

Pengembangan Trainer *Battery Management System* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Menengah Kejuruan

Dimas Afrianto¹, Aryo Baskoro Utomo^{1*}

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

*Corresponding Author: aryobaskoro@mail.unnes.ac.id

Abstract— *The rapid growth of renewable energy technology has increased the demand for skilled workers capable of adapting to modern energy systems. Battery Management Systems (BMS) are used to monitor and protect batteries, ensuring safe and efficient energy storage operations. In vocational education, particularly at Vocational High Schools (SMK), mastering BMS technology is essential for developing competencies aligned with industrial needs in the field of Industrial Electronics Technology and the subject of Electronic Circuit Applications. However, teaching the concept of energy storage remains a challenge. Batteries, as crucial components in solar, hydro, and hybrid power systems, require a deep understanding of their characteristics and management. This study aims to analyze the impact of using a BMS trainer to improve student learning outcomes. The trainer simulates real-world systems with charging, discharging, and balancing functions, supporting contextual and practice-based learning. The development process followed the ADDIE model and was implemented at SMKN Jawa Tengah and SMKN 4 Semarang. Validation results indicated excellent feasibility, with scores of 89% from subject matter experts and 85% from media experts. Learning outcomes were evaluated using pretest–posttest and paired t-tests, showing significant improvement, with N-Gain scores of 80.8% at SMKN Central Java and 77.7% at SMKN 4 Semarang, and cognitive gains of 28.33 and 33.58 points, respectively. These findings confirm that the BMS trainer effectively enhances students' understanding of renewable energy concepts.*

Keywords: *Battery Management System, Learning Outcomes, Senior High School, Trainer.*

I. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan teknologi telah menjadi pendorong utama dalam berbagai aspek kehidupan, khususnya di bidang pendidikan [1]. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional yang menjelaskan tentang pendidikan menengah di Indonesia terbagi menjadi dua jalur utama, yakni pendidikan menengah umum dan pendidikan menengah kejuruan. Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) memiliki peran strategis dalam mempersiapkan lulusan yang kompeten dan siap kerja sesuai dengan perkembangan dunia kerja dan industri [2].

SMK merupakan salah satu bentuk dari pengembangan bakat, pengetahuan dasar dan keterampilan yang mengarah pada dunia industri[3] [4]. Di era modern, SMK dituntut untuk mampu beradaptasi dengan perkembangan teknologi melalui Kurikulum Merdeka, khususnya pada bidang sumber energi terbarukan. Materi ini menjadi sangat penting pada kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri dalam mata pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika. Namun demikian, proses pembelajaran masih menghadapi tantangan terkait pemahaman siswa terhadap baterai sebagai komponen penting dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), maupun sistem hybrid di mana komponen tersebut berfungsi sebagai media penyimpanan energi [5]. Oleh karena itu, pengelolaan baterai dan pemahaman tentang karakteristik baterai menjadi sangat penting bagi siswa.

SMKN 4 Semarang dan SMKN Jateng Semarang sebagai SMK Pusat Keunggulan (SMK PK) telah menerapkan Kurikulum Merdeka yang berorientasi pada pemenuhan kebutuhan industri. Pada SMKN 4 Semarang, integrasi materi sumber energi terbarukan dilakukan melalui program keahlian Teknik Elektronika, sedangkan di SMKN Jateng melalui program Teknik Elektronika Industri. Pembelajaran di kedua sekolah mencakup teori maupun praktik, seperti penerapan PLTA dan PLTS, sehingga siswa dapat memahami secara nyata konsep energi terbarukan. Kemudian seiring meningkatnya kebutuhan perangkat elektronik *portable*, penggunaan baterai menjadi semakin penting. Baterai mudah rusak jika tidak dikelola dengan baik [6]. Untuk itu, kompetensi BMS perlu diintegrasikan dalam Kurikulum Merdeka sebagai materi pendukung. Dengan adanya kompetensi tersebut, pembelajaran tidak hanya fokus pada teori, tetapi juga memberikan pengalaman praktik yang relevan bagi siswa. Media pembelajaran berupa *trainer* BMS menjadi sangat penting karena dapat merepresentasikan sistem proteksi,

pengendalian, dan proses pengisian, pengosongan, serta penyeimbangan sel baterai secara langsung [7]. Dengan demikian, siswa memperoleh pengalaman belajar kontekstual berbasis praktik yang mendukung penguasaan teknologi manajemen energi.

Kajian ini dilakukan sebagai upaya untuk mengembangkan *trainer* BMS sebagai media pembelajaran sekaligus mengukur efektivitas penggunaannya dalam meningkatkan hasil belajar siswa SMK pada materi sumber energi terbarukan. Selain itu, kajian ini berkontribusi dalam memperkuat implementasi Kurikulum Merdeka pada pendidikan vokasi dan memberikan alternatif media inovatif untuk pembelajaran elektronika serta menjadi rujukan bagi pengembangan media dalam pembelajaran pada teknologi manajemen energi di SMK. Dengan demikian, hasil kajian ini dapat mendukung peningkatan kualitas proses pembelajaran dan kompetensi siswa secara berkelanjutan.

II. METODE

A. Jenis Penelitian

Kajian ini bertujuan untuk mengembangkan sekaligus mengetahui pengaruh penggunaan rancangan alat berupa *trainer* BMS dengan menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Pendekatan metode R&D merupakan suatu metode yang menekankan pada proses sistematis untuk menghasilkan produk tertentu serta menguji efektivitas dari produk tersebut sebelum diterapkan secara lebih luas [8]. Dalam praktik pendidikan, metode R&D memadukan unsur pendekatan kualitatif dan kuantitatif, sehingga pendidik perlu melakukan analisis kebutuhan melalui metode survei serta menguji efektivitas produk menggunakan metode eksperimen [9]. Sejalan dengan hal tersebut, proses pengembangan produk dalam konteks R&D dapat berupa penciptaan produk baru atau penyempurnaan produk yang telah ada, dengan tetap memperhatikan prinsip akuntabilitas ilmiah.

Untuk menguji efektivitas media pembelajaran yang dikembangkan, kajian ini menggunakan desain pra-eksperimental dengan metode *One Group Pretest Posstest Design*. Metode ini bertujuan untuk mengukur peningkatan pemahaman siswa setelah menggunakan *trainer* BMS. Pendekatan ini melibatkan pengambilan data sebelum (*pre-test*) dan sesudah (*post-test*) pelatihan, sehingga memungkinkan pengukuran perubahan kompetensi siswa secara langsung. Desain alur penelitian ditampilkan pada Tabel 1.

Dalam proses pengembangannya, kajian ini menggunakan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*), yang merupakan salah satu model dalam pendekatan R&D [10]. Model ini berlandaskan pada pendekatan sistematis yang efektif dan efisien, serta menekankan interaksi dinamis antara pendidik, peserta didik, dan lingkungan pembelajaran. Dengan demikian, pendekatan R&D melalui model ADDIE dianggap tepat untuk merancang media pembelajaran inovatif seperti *trainer* BMS, karena mampu menjamin kebermanfaatan produk melalui proses validasi dan evaluasi yang terstruktur.

Tabel 1. Desain Alur Penelitian One – Group Pretest – Posttest Design

Subjek	<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
Kelas Eksperimen	O ₁	X ₁	O ₂

Keterangan:

O₁ : Nilai *pretest* (sebelum pembelajaran menggunakan media)

O₂ : Nilai *posttest* (sesudah pembelajaran menggunakan media)

X₁ : Pembelajaran menggunakan alat *trainer*

B. Subjek Penelitian

Subjek pada kajian ini meliputi ahli media, ahli materi, dan pengguna. Dua orang ahli robotika dilibatkan sebagai ahli media. Satu orang guru dari masing - masing sekolah SMKN 4 Semarang dan SMKN Jawa Tengah dilibatkan sebagai ahli materi. Siswa kelas XI di SMKN 4 Semarang dan di SMKN Jawa Tengah dengan jurusan Teknik Elektronika dan Teknik Elektronika Industri sebagai pengguna.

C. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah suatu alat yang digunakan untuk mengumpulkan data atau mengukur objek dari suatu variabel penelitian [11]. Pada kajian ini instrumen yang dibutuhkan antara lain instrumen ahli media, instrumen ahli materi serta instrumen *pretest* dan *posttest*.

1. Instrumen Ahli Media

Instrumen Ahli Media digunakan untuk menguji kelayakan produk yang ditinjau dari sudut pandang tampilan, teknis pengoperasian dan kebermanfaatan dalam perancangan kajian ini, yaitu *trainer* BMS. Adapun aspek yang akan diuji yang mengacu pada lembar validasi media [12], kemudian disesuaikan dengan kebutuhan uji media yang digunakan. Kisi-kisi instrumen Ahli Media dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kisi-Kisi Instrumen Ahli Media

Aspek Penelitian	Indikator	Nomor Butir	Nomor Indikator
Tampilan	Kesesuaian tata letak komponen	1	P1
	Ketepatan pemilihan <i>font</i> dan ukuran huruf	2	P2
	Penempatan tulisan	3	P3
	Kejelasan komponen penampil	4	P4
	Kerapian keseluruhan	5	P5
Penggunaan	Kemudahan dalam penyambungan	6	P6
	Kemudahan dalam pengoperasian	7	P7
	Kestabilan kerja	8	P8
	Fleksibilitas penggunaan media oleh peserta	9	P9
Kebermanfaatan	Memperjelas proses kegiatan belajar	10	P10
	Memperjelas materi pembelajaran	11	P11
	Menumbuhkan minat belajar siswa	12	P12
	Mendorong semangat belajar siswa	13	P13
	Mempermudah guru	14	P14
	Keterkaitan dengan materi lain	15	P15

2. Instrumen Ahli Materi

Instrumen Ahli Materi digunakan untuk menguji kelayakan materi yang terdapat pada produk yang dikembangkan, di mana materi yang dimaksud berupa *trainer* BMS dan panduan penggunaan (*jobsheet*). Terdapat beberapa aspek dalam lembar validasi ahli materi yang mengacu pada teori Walker & Hess, sebagaimana dikutip dalam penelitian oleh Mayasari [13]. Aspek tersebut kemudian disesuaikan dengan karakteristik topik dan kebutuhan dalam pembelajaran. Kisi-kisi instrumen Ahli Materi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kisi-Kisi Instrumen Ahli Materi

Aspek Penilaian	Indikator	Nomor Butir	Nomor Indikator
Kualitas isi dan tujuan materi	Kesesuaian media pembelajaran dengan silabus	1	P1
	Kesesuaian media pembelajaran dengan kompetensi dasar	2	P2
	Kesesuaian tujuan media pembelajaran dicapai	3	P3
	Kejelasan pada materi tentang komponen pada media pembelajaran	4	P4
	Keruntutan materi pada <i>jobsheet</i>	5	P5
	Ketepatan isi materi pada <i>jobsheet</i>	6	P6
	Kedalaman materi pada <i>jobsheet</i>	7	P7
Kualitas pembelajaran	Kesesuaian materi dan media	8	P8
	Kemudahan materi yang terdapat pada <i>jobsheet</i>	9	P9
	Dampak Pembelajaran kepada peserta	10	P10
	Kesesuaian taraf berpikir siswa	11	P11
	Kesesuaian contoh-contoh latihan yang diberikan	12	P12
Kebermanfaatan	Membantu proses pembelajaran peserta didik	13	P13
	Manfaat bagi peserta didik	14	P14
	Manfaat bagi guru	15	P15

3. Instrumen Pretest dan Posttest

Instrumen ini digunakan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *trainer* BMS dalam pembelajaran materi sumber energi terbarukan. Hasil tersebut diolah menggunakan uji *N-gain* supaya diketahui efektivitasnya [14].

a. Instrumen Soal

Instrumen soal merupakan salah satu alat ukur paling efektif yang digunakan pendidik untuk mengukur kualitas dan kuantitas pembelajarannya [15]. Instrumen soal pada kajian ini berbentuk pilihan ganda yang digunakan untuk menilai kemampuan dari siswa jurusan Teknik Elektronika di SMKN 4 Semarang dan siswa di jurusan Teknik Elektronika Industri di SMKN Jawa Tengah. Aspek yang diukur dalam tes ini berfokus pada hasil belajar siswa terkait kompetensi dasar memahami pengelolaan penggunaan daya pada sumber energi terbarukan, khususnya yang berkaitan dengan BMS.

Instrumen *pretest* dan *posttest* disusun berdasarkan lima aspek indikator, yaitu: (1) memahami pengertian dan komponen BMS, (2) memahami hubungan antara *State of Charge* (SoC) dan *Depth of Discharge* (DoD) pada baterai, (3) memahami proteksi pada BMS, (4) memahami proses penyeimbangan baterai, serta (5) menentukan parameter pengisian dan pengosongan. Setiap indikator dikembangkan dalam bentuk soal yang mencakup empat ranah kognitif menurut taksonomi Bloom, yaitu C1 (pengetahuan mengingat), C2 (pemahaman), C3 (pengaplikasian), dan C4 (analisis).

Pada aspek pertama disusun enam butir soal mencakup ranah C1 dan C2; aspek kedua terdiri dari lima butir soal mencakup C1 hingga C3; aspek ketiga tiga butir soal pada ranah C1 hingga C3; aspek keempat lima butir soal mencakup C1 hingga C4; dan aspek kelima enam butir soal mencakup C1 hingga C4. Secara keseluruhan, jumlah soal yang digunakan adalah 25 butir, terdiri atas 5 soal C1, 8 soal C2, 7 soal C3, dan 5 soal C4. Penyusunan soal ini bertujuan untuk memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai peningkatan pemahaman konseptual dan kemampuan analitis siswa setelah menggunakan trainer BMS sebagai media pembelajaran.

D. Teknik Analisis Data

Pada proses analisis data terdapat dua tahap yang dilakukan di kajian ini adalah melakukan analisis pada ahli materi dan ahli media serta melakukan analisis hasil tes.

1. Analisis Ahli Materi dan Ahli Media

Analisis data dalam kajian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Metode ini digunakan untuk mengolah data hasil validasi yang diperoleh melalui pengisian angket yang dilakukan oleh dua ahli materi dan dua ahli media. Hasil nilai yang diperoleh dari validasi para ahli berbentuk skala *likert* kemudian dihitung nilai rata-ratanya. Berikut panduan pemberian nilai dengan skala *likert* ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Panduan Pemberian Nilai Dengan Menggunakan Skala Likert

Pilihan	Keterangan	Bobot
Sangat Layak	SL	5
Layak	L	4
Kurang Layak	KL	3
Tidak Layak	TL	2
Sangat Tidak Layak	STL	1

Penggunaan analisis ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan media pembelajaran yang berdasarkan dengan penilaian dalam bentuk perhitungan persentase. Proses tersebut dilakukan dengan menghitung bobot dari setiap tanggapan dari responden, yang kemudian dirata-ratakan. Nilai rata-rata atau *mean* (M) diperoleh dari jumlah total skor ($\sum X$) yang diberikan kemudian dibagi dengan banyaknya skor (N) yang dihitung. Rumus persamaan mencari nilai rata-rata ditunjukkan pada persamaan (1).

$$M = \frac{\sum X}{N} \quad (1)$$

Kemudian, nilai rata-rata tersebut dikonversikan menjadi nilai persentase kelayakan. Perhitungan persentase ini dilakukan dengan cara membagi jumlah total skor rata-rata dengan jumlah total skor maksimum, kemudian dikalikan dengan 100 persen. Rumus perhitungan persentase ditampilkan pada persamaan (2).

$$Presentase = \frac{\sum \text{Skor rata-rata}}{\sum \text{Skor maksimum}} \times 100 \quad (2)$$

Berdasarkan nilai *presentase* yang diperoleh, kemudian dilakukan analisis lebih lanjut untuk menentukan batas-batas klasifikasi kelayakan *trainer* BMS. Analisis ini mengacu pada pendekatan yang digunakan oleh Irianto [16], dengan menyesuaikan kebutuhan penggunaan dengan lima cakupan kriteria kelayakan, yaitu sangat tidak layak, tidak layak, cukup layak, layak dan sangat layak. Pada tahap awal akan dilakukan untuk menghitung nilai persentase minimum, yaitu perbandingan skor minimum dengan skor maksimum dan dikalikan dengan 100 persen yang ditampilkan pada persamaan (3). Selanjutnya untuk mengetahui nilai maksimum dilakukan perhitungan dengan membagi skor maksimum dengan skor maksimum total skor yang ditampilkan pada persamaan (4). Setelah itu, untuk menentukan *range*, dilakukan pengurangan antara nilai maksimum dan nilai minimum yang ditampilkan pada persamaan (5). Dan kemudian, panjang kelas interval dihitung dengan membagi *range* dengan jumlah kategori yang ditampilkan pada persamaan (6).

$$Presentase \text{ skor minimum} = \frac{\text{Skor minimum}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\frac{5}{5} \times 100\% = 20\%$$

$$\text{Presentase skor maksimum} = \frac{\text{Skor maksimum}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\% \quad (4)$$

$$\frac{5}{5} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Range} = \text{Skor maksimum} - \text{Skor minimum} \quad (5)$$

$$100\% - 20\% = 80\%$$

$$\text{Panjang kelas interval} = \frac{\text{Range}}{\text{Jumlah interval}} \quad (6)$$

$$\frac{80\%}{5} = 16\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan dari persamaan (3) hingga (6), dapat diketahui nilai dasar klasifikasi yang bertujuan untuk menetapkan kriteria kelayakan media yang selanjutnya digunakan untuk menentukan kriteria penilaian kelayakan yang ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Konversi Persentase Data Penilaian

Prepresentase	Kriteria
84% - 100%	Sangat Layak
68% - 83,99%	Layak
52% - 67,99%	Cukup Layak
36% - 51,99%	Tidak Layak
20% - 35,99%	Sangat Tidak Layak

2. Analisis Hasil Tes

a. Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan uji yang dilakukan sebagai prasyarat untuk melakukan analisis data. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah data yang didapat berdistribusi normal atau tidak. Pada kajian ini uji normalitas yang digunakan menerapkan metode Shapiro-Wilk karena jumlah data yang dimiliki < 100 dengan bantuan software SPSS. Data tersebut dikatakan normal, jika memiliki nilai taraf signifikansi > 0,05. Bentuk rumus shapiro Wilk ditampilkan pada persamaan (7).

$$T_3 = \frac{1}{D} [\sum_{i=1}^k a_i (X_{n-i+1} - X_i)]^2 \quad (7)$$

Keterangan:

D = Koefisien tes *Shapiro Wilk*

X_i = Angka ke I pada data

X_n = Rata – rata data

T_3 = Konversi statistik *Shapiro Wilk*

b. Uji Paired sample t-test

Uji *Paired sample t-test* merupakan salah satu teknik uji statistik parametrik di mana membutuhkan prasyarat uji normalitas dengan hasil data berdistribusi normal. Uji *Paired sample t-test* digunakan dengan tujuan untuk menguji hipotesis deskriptif berupa ada atau tidaknya perbedaan signifikan pada satu kelompok subjek yang terlibat dengan dianalisis berdasarkan data rata-rata *pretest* dan *posttest*. Bentuk rumus dari uji *Paired sample t-test* ditampilkan pada persamaan (8). Pada kajian ini hipotesis yang diangkat adalah

H1 : Terdapat pengaruh yang bermakna pada uji *pretest* dan *posttest*

Ho : Tidak adanya pengaruh yang bermakna antara *pretest* dan *posttest*

$$t = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} - 2r \cdot \left(\frac{S_1}{\sqrt{n_1}}\right) \left(\frac{S_2}{\sqrt{n_2}}\right)}} \quad (8)$$

Keterangan:

t = Koefisien.

X_1 = Nilai rata-rata sampel sesudah perlakuan.

X_2 = Nilai rata-rata sampel sebelum perlakuan.

S_1 = Simpangan baku sesudah perlakuan.

S_2 = Simpangan baku sebelum perlakuan.

n_1 = Jumlah sampel sesudah perlakuan.

n_2 = Jumlah sampel sebelum perlakuan.

r = Korelasi antara dua sampel.

c. Uji N-Gain

N-gain atau biasa yang disebut dengan *Normalized Gain* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengukur efektivitas suatu pembelajaran dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik [12]. Pendekatan *N-gain* bertujuan untuk mengukur perubahan relatif antara tingkat pemahaman peserta didik sebelum dan setelah suatu pembelajaran. Oleh karena itu uji ini dilakukan dengan cara menghitung selisih antara nilai *pretest* dan *posttest*. Dengan hasil tersebut, maka akan dapat diketahui apakah pembelajaran tentang *trainer* BMS ini dapat meningkatkan kompetensi siswa terkait materi sumber energi terbarukan atau tidak, jika diterapkan dalam proses pembelajaran. Bentuk rumus *N-gain* [12] ditampilkan pada persamaan (9).

$$N - Gain = \frac{Skor Posttest - Skor Pretest}{Skor Ideal - Skor Pretest} \quad (9)$$

Keterangan:

N-gain = Indeks gain (skor gain)

Skor *Pretest* = Perolehan skor sebelum perlakuan

Skor *Posttest* = Perolehan skor setelah perlakuan

Skor Ideal = Perolehan skor maksimal hasil tes

Kemudian untuk mendeskripsikan kategori besarnya peningkatan skor *N-gain* [17] yang ditampilkan pada Tabel 6 dan untuk interpretasi kriteria penskoran *N-gain* ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 6. Kategori Besar Peningkatan N-gain

Nilai <i>N-gain</i>	Interpretasi
$0,70 \leq g \leq 1,00$	Tinggi
$0,30 \leq g < 0,70$	Sedang
$0,00 \leq g < 0,30$	Rendah
$g = 0,00$	Tidak Terjadi Peningkatan
$-1,00 \leq g < 0,00$	Terjadi Penurunan

Tabel 7. Interpretasi Kriteria Penskoran N-gain

Kategori <i>N-gain</i> (%)	Interpretasi
$N\ Gain \geq 76$	Sangat Efektif
$56 \leq N\ Gain < 76$	Cukup Efektif
$40 \leq N\ Gain < 56$	Kurang Efektif
$N\ Gain < 40$	Tidak Efektif

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Kajian ini menghasilkan sebuah *trainer* BMS yang bertujuan untuk membantu dalam mempersiapkan siswa kelas XI dengan jurusan Teknik Elektronika di SMKN 4 Semarang dan jurusan Teknik Elektronika Industri di SMKN Jawa Tengah supaya dapat menghadapi tantangan di dunia industri yang semakin terautomatisasi. Perancangan *trainer* ini dilakukan dengan menerapkan model pengembangan ADDIE.

1. Hasil Proses Analysis

Pada proses awal dilakukan analisis dengan cara melakukan observasi di SMKN 4 Semarang jurusan Teknik Elektronika dan SMKN Jawa Tengah jurusan Teknik Elektronika Industri. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan ditemukan beberapa masalah yang menjadi hal yang perlu segera ditangani. Pertama, media pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran masih berupa penjelasan teori yang disampaikan oleh pendidik tanpa adanya praktikum secara khusus membahas mengenai konsep manajemen baterai. Kedua, keterbatasan media pembelajaran berupa *trainer* BMS menyebabkan peserta didik belum memiliki sarana yang memadai untuk melakukan analisis perpindahan energi antar baterai maupun mengaplikasikan konsep manajemen baterai secara nyata. Kedua faktor tersebut menunjukkan perlunya pengembangan media pembelajaran berupa *trainer* BMS yang dapat mendukung kegiatan praktikum sehingga mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik dalam pembelajaran berbasis praktik.

2. Hasil Proses Design

Tahapan ini mencakup proses pembuatan desain *trainer* dan penyusunan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang mengacu pada mata pelajaran penerapan rangkaian elektronika khususnya pada materi sumber energi terbarukan di SMK. *Trainer* ini dibuat dengan menggunakan bahan dasar akrilik dengan ukuran 53cm x 40cm x 12,5 cm yang berfungsi sebagaiudukan untuk seluruh komponen sistem. Media *trainer* ini terdiri dari 16 rangkaian utama yang saling terintegrasi, meliputi: *power supply*, *step-down converter*, *step-up converter*, *dual volt-ampere meter*, sensor arus ACS712, *inductive balancer*, baterai, *controller* yang dilengkapi *voltage divider* dan Arduino Mega, LCD, modul MOSFET, *emergency button*, relay, kipas, dan lampu DC. Seluruh komponen tersebut dirancang untuk memberikan visualisasi nyata mengenai cara kerja sistem BMS dalam mengatur pengisian, pengosongan, dan penyeimbangan sel baterai pada sumber energi terbarukan.

Jenis BMS yang dikembangkan pada *trainer* ini menerapkan model *active cell balancing*. Metode ini merupakan teknik penyeimbangan sel baterai (*cell balancing*) yang bekerja dengan mentransfer energi secara aktif antar sel. Prinsip kerjanya adalah mentransfer muatan listrik dari sel baterai yang memiliki tingkat pengisian SOC lebih tinggi ke sel yang memiliki SOC lebih rendah, sehingga kondisi seluruh sel menjadi seimbang [18]. Pada sistem ini, proses *balancing* dilakukan dengan memanfaatkan induktor sebagai media transfer energi antar sel. Rangkaian *balancer* terdiri dari dua *switch* dan satu induktor yang berfungsi sebagai penghubung dan penyalur energi antar sel serta memastikan proses penyeimbangan berlangsung secara efisien dan terkontrol [19].

3. Hasil Proses Development

Tahap ini berupa tahap pembuatan *trainer* dan *jobsheet* yang telah divalidasi oleh para ahli. Perancangan *trainer* dilakukan karena kompetensi ini dapat diintegrasikan sebagai materi pendukung untuk memperkuat pemahaman dan keterampilan peserta didik di SMK. Berdasarkan hasil observasi, kurikulum Merdeka di SMKN 4 Semarang dan SMKN Jawa Tengah saat ini belum menerapkan sistem BMS pada *monitoring* ketahanan baterai, karena materi ini masih bersifat opsional. Oleh karena itu, pada kajian ini dilakukan perancangan sebuah *trainer* dengan menambahkan sistem BMS yang diharapkan mampu menunjang proses pembelajaran di era teknologi modern, terutama dalam penerapan PLTA dan PLTS. Gambar *trainer* BMS ditampilkan pada Gambar 1.



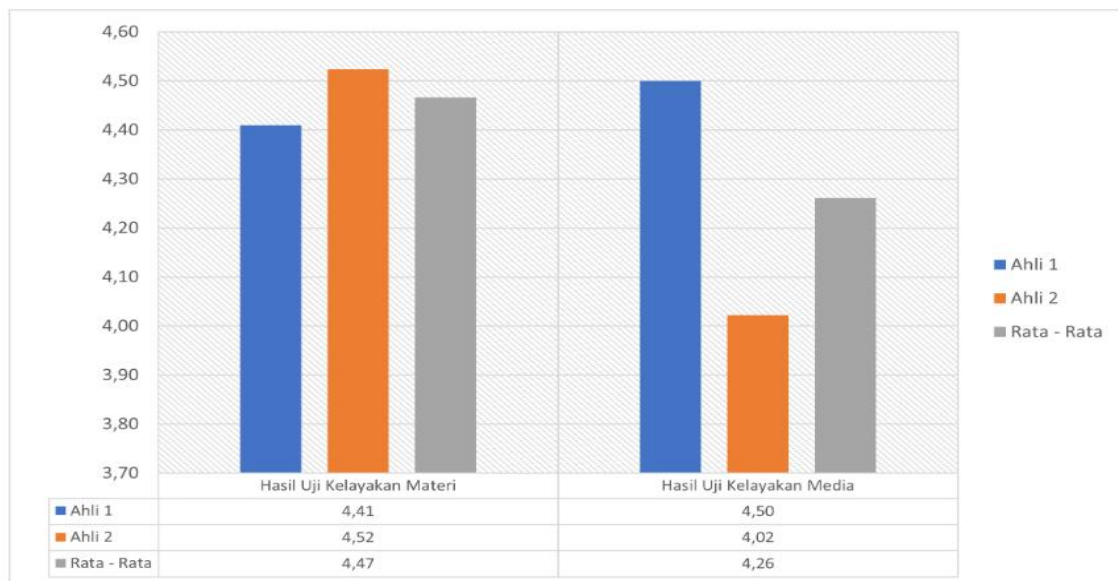
Gambar. 1. Trainer BMS

Selain menghasilkan media *trainer*, kajian ini juga mengembangkan *jobsheet* sebagai sarana pendukung pembelajaran. *Jobsheet* BMS yang disusun berdasarkan KI-KD pada mata pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika dengan materi Sumber Energi Terbarukan. *Jobsheet* ini memuat 3 job pembelajaran praktik, yaitu Job. 1 identifikasi *trainer* BMS; Job. 2 Pengujian pengisian dan pengosongan terhadap proteksi baterai; Job. 3 Pengujian *balancing* baterai. Struktur penyusunannya meliputi kompetensi, tujuan pembelajaran, dasar teori, alat dan bahan, keselamatan kerja, gambar rangkaian praktikum, langkah kerja, hasil percobaan, dan kesimpulan. Gambar *Jobsheet* BMS ditampilkan pada Gambar 2 dan dokumen *jobsheet* secara lengkap dapat diakses pada tautan [20].



Gambar. 2. LKPD Praktikum

Setelah produk media pembelajaran selesai dibuat, tahap berikutnya dilakukan uji coba teknis untuk memastikan bahwa setiap komponen pada media pembelajaran berfungsi. Selanjutnya dilakukan serangkaian uji kelayakan yang melibatkan 2 Ahli Materi yang terdiri dari satu guru dari masing masing SMKN 4 Semarang dan SMKN Jawa tengah dan 2 Ahli Media yang terdiri dari dua orang ahli robotika. Adapun hasil uji kelayakan dari ahli materi dan ahli media ditampilkan dengan grafik pada Gambar 3.



Gambar. 3. Grafik Hasil Uji Kelayakan Ahli Materi dan Ahli Media

Berdasarkan hasil analisis pada grafik Gambar 3 diperoleh hasil uji kelayakan materi dan media, di mana persentase rata-rata kelayakan materi dari *trainer* dengan mengacu pada persamaan (9) mendapatkan nilai 89%, yang termasuk dalam kategori “Sangat Layak”. Hasil ini menunjukkan bahwa materi yang dikembangkan sesuai untuk diterapkan dalam pembelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika, khususnya pada materi sumber energi terbarukan. Selanjutnya, hasil analisis pada kelayakan media menunjukkan bahwa persentase rata-rata kelayakan media dari *trainer* dengan mengacu pada persamaan (9) mendapatkan nilai 85%, juga berada pada kategori “Sangat Layak”. Dengan demikian, baik dari aspek materi maupun media, *trainer* BMS yang dikembangkan dinilai layak dan relevan digunakan sebagai media pembelajaran inovatif dalam mendukung pemahaman siswa terhadap konsep pengelolaan daya sumber energi terbarukan.

4. Hasil Proses Implementation

Pada tahap ini dilakukan implementasi *trainer* BMS yang dilengkapi dengan sistem *monitoring* dan sistem *protection* di SMKN 4 Semarang dengan melibatkan 36 siswa, serta di SMKN Jawa Tengah dengan 24 siswa pada jurusan Teknik Elektronika. Tujuannya adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan *trainer* melalui pemberian

pretest dan *posttest*. Pada tahap awal, akan dilakukan sebuah *pretest* kepada dua kelas eksperimen tersebut untuk mengetahui tingkat pengetahuan awal peserta didik sebelum dilakukan *treatment*. Selanjutnya akan diberikan perlakuan berupa pembelajaran menggunakan *trainer* BMS yang telah disediakan di masing-masing kelas eksperimen. Peserta didik akan mendapatkan materi dalam bentuk presentasi mengenai *trainer* BMS. Selain itu, peserta didik juga memperoleh panduan pengoperasian melalui *jobsheet*. Kemudian pada tahap akhir akan dilakukan *posttest* untuk mengukur peningkatan pengetahuan peserta didik setelah dilakukan *treatment*.

5. Hasil Proses Evaluation

Setelah *trainer* BMS diimplementasikan, kemudian akan dilakukan sebuah evaluasi dan analisis data untuk melihat adanya pengaruh dari penerapan *trainer* yang telah diterapkan pada pembelajaran di kelompok eksperimen. Pada kajian ini menggunakan metode pra-eksperimental dengan *one group experiment* yang menerapkan *One – Group Pretest – Posttest Design*.

a. Uji Normalitas

Pada tahap ini akan dilakukan uji normalitas sebelum melakukan uji *N-gain Score* yang bertujuan untuk memastikan data yang diperoleh berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas ini akan dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS menggunakan metode *Shapiro-Wilk* karena jumlah data yang dimiliki < 100 . Data tersebut dikatakan normal, jika memiliki nilai taraf signifikansi $> 0,05$. Hasil dari uji Normalitas di SMKN Jawa Tengah dan di SMKN 4 Semarang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Variabel	Statistic	df	Sig.
<i>Pretest</i> SMKN Jawa Tengah	0,953	24	0,320
<i>Posttest</i> SMKN Jawa Tengah	0,918	24	0,054
<i>Pretest</i> SMKN 4 Semarang	0,961	35	0,249
<i>Posttest</i> SMKN 4 Semarang	0,952	35	0,134

Berdasarkan dari data Tabel 8, dapat diketahui bahwa data dari *pretest* dan *posttest* di SMKN Jawa Tengah dan di SMKN 4 Semarang termasuk dalam kategori NORMAL sehingga langkah selanjutnya akan dilakukan uji *Parametrik* yaitu uji *Paired sample t-test*.

b. Uji Paired Sample T-Test

Uji ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah menggunakan *trainer* BMS pada pembelajaran sumber energi terbarukan. Pengujian ini menggunakan batas kritis $H_0 > 0,05$ yang berarti tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara *pretest* dan *posttest*, sedangkan $H_1 < 0,05$ menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan. Hasil dari uji *Paired sample t-test* di SMKN Jawa Tengah dan di SMKN 4 Semarang ditampilkan pada Tabel 9.

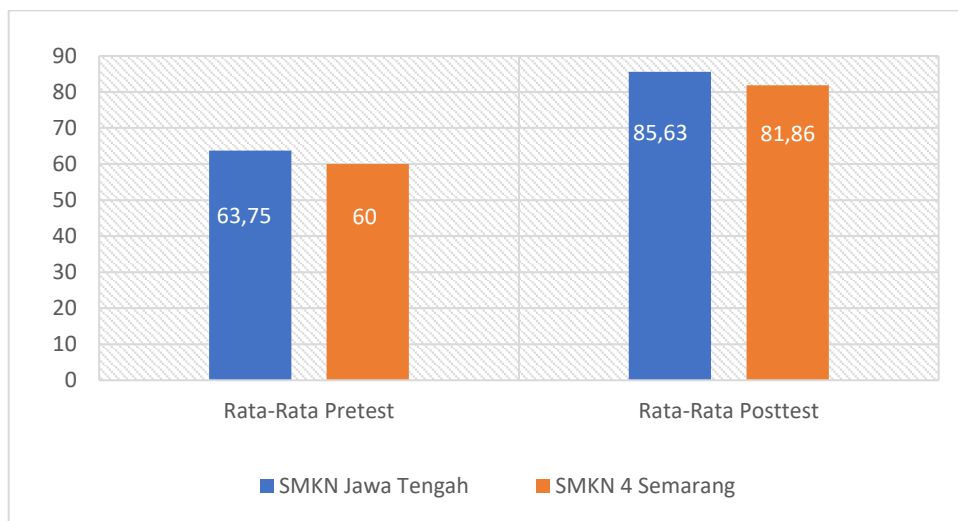
Tabel 9. Hasil Uji Paired Sample T-Test SMKN Jawa Tengah dan SMKN 4 Semarang

Test	n	Statistika Deskriptif	Paired T-Test		
		M (Std. D)	t	df	Sig. (2-tailed)
<i>Pretest</i> SMKN Jawa Tengah	24	63,75 (14.01)	-7.801	23	0.001
<i>Posttest</i> SMKN Jawa Tengah	24	85,63 (5.38)			
<i>Pretest</i> SMKN 4 Semarang	35	60,00 (10,91)	-9,731	34	0,001
<i>Posttest</i> SMKN 4 Semarang	35	81,86 (8,23)			

Berdasarkan hasil analisis uji *Paired Sample t-test* menunjukkan angka yang signifikan antara nilai *pretest* dengan *posttest* di kedua sekolah tersebut dengan masing-masing memiliki nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,001, di mana nilai tersebut $< 0,05$. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak, dan H_1 diterima. Artinya terdapat pengaruh yang bermakna pada pembelajaran penggunaan *trainer* BMS dengan materi sumber energi terbarukan antara sebelum pembelajaran dan setelah pembelajaran.

c. Uji N Gain Score Kelas Eksperimen di SMKN Jawa Tengah dan SMKN4 Semarang

Setelah dilakukannya uji *pretest* dan *posttest* di kelas eksperimen pada SMKN Jawa Tengah dan SMKN 4 Semarang, selanjutnya dilakukan uji *N Gain Score* dari hasil yang diperoleh. Hasil uji *N Gain Score* di kelas eksperimen SMKN Jawa Tengah dan SMKN 4 Semarang ditampilkan dengan grafik pada Gambar 4.



Gambar. 4. Grafik Hasil Uji *N-Gain Score*

Hasil analisis pada grafik Gambar 4 menunjukkan bahwa di SMKN Jawa Tengah nilai rata-rata *pretest* sebesar 63,75 meningkat menjadi 85,63 pada *posttest*. Sedangkan di SMKN 4 Semarang nilai rata-rata *pretest* sebesar 60,00 meningkat menjadi 81,86 pada *posttest*. Berdasarkan perhitungan *N-Gain* dengan menggunakan persamaan (9) diperoleh nilai sebesar 0,808 atau 80,8% untuk SMKN Jawa Tengah dan 0,777 atau 77,7% untuk SMKN 4 Semarang. Jika dibandingkan dengan kriteria efektivitas pembelajaran pada Tabel 7, suatu pembelajaran dinyatakan efektif apabila memiliki nilai *N-Gain* lebih dari 76%. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran menggunakan *trainer* BMS di kedua sekolah tergolong dalam kategori “Sangat Efektif”. Artinya, penggunaan *trainer* BMS terbukti mampu meningkatkan pemahaman dan kompetensi siswa secara signifikan, khususnya pada materi sumber energi terbarukan.

d. Analisis Peningkatan Hasil Belajar Kognitif

Pada tahap ini dilakukan uji analisis deskriptif untuk mengetahui adanya peningkatan pemahaman kognitif siswa terhadap materi sumber energi terbarukan. Analisis ini dilakukan setelah mengetahui pengaruh penerapan *trainer* BMS dalam pembelajaran dan hasil belajar siswa melalui uji *N-gain Score*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan software SPSS. Hasil dari pengujian ditampilkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Uji *Descriptive Statistic*

<i>Variabel</i>	<i>N</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Mean</i>	<i>Std. Deviation</i>
<i>Pretest</i> Eksperimen SMKN Jawa Tengah	24	40	90	64,17	12,825
<i>Posttest</i> Eksperimen SMKN Jawa Tengah	24	85	100	92,50	5,898
<i>Pretest</i> Eksperimen SMKN 4 Semarang	35	40	75	56,71	9,773
<i>Posttest</i> Eksperimen SMKN 4 Semarang	35	80	100	90,29	5,809

Berdasarkan hasil uji tersebut, dapat diketahui bahwa pada kedua kelompok sekolah tersebut mengalami terjadinya peningkatan pemahaman. Kedua kelompok tersebut mendapatkan peningkatan kognitif siswa terhadap materi sumber energi terbarukan dengan rata rata peningkatan sebesar 28,33 yang berasal dari rata-rata awal sebesar 64,17 menjadi 92,50 di kelompok kelas eksperimen siswa SMKN Jawa Tengah. Sedangkan di kelompok kelas eksperimen siswa SMKN 4 Semarang mendapatkan peningkatan pemahaman sebesar 33,58 yang berasal dari rata-rata awal sebesar 56,71 menjadi 90,29.

B. Pembahasan

Kajian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan *trainer* BMS terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik pada materi sumber energi terbarukan. Berdasarkan hasil analisis *pretest* dan *posttest* serta pengujian statistik *Paired Sample t-test*, diperoleh bahwa terdapat pengaruh yang signifikan setelah menggunakan *trainer* BMS dalam proses pembelajaran. Hal tersebut dibuktikan dengan adanya peningkatan nilai rata-rata yang konsisten pada kedua sekolah tersebut, serta mendapatkan nilai signifikansi $< 0,05$ yang berarti adanya perbedaan nyata antara sebelum dan sesudah penggunaan media tersebut. Selain itu, nilai *N-Gain* pada kedua sekolah tersebut berada pada kategori sangat efektif, yaitu 80,8% di SMKN Jawa Tengah dan 77,7% di SMKN 4 Semarang. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan *trainer* BMS mampu untuk meningkatkan pemahaman siswa secara

signifikan. Hasil tersebut sejalan dengan hasil penelitian [21], yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis praktikum dapat meningkatkan kemampuan kognitif sekaligus mendorong siswa untuk dapat lebih aktif dalam proses pembelajaran. Media praktik seperti *trainer* BMS memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk melakukan observasi, pengujian, dan analisis secara langsung sehingga materi tersebut menjadi lebih mudah dipahami. Temuan ini juga diperkuat oleh kajian [22], yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis praktik dan penggunaan media interaktif mampu meningkatkan minat serta pemahaman peserta didik, sehingga pendekatan tersebut terbukti lebih efektif dibandingkan dengan penggunaan metode pembelajaran konvensional.

Kajian lain oleh [7], menunjukkan bahwa pelatihan perakitan baterai dan sistem manajemen baterai memberikan dampak positif terhadap peningkatan keterampilan teknis guru dan siswa SMK. Hal tersebut selaras dengan hasil kajian ini, di mana peserta didik tidak hanya memahami konsep manajemen energi secara teoritis, akan tetapi juga memperoleh pengalaman nyata terkait proses pengisian, pengosongan, proteksi dan penyeimbangan antar baterai. Kemudian kajian dari [19], mengungkapkan bahwa pemahaman mengenai metode *balancing* dengan menerapkan model *active cell balancing* membutuhkan visualisasi dan demonstrasi langsung sehingga peserta didik mampu untuk memahami proses transfer energi antar *cell*. Hal tersebut relevan dengan fitur pada *trainer* BMS yang digunakan pada kajian ini yang telah dirancang untuk menampilkan proses *balancing* secara praktis dengan menggunakan induktor sebagai media transfer energi sehingga memudahkan peserta didik melihat hubungan antara teori dan implementasi.

Secara keseluruhan, temuan empiris dalam kajian ini mendukung teori bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis praktik dapat meningkatkan pemahaman siswa secara signifikan. Keberadaan *trainer* BMS tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu pembelajaran. Akan tetapi juga sebagai sarana yang mampu untuk menghubungkan peserta didik dengan kebutuhan dunia industri. Dengan demikian, penerapan media praktik seperti *trainer* BMS sangat diperlukan dalam pendidikan vokasional supaya peserta didik dapat memperoleh keterampilan relevan sesuai dengan perkembangan teknologi saat ini.

IV. PENUTUP

Penggunaan *trainer* BMS memberikan pengaruh positif yang signifikan terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik pada materi sumber energi terbarukan di SMKN 4 Semarang dan SMKN Jawa Tengah. Hasil perbandingan nilai *pretest* dan *posttest* mengalami kenaikan yang signifikan pada kedua sekolah, serta diperkuat oleh hasil perhitungan *N-Gain* yang berada pada kategori sangat efektif. Penggunaan *trainer* BMS dapat meningkatkan pemahaman kognitif siswa terhadap materi sumber energi terbarukan. Meskipun demikian, efektivitas pembelajaran tidak sepenuhnya dipengaruhi oleh penggunaan *trainer*, berbagai aspek seperti Kesiapan peserta didik, motivasi belajar, lingkungan belajar dan kualitas pengajaran tetap berperan penting dalam menentukan hasil belajar. Namun demikian, keberadaan *trainer* BMS terbukti menjadi komponen penting yang mampu untuk meningkatkan aktivitas belajar peserta didik, karena peserta didik dapat memahami prinsip kerja sistem pengisian, pengosongan, proteksi, dan penyeimbangan baterai secara langsung, sekaligus memperkuat keterkaitan materi dengan kebutuhan dunia Industri. Kondisi tersebut menegaskan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis praktik yang terarah dan terstruktur sangat diperlukan untuk mendukung pencapaian akademik peserta didik serta mempersiapkan kompetensi untuk menghadapi tuntutan di dunia industri.

REFERENSI

- [1] Hilmansyah, I. R. M. Utomo, A. W. Saputra, and R. F. Alif, "Rancang Bangun Wireless Battery Monitoring System Berbasis ESP32," *Jurnal SNITT*, 2020.
- [2] Y. Rampun, "Analisis Link and Match Kurikulum SMK Jurusan Teknik Alat Berat," *Attractive : Innovative Education Journal*, vol. 4, no. 1, pp. 1–12, 2022.
- [3] G. W. Armaulana and Suprpto, "Hubungan Praktik Kerja Industri Dan Uji Kompetensi Keahlian Terhadap Kesiapan Kerja Siswa Kelas Xii Kompetensi Keahlian Desain Permodelan Dan Informasi Bangunan Smkn 1 Jenangan," *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik bangunan (JKPTB)*, vol. 8, no. 2, pp. 2252–5122, 2022.
- [4] H. A. Syafrudie, "Sarana Praktikum Sebagai Lingkungan Belajar Yang Menumbuhkan Orientasi Pemilihan Pekerjaan Siswa SMK," *Jurnal Teknologi dan Kejuruan*, vol. 39, no. 2, pp. 163–170, 2016.
- [5] M. Otong, D. Aribowo, and R. Wahyudi, "Perancangan Modular Baterai Lithium Ion (Li-Ion) untuk Beban Lampu LED," *Jurnal Ilmiah Setrum*, vol. 8, no. 2, p. 260, 2019.
- [6] H. Abdulloh, M. Fanriadho, W. B. Pramono, and Y. A. Amrullah, "Rancang Bangun Battery Management System Untuk Mobil Listrik," *Technopex*, pp. 128–137, 2018.
- [7] C. N. Karimah *et al.*, "Pelatihan Perakitan Battery Pack Lithium Ion 18650 Untuk Guru SMK di Kabupaten Jember," *Journal of Community Development*, vol. 4, no. 1, pp. 27–34, Aug. 2023.

- [8] E. Rosita, W. Hidayat, and W. Yuliani, "Uji Validitas Dan Reliabilitas Kuesioner Perilaku Prososial," *Kajian Bimbingan & Konseling dalam Pendidikan*, vol. 4, no. 4, p. 279, 2021.
- [9] F. A. Slamet, *Model Penelitian Pengembangan (R n D)*. Malang: Institut Agama Islam Sunan Kalijogo Malang, 2022.
- [10] F. Hidayat and M. Nizar, "Model Addie (Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation) Dalam Pembelajaran Pendidikan Agama Islam," *Jurnal Inovasi Pendidikan Agama Islam*, vol. 1, no. 1, pp. 28–38, 2021.
- [11] F. Febrinita, "Efektivitas Penggunaan Modul Terhadap Hasil Belajar Matematika Komputasi Pada Mahasiswa Teknik Informatika," *Jurnal Pendidikan Matematika*, vol. 5, no. 1, pp. 1–9, 2022.
- [12] Moh. I. Sukarelawan, T. K. Indratno, and S. M. Ayu, *Analisis Perubahan Abilitas Peserta Didik Dalam Desain One Group Pretest-Posttest*. 2024.
- [13] M. Mayasari, "Pengembangan Pembelajaran Daring Melalui Media Interaktif Simulasi Elektronik (MISE) pada Mata Kuliah Ekonomi Makro," *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, vol. 21, no. 3, p. 1404, 2021.
- [14] M. Oktavia, A. T. Prasasty, and Isroyati, "Uji Normalitas Gain untuk Pemantapan dan Modul dengan One Group Pre and Post Test," *Simposium Nasional Ilmiah*, no. November, pp. 596–601, 2019.
- [15] Suwarto and Musa, "Karakteristik Tes Ilmu Pengetahuan Alam," *Jurnal Pendidikan*, vol. 31, no. 1, p. 109, 2022.
- [16] A. Syafitri, I. Wijaya, and P. Radyuli, "Uji Praktikalitas Pengembangan Media Pembelajaran Informatika Menggunakan Aplikasi Articulate Storyline 3 Kelas X di SMK Dhuafa Padang," *Pendidikan dan Pembelajaran*, vol. 2, no. 2, pp. 250–258, 2023.
- [17] G. Farell, A. Ambiyar, W. Simatupang, M. Giatman, and Syahril, "Analisis Efektivitas Pembelajaran Daring Pada SMK Dengan Metode Asynchronous dan Synchronous," *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, vol. 3, no. 4, pp. 1185–1190, 2021.
- [18] Khaeruddin, Wijono, and R. N. Hasanah, "Desain Penyeimbangan Sel Baterai Lithium-Ion dengan Teknik Cell-to-Cell Charging Mode pada Battery Management System (BMS)," *Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering)*, vol. 8, no. 1, pp. 9–15, Apr. 2021.
- [19] T. Duraisamy and D. Kaliyaperumal, "Active cell balancing for electric vehicle battery management system," *International Journal of Power Electronics and Drive Systems*, vol. 11, no. 2, pp. 571–579, 2020.
- [20] D. Afrianto, "Lembar Kerja Peserta Didik," 2025. [Online]. Available: https://drive.google.com/drive/folders/1Lw2YacD1MvZc7cP5Dw2NH00kwWvmnJzy?usp=drive_link
- [21] M. R. Rifa'i, "Analisis Respons Siswa Terhadap Model Guided Inquiry Berbasis Praktikum Pada Pembelajaran IPA Sub Materi Perpindahan Kalor," *Journal of Science Education*, vol. 2, no. 1, 2022.
- [22] Nurazila, L. Efriyanti, and D. P. Indri, "Pengaruh Metode Pembelajaran Praktik Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Pelajaran TIK di SMA N 1 KAPUR IX," vol. 2, no. 3, 2022.