>	<i>Hambatan</i>	<i>Arus (A)</i>	<i>Keterangan</i>
2.	21	460	0,046	Lampu menyala agak terang
3.	23	460	0,050	Lampu menyala terang

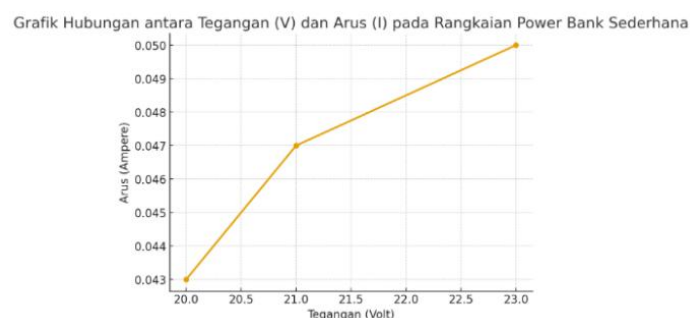
PEMBAHASAN

Dari tabel di atas dapat diamati bahwa peningkatan tegangan dari 20 V ke 23 V menghasilkan kenaikan arus dari 0,043 A menjadi 0,050 A. Berdasarkan hasil simulasi terlihat bahwa kenaikan tegangan dari 20 V hingga 23 V menyebabkan peningkatan arus listrik yang mengalir dalam rangkaian meskipun nilai hambatan dijaga tetap sebesar 460 Ω . Fenomena ini menunjukkan bahwa sumber tegangan memberikan energi potensial listrik yang lebih besar kepada muatan sehingga laju aliran elektron dalam penghantar meningkat. Dengan bertambahnya energi yang dibawa muatan listrik, lebih banyak muatan yang melewati penampang penghantar setiap satuan waktu, sehingga arus terukur menjadi lebih besar. Grafik hubungan tegangan dan arus memperlihatkan kecenderungan linier, yang menandakan bahwa rangkaian bekerja secara stabil tanpa perubahan sifat hambatan akibat pemanasan signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa dalam rentang tegangan yang digunakan, resistor dan lampu pijar masih berada dalam kondisi operasi normal, sehingga perubahan arus sepenuhnya dipengaruhi oleh variasi tegangan sumber.

Selain itu, peningkatan arus listrik secara langsung berdampak pada meningkatnya daya listrik yang diserap oleh beban. Kondisi ini ditunjukkan oleh perubahan intensitas cahaya lampu yang semakin terang seiring kenaikan tegangan. Energi listrik yang lebih besar dikonversi menjadi energi cahaya dan panas, sehingga visualisasi dalam simulasi memperkuat keterkaitan antara konsep arus, daya, dan transformasi energi dalam rangkaian arus searah.

Dengan demikian, simulasi PhET tidak hanya mengonfirmasi hubungan matematis antara tegangan dan arus, tetapi juga memperlihatkan mekanisme fisik aliran muatan dan perubahan energi yang terjadi dalam rangkaian powerbank sederhana. Hal ini memberikan pemahaman konseptual yang lebih mendalam dibandingkan sekadar penerapan persamaan Hukum Ohm.

Dengan demikian, hasil simulasi ini mendukung teori bahwa powerbank sebagai sumber arus searah (DC) akan menyalurkan energi listrik ke beban secara proporsional terhadap besar tegangan yang dihasilkan.



Gambar 4. Grafik hasil hubungan antara tegangan (V) dan arus (I)

Grafik hubungan antara tegangan (V) dan arus (I) yang diperoleh dari hasil simulasi PhET menunjukkan adanya hubungan linear dan searah antara kedua variabel tersebut. Dari grafik terlihat bahwa ketika tegangan meningkat dari 20 Volt menjadi 23 volt, arus listrik yang mengalir juga meningkat dari sekitar 0,043 ampere menjadi 0,05 ampere. Hubungan ini sesuai dengan Hukum Ohm ($V = I \times R$), yang menyatakan bahwa arus yang mengalir dalam suatu rangkaian berbanding lurus dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan hambatan. Dengan kata lain, jika hambatan tetap, maka peningkatan tegangan akan menyebabkan peningkatan arus yang sebanding.

Hasil ini menunjukkan bahwa pada rangkaian power bank sederhana yang disimulasikan, baterai berperan sebagai sumber energi listrik searah (DC) yang mampu mengalirkan arus secara stabil menuju beban, dalam hal ini lampu pijar. Ketika tegangan baterai dinaikkan, energi listrik yang disalurkan juga meningkat, sehingga lampu menyala lebih terang. Fenomena ini menggambarkan prinsip kerja power bank dalam kehidupan nyata, di mana besarnya tegangan dan arus keluaran menentukan seberapa besar daya listrik yang dapat digunakan untuk mengisi daya perangkat elektronik. Dengan demikian, simulasi ini berhasil menunjukkan secara visual dan kuantitatif bahwa peningkatan tegangan berpengaruh langsung terhadap peningkatan arus listrik, yang mendukung teori dasar kelistrikan arus searah.

Berdasarkan hasil simulasi rangkaian DC dengan hambatan tetap sebesar 460Ω , terlihat bahwa peningkatan tegangan dari 20 V menjadi 23 V menyebabkan arus meningkat dari 0,043 A menjadi 0,050 A. Hubungan ini menunjukkan kecenderungan linier antara tegangan dan arus, yang mengonfirmasi bahwa rangkaian mematuhi Hukum Ohm. Secara fisika, peningkatan tegangan memperbesar gaya dorong terhadap muatan listrik sehingga elektron bergerak lebih cepat melalui hambatan, menghasilkan arus yang lebih besar. Karena nilai hambatan dijaga konstan, perubahan arus sepenuhnya dipengaruhi oleh perubahan tegangan. Dampaknya terlihat pada intensitas cahaya lampu yang semakin terang seiring bertambahnya arus, yang menandakan energi listrik yang dialirkan ke lampu semakin besar. Hal ini membuktikan bahwa power bank sebagai sumber arus searah mampu mensuplai energi listrik secara stabil dan proporsional terhadap tegangan keluaran yang diberikan. Dengan demikian, simulasi ini tidak hanya menunjukkan hubungan matematis antara V dan I, tetapi juga memperlihatkan penerapan konsep energi listrik dalam perangkat sehari-hari.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian melalui simulasi PhET Circuit Construction Kit: DC dengan topik *Eksperimen Listrik Searah (DC) pada Power Bank Sederhana*, dapat disimpulkan bahwa rangkaian listrik searah dapat direpresentasikan dengan baik menggunakan prinsip kerja dasar power bank sederhana. Dalam simulasi ini digunakan beberapa komponen utama, yaitu baterai sebagai sumber tegangan DC, lampu pijar sebagai beban, resistor sebagai pengatur besar arus, sakelar sebagai pengendali aliran listrik, serta alat ukur voltmeter dan amperemeter untuk memantau nilai tegangan dan arus listrik. Ketika sakelar diaktifkan, arus listrik mengalir dari kutub positif menuju kutub negatif melalui penghantar sehingga menyebabkan lampu menyala. Hal ini menunjukkan bahwa energi listrik dari baterai berhasil disalurkan dan dikonversi menjadi energi cahaya dan panas. Hasil pengukuran simulasi memperlihatkan bahwa pada tegangan 20–

23 volt, arus listrik meningkat dari 0,043 ampere menjadi 0,05 ampere dengan hambatan tetap sebesar 460 ohm. Hubungan antara tegangan dan arus bersifat linear dan searah sesuai dengan Hukum Ohm ($V = I \times R$), di mana peningkatan tegangan menyebabkan peningkatan arus selama hambatan tetap. Selain itu, peningkatan arus juga berdampak pada bertambahnya daya listrik yang dihasilkan ($P = V \times I$), sehingga intensitas cahaya lampu menjadi lebih terang.

Dengan demikian, simulasi ini membuktikan bahwa prinsip kerja power bank sederhana mengikuti konsep dasar rangkaian listrik DC. Semakin besar tegangan sumber daya, maka semakin besar arus yang dapat disuplai untuk mengoperasikan perangkat elektronik. Penggunaan simulasi PhET sangat membantu dalam memahami konsep listrik searah secara visual, interaktif, dan aplikatif sehingga efektif sebagai media pembelajaran fisika.

REFERENSI

- Adi Jufriansah, 1Erwin Prasetyo. (2023). Virtual untuk Meningkatkan Hasil. 2(03), 102–112. <https://doi.org/10.56741/bei.v2i03.397>
- Al Shami, A., & Fahmi, A. (2023). Optimization of Portable Charging Systems Using Smart DC Regulators. Energy Reports. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.01.112>
- Alsalmi, N. R., et al. (2024). The effect of PhET interactive simulations on physics achievement. Educational Sciences: Theory and Practice.
- Alsalmi, N. R., Ismail, A. A. K. H., Alqawasmi, A., Abdelkader, A. F. I., Alqatawneh, S., & Salem, O. (2024). The Effect of Using PhET Interactive Simulations on Academic Achievement of Physics Students in Higher Education Institutions. Educational Sciences: Theory and Practice, 24(1), 65–75. <https://doi.org/10.12738/jestp.2024.1.006>
- Citra, K. A., Nehru, N., Pujaningsih, F. B., & Riantoni, C. (2021). Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Pada Materi Listrik Arus Searah di Masa PJJ. Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi, 7(2), 75–79. <https://doi.org/10.29303/jpft.v7i2.2663>
- Citra, K. A., Nehru, N., Pujaningsih, F. B., & Riantoni, C. (2021). Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Pada Materi Listrik Arus Searah di Masa PJJ. Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi, 7(2), 75–79. <https://doi.org/10.29303/jpft.v7i2.2663>
- Elfani, N. Z., & Sasmoko, P. (2016). Power Bank Portable Solar Charger Menggunakan Sistem Buck-Boost Converter Berbasis Mikrokontroler Atmega 32. Gema Teknologi, 18(4), 15. <https://doi.org/10.14710/gt.v18i4.21911>
- Engelhardt, P. V., & Beichner, R. J. (2004). Students' understanding of DC circuits. American Journal of Physics.

- Erickson, R. W., & Maksimović, D. (2001). *Fundamentals of Power Electronics*. Springer.
- Feng, X., et al. (2018). Thermal runaway of lithium-ion batteries. *Energy Storage Materials*.
- Filiyani, R., et al. (2024). Persepsi mahasiswa terhadap penggunaan PhET sebagai laboratorium virtual fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika*.
- Filiyani, R., Hidayatuloh, K. R., Khoeriyah, I., Hasanah, M. N., & Rifatul, I. (2024). Persepsi Mahasiswa Pendidikan Fisika Terhadap Virtual Laboratory Berbantuan PhET Pada Konsep Fisika. 1, 1–6.
- Finkelstein, N. D., et al. (2005). When learning about the real world is better done virtually. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*
- Francis, C. D., & Chichebe, A. M. (2019). Implementation of 12V/50,000mAh Power Bank for Portable Devices from Used Lithium Laptops Battery. *VIII(Vi)*, 105–109.
- García-Pineda, J., Valencia-Arias, A., Zapata Ochoa, M., Sánchez-Santos, D., Gastiaburú-Morales, M., & Palacios-Moya, J. (2024). Research trends in the use of secondary batteries for energy storage. *Frontiers in Environmental Science*, 12, 1362706. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1362706>
- Harahap, F. S., Susetyarini, E., Purwanti, E., Fitri, S., Rukman, N. K., & Pohan, H. M. (2025). PhET simulation in education: A bibliometric analysis of the Scopus database. *Research and Development in Education (RaDEn)*, 5(1), 555–570. <https://doi.org/10.22219/raden.v5i1.40504>
- Hartono, Sunarno, W., & Sarwanto. (2017). Performance analysis of power bank fitted with recycled laptop batteries. *Jurnal Pendi dikan IPA Indonesia*, 6(2), 285–291. <https://doi.org/10.15294/jpii.v6i2.9619>
- Kumar, R., et al. (2023). Miniaturized High-Efficiency DC-DC Converter for Portable Electronics. *Microelectronics Reliability*. <https://doi.org/10.1016/j.microrel.2023.115891>
- Li, Q., et al. (2022). Fast-Charging Technologies for Lithium-ion Batteries. *Journal of Power Sources*, 546. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2022.231902>
- Madhavi, P., Satyanarayana, S. V, Ramya, O. N., Satya, M. T., & Nikhita, M. (2025). To Create Portable Power Bank-To Charge Dual Devices. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 15(1), 41–45. <https://doi.org/10.9790/9622-15014145>

- Marlina, V. (2022). Laboratorium virtual berbasis PhET dalam pembelajaran fisika. *EduFisika*, 7(2).
- Marlina, V. (2022). Penggunaan laboratorium virtual berbasis simulasi phet untuk menentukan waktu paruh. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 214–221. <https://doi.org/10.59052/edufisika.v7i2.22314>
- Martua, Y. (2022). Rancang Bangun Power Bank Charger Alternatif Untuk Alat Komunikasi Dengan Energi Terbarukan Solar Cell Mini. 11(2), 35–40.
- Matondang, S. N., Uluwiyah, D. U., Hikmatyara, S., Dea, S., Artanty, S., Adelia, N., Artanti, S. C., Fattar, M., Subekti, A., Pembangunan, U., Budi, P., Modern, P., Inayah, A., Swadaya, U., Jati, G., Yogyakarta, U. T., Bosowa, U., Global, S. M. A., & Abditama, U. C. (2023). Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi powerpixie (power bank solar panel) inovasi perancangan aplikasi portable powerbank berbasis panel surya
- Narayan R, & Venkateswarlu M. (2018). Studies on portable power banks for recharging electronic gadgets. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 5(3), 1549–1558. www.irjet.net
- Podolefsky, N. S., Perkins, K. K., & Adams, W. K. (2010). Factors promoting engaged exploration with computer simulations. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 6(2), 1–11. <https://doi.org/10.1103/physrevstper.6.020117>
- Podolefsky, N. S., Perkins, K. K., & Adams, W. K. (2010). Factors promoting engaged exploration with computer simulations. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 6(2).
- Ridwanto, A., & Broto, W. (2017). Perancangan Power Bank Dengan Menggunakan Dinamo Sepeda Sederhana. VI, snf2017-ere-49-snf2017-ere-56. <https://doi.org/10.21009/03.snf2017.02.ere.07>
- Rieder, D., Louis, J., & Elmenreich, W. (2025). Life cycle assessment of portable charging technologies—a case study of a solar charger and a power bank. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 30(5), 906–927. <https://doi.org/10.1007/s11367-025-02453-8>
- Rudi Haryadi1, A. K. U. (2021). Rudi Haryadi1, Ahmad Khotibul Umam2*. 6.
- Semuel Wattimena, H., Rafafy Batlolona, J., & Penggunaan PhET Simulation untuk Meningkatkan Konseptual Fisika Siswa Konsep Listrik Searah, P. (2024). Pelatihan Penggunaan PhET Simulation untuk Meningkatkan Konseptual Fisika Siswa Konsep Listrik Searah (DC). *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara*,

- 5(4), 5238–5245.
<https://ejournal.sisfokomtek.org/index.php/jpkm/article/view/4573>
- Siahaan, G. M. (2024). SOLAR PANEL BASED 10000 mah power bank. T R a K Si, 24(1), 98. <https://doi.org/10.26714/traksi.24.1.2024.98-107>
- Sidik, H. M., Nana, N., & Sulistyaningsih, D. (2020). The Effectiveness of the PhET Colorado Simulation on Electrical Measurement Materials and the Application of Direct Current Electricity using the POE2WE Model. Jurnal.Ustjogja.Ac.Id, 7(2), 50–56. <https://jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/COMPTON/article/view/9093>
- Sidik, H. M., Nana, N., & Sulistyaningsih, D. (2020). The effectiveness of PhET Colorado simulation on direct current electricity. Compton: Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika, 7(2).
- Srinivasan, G., Velmurugan, S., Kirubakaran, R. P. A., Narayanan, B. R., & Selvaganesh, M. (2024). Impact Factor: 8.423. 13(3). <https://doi.org/10.15680/IJRSET.2024.1303097>
- Srinivasan, G., Velmurugan, S., Pon Aravind Kirubakaran, R., Raj Narayanan, B., & Selvaganesh, M. (2024). Portable Solar Power Bank. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (IJRSET), 13(3). DOI: 10.15680/IJRSET.2024.1303097
- Surya, G. G., Produk, J. D., Unggul, U. E., & Toltomang, K. J. (2009). KONSEP PRODUK ISI ULANG BATERAI YANG RAMAH.
- Waheed, A., Rehman, S.u., Alsaif, F., et al. (2024). Hybrid multimodule DC–DC converters accelerated by wide bandgap devices for electric vehicle systems. Scientific Reports, 14, 4746. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-55426-6>
- Wieman, C. E., Adams, W. K., & Perkins, K. K. (2008). PhET simulations that enhance learning. Science.
- Wuri, D. E., Santoso, M. H., & Lubis, J. H. (2019). Rancang Bangun Power Bank Bertenaga Surya Dan VAWT. Jurnal Mahajana Informasi, 4(2), 39–42. <https://doi.org/10.51544/jurnalmi.v4i2.948>
- Yadav, P., et al. (2023). Hybrid Solar-Lithium Energy Storage Module for Portable Devices. Energy Storage Journal. <https://doi.org/10.1016/j.est.2023.108453>
- Zhang, Y., et al. (2020). Portable lithium battery energy storage systems. Energy Reports.
- Zhou, L., et al. (2024). Thermal Behavior of Portable Energy Storage Systems. Journal of Energy Storage. <https://doi.org/10.1016/j.est.2024.113703>