

TRAINING KIT MESIN STEMPEL PNEUMATIK BERBASIS ARDUINO SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MEKATRONIKA

ARDUINO-BASED PNEUMATIC STAMPING MACHINE TRAINING KIT AS MECHATRONICS LEARNING MEDIA

M Habil Alfarisi¹⁾, Mashoedah²⁾

Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta^{1),2)}
habilh936@gmail.com¹⁾, mashoedah@uny.ac.id²⁾

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Merealisasikan rancang bangun Training Kit Mesin Stampel Pneumatik berbasis Arduino sebagai media pembelajaran Mekatronika di prodi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY, (2) Menguji kinerja Training Kit Mesin Stampel Pneumatik berbasis Arduino sebagai media pembelajaran Mekatronika di prodi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY, dan (3) Menganalisis tingkat kelayakan Training Kit Mesin Stampel Pneumatik berbasis Arduino sebagai media pembelajaran Mekatronika di prodi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY. Penelitian ini merupakan penelitian dengan metode penelitian Research and Development (R&D) dengan metode pengembangan ADDIE (Analysis, Design, Develop, Implement and Evaluate). Penelitian ini dilakukan di Prodi Pendidikan Teknik Elektronika Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika FT UNY dengan subjek penelitian mahasiswa semester 3 yang sedang mengikuti mata Kuliah Mekatronika sebanyak 40 mahasiswa dari 3 kelas praktik. Teknik pengumpulan data menggunakan angket dengan skala likert. Instrument angket diuji validitasnya menggunakan expert judgement. Reliabilitas instrument diuji menggunakan metode alfa cronbach. Data penelitian dianalisis dengan teknik analisis deskriptif. Hasil penelitian ini berupa: (1) Training Kit Mesin Stampel Pneumatik berbasis Arduino dikembangkan dengan metode pengembangan ADDIE dengan Batasan materi mengacu pada Rencana Pembelajaran Semester (RPS) pada mata kuliah Mekatronika, (2) Hasil pengujian Training Kit Mesin Stampel Pneumatik berbasis Arduino dapat berfungsi dan bekerja dengan baik, (3) Hasil uji tingkat kelayakan oleh ahli media diperoleh persentase sebesar 91% dengan kategori "Sangat Layak", hasil uji oleh ahli materi diperoleh persentase sebesar 93% dengan kategori "Sangat Layak", dan hasil uji tingkat kelayakan oleh pengguna diperoleh persentase sebesar 94% dengan kategori "Sangat Layak".

Kata Kunci : *Training Kit Mesin Stampel Pneumatik berbasis Arduino, Media Pembelajaran, Penerapan Sistem Pneumatik*

Abstract

This research aims to: (1) Realize the design of the Arduino-based Pneumatic Stamping Machine Training Kit as a Mechatronics learning media in the Electronics Engineering Education study program of FT UNY, (2) Test the performance of the Arduino-based Pneumatic Stamping Machine Training Kit as a Mechatronics learning media in the Electronics Engineering Education study program of FT UNY, and (3) Analyze the feasibility level of the Arduino-based Pneumatic Stamping Machine Training Kit as a Mechatronics learning media in the Electronics Engineering Education study program of FT UNY. This research is a research with the Research and Development (R&D) research method with the ADDIE development method (Analysis, Design, Develop, Implement and Evaluate). This research was conducted at the Electronics Engineering Education Study Program, Department of Electronics and Informatics Engineering Education, FT UNY with the research subject of 3rd

semester students who were taking Mechatronics courses as many as 40 students from 3 practical classes. The data collection technique used a questionnaire with a Likert scale. The questionnaire instrument was tested for validity using expert judgment. Instrument reliability was tested using the Cronbach alpha method. The research data was analyzed using descriptive analysis techniques. The results of this study are: (1) The Arduino-based Pneumatic Stamp Machine Training Kit was developed using the ADDIE development method with material limitations referring to the Semester Learning Plan (RPS) in the Mechatronics course, (2)

The results of testing the Arduino-based Pneumatic Stamp Machine Training Kit can function and work properly, (3) The results of the feasibility level test by media experts obtained a percentage of 91% in the "Very Feasible" category, the test results by material experts obtained a percentage of 93% in the "Very Feasible" category, and the results of the feasibility level test by users obtained a percentage of 94% in the "Very Feasible" category.

Keywords : Arduino-based Pneumatic Stamp Machine Training Kit, Learning Media, Application of Pneumatic Systems

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi sangat pesat terlebih dalam era industri 4.0 sekarang. Industri juga mengambil untuk dalam kemajuan teknologi yaitu berupa teknologi otomasi untuk meningkatkan produktifitas industri. Lembaga penyelenggara kependidikan harus melakukan pengembangan dalam pembelajaran untuk meningkatkan kompetensi dan kualitas peserta didik khususnya dalam bidang kendali industri atau mekatronika sehingga para peserta didik memiliki mutu, kualitas serta kompetensi yang mempunyai baik secara teori maupun praktik agar dapat memenuhi syarat untuk dapat bersaing dalam dunia industri.

Universitas Negeri Yogyakarta merupakan salah satu perguruan tinggi yang berkomitmen guna meningkatkan mutu sumber daya manusia di Indonesia. Dalam upaya tersebut, UNY terus meningkatkan metode pendidikan yang cocok dengan pertumbuhan teknologi disaat ini. Prodi Pendidikan Teknik Elektronika yang ada di Fakultas Teknik UNY berkomitmen guna mempersiapkan lulusan yang berkompeten serta siap berkontribusi dalam pertumbuhan teknologi. Salah satu mata kuliah yang diajarkan dalam prodi Pendidikan Teknik Elektronika merupakan mata kuliah Mekatronika.

Pembelajaran Semester (RPS) yang digunakan dalam Prodi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY tahun ajaran 2023/2024 terdapat materi pembelajaran tentang sistem pneumatik pada mata kuliah Mekatronika. Capaian pembelajaran pada materi pneumatik menuntut mahasiswa agar memahami materi tentang pneumatik berupa pengertian, cara kerja, komponen-komponen pneumatik serta penerapan dari materi sistem pneumatik dalam dunia nyata.

Media pembelajaran yang digunakan masih terbatas menggunakan panel sebagai tempat perakitan dari komponen-komponen sistem pneumatik serta software Festo FluidSim sebagai tempat simulasi dari rangkaian pneumatik. Penggunaan panel sebagai media pembelajaran dalam merakit rangkaian-rangkaian sistem pneumatik sehingga pembelajaran tentang pneumatik terlihat lebih monoton dan kurang menarik. Oleh karena itu dalam pembelajaran sistem pneumatik banyak dialihkan menggunakan software Festo FluidSim.

Penggunaan panel sebagai media pembelajaran dalam merakit rangkaian-rangkaian sistem pneumatik sehingga pembelajaran tentang pneumatik terlihat lebih monoton. Oleh karena itu dalam pembelajaran sistem pneumatik banyak dialihkan menggunakan software Festo FluidSim.

Berdasarkan

Rencana

Software Festo FluidSim menjadi

tempat untuk mensimulasikan rangkaian-rangkaian sistem pneumatik dan kemungkinan tidak dapat dipraktikkan menggunakan media panel. Penggunaan dari software Festo FluidSim cukup sulit digunakan karena memiliki fitur dan simbol yang terlihat kompleks, serta dapat membuat mahasiswa hanya paham pada saat simulasinya saja, sehingga kurangnya pemahaman mahasiswa terhadap bagaimana sistem pneumatik itu secara nyata serta bagaimana penerapan/pengaplikasian dari sistem pneumatik menjadi alat yang dapat dimanfaatkan dalam dunia nyata. Oleh karena itu media pembelajaran yang dapat digunakan dalam pembelajaran sistem pneumatik dapat dikembangkan lagi terlebih dalam media produk nyata untuk menambah daya tarik serta keingintahuan mahasiswa mengenai materi sistem pneumatik.

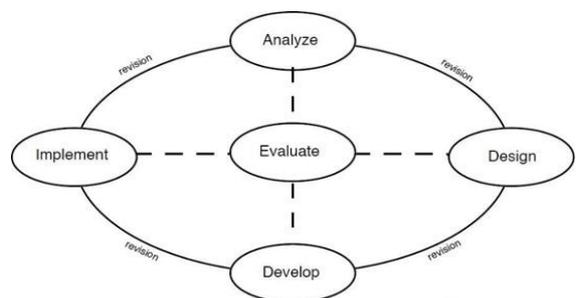
Sistem pneumatik merupakan sistem yang sebagian besar berisikan penggunaan secara mekanik namun untuk mengontrol pergerakan rangkaian terdapat empat jenis penggerak, yaitu secara manual, mekanik, tekanan angin dan elektronik. Dalam penerapannya, media pembelajaran panel belum maksimal dikarenakan hanya sebatas kontrol secara manual, mekanik dan tekanan angin, serta belum adanya media dalam pengontrolan rangkaian pneumatik secara elektronik. Sistem pneumatik secara elektronik dapat digabungkan menggunakan beberapa macam mikrokontroler seperti Arduino, ESP32, ESP8266 dan lain sebagainya yang membuat sistem pneumatik menjadi lebih otomatis dan lebih mudah dalam digunakan serta lebih luas lagi dalam pengembangannya.

Berdasarkan permasalahan tersebut penulis membuat media pembelajaran *Training Kit* Mesin Stampel Pneumatik Berbasis Arduino Sebagai Media Pembelajaran Mekatronika yang didesain sesuai kebutuhan dan materi berdasarkan Rencana Pembelajaran Semester (RPS) yang digunakan dalam Prodi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY dengan judul penelitian "*Training Kit* Mesin Stampel Pneumatik Berbasis Arduino Sebagai

Media Pembelajaran Mekatronika".

METODE PENELITIAN

Penelitian pengembangan *training kit* mesin stampel pneumatik berbasis arduino di Prodi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY menggunakan metode pengembangan Reseach and Development (R&D), Menurut Budiyo (2017, p. 8) metode penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan memvalidasi kelayakan dan keefektifan dari produk tersebut sehingga menjadi produk yang dapat dimanfaatkan. Metode penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan suatu produk dari proses pengembangan produk. Langkah-langkah penelitian menggunakan model ADDIE yang diadaptasi dari model ADDIE (Dick & Carry, 1996). (Mulyatiningsih, 2016) menuturkan bahwa model ADDIE dapat digunakan untuk berbagai macam bentuk pengembangan produk dalam kegiatan pembelajaran seperti model, strategi pembelajaran, metode pembelajaran, media dan bahan ajar. Tahapan model ADDIE berupa analyze (analisis), design (desain), development (pengembangan), implementation (penerapan) and evaluation (evaluasi), (Mulyatiningsih, 2016). Model ADDIE mempunyai desain dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Model ADDIE (Rusmayana, 2021, p. 15)

Pada penelitian ini produk yang dihasilkan berupa media pembelajaran dengan judul "*Training Kit* Mesin Stampel Pneumatik Berbasis Arduino Sebagai Media Pembelajaran Mekatronika" yang dapat digunakan sebagai media

pembelajaran praktikum sistem pneumatik saat pelaksanaan pembelajaran praktikum mata kuliah mekatronika.

Prosedur Pengembangan

Prosedur yang digunakan pada penelitian *Training Kit* Mesin Stampel Pneumatik Berbasis Arduino Sebagai Media Pembelajaran Mekatronika ini adalah ADDIE. Berikut penjelasan singkat tahapan atau prosedur dalam pengembangannya yang terdiri dari : (1) Analisis kebutuhan, analisis media dan analisis data objektif dalam maka kuliah Mekatronika pada materi Sistem Pneumatik di Prodi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY (*analyze*), (2) Membuat rancangan perencanaan dari data yang diperoleh dari tahap analisis (*design*), (3) Pengembangan untuk merealisasikan produk yang akan dikembangkan dari tahap desain atau perancangan (*development*), (4) Melakukan pengujian kelayakan produk yang telah dibuat pada tahap pengembangan. (*implementation*), (5) Mengetahui dampak dari implementasi produk yang telah di realisasikan terhadap pencapaian pembelajaran (*evaluation*).

Langkah awal yang perlu dilakukan pada penerapan model ADDIE yaitu dengan mengidentifikasi masalah yang ada pada saat prosesi pembelajaran pada mata kuliah Mekatronika dengan melakukan observasi, wawancara sebagai acuan pengembangan awal media pembelajaran. Kemudian dilanjutkan dengan pengembangan *trainer Kit* sebagai media pembelajaran yang dibutuhkan serta mengimplementasikannya dengan diiringi melakukan evaluasi dan revisi untuk menghasilkan media pembelajaran yang baik dan relevan.

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

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada semester ganjil tahun ajaran 2023/2024. Lokasi yang menjadi tempat penelitian berada di Prodi Pendidikan Teknik Elektronika Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika FT UNY.

Subjek Penelitian

Subjek pada penelitian ini yaitu mahasiswa yang mengikuti mata kuliah mekatronika di Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY sebanyak 40 mahasiswa.

Teknik Pengumpulan data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan observasi, wawancara sebagai studi awal pengembangan *trainer* dan kuesioner/angket dengan tujuan untuk mengetahui kelayakan serta sebagai bahan evaluasi *Training Kit* Mesin Stampel Pneumatik Berbasis Arduino Sebagai Media Pembelajaran Mekatronika yang sudah dikembangkan.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif dari data angket menggunakan skala *likert* dengan empat jawaban. Empat jawaban angket diantaranya : (1) Sangat Layak; (2) Layak; (3) Tidak Layak; (4) Sangat Tidak Layak.

Tabel 1. Skala *Likert*

| Penilaian | Aspek | Nilai |
|-----------|---------------------|-------|
| SS | Sangat Setuju | 4 |
| S | Setuju | 3 |
| TS | Tidak Setuju | 2 |
| STS | Sangat Tidak Setuju | 1 |

Hasil data yang didapat melalui skala *Likert* kemudian diolah untuk mengetahui nilai yang didapatkan secara keseluruhan dan kemudian dicari persentasi nilai yang didapat terdapat nilai maksimal.

Keterangan:

X_i = Skor rata-rata

$\sum x$ = Jumlah skor Jawaban

n = Jumlah responden

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

Hasil persentase yang diperoleh kemudian dikonversikan berdasarkan tabel kelayakan sebagai berikut :

Tabel 2. Kategori Persentase Kelayakan

| Persentase Kelayakan | Kategori Data |
|----------------------|--------------------|
| 0 – 25 % | Sangat Tidak Layak |
| 26 – 50 % | Tidak Layak |
| 51 – 75 % | Layak |
| 76 – 100 % | Sangat Layak |

HASIL DAN PEMBAHASAN

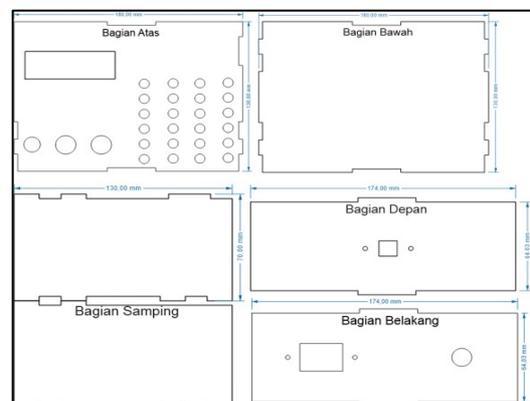
Penelitian pengembangan *Training Kit* Mesin Stampel Pneumatik Berbasis Arduino Sebagai Media Pembelajaran Mekatronika menggunakan model pengembangan ADDIE. Adapun langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut :

Analyze dilakukan saat observasi penelitian observasi penelitian berupa pengamatan, wawancara dengan dosen pengampuh mata kuliah mekatronika dan pengalaman pada mengikuti pembelajaran mata kuliah mekatronika. Analisis meliputi analisis kebutuhan, analisis media dan analisis data objektif. Analisis dilakukan sebagai acuan dalam pengembangan *trainer kit* yang akan dikembangkan.

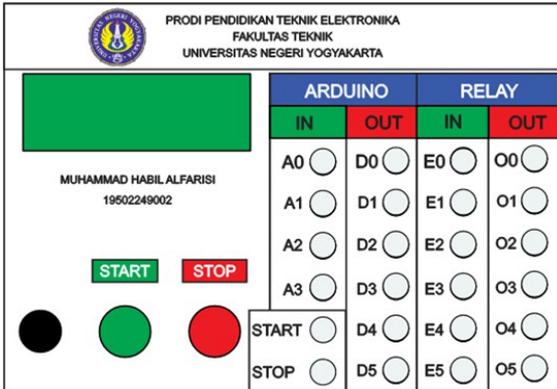
Design dilakukan setelah tahap analisis. Tahap desain dilakukan dengan tujuan untuk merancang *training kit* mesin stampel pneumatik berbasis arduino sebagai media pembelajaran mekatronika yang akan dikembangkan. Tahapan dari desain yang dilakukan meliputi : (1) Pembuatan desain media berupa mekanik dan elektronik; (2) Penyusunan tata letak dari komponen- komponen media; dan (3) Perancangan isi modul pembelajaran berupa buku panduan dan *jobsheet*. Berikut hasil dari tahap desain yang sudah dilakukan pada pengembangan *training kit* mesin stampel pneumatik berbasis arduino:

Tabel 3. Komponen Penyusun *TrainerKit*

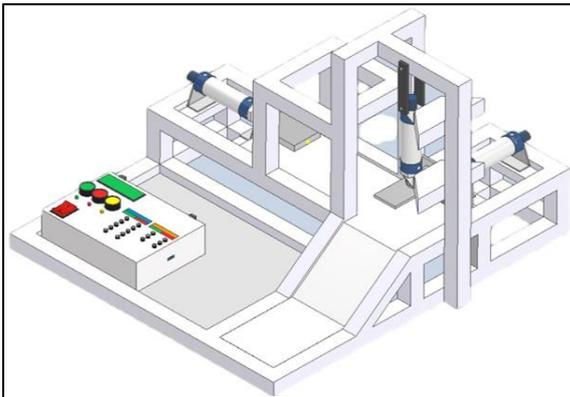
| No. | Nama | Jumlah |
|-----|--|-----------|
| 1 | Power Supply | 1 buah |
| 2. | Arduino Uno | 1 buah |
| 3. | Module Step-Down | 1 buah |
| 4. | Fuse 2 + dudukan | 1 buah |
| 5. | Saklar Toggle | 1 buah |
| 6. | Push Button | 2 buah |
| 7. | LCD I2C 16x2 | 1 buah |
| 8. | Banana Plug Male dan Female | 16 pasang |
| 9. | Kabel USB Type A Male to Type A Female | 1 buah |
| 10. | Kabel USB Type A to Type B | 1 buah |
| 11. | Kabel Power dan Socket | 1 pasang |
| 12. | Kabel Jumpper | 8 meter |
| 13. | FRL (Filter, Regulator and Lubricator) | 1 buah |
| 14. | Solenoid Valve | 3 buah |
| 15. | Silinder Double Acting | 3 buah |
| 16. | Fitting | 13 buah |
| 17. | Selang Pneumatik | 8 meter |



Gambar 2. Desain Cutting Akrilik



Gambar 3. Desain Stiker *Box Controller*



Gambar 4. Desain *Training Kit* Mesin Stempel Pneumatik

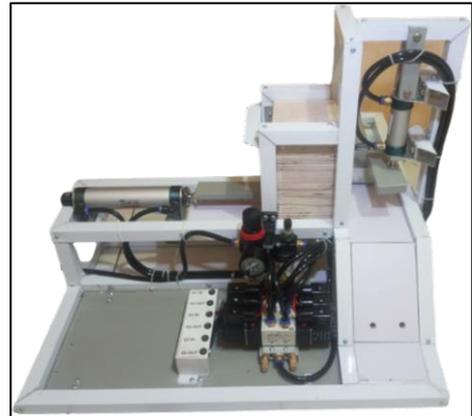


Gambar 5. Desain Modul dan *Jobsheet*

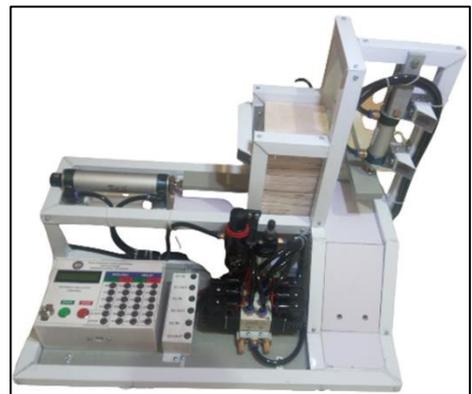
Development dilakukan dengan merelisasikan dari desain yang telah dibuat meliputi : *trainer kit*, *jobsheet*, dan modul. Setelah dikembangkan *training kit* mesin stempel pneumatik berbasis arduino akan melalui tahap validasi ahli media dan ahli materi untuk mendapatkan penilaian dan masukan dari media yang dikembangkan untuk diperbaiki agar siap untuk digunakan responden.



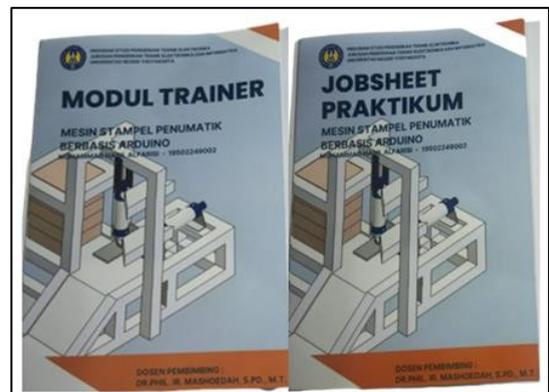
Gambar 6. *Box Controller*



Gambar 7. *Training Kit* Sistem Pneumatik



Gambar 8. *Training Kit* Secara Keseluruhan



Gambar 9. Modul dan *Jobsheet*

Implementation dilakukan setelah *training kit* mesin stampel pneumatik berbasis arduino telah selesai dikembangkan serta telah melalui tahap validasi oleh ahli materi dan media serta dinyatakan layak oleh validator ahli materi dan ahli media diterapkan ke responden atau mahasiswa. Implementasi *training kit* mesin stampel pneumatik berbasis arduino diterapkan pada mahasiswa yang sedang mengikuti mata kuliah mekatronika yang berjumlah 40 mahasiswa.

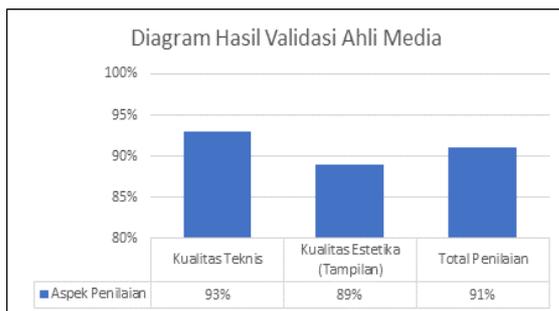
Evaluation mengetahui apakah media pembelajaran *trainer kit* yang dibuat dapat mencapai tujuan pembelajaran yang ditetapkan.

Hasil Validasi Media

Validasi ahli media diperoleh berdasarkan penilaian dosen program studi pendidikan teknik elektronika. Hasil perhitungan penilaian validator ahli media dianalisis berdasarkan tabel kategori kelayakan. Data perhitungan hasil penilaian ahli media dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Validasi Ahli Media

| No | Aspek | Persentase | Kategori |
|--------------|------------------------------|------------|---------------------|
| 1. | Kualitas Teknis | 93% | Sangat Layak |
| 2. | Kualitas Estetika (Tampilan) | 89% | Sangat Layak |
| Total | | 91% | Sangat Layak |



Gambar 11. Diagram Hasil Validasi Ahli Media

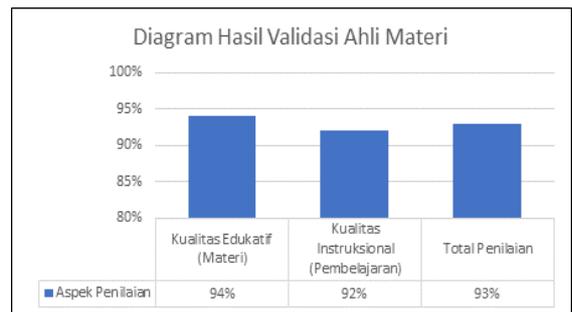
Berdasarkan hasil penilaian dari validasi ahli media diperoleh skor persentase untuk aspek kualitas teknis sebesar 93% dengan kategori “Sangat layak”, aspek kualitas estetika (tampilan) sebesar 90% dengan kategori “Sangat Layak”, serta dengan diperoleh skor total persentase sebesar 91% dengan kategori “Sangat Layak”.

Hasil Validasi Materi

Validasi ahli materi diperoleh berdasarkan penilaian dosen program studi pendidikan teknik elektronika. Hasil perhitungan hasil penilaian ahli media dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Validasi Ahli Materi

| No | Aspek | Persentase | Kategori |
|--------------|---------------------------------------|------------|---------------------|
| 1. | Kualitas Edukatif (Materi) | 94% | Sangat Layak |
| 2. | Kualitas Instruksional (Pembelajaran) | 92% | Sangat Layak |
| Total | | 93% | Sangat Layak |



Gambar 12. Diagram Hasil Validasi Ahli Materi

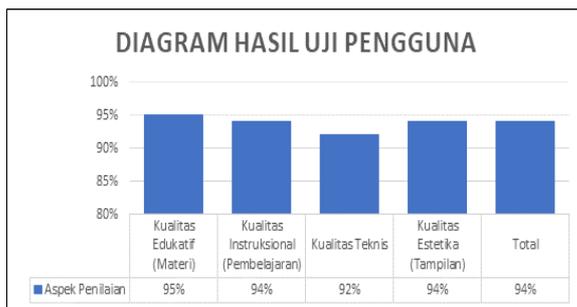
Berdasarkan hasil penilaian dari validasi ahli materi diperoleh skor persentase untuk aspek kualitas edukatif (materi) sebesar 94% dengan kategori “Sangat layak”, aspek kualitas instruksional (pembelajaran) sebesar 92% dengan kategori “Sangat Layak”, serta dengan diperoleh skor total persentase sebesar 93% dengan kategori “Sangat Layak”.

Hasil Penilaian Responden

Penilaian *training kit* mesin stempel pneumatik berbasis arduino oleh responden dilakukan oleh mahasiswa yang sedang mengikuti mata kuliah mekatronika yang berjumlah 40 mahasiswa. Hasil analisis penilaian pengguna dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisis Data Penilaian Responden

| No | Aspek | Persentase | Kategori |
|--------------|---------------------------------------|------------|---------------------|
| 1. | Kualitas Edukatif (Materi) | 95% | Sangat Layak |
| 2. | Kualitas Instruksional (Pembelajaran) | 94% | Sangat Layak |
| 3 | Kualitas Teknis | 92% | Sangat Layak |
| 4. | Kualitas Estetika (Tampilan) | 94% | Sangat Layak |
| Total | | 94% | Sangat Layak |



Gambar 13. Diagram Hasil Penilaian Responden

Berdasarkan hasil penilaian dari responden atau pengguna diperoleh skor persentase dari aspek kualitas edukatif (materi) sebesar 95% dengan kategori "Sangat layak", aspek kualitas instruksional (pembelajaran) sebesar 94% dengan kategori "Sangat Layak", aspek kualitas teknis sebesar 92% dengan kategori "Sangat layak", aspek kualitas estetika (tampilan) sebesar 94% dengan kategori "Sangat Layak", serta

dengan diperoleh skor total persentase sebesar 94% dengan kategori "Sangat Layak".

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data pada penelitian dan pengembangan yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. *Training kit* mesin stempel pneumatik berbasis arduino sebagai media pembelajaran mata kuliah mekatronika dikembangkan dengan model ADDIE. Hasil penelitian dan pengembangan berupa *Training kit* mesin stempel pneumatik berbasis arduino dilengkapi dengan modul dan jobsheet sebagai media pendukung dari *training kit* mesin stempel pneumatik berbasis arduino. Batasan materi dari media pembelajaran *training kit* mesin stempel pneumatik berbasis arduino berdasarkan capaian pembelajaran pada rencana pembelajaran semester (RPS) yang digunakan di Prodi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY tahun ajaran 2023/2024.
2. Unjuk kerja dari *training kit* mesin stempel pneumatik berbasis arduino sebagai media pembelajaran mata kuliah mekatronika diuji coba secara mandiri dengan didapatkan hasil pengujian bahwa *training kit* mesin stempel pneumatik berbasis arduino dapat digunakan dan beroperasi secara baik, serta modul pembelajaran dan jobsheet berkesesuaian dengan penggunaan dan materi dari *training kit* mesin stempel pneumatik berbasis arduino.
3. Tingkat kelayakan *training kit* mesin stempel pneumatik berbasis arduino berdasarkan penilaian ahli media diperoleh skor persentase 91% dengan kategori "Sangat Layak", skor yang diperoleh dari ahli materi dengan persentase sebesar 93% dengan kategori "Sangat Layak", dan hasil penilaian dari responden dengan persentase total sebesar 94% dengan kategori "Sangat Layak."

DAFTAR PUSTAKA

- Aldi, Yohanes Prapaskah, Permata, Endi, & Fatkhurrohman, M. (2020). Trainer Kit Pneumatik sebagai Media Pembelajaran pada Mata Kuliah Mekatronika di Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro Untirta. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 5(2), 149–159.
- Arikunto, Suharsimi. (2016). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta
- Arsyad, Azhar. (2011). *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT Grafindo Persada.
- Era Industri 4.0 dan Kompetensi yang Dibutuhkan. (2018). Kemdikbud.go.id.
- Kurikulum | Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika. (2019). Uny.ac.id.
- Rusmayana, Taufik. (2021). *Model Pembelajaran Addie Integrasi Pedati*. Bandung: Widina Bhakti Persada Bandung.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian & Pengembangan: Research And Development*. Bandung: Alfabeta.
- Susilana, R., & Riyana, C. (2009). *Media Pembelajaran: Hakikat, Pengembangan, Pemanfaatan, dan Penilaian (1st ed.)*. Bandung: CV. Wacana Prima.
- Trianto. 2010. *Model Pembelajaran Terpadu, Konsep, Strategi dan Implementasinya dalam KTSP*. Jakarta: Bumi Aksara.