

Pengembangan Trainer Mikrokontroler Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Kuliah Praktik Mikrokontroler di Program Studi Pendidikan Vokasional Mekatronika

Ismail Rahim^{1*}, Nurul Magfirah²

¹ Program Studi Sarjana Terapan D4 Mesin Otomotif, Universitas Negeri Makassar, Makassar 90224, Indonesia

² Program Studi Pendidikan Vokasional Mekatronika, Universitas Negeri Makassar, Makassar 90224, Indonesia

* ismail_rahim@unm.ac.id

Abstract: *This research aim is to find out how to develop microcontroller trainer and its feasibility level of microcontroller trainers in microcontroller practical course in Mechatronics Vocational Education study program. This research is a type of R&D research with a 4D development model (Define, Design, Development, and Desiminate). The feasibility level of the microcontroller trainer as a learning media is determined by the validation results of media experts and material experts. Based on the validation results of media experts, it can be observed that from the aspect of feasibility of content and objectives, a score of 15 is obtained with a percentage of 93.75%, the aspect of instructional quality is scored as much as 25.5 with a percentage of 91.07%, and for aspect of technical quality get a score of 21.5 with a percentage of 89.58%. Overall the microcontroller trainer is declared very feasible with a percentage of 91.18%. Then from the results of the material expert validation, it can be observed that in terms of content feasibility it gets a score of 14.5 with a percentage of 90.65%, the linguistic aspect gets a score of 15.5 with a percentage of 96.87%, the presentation aspect gets a score of 14.5 with a percentage of 90.65%, and for the image aspect a score of 16 with a percentage of 100%. In general, the jobsheet for the microcontroller trainer assistant is included in the very decent category with a percentage of 94.53%. Furthermore, responses were obtained from 13 students as users which then obtained a percentage of 80% which was included in the very decent category.*

Keywords: *Microcontroller trainer, development, mechatronics*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan trainer mikrokontroler serta tingkat kelayakan trainer mikrokontroler dalam mata kuliah praktik mikrokontroler di prodi Pendidikan Vokasional Mekatronika. Penelitian ini merupakan jenis penelitian R&D dengan model pengembangan 4D (Define, Design, Development, dan Desiminate). Tingkat kelayakan trainer mikrokontroler sebagai media pembelajaran ditentukan oleh hasil validasi ahli media dan ahli materi. Berdasarkan hasil validasi ahli media, dapat diketahui bahwa dari aspek kelayakan isi dan tujuan mendapatkan skor sebanyak 15 (93,75%), aspek kualitas instruksional pembelajaran mendapatkan skor sebanyak 25,5 (91,07%), dan untuk aspek kualitas teknis mendapatkan skor sebanyak 21,5 (89,58%). Secara keseluruhan trainer mikrokontroler dinyatakan sangat layak dengan persentase sebesar 91,18%. Dari hasil validasi ahli materi, dapat diketahui bahwa dari segi kelayakan isi mendapatkan skor sebanyak 14,5 (90,65%), aspek kebahasaan mendapatkan skor sebanyak 15,5 (96,87%), aspek penyajian mendapatkan skor sebanyak 14,5 (90,65%), dan untuk aspek gambar mendapatkan skor sebanyak 16 (100%). Secara keseluruhan, jobsheet pendamping trainer mikrokontroler termasuk ke dalam kategori sangat layak dengan persentase sebesar 94,53%. Selanjutnya didapatkan respon dari 13 orang mahasiswa sebagai pengguna yang kemudian diperoleh persentase sebesar 80% yang termasuk ke dalam kategori sangat layak.

Kata kunci : mikrokontroler, *trainer*, pengembangan, mekatronika

I. PENDAHULUAN

Penggunaan teknologi oleh manusia dalam membantu menyelesaikan pekerjaan merupakan hal yang menjadi suatu keharusan dalam kehidupan sehari-hari. Perkembangan teknologi yang semakin canggih dan berkembang ini sangatlah mempengaruhi kebutuhan manusia yang semakin hari semakin kompleks. Perkembangan teknologi ini juga harus diikuti dengan perkembangan pada sumber daya manusia [1].

Perkembangan teknologi bukan hanya berada pada ranah sosial, namun juga sudah merambah sampai ke dunia pendidikan. Dunia pendidikan erat kaitannya dengan perkembangan teknologi dan sumber daya manusia (SDM). Kualitas pendidikan maupun proses pembelajaran dapat berdampak pada kualitas sumber daya manusia dan teknologi yang dihasilkan. Kualitas pendidikan yang semakin baik dapat meningkatkan kualitas sumber daya manusia sehingga mampu menghasilkan maupun mengimbangi teknologi-teknologi baru yang terus berkembang [2]. Pendidikan yang berkualitas dapat terbentuk karena adanya proses yang berkualitas pula di dalamnya. Salah satunya yaitu dengan menggunakan media pembelajaran yang tepat.

Media pembelajaran dapat dipahami sebagai segala sesuatu yang dapat menyampaikan dan menyalurkan pesan dari sumber secara terencana sehingga tercipta lingkungan belajar yang kondusif dimana penerimanya dapat melakukan proses belajar secara efisien dan efektif [3]. Media pembelajaran merupakan aspek dalam pembelajaran yang sangat mempengaruhi hasil belajar peserta didik. Media pembelajaran dengan materi ajar harus selalu bersinergi agar pembelajaran menjadi lebih efektif dan efisien. Semakin efektif suatu proses pembelajaran, semakin cepat pula proses tercapainya tujuan pembelajaran seperti halnya dalam mata kuliah praktik mikrokontroler. Media pembelajaran berupa *trainer* sangat cocok dengan pembelajaran yang membutuhkan *hardskill* di dalamnya.

Trainer adalah suatu set peralatan di laboratorium yang dapat dilihat, memiliki tiga dimensi dan dapat digunakan sebagai media pendidikan [4]. Penelitian lain mendefinisikan *trainer* sebagai suatu set peralatan di laboratorium yang digunakan sebagai media pendidikan yang merupakan gabungan antara model kerja dan *mock-up*. Model *mock-up* adalah suatu penyerderhanaan susunan bagian pokok dari suatu proses atau sistem yang lebih ruwet. *Trainer* dapat digunakan untuk mencapai kompetensi dasar, karena dapat digunakan untuk melakukan latihan dalam memahami pekerjaan seperti yang terjadi di industri [5].

Mikrokontroler merupakan suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya adalah dengan membaca dan menulis data [6]. Menurut Ardi Winoto, mikrokontroler adalah sebuah sistem *microprocessor* dimana di dalamnya sudah terdapat CPU, ROM, RAM, I/O, *clock* dan peralatan internal lainnya yang sudah terhubung dan terorganisasi dengan baik oleh pabrik pembuatannya dan dikemas dalam satu *chip* yang siap pakai, sehingga kita tinggal memprogram isi ROM sesuai dengan aturan penggunaan oleh pabrik pembuatannya [7].

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu *chip* IC, sehingga sering disebut *single chip microcomputer* [7]. Mikrokontroler merupakan sistem komputer yang mempunyai salah satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik. Mikrokontroler merupakan suatu IC dengan kepadatan yang sangat tinggi, dimana semua bagian yang diperlukan untuk suatu kontroler sudah dikemas dalam satu keping, biasanya terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), RAM (*Random Access Memory*), EEPROM/ EPROM/PROM/ROM, I/O, *Serial & Parallel*, *Timer*, *Interrupt Controller*.

Pada dasarnya mikrokontroler terdiri dari dua jenis, yaitu RISC dan CISC. RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) merupakan bagian dari arsitektur mikroprosesor, berbentuk kecil dan berfungsi untuk negeset instruksi dalam komunikasi diantara arsitektur yang lainnya [8]. CISC (*Complex Instruction Set Computing*) merupakan kumpulan instruksi komputasi kompleks. Jenis mikrokontroler yang umum digunakan di antaranya MCS51 yaitu mikrokontroler CISC yang dapat mengeksekusi instruksi dalam 12 siklus *clock*, AVR (*Alv and Vegard's RISC Processor*) yaitu mikrokontroler RISC 8-bit yang dapat mengeksekusi instruksi dalam satu siklus *clock*, PIC

(*Programmable Intelligent Controller*) yang berarsitektur *havard*, ARM Cortex-M0 (*Advance RISC Machine*) yang merupakan keluarga RISC dengan arsitektur set instruksi 32-bit, dan *Arduino*.

Arduino merupakan sebuah board minimum sistem mikrokontroler yang bersifat *open source*. Di dalam rangkaian *board arduino* terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega 328 yang merupakan produk dari Atmel [9]. Berdasarkan website resmi *arduino* dikatakan bahwa perangkat ini merupakan rangkaian elektronik yang bersifat *open source*, serta memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk digunakan. *Arduino* dapat mengenali lingkungan sekitarnya melalui berbagai jenis sensor dan dapat mengendalikan lampu, motor, dan berbagai jenis aktuator lainnya. *Arduino* mempunyai banyak jenis, di antaranya *Arduino Uno*, *Arduino Mega 2560*, *Arduino Fio*, dan lainnya.

Arduino Uno merupakan salah satu jenis *Arduino* yang banyak ditemui di pasaran dan banyak dipilih oleh pemula. Jenis ini merupakan salah satu produk berlabel *Arduino* yang sebenarnya merupakan suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer) [10]. *Arduino Uno* menurut Muhammad Syahwill (2013) adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328 yang memiliki 14 pin digital input/output (6 pin digunakan sebagai output PWM), input analog, clock speed 16 Mhz, koneksi USB, *jack* listrik, *header* ICSP, dan tombol reset [9].

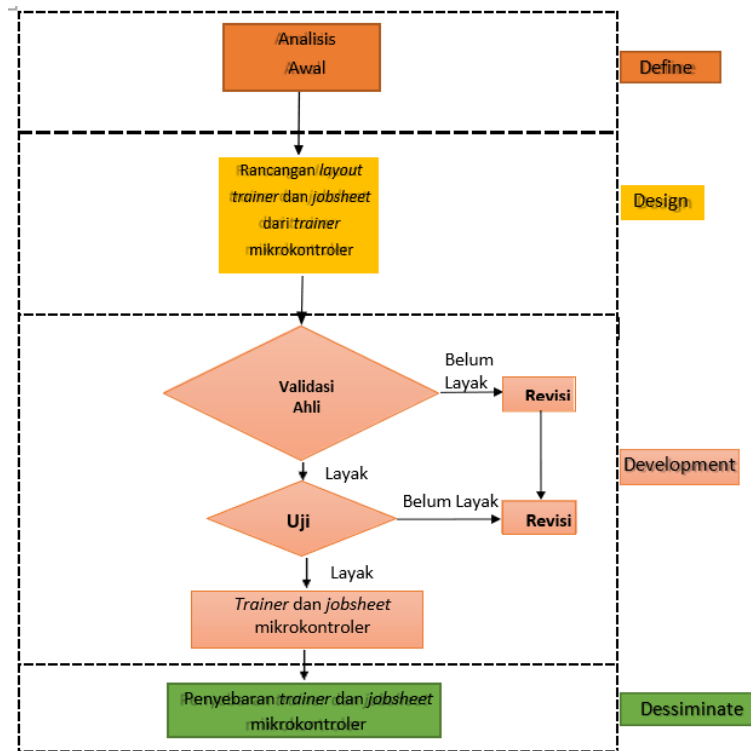
Berdasarkan pendapat para ahli dapat disimpulkan bahwa mikrokontroler adalah suatu alat elektronika sederhana yang merupakan bagian kecil dari mikroprosesor yang di dalamnya terdapat masukan, kendalian, dan keluaran. Mikrokontroler juga dapat dikatakan sebagai contoh suatu sistem komputer sederhana. Komponen mikrokontroler dapat berupa *processor*, *memory*, *I/O*, *clock* dan lain-lain.

Mata kuliah praktik mikrokontroler adalah salah satu kompetensi yang harus dikuasai oleh mahasiswa prodi Pendidikan Vokasional Mekatronika yang dibentuk untuk dapat menghadapi dunia usaha dan dunia kerja di masa depan. Beberapa materi yang diajarkan dalam mata kuliah memerlukan praktik dengan media pembelajaran yang tepat. Saat ini media pembelajaran yang digunakan pada proses pembelajaran praktik mikrokontroler yaitu berupa *arduino kit* dan juga *software* dimana belum ada media berupa *trainer* mikrokontroler. Penelitian ini terkait dengan pengembangan media pembelajaran berupa *trainer* mikrokontroler menggunakan *arduino uno* yang dapat membantu proses pembelajaran mata kuliah praktek Mikrokontroler.

2. METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian yang digunakan adalah metode *Research and Development* (R&D). Metode penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk tertentu serta menguji efektivitas produk *trainer* mikrokontroler.

Kegiatan yang dilakukan pada setiap tahap pengembangan 4D berupa *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan,) *Develop* (Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebarluasan). Gambar 1 menunjukkan langkah-langkah prosedural pengembangan untuk pembelajaran (*trainer*) mikrokontroler yang dilakukan berdasarkan model pengembangan 4D. Teknik pengumpulan data dilakukan menggunakan metode wawancara ditujukan pada dosen pengampu mata kuliah praktik mikrokontroler serta penggunaan angket untuk mengetahui keyalakan *trainer*. Responden yang mengisi angket yaitu ahli materi dan ahli media



Gambar 1. Model Pengembangan Media Pembelajaran

Instrumen Penelitian

1. Instrumen untuk ahli media

Instrumen untuk ahli media digunakan sebagai bahan untuk memperoleh data kelayakan *trainer* mikrokontroler. Ada beberapa kriteria yang harus dipenuhi dalam membuat media pembelajaran[11], kriteria yang dimaksud yaitu edukatif atau materi, teknis, dan estetika. Kisi-kisi instrumen untuk ahli media dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kisi- Kisi-kisi Instrumen untuk Ahli Media

No	Kriteria Penilaian	Indikator	Nomor Butir
1.	Kualitas isi dan tujuan	Kesesuaian	1, 2
		Kelengkapan	3
		Minat atau perhatian	4
2.	Kualitas instruksional (pembelajaran)	Memberikan bantuan untuk belajar	5, 6
		Dapat memberikan dampak bagi pembelajarannya	7, 8
		Kualitas sosial interaksi pembelajarannya	9, 10
		Fleksibilitas pembelajaran	11
3.	Kualitas Teknis	Keterbacaan	12, 13
		Kualitas tampilan	14, 15
		Mudah digunakan	16, 17

2. Instrumen untuk ahli materi.

Instrumen untuk ahli materi digunakan sebagai bahan untuk memperoleh data kelayakan *jobsheet*. Komponen evaluasi *jobsheet* menerapkan komponen evaluasi modul pembelajaran, berupa substansi, penyajian, dan bahasa. Kisi-kisi instrumen untuk ahli materi yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kisi- Kisi-kisi Instrumen untuk Ahli Materi

No.	Kriteria Penilaian	Indikator	Nomor Butir
1.	Kelayakan isi	Ketepatan cakupan	1, 2
		Kebenaran substansi materi pembelajaran	3
		Keluasaan dan kedalaman materi	4
2.	Kebahasaan	Keterbacaan	5, 6
		Pemanfaatan bahasa secara efektif dan efisien	7, 8
3.	Penyajian	Format	9, 10
		Interaksi (pemberian responden stimulus)	11, 12
4.	Gambar	Penggunaan font	13, 14
		Layout atau tata letak	15, 16

3. Instrumen untuk mahasiswa

Instrumen uji coba pemakaian untuk mahasiswa ini digunakan sebagai bahan untuk memperoleh data mengenai respon mahasiswa terhadap kualitas *trainer* mikrokontroler. Kisi-kisi instrumen untuk mahasiswa didasarkan pada kriteria yang berupa penilaian media, namun pada beberapa kriteria penilaian instrumen terdapat penilaian yang berhubungan dengan evaluasi *jobsheet*. Kisi-kisi instrumen uji coba pemakaian untuk siswa dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kisi- Kisi-kisi Instrumen Uji Coba Pemakaian untuk mahasiswa

No.	Kriteria Penilaian	Indikator	Nomor Butir
1.	Kualitas isi dan tujuan	Kesesuaian	1
		Minat atau perhatian	2, 3
2.	Kualitas instruksional (pembelajaran)	Memberikan bantuan untuk belajar	4, 5
		Dapat memberikan dampak bagi pembelajarannya	6, 7
		Kualitas sosial interaksi pembelajarannya	8, 9
3.	Kualitas Teknis	Keterbacaan	10,
		Kualitas tampilan	11, 12, 13
		Mudah digunakan	14

Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan teknik analisis data deskriptif kuantitatif dan deskriptif kualitatif. Data yang diperoleh dari angket menggunakan skala *likert* dengan pilihan respon skala empat perlu diubah untuk keperluan analisis deskriptif kuantitatif. Pengubahan data untuk keperluan analisis kuantitatif yaitu dengan cara memberikan skor pada pilihan respon sangat setuju, setuju, kurang setuju, dan tidak setuju. Rincian pemberian skor jawaban responden menggunakan skala *likert* yang terdiri empat bobot nilai. Untuk kategori skor jawaban responden dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Kategori Skor Jawaban Responden

No.	Kategori	Skor
1.	Sangat Setuju (SS)	4
2.	Setuju (S)	3
3.	Kurang Setuju (KS)	2
4.	Tidak Setuju (TS)	1

Data penelitian diubah dalam bentuk skor kemudian dihitung rata-rata jawaban berdasarkan skor setiap jawaban dengan rumus berikut:

Keterangan

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

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

Langkah selanjutnya yaitu dengan analisis kualitatif untuk mengetahui tingkat kelayakan *trainer* dan *jobsheet* berdasarkan pernyataan responden. Skor jawaban responden diubah dalam bentuk presentase.

Rumus perhitungan persentase skor ditulis dengan rumus berikut :

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Skor yang di observasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

Setelah penyajian dalam bentuk persentase maka dapat diketahui tingkat kelayakannya. Dimana dengan pengukuran *Rating Scale*, data mentah yang diperoleh berupa angka kemudian ditafsirkan dalam pengertian kualitatif [12]. Kategori kelayakan digolongkan menggunakan skala yang tercantum pada Tabel 5.

Tabel 5. Tabel Kategori Kelayakan Berdasarkan Rating Scale

No.	Skor dalam Persen	Kategori Kelayakan
1.	0% - 25%	Tidak Layak
2.	>25% - 50%	Kurang Layak
3.	>50% - 75%	Layak
4.	>75% - 100%	Sangat Layak

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

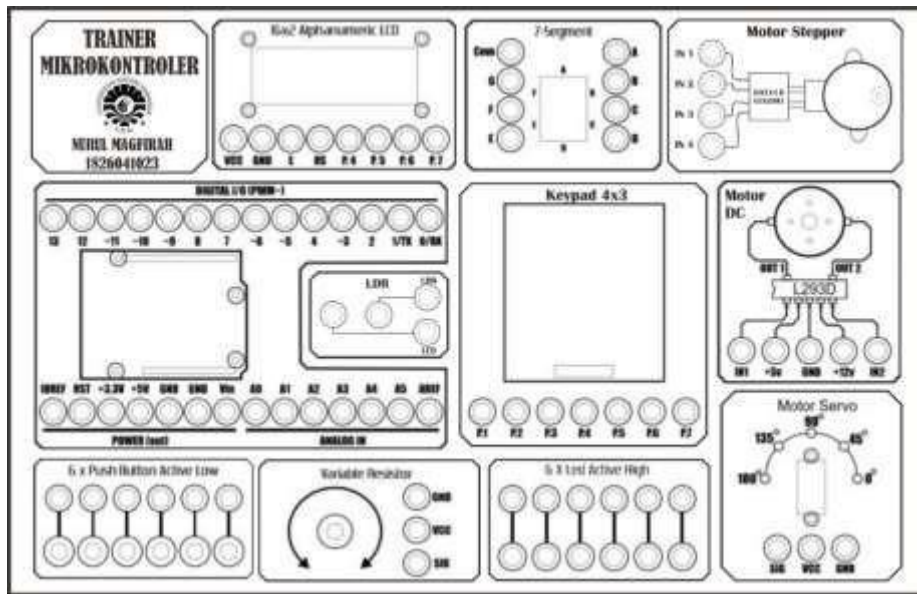
1. Hasil Tahap *Define*

- a. Media pembelajaran yang digunakan dalam praktik mikrokontroler masih berupa simulasi pada software dan *arduino kit* yang hanya menggunakan komponen komponen elektronika dasar.
- b. Kurangnya media pembelajaran berupa trainer yang diharapkan dapat meningkatkan kreatifitas mahasiswa dalam melaksanakan praktikum.

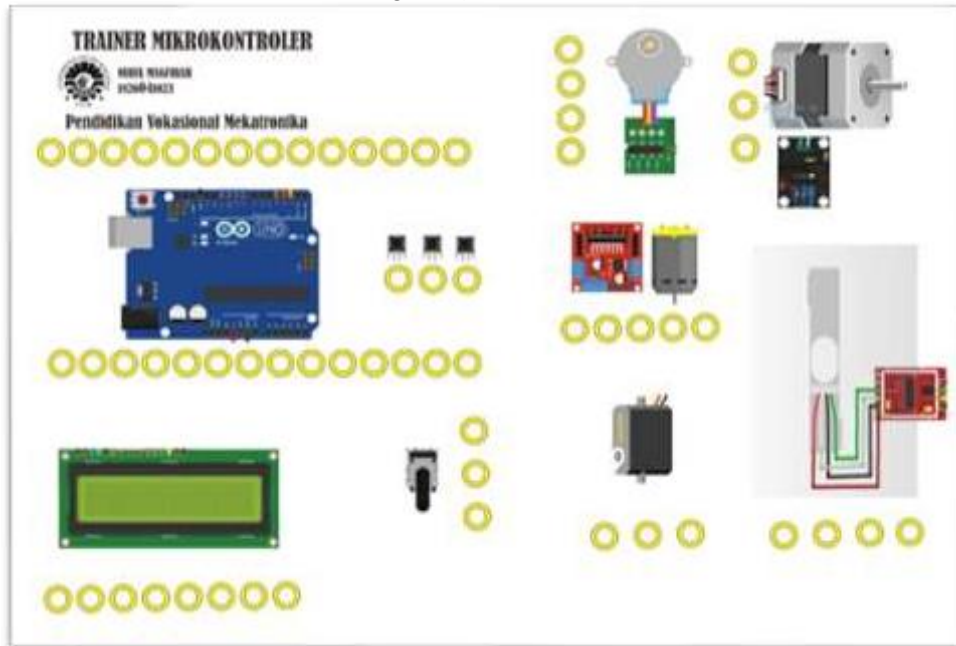
Beberapa faktor tersebut menjadi alasan diperlukannya media pembelajaran berupa trainer mikrokontroler yang diharapkan mampu meningkatkan skill dan kreatifitas mahasiswa dalam pembelajaran praktikum.

2. Hasil Tahap *Design*

Tahap design atau tahap perancangan yaitu tahap pembuatan desain cover *jobsheet* dan trainer yang mengacu pada mata kuliah praktik mikrokontroler serta saran dari dosen pembimbing. Hasil tahap desain ini berupa desain layout trainer. Pembuatan layout trainer yaitu dengan menggunakan bahan akrilik yang kemudian dipasangkan stiker sebagai identitas komponen. Proses pembuatan disesuaikan dengan ukuran komponen yang digunakan pada trainer. Dimensi kotak trainer yaitu dengan spesifikasi tinggi: 13 cm, lebar: 30 cm, dan panjang: 42 cm Berikut adalah hasil desain *layout trainer*:



Gambar 2. Rancangan *layout trainer* sebelum direvisi









Gambar 3. Rancangan *layout trainer* setelah direvisi

3. Hasil proses *develop* (pengembangan)

Tahap pengembangan ini merupakan tahap pembuatan trainer dalam bentuk nyata. Pengembangan trainer mikrokontroler secara keseluruhan yaitu dengan memasang seluruh komponen pada plat trainer sesuai dengan tata letak komponen yang telah dirancang sebelumnya. Trainer kemudian dilengkapi dengan port banana ukuran 4 mm untuk memudahkan pengguna dalam menghubungkan kabel dari komponen yang satu ke komponen yang lain. Trainer dilengkapi dengan *power suplay* yang diletakkan di bawah plat trainer agar tampilan trainer lebih rapi. Untuk memudahkan dalam penyimpanan dan pemindahan trainer, trainer dilengkapi dengan box berupa koper. Hasil pengembangan trainer mikrokontroler sebelum dan setelah dikembangkan dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Komponen pada *trainer* sebelum dan setelah pengembangan

No.	Sebelum Pengembangan	Setelah Pengembangan
1		
2		
3		

No.	Sebelum Pengembangan	Setelah Pengembangan
4		
5		
6		

No.	Sebelum Pengembangan	Setelah Pengembangan
7		
8		
9		



Gambar 4. Hasil pengembangan *trainer* mikrokontroler tampak depan



Gambar 5. Hasil pengembangan *trainer* mikrokontroler secara keseluruhan

a. Pengujian oleh Ahli Materi

Pengujian oleh Ahli Materi terdiri dari empat kriteria yaitu kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kegarafikan. Analisis pengujian oleh ahli materi setelah diolah dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil pengujian oleh ahli materi

No	Kriteria Penilaian	Jumlah skor Rerata	Jumlah skor maks	Persentase (%)
1	Kelayakan isi	14,5	16	90,65
2	Kebahasaan	15,5	16	96,87
3	Penyajian	14,5	16	90,65
4	Gambar	16	16	100
Jumlah		60,5	64	94,53

Dari hasil pengujian oleh ahli materi secara keseluruhan dapat diketahui bahwa dari segi kelayakan isi mendapatkan skor sebanyak 14,5 dengan persentase sebesar 90,87%, aspek kebahasaan mendapatkan skor sebanyak 15,5 dengan persentase sebesar 96,87%, aspek penyajian mendapatkan skor sebanyak 14,5 dengan persentase sebesar 90,87%, dan untuk aspek gambar mendapatkan skor sebanyak 16 dengan persentase sebesar 100%. Jumlah keseluruhan skor yang didapatkan sebesar 60,5 selanjutnya dibagi skor keseluruhan yaitu 64 yang kemudian dikali 100% untuk mendapatkan persentase keseluruhan aspek. Persentase keseluruhan yang didapatkan sebesar 94,53%. Kategori tingkat kelayakan berdasarkan rating scale dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Tabel Kategori Kelayakan Berdasarkan Rating Scale

No	Skor dalam Persen	Kategori Kelayakan
1.	0% - 25%	Tidak Layak
2.	>25% - 50%	Kurang Layak
3.	>50% - 75%	Layak
4.	>75% - 100%	Sangat Layak

Berdasarkan tabel 8, dapat disimpulkan bahwa *jobsheet* mikrokontroler dari media pembelajaran yang telah dikembangkan pada penelitian ini masuk kategori Sangat Layak dengan persentase sebesar 94,53%.

b. Pengujian oleh Ahli Media

Pengujian oleh Ahli Media terdiri dari tiga kriteria yaitu kualitas isi dan tujuan, kualitas instruksional pembelajaran, dan kualitas teknis. Analisis pengujian oleh ahli media setelah diolah dari tabel 4.4 dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil pengujian oleh ahli media

	Kriteria Penilaian	Jumlah skor Rerata	Jumlah skor maks	Persentase (%)
1	Kualitas isi dan tujuan	15	16	93,75
2	Kualitas instruksional pembelajaran	25,5	28	91,07
3	Kualitas teknis	21,5	24	89,58
Jumlah		62	68	91,18

Dari hasil pengujian oleh ahli media secara keseluruhan dapat diketahui bahwa dari aspek kelayakan isi dan tujuan mendapatkan skor sebanyak 15 dengan persentase sebesar 93,75%, aspek kualitas instruksional pembelajaran mendapatkan skor sebanyak 25,5 dengan persentase sebesar 91,07%, dan untuk aspek kualitas teknis mendapatkan skor sebanyak 21,5 dengan persentase sebesar 89,58%. Jumlah keseluruhan skor yang didapatkan sebesar 62 selanjutnya dibagi skor keseluruhan yaitu 68 yang kemudian dikali 100% untuk mendapatkan persentase keseluruhan aspek. Persentase keseluruhan yang didapatkan sebesar 91,18%. Sehingga disimpulkan bahwa *trainer* mikrokontroler yang telah dikembangkan pada penelitian ini masuk kategori Sangat Layak.

4. Hasil proses *dessiminate* (penyebaran)

Tahap *dessiminate* yaitu dengan melakukan penyebaran dalam jumlah terbatas pada prodi pendidikan vokasional mekatronika. Media pembelajaran diterapkan pada 13 mahasiswa di prodi tersebut kemudian melakukan praktikum menggunakan media pembelajaran sesuai dengan langkah kerja pada *jobsheet*. Selanjutnya mahasiswa diminta untuk memberikan respon terhadap media pembelajaran dengan mengisi lembar angket yang memuat 14 butir pernyataan. Hasil dari pengujian oleh mahasiswa pada tahap *dessiminate* dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil uji coba oleh mahasiswa

No	Kriteria Penilaian	Jumlah skor Rerata	Jumlah skor maks	Persentase (%)
1	Kualitas isi dan tujuan	9,92	12	82,69
2	Kualitas instruksional pembelajaran	18,92	24	78,84
3	Kualitas teknis	16,15	20	80,76
Jumlah		45	56	80

Dari hasil pengujian oleh mahasiswa dapat diketahui bahwa dari aspek kelayakan isi dan tujuan mendapatkan skor sebanyak 9,92 dengan persentase sebesar 82,69%, aspek kualitas instruksional pembelajaran mendapatkan skor sebanyak 18,92 dengan persentase sebesar 78,84%, dan untuk aspek kualitas teknis mendapatkan skor sebanyak 16,15 dengan persentase sebesar 80,76%. Jumlah keseluruhan skor yang didapatkan sebesar 45 selanjutnya dibagi skor keseluruhan yaitu 56 yang kemudian dikalikan dengan 100% untuk mendapatkan persentase keseluruhan aspek. Persentase keseluruhan yang didapatkan sebesar 80%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *trainer* mikrokontroler yang telah dikembangkan pada penelitian ini masuk kategori sangat layak.

B. Pembahasan

1. Hasil Pengembangan *Trainer* Mikrokontroler

Pengembangan *trainer* mikrokontroler dilakukan dengan memasang beberapa komponen-komponen elektronika pada satu plat yang sama dan juga dilengkapi dengan banana port berdiameter 4 mm agar lebih mudah dalam merangkai. Sebelum pengembangan, komponen-komponen tersebut terpisah-pisah dan untuk menghubungkannya hanya menggunakan kabel jumper kecil. Selanjutnya, *trainer* mikrokontroler ini terdiri dari beberapa komponen elektronika dengan penambahan sensor berat berupa load cell yang dapat dirangkai menjadi sebuah timbangan digital. Selanjutnya, *trainer* kemudian dikemas dalam sebuah box berukuran 42x30 cm dengan kontroler berupa arduino uno.

Adapun komponen-komponen input dan output yang terdapat pada *trainer* ini diantaranya LCD 16x2, motor servo, motor DC, motor AC, motor stepper, loadcell, potensiometer, dan tiga buah push button. *Trainer* mikrokontroler ini juga dilengkapi dengan *jobsheet* yang di dalamnya terdapat tujuh percobaan.

Proses yang dilakukan dalam mengembangkan *trainer* mikrokontroler terdiri dari tiga tahap. Tahap tersebut mengacu pada model pengembangan 4D (*Define, Design, Development, and Desiminate*). Model pengembangan 4D terdiri dari tahap pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan penyebaran. Namun tahap pengembangan yang dilakukan pada penelitian ini hanya sampai pada tahap pengembangan atau *develop*.

2. Kelayakan *Trainer* mikrokontroler

Kelayakan *trainer* mikrokontroler dapat dilihat dari penilaian oleh ahli media dan ahli materi. Berikut adalah uraian kelayakan *trainer* mikrokontroler.

a. Penilaian Ahli Materi

Penilaian oleh ahli materi terdiri dari empat kriteria yaitu kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan gambar. Dari hasil penilaian oleh ahli materi secara keseluruhan dapat diketahui bahwa dari segi kelayakan isi dengan indikator berupa ketepatan cakupan, kebenaran substansi materi pembelajaran, serta keluasaan dan kedalaman materi mendapatkan jumlah skor rerata sebanyak 14,5 dengan persentase sebesar 90,87%, aspek

kebahasaan dengan indikator berupa keterbacaan dan pemanfaatan bahasa secara efektif dan efisien mendapatkan jumlah skor rerata sebanyak 15 dengan persentase sebesar 96,87%, aspek penyajian dengan indikator berupa format dan interaksi (pemberian respon stimulus) mendapatkan jumlah skor rerata sebanyak 14,5 dengan persentase sebesar 90,87%, dan untuk aspek gambar dengan indikator penggunaan font dan layout atau tata letak mendapatkan jumlah skor rerata sebesar 16 dengan persentase sebesar 100%. Sehingga secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa *jobsheet* dari *trainer* mikrokontroler yang telah dikembangkan masuk kategori Sangat Layak dengan persentase sebesar 94,53%.

b. Pengujian oleh Ahli Media

Pengujian oleh Ahli Media terdiri dari tiga kriteria yaitu kualitas isi dan tujuan, kualitas instruksional pembelajaran, dan kualitas teknis. Dari hasil penilaian oleh ahli media secara keseluruhan dapat diketahui bahwa dari aspek kualitas isi dan tujuan dengan indikator berupa kesesuaian, kelengkapan, dan minat atau perhatian mendapatkan jumlah skor rerata sebanyak 15 dengan persentase sebesar 83,75%, aspek kualitas instruksional pembelajaran dengan indikator berupa memberikan bantuan untuk belajar, dapat memberikan dampak bagi pembelajarannya, kualitas sosial interaksi pembelajarannya, dan fleksibilitas pembelajaran mendapatkan jumlah skor rerata sebanyak 25,5 dengan persentase sebesar 91,07%, dan untuk aspek kualitas teknis dengan indikator berupa keterbacaan, kualitas tampilan, dan mudah digunakan mendapatkan jumlah skor rerata sebanyak 21,5 dengan persentase sebesar 89,58%. Sehingga secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa *trainer* mikrokontroler masuk kategori Sangat Layak dengan persentase sebesar 91,18%.

3. Respon mahasiswa terhadap *trainer* mikrokontroler.

Respon mahasiswa dapat diketahui dengan menerapkan media pembelajaran pada 13 mahasiswa di prodi pendidikan vokasional mekatronika kemudian melakukan praktikum menggunakan media pembelajaran sesuai dengan langkah kerja pada *jobsheet*. Selanjutnya mahasiswa diminta untuk memberikan respon terhadap media pembelajaran dengan mengisi lembar angket yang memuat 14 butir pernyataan. Hasil pengujian oleh pengguna (mahasiswa) dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Pengujian oleh Mahasiswa

No	Aspek Penilaian	Rerata Skor	Persentase	Kategori
1	Kualitas Isi dan Tujuan	9,92	82,69	Sangat Layak
2	Kualitas instruksional (pembelajaran)	18,92	78,84	Sangat Layak
3	Kualitas Teknis	16,15	80,76	Sangat Layak
Total Keseluruhan Aspek		45	80	Sangat Layak

Dari hasil penilaian oleh ahli media secara keseluruhan dapat diketahui bahwa dari aspek kelayakan isi dan tujuan mendapatkan jumlah skor rerata sebanyak 9,92 dengan persentase sebesar 82,69%, aspek kualitas instruksional pembelajaran mendapatkan jumlah skor rerata sebanyak 18,92 dengan persentase sebesar 78,84%, dan untuk aspek kualitas teknis mendapatkan jumlah skor rerata sebanyak 16,15 dengan persentase sebesar 80,76%. Sehingga secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa *trainer* mikrokontroler masuk kategori Sangat Layak dengan persentase sebesar 80%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil validasi ahli media, dapat diketahui bahwa dari aspek kelayakan isi dan tujuan mendapatkan skor sebanyak 15 (93,75%), aspek kualitas instruksional pembelajaran mendapatkan skor sebanyak 25,5 (91,07%), dan untuk aspek kualitas teknis mendapatkan skor sebanyak 21,5 (89,58%). Secara keseluruhan *trainer* mikrokontroler dinyatakan sangat layak (91,18%), sedangkan untuk *jobsheet* pendamping *trainer* mikrokontroler termasuk ke dalam kategori sangat layak (94,53%). Dari hasil penilaian oleh mahasiswa disimpulkan bahwa *trainer* mikrokontroler masuk kategori sangat layak (80%).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Simanjuntak and P. Sitorus, "PENGEMBANGAN TRAINER MIKROKONTROLER BERBASIS ARDUINO NANO PADA MATA PELAJARAN TEKNIK PEMROGRAMAN, MIKROPROSESOR DAN MIKROKONTROLER KELAS XI," *JEVTE Journal of Electrical Vocational Teacher Education*, vol. 1, no. 2, pp. 86–97, Nov. 2021, doi: 10.24114/JEVTE.V1I2.29251.
- [2] Muhammad Ikhwan Ridha and Puput Wanarti Rusimamto, "PENGEMBANGAN TRAINER DAN JOBSHEET MIKROKONTROLLER BERBASIS ARDUINO UNO SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PADA MATA PELAJARAN TEKNIK MIKROPROSESOR DI SMK NEGERI 3 SURABAYA," *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 4, no. 3, 2015, doi: <https://doi.org/10.26740/jpte.v4n3.p%25p>.
- [3] Yudhi Munadi, *Media Pembelajaran; Sebuah Pendekatan*. GP Press Group, 2013. Accessed: May 30, 2023. [Online]. Available: https://ecampus-fip.umj.ac.id/pustaka_umj/main/item/11257
- [4] "PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN TRAINER ELEKTRONIKA DIGITAL UNTUK MATA PELAJARAN TEKNIK ELEKTRONIKA DASAR | Jurnal Pendidikan Teknik Elektro." <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-pendidikan-teknik-elektro/article/view/10399> (accessed May 30, 2023).
- [5] "ANALISIS PERAKITAN TRAINER UNIT BERDASARKAN APLIKASI KONSEP REFRIGERASI PADA MATA KULIAH SISTEM PENDINGIN. Syamsuri Hasan 1 - PDF Download Gratis." <https://docplayer.info/34857989-Analisis-perakitan-trainer-unit-berdasarkan-aplikasi-konsep-refrigerasi-pada-mata-kuliah-sistem-pendingin-syamsuri-hasan-1.html> (accessed May 30, 2023).
- [6] Sumardi, *Mikrokontroler : belajar avr mulai dari awal*, vol. 1. Graha ilmu, 2013. Accessed: May 30, 2023. [Online]. Available: <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=894199>
- [7] A. Winoto, *Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR Edisi Cetakan Pertama*. Informatika Bandung, 2011.
- [8] M. Syahwil, *Panduan Mudah Simulasi & Praktek Mikrokontroler Arduino*. Andi Publisher, 2013.
- [9] I. Putu, L. Dharma, S. Tansa, Z. Nasibu,) Jurusan, and T. Elektro, "Perancangan Alat Pengendali Pintu Air Sawah Otomatis dengan SIM800I Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *Jurnal Teknik*, vol. 17, no. 1, pp. 40–56, Jun. 2019, doi: 10.37031/JT.V17I1.25.
- [10] Abdul Kadir and Hernita P, "Panduan praktis mempelajari aplikasi mikrokontroler dan pemrogramannya menggunakan Arduino," *CV. Andi Offset*, 2013. <https://onsearch.id/Record/IOS2847.INLIS000000000071513> (accessed May 30, 2023).
- [11] Azhar Arsyad and Asfah Rahman, *Media pembelajaran*. Raja Grafindo Persada, 2015. Accessed: May 30, 2023. [Online]. Available: <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=968536>
- [12] Sugiyono, *Metode Penelitian kuantitatif, kualitatif dan R & D*. Bandung : : Alfabeta, 2014. Accessed: May 30, 2023. [Online]. Available: <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=911046>