

PENGEMBANGAN TRAINER KIT MIKROKONTROLER ATMEGA16 UNTUK SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN

Djejen Nahrowi¹⁾, D. Aribowo²⁾, Mustofa Abi Hamid^{*3)},

^{1,2,3} Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

*Email penulis korespondensi: abi.mustofa@untirta.ac.id

ABSTRAK

Lemahnya daya tarik siswa pada mata pelajaran mikrokontroler yang menyebabkan penurunan kualitas nilai dari hasil belajar yang diperoleh. Tujuan pengembangan trainer ini untuk mengetahui tingkat kelayakan trainer mikrokontroler serta mengukur tingkat efektivitas trainer pada aspek proses pembelajaran dan hasil peningkatan belajar pada mata pelajaran mikrokontroler. Research and Development (R&D) model ADDIE digunakan dalam penelitian ini dengan sampel 22 siswa menggunakan teknik purposive random sampling. Analisis data deskriptif kuantitatif digunakan dalam penelitian ini. Hasil dari penelitian ini mengungkapkan bahwa hasil dari validasi media dinyatakan sangat layak dengan skor $X = 81$, $\bar{x} = 52,5$ dan $SBx = 10,5$ sehingga skor akhir diperoleh $81 > 63$. (2) validasi materi dengan kategori sangat layak dengan skor $X = 52,5$, $\bar{x} = 32,5$ dan $SBx = 6,5$ sehingga skor akhir diperoleh $50,45 > 48$. (3) hasil penilaian angket pengguna media trainer mendapatkan hasil sangat layak dengan perolehan $X = 72$, $\bar{x} = 47,5$ dan $SBx = 9,5$ sehingga skor akhir diperoleh $72 > 57$.

Kata kunci: Media Pembelajaran, Trainer Mikrokontroler, Atmega16.

ABSTRACT

Weak attractiveness of students in microcontroller subjects that causes student learning outcomes are still below the minimum completeness criteria (KKM). The purpose of developing this trainer is to determine the level of eligibility of the microcontroller trainer and measure the level of effectiveness of the trainer in improving student learning outcomes on microcontroller subjects. The ADDIE Research and Development (R&D) model was used in this study with a sample of 22 students using a purposive random sampling technique. Quantitative descriptive data analysis was used in this study. The results of this study indicate that the results of media validation are stated in the very feasible category with a score of $X = 81$, $\bar{x} = 52.5$ and $SBx = 10.5$ so that the final score is $81 > 63$. (2) validation of the material with a very decent category with a score of $X = 52.5$, $\bar{x} = 32.5$ and $SBx = 6.5$ so that the final score is $50.45 > 48$. (3) the results of the questionnaire assessment of media trainer users get very decent results with the acquisition of $X = 72$, $\bar{x} = 47.5$ and $SBx = 9.5$ so that the final score is $72 > 57$.

Keywords : Learning Media, Microcontroller Trainer, Atmega16.

1. PENDAHULUAN

Revolusi industri 4.0 menjadi topik yang serius bagi setiap lembaga pendidikan terutama lembaga pendidikan kejuruan atau sekolah menengah kejuruan (SMK) di seluruh Indonesia. Teknologi disruption yang menjadi pusat perhatian semua kalangan dimana integrasi sistem otomasi dan digitalisasi menjadi satu dengan tujuan membantu dalam produktivitas dunia industri yang dapat memudahkan pekerjaan manusia juga dapat menggantikan manusia dalam pekerjaannya. Sebagaimana diungkapkan oleh Alaloul, Liew, Zawawi, dan Kennedy [1] dalam penelitiannya menjelaskan bahwa tren sistem digitalisasi, otomasi serta sistem informasi dan komunikasi teknologi yang terintegrasi adalah konsep yang dibangun pada revolusi industri 4.0 sebagai pembeda dari kemajuan teknologi industri yang lainnya sehingga menjadi faktor tantangan dan peluang dari

berbagai aspek. Revolusi industri pada generasi keempat ini selaras dengan harapan semua pengembang dunia industri dalam proses manufaktur yang efisien yang dapat membuat keuntungan bagi mereka. Yakimovich, Korshunov, dan Vladislav [2] dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa proses kontrol dengan satu sistem intruksi lebih efisien walaupun memiliki resiko dalam proses manufaktur, diantaranya pengaturan rumit yang memerlukan logika matematika untuk memecahkannya. Sistem pengendali mikro atau sering dikenal dengan istilah Mikrokontroler adalah salah satu komponen teknologi yang akan berperan penting di era revolusi industri 4.0, karena setiap ruang dan gerak pada produktivitas dunia industri akan dilayani oleh sistem mikrokontroler, seperti yang dilakukan oleh Abbas [3] dalam penelitiannya yang mengembangkan aplikasi kecerdasan buatan dengan mendesain robot lengan berskala besar untuk memindahkan barang produksi yang berat dengan biaya murah dan efisien. Begitu pula dengan layanan umum seperti pengaturan dan pemantauan air wudhu, sebagaimana yang telah diungkapkan oleh Latuconsina dan Laisina [4] dalam penelitiannya yang telah memanfaatkan sensor PIR dan mikrokontroler untuk mengatur efisiensi pemakaian air wudhu yang dianggap sering digunakan secara berlebihan karena kran air yang sering lupa untuk ditutup yang mengakibatkan penghamburan dalam pemakaian air wudhu.

Tren dari revolusi industri 4.0 menjadikan mikrokontroler semakin banyak diminati untuk dikembangkan bahkan setiap lembaga pendidikan mulai mengkaji secara mendalam pada bidang mikrokontroler untuk dimasukkan ke dalam kurikulum pendidikan. Sebagaimana yang telah diungkapkan oleh Cardeira, Sousa, Pinto, Botto, Ramalho, dan Da Costa [5] dalam penyajian pengalamannya pada kontestasi robot seluler yang dapat dikembangkan dengan berbagai platform untuk menghasilkan kecerdasan buatan agar dapat diimplementasikan di dunia nyata. Lebih Zainal, Ishak, Ramli, Husain, dan Mustafa [6] dalam penelitiannya yang menggunakan mikrokontroler berbasis proyek untuk menumbuhkan daya inovatif antara siswa dan mentor agar membudaya dalam pembelajaran. Pendidikan di era revolusi industri 4.0 memiliki tantangan tersendiri, sehingga kompetensi merupakan suatu yang mutlak dimiliki [7], [8].

Di tengah kondisi Indonesia sedang mempersiapkan untuk menyambut era revolusi industri 4.0 juga menyikapi urgensi dari pemanfaatan mikrokontroler yang korelasinya sangat kuat pada perkembangan teknologi di era revolusi industri 4.0, akan tetapi kondisi kualitas sumber daya manusia pada generasi pelajar SMK yang cenderung apatis terhadap persoalan serius tersebut. Hal ini terlihat dari hasil belajar siswa program keahlian teknik elektronika industri di SMKN 1 Cikande pada mata pelajaran mikrokontroler yang dominan stagnan memperoleh nilai di bawah kriteria ketuntasan minimum (KKM) serta kemunduran siswa dalam mengembangkan inovasi teknologi mikrokontroler di lingkungan sekolah.

Menyikapi hasil belajar siswa program keahlian teknik elektronika industri di SMKN 1 Cikande yang masih memperoleh hasil belajar di bawah KKM pada mata pelajaran Mikrokontroler. Dari hasil observasi yang ditemukan di SMKN 1 Cikande ada beberapa permasalahan yang mengakibatkan siswa memperoleh nilai di bawah KKM, yaitu keanekaragaman karakter siswa di kelas XII1 elektronika industri yang dominan cenderung mudah jenuh, kurang disiplin dalam belajar, lemah dalam mengulangi materi yang telah diajarkan dan tidak adanya semangat untuk berinovasi dalam mempelajari materi mikrokontroler. Berdasarkan hasil penilaian tengah semester (PTS) pada tahun 2018 kelas XI1E yang terdiri dari 22 siswa dengan perolehan secara akumulasi seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Penilaian Tengah Semester Siswa

No	Nilai	Predikat	Keterangan
1	86-100	A	1
2	71-85	B	0
3	56-70	C	5
4	<55	D	16
Jumlah Siswa			22

Nilai yang telah ditetapkan sebagai KKM pada mata pelajaran mikrokontroler yang harus dicapai oleh siswa yaitu sebesar 75. Berdasarkan hasil PTS pada Tabel 1, dari 22 siswa hanya ada 1 siswa yang mencapai nilai standar KKM, sedangkan 21 siswa masih mendapatkan nilai di bawah standar KKM.

Setelah dilakukan eksplorasi secara komprehensif di SMKN 1 Cikande pada program keahlian teknik elektronika industri, berdasarkan pengamatan dengan melihat fasilitas penunjang belajar bahwa tidak tersedianya media peraga untuk demonstrasi pada mata pelajaran teknik mikrokontroler. Hal ini yang menjadi sebab pola pengajaran kurang terstruktur, efektif dan efisien. Kemudian dari faktor penunjang dalam proses pembelajaran yang belum tersedia seperti modul praktikum atau buku

panduan praktikum siswa, karena ketika pembelajaran sedang berlangsung siswa hanya diberikan materi dan tugas untuk melakukan praktikum tanpa melihat produk akhir yang digambarkan secara penerapannya dalam sehari-hari maupun dalam dunia industri serta langkah-langkah praktikum dari awal sampai selesai. Terakhir adalah model pembelajaran yang kurang menarik perhatian siswa sehingga tidak dapat memberikan stimulus terhadap siswa dalam mengembangkan kreativitas dan inovasi siswa, hal ini sejalan dengan Pradipta dan Sofyan [9] dalam penelitiannya yang telah berhasil meningkatkan kreativitas dan pemahaman materi belajar siswa dengan menerapkan model *Problem Based Learning*. Selain itu, diperlukan media pembelajaran yang tepat sesuai dengan kurikulumnya [10], [11] karakteristik materi, dan siswanya, seperti media pembelajaran trainer instalasi motor listrik [12], e-module [13], [14], [15], MOOCs [16], trainer kit rangkaian listrik [17] sampai pada tahap penilaian hasil belajar pun memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi [18], dll.

Bersamaan dengan permasalahan yang terjadi pada program studi teknik elektronika industri SMKN 1 Cikande, maka diperlukan pengembangan media pembelajaran dalam bentuk trainer mikrokontroler Atmega16 guna menarik perhatian siswa untuk mendalami materi mikrokontroler, meningkatkan hasil belajar siswa serta menumbuhkan daya kritis siswa dalam memecahkan masalah secara matematis dan mengantarkan siswa berpikir secara inovatif dalam mengembangkan program mikrokontroler. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh Arsyad [19] dan Hamid, dkk [20] bahwa media harus dapat memenuhi tiga komponen penting apabila media itu diterapkan untuk individual, tim atau golongan pendengar yang besar jumlahnya, yaitu: (1) menyalurkan keinginan atau tindakan, (2) menampilkan informasi, dan (3) memberi perintah.

Trainer mikrokontroler telah banyak dikembangkan oleh para peneliti sebelumnya, Saputra dan Ali [21] sejalan dengan penelitian Hariadi [22] dan Haq dan Yuliandoko [23] yang telah mengembangkan trainer mikrokontroler dan memperoleh kategori trainer dengan tingkat sangat layak. Begitu pula hasil sajian materi dan respon pengguna media yang masuk dalam kategori sangat layak. Dari ketiga peneliti tersebut dominan hanya membahas bagaimana memahami karakteristik komponen elektronika dan program mikrokontroler, maka dalam penelitian ini yang dikembangkan adalah pengembangan program mikrokontroler secara penerapannya, mulai dari program yang dapat diterapkan pada keperluan rumah seperti sistem monitoring keamanan pada rumah sampai program yang dapat diterapkan di dunia industri berupa prototipe.

Ekayana, Suharsono, dan Tegeh [24] mengungkapkan bahwa trainer mikrokontroler yang telah dikembangkannya berhasil dalam meningkatkan kompetensi siswa serta efektivitas media yang sangat tinggi dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Trainer yang dikembangkan menggunakan mikrokontroler Atmega8535. Pada dasarnya mikrokontroler dari tipe apapun sama, akan tetapi dalam pengembangan trainer mikrokontroler ini menggunakan mikrokontroler Atmega16. Jika dilihat dari aspek stabilitas pemakaian bahwa AVR Atmega8535 lebih stabil dibandingkan dengan Atmega16, akan tetapi ada beberapa keunggulan yang terdapat pada AVR Atmega16 yaitu referensinya tersedia sangat banyak serta mudah ditemui dan harga yang relatif murah. Lebih spesifik Setiawan dan Pramono [25] dalam penelitiannya yang khusus mengembangkan trainer mikrokontroler pada antarmuka I2C. satu dari beberapa program yang dikembangkan seperti program pada seven segment yang hanya diprogram untuk *setting clock*, maka pengembangannya dilakukan dengan mengintegrasikan bersama komponen lain seperti *push button* yang digunakan sebagai input untuk program *counter* yang dapat digunakan pada pintu masuk tempat wisata guna menghitung jumlah pengunjung yang masuk. Begitu pula dengan Andreanto dan Suprianto, [26] yang telah mengembangkan trainer pada mata pelajaran sistem kontrol yang berbasis mikrokontroler Arduino Uno dengan menerapkan sistem radar dan RFID. Pada penelitian ini, belum dikembangkan program RFID dan sistem radar, dikarenakan materi tersebut dikategorikan untuk tingkat lanjut, sedangkan trainer yang dikembangkan ini adalah untuk tingkat dasar pada materi mikrokontroler yang hanya membahas proses input, output serta dasar komunikasi data. Dari segi arsitektur mikrokontroler arduino uno sangat terbatas pada pin input dan output yang tersedia, akan tetapi kelebihanannya yaitu relatif lebih banyak referensi untuk pengembangan programnya. Berbeda dengan mikrokontroler yang dikembangkan ini menggunakan AVR Atmega16 yang memiliki 32 Pin input/output yang dapat digunakan untuk pengembangan program mikrokontroler yang kompleks. Secara fokus Tarman [27] telah melakukan pengembangan media trainer mikrokontroler dengan projek khusus menganalisis sistem pendeteksi kandungan alkohol berbasis mikrokontroler Atmega16. Dalam penelitian yang dikembangkan menggunakan mikrokontroler Atmega16 yang didesain untuk 11 program mikrokontroler dasar dan aktual. Untuk mengantarkan dan memberi wawasan yang lebih luas kepada siswa seputar mikrokontroler secara implikasi.

Dari uraian urgensi mikrokontroler dalam dunia pendidikan dan menyikapi hasil belajar siswa serta minat siswa pada mata pelajaran mikrokontroler yang dianggap masih rendah, maka peneliti

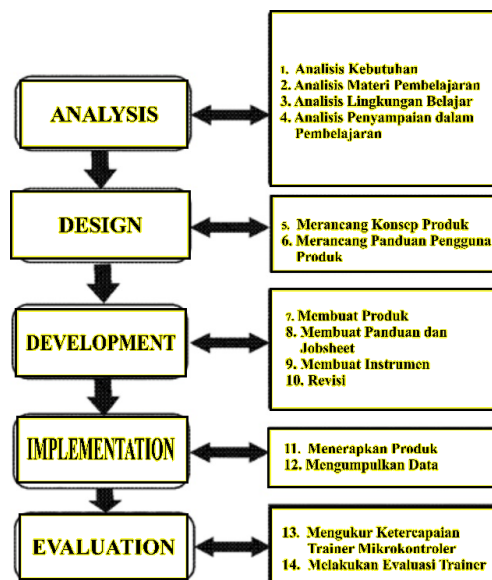
bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran dalam bentuk trainer mikrokontroler Atmega16 untuk meningkatkan nilai siswa dan dapat memberikan efek dalam proses pembelajaran agar dapat memahami secara prinsip dasar sistem kerja mikrokontroler. Tujuan dari pengembangan media trainer mikrokontroler ini sejalan dengan Syamsuardi [28] yang mengemukakan bahwa siswa SMK harus memiliki kompetensi guna memenuhi kebutuhan industri dengan melaksanakan pendidikan praktis yang efektif.

2. METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian dan pengembangan. Pada penelitian dihasilkan sebuah media pembelajaran berupa *trainer* mikrokontroler. Media pembelajaran trainer disesuaikan dengan standar kompetensi Mata Pelajaran Mikrokontroler pada program studi teknik elektronika Industri SMKN 1 Cikande.

Penelitian ini dilakukan di SMKN 1 Cikande pada program studi teknik elektronika industri kelas XII.1 yang berjumlah 22 siswa. Pada kelas XII.1.E yang terdiri dari 22 siswa yang memiliki keanekaragaman karakter mulai dari siswa yang disiplin, pendiam, agresif sampai siswa yang bermasalah dengan peraturan sekolah dan nilai akademiknya. Untuk pengukuran terhadap media pembelajaran peneliti memilih dua validator ahli media yang terdiri dari dosen pendidikan vokasional teknik elektro dan guru mata pelajaran mikrokontroler di SMKN 1 Cikande, begitu pula dengan validator ahli materi yang memberikan penilaian terhadap jobsheet trainer mikrokontroler yang dikembangkan peneliti dengan dua validator yang terdiri dari dosen pendidikan vokasional teknik elektro dan ketua jurusan program studi teknik elektronika industri SMKN 1 Cikande.

Prosedur pengembangan dalam penelitian ini mengacu pada model ADDIE, konsep model ADDIE disajikan berdasarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Pengembangan model ADDIE

Teknik pengumpulan data yaitu dengan wawancara dan angket [29]. Wawancara ditujukan pada guru di SMK Negeri 1 Cikande dengan tujuan untuk mengetahui permasalahan yang harus diteliti dan untuk mengetahui hasil kebutuhan analisis.

Ahli materi, ahli media dan siswa selaku responden serta objek uji coba yang diminta untuk mengisi angket penelitian. Validasi instrumen dilakukan dengan mengkonsultasikan kepada para ahli sesuai bidangnya. Instrumen untuk peserta didik diuji melalui uji validitas item tiap butir menggunakan korelasi *product moment* dengan berpedoman, jika nilai koefisien korelasi (R_{xy}) > 0,361 maka dinyatakan valid [29] instrumen dapat digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur merupakan Instrumen yang dinyatakan valid [29]. Setiap butir-butir pernyataan yang tertuang pada angket penelitian harus sesuai dengan konteks yang tertera pada materi trainer mikrokontroler yang disajikan pada jobsheet trainer, begitu juga dengan butir-butir pernyataan pada angket ahli media dan pengguna. Uji validitas dilakukan dengan mengadakan konsultasi dan simulasi kepada para *experts judgement*. Konsultasi kepada para *experts judgement* terus dilakukan sampai instrumen dinyatakan

valid. Pada pengujian ini, para *experts judgement* merupakan Dosen Pendidikan Teknik Elektro UNTIRTA yang ahli dalam bidang pembuatan instrumen penelitian.

Pengujian reliabilitas instrumen dapat dilakukan dengan menggunakan rumus alpha cronbach's. Berikut merupakan rumus KR-21 menurut Arikunto [30].

$$r_{11} = \left(\frac{K}{K-1} \right) \left(1 - \frac{M(k-m)}{k.st2} \right) \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- r₁₁ = reliabilitas instrumen
- K = jumlah item dalam instrumen
- M = mean kuadrat kesalahan
- St² = varians total

Penelitian ini menggunakan teknik analisis data deskriptif kuantitatif. Data yang diperoleh dari angket menggunakan skala *likert*. Pengubahan data untuk keperluan analisis kuantitatif yaitu dengan cara memberikan skor pada pilihan respon sangat baik (SB), Baik (B), cukup (C), dan kurang baik (KB). Analisis kuantitatifnya yaitu jawaban yang ada dikonversi ke dalam bentuk tingkatan bobot skor nilai yang digunakan sebagai skala pengukuran yaitu: 4, 3, 2, 1. Data penelitian diubah dalam bentuk skor kemudian dihitung rata-rata jawaban berdasarkan skor setiap jawaban dengan rumus berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- $\sum x$ = jumlah Responden
- n = jumlah skor jawaban
- \bar{x} = skor rata-rata responden

Setelah data diperoleh maka data akan diproses untuk mengetahui seberapa besar tingkat kelayakan media pembelajaran dan jobsheet pembelajaran yang telah dikembangkan. Berikut merupakan Tabel acuan dalam mengukur tingkat kelayakan media yang dikemukakan oleh Mardapi [31].

No	Skor	Kategori Kelayakan
1	$X \geq \bar{x} + 1.SBx$	Sangat Layak
2	$\bar{x} + SBx > x \geq \bar{x}$	Layak
3	$\bar{x} > x \geq \bar{x} - 1.SBx$	Tidak Layak
4	$X < \bar{x} - 1.SBx$	Sangat Tidak Layak

Keterangan :

- X = skor yang dicapai siswa
- \bar{x} = Rata-rata skor keseluruhan siswa dalam satu kelas
- SBx = Simpangan baku skor keseluruhan siswa dalam satu kelas
- \bar{x} = (1/2) (skor maksimal ideal – skor minimal ideal)
- SBx = (1/6) (skor maksimal ideal – skor minimal ideal)
- Skor Max ideal = \sum Butir kriteria x skor tertinggi
- Skor Min ideal = \sum Butir kriteria x skor terendah

Derajat tingkat capaian dari tujuan instruksional materi yang disampaikan. Uji efektivitas ini akan memperlihatkan sejauh mana pengaruh dari pengembangan media pembelajaran yang mana dalam hal ini adalah trainer mikrokontroler yang dijadikan sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran mikrokontroler yang bertujuan untuk meningkatkan perhatian siswa dalam menjalani proses pembelajaran mikrokontroler agar terciptanya peningkatan hasil belajar yang signifikan.

Uji efektivitas dalam penelitian ini menggunakan rumus N-Gain. Menurut [32] uji efektivitas dapat menggunakan perbandingan dari hasil *pre-test* sebelum menggunakan media pembelajaran dengan hasil *post-test* setelah penggunaan media pembelajaran. Berikut rumus N-Gain:

$$n\text{-gain} = \frac{(\text{skor posttest} - \text{skor pretest})}{(\text{skor maksimal} - \text{skor pretest})} \dots\dots\dots (3)$$

Kriteria tingkat efektivitas produk yang dibuat dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Tingkat Efektivitas Media

No	Kriteria Pencapaian Nilai	Tingkat Efektivitas
1	n-gain ≥ 0,7	Efektivitas Tinggi
2	0,3 < n-gain < 0,7	Efektivitas Sedang
3	n-gain ≤ 0,3	Efektivitas Rendah

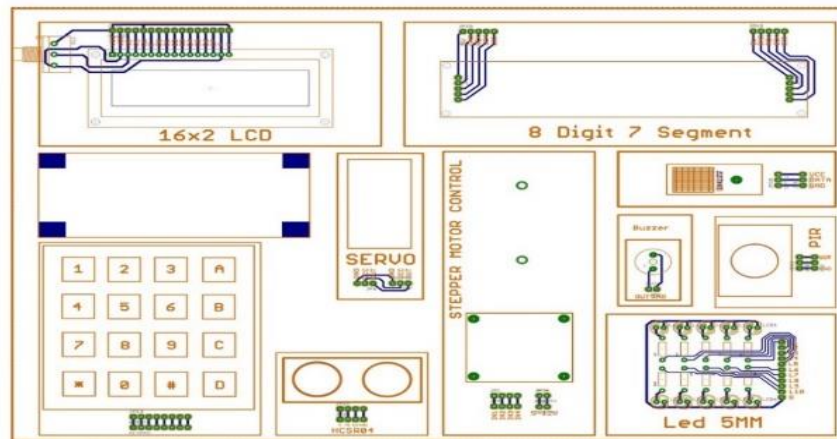
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pengembangan media peraga untuk penopang proses pembelajaran ini terdiri dari produk trainer mikrokontroler ATmega16 dan *jobsheet* trainer mikrokontroler sebagai *output* dari pengembangan. Pembuatan media pembelajaran trainer mikrokontroler Atmega16 dengan menggunakan software Eagle untuk membuat layout PCB trainer dan software CoralDraw untuk membuat desain secara umum.

Langkah-langkah pengembangan media trainer mikrokontroler Atmega16 menggunakan model ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implementation, evaluate*) [33], [15], [18], [14] sebagai landasan perancangan produk media.

Berdasarkan analisis yang dilakukan di SMK Negeri 1 Cikande dengan mengamati aspek kebutuhan sekolah, menganalisis kondisi belajar, menganalisis karakter siswa dan menganalisis fasilitas pembelajaran yang tersedia serta metode guru yang diterapkan dalam mengajar, ditemukan beberapa catatan bahwa di SMK Negeri 1 Cikande pada program keahlian teknik elektronika industri pada proses kegiatan belajar mengajar belum tersedia media pembelajaran pada mata pelajaran mikrokontroler, selain itu para siswa yang cenderung kurang berminat dalam mengembangkan inovasi di bidang mikrokontroler yang menyebabkan siswa mengalami stagnansi pada proses pembelajaran dan nilai yang diperoleh pada mata pelajaran mikrokontroler dalam penilaian tengah semester (PTS) masih di bawah KKM. Hasil analisis tersebut mendorong untuk melakukan kajian lebih dalam pada mata pelajaran mikrokontroler, dengan fokus menganalisis karakter siswa dan proses pembelajaran yang menarik untuk meningkatkan perhatian dan nilai siswa. Hal ini sejalan dengan Ozdilek dan Robeck [34] dalam penelitiannya berdasarkan langkah analisisnya yang berhasil meningkatkan perhatian pelajar dalam proses belajar, karena langkah analisis adalah prioritas operasional tertinggi dengan lebih memprioritaskan perhatian terhadap karakter pelajar berdasarkan langkah-langkah analisis menggunakan model ADDIE.

Akumulasi dari buah analisis yang telah dilakukan melahirkan sebuah gagasan untuk mendesain sebuah trainer yang mampu mengintegrasikan semua komponen elektronik dengan mikrokontroler. Kerangka desain media berdasarkan dua unsur, yaitu dengan merancang konsep media yang sesuai dengan kompetensi inti dan kompetensi dasar dalam silabus, kemudian merancang buku manual dan *jobsheet* trainer. Adapun konsep rancangan desain terainer terdiri dari rangkaian mikrokontroler, LCD 16x2, seven segment, motor stepper, motor servo, buzzer, LED, push button, keypad 4x4, sensor ultrasonik, PIR dan Dht11. Secara keseluruhan desain trainer mikrokontroler dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Desain Trainer Mikrokontroler

Rancangan desain yang telah disusun berdasarkan komposisi komponen dan gagasan arsitektur media yaitu berdasarkan jawaban dari suatu pertanyaan yang dijadikan standar pembuatan desain media yang harus dipenuhi untuk membuat suatu media, standar pertanyaan tersebut sebagaimana dikemukakan oleh Allen [35] bahwa susunan literasi dalam membangun desain media untuk menyampaikan informasi harus dapat memenuhi dari beberapa pertanyaan yang terdiri dari Jenis media apa yang akan digunakan dalam mendesain bahan ajar?, Akankah penyusun memiliki berbagai sumber daya media yang dapat digunakannya?, Berapa banyak waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pelajaran yang direncanakan? dan Bagaimana menentukan bahwa peserta didik telah mencapai hasil belajar yang signifikan?

Setelah melakukan tahapan desain produk maka langkah selanjutnya yaitu melakukan perancangan produk. Pada tahapan ini dibagi menjadi 2 bagian pengembangan, yaitu pengembangan media trainer mikrokontroler Atmega16 dan pengembangan jobsheet praktikum dari trainer mikrokontroler. Pertama mengembangkan Produk trainer mikrokontroler Atmega16 dan kedua melakukan pengembangan buku petunjuk dan jobsheet trainer Mikrokontroler. Hasil pengembangan media pembelajaran trainer mikrokontroler dan jobsheet trainer dapat dilihat pada gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Trainer Mikrokontroler



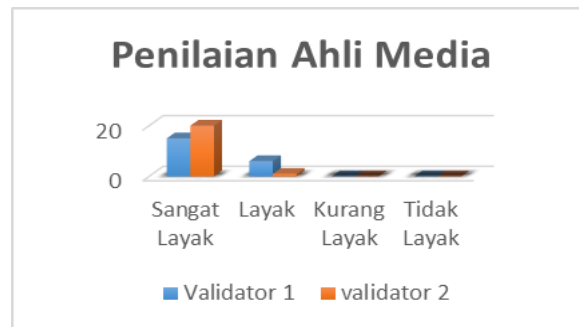
Gambar 4. Jobsheet trainer mikrokontroler

Proses pengembangan media pembelajaran *trainer* mikrokontroler terdiri dari beberapa tahap, mulai dari mendesain trainer, perancangan dan uji coba produk sebelum diterapkan di sekolah sebagai media pembelajaran [36].

Proses penyusunan modul praktikum atau *jobsheet* terdiri dari beberapa komposisi rancangan. Pertama jobsheet harus sesuai dengan kompetensi dasar. Kedua materi yang disajikan harus terstruktur, mulai dari dasar sampai menengah. Dan yang terakhir *jobsheet* yang sudah dikembangkan diuji terlebih dahulu oleh ahli materi sebelum diterapkan di sekolah bertujuan untuk melihat tingkat kelayakan materi.

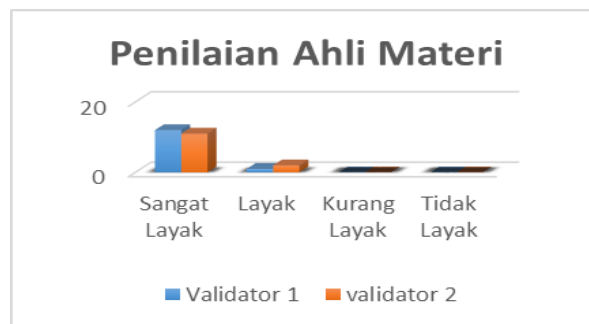
Produk trainer mikrokontroler sebelum digunakan di sekolah diuji coba terlebih dahulu dengan mendemonstrasikan media dihadapan ahli media untuk dilihat tingkat kelayakan terhadap media pembelajaran yang telah dikembangkan.

Adapun aspek yang dinilai pada trainer mikrokontroler terdiri dari aspek desain trainer, aspek pengoperasian trainer, dan kemanfaatan trainer. Hasil uji coba tingkat kelayakan media pembelajaran dapat secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 5.



Grafik 1. Penilaian Ahli Media

Jobsheet yang telah dikembangkan berdasarkan penyesuaian dari kompetensi dasar digunakan untuk panduan praktikum siswa, sama halnya seperti media trainer yang perlu diuji coba sebelum diterapkan di sekolah. Adapun hasil dari uji coba materi yang diberikan oleh ahli materi dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Penilaian Ahli Materi

Secara keseluruhan penilaian yang diberikan oleh setiap responden atau ahli materi dan ahli media terhadap tingkat kelayakan media adalah "sangat layak". Akumulasi dari hasil keabsahani yang diberikan oleh para ahli yang menunjukkan bahwa media trainer yang telah dikembangkan dianggap sangat layak untuk dijadikan sebagai alat penopang bagi guru dalam meningkatkan keterampilan dan hasil belajar bagi siswa pada bidang mikrokontroler. Hal ini sejalan dengan Kelemen, Kelemenová, Virgala, Miková, dan Lipták [37] pada penelitiannya dalam mengembangkan prototipa *embeded system* berbasis mikrokontroler yang berhasil menghasilkan fungsi kecerdasan praktis bagi siswa dan melatih siswa dalam melatih keterampilannya menggunakan modul mikrokontroler.

Dari hasil uji coba yang telah diberikan oleh para ahli dan dilanjutkan pada tahap penerapan di sekolah. Adapun subjek yang dituju adalah kelas XII.1 program studi teknik elektronika industri di SMKN 1 Cikande dengan jumlah 22 siswa. siswa diberikan angket untuk memberikan penilaian terhadap trainer mikrokontroler guna memperoleh hasil untuk melihat tingkat kelayakan media. Adapun hasil secara keseluruahn yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 7



Gambar 7. Penilaian Pengguna Media

Dari 22 siswa teknik elektronika industri diberikan angket penilaian, angket pengguna terdiri dari 19 butir pernyataan, setiap butir pernyataan diberikan skor dengan skala 1-4, tingkat tidak layak bernilai 1, tingkat cukup bernilai 2, tingkat layak bernilai 3, dan tingkat sangat layak bernilai 4. Berdasarkan grafik 3 mayoritas siswa memberikan penilaian terhadap media dengan nilai tertinggi yang menyatakan bahwa media pembelajaran sangat layak. Adapun hasil penilaian yang diberikan oleh ahli materi dan ahli media terhadap media pembelajaran adalah kategori sangat layak. Hasil tanggapan guru dan siswa memberikan respon yang positif dengan berbagai masukan dan saran yang konstruktif selama penggunaan perangkat pembelajaran mikrokontroler. Hal ini menunjukkan bahwa siswa mendapatkan umpan balik dalam belajar dengan media trainer yang digunakan, hasil tersebut sejalan dengan Nadiyah dan Faaizah [38] yang telah merancang prototipe media pembelajaran dan berhasil memberikan umpan balik pada materi ajar yang telah disampaikan menggunakan media pembelajaran, pada perancangan media yang dikembangkan dalam penelitiannya menggunakan prosedur pengembangan berdasarkan model ADDIE. Selanjutnya, melihat lebih jauh penerapan media mikrokontroler dalam bentuk prototipa untuk memantau air minum yang berkualitas yang telah dikembangkan oleh Garcia-Breijo [39] yang mendapatkan nilai terbaik pada bidang mikrokontroler secara penerapannya. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Anshary dan Edidas [40] yang menghasilkan produk trainer sebagai media pembelajaran dengan metode fault – finding yang valid dan praktis.

4. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis data penelitian dapat disimpulkan bahwa validasi media dinyatakan dalam kategori sangat layak dengan skor rata-rata pada interval $81 > 63$, sedangkan validasi materi dengan kategori sangat layak dengan skor rata-rata pada interval $50,45 > 48$ dan hasil penilaian angket pengguna media trainer mendapatkan hasil sangat layak dengan perolehan skor rata-rata pada interval $72 > 57$.

Dari simpulan di atas, penulis memberikan saran kepada beberapa pihak, pertama bagi guru pengajar mata pelajaran mikrokontroler di SMK Negeri 1 Cikande bahwa Mikrokontroler merupakan teknologi yang dapat dikembangkan di berbagai disiplin ilmu pengetahuan, dalam hal ini pengajar hanya fokus pada mata pelajaran mikrokontroler sebagai fungsi pengendali mikro yang dapat diaplikasikan pada perangkat elektronik di dunia industri, disarankan bagi setiap pengajar dapat mengembangkan suatu produk mikrokontroler untuk membuat inovasi baru pada bidang lain, seperti bidang peternakan, pertanian dan keamanan.

Saran yang kedua penulis tujukan kepada peneliti selanjutnya yang akan mengembangkan produk trainer mikrokontroler dalam Pemilihan Komponen elektronika disarankan lebih mempertimbangkan terhadap aspek harga dan akses yang mudah ditemukan, kemudian penerapan bahasa pemrograman lebih efektif diajarkan dengan metode *learning by doing*, setiap struktur bahasa pemrograman diberikan contoh penerapannya dalam bentuk program sederhana agar tingkat pemahaman pada siswa dapat meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. S. Alaloul, M. S. Liew, N. A. W. A. Zawawi, and I. B. Kennedy, "Industrial Revolution 4.0 in the construction industry: Challenges and opportunities for stakeholders," *Ain Shams Engineering Journal*, pp. 1–7, 2019.
- [2] B. Yakimovich, A. Korshunov, and S. Vladislav, "Increasing of the efficiency of flexible

- manufacturing system,” in *Procedia Engineering*, 2016, vol. 149, pp. 581–585.
- [3] M. A. E. Abbas, “Optimal Design of an Intelligent Mobile Microcontroller: Assembling and Maintaining Objects in 3D,” *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 10, no. 2, pp. 403–410, Jun. 2019.
- [4] R. Latuconsina, L. H. Laisina, and A. P. L., “Pemanfaatan Sensor PIR (Passive Infrared Receiver) dan Mikrokontroler Atmega 16 Untuk Efisiensi Pemakaian Air Wudhu,” *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, vol. 2, no. 2, pp. 18–22, Jul. 2017.
- [5] C. Cardeira, J. M. C. Sousa, J. R. Caldas Pinto, M. Ayala Botto, M. Ramalho, and J. Sá Da Costa, “Integrating mobile robots development and competitions in engineering curricula,” in *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, 2006, vol. 12, no. PART 1.
- [6] N. Zainal, K. A. Ishak, R. Ramli, H. Husain, and M. M. Mustafa, “Nurturing innovative culture among mentors and school students through ‘microcontroller school mentoring project,’” in *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2011, vol. 18, pp. 241–246.
- [7] J. Simarmata *et al.*, *Pendidikan Di Era Revolusi 4.0: Tuntutan, Kompetensi & Tantangan*. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2020.
- [8] R. Ramadhani *et al.*, *Belajar dan Pembelajaran*. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2020.
- [9] A. W. Pradipta and H. Sofyan, “Implementasi PBL untuk Meningkatkan Motivasi, Kreativitas dan Pemahaman Konsep,” *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, pp. 32–48, 2015.
- [10] M. Hamid, M. Nurtanto, and M. Fawaid, “The Analysis of Learning Implementation Plan in Vocational Subjects Based on 2013 Curriculum,” *Innovation of Vocational Technology Education*, vol. 14, no. 1, p. 17, Apr. 2018.
- [11] M. A. Hamid *et al.*, “The Analysis of Learning Implementation Plan (LIP) In Vocational Subjects Based on 2013 Curriculum,” in *Proceedings of International Conference on Issues in Social and Education Research (ICISER 2017)*, 2017.
- [12] T. Hammi, M. A. Hamid, and E. Permata, “Pengembangan trainer instalasi motor listrik untuk meningkatkan hasil belajar siswa sekolah menengah kejuruan,” *TEKNO: Jurnal Teknologi Elektro dan Kejuruan*, vol. 30, no. 1, pp. 1–10, 2020.
- [13] M. A. Hamid, L. Yuliawati, and D. Aribowo, “Feasibility of electromechanical basic work e-module as a new learning media for vocational students,” *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, vol. 14, no. 3, 2020.
- [14] L. Yuliawati, D. Aribowo, and M. A. Hamid, “Analisis Kebutuhan Pengembangan Media Pembelajaran E-Modul Berbasis Adobe Flash pada Mata Pelajaran Pekerjaan Dasar Elektromekanik,” *JUPITER (JURNAL PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO)*, vol. 5, no. 1, pp. 35–42, Mar. 2020.
- [15] M. A. Hamid, D. Aribowo, and D. Desmira, “Development of learning modules of basic electronics-based problem solving in Vocational Secondary School,” *Jurnal Pendidikan Vokasi*, Jul. 2017.
- [16] F. Fajrillah *et al.*, *MOOC: Platform Pembelajaran Daring di Abad 21*. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2020.
- [17] M. A. Hamid, E. Permata, D. Aribowo, I. A. Darmawan, M. Nurtanto, and S. Laraswati, “Development of cooperative learning based electric circuit kit trainer for basic electrical and electronics practice,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1456, no. 1, Jan. 2020.
- [18] M. A. Hamid, “Pengembangan Instrumen Penilaian Hasil Belajar Siswa Berbasis TIK pada Pembelajaran Dasar Listrik Elektronika,” *VOLT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 37–46, Oct. 2016.
- [19] Azhar Arsyad, *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Press, 2011.
- [20] M. A. Hamid *et al.*, *Media Pembelajaran*. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2020.
- [21] R. N. Saputra and M. Ali, “Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Mikrokontroler Arduino Untuk Jurusan Teknik Audio Video SMK Negeri 3 Yogyakarta,” *Jurnal Pendidikan Teknik Mekatronika*, vol. 8, no. 5, pp. 470–478, 2018.
- [22] N. K. Akhmad Hariyadi, “Pengembangan Trainer Mikrokontroler Sebagai Media Pembelajaran Dengan Metode Fault - Finding | Anshary | Jurnal Vokasional Teknik Elektronika dan Informatika,” *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 2015. .
- [23] E. S. Haq and H. Yuliandoko, “Trainer Mikrokontroler Sebagai Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Kompetensi Siswa Di SMK Negeri Banyuwangi,” *SEMNAS TEKNO MEDIA ONLINE*, vol. 2, no. 1, pp. 1–11, 2014.
- [24] A. A. G. Ekayana, N. Suharsono, and I. M. Tegeh, “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Mikrokontroler Berbasis Advance Virtual Risc (AVR) Dalam Mata Pelajaran Teknik Mikrokontroler,” *Jurnal Teknologi Pembelajaran Indonesia*, vol. 3, no. 1, pp. 400–407, Jun.

- 2013.
- [25] A. Setiawan, S. Pramono, S. Pendidikan, and T. Mekatronika, "Pengembangan Media Pembelajaran Mikrokontroler Antarmuka I2C Di SMK Negeri 2 Pengasih," 2018.
- [26] E. Andreanto and B. Suprianto, "Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Microcontroller Berbasis Arduino Uno dengan Menerapkan Aplikasi Sistem Radar dan RFID Pada Mata Pelajaran Perekrayasaan Sistem Kontrol di SMK Negeri 2 Bangkalan," *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 7, no. 2, 2018.
- [27] Tarman, "Analisis Kelayakan Sistem Pendeteksi Alkohol Berbasis Mikrokontroler Atmega16 Sebagai Media Pembelajaran Mikrokontoler Program Keahlian Elektronika Audio Video Di SMK Negeri Tepus," 2015.
- [28] S. Syamsuardi, "Speech Delay and Its Affecting Factors(Case Study in a Child with Initial Aq)," *Journal OF Education*, vol. 6, no. 32, pp. 68–71, 2015.
- [29] Sugiyono, *Metode penelitian pendidikan: pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2015.
- [30] Arikunto, *Prosedur Penelitian*. Jakarta: Rinneka Cipta, 1998.
- [31] D. Mardapi, *Pengukuran, Penilaian dan Evaluasi Pendidikan (Edisi Revisi)*. Yogyakarta: Prama Publishing, 2017.
- [32] R. R. Hake, *Analizing Change/Gain Scores*. 1999.
- [33] M. A. Hamid, E. Permata, D. Aribowo, I. A. Darmawan, M. Nurtanto, and S. Laraswati, "Development of cooperative learning based electric circuit kit trainer for basic electrical and electronics practice," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1456, no. 1, 2020.
- [34] Z. Ozdilek and E. Robeck, "Operational priorities of instructional designers analyzed within the steps of the Addie instructional design model," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 1, no. 1, pp. 2046–2050, 2009.
- [35] M. Allen, "Designing Online Asynchronous Information Literacy Instruction Using the ADDIE Model," in *Distributed Learning: Pedagogy and Technology in Online Information Literacy Instruction*, Elsevier Inc., 2017, pp. 69–91.
- [36] M. Nurtanto *et al.*, "Information media literacy to improve working concept comprehension of ignition system with contact breaker through problem based learning," in *ICOSS*, 2019.
- [37] M. Kelemen, T. Kelemenová, I. Virgala, L. Miková, and T. Lipták, "Rapid control prototyping of embedded systems based on microcontroller," in *Procedia Engineering*, 2014, vol. 96, pp. 215–220.
- [38] R. S. Nadiyah and S. Faaizah, "The Development of Online Project Based Collaborative Learning Using ADDIE Model," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 195, pp. 1803–1812, Jul. 2015.
- [39] E. Garcia-Breijo *et al.*, "A comparison study of pattern recognition algorithms implemented on a microcontroller for use in an electronic tongue for monitoring drinking waters," *Sensors and Actuators, A: Physical*, vol. 172, no. 2, pp. 570–582, Dec. 2011.
- [40] I. Anshary and E. Edidas, "Pengembangan trainer mikrokontroler sebagai media pembelajaran dengan metode fault - finding," *VoteTEKNIKA: Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika*, vol. 6, no. 2, 2018.