



“METRIKA”: Electronics Trainer Media for Supporting Learning in the Application of Ohm’s Law and Kirchoff’s Law

“METRIKA”: Perancangan Media Trainer Elektronika dalam Mendukung Pembelajaran Penerapan Hukum Ohm dan Hukum Kirchoff

Andrian Nur Sya’ban^{1*}, Delsina Faiza¹, Thamrin¹, Ilmiyati Rahmy Jasril¹

¹Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Indonesia

✉ *Corresponding Author: masadrian52@gmail.com

This article contributes to:



ABSTRACT

The design of Ohm’s Law and Kirchoff’s Law trainers is an innovation aimed at improving the effectiveness of the learning process, particularly in the subjects of Ohm’s Law and Kirchoff’s Law. This trainer utilizes an AC-to-DC converter module and DC-to-DC step-down module as the main power supply. The main structure of the trainer is divided into three key parts: the power supply, circuitry, and measurement tools. Ohm’s Law and Kirchoff’s Law are the main focus in selecting the material, as they constitute the fundamental laws in electronics. During practical exercises, students often encounter challenges related to neatness, the structure of the materials, and practical tools. The trainer is expected to overcome these issues by providing a more structured and practical environment. By utilizing this trainer, it is anticipated that students can more easily comprehend and practically apply the concepts of Ohm’s Law and Kirchoff’s Law. Based on the test results, the trainer can provide measurement results that closely approximate the good accuracy with minimal differences from manual calculations. This indicates that the trainer can be relied upon to provide a consistent, practical experience in line with fundamental electronic principles. Moreover, the learning process can become more organized and efficient, improving the overall quality of learning in the basic electronic law.

Keywords: Trainer; Ohm’s Law; Kirchoff’s Law; Design and Construction

ABSTRAK

Desain *trainer* Hukum Ohm dan Hukum Kirchoff ini merupakan inovasi untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran, terutama pada konsep Hukum Ohm dan Hukum Kirchoff. *Trainer* ini dirancang dengan menggunakan modul *AC to DC converter* dan modul *DC to DC Stepdown* sebagai sumber daya utama. Struktur utama *trainer* dibagi menjadi tiga bagian: *power supply*, rangkaian, dan alat ukur. Hukum Ohm dan Hukum Kirchoff menjadi fokus utama dalam pemilihan materi karena keduanya adalah hukum dasar dalam bidang elektronika. Selama praktikum, siswa sering menghadapi masalah kerapihan dan struktur bahan serta alat praktikum. *Trainer* ini diharapkan dapat mengatasi masalah tersebut dengan menyajikan lingkungan praktikum yang lebih terstruktur. Dengan menggunakan *trainer* ini, diharapkan siswa dapat lebih mudah memahami dan mengaplikasikan konsep Hukum Ohm dan Hukum Kirchoff secara praktis. Berdasarkan hasil pengujian, *trainer* secara keseluruhan memberikan hasil pengukuran yang mendekati akurasi yang baik dengan selisih perhitungan yang kecil dibandingkan dengan perhitungan manual. Hal

ini menunjukkan bahwa *trainer* dapat diandalkan untuk memberikan pengalaman praktis yang konsisten dengan prinsip dasar elektronika. Selain itu, proses pembelajaran dapat menjadi lebih terorganisir dan efisien, memberikan kontribusi positif pada peningkatan kualitas pembelajaran di bidang hukum dasar elektronika.

Kata kunci: Trainer; Hukum Ohm; Hukum Kirchoff; Perancangan

Received: Dec. 22, 2023; **Revised:** Jan. 10, 2024; **Accepted:** Jan. 25, 2024; **Published:** Feb. 29, 2024.

How to Cite: Sya'ban, A. N., Faiza, D., Thamrin, & Jasril, I. R. (2024). "METRIKA": Electronics Trainer Media for Supporting Learning in the Application of Ohm's Law and Kirchoff's Law. *Journal of Hypermedia & Technology-Enhanced Learning (J-HyTEL)*, 2(1), 63-79. <https://doi.org/10.58536/j-hytel.v2i1.112>

Published by Sagamedia Teknologi Nusantara.

The content of this publication has not been approved by the United Nations and does not reflect the views of the United Nations.

© The Author(s) 2024 | This is an open-access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



1. PENDAHULUAN

Dalam era perkembangan teknologi yang pesat, pemahaman mendalam terhadap bidang ilmu elektronika menjadi krusial. Elektronika membuka pintu untuk memahami dan mengendalikan aliran elektron dalam perangkat, termasuk peralatan elektronik dan semikonduktor [1]. Keberhasilan dalam menguasai konsep dasar elektronika, terutama hukum *Ohm* dan hukum *Kirchoff*, menjadi kunci utama dalam merancang dan menganalisis rangkaian elektronika [2].

Hukum *Ohm*, sebagai konsep fundamental, memberikan landasan pemahaman tentang hubungan esensial antara tegangan (V), arus (I), dan resistansi (R) dalam suatu rangkaian listrik tertutup [3]. Di sisi lain, Hukum *Kirchoff* memainkan peran penting dengan dua prinsip utama, yaitu *Kirchoff I* dan *Kirchoff II* [4]. Keduanya menjadi landasan untuk merancang dan menganalisis rangkaian listrik dengan keberhasilan.

Dalam konteks pendidikan di tingkat Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), di mana keterampilan praktis sangat diutamakan, pemahaman terhadap hukum *Ohm* dan hukum *Kirchoff* menjadi penting. Penguasaan ini diperlukan khususnya pada jurusan teknik audio video, di mana kompetensi dalam dasar-dasar teknik elektronika sangat dibutuhkan. Pertama, pemahaman terhadap dasar-dasar teknik elektronika, yang termasuk hukum *Ohm* dan hukum *Kirchoff*, esensial dalam memberikan landasan bagi peserta didik jurusan teknik audio video. Keterampilan praktis dalam menerapkan konsep-konsep ini menjadi pondasi utama dalam merancang, memelihara, dan memperbaiki perangkat audio video.

Keberhasilan di dunia industri audio video memerlukan penguasaan yang kuat terhadap prinsip-prinsip elektronika, dan hal ini tidak dapat dicapai tanpa pemahaman mendalam terhadap hukum *Ohm* dan hukum *Kirchoff*. Jurusan teknik audio video di SMK membutuhkan lulusan yang tidak hanya memiliki pengetahuan teoritis, tetapi juga mampu mengaplikasikan pengetahuan tersebut dalam situasi praktis sehari-hari di industri.

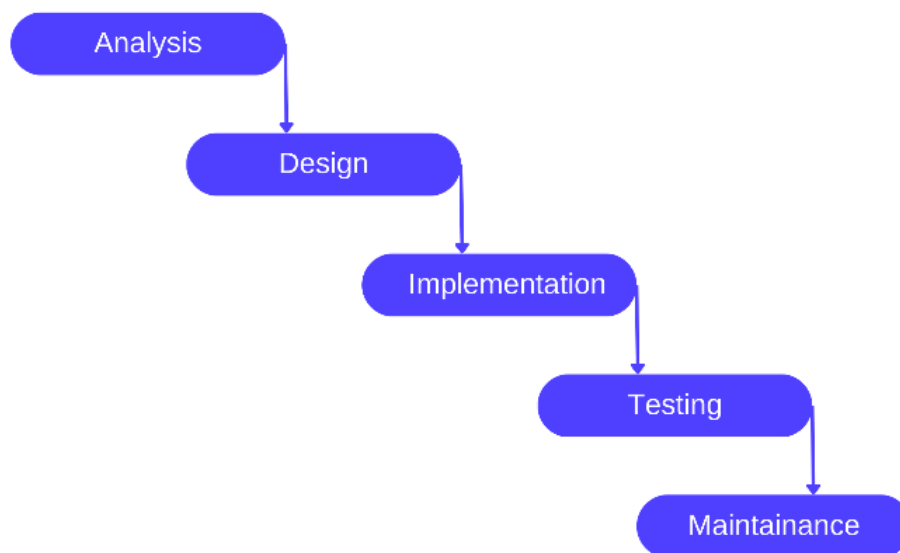
Dalam upaya meningkatkan efektivitas pembelajaran di SMK, media pembelajaran menjadi krusial [5]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menciptakan sebuah *trainer* sebagai media pembelajaran yang dapat membantu peserta didik memahami dan mengaplikasikan hukum *Ohm* dan hukum *Kirchoff* secara praktis. Lebih lanjut, keberadaan media pembelajaran seperti *trainer* bukan hanya sekadar alat bantu, melainkan sebuah investasi dalam pengembangan kompetensi peserta didik. Dengan mengaplikasikan teori dalam praktik

menggunakan *trainer*, peserta didik dapat mengasah keterampilan teknis mereka, meningkatkan daya saing, dan mempersiapkan diri untuk menjadi tenaga kerja yang handal di sektor teknologi audio video yang terus berkembang.

Trainer dianggap sebagai alat yang memiliki peran strategis dalam menghubungkan teori dan praktik, membantu peserta didik melihat aplikasi konsep secara langsung [6]–[9]. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bertujuan menciptakan alat, tetapi juga memberikan kontribusi terhadap pengembangan media pembelajaran yang dapat meningkatkan kualitas proses pembelajaran di SMK. Melalui pemahaman dan pengaplikasian hukum *Ohm* dan hukum *Kirchoff*, diharapkan peserta didik dapat lebih siap menghadapi tantangan di dunia industri sesuai dengan bidang kejuruan yang mereka tekuni.

2. METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam proses perancangan dan pembuatan *trainer* ini adalah metode pengembangan model *waterfall*. Model *waterfall* terdiri dari lima tahapan yang umumnya diterapkan dalam pengembangan perangkat lunak, tetapi dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengembangan perangkat keras. Tahapan-tahapan pada model *waterfall* ini mencakup *analysis*, *design*, *implementation*, *testing*, dan *maintenance* (lihat Gambar 1).



Gambar 1. Metode *waterfall*

Berdasarkan Gambar 1 model *waterfall* menunjukkan sistem yang berurutan dan sistematis dalam membuat suatu produk dimulai, produk yang dihasilkan pun akan berkualitas dikarenakan sebelum masuk tahapan selanjutnya produk terlebih dahulu harus menyelesaikan tahapan sebelumnya [10]. Berikut penjelasan dari lima tahapan model *waterfall* [11].

a) Analisis (*Analysis*)

Tahap pertama adalah analisis kebutuhan, di mana perluasan dan spesifikasi kebutuhan untuk *trainer* diidentifikasi dengan jelas. Pada tahap ini, tujuan dan ruang lingkup perangkat, serta fitur-fitur yang diperlukan, dianalisis dengan teliti.

b) Desain (*Design*)

Setelah kebutuhan teridentifikasi, tahap perancangan melibatkan pembuatan desain konseptual dan teknis dari *trainer*. Desain ini mencakup struktur keseluruhan, fungsi, dan interkoneksi komponen-komponen utama *trainer*. Aspek ergonomis dan keamanan juga dipertimbangkan selama tahap perancangan.

c) Implementasi (*Implementation*)

Tahap implementasi melibatkan penerapan desain ke dalam bentuk fisik yang konkret. Ini mencakup perakitan komponen, pengaturan sirkuit, dan integrasi modul-modul penyuplai daya. Selama tahap ini, kerja sama antara tim teknisi dan ahli elektronika sangat penting untuk menjamin keberhasilan implementasi.

d) Pengujian (*Testing*)

Setelah implementasi selesai, *trainer* diuji coba secara menyeluruh untuk memastikan bahwa fungsi dan performa sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Uji coba dilakukan dengan melakukan perbandingan hasil perhitungan dengan hasil pengukuran dengan *trainer*.

e) Perawatan (*Maintenance*)

Tahap terakhir adalah pemeliharaan dan evaluasi, di mana hasil uji coba dievaluasi dan diperbaiki jika ditemukan kekurangan atau perlu peningkatan. Pemeliharaan ini dapat melibatkan pembaruan perangkat keras atau perangkat lunak sesuai kebutuhan.

3. HASIL

3.1. Analisis (*Analysis*)

Tahap analisis dilakukan dengan metode observasi untuk mengetahui apa saja yang dibutuhkan dalam pembuatan *trainer* ini. Adapun kebutuhan untuk pembuatan alat ini yaitu:

3.1.1. Modul SMPS 24V-6A

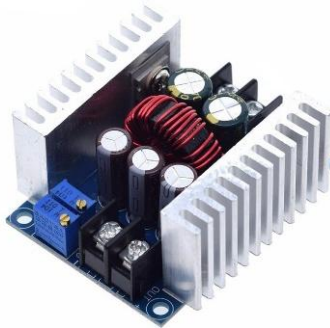
Modul SMPS 24V-6A (seperti [Gambar 2](#)) merupakan converter AC ke DC yang memiliki keluaran dengan spesifikasi 24V dan 6A. Keunggulan utama modul ini terletak pada ukurannya yang kompak, memungkinkan integrasi yang efisien dalam berbagai aplikasi. Selain itu, modul ini menonjolkan fleksibilitasnya dengan rentang tegangan input yang luas, mencakup variasi antara 90V hingga 265V AC [12]. Keandalan keluaran modul ini menjadi sorotan, terutama dalam situasi di mana terjadi fluktuasi tegangan masukan yang tidak terduga. Meskipun tegangan masukan tidak konstan, modul SMPS 24V-6A tetap dapat memberikan keluaran yang stabil. Hal ini menjadi kelebihan signifikan, memastikan konsistensi dan kehandalan daya yang dibutuhkan dalam berbagai konteks penggunaan. Dengan kemampuannya menangani variasi tegangan masukan yang luas dan memberikan keluaran yang stabil, modul SMPS 24V-6A menjadi pilihan yang sangat cocok untuk aplikasi di mana kehandalan dan stabilitas daya listrik sangat diutamakan.



Gambar 2. Modul SMPS

3.1.2. Modul DC-DC *Stepdown* CC/CV

Modul DC-DC *Stepdown* CC/CV (seperti **Gambar 3**) merupakan perangkat yang memiliki fungsi khusus dalam menurunkan tegangan DC menjadi tegangan yang lebih rendah. Modul ini mencerminkan kemajuan dalam teknologi konverter daya yang memiliki fitur kritis, yaitu kemampuan untuk mengatur keluaran dengan dua mode utama, yakni *CC* (*Constant Current*) dan *CV* (*Constant Voltage*). Dalam mode *CC*, modul ini memastikan bahwa arus keluaran tetap konstan, memberikan kontrol yang presisi terhadap aliran arus yang diinginkan. Sementara dalam mode *CV*, tegangan keluaran dipertahankan pada tingkat yang konstan, memberikan stabilitas dan kepastian dalam memberikan daya ke perangkat terhubung. Kombinasi dari kedua mode ini menjadikan modul ini sangat fleksibel dan sesuai untuk berbagai aplikasi.



Gambar 3. Modul DC-to-DC *stepdown* CC/VV

Modul ini juga memiliki cakupan input yang luas, mampu mengolah tegangan masukan antara 6V hingga 40V *DC*. Kemampuan modul untuk menghasilkan keluaran dalam rentang 1.2V hingga 36V *DC* menambahkan tingkat fleksibilitas yang tinggi, memungkinkan penggunaannya dalam skenario dengan kebutuhan tegangan yang bervariasi.

3.1.3. Multimeter Digital

Multimeter digital merupakan instrumen alat ukur yang sangat berguna dalam dunia teknik dan elektronika. Fungsinya melibatkan pengukuran berbagai parameter listrik, termasuk tegangan, arus, dan tahanan. Keunggulan utama multimeter digital terletak pada kemampuannya untuk memberikan hasil pengukuran dengan tampilan digital, membuatnya lebih mudah dibaca dan diinterpretasikan. Selain kelebihan tampilan digital, multimeter ini sering kali dilengkapi dengan berbagai fungsi tambahan, seperti pengukuran kapasitansi, frekuensi, dan

temperatur. Hal ini membuatnya menjadi alat serbaguna yang dapat digunakan dalam berbagai situasi pengukuran (**Gambar 4**).



Gambar 4. Multimeter digital

3.1.4. Multimeter Analog

Multimeter Analog merupakan instrumen alat ukur yang tetap menjadi pilihan dalam berbagai situasi pengukuran tegangan, arus, dan tahanan. Fungsi utama multimeter analog tetap sama, yaitu mengukur parameter listrik seperti tegangan, arus, dan tahanan. Yang membedakannya adalah cara presentasi hasil pengukuran. Multimeter analog menggunakan jarum penunjuk atau skala analog untuk menampilkan nilai pengukuran, memerlukan sedikit perhitungan dalam membaca hasilnya (**Gambar 5**).



Gambar 5. Multimeter analog

3.1.5. Resistor

Resistor merupakan komponen kritis yang mendominasi setiap rangkaian elektronika. Sebagai komponen pasif, fungsi utama resistor adalah sebagai penghambat dan pengatur arus listrik dalam suatu rangkaian elektronika. Dengan mengontrol aliran arus, resistor memungkinkan perancang rangkaian untuk mencapai nilai-nilai tegangan dan arus yang diinginkan. Satuan dasar resistor adalah *Ohm*, yang dilambangkan dengan simbol *omega* (Ω) seperti yang terlihat pada **Gambar 6** [13].



Gambar 6. Resistor

3.1.6. Peti Kayu

Peti kayu yang dibentuk seperti koper merupakan solusi cerdas untuk melindungi dan memudahkan transportasi komponen-komponen *trainer*. Fungsionalitas peti kayu ini sangat penting dalam memastikan keamanan dan keberlanjutan perangkat, khususnya *trainer* yang melibatkan komponen-komponen sensitif (Gambar 7).



Gambar 7. Peti kayu

3.1.7. Akrilik

Merupakan suatu bahan plastik polimer yang mudah dibentuk jika dibandingkan dengan kaca, memiliki ketahanan fisik yang baik sehingga sangat cocok digunakan untuk panel *trainer* (Gambar 8).



Gambar 8. Akrilik

3.1.8. Kotak Komponen

Sebuah kotak yang terbuat dari plastik dan memiliki beberapa sekat didalamnya sehingga dapat difungsikan sebagai wadah untuk menyimpan komponen-komponen elektronika (Gambar 9).



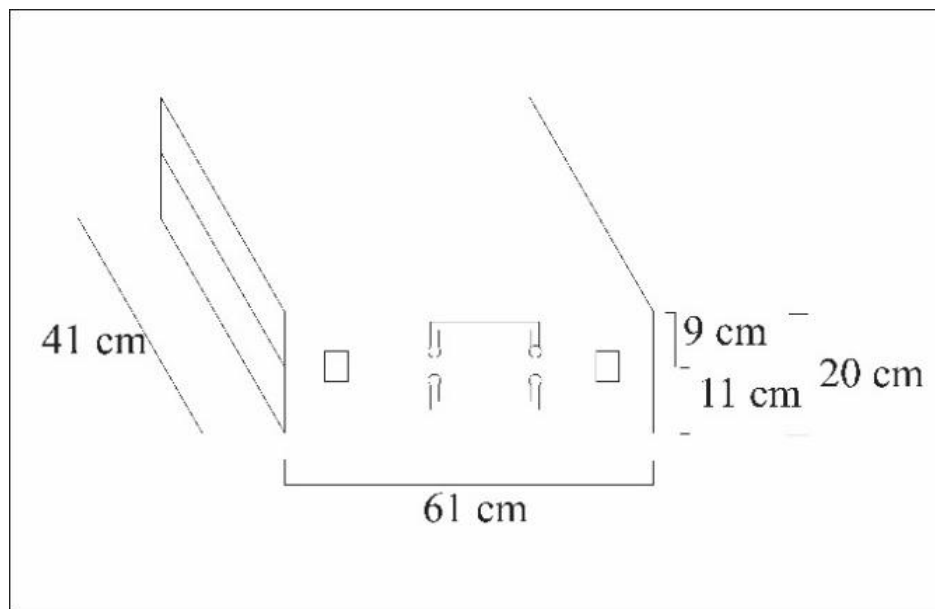
Gambar 9. Kotak komponen

3.2. Desain (*Design*)

Setelah menyelesaikan tahap analisis dan telah ditentukan semua kebutuhan yang diperlukan dalam membuat *trainer* maka langkah selanjutnya yaitu membuat rancangan alat. Berikut beberapa desain yang diperlukan dalam pembuatan *trainer*.

3.2.1. Desain Kemasan

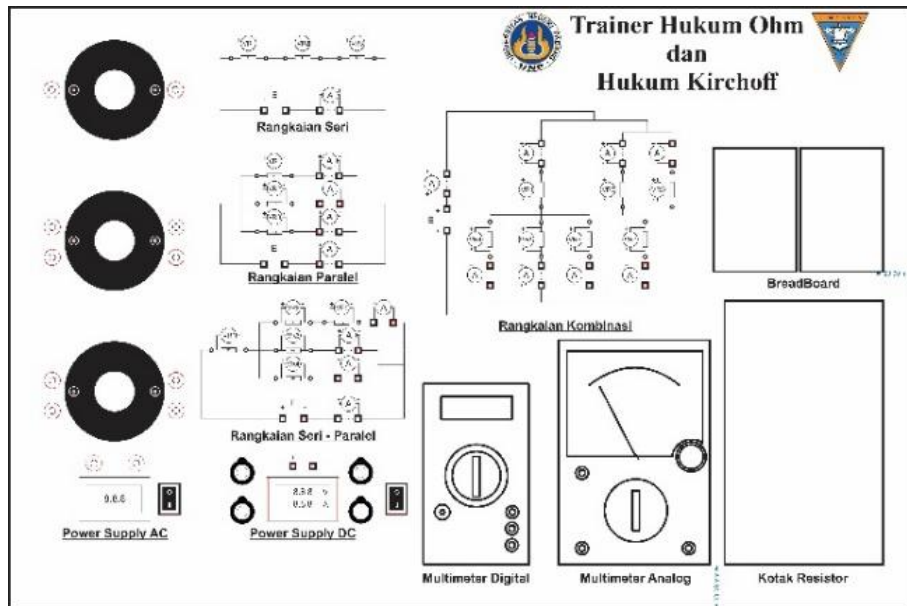
Pada [Gambar 10](#) dapat dilihat desain dan ukuran detail kemasan *trainer* yang akan dibuat dengan menggunakan bahan kayu karena diharapkan dapat meningkatkan ketahanan *trainer*. Langkah awal dalam desain kemasan yaitu menentukan panjang dan lebar kemasan yang akan dibuat, dimana untuk ukuran kemasan ini harus sama atau lebih besar dari ukuran panel yang akan dipasangkan didalamnya. Selanjutnya memulai proses desain dengan memanfaatkan objek yang telah disediakan pada aplikasi *CorelDRAW*, desain ini menjadi acuan dalam pembuatan kemasan.



Gambar 10. Desain kemasan

3.2.2. Desain Panel

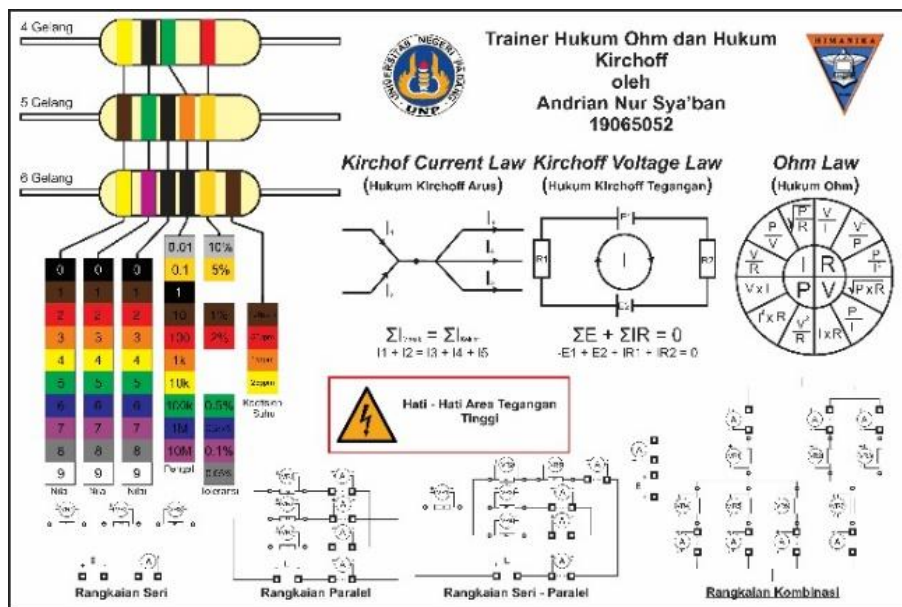
Desain panel merupakan desain dimana menjadi indikator untuk meletakkan komponen-komponen *trainer* dimana panel ini dibuat dari bahan akrilik ([Gambar 11](#)). Dalam proses desain panel langkah awal yang dilakukan yaitu menentukan konsep tata letak dan keseimbangan objek komponen *trainer*, setelah itu untuk kesesuaian ukuran komponen *trainer* dengan desain maka dilakukan pengukuran dimensi semua komponen *trainer* dengan menggunakan jangka sorong sehingga dapat mengukur seperti salah satu contoh ukuran kaki, badan, dan diameter tahanan atau resistor, setelah semua ukuran komponen *trainer* diketahui selanjutnya dituangkan kedalam bentuk desain dengan menggunakan aplikasi *CorelDRAW*.



Gambar 11. Desain panel

3.2.3. Desain Papan Informasi

Desain untuk bagian atas *trainer* dimana pada bagian atas berisi tentang informasi yang dibutuhkan dalam pengoperasian *trainer* seperti rumus, kode warna, dan peringatan. Dalam proses desain papan informasi ini juga menggunakan aplikasi *CorelDRAW*, objek rangkaian diambil langsung dari desain panel (Gambar 12). Setelah itu ditambahkan beberapa objek lagi seperti kode warna resistor dan rumus – rumus hukum dasar elektronika, dalam pendesaian objek pada papan informasi dilakukan dengan mengolah beberapa objek yang telah disediakan pada aplikasi *CorelDRAW*.



Gambar 12. Desain papan informasi

3.3. Implementasi

Setelah desain telah siap langkah selanjutnya yaitu memasuki tahapan implementasi. Tahapan ini produk direalisasikan menjadi sebuah alat fisik yang dapat dioperasikan [14].

3.3.1. Implementasi Desain Kemasan

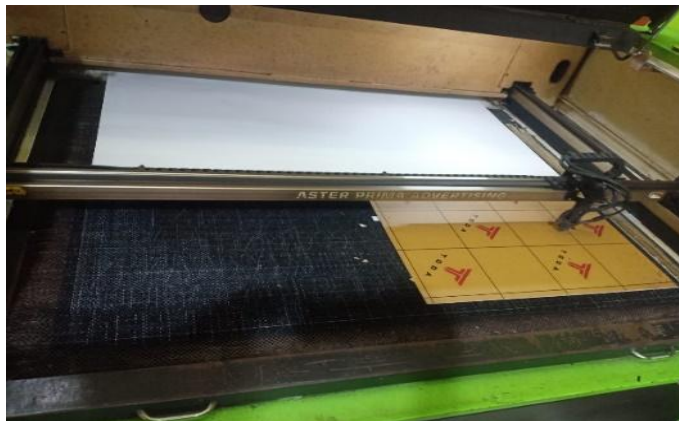
Proses pembuatan kemasan yang sesuai dengan desain yang telah dirancang pada tahap desain seperti pada Gambar 13. Dalam pembuatan kemasan pemilihan jenis dan bahan kayu yang akan digunakan menjadi hal yang cukup penting, karena kemasan *trainer* ini harus terbuat dari bahan yang kuat namun ringan guna meningkatkan nilai mobilitas dari *trainer* ini, setelah bahan dipilih lalu bahan tersebut dipotong sesuai dengan ukuran pada desain kemasan dan disatukan menjadi peti seperti pada Gambar 14, setelah itu dilakukan pengecatan agar kemasan menjadi awet dan tahan lama.



Gambar 13. Implementasi desain kemasan

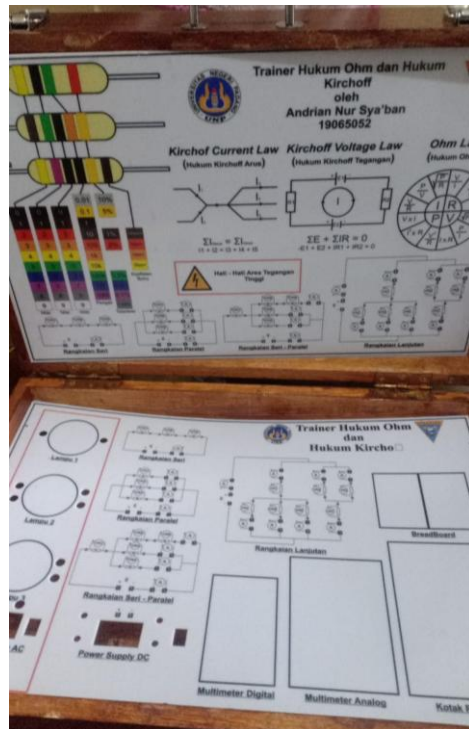
3.3.2. Implementasi Desain Panel

Pemotongan akrilik menjadi tahap berikutnya, di mana alat pemotong akrilik seperti gergaji atau mesin pemotong laser digunakan untuk mencapai dimensi yang tepat sesuai desain yang telah dirancang. Proses selanjutnya dapat melibatkan pelembaban dan pemanasan akrilik, terutama jika metode pembentukan atau molding diterapkan. Selanjutnya, pelubangan akrilik dilakukan dengan mesin bor atau alat pelubang lainnya untuk menciptakan lubang atau pola lubang sesuai dengan desain.



Gambar 14. Pemotongan akrilik

Setelah pemotongan dan pelubangan selesai, tahap *finishing* perlu diterapkan untuk memastikan hasil yang bersih. Ini melibatkan pemeriksaan tepi dan permukaan akrilik, dan jika diperlukan, penggunaan amplas atau metode *finishing* lainnya.



Gambar 15. Pemasangan sticker

3.3.3. Perakitan

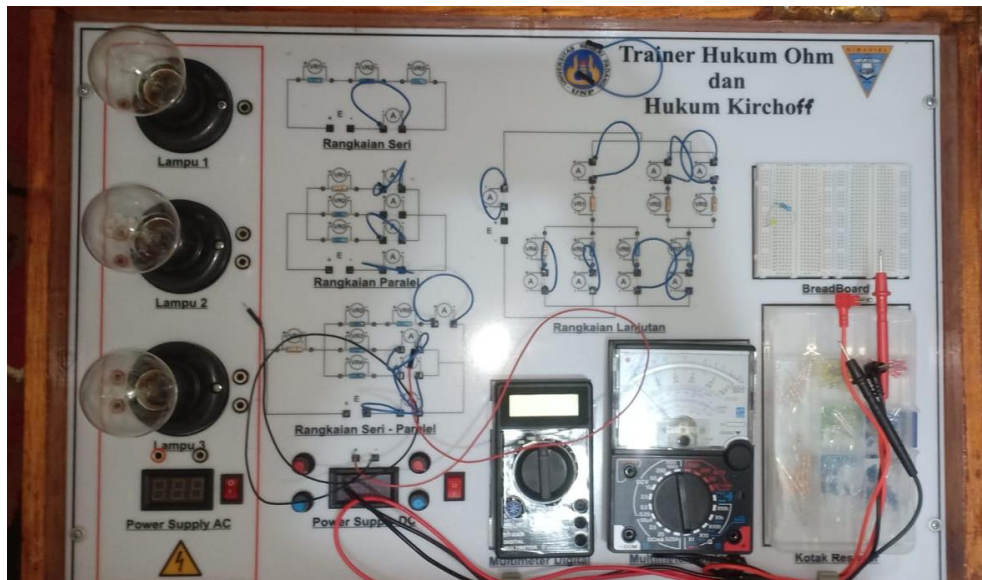
Langkah selanjutnya dalam proses adalah perakitan komponen-komponen *trainer*. Pada tahap ini, semua komponen yang telah dipersiapkan sebelumnya akan dipasang dan dikoneksikan untuk membentuk satu kesatuan *trainer* yang fungsional.



Gambar 16. Proses perakitan

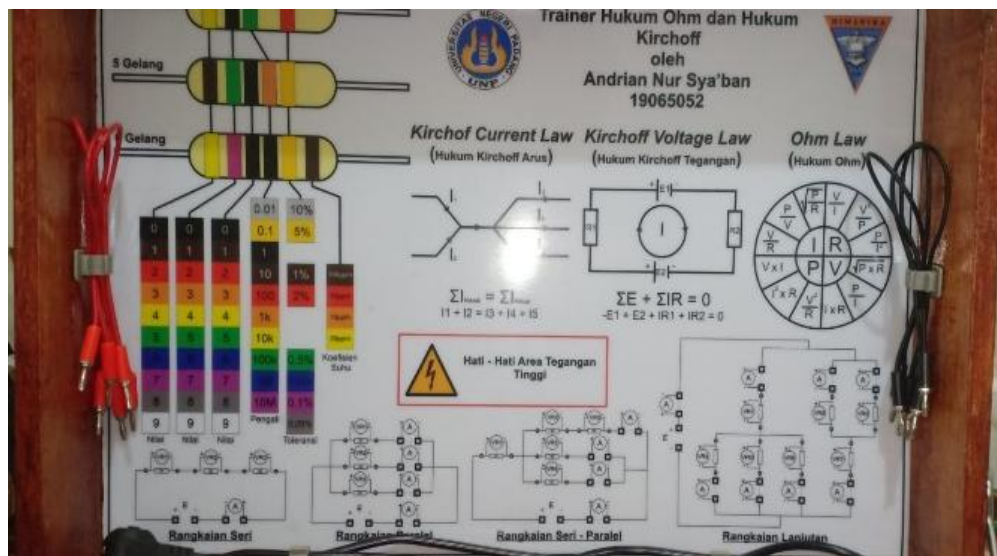
3.3.4. Hasil Akhir

Setelah melewati proses perakitan dengan cermat, langkah berikutnya adalah memastikan bahwa setiap jalur koneksi pada *trainer* telah terhubung dengan baik. Pada tahap ini, dilakukan pemeriksaan akhir untuk mengevaluasi hasil akhir dari proses perakitan. Pada **Gambar 17** dapat dilihat hasil akhir dari panel yang merupakan komponen utama dari *trainer* yang dibuat, karena pada panel ini lah peserta didik melakukan proses pembelajaran dari penerapan hukum *ohm* dan hukum *kirchoff*.



Gambar 17. Hasil akhir panel

Pada **Gambar 18** dapat dilihat bahwa papan informasi ini dapat menjadi pedoman bagi peserta didik yang sedang menggunakan *trainer* karena terdapat kode warna resistor serta rumus-rumus hukum dasar elektronika yaitu hukum *ohm* dan hukum *kirchoff*.



Gambar 18. Hasil akhir papan informasi

3.4. Pengujian

Pengujian merupakan tahap penting setelah proses perakitan *trainer* selesai. Tujuan utama pengujian adalah untuk memastikan bahwa *trainer* yang telah dibuat dapat dioperasikan dengan baik dan memberikan hasil yang akurat sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Pada pengujian ini, dilakukan pemberian input tegangan sebesar 5V, dan hasil pengukuran dibandingkan dengan perhitungan untuk mengevaluasi tingkat akurasi *trainer*. Berikut adalah hasil perbandingan hasil pengukuran dan perhitungan (Tabel 1–4).

Perbandingan ini dilakukan untuk menilai sejauh mana *trainer* mampu memberikan respons yang akurat terhadap input yang diberikan. Pengujian ini menjadi langkah krusial dalam memastikan kualitas dan kinerja *trainer* sebelum digunakan dalam konteks pendidikan atau pelatihan. Hasil pengujian yang memuaskan menjamin bahwa *trainer* dapat memberikan pengalaman pembelajaran yang efektif dan sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

Tabel 1. Hasil pengujian rangkaian 1

Objek	Hasil Pengukuran			Hasil Perhitungan		
	Tegangan (V)	Arus (mA)	Nilai (Ω)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Nilai (Ω)
R1	4.79	0.49	9.77K	4.8	0.48	10K
R2	0.16	0.49	322	0.16	0.48	330
R3	0.05	0.49	98	0.04	0.48	100

Dalam Tabel 1, pada rangkaian 1, perbandingan tegangan antara hasil pengukuran dan perhitungan menunjukkan kesesuaian yang baik. Nilai tegangan yang diukur pada objek resistor R1, R2, dan R3 mendekati nilai perhitungan, menunjukkan bahwa *trainer* mampu memberikan respons yang konsisten terhadap hukum *Ohm*. Pada Tabel 2, hasil pengukuran tegangan pada rangkaian 2 juga menunjukkan ketelitian yang relatif tinggi. Tegangan yang diukur pada resistor R1, R2, dan R3 secara konsisten mendekati nilai perhitungan. Meskipun terdapat sedikit perbedaan, hal ini dapat diatribusikan pada toleransi resistor dan faktor-faktor lingkungan.

Tabel 2. Hasil pengujian rangkaian 2

Objek	Hasil Pengukuran			Hasil Perhitungan		
	Tegangan (V)	Arus (mA)	Nilai (Ω)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Nilai (Ω)
R1	5	23.15	216	5	22.73	220
R2	5	10.80	463	5	10.64	470
R3	5	51.01	98	5	50	100

Sementara itu, Tabel 3 memberikan gambaran hasil pengukuran tegangan pada rangkaian 3. Tegangan yang diukur pada resistor R1, R2, R3, R4, dan R5 juga menunjukkan konsistensi yang baik dengan nilai perhitungan. Keseluruhan, hasil ini memberikan indikasi bahwa *trainer* dapat memberikan pengukuran tegangan yang akurat sesuai dengan hukum *Ohm* dan *Kirchoff*.

Tabel 3. Hasil pengujian rangkaian 3

Objek	Hasil Pengukuran			Hasil Perhitungan		
	Tegangan (V)	Arus (mA)	Nilai (Ω)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Nilai (Ω)
R1	2.81	13.07	216	2.80	12.7	220
R2	1.80	3.94	459	1.81	3.86	470

R3	2.19	2.28	964	2.20	2.20	1K
R4	2.19	6.85	321	2.20	6.67	330
R5	0.39	3.94	98	0.39	3.86	100

Tabel 4 memberikan gambaran hasil pengujian pada rangkaian 4.

Tabel 4. Hasil pengujian rangkaian 4

Objek	Hasil Pengukuran			Hasil Perhitungan		
	Tegangan (V)	Arus (mA)	Nilai (Ω)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Nilai (Ω)
R1	4.78	1.46	3.21K	4.83	1.48	3.3K
R2	4.78	2.16	2.14K	4.78	2.17	2.2K
R3	4.78	0.05	97.4K	4.78	0.04	100K
R4	0.17	0.75	216	0.17	0.78	220
R5	0.17	0.50	322	0.17	0.52	330
R6	0.17	0.17	969	0.17	0.17	1K
R7	0.21	2.21	98	0.22	2.22	100

Analisis hasil dari Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4 memberikan pemahaman bahwa secara keseluruhan, perbandingan antara hasil pengukuran dan perhitungan pada ketiga tabel menunjukkan bahwa *trainer* mampu menghasilkan respons yang sesuai dengan prinsip dasar elektronika. Meskipun terdapat sedikit perbedaan, hal ini dapat dianggap wajar mengingat faktor toleransi komponen dan variasi kondisi lingkungan. Analisis ini memberikan keyakinan bahwa *trainer* dapat menjadi alat pembelajaran yang efektif dalam memahami konsep tegangan dalam rangkaian elektronika.

4. PEMBAHASAN

4.1. Keakuratan Hasil Pengukuran

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari Tabel 1 hingga Tabel 4, terlihat bahwa sebagian besar hasil pengukuran mendekati nilai perhitungan manual. Misalnya, pada pengujian rangkaian pertama, hasil pengukuran pada resistor R1 menunjukkan tegangan sebesar 4.79V, yang sangat mendekati perhitungan manual sebesar 4.80V, dengan hanya sedikit selisih sebesar 0.01V. Begitu pula pada pengukuran arus dan nilai tahanan, selisih antara hasil pengukuran dan perhitungan masih berada dalam batas toleransi komponen yang wajar.

Perbedaan kecil yang muncul dalam hasil pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti:

- 1) **Toleransi komponen:** Komponen seperti resistor memiliki nilai toleransi tertentu (biasanya 5% atau 10%), yang dapat menyebabkan hasil pengukuran sedikit berbeda dari perhitungan ideal. Toleransi ini cukup umum dan dapat diantisipasi dalam desain rangkaian elektronik.
- 2) **Fluktuasi tegangan masukan:** Meskipun modul SMPS 24V-6A telah dirancang untuk memberikan keluaran yang stabil, dalam beberapa kondisi ekstrem, fluktuasi pada tegangan masukan AC dapat memengaruhi stabilitas tegangan keluaran DC, yang berdampak pada pengukuran komponen.
- 3) **Faktor lingkungan:** Kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban dapat memengaruhi nilai resistansi komponen, terutama resistor, yang berkontribusi pada variasi hasil pengukuran.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa *trainer* ini memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi dan dapat diandalkan dalam menyampaikan konsep dasar Hukum Ohm dan Hukum Kirchoff. Dengan perbedaan hasil pengukuran yang sangat kecil, *trainer* ini dapat memberikan gambaran yang akurat dan real-time mengenai konsep dasar elektronika bagi peserta didik [15].

4.2. Keandalan dan Konsistensi Keluaran

Keandalan *trainer* ini juga dapat dilihat dari konsistensi hasil pengukuran yang dilakukan pada rangkaian yang berbeda. Sebagai contoh, pada Tabel 2, tegangan yang diukur pada resistor R1, R2, dan R3 menunjukkan nilai yang sangat mendekati perhitungan manual. Hal ini menunjukkan bahwa *trainer* mampu menjaga konsistensi keluaran daya meskipun terdapat variasi pada nilai input dan rangkaian yang diuji.

Konsistensi keluaran juga diperkuat oleh penggunaan modul SMPS 24V-6A dan modul DC-DC *Stepdown* CC/CV yang mampu mempertahankan tegangan keluaran yang stabil meskipun terjadi perubahan pada tegangan input. Modul ini menjadi salah satu komponen kunci dalam menjaga keandalan daya listrik, memastikan bahwa hasil pengukuran tidak terpengaruh oleh fluktuasi tegangan atau arus yang tidak diinginkan.

4.3. Implikasi dalam Proses Pembelajaran

Penggunaan *trainer* ini dalam pembelajaran Hukum Ohm dan Hukum Kirchoff memberikan beberapa implikasi positif, antara lain:

1) Peningkatan pemahaman siswa

Dengan adanya *trainer* yang dapat memberikan hasil pengukuran yang akurat dan real-time, siswa dapat dengan mudah memahami bagaimana Hukum Ohm dan Hukum Kirchoff diaplikasikan dalam rangkaian praktis. Siswa tidak hanya memahami konsep teoretis, tetapi juga dapat melihat langsung bagaimana perubahan pada komponen rangkaian memengaruhi tegangan dan arus listrik.

2) Pengalaman praktikum yang lebih terstruktur

Salah satu masalah yang sering dihadapi siswa selama praktikum adalah kurangnya struktur dalam pengaturan alat dan bahan. *Trainer* ini dirancang untuk memberikan lingkungan praktikum yang lebih terorganisir, dengan panel yang dirancang untuk memudahkan penempatan komponen dan koneksi antar-komponen. Hal ini membantu siswa lebih fokus pada konsep yang sedang dipelajari tanpa terganggu oleh kerumitan teknis dalam penyusunan rangkaian.

3) Efisiensi waktu

Dengan menggunakan *trainer*, proses praktikum dapat dilakukan lebih cepat dan efisien. Siswa tidak perlu lagi merakit rangkaian dari awal setiap kali praktikum dimulai, karena semua komponen telah disusun dalam sebuah panel yang mudah dioperasikan. Hal ini juga memungkinkan siswa untuk lebih banyak menghabiskan waktu dalam menganalisis hasil eksperimen dibandingkan dengan menghabiskan waktu untuk persiapan rangkaian.

4) Penguatan keterampilan analitis

Trainer ini memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan perbandingan antara hasil pengukuran dan perhitungan teoretis. Dengan adanya perbedaan kecil antara hasil pengukuran dan perhitungan, siswa didorong untuk lebih kritis dalam menganalisis hasil praktikum dan memahami faktor-faktor yang memengaruhi hasil tersebut. Ini berperan dalam meningkatkan keterampilan analitis siswa, yang sangat penting dalam bidang elektronika.

4.4. Potensi Pengembangan Lebih Lanjut

Meskipun *trainer* ini sudah menunjukkan hasil yang baik dalam pengujian, masih ada beberapa potensi pengembangan yang dapat dilakukan untuk lebih meningkatkan kinerja dan efektivitasnya, seperti:

- 1) **Pengembangan *user interface* digital:** Saat ini, hasil pengukuran masih harus dicatat secara manual oleh siswa. Pengembangan lebih lanjut dapat mencakup integrasi *display* digital atau perangkat lunak yang dapat merekam dan menganalisis data pengukuran secara otomatis.
- 2) **Penambahan fitur keamanan:** Untuk meningkatkan keselamatan selama praktikum, dapat ditambahkan fitur seperti proteksi arus lebih (*overcurrent protection*) atau proteksi tegangan lebih (*overvoltage protection*) yang akan memastikan bahwa *trainer* tetap aman digunakan meskipun terjadi kesalahan dalam pengoperasian oleh siswa.
- 3) **Penggunaan material yang lebih ramah lingkungan:** Bahan-bahan seperti kayu dan akrilik yang digunakan dalam pembuatan *trainer* dapat digantikan dengan bahan-bahan yang lebih ramah lingkungan atau daur ulang untuk mendukung praktik pembelajaran yang lebih berkelanjutan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa proses pembuatan *trainer* hukum *Ohm* dan hukum *Kirchoff* menggunakan model *waterfall* telah sukses dilaksanakan, dan *trainer* tersebut beroperasi dengan baik sesuai dengan yang diinginkan. Hasil perbandingan antara perhitungan dan pengukuran pada rangkaian tahanan dalam *trainer* menunjukkan adanya sedikit perbedaan. Fenomena ini dapat diatribusikan kepada faktor-faktor seperti toleransi tahanan dan variasi suhu ruang yang dapat memengaruhi hasil pengukuran. *Trainer* yang dirancang berhasil memberikan respons yang akurat terhadap input tegangan sebesar 5V, seperti yang dijelaskan dalam pengujian. Keberhasilan dalam merancang, membangun, dan menguji *trainer* ini memberikan keyakinan bahwa alat ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam mendukung pemahaman konsep hukum *Ohm* dan hukum *Kirchoff* bagi para peserta didik di tingkat Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Namun demikian, untuk meningkatkan akurasi hasil pengukuran, perlu mempertimbangkan faktor-faktor yang dapat memengaruhi ketidakpastian pengukuran. Proses perancangan dan pengujian ini memberikan landasan yang kuat untuk pengembangan lebih lanjut dan peningkatan kualitas *trainer* di masa depan. Dengan demikian, kesimpulan ini menegaskan bahwa *trainer* yang dibuat mampu mencapai tujuan edukatifnya dengan baik dan memiliki potensi untuk menjadi alat pembelajaran yang efektif.

DECLARATIONS

Author's Contributions

Andrian Nur Sya'ban: Conceptualization, Methodology, Resource, Software, Writing - Original Draft, Writing - Review & Editing. **Delsina Faiza:** Supervision, Validation, Writing - Review & Editing. **Thamrin:** Supervision, Validation. **Ilmiyati Rahmy Jasril:** Supervision, Validation. All authors have read and approved the final version of this manuscript.

Competing Interests

Penulis menyatakan bahwa penelitian ini merupakan hasil karya orisinal yang disusun tanpa plagiarisme, menggunakan data yang valid, serta tidak ada konflik kepentingan dalam proses penyusunannya.

REFERENCES

- [1] R. Novriansyah and U. Usmeldi, “Analisis Uji Kelayakan Buku Dasar Listrik dan Elektronika Kelas X Sekolah Menengah Kejuruan,” *J. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 34–37, Oct. 2020, doi: [10.24036/jpte.v1i1.18](https://doi.org/10.24036/jpte.v1i1.18).
- [2] M. I. Farid, “Dasar-dasar Teknik Elektronika Semester 1,” 2022.
- [3] N. Ainun and J. Jefriyanto, “Development of Kirchoff’s Law Drawing Tools to Improve Student’s Science Skills in Learning Process of Direct Flow Circuits,” *J. Inf. Syst. Technol. Eng.*, vol. 1, no. 2, pp. 32–37, Jun. 2023, doi: [10.61487/jiste.v1i2.18](https://doi.org/10.61487/jiste.v1i2.18).
- [4] K. B. Pranata and C. Sundaygara, “Buku Ajar Matakuliah Elektronika Dasar I.” unikama, 2018.
- [5] R. Rohani, “Media pembelajaran,” 2020.
- [6] D. Elvina and I. P. Dewi, “Analisis Tingkat Kelayakan Media Pembelajaran Berbasis Android Dasar Listrik dan Elektronika,” *Voteteknika (Vocational Tek. Elektron. dan Inform.)*, vol. 8, no. 3, p. 18, Sep. 2020, doi: [10.24036/voteteknika.v8i3.109462](https://doi.org/10.24036/voteteknika.v8i3.109462).
- [7] P. Harahap, M. Adam, and B. Balisanislam, “Implementasi Trainer Kit Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai Pengembangan Media Pembelajaran Instalasi Listrik,” *ABDI SABHA (Jurnal Pengabd. Kpd. Masyarakat)*, vol. 2, no. 2, pp. 198–205, Jun. 2021, doi: [10.53695/jas.v2i2.263](https://doi.org/10.53695/jas.v2i2.263).
- [8] U. Muhammad and M. Mukhlisin, “Rancang Bangun Trainer Pembangkit Listrik Tenaga surya,” *Joule (Journal Electr. Eng.)*, vol. 1, no. 2, pp. 50–53, 2020.
- [9] V. Adi Kurniyanti and D. Murdiani, “Perbandingan Model Waterfall dengan Prototype Pada Pengembangan System Informasi Berbasis Website,” *J. Syntax Fusion*, vol. 2, no. 08, pp. 669–675, Aug. 2022, doi: [10.54543/fusion.v2i08.210](https://doi.org/10.54543/fusion.v2i08.210).
- [10] M. A. Budiana, D. Singasatia, and D. Irmayanti, “Analisis Penerapan Metode Waterfall Pada Sistem Penyewaan Alat Outdoor dan Booking Online Trip Pendakian Berbasis Website,” *Blend Sains J. Tek.*, vol. 2, no. 2, pp. 144–155, Sep. 2023, doi: [10.56211/blendsains.v2i2.348](https://doi.org/10.56211/blendsains.v2i2.348).
- [11] F. N. Hasanah, *Buku Ajar Rekayasa Perangkat Lunak*. Umsida Press, 2020. doi: [10.21070/2020](https://doi.org/10.21070/2020).
- [12] S. Khan *et al.*, “A High Step-up DC-DC Converter Based on the Voltage Lift Technique for Renewable Energy Applications,” *Sustainability*, vol. 13, no. 19, p. 11059, Oct. 2021, doi: [10.3390/su131911059](https://doi.org/10.3390/su131911059).
- [13] G. S. A. Putra, A. Nabila, and A. B. Pulungan, “Power Supply Variabel Berbasis Arduino,” *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 139–143, Nov. 2020, doi: [10.24036/jtein.v1i2.53](https://doi.org/10.24036/jtein.v1i2.53).
- [14] Ratna Mustika Yasi and Charis Fathul Hadi, “Pengaruh Tegangan Terhadap Besar Kuat Arus Listrik Pada Persamaan Hukum Ohm,” *J. ZETROEM*, vol. 3, no. 1, pp. 34–36, Mar. 2021, doi: [10.36526/ztr.v3i1.1331](https://doi.org/10.36526/ztr.v3i1.1331).
- [15] A. Saefullah *et al.*, “Rancang Bangun Alat Praktikum Hukum Ohm Untuk Memfasilitasi Kemampuan Berfikir Tingkat Tinggi (Higher Order Thinking Skills),” *Gravity J. Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Fis.*, vol. 4, no. 2, pp. 81–90, 2018, doi: [10.30870/gravity.v4i2.4035](https://doi.org/10.30870/gravity.v4i2.4035).