



# PENGEMBANGAN TRAINER PENDETEKSI FREKUENSI BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO R3 PADA MATA KULIAH FISIKA TEKNIK DI PROGRAM STUDI S1 PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO UNDIKSHA

Gede Sandita Widiada<sup>1</sup>, Nyoman Santiyadnya<sup>2</sup>, I Putu Suka Arsa<sup>3</sup>

Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja<sup>1,2,3</sup>

e-mail: [sandita@undiksha.ac.id](mailto:sandita@undiksha.ac.id), [santiyadnya@undiksha.ac.id](mailto:santiyadnya@undiksha.ac.id), [suka.arsa@undiksha.ac.id](mailto:suka.arsa@undiksha.ac.id)

## Article Info

### Article History:

Received: October 10, 2023

Revised: December 10, 2023

Accepted: April 01, 2024

### Keywords:

Trainer;  
Arduino R3;  
Engineering Physics.

## Informasi Artikel

### Kata Kunci:

Trainer;  
Arduino R3;  
Fisika Teknik.

## Publishing Info

✉ **Penulis yang sesuai:** (1) Gede Sandita Widiada, (2) Pendidikan Teknik Elektro, (3) Universitas Pendidikan Ganesha, (4) Jalan Udayana No.11, Singaraja, 81116, Indonesia, (5) Email: [widiadasandita@gmail.com](mailto:widiadasandita@gmail.com)

## ABSTRACT

*This research aims to develop a Frequency Detection Trainer Based on the Arduino Uno R3 Microcontroller in the Engineering Physics Course in the Undiksha Electrical Engineering Education Undergraduate Study Program. Knowing the feasibility of the Arduino Uno R3 Microcontroller Based Frequency Detection Trainer, and knowing the response of students to this trainer. This research is a classification of R&D (Research and Development) research. This research uses a percentage statistical analysis method which is used to process data from content experts, media experts, and field trials. This research uses a questionnaire as an instrument for collecting data from content experts, media experts and students. The results of the research were: the media expert test results got a percentage of 86% with very decent qualifications, the content expert validation test got a percentage of 91.67% with very decent qualifications. The score range for the 5 small group test respondents is all listed in very high qualifications, and the score range for the 10 large group test respondents is all listed in very high qualifications. The Arduino Uno R3 Microcontroller Based Frequency Detection Trainer is suitable for use in the learning process.*

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membuat Pengembangan Trainer Pendeteksi Frekuensi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3 Pada MataKuliah Fisika Teknik Di Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro Undiksha. Mengetahui kelayakan Trainer Pendeteksi Frekuensi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3, dan mengetahui respon dari peserta didikatau mahasiswa terhadap trainer ini. Penelitian ini tergolong klasifikasi penelitian R&D (Research and Development). Penelitian ini menggunakan metode analisa statistikpersentase digunakan sebagai mengolah data ahli isi,ahli media, dan uji coba di lapangan. Penelitian ini memakai kuesioner sebagai instrument pengambilan data dari ahli isi, ahli media, dan mahasiswa. Hasil riset diperoleh: hasil uji ahli media mendapatkan persentase sebesar 86% dengan kualifikasi sangat layak, uji validasi ahli isi mendapatkan presentase sebesar 91,67% dengan kualifikasi sangat layak. Rentang skor kepada 5 orang responden uji kelompok kecil seluruh tercantum dalam kualifikasi sangat tinggi, dan rentang skor untuk 10 orang responden uji kelompok besar seluruh tercantum dalam kualifikasi sangat tinggi. Trainer Pendeteksi Frekuensi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3 layak digunakan dalam proses pembelajaran.

Copyright © 2021 The Author(s). Published by Jurnal Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Bali, Indonesia. This is an open access article licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

## 1. Pendahuluan

Pendidikan pada hakikatnya sebagai usaha memanusiakan manusia (Sudjana, 1989). Karena itu, pendidikan berperan penting dalam menjamin kelangsungan hidup manusia sehingga perlu adanya berbagai upaya dan strategi untuk menciptakan lulusan yang berkualitas sesuai tujuan umum dalam pendidikan (Rozy, 2017). Fungsi dan tujuan pendidikan dijelaskan pada Bab II Pasal 3 UU RI No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, bahwa: “Pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab”.

Perkembangan teknologi dari hari ke hari semakin canggih yang tentusaja memberikan dampak pada dunia pendidikan, teknologi yang ada, tidak hanya berkembang untuk menggantikan peran manusia dalam pekerjaan, tetapi perkembangan teknologi membantu meningkatkan kualitas manusia dalam berbagai bidang, terutama dalam bidang pendidikan. Pendidikan saat ini sudah dirasuki oleh perkembangan teknologi seperti media pembelajaran yang menjadi trobosan dalam mencapai tujuan pendidikan nasional. Tony Bates (1995) menyatakan bahwa teknologi dapat meningkatkan kualitas dan jangkauan bila digunakan secara bijak untuk pendidikan dan latihan, dan mempunyai arti yang sangat penting bagi kesejahteraan ekonomi. Alisjahbana I. (1966) mengemukakan bahwa pendekatan pendidikan dan pelatihan nantinya akan bersifat “Saat itu juga (*Just on Time*)”. Teknik pengajaran baru akan bersifat dua arah, kolaboratif, dan inter-disipliner. Romiszowski & Mason (1996) memprediksi penggunaan “*Computer-based Multimedia Communication (CMC)*” yang bersifat sinkron dan asinkron.

Seorang pendidik tidak hanya dinilai dari ilmu pengetahuan yang dimiliki, tetapi yang tidak kalah pentingnya pendidik bisa melaksanakan proses belajarmengajar yang menarik untuk peserta didik. Salah satu upaya pendukung dalam proses belajar mengajar yang menarik bagi peserta didik dengan melakukan inovasi pembelajaran. Salah satu inovasi pembelajaran yang bisa dilakukan oleh tenaga pendidik adalah dengan mengembangkan media pembelajaran yang mempunyai daya tarik dan kemampuan untuk membantu menyampaikan materi tenaga pendidik dan peserta didik mudah menyerap materi yang diberikan. Perkembangan informasi dan teknologi memiliki potensi besar untuk pengembangan media pembelajaran, dimana peserta didik tidak hanya sebagai penerima, tetapi memiliki pengalaman dalam pengoperasian langsung pada media pembelajaran.

Di Indonesia, jenjang pendidikan formal terdiri dari pendidikan dasar, pendidikan menengah, dan pendidikan tinggi. Pendidikan tinggi sebagai jenjang tahap akhir opsional pada pendidikan formal yang diperlukan strategi dan upaya memanusiakan manusia, seperti Universitas Pendidikan Ganesha yang memiliki 8 Fakultas beralamat di Jalan Udayana. Fakultas yang ada, salah satunya Fakultas Teknik dan Kejuruan pada Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro dalam menerapkan proses pembelajaran masih diperlukannya berbagai media pembelajaran untuk membantu tenaga pendidik menyampaikan materi menjadi menarik dan memberi pengalaman baru kepada mahasiswa sehingga tercapai pembelajaran yang efektif. S1 Pendidikan Teknik Elektro memiliki beberapa media pembelajaran seperti Media Pembelajaran AC, Media Pembelajaran Instalasi Listrik, dan Trainer Motor Listrik, sedangkan untuk media pembelajaran pada mata kuliah Fisika Teknik belum ada, sehingga mengurangi minat belajar dan menurunnya tingkat pemahaman mahasiswa dalam mengikuti proses pembelajaran. Dalam mencapai pemahaman serta objek yang dapat dilihat langsung oleh mahasiswa membutuhkan adanya media pembelajaran sebagai pendukung proses pembelajaran pada mata kuliah Fisika Teknik.

Mata kuliah Fisika Teknik tidak asing bagi mahasiswa Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro karena menjadi teori dasar elektro, sehingga apabila pada mata kuliah Fisika Teknik mahasiswa kurang berminat serta menurunnya tingkat pemahaman menyebabkan kurangnya dasar pengetahuan tentang elektro. Materi yang ada pada mata kuliah Fisika Teknik cukup sulit dan mahasiswamemiliki hambatan dalam memahami materi yang disampaikan oleh tenaga pendidik, keterbatasan dalam penguasaan konsep dan pemahaman pada mata kuliah Fisika Teknik karena kurangnya media pembelajaran dan proses pembelajaran yang masih menerapkan metode konvensional (metode ceramah) serta dalam praktiknya tenaga pendidik masih menggunakan alat seadanya seperti media *powerpoint*, buku, dan alat peraga seadanya.

Berdasarkan pengalaman dalam menempuh pendidikan serta wawancara dengan tenaga pendidik pengampu mata kuliah Fisika Teknik, mahasiswa mengalami pemborosan waktu belajar, terutama pada praktikum materi getaran dan gelombang (Frekuensi) yang menggunakan alat seadanyamenyebabkan timbulnya banyak pertanyaan dari mahasiswa serta pembahasan materi yang berlarut-larut karena kurangnya media pembelajaran pendukung dalam membantu proses pembelajaran menjadi kendala berat dan masalah utama menempuh pendidikan pada mata kuliah Fisika Teknik. Media pembelajaran berupa trainer dalam membantu mahasiswa mengetahui Frekuensi belum ada di Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro, metode konvensional dinilai kurang efektif dan efisien. Media pembelajaran yang dibuat pada mata kuliah Fisika Teknik materi gelombang sangat sederhana dan mudah digunakan yang berbentuk persegi panjang dengan ukuran 20 cm x 10 cm yang mudah digenggam dan mudah dibawa kemana-mana untuk menangkap Frekuensi, kemudian terdapat *display* berukuran 6 cm x 2 cm untuk membaca hasil Frekuensi serta sudah menerapkan sistem kontrol arduino uno r3. Berdasarkan uraian latar belakang yang dijelaskan, perlu dilakukan penelitian dengan judul: “Pengembangan Trainer Pendeteksi Frekuensi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3 Pada Mata Kuliah Fisika Teknik Di Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro Undiksha”.

## 2. Metode

Penelitian media ini bertujuan membantu permasalahan pada Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro mata kuliah Fisika Teknik materi gelombang. Media pembelajaran yang dikembangkan yaitu Trainer Pendeteksi Frekuensi. Menurut Sugiyono (Suryadi, 2019) Penelitian pengembangan yang menghasilkan produk tertentu untuk bidang administrasi, pendidikan, dan sosial lainnya masih rendah padahal banyaknyaproduk tertentu dalam bidang pendidikan dan sosial yang perlu dihasilkan melalui *Research and Development* (R&D). Metode penelitian yang digunakan penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian pengembangan (*Research & Development*). Metode penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertntu, dan menguji keefektifan produk tersebut. (dalam Suryadi, 2019). Menurut sugiyono (dalam Suryadi, 2019)) metode penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Untuk dapat menghasilkan produk tertentu digunakan penelitian yang bersifat analisis kebutuhan dan untuk menguji keefektifan produk tersebut supaya dapat berfungsi. Jadi penelitian dan pengembangan bersifat longitudinal (bertahap bisa *multy years*).

Dalam penelitian ini untuk penilaian ahli isi dan ahli media dalam penelitian ini menggunakan teknik analisa data statistik deskriptif persentase jenis data yang digunakan adalah data kuantitatif. Pada Tabel 3.1 menunjukkan kualifikasi penilaian validator Ahli Isi, dan ahli media, kualifikasi penilaian ini diberikan kepada validator yang mengisi lembar validasi. Kemudian untuk menganalisis data kuantitatif yang diperoleh melalui angket menggunakan rumus persentase, selanjutnya diolah dengan rumus analisis sebagai berikut:

$$P = \frac{X}{Xi} \times 100\% \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan:

- P = Persentase skor  
 X = Jumlah skor yang di observasi  
 Xi = Jumlah skor maksimum ideal

Untuk menentukan kualifikasi dari tingkat kelayakan penilaian berdasarkan persentase yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan persentase skor ideal ( skor maksimum ) = 100%
2. Menentukan persentase skor terendah ( skor minimum ) = 0%
3. Menentukan range, yaitu  $100 - 0 = 100\%$
4. Menetapkan kelas interval, yaitu = 4 ( Sangat layak, Layak, Cukup layak, Tidak layak).
5. Menentukan panjang interval

Berdasarkan perhitungan maka tabel *range* persentase dan kualifikasi kuantitatif dapat ditetapkan sebagai berikut.

$$\frac{100}{4} \times 25\%$$

Tabel 3.3 Kualifikasi Tingkat kelayakan Berdasarkan Persentasi

| Persentasi Pencapaian    | Skala Nilai | Kualifikasi        |
|--------------------------|-------------|--------------------|
| $81\% \leq S \leq 100\%$ | 5           | Sangat Layak       |
| $61\% \leq S \leq 80\%$  | 4           | Layak              |
| $41\% \leq S \leq 60\%$  | 3           | Cukup Layak        |
| $21\% \leq S \leq 40\%$  | 2           | Tidak Layak        |
| $30\% \leq S \leq 20\%$  | 1           | Sangat Tidak Layak |

(Sumber: Arikunto dalam (Ahmad Fauzan, 2011:34-35)

Jika skor validasi yang di dapat minimal 51 % maka media pembelajaran tersebut layak dan dapat digunakan atau dimanfaatkan sebagai media pembelajaran dalam kegiatan pembelajaran. Untuk respon peserta didik pada media dalam penelitian ini menggunakan teknik analisa data standar skala lima dan jenis data yang digunakan adalah data kuantitatif. Pada tabel 3.2 menunjukan kategori penilaian respon peserta didik terhadap media, kriteria penilaian ini diberikan kepada peserta didik yang sebagai responden untuk mengisi lembar validasi. Selanjutnya untuk menganalisis data kuantitatif yang didapat dari angket metode standar skala lima yang disesuaikan dengan kurva normal dibawah ini:

1. Penyusunan distribusi Frekuensi. Apabila banyak skor yang diolah kurang dari 30, maka digunakan table distribusi frekuensi tunggal, dan apabila banyak skor lebih dari 30, maka digunakan distribusi frekuensi bergolong.

2. Mencari skor maksimal ideal dan skor minimum ideal  
 $Xi \text{ Maksimum} = \text{Jumlah Butir} \times \text{Skala Tertinggi}$   
 $Xi \text{ Minimum} = \text{Jumlah Butir} \times \text{Skala Terendah}$
3. Menghitung rata – rata ideal respons peserta didik dengan rumus :

$$Mi = \frac{1}{2} (Xi \text{ maksimum} + Xi \text{ minimum}) \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan:

- $M$  = rata – rata (*mean*) ideal
- $Xi \text{ maksimum}$  = skor maksimum ideal
- $Xi \text{ minimum}$  = skor minimum ideal

4. Menghitung Standar Deviasi ideal peserta didik dengan rumus

$$SDi = \frac{1}{6} (Xi \text{ maksimum} + Xi \text{ minimum})$$

Keterangan:

- $Sdi$  = standar deviasi ideal
- $Xi \text{ maksimum}$  = skor maksimum ideal
- $Xi \text{ minimum}$  = skor minimum ideal

Selanjutnya untuk tabel *range* dan kriteria kualitatif untuk respons Mahasiswa dapat ditetapkan sebagai berikut.

Tabel 3.4 Kategori Tingkat Respon Mahasiswa

| Skor Mentah (S)                          | Kategori      |
|--|---------------|
| $S > (Mi + 1,5 SDi)$                     | Sangat Tinggi |
| $(Mi + 0,5 SDi) < S \leq (Mi + 1,5 SDi)$ | Tinggi        |
| $(Mi - 0,5 SDi) < S \leq (Mi + 0,5 SDi)$ | Sedang        |
| $(Mi - 1,5 SDi) < S \leq (Mi - 0,5 SDi)$ | Rendah        |
| $S \leq (Mi - 1,5 SDi)$                  | Sangat Rendah |

(Sumber: Saifuddin Azwa, 2012:148)

Keterangan:

- $S$  = skor perindividu
- $Mi$  = rata – rata (*mean*) ideal
- $SDi$  = standar deviasi ideal

Apabila skor validasi yang didapat minimal sedang, maka media pembelajaran mendapatkan respon yang baik dari peserta didik dan sudah bisa dimanfaatkan sebagai media pembelajaran dalam kegiatan mengajar.

### 3. Hasil Dan Pembahasan

#### A. Potensi dan Masalah

Pada penelitian ini dilakukan observasi awal ke tempat pelaksanaan penelitian guna mencari potensi masalah dalam proses pembelajaran di Mata kuliah Fisika Teknik pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Undiksha, observasi dilakukan dengan cara mewawancarai Dosen Pengampu mata kuliah Fisika Teknik di Program studi Pendidikan Teknik Elektro Undiksha.

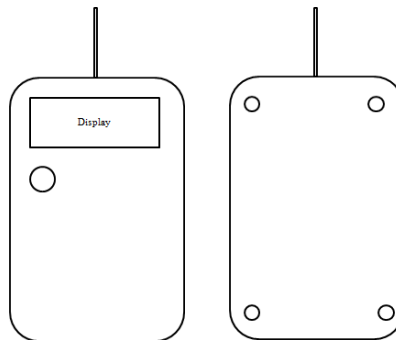
#### B. Pengumpulan Data

Pengumpulan informasi dilakukan agar mendapatkan informasi yang konkret terkait dengan penelitian yang akan dilakukan di Prodi Pendidikan Teknik Elektro Undiksha. Selanjutnya melakukan studi literatur yang dilakukan dengan mencari buku-buku yang berkaitan dengan Fisika Teknik dan juga mencari beberapa sumber dari internet yang nantinya dijadikan acuan membuat penelitian.

#### C. Desain Produk

##### 1. Trainer

Pada penelitian dan pengembangan ini dibuat perencanaan media yang akan dikembangkan, tahap awal yang dilakukan adalah membuat sebuah desain dari Trainer Pendeteksi Frekuensi berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3. Desain dibuat dengan menggambar tata letak komponen, desain yang dibuat juga nantinya akan digunakan sebagai desain pada sebuah kotak hitam. Desain dibuat dengan skala yang telah ditentukan agar hasilnya sesuai dengan ukuran papan akrilik yang telah dipersiapkan.



Gambar 4.1 Desain Produk Tampak Depan dan Belakang

##### 2. Modul Praktikum

Buku panduan penggunaan Trainer Pendeteksi Frekuensi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3 ini dibuat dengan ukuran kertas A4. Modul ini memuat tentang materi getaran dan gelombang (frekuensi), cara penggunaan, dan latihan praktikum untuk peserta didik.



Gambar 4.2 Modul Praktikum Trainer

### 3. Video Tutorial

Selain adanya modul praktikum untuk kegiatan belajar, proses belajar menjadi menarik dengan adanya video tutorial yang bisa menuntun peserta didik cara penggunaan dan langkah-langkah yang dilakukan dalam proses belajar. Dengan adanya tambahan video tutorial ini, peserta didik tidak bergantung pada tenaga pendidik dan lebih aktif belajar serta bereksplorasi diluar ruangan.



Gambar 4.3 Cuplikan Video Tutorial Trainer

#### D. Validasi Desain

Validasi desain dari trainer dan video tutorial penggunaan trainer dilakukan oleh Dosen pengampu mata kuliah Fisika Teknik di Program Studi Teknik Elektro Undiksha yang sekaligus menjadi validator ahli isi dalam media pembuatan media pembelajaran, validasi modul praktikum dilakukan oleh dosen pembimbing.

#### E. Revisi Desain

Pada tahap revisi desain trainer dan video tutorial yang dilakukan oleh dosen pengampu pada mata Kuliah Fisika Teknik di Teknik Elektro Undiksha, hasil yang didapatkan yaitu revisi pada trainer berupa peletakan komponen, revisi penambahan pengaman pada media. Untuk modul praktikum dilakukan revisi oleh dosen pembimbing terkait dengan tata penulisan serta perubahan isi modul praktikum.

#### F. Pembuatan Produk

Sebelum pembuatan trainer dilakukan proses perancangan, dan pembuatan desain.

Setelah rancangan dan desain disetujui maka dilanjutkan dengan mempersiapkan peralatan dan bahan-bahan yang akan digunakan untuk membuat trainer. Beberapa peralatan dan bahan-bahan disiapkan secara individu. Trainer yang dikembangkan dibuat dengan box plastik BX-X4 dengan bentuk persegi panjang sesuai dengan desain yang telah disetujui. Box plastik BX-X4 dengan bentuk persegi panjang sesuai dengan desain tersebut digunakan sebagai tempat pemasangan komponen yang digunakan dalam Rangkaian Pendeteksi Frekuensi.

Trainer dibuat dengan bantuan alat-alat tangan seperti Bor listrik, Gerinda, Gerinda mini jigsaw, dan juga peralatan lainnya. Dalam pengoperasiannya trainer ini masing-masing komponen dihubungkan dengan kabel penghubung pada masing-masing komponen, pada pengoperasiannya peserta didik tidak perlu menggunakan komponen dan peralatan lainnya. Peserta didik hanya menggunakan trainer dan membawa modul praktikum yang sudah disediakan saja.



Gambar 4.4 Trainer

Trainer ini dibuat untuk bisa digunakan diluar ruangan yang mengajak peserta didik belajar sambil mengeksplor perangkat elektronik yang ada di lingkungan Fakultas ataupun Universitas.

#### G. Uji Coba Produk

Setelah trainer selesai dibuat, maka dilakukan uji coba awal guna mengetahui trainer mampu bekerja dengan baik. Setelah semua komponen dalam trainer bekerja dengan baik maka dilakukan uji ahli. trainer diujikan untuk isi dan juga medianya, untuk uji validasi ahli isi, dipilih validator yang bernama Wayan Mahardika Prasetya Wiratama, S.Pd., M.Pd. yang selaku dosen pengampu mata kuliah fisika teknik di Prodi Teknik Elektro Undiksha sedangkan untuk uji validasi ahli media dipilih validator yang bernama I Gede Nurhayata, S.T., M.T. yang selaku dosen Teknik Elektro Undiksha yang merupakan rekomendasi dari Dosen Pembimbing karena beliau merupakan orang yang berkecimpung dalam bidang mikrokontrol. Pada saat uji validasi ahli media dan juga ahli isi, selain menyerahkan kuesioner peneliti juga menyerahkan



modul praktikum trainer pendeteksi frekuensi kepada validator sebagai kelengkapan dari trainer yang dibuat.

a. Hasil Uji Validasi Ahli Isi

Tabel 4.1 Hasil Uji Validasi Ahli Isi

| No | Aspek Penilaian   | X | X <sub>i</sub> | P (%) | Kriteria     |
|----|---|---|----------------|-------|--------------|
| 1  | Penggunaan media pembelajaran sesuai dengan materi gelombang pada pembelajaran Fisika Teknik.   | 5 | 5              | 100   | Sangat Layak |
| 2  | Penggunaan media pembelajaran membantu pembelajaran Fisika Teknik.  | 5 | 5              | 100   | Sangat Layak |
| 3  | Penggunaan media pembelajaran memberi motivasi belajar peserta didik  | 4 | 5              | 80    | Layak        |
| 4  | Penggunaan media pembelajaran meningkatkan perhatian bagipeserta didik atau mahasiswa.  | 4 | 5              | 80    | Layak        |
| 5  | Penggunaan media pembelajaran membantu pengajar dalam proses penyampaian materi pembelajaran.   | 5 | 5              | 100   | Sangat Layak |
| 6  | Penggunaan media pembelajaran membantu peserta didik dalam memahami tujuan materigelombang pada pembelajaran Fisika Teknik.   | 4 | 5              | 80    | Layak        |
| 7  | Media pembelajaran alat bantu trainer pendeteksi gelombang elektromagnetik berbasismikrokontroler arduino uno R3 membantu peserta didik aktif mengikuti pembelajaran materi Gelombang pada Fisika Teknik.     | 5 | 5              | 100   | Sangat Layak |
| 8  | Materi media pembelajaran alat bantu trainer pendeteksi gelombang elektro magnetikberbasis mikrokontroler arduino uno R3 melengkapi proses belajar-mengajar materi gelombang pada pembelajaran Fisika Teknik. | 5 | 5              | 100   | Sangat Layak |
| 9  | Penggunaan media pembelajaran mudah untuk diajarkan dandigunakan.   | 5 | 5              | 100   | Sangat Layak |
| 10 | Penggunaan media pembelajaran mudah dipahami.   | 4 | 5              | 80    | Layak        |
| 11 | Media pembelajaran alat bantu Trainer pendeteksi frekuensi berbasis mikrokontroler arduinouno R3 dapat digunakan untuk mengembangkan media pembelajaran lain.   | 4 | 5              | 80    | Layak        |

|              |  |    |    |        |              |
|--------------|--|----|----|--------|--------------|
| 12           | Media pembelajaran alat bantu trainer pendeteksi frekuensiberbasis mikrokontroler arduino uno R3 dapat digunakan sebagai pelengkap pada media pembelajaran lain. | 5  | 5  | 100    | Sangat Layak |
| Jumlah Total |  | 55 | 60 | 91,67% | Sangat Layak |

Berdasarkan hasil penilaian oleh ahli isi sebagaimana pada tabel 4.1 yang tertuju pada perhitungan yang terdapat pada tabel 3.3 sehingga didapatkan kriteria “Sangat Layak” dengan 91,67%. Dengan kriteria yang mencapai 91,67% masih ada beberapapoin yang harus diperbaiki pada trainer pendeteksi frekuensi ini untuk dapat digunakan dengan baik dan sesuai kebutuhan prosesbelajar.

b. Hasil Uji Validasi Ahli Media

Tabel 4.2 Hasil Uji Validasi Ahli Media

| No           | Aspek Penilaian  | X  | X <sub>i</sub> | P (%) | Kriteria     |
|--------------|--|----|----------------|-------|--------------|
| 1            | Media pembelajaran relevan dengan materi pelajaran FisikaTeknik.           | 5  | 5              | 100   | Sangat Layak |
| 2            | Media pembelajaran sesuai dengan materi gelombang.                         | 4  | 5              | 80    | Layak        |
| 3            | Metode pengukuran nilai ada media pembelajaran diuraikan dengan jelas.     | 4  | 5              | 80    | Layak        |
| 4            | Penggunaan media pembelajaran diuraikan dengan jelas.                      | 4  | 5              | 80    | Layak        |
| 5            | Materi yang dimuat pada media pembelajaran mudah dipahami.                 | 4  | 5              | 80    | Layak        |
| 6            | Materi pada media pembelajaran kontekstual dengan pelajaran Fisika Teknik. | 4  | 5              | 80    | Layak        |
| 7            | Kelengkapan komponen padamedia pembelajaran sesuai dengan materi.          | 4  | 5              | 80    | Layak        |
| 8            | Komponen untuk penggunaan media pembelajaran lengkap dan mudah dipahami.   | 4  | 5              | 80    | Layak        |
| 9            | Perancangan bentuk mediapembelajaran baik.                                 | 5  | 5              | 100   | Sangat Layak |
| 10           | Media pembelajaran mudahdalam pengoperasiannya.                            | 5  | 5              | 100   | Sangat Layak |
| Jumlah Total |  | 43 | 50             | 86%   | Sangat Layak |

Berdasarkan hasil penilaian oleh ahli isi sebagaimana pada tabel 4.1 yang tertuju pada perhitungan yang terdapat pada tabel 3.3 sehingga didapatkan kriteria “Sangat Layak” dengan 86%. Dengan kriteria yang mencapai 86% masih ada beberapa poin yang harus diperbaiki pada trainer pendeteksi frekuensi ini untuk dapat digunakan dengan baik dan sesuai kebutuhan prosesbelajar.

## H. Revisi Produk

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari uji ahli isi dan uji ahli media ada beberapa poin yang harus direvisi, penelitian diarahkan untuk menambah materi sampai memenuhi level C4.

1. Revisi dari Ahli Isi, Menurut validator ahli isi yang menguji trainer ini. Peneliti diarahkan untuk menambahkan materi pada modul praktikum agar bisa mengakomodasi tujuan pembelajaran minimal level C4.
2. Revisi dari Ahli Media, Menurut validator ahli media yang menguji trainer ini, menyatakan dalam trainer ini sudah sangat layak dan tidak dilakukan revisi, akan tetapi melihat sistem pendidikan yang terus terjadi pembaharuan semoga trainer ini bisa dikembangkan untuk membantu kegiatan belajar kedepan.

## I. Uji Coba Pemakaian

Pada tahap ini, melanjutkan pengembangan trainer ini dengan menguji langsung pada peserta didik yang terdiri dari kelompok kecil (5 Orang) dan kelompok besar (10 orang) yang sudah ditentukan oleh pengampu mata kuliah fisika teknik dan mendapatkan hasil sebagai berikut.

### 1. Uji Coba Kelompok Kecil Tabel 4.3. Hasil Uji Kelompok kecil

| Kode | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | X<br>(Skor<br>Total) |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------------------|
| A1   | 5  | 5  | 4  | 5  | 4  | 5  | 5  | 4  | 4  | 5  | 5  | 4  | 4  | 5  | 5  | 4  | 5  | 5  | 4  | 5  | 92                   |
| A2   | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 4  | 4  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 4  | 5  | 4  | 5  | 5  | 96                   |
| A3   | 5  | 4  | 5  | 5  | 5  | 4  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 95                   |
| A4   | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 4  | 5  | 4  | 4  | 3  | 4  | 5  | 4  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 4  | 5  | 92                   |
| A5   | 5  | 5  | 4  | 4  | 5  | 5  | 5  | 5  | 3  | 4  | 4  | 5  | 4  | 4  | 5  | 5  | 5  | 4  | 4  | 5  | 90                   |
| Jml  | 25 | 24 | 23 | 24 | 24 | 23 | 25 | 23 | 20 | 21 | 23 | 23 | 21 | 23 | 25 | 23 | 25 | 23 | 22 | 25 | 465                  |

#### a. Mencari Xi Maksimum

$Xi \text{ Maksimum} = \text{Jumlah Butir} \times \text{Skala Tertinggi}$

$$Xi \text{ Maksimum} = 20 \times 5$$

$$Xi \text{ Maksimum} = 100$$

#### b. Mencari Xi Minimum

$Xi \text{ Minimum} = \text{Jumlah Butir} \times \text{Skala Terendah}$

$$Xi \text{ Minimum} = 20 \times 0$$

$$Xi \text{ Minimum} = 0$$

#### c. Mencari rata-rata ideal

$$Mi = 1/2 (Xi \text{ Maksimum} + Xi \text{ Minimum})$$

$$Mi = 1/2 (100+0) Mi = 50$$

$$\text{Rata-rata ideal (Mi)} = 50$$

#### d. Mencari standar deviasi ideal

$$SDi = 1/5 (Xi \text{ Maksimum} + Xi \text{ Minimum})$$

$$SDi = 1/5 (100 + 0)$$

$$SDi = 20$$

$$\text{Standar deviasi idel (SDi)} = 20$$

#### e. Mencari rentang skor

Berdasarkan tabel 4.3. Maka rentang skor untuk ujikelompokkecil sebagai berikut:

$$1) S > (20 + 1.5 \times 20)$$

- $S > (50)$
- 2)  $(20 + 0.5 \times 20) < S \leq (20 + 1.5 \times 20)$   
 $(30) < S \leq (50)$
  - 3)  $(20 - 0.5 \times 20) < S \leq (20 + 0.5 \times 20)$   
 $(10) < S \leq (30)$
  - 4)  $(20 - 1.5 \times 20) < S \leq (20 - 0.5 \times 20)$   
 $(-10) < S \leq (10)$
  - 5)  $S \leq (20 - 1.5 \times 20)$   
 $S \leq -10$

Berdasarkan hasil dari perhitungan diatas maka didapatkan Tabel 4.4 dan 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4.4 Rentang Skor Uji Coba Kelompok Kecil

| No | Rentang Skor          | Kategori           |
|----|-----------------------|--------------------|
| 1  | $S > (50)$            | Sangat Tinggi (ST) |
| 2  | $(30) < S \leq (50)$  | Tinggi (T)         |
| 3  | $(10) < S \leq (30)$  | Sedang (S)         |
| 4  | $(-10) < S \leq (10)$ | Rendah (R)         |
| 5  | $S \leq -10$          | Sangat Rendah (SR) |

Tabel 4.5 Jumlah Responden Pada Kategori Kelompok Kecil

| No | Kategori           | Jumlah  | Persentase (100%) |
|----|--------------------|---------|-------------------|
| 1  | Sangat Tinggi (ST) | 5 Orang | 100 %             |
| 2  | Tinggi (T)         | 0 Orang | 0 %               |
| 3  | Sedang (S)         | 0 Orang | 0 %               |
| 4  | Rendah (R)         | 0 Orang | 0 %               |
| 5  | Sangat Rendah (SR) | 0 Orang | 0 %               |
|    | Jumlah             | 5 Orang | 100 %             |

Berdasarkan hasil uji kelompok kecil pada tabel 4.3 mendapatkan skorterenah adalah 90 dengan kategori sangat tinggi dengan respon yang sangat baik. Dengan perolehan hasil ini, peserta didik kategori kelompok kecil mampu menggunakan trainer pendeteksi frekuensi dengan sangat baik.

## 2. Uji Coba Kelompok Besar

Tabel 4.6 Hasil Uji Kelompok Besar

| Kode | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | X<br>(Skor<br>Total) |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------------------|
| A1   | 5  | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 5  | 4  | 5  | 4  | 5  | 5  | 4  | 4  | 5  | 4  | 5  | 5  | 4  | 5  | 91                   |
| A2   | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 4  | 5  | 5  | 4  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 98                   |
| A3   | 5  | 5  | 4  | 5  | 5  | 5  | 4  | 5  | 5  | 4  | 5  | 5  | 5  | 4  | 5  | 4  | 5  | 5  | 5  | 5  | 95                   |
| A4   | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 4  | 4  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 4  | 97                   |
| A5   | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 100                  |
| A6   | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 4  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 99                   |
| A7   | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 5  | 5  | 4  | 5  | 4  | 5  | 4  | 4  | 5  | 5  | 5  | 5  | 4  | 5  | 5  | 92                   |
| A8   | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 4  | 5  | 5  | 5  | 5  | 4  | 4  | 5  | 4  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 96                   |
| A9   | 5  | 5  | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 4  | 5  | 4  | 4  | 5  | 4  | 4  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 92                   |
| A10  | 5  | 5  | 5  | 4  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 99                   |
| Jml  | 50 | 50 | 48 | 47 | 47 | 47 | 47 | 46 | 50 | 44 | 47 | 48 | 47 | 46 | 50 | 48 | 50 | 49 | 49 | 49 | 959                  |

- a. Mencari Xi Maksimum  
 $\text{Xi Maksimum} = \text{Jumlah Butir} \times \text{Skala Tertinggi}$   
 $\text{Xi Maksimum} = 20 \times 5$   
 $\text{Xi Maksimum} = 100$
- b. Mencari Xi Minimum  
 $\text{Xi Minimum} = \text{Jumlah Butir} \times \text{Skala Terendah}$   
 $\text{Xi Minimum} = 20 \times 0$   
 $\text{Xi Minimum} = 0$
- c. Mencari rata-rata ideal  
 $M_i = 1/2 (\text{Xi Maksimum} + \text{Xi Minimum})$   
 $M_i = 1/2 (100+0)$   
 $M_i = 50$   
Rata – rata ideal ( $M_i$ ) = 50
- d. Mencari standar deviasi ideal  
 $\text{SD}_i = 1/5 (\text{Xi Maksimum} + \text{Xi Minimum})$   
 $\text{SD}_i = 1/5 (100 + 0)$   
 $\text{SD}_i = 20$   
Standar deviasi idel ( $\text{SD}_i$ ) = 20
- e. Mencari rentang skor  
Berdasarkan tabel 4.3. Maka rentang skor untuk uji kelompok kecil sebagai berikut:
  - 1)  $S > (25 + 1.5 \times 20) S > (55)$
  - 2)  $(25 + 0.5 \times 20) < S \leq (25 + 1.5 \times 20)$   
 $(35) < S \leq (55)$
  - 3)  $(25 - 0.5 \times 20) < S \leq (25 + 0.5 \times 20)$   
 $(15) < S \leq (35)$
  - 4)  $(25 - 1.5 \times 20) < S \leq (25 - 0.5 \times 20)$   
 $(-5) < S \leq (15)$
  - 5)  $S \leq (25 - 1.5 \times 20)$   
 $S \leq -5$

Berdasarkan hasil dari perhitungan diatas maka didapatkan Tabel 4.4 dan 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4.7 Rentang Skor Uji Coba Kelompok Besar

| No | Rentang Skor         | Kategori           |
|----|----------------------|--------------------|
| 1  | $S > (55)$           | Sangat Tinggi (ST) |
| 2  | $(35) < S \leq (55)$ | Tinggi (T)         |
| 3  | $(15) < S \leq (35)$ | Sedang (S)         |
| 4  | $(-5) < S \leq (15)$ | Rendah (R)         |
| 5  | $S \leq -15$         | Sangat Rendah (SR) |

Tabel 4.8 Jumlah Responden Pada Kategori Kelompok Besar

| No     | Kategori           | Jumlah   | Persentase (100%) |
|--------|--------------------|----------|-------------------|
| 1      | Sangat Tinggi (ST) | 10 Orang | 100 %             |
| 2      | Tinggi (T)         | 0 Orang  | 0 %               |
| 3      | Sedang (S)         | 0 Orang  | 0 %               |
| 4      | Rendah (R)         | 0 Orang  | 0 %               |
| 5      | Sangat Rendah (SR) | 0 Orang  | 0 %               |
| Jumlah |                    | 10 Orang | 100 %             |

Berdasarkan hasil uji kelompok kecil pada tabel 4.6 mendapatkan skorterdendah adalah 91 dengan kategori sangat tinggi dengan respon yang sangat baik. Dengan perolehan hasil ini, peserta didik kategori kelompok besar mampu menggunakan trainer pendeteksi frekuensi dengan sangat baik.

#### J. Revisi Produk

Setelah melakukan uji coba pemakaian yang dilakukan secara dua tahap dengan melibatkan mahasiswa Undiksha prodi Pendidikan Teknik Elektro didapatkan hasil respon peserta didik dengan kualifikasi sangat tinggi, maka tidak ada revisi produk yang dilakukan setelah uji coba pemakaian.

#### K. Produksi Masal

Pada Pengembangan Trainer Pendeteksi Frekuensi Berbasis Mikrokontroler ini tidak dilakukan produksi masal karena keterbatasan waktu, biaya, dan kemampuan dari peneliti.

#### L. Analisis Data dan Pelaporan

Berdasarkan data yang diperoleh melalui validator ahli isi dan validator ahli media serta peserta didik mahasiswa semester 1 Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro Undiksha dapat diuraikan sebagai berikut.

##### 1. Analisis Hasil Validasi Ahli Isi

Analisis hasil berdasarkan hasil penilaian oleh ahli isi sebagaimana pada tabel 4.1 yang tertuju pada perhitungan yang terdapat pada tabel 3.3 sehingga didapatkan kriteria "Sangat Layak" dengan 91,67%. Dengan kriteria yang mencapai 91,67% masih ada beberapa poin yang harus diperbaiki pada trainer pendeteksi frekuensi ini untuk dapat digunakan dengan baik dan sesuai kebutuhan proses belajar. Menurut validator ahli isi yang menguji trainer ini. Peneliti diarahkan untuk menambahkan materi pada modul praktikum agar bisa mengakomodasi tujuan pembelajaran minimal level C4.

## 2. Analisis Hasil Validasi Ahli Media

Analisis hasil berdasarkan hasil penilaian oleh ahli isi sebagaimana pada tabel 4.1 yang tertuju pada perhitungan yang terdapat pada tabel 3.3 sehingga didapatkan kriteria “Sangat Layak” dengan 86%. Dengan kriteria yang mencapai 86% masih ada beberapapoin yang harus diperbaiki pada trainer pendeteksi frekuensi ini untuk dapat digunakan dengan baik dan sesuai kebutuhan proses belajar. Menurut validator ahli media yang menguji trainer ini, menyatakan dalam trainer ini sudah sangat layak dan tidak dilakukan revisi, akan tetapi melihat sistem pendidikan yang terus terjadi pembaharuan semoga trainer ini bisa dikembangkan untuk membantu kegiatan belajar kedepan.

## 3. Analisis Hasil Uji Coba Kelompok Kecil

Berdasarkan hasil uji kelompok kecil pada tabel 4.3 mendapatkan skor terendah adalah 90 dengan kategori sangattinggi dengan respon yang sangat baik. Dengan perolehan hasil ini, peserta didik kategori kelompok kecil mampu menggunakan trainer pendeteksi frekuensi dengan sangat baik.

## 4. Analisis hasil Uji Coba Kelompok Besar

Berdasarkan hasil uji kelompok kecil pada tabel 4.6 mendapatkan skor terendah adalah 91 dengan kategori sangattinggi dengan respon yang sangat baik. Dengan perolehan hasil ini, peserta didik kategori kelompok besar mampu menggunakan trainer pendeteksi frekuensi dengan sangat baik.

## 4. Kesimpulan Dan Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka terdapat beberapa saran mengenai Pengembangan Trainer Pendeteksi Frekuensi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3 untuk mata kuliah Fisika Teknik adalah sebagai berikut:

1. Bagi Dosen, Dengan adanya Trainer Pendeteksi Frekuensi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3 diharapkan dosen dapat menggunakan media pembelajaran ini sebagai sarana penunjang dalam proses belajar mengajar di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Undiksha pada mata Kuliah Sistem Kendala.
2. Bagi Mahasiswa, Dengan adanya Trainer Pendeteksi Frekuensi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3 diharapkan mahasiswa mampu mengikuti mata kuliah Fisika Teknik dengan baik serta dapat menambah wawasan mahasiswa agar dapat bersaing di dunia kerja nantinya.
3. Bagi Peneliti Lainnya, Trainer Pendeteksi Frekuensi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3 ini masih jauh dari kata sempurna, masih terdapat kekurangan-kekurangan yang kedepannya harus disempurnakan lagi. Perlu penguatan penerimaan sinyal frekuensi, penambahan rangkaian pengukur periode frekuensi penempatan tatak letak komponen yang masih harus disempurnakan, perlu penambahan materi untuk memenuhi tingkat level C4, serta perlu adanya inovasi agar media pembelajaran dapat menjadi lebih interaktif lagi.

## Daftar Pustaka

Arif, H. M., Suhirman, L., Karuru, P., Mawene, A., Supriyadi, A., Junaidin, M. P., ... & Prastawa, S. (2024). *KONSEP DASAR TEORI PEMBELAJARAN*. Cendikia Mulia Mandiri.

Basri, I. Y., & Irfan, D. (2018). *Komponen Elektronika*.

- Edwana, N., Rahmad, M., & Islami, N. (2017). *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Borland Delphi 7 pada Materi Frekuensi*. RiauUniversity.
- Endrayana, E., Wahyuni, D. H. S., Nachrowie, N., & Mujahidin, I. (2019). Variasi Ground Plane Antena Collinear Pada Pemancar Televisi Analog Dengan Frekuensi Uhf 442 Mhz. *JASIEK (Jurnal Aplikasi Sains, Informasi, Elektronika Dan Komputer)*, 1(2), 149–156.
- Ibrahim, R. (2012). *Kurikulum Dan Pembelajaran*. Jakarta: Rajagrafindo Persada.
- Indonesia, U.-U. R. (2003). *Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta: Direktorat Pendidikan Menengah Umum.
- Jannah, R. (2009). *Media Pembelajaran*. Antasari Press.
- Liang, R. (2017). The Design of GPS Information Display System Based on Arduino UNO R3. *International Conference on Mechatronics, Computer and Education Informationization (MCEI 2017), Advances in Computer Science Research*, 75, 590–594.
- Ningsih, M. F. (2015). *Pengaruh media pembelajaran augmented reality terhadap hasil belajar siswa pada konsep gelombang*.
- Putra, I., Ariawan, K. U., & Sutaya, W. (2019). Pengembangan media pembelajaran berbasis Camtasia Studio video CD interaktif multimedia untuk mata pelajaran pemrograman web di jurusan multimedia SMK Negeri 3 Singaraja. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*, 6(1), 1–8.
- Reyhan, T. (2021). *Rancang Bangun Trainer Programmable Logic Control Menggunakan Human Machine Interface Berbasis Atmega 328P-SKP*. TE0010. universitas Muhammadiyah Tasikmalaya.
- Rozy, A. F. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Elektronika Berbasis 3d Pageflip Pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika Di Smk Negeri 1 Kediri. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 6(1).
- Suryadi, D. W. (2019). *Trainer Mikrokontroler Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Pelajaran Mikroprosesor Dan Mikrokontroler Di Kelas XI SMKNU UNGARAN*. UNNES.
- Wicaksoni, H. T., Kurniawan, E. S., & Maftukhin, A. (2013). Pengembangan Alat Peraga Resonator sebagai Alternatif Media Pembelajaran pada Materi Gelombang Bunyi Kelas XII SMA. *Radiasi: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, 3(2), 142–144.
- Wiratama, W. M. P. (2023). KOMPARASI KESTABILAN POSISI PANEL SURYA MENGGUNAKAN PENGENDALI PID (PROPORTIONAL, INTEGRAL DAN DERIVATIVE) DENGAN FLC (FUZZY LOGIC CONTROL). *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 14(1), 77–88.