

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN SISTEM KENDALI ON/OFF  
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER BERBASIS IOT (*INTERNET OF THINGS*)  
PADA ELEMEN SISTEM KENDALI ELEKTRONIK DI SMKN 1 JABON**

**Rossa Marita Putri Arin**

Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Surabaya  
rossa.20006@mhs.unesa.ac.id

**L. Endah Cahya Ningrum**

Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Surabaya  
endahningrum@unesa.ac.id

**Puput Wanarti Rusimamto**

Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Surabaya  
puputwanarti@unesa.ac.id

**Muhamad Syariffuddien Zuhrie**

Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Surabaya  
zuhrie@unesa.ac.id

**Abstrak**

Penelitian pengembangan ini didasari oleh kebutuhan akan alat bantu pembelajaran yang efektif dalam mendukung ketercapaian capaian pembelajaran peserta didik dan berkaitan dengan perkembangan teknologi industri. Dengan menggunakan tiga kriteria yakni: (1) valid, (2) praktis, dan (3) efektif, penelitian ini bertujuan untuk menilai kelayakan pengembangan perangkat pembelajaran sistem kendali on/off menggunakan mikrokontroler berbasis *Internet of Things* (IoT) pada elemen Sistem Kendali Elektronik di SMKN 1 Jabon. Penelitian ini memberlakukan pendekatan ADDIE (*Analysis, Design, Develop, Implementation, dan Evaluation*) selama tahap pengembangannya dan mengimplementasikannya menggunakan desain uji coba *one-shot case study*. Instrumen validasi, angket, tes, dan observasi digunakan untuk mengumpulkan data yang diperlukan. Hasil produk pada penelitian pengembangan perangkat pembelajaran ini adalah sebuah *trainer* sistem kendali on/off dan modul praktikum, yang lebih dahulu telah dilakukan validasi oleh para ahli, kemudian diuji cobakan terhadap subjek penelitian sebanyak 30 peserta didik kelas XI Jurusan Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 1 Jabon. Hasil analisa perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan menunjukkan bahwa: (1) tingkat rerata kevalidan mencapai nilai 97,90% dengan kriteria “sangat valid”; (2) tingkat rerata kepraktisan mencapai nilai 82% dengan kriteria “sangat praktis”; dan (3) tingkat rerata keefektifan mencapai kriteria “sangat efektif” karena nilai rata-rata yang didapatkan oleh peserta didik lebih besar daripada batas minimum yang ditentukan sekolah yakni 75. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran sistem kendali on/off menggunakan mikrokontroler berbasis IoT (*Internet of Things*) yang telah dikembangkan dikatakan layak untuk diimplementasikan sebagai perangkat pembelajaran pada elemen Sistem Kendali Elektronik kelas XI Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 1 Jabon.

**Kata Kunci:** perangkat pembelajaran, mikrokontroler, *internet of things*, sistem kendali elektronik, ADDIE

**Abstract**

*This development research is based on the need for effective learning aids in supporting the achievement of student learning outcomes and related to the development of industrial technology. Using three criteria, namely: (1) valid, (2) practical, and (3) effective, this study aims to assess the feasibility of developing an on/off control system learning device using an Internet of Things (IoT)-based microcontroller on the elements of the Electronic Control System at SMKN 1 Jabon. This study applies the ADDIE (Analysis, Design, Develop, Implementation, and Evaluation) approach during its development stage and implements it using a one-shot case study trial design. Validation, questionnaire, test, and observation instruments are used to collect the necessary data. The product results in this learning tool development research are an on/off control system trainer and practicum module, which has been validated by experts, then tested on research subjects as many as 30 students in class XI of the Department of Industrial Electronics Engineering at SMK Negeri 1 Jabon. The results of the analysis of the learning tools that have been developed show that: (1) the average level of validity reaches a score of 97.90% with the criterion of "very valid"; (2) the average level of practicality reaches a value of 82% with the criterion of "very practical"; and (3) the average level of effectiveness reached the "very effective" criterion because the average score obtained by students was greater than the minimum limit set by the school, which was 75. So it can be concluded that the learning device of the on/off control system using an IoT (Internet of Things)-based microcontroller that has been developed is said to be feasible to be implemented as a learning tool on the elements of the Electronic Control System class XI Industrial Electronics Engineering at SMK Negeri 1 Jabon.*

**Keywords:** learning devices, microcontrollers, *internet of things*, electronic control systems, ADDIE

## PENDAHULUAN

Kurikulum merdeka yang diimplementasikan oleh pemerintah, sebagai bentuk tanggapan terhadap berbagai perubahan, terkhusus terhadap revolusi industri 4.0. Kurikulum ini menawarkan berbagai peluang pembelajaran intrakurikuler yang beragam, dengan konten yang dioptimalkan untuk memastikan peserta didik memiliki waktu yang cukup dalam memahami konsep secara mendalam dan meningkatkan kompetensinya. Selain itu, kurikulum ini juga memberikan kebebasan kepada pendidik untuk memilih berbagai sumber daya pengajaran, sehingga dapat menyesuaikan pengalaman belajar dengan kebutuhan dan minat spesifik peserta didik (Wahyudi dkk., 2023).

Efektivitas proses pembelajaran sangat bergantung pada pemanfaatan media pembelajaran yang tepat dan menarik. Media tersebut berperan sebagai jembatan interaktif yang memfasilitasi interaksi dinamis antara peserta didik, pendidik, dan materi pembelajaran dalam lingkup pendidikan. Pemilihan media pembelajaran juga harus dilakukan secara cermat dengan mempertimbangkan kebutuhan serta tujuan pembelajaran yang spesifik. Kemajuan teknologi dan tuntutan kurikulum yang terus berkembang mendorong adanya pengembangan media pembelajaran yang inovatif secara berkelanjutan. Implementasi dari kurikulum merdeka menjadi contoh nyata pentingnya pemilihan media pembelajaran yang tepat guna mengoptimalkan pencapaian tujuan pembelajaran.

SMK Negeri 1 Jabon telah menerapkan implementasi kurikulum merdeka dalam proses pembelajarannya. Namun demikian, fasilitas penunjang keberhasilan implementasi kurikulum ini perlu ditinjau kembali, khususnya dalam hal perangkat pembelajaran. Berdasarkan analisa terhadap kegiatan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) yang diselenggarakan di SMKN 1 Jabon terkhusus di bidang kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri mendapatkan hasil berikut: (1) ketergantungan pada presentasi *Powerpoint* (PPT) yang disiapkan oleh pendidik sebagai media pembelajaran utama; (2) kurangnya modul pembelajaran yang mudah diakses oleh peserta didik sehingga menghambat kemampuan belajar mandiri mereka; dan (3) alat pelatihan atau penunjang praktikum yang tergolong belum optimal dalam membantu ketercapaian tujuan pembelajaran peserta didik.

Adapun kelemahan alat penunjang kegiatan praktik ini diantaranya adalah masih menggunakan aplikasi *software* untuk melakukan simulasi. Kemudian belum adanya pengaplikasian secara langsung menggunakan komponen atau alat yang nyata. Pernyataan ini juga didukung dengan hasil

evaluasi peserta didik yang belum cukup memuaskan dari beberapa jenis asesmen, baik tes lisan, tulis, maupun keterampilan dalam melakukan kegiatan praktik.

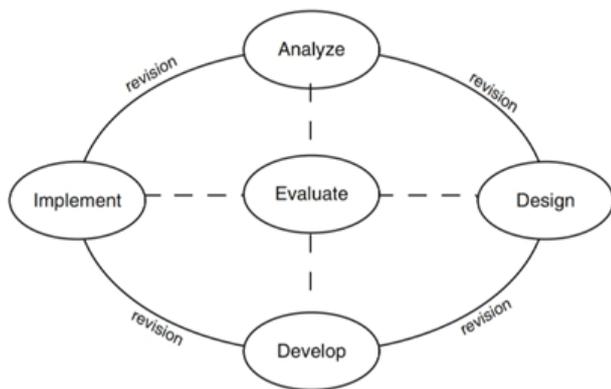
Berdasarkan pada permasalahan yang ada, maka diperlukan adanya suatu perangkat pembelajaran sebagai bentuk pendekatan pendidikan yang mendukung pencapaian hasil pembelajaran terkait dengan perkembangan teknologi industri dan agar dapat merangsang peserta didik untuk belajar dan berinovasi. Berkaca dari penelitian yang telah dilakukan oleh (Krismadinata dkk., 2021), *trainer* yang dikembangkan mendapatkan nilai rata-rata persentase validitas 91% (sangat valid), rata-rata persentase kepraktisan 90,3% (sangat praktis), dan rata-rata persentase efektivitas sebesar 91,87% (sangat efektif). Krismadinata dkk juga memberikan beberapa saran, salah satunya adalah agar pengembangan produk bisa dikaitkan dengan kemajuan teknologi. Berdasarkan hal tersebut, adapun peneliti bermaksud untuk mengangkat judul “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Sistem Kendali On/Off menggunakan Mikrokontroler berbasis IoT (*Internet of Things*) pada Elemen Sistem Kendali Elektronik di SMKN 1 Jabon”, yang bertujuan untuk menganalisis (1) tingkat kevalidan, (2) tingkat kepraktisan, dan (3) tingkat keefektifan dari pengembangan perangkat pembelajaran sistem kendali on/off menggunakan mikrokontroler berbasis IoT (*Internet of Things*) pada elemen sistem kendali elektronik di SMKN 1 Jabon.

## METODE

Fungsi utama dari penelitian dan pengembangan terletak pada validasi dan pengembangan produk. Proses validasi melibatkan penilaian yang cermat terhadap efektivitas produk untuk memastikan keberfungsian. Sedangkan pengembangan produk mencakup perbaikan produk yang sudah ada ataupun menciptakan produk yang sama sekali baru.

Penelitian ini menggunakan pendekatan ADDIE dalam prosedurnya. Pendekatan ADDIE mencakup lima fase utama, yaitu *Analysis*, *Design*, *Develop*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Analisis (*analysis*) merupakan proses menganalisis keadaan saat ini dan lingkungan kerja di sekitarnya untuk menentukan produk yang sebaiknya dibuat atau dikembangkan. Desain (*design*) adalah proses merancang produk sesuai dengan kebutuhan. Pengembangan (*develop*) adalah proses membangun dan menguji suatu produk. Implementasi (*implementation*) adalah tindakan menggunakan produk. Dan evaluasi (*evaluation*) adalah suatu proses yang mengevaluasi apakah setiap bagian kegiatan dan produk telah memenuhi

kriteria. Gambar 1 menunjukkan pendekatan ADDIE untuk mengembangkan produk.



Gambar 1. Pendekatan ADDIE  
(Sumber: Sugiyono, 2019:39)

Setelah produk dinyatakan layak melalui hasil pengujian validitas oleh validator, maka produk akan diujikan kepada peserta didik. Produk yang dihasilkan akan dilakukan pengujian menggunakan bentuk eksperimen *one-shot case study*, tujuannya agar dapat menganalisis hasil belajar beserta respon peserta didik usai diberikan perangkat pembelajaran yang dikembangkan (perlakuan/*treatment*). Gambar 2 menunjukkan desain eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 2. Desain Eksperimen *One-shot Case Study*

Keterangan:

- X = Penggunaan produk (perlakuan/*treatment*)
- O = Proses dan hasil yang diobservasi

Melalui teknik validasi, kuesioner, tes, dan observasilah data dikumpulkan dalam penelitian ini. Teknik validasi dengan instrumen lembar validasi, digunakan untuk menunjukkan hasil validitas perangkat. Teknik kuesioner dengan lembar angket, digunakan untuk menunjukkan hasil respon penggunaan oleh peserta didik. Evaluasi hasil belajar peserta didik pada ranah kognitif dicapai melalui teknik tes menggunakan pertanyaan pilihan ganda. Dan sebaliknya, untuk evaluasi hasil belajar peserta didik pada ranah psikomotorik dilakukan melalui teknik observasi menggunakan lembar angket observasi. Penentuan validitas produk yang dikembangkan dan umpan balik/respon yang diterima dari pengguna diperoleh melalui analisa skor yang diberikan oleh evaluator (validator) dan peserta didik (responden), sebagaimana yang dirincikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Skala Penilaian

Kriteria Penilaian	Bobot Nilai
Sangat Valid/Praktis	4
Valid/Praktis	3
Kurang Valid/Praktis	2
Tidak Valid/Praktis	1

Penentuan skor keseluruhan untuk penilaian umpan balik dari validator ataupun responden (peserta didik) dilakukan melalui dua langkah. Pertama, jumlah respon dikalikan dengan bobot nilainya masing-masing. Kemudian, hasil perkalian dari setiap respon dan bobotnya tersebut dijumlahkan untuk mendapatkan skor akhir. Rumus yang digunakan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 &\text{Sangat valid/praktis} && n \times 4 && (1) \\
 &\text{Valid/praktis} && n \times 3 \\
 &\text{Kurang valid/praktis} && n \times 2 \\
 &\text{Tidak valid/praktis} && n \times 1 +
 \end{aligned}$$

$$\text{Skor} = \dots\dots\dots$$

(Sumber: Prasajo dkk., 2022)

Keterangan:

N = jumlah dari validator/responden yang memilih jawaban

Langkah selanjutnya adalah penetapan hasil rating yang dinyatakan dalam persentase. Hasil rating ini berfungsi sebagai indikator kuantitatif tingkat keberhasilan atau kesesuaian produk secara keseluruhan sebagaimana yang dinilai melalui umpan balik dari validator ataupun responden. Rumus yang digunakan untuk perhitungan hasil rating ini disajikan sebagai berikut.

$$HR = \frac{\text{jawaban validator/responden}}{\text{nilai maksimum validator/responden}} \times 100\%$$

(2)

(Sumber: Prasajo dkk., 2022)

Keterangan:

HR = Hasil rating

Tabel 2. Kriteria Penilaian

Penilaian Kualitas	Bobot Nilai	Persentase (%)
Sangat Valid/Praktis	4	82 – 100
Valid/Praktis	3	63 – 81
Kurang Valid/Praktis	2	44 – 62
Tidak Valid/Praktis	1	25 – 43

(Sumber: Ifani dkk., 2021)

Langkah selanjutnya adalah melakukan interpretasi terhadap hasil tersebut. Proses interpretasi ini dilakukan dengan cara mencocokkan persentase yang diperoleh dengan kategori penilaian yang sesuai dengan tabel kriteria penilaian yang

akan disajikan pada Tabel 2. Tabel 2 berfungsi sebagai referensi yang menyajikan kategori penilaian yang berbeda-beda berdasarkan rentang nilai yang telah ditetapkan sebelumnya.

Analisis hasil belajar yang mencakup penilaian kognitif dan psikomotorik dilakukan untuk menentukan keefektifan perangkat pembelajaran dalam meningkatkan kompetensi peserta didik. Perhitungan skor untuk komponen tes pengetahuan diperoleh melalui rumus pada persamaan (3). Sedangkan untuk perhitungan skor komponen psikomotorik diperoleh melalui rumus pada persamaan (4) berikut.

$$P = \frac{B}{N} \times 100 \quad (3)$$

(Sumber: Apriliano dkk, 2023)

Keterangan:

P = nilai ranah pengetahuan

B = jumlah jawaban yang benar

N = jumlah soal

$$K = \frac{\sum \text{skor peserta didik}}{\sum \text{skor maksimal}} \times 100 \quad (4)$$

(Sumber: Apriliano dkk, 2023)

Keterangan:

K = nilai keterampilan

Σ = jumlah

Pengujian statistik menggunakan uji-t satu sampel digunakan untuk menganalisis data hasil belajar peserta didik. Yang dalam prosesnya akan menggunakan aplikasi SPSS versi 26.0. Namun sebelumnya, langkah pertama yang harus dilakukan adalah menguji normalitas data. Data dalam penelitian ini adalah data tunggal, sehingga dilakukanlah uji normalitas distribusi.

Setiap data nilai hasil belajar haruslah diuji normalitas terlebih dahulu guna memastikan pemerataan distribusi datanya. Karena jumlah responden kurang dari 50 orang, maka pendekatan SW (*Shapiro-wilk*) digunakan untuk melakukan uji normalitas pada data yang didapatkan. Uji-t satu sampel digunakan untuk analisis data jika syarat-syarat pengujian tersebut telah terpenuhi. Di sisi lain, jika tidak terpenuhi, maka uji statistik non parametrik binomial diterapkan untuk memastikan bahwa data hasil belajar dapat berdistribusi normal.

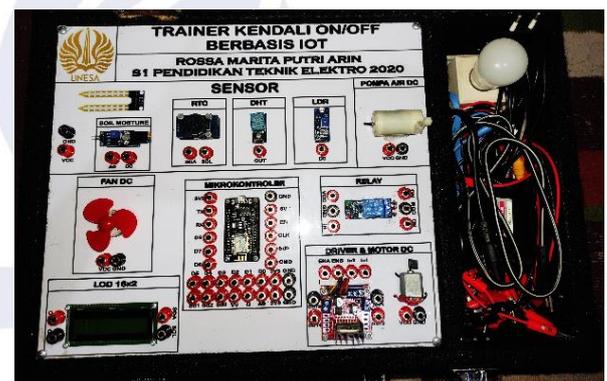
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pengembangan produk, terdapat beberapa hasil yang didapatkan. Perangkat pembelajaran, hasil analisis kevalidan produk, hasil analisis tingkat kepraktisan produk, dan hasil analisis tingkat keefektifan produk yang dikembangkan, menjadi *output* dari penelitian ini. Berikut adalah penjelasan mengenai hasil penelitian yang didapatkan.

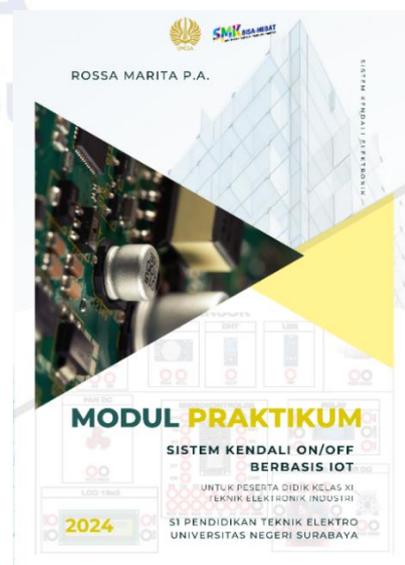
## 1. Produk Hasil Pengembangan

Penelitian ini menghasilkan produk berupa *trainer* dan modul praktikum sistem kendali on/off. *Trainer* ini terdiri dari dua bagian, yaitu *cover* dan bagian utama. Sedangkan untuk modul praktikum terdiri dari *cover* dan 4 bab utama.

Bagian *cover trainer* sistem kendali on/off menggunakan mikrokontroler berbasis IoT ini terbuat dari bahan kayu triplek yang dilapisi kain berwarna hitam pada bagian *cover* atas dan bawah dengan ukuran 46×33×15 cm. Dan bagian utama dari *trainer* yang dikembangkan berisi komponen-komponen pembangun *trainer*, antara lain (1) sumber 5 VDC dan 220 VAC; (2) mikrokontroler NodeMCU ESP8266; (3) sensor *soil moisture*, RTC, DHT11, dan LDR; (4) aktuator fan DC, pompa DC, motor DC, dan lampu LED; serta (5) komponen tambahan seperti LCD I2C 16x2, *relay*, *motor driver* L298N, dan kabel jumper. Bagian utama dari *trainer* sistem kendali on/off berbasis IoT ditampilkan pada Gambar 2 berikut.



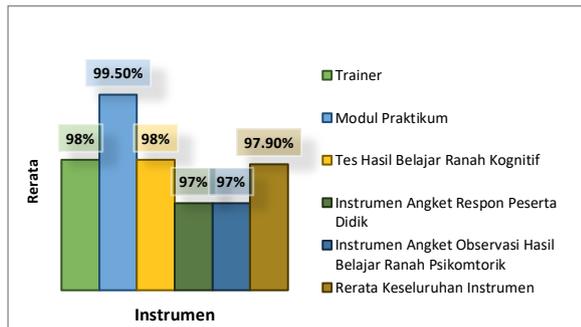
Gambar 2. Bagian Utama *Trainer* Sistem Kendali On/Off



Gambar 3. Tampilan *Cover* Modul Praktikum Sistem Kendali On/Off

Tampilan cover modul praktikum sistem kendali on/off disajikan pada Gambar 3 di atas. Dimana modul praktikum sistem kendali on/off terdiri dari beberapa bab dan bagian terluar dilapisi oleh *cover*. Dalam modul praktikum berisi beberapa bahasan yaitu (1) peta informasi yang berisi pokok materi yang ada pada bab 1 hingga bab 4 pada buku panduan praktikum, (2) modul ajar, (3) *job sheet trainer* sistem kendali on/off, (4) evaluasi, (5) penutup, (6) daftar pustaka, dan (7) glosarium.

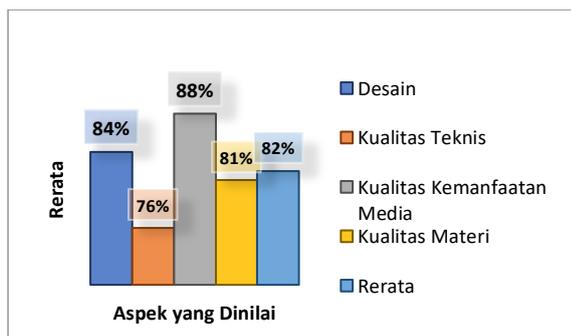
## 2. Hasil Kevalidan Produk



Gambar 4. Grafik Rerata Hasil Tingkat Kevalidan Pengembangan Perangkat Pembelajaran

Hasil analisis kevalidan produk perangkat pembelajaran yang dikembangkan didapatkan melalui analisis yang komprehensif. Analisis ini mencakup evaluasi beragam komponen, meliputi validasi media *trainer*, modul praktikum, asesmen ranah kognitif, instrumen angket respon peserta didik, dan instrumen untuk menilai keterampilan psikomotorik. Sebagaimana yang ditampilkan pada Gambar 4, skor rata-rata keseluruhan yang diperoleh dari validasi oleh para ahli mencapai angka yang sangat memuaskan, yaitu 97,90% (sangat valid). Dengan demikian, hasil ini mengkonfirmasi bahwa produk dapat diimplementasikan secara efektif dalam kegiatan pembelajaran.

## 3. Hasil Kepraktisan Produk

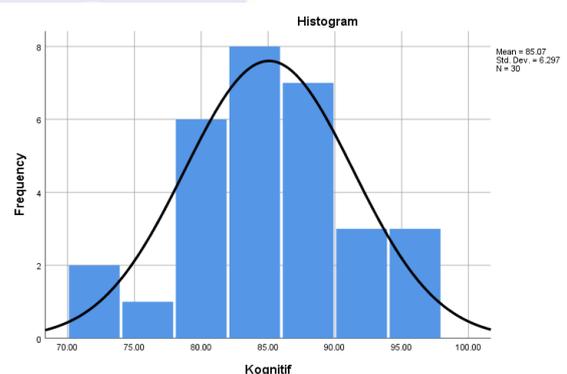


Gambar 5. Grafik Hasil Respon Peserta Didik

Kepraktisan perangkat pembelajaran yang dikembangkan dievaluasi melalui survei yang diberikan kepada 30 peserta didik kelas 11 Teknik Elektronika Industri di SMKN 1 Jabon. Instrumen survei tersebut berbentuk angket yang mencakup berbagai aspek penilaian seperti aspek desain, kualitas teknis, kualitas kemanfaatan media, dan aspek kualitas materi. Sebagaimana yang ditampilkan pada Gambar 5., keseluruhan skor rerata dari hasil respon peserta didik yaitu 82%, termasuk dalam kategori “sangat praktis”. Dengan demikian, perangkat pembelajaran sistem kendali on/off yang telah dikembangkan dikatakan layak diimplementasikan ke dalam kegiatan pembelajaran.

## 4. Hasil Keefektifan Produk

Hasil belajar peserta didik ranah kognitif dan psikomotorik yang didapatkan nantinya akan dianalisis untuk pengukuran tingkat keefektifan perangkat. Data akan dikumpulkan dari 30 responden (peserta didik). Untuk menilai ranah kognitif, peserta didik akan diberikan tes pilihan ganda yang terdiri dari 25 butir soal. Skala pengukuran yang digunakan untuk mengukur efektivitas produk pembelajaran adalah 1–100, dengan batas kelulusan minimum yang ditetapkan oleh sekolah yaitu 75. Distribusi perolehan nilai tes ranah kognitif peserta didik kelas XI-TEI di SMKN 1 Jabon disajikan secara visual pada diagram Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Penyajian Penyebaran Data Hasil Tes Ranah Kognitif

Berdasarkan data histogram penyebaran data seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8, nilai rata-rata dari 30 responden dalam data ranah kognitif tersebut adalah 85,07 (delapan puluh lima koma tujuh). Sedangkan untuk standar deviasinya adalah 6,30. Nilai yang diperoleh peserta didik tidak ada yang kurang dari 70 dan tidak ada yang lebih dari 96, dan hasil yang semakin memusat di tengah menjadi bukti bahwa sebaran datanya adalah normal.

Prasyarat untuk menggunakan uji statistik parametrik khususnya uji-t satu sampel, memerlukan adanya verifikasi perihal keakuratan data. Hal ini dilakukan dengan menggunakan uji normalitas (untuk menilai distribusi data). Mengingat keterbatasan ukuran sampel yang kurang dari 50 peserta, maka metode *Shapiro-wilk* digunakan untuk analisis ini. Hasil dari uji normalitas menggunakan data ranah kognitif pembelajaran peserta didik disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Ranah Kognitif

<b>Tests of Normality</b>						
	<i>Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup></i>			<i>Shapiro-wilk</i>		
	<i>Statistic</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>	<i>Statistic</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>
Kog-nitif	.134	30	.179	.948	30	.149
a. <i>Lilliefors Significance Correction</i>						

Hasil uji normalitas menggunakan metode *Shapiro-wilk* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3, menghasilkan nilai sebesar 0,149. Karena nilai signifikansi (*Sig.*) data tersebut lebih besar dari 0,05, yang merupakan standar pengambilan keputusan uji normalitas menggunakan *Shapiro-wilk*, maka dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal. Selanjutnya, untuk mengetahui signifikansi perubahan yang terjadi berdasarkan data yang diperoleh, akan dilakukan uji efektivitas. Hasil uji statistik parametrik yaitu uji-t satu sampel menggunakan data ranah kognitif peserta didik disajikan pada Tabel 4 berikut.

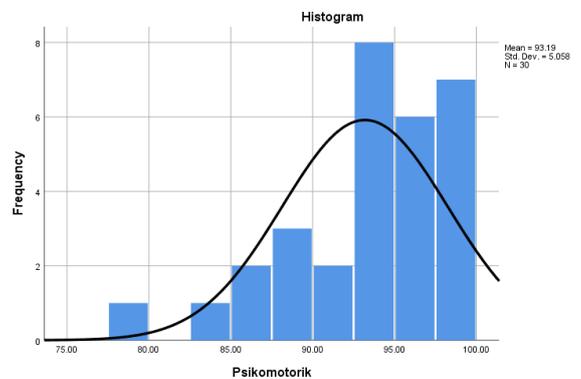
Tabel 4. Hasil Uji-t Satu Sampel Ranah Kognitif

<b>One-Sample Test</b>						
	<i>Test Value = 75.00</i>					
	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Sig. (2-tailed)</i>	<i>Mean Difference</i>	<i>95% Confidence Interval of the Difference</i>	
					<i>Lo- wer</i>	<i>Up- per</i>
Kog-nitif	8.75 6	2 9	.000	10.06667	7.715 4	12.418 0

Berdasarkan analisis hasil uji-t satu sampel, kriteria pengambilan keputusan, dan hipotesis yang ditetapkan, maka dengan nilai *Sig.(2-tailed)* sebesar 0,000 yang jauh lebih kecil dari 0,05 menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan. Hal ini menandakan adanya perbedaan statistik yang signifikan antara hasil tes peserta didik dengan skor rata-rata yang

menjadi hipotesis yaitu 75. Oleh karena itu, hipotesis nol ( $H_0$ ) ditolak dan menerima  $H_1$ . Dengan diterimanya  $H_1$ , maka dapat disimpulkan bahwa skor tes peserta didik secara statistik menyimpang atau tidak sama dengan 75.

Sedangkan untuk ranah psikomotorik diperoleh dengan melakukan observasi atau pengamatan pada saat peserta didik melakukan kegiatan praktikum secara berkelompok, dimana terdapat 6 kelompok dengan masing-masing beranggotakan 6 orang peserta didik. Skala pengukuran yang digunakan untuk mengukur efektivitas produk pembelajaran adalah 1–100, dengan batas kelulusan minimum yang ditetapkan oleh sekolah yaitu 75. Distribusi perolehan nilai tes ranah psikomotorik peserta didik kelas XI-TEI di SMKN 1 Jabon disajikan secara visual pada diagram Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Penyajian Penyebaran Data Hasil Tes Ranah Psikomotorik

Berdasarkan data histogram penyebaran data seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9, nilai rata-rata dari 30 responden dalam data ranah psikomotorik tersebut adalah 93,19 (sembilan puluh tiga koma sembilan belas), dan standar deviasinya adalah 5,06. Nilai yang diperoleh peserta didik tidak ada yang kurang dari 75 dan tidak ada yang lebih dari 100, dan karena hasil yang semakin condong ke arah kanan (bernilai tinggi) maka membuktikan bahwa sebaran datanya adalah tidak normal.

Sama halnya dengan pengujian tingkat keefektifan perangkat pembelajaran yang dikembangkan melalui hasil belajar peserta didik ranah kognitif, maka sebelumnya dilakukanlah uji statistik parametrik *one sample t-test*. Hal ini dilakukan dengan menggunakan uji normalitas (untuk menilai distribusi data). Mengingat keterbatasan ukuran sampel yang kurang dari 50 peserta, maka metode *Shapiro-wilk* digunakan untuk analisis ini. Hasil uji normalitas menggunakan data ranah

psikomotorik pembelajaran peserta didik disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Normalitas Ranah Psikomotorik

<b>Tests of Normality</b>						
	<i>Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup></i>			<i>Shapiro-wilk</i>		
	<i>Statistic</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>	<i>Statistic</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>
Psiko-motorik	.178	30	.016	.884	30	.003
<i>a. Lilliefors Significance Correction</i>						

Hasil uji normalitas menggunakan metode *Shapiro-wilk* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5, menghasilkan nilai sebesar 0,003. Karena nilai signifikansi (*Sig.*) data tersebut kurang dari 0,05, yang merupakan standar pengambilan keputusan uji normalitas menggunakan *Shapiro-wilk*, maka dapat disimpulkan bahwa data tidak berdistribusi normal. Karena data yang akan dianalisis tidak berdistribusi normal, maka prasyarat untuk menggunakan uji-t tidak terpenuhi. Oleh karena itu, uji statistik yang lebih sesuai untuk digunakan adalah uji binomial (non-parametrik). Hasil dari uji statistik non-parametrik binomial menggunakan nilai ranah psikomotorik peserta didik disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Binomial Ranah Psikomotorik

<b>Binomial Test</b>						
		<i>Cate-gory</i>	<i>N</i>	<i>Observ-ed Prop.</i>	<i>Test Prop.</i>	<i>Exact Sig. (2-tailed)</i>
Psiko-motorik	<i>Gro-up 1</i>	$\leq 75$	0	.00	.50	.000
	<i>Gro-up 2</i>	$> 75$	30	1.00		
	Total		30	1.00		

Hasil analisa statistik menggunakan uji binomial di atas, menunjukkan hasil yang sangat signifikan (*Exact Sig.2-tailed* < 0,05). Oleh karena itu, hipotesis nol ( $H_0$ ) yang menyatakan skor tes peserta didik sama dengan 75 dapat ditolak, hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan secara statistik antara skor tes peserta didik yang diamati dengan nilai yang dihipotesiskan sebesar 75. Dengan kata lain, skor tes peserta didik ranah psikomotorik secara statistik tidak sama dengan 75.

## 5. Pembahasan

Tingkat kevalidan suatu perangkat merupakan indeks yang mengukur keakuratan perangkat sebelum digunakan. Validitas instrumen penelitian sangat penting untuk meningkatkan efisiensi proses pengumpulan data. Menggunakan instrumen yang valid adalah suatu keharusan untuk menjamin keabsahan dari hasil penelitian. Oleh karena itu, sangat penting untuk melakukan pengujian validitas instrumen secara menyeluruh sebelum digunakan dalam kegiatan pengumpulan data. Jika proses validasi instrumen tidak dilakukan terlebih dahulu, maka dapat menimbulkan keraguan terhadap kredibilitas data yang dikumpulkan.

Hal ini sejalan dengan pernyataan oleh (Sugiyono, 2019: 177) bahwa penggunaan instrumen yang terverifikasi valid berperan sebagai elemen krusial dalam perolehan hasil penelitian yang valid juga. Namun instrumen yang valid belum tentu menjamin perolehan data penelitian yang valid, hal tersebut dapat terjadi karena cara menggunakan instrumen tersebut salah. Jadi, instrumen yang valid berarti instrumen tersebut dapat menunjukkan kesesuaian dalam menilai variabel yang ditentukan dan dapat menampilkan data yang relevan secara akurat.

Penelitian ini menggunakan umpan balik peserta didik untuk menilai respon mereka terhadap penggunaan perangkat pembelajaran sistem kendali on/off yang dikembangkan. Analisis hasil yang telah disebutkan di atas memungkinkan ditariknya kesimpulan bahwa perangkat pembelajaran sistem kendali on/off yang dikembangkan layak untuk diimplementasikan, dan responden merasa terfasilitasi dalam proses pemahaman mereka terhadap materi pembelajaran. Hal ini sejalan dengan pernyataan oleh (Krismadinata dkk., 2021), dimana aspek kepraktisan memiliki fungsi utama dalam memfasilitasi penggunaan perangkat bagi para pendidik dan peserta didik, meningkatkan efisiensi waktu pembelajaran, dan memungkinkan interpretasi yang mudah dalam konteks kegiatan pembelajaran.

Penelitian ini berupaya untuk menilai efektivitas dari perangkat pembelajaran sistem kendali on/off yang telah dikembangkan dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik. Perangkat pembelajaran yang efektif haruslah dapat memfasilitasi peserta didik dalam mencapai standar kompetensi minimum yang telah ditetapkan sebelumnya. Sejalan dengan temuan yang dilakukan oleh (Sukardjo dkk., 2023), bahwa proses pembelajaran yang efektif didukung oleh pemanfaatan alat bantu

pengajaran yang tepat, sehingga dapat berkontribusi dalam pada pemahaman materi yang lebih mendalam oleh peserta didik. Dalam konteks penelitian ini, pembelajaran yang efektif didefinisikan sebagai kondisi dimana peserta didik berkeyakinan telah memperoleh pengetahuan yang akurat dan kemampuan untuk menerapkannya secara nyata, sebagaimana dibuktikan dengan kinerja mereka pada penilaian pembelajaran kognitif dan kegiatan praktikum (evaluasi keterampilan).

## PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan analisis data hasil penelitian yang telah dikumpulkan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: (1) Tingkat rerata kevalidan terhadap perangkat pembelajaran sistem kendali on/off menggunakan mikrokontroler berbasis IoT (*Internet of Things*) yang telah dikembangkan mencapai nilai 97,90% (sembilan puluh tujuh koma sembilan puluh persen) dengan kategori “sangat valid”; (2) Tingkat rerata kepraktisan terhadap perangkat pembelajaran sistem kendali on/off menggunakan mikrokontroler berbasis IoT (*Internet of Things*) yang telah dikembangkan mencapai nilai 82% (delapan puluh dua persen) dengan kategori “sangat praktis”; dan (3) Tingkat rerata keefektifan terhadap perangkat pembelajaran sistem kendali on/off menggunakan mikrokontroler berbasis IoT (*Internet of Things*) yang telah dikembangkan ditinjau dari hasil belajar peserta didik ranah kognitif dan psikomotor mencapai kategori “sangat efektif” karena nilai rata-rata yang diperoleh lebih besar daripada batas minimum yang ditentukan sekolah yakni 75. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pembelajaran perangkat pembelajaran sistem kendali on/off menggunakan mikrokontroler berbasis IoT (*Internet of Things*) yang telah dikembangkan dikatakan layak untuk diimplementasikan sebagai perangkat pembelajaran pada elemen Sistem Kendali Elektronik kelas XI-TEI di SMK Negeri 1 Jabon.

### Saran

Berdasarkan analisis data hasil penelitian, adapun saran yang dapat diusulkan sebagai berikut: (1) Untuk pendidik pengampu mata pelajaran atau elemen sistem kendali elektronik, disarankan untuk dapat memberikan peserta didik proyek implementasi atau pengembangan dari perangkat pembelajaran sistem kendali on/off yang telah diterapkan; (2) Untuk peneliti selanjutnya yang ingin mengembangkan produk perangkat pembelajaran sistem kendali on/off menggunakan mikrokontroler berbasis IoT (*Internet of Things*), disarankan agar dapat menambahkan komponen

seperti sensor PIR (*Passive Infrared Receiver*), sensor Proximity, dan sensor warna; dan (3) Untuk Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Elektro Unesa disarankan agar dapat memberikan dukungan dalam segi kegiatan pengembangan diri mahasiswa, contohnya seperti mengadakan pelatihan untuk membuat perangkat pembelajaran terkhusus media *trainer* kit yang berkaitan dengan kemajuan teknologi sesuai dengan kondisi dunia pendidikan saat ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriliano, A. K., Zuhrie, M. S., Ningrum, L. E. C., & Kholis, N. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Untuk Materi Gerbang Logika Pada Mata Pelajaran Dasar Kejuruan Elektronika Kelas X Di Smkn 3 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 12(3), 267–275.
- Ifani, L. N., Harimurti, R., Kholis, N., & Santosa, A. B. (2021). Pengembangan media trainer arduino uno berbasis iot sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran sistem pengendali elektronik di smkn 1 jetis. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 10(03), 357–365.
- Krismadinata, Anwar, A., & Akbar, J. (2021). Pengembangan training kit kendali elektronik pada mata pelajaran mengoperasikan sistem kendali elektronik. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 18(1), 89.
- Prasojo, D. E., Joko, Munoto, & Fransisca, Y. (2022). Pengembangan Trainer Pengendali Motor Listrik 3 Fasa Menggunakan NodeMCU ESP32 dengan Interface Aplikasi Blynk Sebagai Sistem Monitoring Arah Putaran Motor di Kelas XI TITL 2 SMKN 1 Sidoarjo. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 11(01), 23–33.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian dan Pengembangan=Research and Development (R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Sukardjo, M., Oktaviani, V., Tawari, S., Alfajar, I., & Ichsan, I. Z. (2023). Design of control system trainer based on iot as electronic learning media for natural science course. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(2), 952–958.
- Wahyudi, Amiruddin, Wirawan Setialaksana, Akmal Hidayat, Kurnia Prima Putra, Fadhlirrahman Baso, & Israwati Hamsar. (2023). Pelatihan Penggunaan Media Alat Peraga Pendidikan di era Industri 4.0 pada SMK Sulawesi Barat. *TEKNOVOKASI: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 101–107.