



Pengembangan Perangkat Pembelajaran Mikrokontroler Esp32 Berbasis Internet of Things & Bluetooth di SMKN 2 Surabaya

Moch. Zakariyah Abdillah ^{a,1, *}, Farid Baskoro^{b,2}, Muhammad Syariffudien Zuhrie ^{b,3}, Nur Kholis ^{b,4}

^aS1 Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya Jl. Ketintang, Ketintang, Kec. Gayungan, Kota Surabaya, Jawa Timur, Indonesia 60231

^b Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya Jl. Ketintang, Ketintang, Kec. Gayungan, Kota Surabaya, Jawa Timur, Indonesia 60231

¹ mochzakariyah.20014@mhs.unesa.ac.id*; ² faridbaskoro@unesa.ac.id; ³ zuhrie@unesa.ac.id ; ⁴ nurkholis@unesa.ac.id.

* Corresponding Author,

ARTICLE INFO	ABSTRAK
<p>Article History Submission 17-05-2024 Revision 20-05-2024 Accepted 06-07-2024</p> <p>Kata Kunci: Trainer Mikrokontroler NodeMCU ESP32 berbasis IoT dan Bluetooth, buku pedoman praktikum, Perangkat Media Pembelajaran.</p>	<p>Riset ini bertujuan untuk menciptakan bahan pembelajaran berupa trainer Mikrokontroler NodeMCU ESP32 dengan penekanan pada IoT dan Bluetooth untuk mata pembelajaran Pemrograman dan Aplikasi Mikrokontroler kelas 11 TAV. Pendekatan riset dan pengembangan (R&D) dengan mempergunakan uji coba Studi Kasus Satu-Sesi. Riset ini dilakukan di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Negeri 2 Surabaya dengan subjeknya pada kelas 11 Teknik Audio Video 1, melibatkan 34 siswa dari total 36 siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) Tinjauan hasil kevalidan media menunjukkan angka keakuratannya sebesar 93%, sehingga bisa digolongkan sebagai tingkat validitas yang tinggi; (2) analisis keefektifan menunjukkan skor rata-rata sebesar 79,35 (KKM=75), atau dapat disimpulkan bahwa <i>mean</i> pencapaian kompetensi siswa melewati KKM; (3) analisis keefektifan juga menunjukkan skor sebesar 88,8%, yang dapat dikategorikan sebagai tingkat validitas yang sangat tinggi. Dengan data ini, dapat disimpulkan bahwa <i>trainer</i> dan buku panduan praktikum sangat berguna dalam keberlangsungan pembelajaran pada mata pelajaran konsentrasi keahlian dengan jenis elemen pemograman dan aplikasi mikrokontroler untuk membantu siswa melakukan praktikum pada mata pelajaran pemrograman dan aplikasi mikrokontroler.</p> <p style="text-align: right;">This is an open access article under license CC-BY-SA.</p> 

1. Pendahuluan

Seiring dengan kemajuan teknologi yang sangat begitu cepat bisa disebut juga kejadian yang mengkombinasikan teknologi siber dan otomatisasi. Salah satu dari perubahan teknologi saat ini adalah era revolusi industri 4.0 yang terkait dengan teknologi dan informasi yang sudah menjadi

pijakan dalam kehidupan individu. *Internet of Things* adalah salah satu dari banyak teknologi digital yang mendorong revolusi industri 4.0.[1] Dalam era pertumbuhan teknologi yang begitu pesat ini, peran dan kontribusi manusia (SDM) harus dapat mengikuti perkembangan teknologi dunia industri. Dengan demikian, pendidikan bertujuan untuk menghasilkan dan perbaikan kualitas potensi manusia terutama dalam tingkat Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

Dengan begitu, salah satu usaha yang dapat dilakukan yaitu dari alat bantu pembelajaran yang dapat memperbaiki mutu pembelajaran. Dengan adanya alat bantu pembelajaran tentang *Internet of Things* (IoT) dapat meningkatkan minat dan keinginan siswa untuk belajar, memacu semangat dan motivasi dalam belajar, dan juga bisa memberikan dampak psikologis pada siswa di era revolusi industri 4.0 ini.[2]

Mata pelajaran konsentrasi keahlian 2 (pemrograman dan aplikasi mikrokontroler) adalah salah satu bidang studi yang memperkenalkan tentang pemrograman dan aplikasi dari mikrokontroler dikalangan SMK terutama dalam Jurusan Teknik Audio Video. Mata pelajaran ini wajib dipelajari oleh siswa Kelas 11 Jurusan Teknik Audio Video.[3] Dalam tinjauan lapangan di SMK Negeri Surabaya oleh peneliti saat melaksanakan pengenalan lingkungan persekolahan dan pada saat proses pembelajarannya mempergunakan media pembelajaran bahan ajar mikrokontroler dan sensor aktuator, tetapi dalam pelaksanaan pembelajarannya *trainer* mikrokontroler dan sensor aktuator belum diimplementasikan dalam kegiatan belajar mengajar karena dalam setiap praktiknya masih menyiapkan setiap komponennya dan juga dalam materi komunikasi serial berupa *Internet of Things* dan *Bluetooth* belum pernah diajarkan sehingga pemahaman belajar mata pelajaran pemrograman dan aplikasi mikrokontroler kurang maksimal dan kurangnya mengikuti perkembangan teknologi yang berkembang saat ini yang salah satunya yaitu *Internet of Things*. sehingga antusias siswa dalam mengikuti mata pelajaran ini kurang maksimal. Maka dari itu untuk mengatasi permasalahan ini maka perlunya alat bantu pembelajaran yang mendukung proses belajar mengajar.[4]

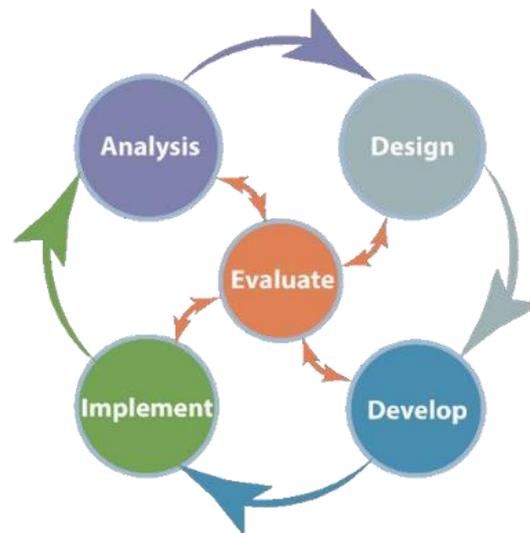
Menindak lanjuti hal tersebut dalam mencapai kualitas pendidikan yang baik dan mengikuti perkembangan teknologi diperlukan sebuah sarana prasarana agar mendapatkan hasil proses belajar mengajar yang lebih maksimal. Dalam proses pembelajaran dibutuhkan bahan pengajaran yang memperkuat media pembelajaran dan alat bantu pembelajaran, sehingga mempermudah pemahaman siswa terhadap materi serta memberikan pedoman bagi guru dalam penyampaian materi.[3] Oleh karena itu, perlunya sebuah alat bantu pembelajaran berupa *Trainer* mikrokontroler NodeMCU ESP32 berbasis *Internet Of Things* dan *Bluetooth* yang dapat meningkatkan kualitas pembelajaran dan antusias siswa.[5]

Alat pembelajaran *trainer* mikrokontroler NodeMCU ESP32 yang berfokus pada *Internet of Things* (IoT) dan *Bluetooth* dipergunakan untuk mendukung model pembelajaran berbasis proyek (PjBL) yang telah disesuaikan dengan pencapaian pembelajaran dan tujuan mata pelajaran konsentrasi keahlian 2 jenis elemen Pemrograman dan Software Kontrol Mikrokontroler yang melibatkan mikrokontroler, masukan, keluaran, sensor, aktuator, dan otomatisasi sistem. *Trainer* ini juga memiliki aplikasi Android terintegrasi yang memungkinkan siswa untuk bersambung dengan Mikrokontroler yang terkoneksi dengan jaringan WLAN atau Internet serta Bluetooth, sehingga peserta didik dapat menangkap kemajuan dalam industri di mana semua perangkat saat ini dapat terhubung, dikendalikan, dan dipantau mempergunakan teknologi wireless. Selain mempelajari pemrograman mikrokontroler, siswa juga bisa mempelajari terkait komunikasi antar jaringan nirkabel, seperti Internet of Things, yang merupakan faktor penggerak revolusi Industri 4.0.

Maka dengan itu diperlukan kehadiran trainer dipergunakan untuk penopang alat ajar dan kegiatan praktikum untuk mendukung siswa dalam menjalankan praktek mempergunakan alat bantu yang lebih sesuai dengan kemajuan teknologi dan mengaplikasikan bahan ajar sebagaimana yang dijabarkan langsung oleh guru. Berdasarkan uraian di atas, penulis membuat sebuah bahan pembelajaran dalam bentuk trainer yang berjudul "Pengembangan Alat Bantu Pengajaran Kit Mikrokontroler NodeMCU ESP32 Berbasis *Internet Of Things & Bluetooth* untuk Mata Pelajaran Pemrograman dan Aplikasi Mikrokontroler di SMK Negeri 2 Surabaya".

2. Metode Penelitian

Dalam riset ini melibatkan metode riset dan pengembangan (R&D) dengan model desain instruksional *Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation* (ADDIE) yang ditunjukkan dalam Gambar 1.[6] di bawah ini. Output yang akan diperoleh dari riset ini ialah "Trainer Mikrokontroler NodeMCU ESP32 berbasis *internet of things* (IoT) dan *Bluetooth* pada Mata Pelajaran Pemrograman dan Aplikasi Mikrokontroler di SMK Negeri 2 Surabaya".



Gambar 1. Proses Metode *Research and Development* (R&D) Model ADDIE

Pada gambar 1. di atas merupakan tampilan diagram alir model pengembangan ADDIE yang terdiri dari lima tahap utama, masing-masing diwakili oleh sebuah arah panah yang menghubungkan setiap tahap secara berurutan. Pada penelitian ini tahapan dalam model pengembangan berbasis ADDIE dijabarkan sebagai berikut.

1. Analysis (Analisis)

- Analisis Tujuan Pembelajaran
tujuan pembelajaran berdasarkan capaian pembelajaran mata pelajaran Pemrograman dan Aplikasi Mikrokontroler dan kemampuan akhir sebagai berikut:
 - 1) Memahami rangkaian digital dan arsitektur mikrokontroler serta pemrograman mikrokontroler.
 - 2) Membuat program aplikasi sistem pengendali berbasis mikrokontroler.
- Analisa Kebutuhan

Pada tahap ini akan ditentukan bahan ajar yang perlu dikembangkan untuk membantu siswa belajar dan mengatasi kesulitan-kesulitan siswa dalam praktik pembelajaran. Hasil pengamatan di jurusan teknik audio video terdapat praktikum mikrokontroler yang masih menggunakan peralatan yang sederhana dan tidak terpadu Moch. Zakariyah Abdillah (*Pengembangan Trainer Mikrokontroler Nodemcu Esp32 Berbasis Internet Of Things & Bluetooth Pada Pam di SMKN 2 Surabaya*)

sehingga memakan banyak waktu berhambas pada kurang tercapaian tujuan pembelajaran dan karena belum adanya media pembelajaran berbasis Trainer yang dapat mendukung praktik tersebut, oleh karena itu dalam kegiatan praktik guru masih harus menyiapkan komponen satu persatu untuk melakukan praktik secara langsung.

- Analisis Kinerja

- 1) Analisa Pembelajaran

Tujuan utama analisis pembelajaran adalah mengidentifikasi pengetahuan dan keterampilan yang harus ada pada pembelajaran. Analisis pembelajaran dilakukan dengan mengidentifikasi, merinci dan menyusun secara sistematis konsep konsep utama yang akan dipelajari siswa dalam praktikum.

- 2) Analisa Siswa

Selain menganalisis tujuan pembelajaran, hal penting yang perlu dilakukan adalah analisis siswa yang akan menggunakan media yang dikembangkan. Secara garis besar, identifikasi karakteristik siswa dapat dilihat dari latar belakang siswa. Siswa Teknik Audio Video memiliki latar belakang dari Sekolah Menengah Pertama (SMP) yang telah diajari dasar-dasar mengenai elektronika di kelas X.

2. Design (Rancangan)

Dalam penelitian pengembangan yang terpenting adalah tahap desain produk. Desain produk ini dilakukan peneliti setelah peneliti memiliki materi pendukung yang memadai.

- 1) Rancangan Trainer

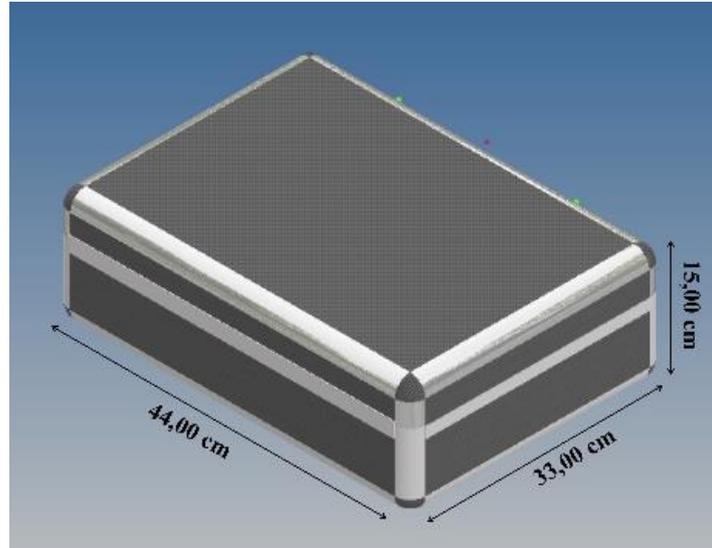
Perancangan pada penelitian ini meliputi perancangan Trainer dan modul pembelajaran mikrokontroler NodeMCU ESP32 berbasis IoT dan Bluetooth. Perancangan Trainer dilakukan dengan membuat desain rancangan piranti mikrokontroler, input dan output. Trainer ini terdiri dari beberapa bagian yaitu sumber tegangan $\pm 5V$, komponen mikrokontroler berjenis NodeMCU ESP32, beberapa sensor diantaranya LDR, DHT, RTC, Ultrasonic, RFID, Keypad dan Push Button, serta beberapa aktuator diantaranya LED, Buzzer, Motor Servo, LCD 16x2, Relay untuk menyalakan lampu AC, dan Dot Matrix 8x32.



Gambar 2 Desain Trainer Kit Mikrokontroler NodeMCU ESP32 berbasis IoT & Bluetooth

2) Rancangan Box

Box ini difungsikan sebagai tempat dari Trainer mikrokontroler NodeMCU ESP32 berbasis IoT dan Bluetooth yang dihasilkan. Selain itu box ini juga merupakan pelindung dari Trainer dan memudahkan dalam mobilitas dan penyimpanan Trainer. Box berbentuk segi empat yang di dalamnya akan terdapat Trainer mikrokontroler NodeMCU ESP32 berbasis IoT dan Bluetooth beserta kelengkapannya sesuai dengan yang telah di jabarkan pada rancangan Trainer sebelumnya. Box yang digunakan merupakan box jenis krisbow koper aluminium dengan ukuran 46x33x15 cm. Box akan dilapisi oleh partikel berwarna gelap.



Gambar 3 Desain Box Trainer

3) Rancangan Buku Panduan Praktikum

Perancangan modul pembelajaran yang berisi materi mengenai komponen sensor dan aktuator *Trainer* mikrokontroler NodeMCU ESP32 berbasis *IoT* dan *Bluetooth* dengan menentukan judul modul pembelajaran, merumuskan garis besar materi/isi modul pembelajaran sesuai dengan input/output *Trainer* dan merancang desain modul pembelajaran (layout dan halaman sampul).



Gambar 4. Cover *Jobsheet Trainer* Mikrokontroler NodeMCU ESP32 Berbasis *IoT* dan *Bluetooth*

3. Development (Pengembangan)

Pengembangan pada penelitian ini merupakan proses pembuatan Trainer dan modul pembelajaran sesuai dengan tujuan pembelajaran mengaplikasikan dan menerapkan software untuk memprogram Mikrokontroler. Pembuatan Trainer mikrokontroler NodeMCU ESP32 berbasis IoT dan Bluetooth dilakukan dengan menjadikan hasil perancangan ke dalam bentuk nyata. Setelah Trainer selesai dibuat, maka harus dilakukan uji coba Trainer untuk mengetahui hasil kerja Trainer. Pembuatan modul pembelajaran dilakukan dengan merealisasikan rancangan modul pembelajaran yang sudah dibuat.

4. Implementation (Implementasi)

Tahap implementasi yaitu proses penilaian dan uji coba pada ahli media dan ahli materi dengan cara menerapkan produk yang sudah dibuat. Uji coba pemakaian penelitian ini dilakukan pada siswa kelas XI teknik audio video jika uji kelayakan oleh ahli media dan ahli materi sudah selesai. Sebelum masuk pada tahap implementasi, langkah yang harus dilakukan yaitu menyiapkan pengajar (guru) dan menyiapkan siswa.

5. Evaluation (Evaluasi)

Tahap evaluasi merupakan tahap penilaian penelitian dimana datanya didapatkan dari tahap implementasi yang berupa proses penilaian dan uji coba pada ahli media dan ahli materi. Hasil dari data penilaian tersebut akan diproses untuk mendapatkan hasil mengenai kelayakan produk Trainer dan modul pembelajaran.

Riset ini diselenggarakan pada tahun ajaran 2023/2024 bertepatan pada semester genap di Jurusan Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Surabaya. Siswa kelas 11 TAV 1 di SMK Negeri 2 Surabaya adalah subyek atau responden dari penelitian ini. Sedangkan pengujian hasil uji yang dipergunakan adalah desain *Pre-Experimental Design* berbentuk Studi Kasus Satu Sesi seperti dijelaskan pada gambar 2 di bawah. [7]



Gambar 5. Studi Kasus Satu Sesi

Keterangan :

X : *Treatment* yang mempergunakan produk alat bantu pembelajaran *trainer* mikrokontroler NodeMCU ESP32 berbasis *IoT* dan *Bluetooth*

O₁ : Observasi sesudah dilakukan perlakuan

Pada riset ini mengadopsi tiga strategi pengumpulan data: (1) validasi; (2) uji dan pengamatan; (3) survei tanggapan siswa dan daftar pertanyaan sama pada Tabel dibawah ini.[8]

Tabel 1: Teknik pengumpulan data

No.	Variabel	Teknik Pengumpulan Data
1.	<i>Trainer</i>	Validasi
2.	Buku Panduan Praktikum	Validasi
3.	Butir Soal	Validasi
4.	Kompetensi Pengetahuan Siswa	Post-Test melalui G-form
5.	Kompetensi Keterampilan Siswa	Observasi
6.	Respon Siswa	Angket

Analisis dari Penilaian Validator dan Respon Siswa

Ketentuan skor penilaian validator / tanggapan siswa yang cocok dengan tabel di bawah ini.

Tabel 2: Penilaian validator / angket respon siswa

No.	Kriteria Penilaian	Skor
1.	Sangat Valid (SV)	4
2.	Valid (V)	3
3.	Tidak Valid (TV)	2
4.	Sangat Tidak Valid (STV)	1

[9]

Untuk mengkalkulasi jumlah nilai/skor penilai/angket tanggapan siswa, diterapkan rumus sebagai berikut:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Sangat baik} & = & n \times 4 \\
 \text{Baik} & = & n \times 3 \\
 \text{Kurang Baik} & = & n \times 2 \\
 \text{Tidak Baik} & = & n \times 1 \\
 \hline
 \Sigma \text{ Jawaban validator} & & +
 \end{array}$$

[10]

Langkah berikutnya saat menetapkan lokasi jawaban penilai/angket tanggapan peserta didik sesuai persentase ialah berikut ini:

$$\text{Persentase} = \frac{\Sigma \text{ Jawaban Validator}}{\Sigma \text{ Skor tertinggi validator}} \times 100\%$$

Langkah akhir yang diambil adalah dengan mengadaptasi hasil persentase dengan ketentuan validitas / praktikalitas sama dengan Tabel berikut.

Tabel 3. Rating validasi / rating angket respon siswa

Penilaian Kualitatif	Hasil Rating (%)
Tidak Valid	25% s.d 43%
Kurang Valid	44% s.d 62%
Valid	63% s.d 81%
Sangat Valid	82% s.d 100%

[11]

Analisis Keefektifan

Untuk mengukur tingkat pencapaian kompetensi siswa terhadap nilai KKM sesudah tindakan, dipergunakan rumus berikut:

$$P = \frac{B}{N} \times 100 \text{ (Skala 100)}$$

Keterangan:

P = Nilai pengetahuan siswa

B = Jumlah jawaban benar

N = Jumlah soal

Perhitungan pencapaian ketrampilan siswa dapat diperoleh mempergunakan rumus dibawah ini:

$$K = \frac{\sum \text{Skor Perolehan}}{\sum \text{Skor maksimal}} \times 100 \quad [12]$$

Keterangan:

K = Nilai keterampilan siswa

Untuk mengetahui hasil keterampilan siswa dengan mempertimbangkan Proporsi 30% (pengetahuan) dan 70% (ketrampilan).[13] Selanjutnya, untuk menghasilkan skor akhir kompetensi, dipergunakan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$NK = \frac{(30 \times P) + (70 \times K)}{100}$$

Keterangan:

NK = Nilai kompetensi

P = Nilai pengetahuan

K = Nilai keterampilan

Langkah berikutnya adalah mengadakan pengujian T-Test sampel tunggal mempergunakan bantuan perangkat lunak SPSS 25, dengan melakukan pemeriksaan prasyarat terlebih dahulu, yang melibatkan uji distribusi normal dan keseragaman varians.[14]

3. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil produk perangkat pembelajaran yang diperluas ini diselenggarakan di SMK Negeri 2 Surabaya kelas 11 TAV 1 dengan 34 dari 36 siswa.

3.1. Hasil produk yang dikembangkan

Hasil *output* yang dikembangkan adalah “*Trainer* Mikrokontroler NodeMCU ESP32 berbasis *Internet of Things* dan *Bluetooth*” sebagai bahan pembelajaran yang merupakan tujuan dari penelitian ini.



Gambar 4. Tampilan *trainer* Mikrokontroler NodeMCU ESP32 berbasis *internet of things* (IoT) dan *Bluetooth*

Trainer ini mempergunakan koper berbahan keras berwarna hitam yang memiliki ukuran 46 x 33 x 15 cm. Di dalamnya ada beberapa elemen pembentuk trainer. Elemen pembentuk itu mencakup: (1) Mikrokontroler ESP32; (2) Sumber daya listrik 5V/2A DC; (3) Lampu LED; (4) Layar LCD 16 × 2 dengan I2C; (5) Penghasil suara buzzer; (6) Mesin servo dengan putaran 180

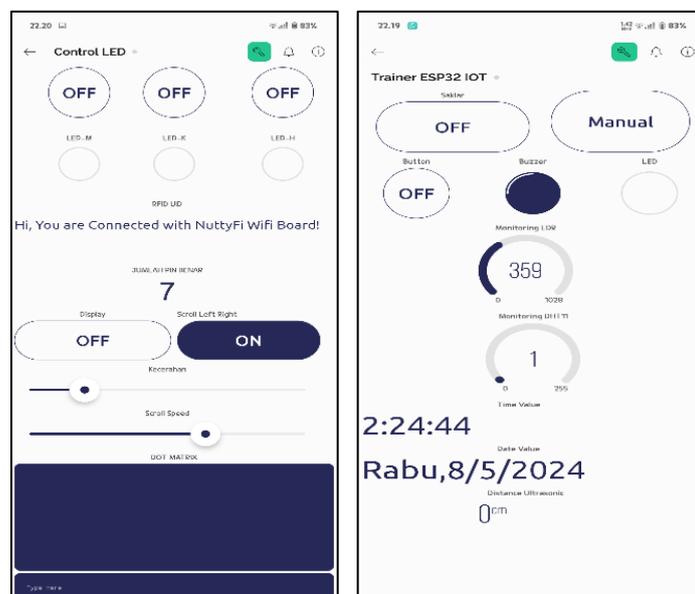
Moch. Zakariyah Abdillah (*Pengembangan Trainer Mikrokontroler Nodemcu Esp32 Berbasis Internet Of Things & Bluetooth Pada Pam di SMKN 2 Surabaya*)

derajat; (7) Saklar relay; (8) Tombol tekan push button; (9) Sensor Ultrasonik HC-SR501; (10) Sensor RTC; (11) Sensor LDR; (12) Sensor suhu dan kelembaban DHT11; (13) Papan tombol keypad; (14) Sensor RFID; (15) Display Dot Matrix.



Gambar 5. Bagian Isi Komponen Pada Papan *Trainer* Mikrokontroler ESP32 Berbasis *Internet Of Things* dan *Bluetooth*

Pada bagian isi komponen terdapat sensor berupa LDR, DHT11, RTC, Ultrasonic, RFID, Keypad, inputan push button. Komponen yang dipergunakan dalam processing unit yaitu mikrokontroler NodeMCU ESP32. Aktuator berupa LED, Buzzer, Servo, LCD 16x2, Relay, dan Dot Matrix. Serta ada bagian sumber tegangan 5VDC menggunakan input jack.



Gambar 6. Aplikasi android blynk

Blynk merupakan aplikasi yang dapat diunduh di Google Play Store dan berfungsi sebagai entitas yang melakukan pengiriman dan penerimaan data dari mikrokontroler ESP32. Ini dapat diunduh dan diinstal pada perangkat *mobile smartphone*.



Gambar 7. Sampul dari Buku Panduan Praktikum

Dalam buku panduan praktikum yang telah dipersiapkan sebagai *jobsheet* serta pedoman siswa dalam belajar.[15] Isi dari buku panduan praktikum diantaranya berupa *Jobsheet*, ada prosedur eksperimental untuk praktek. Percobaan yang dilakukan saat praktikum berjumlah 10 praktek dalam *jobsheet*, antara lain: (1) Pengendali LED dengan push button, IoT dan Bluetooth; (2) Sistem Monitoring LDR dengan LED; (3) Sensor DHT dengan LCD 16x2 dan Motor Servo; (4) Sensor RTC dengan Buzzer; (5) Sensor Ultrasonic dengan LCD dan Buzzer; (6) RFID dengan LCD 16x2 dan Motor Servo; (7) Keypad dengan LCD dan Motor Servo; (8) Running Teks Dot Matrix 8x32; (9) Kontrol Relay dengan lampu AC mempergunakan IoT dan Bluetooth; (10) Latihan Pengaplikasian sistem *IoT* dan *Bluetooth* dalam lingkungan.

3.2. Hasil Penelitian

Ada tiga (3) kriteria untuk menilai kesesuaian trainer, yakni keakuratan, efisiensi, serta kemudahan penggunaan atau disebut juga kepraktisan. Data yang dikumpulkan kemudian diproses serta dianalisis. Penjabaran dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut.

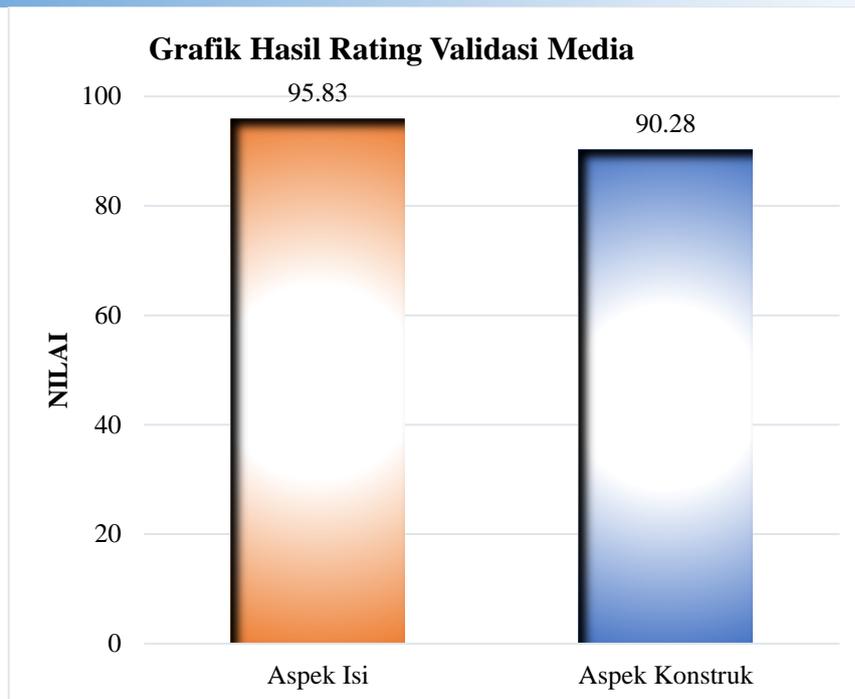
a. Hasil Validasi

Penilaian produk yang disahkan oleh 3 validator. Berikut ini adalah identitas validator pada Tabel berikut.

Tabel 4: Nama Validator Ahli

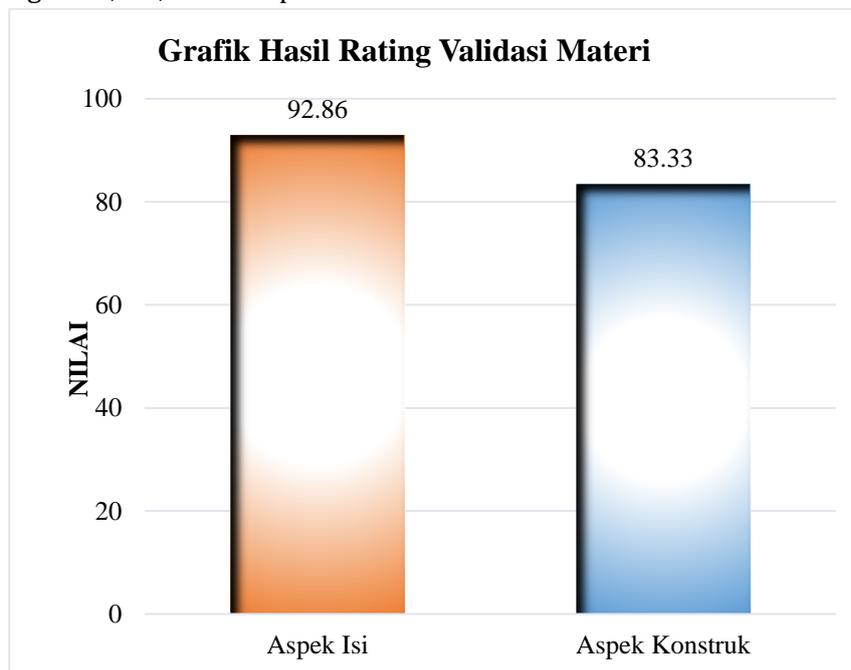
No	Nama Validator	Keterangan
1.	Fendi A. S.Pd., M.Pd.	Dosen Teknik Elektro UNESA
2.	Dr. Puput Wanarti R., S.T., M.T.	Dosen Teknik Elektro UNESA
3.	Zulkarnain, S.Pd	Guru TAV SMKN 2 Surabaya

Terdapat 2 hasil validasi perangkat pembelajaran yang telah divalidasi antara lain yaitu: (1)Media *trainer* Mikrokontroler ESP32 berbasis *internet of things & Bluetooth* (2) Buku panduan praktikum beserta *jobsheet*, soal dan angket respon siswa.



Gambar 8. Grafik Validasi *Trainer*.

Grafik yang ditunjukkan dari gambar tersebut menyatakan bukti keakuratan *trainer* terdapat dua poin yang dinilai yaitu: (1) Rating dari poin isi dengan 95,8%; (2) Rating dari poin konstruk dengan 90,2%, dan didapatkan *mean* keseluruhan sebesar **93%**.

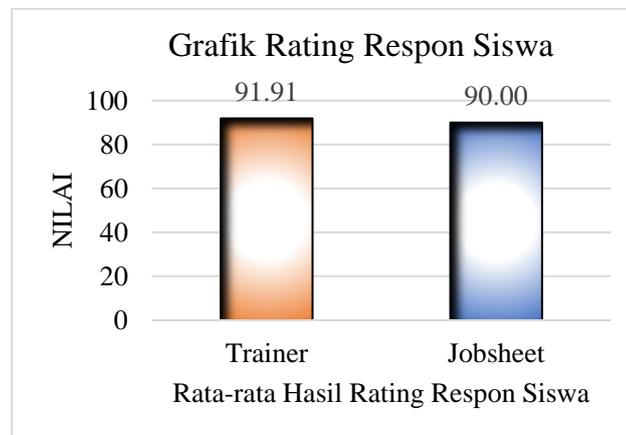


Gambar 9. Grafik *rating* validasi buku panduan praktikum.

Grafik yang ditunjukkan dari gambar diatas menunjukkan bahwa kevalidan *jobsheet* terdapat 2 poin yang dinilai (1) Rating dari poin isi dengan 92,8%; (2) Rating dari poin konstruk dengan 83,3%, dan didapatkan *mean* keseluruhan sebesar **88,88%**.

b. Hasil Kepraktisan Produk

Untuk mengukur seberapa kemudahan perangkat pembelajaran dan seberapa mudah media yang dipergunakan, yaitu dengan Lembar pertanyaan respons siswa. Data penilaian kemudahan dapat dilihat pada Gambar 10 sebagai berikut.



Gambar 10. Grafik hasil rating respon siswa

Berdasarkan grafik pada gambar 10, Analisis tanggapan siswa dapat dilihat pada dua aspek (1) tanggapan siswa terhadap trainer sebesar 91,9%; dan (2) respon siswa terhadap lembar kerja sebesar 90%. Semua ini menghasilkan rata-rata nilai penilaian sebesar 91,1%. Dalam praktikum yang telah dilaksanakan mempergunakan media pembelajaran *trainer* siswa kelas XI TAV 1 di SMKN 2 Surabaya, bisa diinterpretasikan media pembelajaran *trainer* Mikrokontroler NodeMCU ESP32 bertumpu pada *internet of things & Bluetooth* dapat dinyatakan media pembelajaran yang sangat praktis.

c. Hasil Keefektifan Produk

Output dari daya guna barang yang sudah dirancang dilihat dari hasil akhir pembelajaran siswa akan dievaluasi berdasarkan standar minimum yang ditetapkan, atau juga dikenal sebagai ketentuan nilai ketuntasan minimal (KKM), untuk menilai efektivitas produk yang telah dikembangkan. Penilaian kompetensi siswa didasarkan pada pencapaian mereka dalam domain ilmu dan ketrampilan. Skor kognitif dan psikomotor berasal dari data yang terkumpul melalui lembar observasi kompetensi ketrampilan siswa.

Tabel 5: Uji Normalitas Shapiro-Wilk mempergunakan SPSS

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
POSTTEST	.189	34	.003	.938	34	.053

a. Lilliefors Significance Correction

Sesuai Tabel tersebut, Temuan pengujian normalitas dengan tes Shapiro-Wilk yang diproses dengan program SPSS 25 menunjukkan temuan signifikansi senilai 0,053, yang menunjukkan bahwa temuan ini lebih banyak dari tingkat signifikansi, sekitar 0,05 (0,053 lebih besar dari 0,05). Data cenderung berdistribusi normal karena hasilnya menunjukkan penerimaan hipotesis nol dan penolakan hipotesis alternatif. Sesudah mendapatkan nilai kompetensi dan memastikan bahwa variabel tersebut berdistribusi normal, analisis Uji-t dapat dilaksanakan dengan menggunakan program SPSS 25 untuk mengevaluasi signifikansi perbedaan rata-rata nilai kompetensi sebelum dan sesudah intervensi menggunakan media

pembelajaran, dengan nilai KKM 75 sebagai standar acuan. Sebelum memulai uji coba, hipotesis harus dibuat, yang bisa jelaskan sebagai berikut.

H0: $\mu_1 < 75$; nilai kompetensi siswa rata-rata mempergunakan media pembelajaran *Trainer* Mikrokontroler NodeMCU ESP32 berbasis *internet of things* (IoT) dan *Bluetooth* dibawah 75.

H1: $\mu_1 > 75$; nilai kompetensi siswa rata-rata mempergunakan media pembelajaran *Trainer* Mikrokontroler NodeMCU ESP32 berbasis *internet of things* (IoT) dan *Bluetooth* atau sama dengan 75.

Sesudah itu, ditentukan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ (5%).

$T_{hitung} < T_{Tabel} \rightarrow H_0$ diterima atau H_1 ditolak

$T_{hitung} > T_{Tabel} \rightarrow H_0$ ditolak atau H_1 diterima [16]

Tabel 6: uji *one sample T-Test* mempergunakan *software* SPSS 25

One-Sample Statistics						
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean		
Hasil Belajar	34	79,35	11,555	1,982		
One-Sample Test						
	Test Value = 75					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Hasil Belajar	2,197	33	,035	4,353	,32	8,38

Berdasarkan Tabel 6, nilai belajar rata-rata akhir siswa mencapai 79,35, dengan batas KKM sebesar 75, dan nilai t_{hitung} sebesar 2,197 dengan $df = 33$ dan signifikansi 0,035. Dengan demikian, $t_{hitung} = 2,197$ lebih besar dari $t_{tabel} = 1,692$, dengan tingkat signifikansi 0,05 (5%).

Kesimpulannya bahwa H_1 diterima dan H_0 ditolak, dan nilai kompetensi siswa mempergunakan produk alat bantu pembelajaran *Trainer* Mikrokontroler NodeMCU ESP32 *internet of things* (IoT) dan *Bluetooth* rata-rata di atas atau sama dengan 75.

4. Kesimpulan

Sesuai dengan hasil riset di atas diketahui bahwa: (1) keakuratan diketahui dari skor yang dikasih validator dengan rata-rata hasil rating keseluruhan keakuratan *trainer* digolongkan sangat valid (93%), rata-rata hasil rating keseluruhan kevalidan buku panduan praktikum atau *jobsheet* (88,8%) dapat dikategorikan sangat valid (2) Keefektifan dari alat bantu pembelajaran *trainer* ini didapatkan nilai t_{hitung} mencapai $2,197 > t_{tabel} = 1,692$ dengan tingkat kesalahan 0,05. Dari temuan ini, menyimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima, menunjukkan bahwa rata-rata nilai kompetensi siswa setidaknya sama dengan ketentuan nilai ketuntasan minimal (KKM); (3) Kemudahan *trainer* dan *jobsheet* diperoleh rata-rata sebesar 91,1%, menandakan bahwa keduanya dapat dianggap mudah untuk dipergunakan.

Dapat diketahui dari 3 ketentuan tersebut, dapat disimpulkan *Trainer* Mikrokontroler NodeMCU ESP32 berbasis *internet of things* (IoT) dan *Bluetooth*, ini layak diintegrasikan ke dalam kurikulum di Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 2 Surabaya sebagai alat pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Industri, "Revolusi Industri 4.0," pp. 1–3, 2020, [Online]. Available: <https://aptika.kominfo.go.id/2020/01/revolusi-industri-4-0/>
- [2] Safrizal, "Peningkatan Hasil Belajar Melalui Media Maket Rumah Sederhana Pada Mata Pelajaran Membuat Gambar Rencana Kelas X Tgb Smk Negeri," *Kaji. Pendidik. Tek. Bangunan*, vol. 2, pp. 248–253, 2016.
- [3] L. Damayanti, M. S. Zuhrie, R. Harimurti, and L. E. C. Ningrum, "Pengembangan Modul Pembelajaran Mempergunakan Aplikasi Arduinodroid Pada Mata Pelajaran Pemrograman Mikroprosesor Dan Mikrokontroler Di Smkn 2 Surabaya," *Ejournal.Unesa.Ac.Id*. [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-pendidikan-teknik-elektro/article/download/56797/44619>
- [4] Arsyad Azhar, *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada, 2013.
- [5] A. A. Gede Puja Dewantara, I Gede Ratnaya, "Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Elektronika Dasar Untuk Siswa SMK," *J. Pendidik. Tek. Elektro Undiksha*, vol. 9, no. 3, pp. 171–181, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JJPTE/article/view/23648>
- [6] S. C. Wibawa, "the Design and Implementation of an Educational Multimedia Interactive Operation System Using Lectora Inspire," *Elinvo (Electronics, Informatics, Vocat. Educ.*, vol. 2, no. 1, pp. 74–79, 2017, doi: 10.21831/elinvo.v2i1.16633.
- [7] Suryani, "Pengaruh Pembelajaran Kooperatif Inside-Outside Circle Bermedia Papan Flanel Modifikasi Terhadap Kemampuan Mengenal Lambang Bilangan Anak Kelompok A TK Muslimat Nu 38 Waru Sidoarjo," *Univ. Negeri Surabaya*, pp. 1–6, 2019.
- [8] L. E. Richter, A. Carlos, and D. M. Beber, "INSTRUMEN PENGUMPULAN DATA," pp. 1–20.
- [9] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2015.
- [10] Riduan, *Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta, 2015.
- [11] Widyoko, *Evaluasi Program Pembelajaran Panduan Praktis bagi Pendidik dan Calon Pendidik*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2013.
- [12] Kemendikbud, *Kementerian pendidikan dan kebudayaan badan penelitian dan pengembangan pusat penelitian kebijakan pendidikan dan kebudayaan tahun 2017*. 2017.
- [13] N. S. F. Putri *et al.*, "Classification of Engineering Journals Quartile using Various Supervised Learning Models," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 15, no. 1, pp. 101–106, 2023, doi: 10.33096/ilkom.v15i1.1483.101-106.
- [14] D. Setyawarno, "Uji Statistik dalam Penelitian Bidang Pendidikan dan Aplikasi Komputer untuk Penilaian IPA," pp. 1–23, 2017, [Online]. Available: https://scholar.google.co.id/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=HbiJ_zAAAAAJ&pagesize=80&citation_for_view=HbiJ_zAAAAAJ:eQOLeE2rZwMC
- [15] A. K. Dewi, "Pengembangan Lembar Kerja Praktikum (LKP) Pendekatan Inkuiri Terbimbing Untuk Melatih Keterampilan Proses Sains (KPS)," 2023.
- [16] N. C. Ezpinoza Juanillo and A. Rupa Huayllapuma, "Modul Statistik (Analisis Komparasi)," pp. 1–26, 2018.