

**DESAIN *TRAINER* PENYEARAH TERKENDALI 3 FASA
UNTUK MATA KULIAH ELEKTRONIKA DAYA**

SKRIPSI

Diajukan Oleh

MUHAMMAD YUSALDI

NIM. 180211064

Prodi Pendidikan Teknik Elektro



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM, BANDA ACEH**

2023 M / 1445 H

PENGESAHAN PEMBIMBING

DESAIN *TRAINER* PENYEARAH TERKENDALI 3 FASA UNTUK MATA KULIAH ELEKTRONIKA DAYA

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana (S1) Prodi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Tarbiyah
dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh

MUHAMMAD YUSALDI

NIM. 180211064

**Mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan**

Disetujui/Disahkan

Pembimbing I



Hari Anna Lastya, M.T.
NIP. 198704302015032005

Pembimbing II



Ghufuran Ibnu Yasa, M.T.
NIP.198409262014031005

PENGESAHAN SIDANG

DESAIN *TRAINER* PENYEARAH TERKENDALI 3 FASA UNTUK MATA KULIAH ELEKTRONIKA DAYA

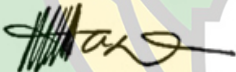
SKRIPSI

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Prodi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus Serta Diterima sebagai
Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1) dalam Ilmu
Pendidikan Teknik Elektro

Tanggal: 26 Juli 2023 M
9 Muharram 1445 H

Tim Penguji

Ketua



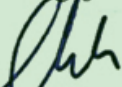
Hari Anna Lastya, M.T.
NIP. 198704302015032005

Sekretaris



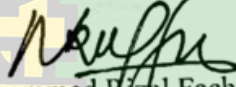
Ghufuran Ibnu Yasa, M.T.
NIP. 198409262014031005

Penguji I



Malahayati, M.T.
NIP. 198301272015032003

Penguji II



Muhammad Rizal Fachri, M.T
NIP. 198807082019031018

Mengetahui:

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry
Darussalam, Banda Aceh



Prof. Safrul Mubuk, S.Ag., M.A., M.Ed., Ph.D.

NIP. 197301021997031003

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Yusaldi
Nomor Induk : 180211064
Tempat/Tgl. Lahir : Kotafajar/19 Desember 1999
Alamat : Lr.Utama
Nomor HP : 082368819169

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian skripsi ini, saya :

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenakan sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan keadaan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak mana pun.

Banda Aceh, 26 Juli 2023

Yang Menyatakan,



Muhammad Yusaldi
NIM. 180211064

ABSTRAK

Nama : Muhammad Yusaldi
Nim : 180211064
Fakultas / Prodi : Tarbiyah dan Keguruan /
Pendidikan Teknik Elektro
Judul Skripsi : Desain Trainer Penyearah
Terkendali 3 fasa Untuk Mata
Kuliah Elektronika Daya
Tebal Skripsi : 129 Halaman
Pembimbing I : Hari Anna Lastya, M.T
Pembimbing II : Ghufuran Ibnu Yasa, M.T
Kata kunci : *Trainer*, Penyearah terkendali 3
fasa , Elektronika Daya.

Trainer penyearah terkendali 3 fasa berperan penting sebagai salah satu komponen yang dapat mencegah terjadinya kerusakan pada *trainer-trainer* praktikum untuk mata kuliah Elektronika Daya. Tujuan dari pembuatan *trainer* penyearah terkendali 3 fasa ini adalah untuk menunjang salah satu pembelajaran praktikum pada mata kuliah Elektronika Daya agar mahasiswa dapat lebih mudah dan memaksimalkan dalam menjalankan praktikum. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah R&D (*Research and Development*) dengan menggunakan 6 tahap dari 10 tahap yang ada pada metode ini. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah lembar validasi ahli media dan lembar validasi ahli materi untuk menguji kelayakan pada alat *trainer* penyearah terkendali 3 fasa. Penelitian ini melibatkan 4 orang dosen sebagai validator ahli media dan ahli materi. Selain dosen, selanjutnya hasil kelayakan yang diperoleh dari kedua ahli media adalah mencapai 85,3% dengan kategori “Sangat Layak” sedangkan hasil kedua ahli materi adalah mencapai 94.4% dengan kategori “Sangat Layak” menunjukkan bahwa *trainer* ini sangat layak digunakan dalam praktikum pada mata kuliah Elektronika Daya. Kesimpulan dari penelitian ini adalah *trainer* penyearah terkendali 3 fasa yang telah dirancang dapat digunakan untuk

penambahan alat praktikum *trainer* penyearah terkendali 3 fasa untuk kuliah Elektronika Daya.



KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah SWT, Yang telah melimpahkan rahmat beserta karunianya. Selawat serta salam kita sampaikan kepada penghulu alam Nabi besar Muhammad SAW yang telah membawa umatnya dari alam kebodohan ke alam yang penuh berilmu pengetahuan. Sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Berikut ini saya sebagai penulis membuat sebuah skripsi yang berjudul, “Desain *Trainer* Rangkaian Penyearah Terkendali 3 Fasa untuk Mata Kuliah Elektronika Daya”.

Skripsi ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan Tugas Akhir di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Penyusunan Skripsi ini dapat diselaikan berkat bantuan dan kerja sama dari berbagai pihak, penulis juga tidak lupa mengucapkan ribuan terimakasih dan rasa syukur sebanyak – banyaknya kepada :

1. Terima kasih kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunianya sehingga pembuatan skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Terima kasih kepada ayahanda Sahrin Sinaga dan ibunda Yustina beserta keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan dan doanya untuk kelancaran pembuatan Skripsi ini sehingga dapat selesai.
3. Terima kasih kepada bapak Prof. Safrul Muluk, S.Ag., M.A., M.Ed., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh
4. Terima kasih kepada Ibu Hari Anna Lastya, S.T, M.T. selaku Ketua prodi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar- Raniry Banda Aceh.
5. Terima kasih kepada Ibu Hari Anna Lastya, M.T. sebagai pembimbing I dan Bapak Ghufran Ibnu Yasa, S.T, M.T. selaku pembimbing II yang telah banyak meluangkan

waktu serta berbagi ilmunya dalam membimbing penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

6. Terima kasih juga kepada Bapak Muhammad Ikhsan, S.T, M.T, selaku pembimbing alat serta Para dosen beserta staf program studi Pendidikan Teknik Elektro.
7. Terima kasih kepada Nadia Mandajus S.Pd selaku telah mendukung secara langsung dalam penyelesaian penulisan Skripsi ini.
8. Terima kasih teman teman-teman dan semua pihak yang ikut membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian Skripsi ini.

Penulis berserah diri kepada Allah SWT karena tidak ada yang akan terjadi tanpa kehendaknya. Meskipun Penulis telah berusaha keras dalam menyelesaikan skripsi penelitian ini sebaik mungkin, tapi penulis menyadari bahwa skripsi penelitian ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya saran yang dapat dijadikan masukan bagi penulis guna perbaikan dimasa yang akan datang. Semoga Allah SWT meridai penulisan ini dan senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Aamin ya rabbal'alamin.

Banda Aceh, 26 Juli 2023

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

Muhammad Yusaldi

DAFTAR ISI

PENGESAHAN PEMBIMBING

PENGESAHAN SIDANG

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

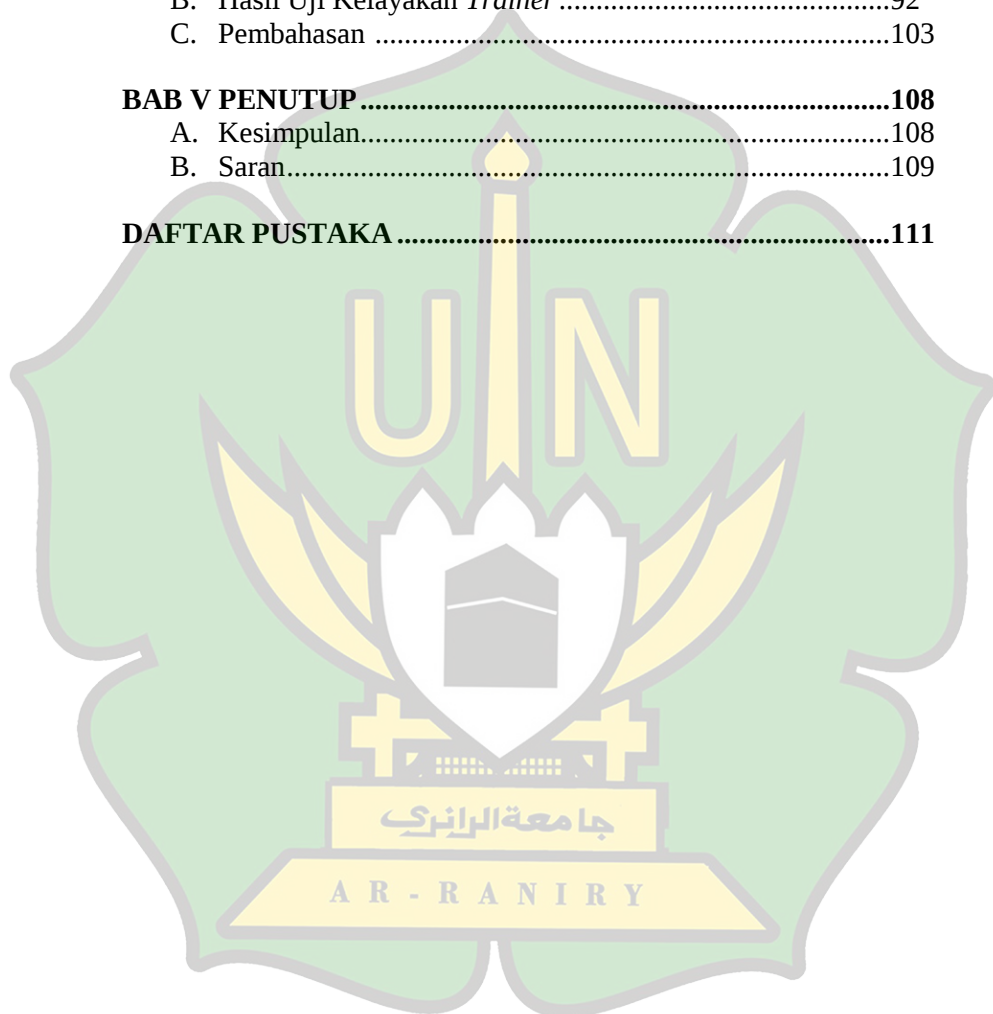
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv

BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan masalah	9
C. Tujuan penelitian	9
D. Manfaat penelitian	10
E. Definisi operasional	11

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	14
A. Trainer.....	14
B. Penyearah 3 Fasa Terkendali	23
C. Komponen Rangkaian <i>Trainer</i> Penyearah Terkendali 3 Fasa	39
a. BT151	39
b. Resistor	40
c. Breadboard.....	42
d. Optocoupler Pc817	43
e. <i>Socket Plug Banana Connectors</i>	45
f. Dioda Ln4007	46

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	48
A. Rancangan Penelitian.....	48
B. Subjek Penelitian	61
C. Instrumen pengumpulan data.....	63
D. Pengumpulan data.....	69
E. Teknik analisis data.....	72

BAB IV PENELITIAN DAN HASIL PEMBAHASAN	76
A. Hasil Perancangan	76
B. Hasil Uji Kelayakan <i>Trainer</i>	92
C. Pembahasan	103
BAB V PENUTUP	108
A. Kesimpulan.....	108
B. Saran.....	109
DAFTAR PUSTAKA	111



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat Dan Bahan Trainer Penyearah Terkendali 3 Fasa .52	
Tabel 3.2 Jadwal Kegiatan Penelitian Trainer Penyearah 3 Fasa..62	
Tabel 3.3 Kriteria Jawaban Dan Kriteria Nilai/ Skor Validasi Media65	
Tabel 3.4 Kisi-Kisi Lembar Validasi Ahli Media66	
Tabel 3.5 Kriteria Jawaban Dan Kriteria Nilai/ Skor Validasi Materi68	
Tabel 3.6 Kisi-Kisi Lembar Validasi Ahli Materi.....69	
Tabel 3.7 Kategori Hasil Kelayakan Validasi Ahli Media dan Ahli Materi 74	
Tabel 4.1 Keterangan Gambar 4.8..... 85	
Tabel 4.2 Keterangan Gambar 4.9..... 88	
Tabel 4.3 Hasil Kelayakan Ahli Media 93	
Tabel 4.4 Hasil Kelayakan Ahli Materi..... 99	

جامعة الرانري

A R - R A N I R Y

DAFTAR GAMBAR

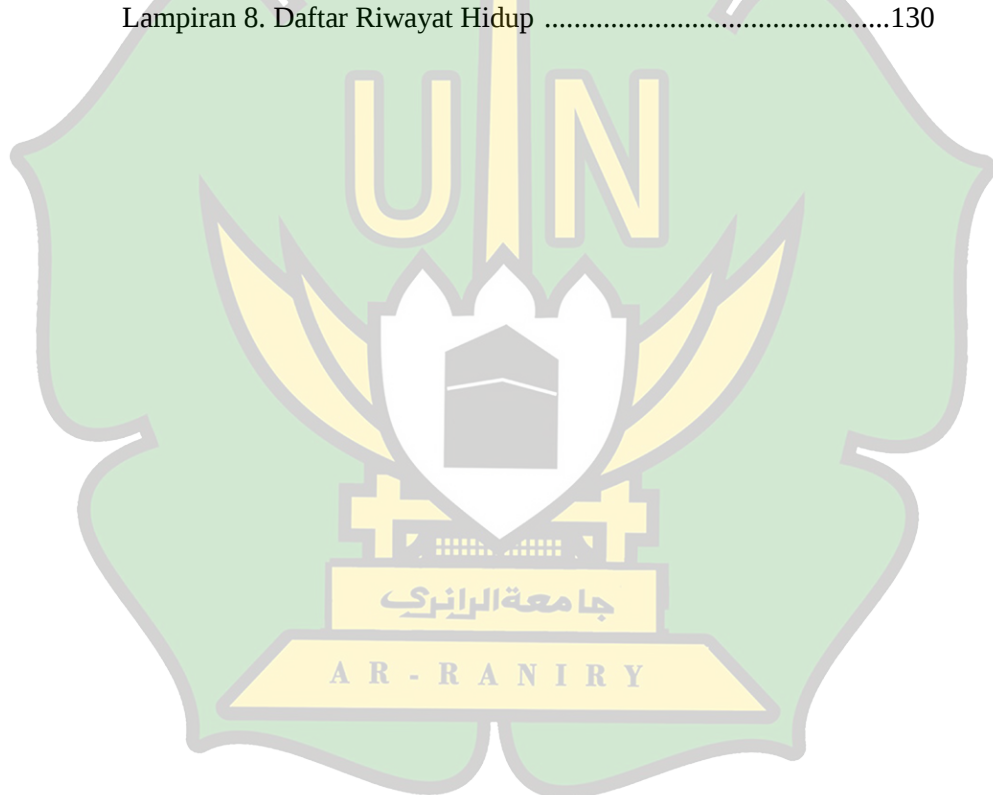
Gambar 2.1 Langkah-Langkah Alur R&D.....	21
Gambar 2.2 Penyearah Terkendali 3 Fasa.....	25
Gambar 2.3 Bentuk Tegangan DC Penyearah 3 Fasa	25
Gambar 2.4 Urutan Penyalaan Gate-Thyristor 3 Fasa Thyristor ..	26
Gambar 2.5 Thyristor	27
Gambar 2.6 Bentuk Fisik Dan Simbol Thyristor.....	29
Gambar 2.7 Karakteristik Thyristor	30
Gambar 2.8 Nilai Batas Thyristor	30
Gambar 2.9 Fuse Sebagai Pengaman Thyristor	31
Gambar 2.10 Karakteristik Vg-Ig SCR	34
Gambar 2.11 Thyristor Controller Dengan Arduino	37
Gambar 2.12 Bt151 600r	40
Gambar 2.13 Lambang Resistor	42
Gambar 2.14 Breadboard	43
Gambar 2.15 Optocoupler Pc817	44
Gambar 2.16 Banana Plug Connector	46
Gambar 2.17 Dioda Ln4007	47
Gambar 3.1 Alir Penelitian Trainer Penyearah Terkendali 3 Fasa.....	50
Gambar 3.2 Skematik Desain Trainer Penyearah Terkendali 3 Fasa.....	54
Gambar 4.1 Hasil Rangkaian Penyearah Terkendali 3 Fasa	77
Gambar 4.2 Tampilan Belakang Rangkaian Penyearah Terkendali 3 Fasa	77
Gambar 4.3 Tampilan Depan Rangkaian Penyearah Terkendali 3 Fasa	78
Gambar 4.4 Hasil Rangkaian Alat Kontrol Penyearah Terkendali 3 Fasa	79
Gambar 4.5 Hasil Tampilan Rangkaian Kontrol Penyearah Terkendali 3 Fasa	80
Gambar 4.6 Hasil Rangkaian Keseluruhan Penyearah Terkendali 3 Fasa	81
Gambar 4.7 Hasil Pengujian Trainer Penyearah Terkendali 3 Fasa	83

Gambar 4.8 Hasil Uji Rangkaian Tanpa Di Kontrol Arduino Pada Penyearah Terkendali 3 Fasa Menggunakan Osiloskop	84
Gambar 4.9 Hasil Uji Rangkaian Menggunakan Osiloskop Trainer Penyearah Terkendali 3 Fasa	87
Gambar 4.10 Grafik Hasil Validasi Ahli Media dan Ahli Materi ..	107



DAFTAR GAMBAR

Lampiran 1. SK Skripsi	115
Lampiran 2. Surat Penelitian	116
Lampiran 3. Lembar Validasi Ahli Media 1	117
Lampiran 4. Lembar Validasi Ahli Media 2	120
Lampiran 5. Lembar Validasi Ahli Materi 1	123
Lampiran 6. Lembar Validasi Ahli Materi 2	126
Lampiran 7. Dokumentasi penelitian	129
Lampiran 8. Daftar Riwayat Hidup	130



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan merupakan sarana yang efektif untuk mendukung pengembangan dan dapat peningkatan sumber daya manusia ke arah yang lebih baik. Pendidikan juga dapat disebut sebagai upaya dalam mengembangkan kemampuan seseorang diri kedepannya, peningkatan kualitas pendidikan merupakan hal yang tidak akan habis dibicarakan dan diupayakan. Diantara upaya peningkatan kualitas pendidikan tersebut adalah penerapan proses pembelajaran yang efektif dan menarik bagi pendidik. Kemajuan suatu negara juga sangat bergantung pada sumber daya manusia yang berkualitas, sangat bergantung pada keberadaan Pendidikan¹. Salah satu aspek yang mendorong terjadinya suatu perubahan dalam pengelolaan pendidikan adalah pengembangan kurikulum. Kedudukan kurikulum dalam proses pendidikan

¹ Sri wulandari (2022), Peran Pendidikan Kewarganegaraan Dalam Mengembangkan Rasa Toleransi Di Kalangan Siswa Sekolah Dasar Universitas Pendidikan Indonesia

memiliki peranan yang sangat penting untuk mengembangkan peserta didik ke arah perkembangan yang baik.

Kurikulum adalah salah satu komponen yang harus dijalankan pada suatu lembaga pendidikan. Kurikulum yang dikembangkan untuk sekarang dan di masa depan adalah harus melengkapi keterampilan peserta didik dalam kemampuan keterampilan pendidik dalam mendidik para peserta didiknya. Salah satu mata kuliah elektronika daya pada kurikulum program studi pendidikan teknik elektro adalah praktikum elektronika daya.²

Masalah pada mata kuliah elektronika daya secara praktik pendidik diminta untuk memahami suatu alat yang ada saat praktikum, namun pendidik tidak mengetahui bagaimana bentuk alat-alat praktik yang ada, karena sebagian besar pendidik belum menggunakan alat praktikum yang telah ada. Praktikum elektronika daya adalah mata kuliah semester 6 yang terdapat 3 sks, mata kuliah ini adalah mata kuliah wajib. Mata kuliah

² Vongsila, V., & Reinders, H. (2016). Making Asian Learners Talk: Encouraging Willingness to Communicate. *RELJ Journal*, 47(3), 331–347.

elektronika daya merupakan mata kuliah lanjutan bagi mahasiswa tegangan listrik. Permasalahan pada praktikum elektronika daya yaitu kurang adanya peralatan *trainer* yang sangat dibutuhkan mahasiswa, sehingga dapat menambah pemahaman mahasiswa dalam menggunakan *trainer* tersebut.

Trainer adalah sebuah alat peraga yang digunakan oleh guru/penelitian dalam proses pembelajaran, dengan adanya *trainer* guru dapat memudahkan proses belajar mengajar mahasiswa menjadi lebih efektif.³ Alat peraga juga memiliki fungsi khusus dalam praktikum yaitu dapat mewujudkan situasi belajar mengajar yang nantinya bisa mengarah ke yang lebih baik, alat peraga sendiri dapat membantu guru dalam mengajarkan alat *trainer* secara jelas. *Trainer* yang ingin dilakukan salah satunya adalah membuat alat peraga *trainer* yang sudah didesain dan didukung dengan penerapan *trainer* penyearah terkendali.

³ Dewi Luki Indriyani, Pengembangan Alat Peraga, FKIP, UMP, 2014. Hal. 8

Penerapan *trainer* penyearah terkendali yang digunakan adalah *trainer* penyearah terkendali 3 fasa yang dapat digunakan untuk mengatur masuknya beban listrik yang besar sehingga beban yang masuk dapat dikendalikan oleh penyearah terkendali tersebut. Karena listrik tiga 3 fasa memiliki tegangan dan frekuensi yang tinggi dan tetap, maka dapat digunakan oleh rangkaian penyearah untuk menghasilkan daya tinggi dan tegangan tetap yang kemudian dapat disaring sehingga menghasilkan tegangan rendah, output dengan gelombang yang lebih sedikit dibandingkan dengan rangkaian penyearah satu 1 fasa.⁴

Adapun beberapa *trainer* yang sudah pernah dilakukan berkaitan dengan menggunakan penyearah terkendali ini, menurut penelitian sebagai berikut:

1. Agung Cahya (2012) dari Universitas Politeknik Negeri Surabaya “*Rancang Bangun Inverter 3 Fasa untuk Pengaturan Kecepatan Motor Induksi," Elektronika*”,

⁴ Muhammad Arif (2022) “Pengertian Listrik 1 Phase dan 3 Phase” sidoarjo

penelitian ini bertujuan untuk membentuk *trainer* menggunakan sumber 1 fasa yang dihubungkan dalam bentuk rangkaian penyearah terkendali yang dapat diatur melalui rangkaian TCA 785 (dapat mengatur daya sampai 15kw dengan tegangan 380 volt) menggunakan keluaran 50-210 Vac lalu masuk ke rangkaian penyearah menggunakan keluaran aporisma 310 Vdc.⁵ Kemudian, tegangan hasil berdasarkan AC to DC *full converter* 3 fasa tidak terkontrol bisa buat menyuplai motor dc sebanyak 220 volt DC.

2. Penelitian oleh Usman dkk. (2017) dari Universitas politeknik Bosowa, Makassar yang berjudul “perancangan dan pembuatan trainer penyearah terkendali 3 fasa” Trainer praktikum sangat penting dalam proses pendidikan, terutama di tingkat pendidikan vokasional seperti politeknik. Keberadaannya sangat diperlukan untuk meningkatkan keterampilan peserta didik dan

⁵ Cahya Agung , "Rancang Bangun Inverter 3 Fasa untuk Pengaturan Kecepatan Motor Induksi," Elektronika, Politeknik Negeri Surabaya, 2012.

memudahkan guru dalam melakukan proses belajar mengajar terutama untuk kegiatan praktikum. Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah menghasilkan seorang pembimbing praktikum penyearah 3 fasa terkendali, di mana parameter-parameter penyearah tersebut mendekati nilai yang dihitung secara teori. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental di mana penyearah terkendali ini dirancang, dibuat, dan diuji berdasarkan kajian teori. Hasil pengujian menunjukkan nilai tegangan, arus, dan daya keluaran dengan presentasi kesalahan rata-rata sebesar 14,45% pada Konverter Setengah Gelombang dan 11,12% pada Semi Konverter.⁶

3. Penelitian oleh Pandu Sandi Pratama and Agung Warsito (2008) dari Universitas Diponegoro, Semarang, yang berjudul “Perancangan Modul Pemicu Thyristor Untuk Berbagai Aplikasi Penyearah Terkontrol Teknik

⁶ Usman (2017). Perancangan dan Pembuatan Trainer Penyearah Terkendali 3 Fasa. Politeknik Bosowa, Makassar. Jurnal teknologi tepadu Vol.5 No 1 april 2017

Elektro menggunakan *Mikrokontroller* ATMEGA8535”.

trainer praktikum sangat penting dalam proses pendidikan, terutama pada tingkat pendidikan vokasi seperti politeknik. Keberadaannya sangat dibutuhkan untuk meningkatkan keterampilan peserta didik serta mempermudah guru dalam melakukan proses belajar mengajar terutama untuk kegiatan praktikum. Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah menghasilkan sebuah pelatih praktikum penyearah 3 fasa terkendali, di mana parameter-parameter penyearahnya mendekati nilai yang dihitung secara teori. Metode yang digunakan adalah dengan metode eksperimental di mana dari kajian teori penyearah terkendali ini dirancang, dibuat dan diuji. Hasil pengujian menunjukkan nilai tegangan arus dan daya keluaran menunjukkan presentasi kesalahan rata-rata sebesar 14,45% pada Konverter Setengah Gelombang dan 11,12% pada Semi Konverter.⁷

⁷ Pandu Sandi Pratama and Agung Warsito (2008), "Perancangan Modul Pemecuan

Pembaharuan dari penelitian ini adalah pada penelitian ini akan menambahkan rancangan media *trainer* penyearah terkendali 3 fasa yang menggunakan *thyristor* di setiap aliran listrik, yang nantinya dapat mengubah aliran listrik yang tinggi menjadi aliran listrik yang rendah, pada penelitian juga akan menambahkan fasilitas yang berbentuk media *trainer* pada laboratorium listrik. Mahasiswa juga dapat menggunakan *trainer* ini untuk mengetahui bentuk tegangan yang masuk serta keluaran yang keluar dari penyearah terkendali yang menggunakan *thyristor* untuk praktikum elektronika daya.

Berdasarkan hasil latar belakang diatas, maka pada penelitian ini sangat tertarik untuk melakukan penelitian yang berlokasi di laboratorium pendidikan teknik elektro tegangan tinggi dengan judul **“Desain *Trainer* Penyearah Terkendali 3 Fasa untuk Mata Kuliah Elektronika Daya”**.

B. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang diatas dapat di rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana cara merancang desain *trainer* penyearah terkendali 3 fasa untuk mata kuliah elektronika daya ?
2. Bagaimana hasil uji kelayakan desain *trainer* dalam penyearah terkendali 3 fasa untuk mata kuliah elektronika daya ?

C. Tujuan penelitian

Tujuan melakukan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui cara merancang desain *trainer* penyearah terkendali 3 fasa untuk mata kuliah elektronika daya
2. Untuk mengetahui hasil uji kelayakan desain *trainer* dalam penyearah terkendali 3 fasa untuk mata kuliah elektronika daya.

D. Manfaat penelitian

Hasil Penelitian ini dapat di manfaatkan kepada semua pihak antara lain :

1. Teoritis

Manfaat secara teoritis dalam melakukan Penelitian ini adalah dapat dipakai serta mengetahui bentuk Desain *Trainer* Penyearah Terkendali 3 Fasa, kemudian dapat memahami prinsip kerja beserta komponen-komponen yang ada nantinya.

2. Praktis

a. Bagi Peneliti

Dapat menambah wawasan baru dalam menggunakan alat teknologi, pendidikan, dan dunia kerja nantinya sehingga terciptanya generasi muda yang aktif, kreatif, dan inovatif.

b. Bagi mahasiswa

Penelitian ini membantu pemahaman mahasiswa dalam melakukan praktikum, disaat

sedang melakukan praktikum mahasiswa akan lebih memahami penting nya desain *trainer* penyearah terkendali 3 fasa yang menggunakan 3 *thyristor* pada saat melakukan praktikum elektronika daya di laboratorium tegangan listrik.

c. Bagi Masyarakat

Dengan adanya desain *trainer* penyearah terkendali 3 fasa ini nantinya mampu menjelaskan bagaimana cara penggunaan nya kepada masyarakat dan mampu meningkatkan pemahaman masyarakat dalam menggunakan komponen - komponen yang ada pada alat tersebut.

E. Definisi Operasional

Untuk memperjelas tujuan dan maksud penelitian ini agar lebih mudah dipahami, maka peneliti membuat definisi operasional tentang judul penelitian yang akan dilakukan peneliti. Adapun definisi operasionalnya yaitu :

1. Desain Merupakan proses pembuatan gambar atau rangkaian yang menggambar suatu proyek yang akan dibuat.⁸
2. Trainer Menurut jurnal (Susetyo & Suherman, 2016) Trainer merupakan sesuatu yang mempunyai kompetensi buat menaruh pembinaan/arahan dalam peserta pelatihan supaya sanggup mempunyai keahlian atau menaikkan *skill* diri dalam menggunakan alat nantinya.
3. Penyearah terkendali: Merupakan rangkaian yang dapat diatur keluar masuknya tegangan yang nantinya menggantikan sumber arus tegangan AC menjadi sumber arus tegangan DC⁹ dan bisa dikendalikan. Penyearah terkendali juga dapat bekerja memindahkan tegangan yang awalnya 117 Volt dapat diubah menjadi 55 Volt dan ini sangatlah penting

⁸ Agus Sachari dan Yan Yan Sunarya (2000) "Tinjauan Desain", ITB

⁹ Donal Siagian and Riswan Dinzi, "Analisis Penyearah Tiga Fasa Terkontrol Penuh Dengan Simulasi MATLAB", Singuda Ensikom, vol. 7, no. 2, pp. 68-74, Mei 2014

yang mana dapat mengamankan komponen elektronik dari lonjakan tegangan tinggi.

4. Listrik 3 fasa: Merupakan listrik yang masuknya sekitar 380 Volt hingga 220 Volt tegangan listrik yang banyak digunakan pada industri atau pabrik 3 fasa juga menggunakan tiga kabel fasa (R,S,T) dan satu kabel netral.¹⁰ Selain untuk aliran listrik arus tinggi 3 fasa juga bisa dipakai untuk komponen elektronika arus tinggi.
5. Elektronika daya merupakan mata kuliah yang ditujukan untuk mendidik mahasiswa agar mengetahui tentang komponen-komponen listrik serta mengetahui atau mengerti tentang kelistrikan dan pengaplikasian dari elektronika daya itu sendiri. Umumnya penggunaan elektronika daya biasa digunakan untuk konversi energi listrik.¹¹

¹⁰ Muhammad Arif (2022) "Pengertian Listrik 1 Phase dan 3 Phase" sidoarjo (<https://primatekniksystem.com>)

¹¹ Doni Tri Putra Yanto (2018) berjudul "Rancang Bangun Trainer Elektronika Daya: Controlled And Uncontrolled Rectifiers" Teknik Elektro Universitas Negeri Padang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. *Trainer*

Menurut Sudjana, *trainer* adalah alat yang digunakan guru dalam proses belajar mengajar agar proses belajar mengajar siswa lebih efektif.¹² *Trainer* juga bisa disebut sebagai alat peraga pembelajaran matematika merupakan bagian dari media pembelajaran. Menurut Levie & Lentz dalam Azhar Arsyad, mengemukakan terdapat empat fungsi media pembelajaran menggunakan alat peraga, khususnya media visual, terbagi 3 yaitu sebagai berikut:

- 1) Fungsi atensi, Fungsi perhatian, media visual merupakan inti, yaitu menarik dan mengarahkan siswa untuk fokus kepada isi pelajaran. Sering kali pada awal pelajaran siswa tidak tertarik dengan materi pelajaran yang tidak disukai sehingga mereka tidak memperhatikan.

¹² Dewi Luki Indriyani, (2014) berjudul “Pengembangan Alat Peraga”, , FKIP, UMP., Hal. 8

- 2) Fungsi afektif, media dapat terlihat dari tingkat kepuasan siswa ketika belajar (atau membaca) teks yang berilustrasi. Ilustrasi atau simbol visual dapat mengubah perasaan dan sikap siswa, misalnya informasi tentang masalah sosial.
- 3) Fungsi kognitif, media dapat terlihat dari temuan-temuan penelitian yang menggunakan bahwa simbol visual atau ilustrasi mempermudah pemahaman informasi atau pesan yang terkandung dalam gambar.
- 4) Fungsi kompensatoris, media pembelajaran terlihat dari hasil penelitian bahwa media yang memberikan konteks untuk memahami teks membantu siswa yang lemah dalam membaca atau mengorganisasikan informasi dalam teks dan mengingatnya kembali.

Dengan kata lain, media pembelajaran berfungsi untuk mengakomodasi siswa yang lemah dan lambat dalam menerima dan memahami isi pelajaran yang disajikan dengan teks atau

disajikan secara verbal.¹³

Istilah media pembelajaran sering digantikan dengan istilah alat peraga. Alat peraga dapat diartikan sebagai suatu perangkat objek yang jelas yang dirancang, dibuat, dan disusun secara sengaja yang digunakan untuk membantu menanamkan dan memahami konsep-konsep atau prinsip-prinsip pembelajaran.

Dalam memahami konsep yang jelas, pendidik memerlukan alat peraga seperti objek-objek yang nyata (riil) sebagai perantara atau visualisasinya. Dalam pembelajaran, penggunaan alat peraga juga dapat meningkatkan motivasi belajar pendidik. Hal ini sesuai dengan pendapat Erman Suherman yang mengungkapkan bahwa dalam pembelajaran kita sering menggunakan alat peraga, dengan menggunakan alat peraga, maka:

- 1) Proses belajar mengajar terinspirasi. Baik pendidik maupun guru, dan terutama siswa, minatnya akan

¹³ Azhar Arsyad. (2007) yang berjudul “Media Pembelajaran”. (Jakarta: Raja Grafindo Persada,), h. 17.

muncul. Ia akan gembira, terstimulasi, tertarik, oleh karena itu alat peraga akan mengambil sikap positif terhadap pembelajaran.

- 2) Konsep yang baik yang disajikan dalam bentuk yang jelas karena itu lebih dapat dimengerti dan dipahami, dan dapat ditanamkan pada tingkat-tingkatan yang lebih rendah.
- 3) Hubungan antara konsep abstrak matematika dengan objek-objek di sekitar alam akan lebih dapat dimengerti.
- 4) Konsep-konsep yang disajikan dalam bentuk yang jelas dan padat yaitu dalam bentuk model komponen yang dapat digunakan sebagai objek penelitian maupun sebagai alat peraga untuk meneliti ide-ide baru dan hubungan-hubungan baru menjadi semakin banyak.¹⁴

Alat peraga itu dapat berupa objek nyata, gambar, atau diagram. Keuntungan dari objek nyata adalah objek-objek tersebut dapat dipindah-pindahkan (dimanipulasi), sedangkan kelemahannya adalah tidak dapat disajikan dalam bentuk tulisan.

¹⁴ Siti Annisah (2017) Dosen Pembelajaran Matematika di MI/SD Program Studi PGMI Jurusan Tarbiyah STAIN Jurai Siwo Metro.

Oleh karena itu, untuk bentuk tulisannya kita buat gambarnya atau diagramnya, tetapi kelemahannya adalah tidak dapat dimanipulasi. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam membuat alat peraga pembelajaran, yaitu: hal yang harus diperhatikan dalam membuat alat peraga pembelajaran, yaitu:

1. Ketahanan

- bahan dari *trainer* bersifat tahan lama
- *trainer* tidak memerlukan perawatan khusus dalam hal perawatan

2. Tampilan

- *Trainer* Sudah Memiliki Bentuk Yang Praktis
- *Trainer* Memiliki Bentuk Minimalis (Tertata Rapi)
- *Trainer* Sudah Memiliki Bentuk Yang Mudah Dipindahkan Dari Satu Tempat Ke tempat Lainnya
- *Trainer* Memiliki Warna Yang Bervariasi
- *Trainer* Memiliki Warna Yang Menarik

3. Bahan

- Alat Dan Bahan Yang Digunakan Mudah Didapatkan

- Alat Dan Bahan Yang Digunakan Memiliki Harga Yang Terjangkau

4. Ukuran

- Ukuran yang dipakai sesuai (25x30cm)
- Ukuran yang dipakai memiliki ukuran yang dapat menyesuaikan dengan trainer pada umumnya

5. Pengoperasian

- Trainer sederhana (tidak rumit)
- Mudah untuk dipahami

6. Materi

- Materi sesuai
- Trainer juga dapat meningkatkan pemahaman dalam proses pembelajaran

Adapun kelebihan dan kekurangan alat peraga (*trainer*) sebagai berikut:

a. kelebihan alat peraga, yaitu:

- 1) Menumbuhkan minat belajar siswa karena pembelajaran dapat menjadi lebih menarik;

- 2) Memperjelas makna materi pelajaran sehingga siswa tidak akan mudah merasa bosan;
 - 3) Membuat siswa lebih aktif dalam melakukan kegiatan belajar seperti mengamati, melakukan, mendemonstrasikan, dan sebagainya.
- b. Kekurangan alat peraga, yaitu:
- 1) Mengajar dengan menggunakan alat peraga lebih banyak menuntut guru;
 - 2) Membutuhkan waktu yang banyak
 - 3) Perlu kesiapan untuk berkorban sendiri.

Dari pengertian di atas, maka penulis dapat menyimpulkan bahwa trainer/alat peraga adalah suatu metode untuk meningkatkan kemampuan kinerja siswa guna meningkatkan kualitas dan keahlian dalam bidangnya masing-masing demi kemajuan dan perkembangan kualitas yang baik

Trainer yang dirancang pada penelitian menggunakan metode penelitian R&D (*Research and Development*). Adapun bagian alur model R&D (*Research and Development*) menurut

Zakariah dan M. Askari terdapat pada Gambar 2.1 merupakan langkah-langkah alur R&D (*Research and Development*).



Gambar 2.1 Langkah-Langkah Alur R&D¹⁵

Dari gambar 2.1 dapat diketahui penjelasan model alur penelitian yang dilakukan adalah *R&D (Research and Development)* menurut Zakariah dan M. Askari memiliki sepuluh langkah sebagai berikut:.

1. Potensi dan masalah. Potensinya adalah segala sesuatu yang bila didayagunakan memiliki nilai tambah dan masalah adalah penyimpanan antara yang di harapkan dengan yang akan terjadi.

¹⁵ Zakariah, M. Askari. Metodologi Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, Action Research, Research And Development (R n D). Yayasan Pondok Pesantren Al Mawaddah Warrahmah Kolaka, 2020.

2. Mengumpulkan data. Setelah ditemukan potensi atau masalah atau potensi secara nyata, maka selanjutnya di kumpulkan sebagai informasi untuk merumuskan alat dan bahan perencanaan produk tertentu dimana produk dapat mengatasi data yang ada pada masalah tersebut.
3. Desain produk. Desain dari suatu perencanaan produk yang akan di hasilkan untuk mengatasi potensi dan masalah.
4. Validasi desain. Validasi merupakan proses penilaian terhadap suatu perancangan produk oleh beberapa ahli yang berkompeten di bidangnya.
5. Perbaikan desain. Setelah produk desain divalidasi oleh beberapa ahli, maka akan di ketahui kelemahannya dan selanjutnya akan dilakukan perbaikan.
6. Uji coba produk. Setelah perbaikan produk, maka tahapan selanjutnya uji coba produk pada sample yang terbatas dengan membandingkan cara atau sistem sebelum menggunakan dan setelah menggunakan produk.

7. Revisi produk. Perbaiki produk apabila didapat dari hasil uji coba produk sample terbatas.
8. Uji coba pemakaian. Uji coba pemakan produk untuk ruang lingkup yang luas.
9. Revisi produk. Perbaiki terhadap produk apabila pada uji coba pemakaian lapangan secara luas terdapat kekurangan.
10. Produksi masal. Produk masal dilakukan apabila produk yang telah di ujicoba dinyatakan efektif dan layak untuk di produksi masal.¹⁶

B. Penyearah 3 fasa terkendali

Penyearah gelombang atau (*rectifier*) ini merupakan bagian dari catu daya yang dapat mengubah sinyal tegangan AC atau (*Alternating Current*) menjadi tegangan DC atau (*Direct Curren*). AC merupakan tegangan dengan arah arus yang bolak-balik dan cenderung tidak stabil, sedangkan DC merupakan tegangan dengan arah arus yang searah dan

¹⁶ Zakariah, M. Askari. Metodologi Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, Action Research, Research And Development (R n D). Yayasan Pondok Pesantren Al Mawaddah Warrahmah Kolaka, 2020.

umumnya bersifat lebih stabil. Penyearah terkendali atau (*controlled rectifier*) atau *Converter* juga merupakan rangkaian elektronika daya yang berfungsi sebagai pengubah tegangan masukan AC berbentuk sinusoidal menjadi tegangan keluaran DC yang dapat diatur.¹⁷ Maka untuk menghasilkan tegangan keluaran yang terkendali salah satunya menggunakan *thyristor*. Tegangan keluaran penyearah dengan menggunakan *thyristor* dapat dikendalikan tergantung pada sudut penyalan *thyristor*.

1) Penyearah *Thyristor* Setengah Gelombang Tiga Fasa

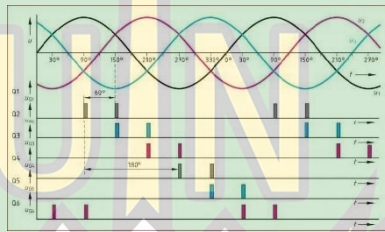
Penyearah *thyristor* tiga fasa terdiri dari enam *thyristor* Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, dan Q6. Elektroda diode Q1, Q3, dan Q5 digabungkan sebagai terminal positif, dan anoda *thyristor* Q4, Q6, dan Q2 digabungkan sebagai terminal negatif. Setiap *thyristor* menerima pulsa penyalan yang berbeda melalui UG1, UG2, UG3, UG4, UG5, dan UG6. Beban resistif RL digunakan sebagai beban DC (Gambar 2.2).

¹⁷ Donal Siagian and Riswan Dinzi, "Analisis Penyearah Tiga Fasa Terkontrol Penuh Dengan Simulasi MATLAB," Singuda Ensikom, vol. 7, no. 2, pp. 68-74, Mei 2014

AR - RANIRY

¹⁹ Fatkhorrozi, 2020, "Makalah Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh Tiga Fasa" [://idoc.pub/documents/makalah-rangkaian-penyearah-gelombang-penuh-tiga-fasa-en5kizm7r1no](https://idoc.pub/documents/makalah-rangkaian-penyearah-gelombang-penuh-tiga-fasa-en5kizm7r1no)

Untuk melihat urutan penyalan Gate-thyristor 3 fasa (Gambar 2.4), perhatikan gelombang 3 fasa sinusoidal. Sebagai contoh ketika tegangan AC terbentuk dari gelombang 3 fasa I_1 , I_2 , dan I_3 setiap gelombang titik awalnya berbeda-beda.



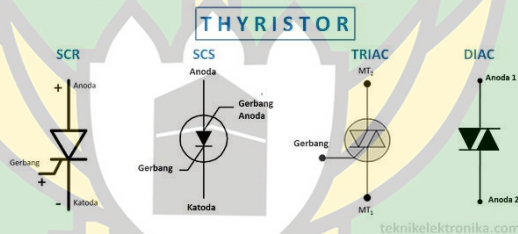
Gambar 2.4 Urutan penyalan *Gate-Thyristor* 3 fasa²⁰

2) *Thyristor*

Thyristor merupakan komponen elektronika yang berperan sebagai saklar atau pengendali yang terbuat dari bahan semikonduktor. Meskipun terbuat dari semikonduktor, *thyristor* tidak berfungsi sebagai penguat sinyal seperti transistor. Nama "*Thyristor*" berasal dari bahasa Yunani yang berarti "Pintu". Secara prinsip, *thyristor* yang memiliki tiga

²⁰ Fatkhorrozi, 2020, "Makalah Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh Tiga Fasa" [://idoc.pub/documents/makalah-rangkaian-penyearah-gelombang-penuh-tiga-fasa-en5kjm7r1no](https://idoc.pub/documents/makalah-rangkaian-penyearah-gelombang-penuh-tiga-fasa-en5kjm7r1no)

terminal menggunakan arus atau tegangan rendah yang diberikan pada salah satu terminalnya untuk mengendalikan aliran arus atau tegangan tinggi yang melewati dua terminal lainnya. Dalam penggunaannya, *thyristor* banyak digunakan dalam perangkat atau rangkaian elektronika seperti pengendali daya, timer, osilator, peredam cahaya, pengendali kecepatan motor listrik, dan lain-lain.²¹ Gambar 2.5 menunjukkan contoh penggunaan *thyristor*.



Gambar 2.5 Thyristor²²

Thyristor dikembangkan oleh Bell Laboratories pada tahun 1950-an dan mulai digunakan secara komersial oleh General Electric pada tahun 1960-an. *Thyristor* atau SCR

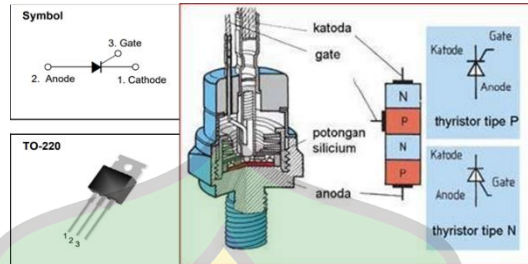
²¹ Hanif (2022) “thyristor elektronika” <http://kamuharustahu.com> diakses tanggal 06 september 2022

²² Imam Muda N (2013). “Teknik elektronika dasar”. Penerbit Gunung Samudra, Malang, (hal: 69)

(*Silicon Controlled Rectifier*) termasuk dalam komponen elektronik yang banyak digunakan dalam aplikasi listrik industri, salah satu alasan utamanya adalah karena kemampuannya bekerja dalam tegangan dan arus yang besar. *Thyristor* memiliki tiga terminal, yaitu anoda, katoda, dan gerbang atau (*gate*). Juga terdapat dua jenis *thyristor*, yaitu dengan P-*gate* dan N-*gate*.²³

Fungsi *gate* pada *thyristor* menyerupai basis pada transistor, dapat mengatur dengan arus *gate* I_G yang besarnya antara 1 mA sampai terbesar 100 mA, maka tegangan keluaran dari anoda bisa diatur. Tegangan yang mampu diatur mulai dari 50 Volt sampai 5.000 Volt dan mampu mengatur arus 0,4 A sampai dengan 1.500 A. Gambar 2.6 menunjukkan gambar bentuk fisik dan simbol *thyristor*.

²³ Imam Muda N (2013). "Teknik elektronika dasar". Penerbit Gunung Samudra, Malang, (hal: 69)

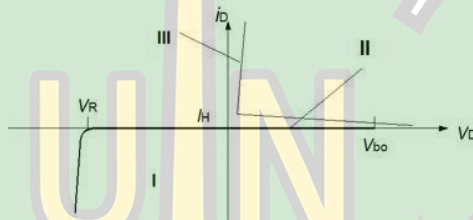


Gambar 2.6 Bentuk fisik dan simbol *thyristor*²⁴

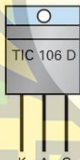
Karakteristik *thyristor* menunjukkan dua variabel, yaitu tegangan maju UF dan tegangan mundur UR, serta variabel arus maju IF dan arus mundur IR, Gambar 2.7 merupakan karakteristik *thyristor*. Pada tegangan maju UF, jika arus *gate* diatur dari 0 mA sampai di atas 50 mA, maka *thyristor* akan menyala dan mengalirkan arus maju IF. Tegangan mundur untuk *thyristor* UR sekitar 600 Volt. Agar *thyristor* tetap ON, maka ada arus yang tetap dipertahankan disebut arus *holding* IH sebesar 5 mA. *Thyristor* TIC 106 D sesuai dengan lembar data memiliki beberapa parameter penting, yaitu: tegangan *gate*-katoda = 0,8 Volt, arus *gate* minimal 0,2 mA, agar *thyristor* tetap dalam posisi ON

24 Fatkhorozi, 2020, "Makalah Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh Tiga Fasa" [://idoc.pub/documents/makalah-rangkaian-penyearah-gelombang-penuh-tiga-fasa-en5kjm7r1no](https://idoc.pub/documents/makalah-rangkaian-penyearah-gelombang-penuh-tiga-fasa-en5kjm7r1no)

diperlukan arus *holding* = 5 mA. Tegangan kerja yang diizinkan pada anoda = 400 Volt dan dapat mengalirkan arus nominal=5 A. Adapun gambar karakteristik *thyristor* dapat dilihat pada Gambar 2.8 merupakan batas nilai *thyristor*.



Gambar 2.7 Karakteristik *thyristor*²⁵

TIC 106 D		
	nilai variable	
	tegangan pengapian U_{gk}	0,8 V
	arus pengapian I_g	0,2 mA
	arus hold I_h	5 mA
	nilai batas	
	tegangan reverse U_R	400 V
	arus forward I_f	5 A

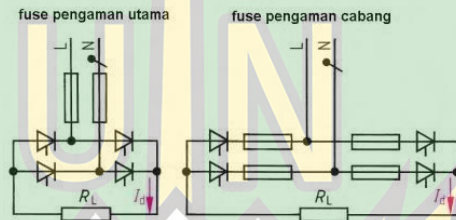
Gambar 2.8: Nilai batas *thyristor*²⁶

Pada aplikasi *thyristor* juga yang paling banyak sebagai penyearah tegangan AC ke DC yang dapat diatur.

²⁵ Fatkhorrozi, 2020, "Makalah Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh Tiga Fasa" [://idoc.pub/documents/makalah-rangkaian-penyearah-gelombang-penuh-tiga-fasa-en5kjm7r1no](https://idoc.pub/documents/makalah-rangkaian-penyearah-gelombang-penuh-tiga-fasa-en5kjm7r1no)

²⁶ Fatkhorrozi, 2020, "Makalah Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh Tiga Fasa" [://idoc.pub/documents/makalah-rangkaian-penyearah-gelombang-penuh-tiga-fasa-en5kjm7r1no](https://idoc.pub/documents/makalah-rangkaian-penyearah-gelombang-penuh-tiga-fasa-en5kjm7r1no)

Gambar 2.9 merupakan fuse sebagai pengaman *thyristor*. Terdapat empat *thyristor* dalam hubungan jembatan yang dihubungkan dengan beban luar R_L pada rangkaian tersebut terdapat 2 gambar sebagai fuse pengaman utama dan fuse pengaman cabang.



Gambar 2.9 Fuse Sebagai Pengaman *thristor*²⁷

3) Penyearah Tak Terkendali Dengan Menggunakan *Thyristor*

Penyearah tak terkendali menghasilkan tegangan keluaran DC yang tetap. Jika diinginkan tegangan keluaran yang dapat diubah-ubah, dapat digunakan *thyristor* sebagai pengganti dioda. Tegangan keluaran penyearah *thyristor* juga dapat diubah-ubah atau dikendalikan dengan mengendalikan

²⁷ Fatkhorrozi, 2020, "Makalah Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh Tiga Fasa" [://idoc.pub/documents/makalah-rangkaian-penyearah-gelombang-penuh-tiga-fasa-en5kjm7r1no](https://idoc.pub/documents/makalah-rangkaian-penyearah-gelombang-penuh-tiga-fasa-en5kjm7r1no)

delay atau sudut penyalan α dari *thyristor*. Penyalan ini juga dilakukan dengan memberikan pulsa *trigger* pada *gate thyristor*. Pulsa *trigger* akan dihasilkan secara khusus oleh rangkaian *trigger*. Rangkaian *trigger* dirancang untuk memberikan pulsa dengan ketinggian dan kelebaran tertentu dan juga dapat disesuaikan dengan *thyristor* yang digunakan. Pulsa ini juga dapat digeser-geser sudutnya sehingga penyalan *thyristor* dapat dilakukan setiap saat dalam ranah (*range*)nya.²⁸

Jika *thyristor* dirangkai seperti gambar ini, tegangan masukan berupa tegangan sinusoidal dan beban R, maka pada setengah gelombang pertama *thyristor* ini bisa mendapat bias-maju. Bila *thyristor* disulut pada sudut α , *thyristor* Q1 akan konduksi maka tegangan keluaran v_1 akan muncul pada beban. Keadaan konduksi ini berlangsung hingga tegangan kembali ke nol dan mulai negatif (komutasi alamiah). Ketika tegangan negatif, maka Q1 dalam keadaan bias-mundur.

²⁸ Tawakal, Panji, Agung Nugroho dkk. Penyearah terkontrol penggerak motor arus searah pada purwarupa konveyor. Hlm. 389-394

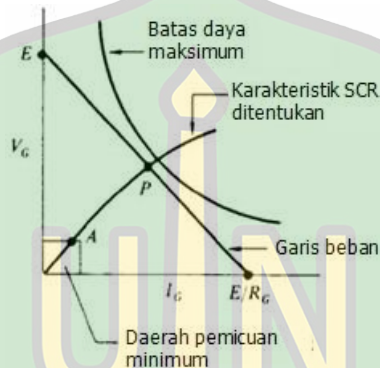
Waktu dari tegangan mulai beranjak ke arah positif sampai dengan *thyristor* mulai konduksi disebut sudut penyalan atau sudut penyulutan α .

Dengan demikian, tegangan keluaran penyearah dapat diatur-atu dengan mengatur sudut penyalan pulsa *gate*-nya, dalam hal ini, dari $0 - 180^\circ$. Bila sudut penyalan α kecil, berarti *thyristor* konduksi secara dini sehingga tegangan (VoltDc) dan daya keluaran akan besar. Sebaliknya, bila sudut α besar, tegangan dan daya akan kecil.

4) Rangkaian Trigger

Rangkaian pemicu adalah rangkaian yang berfungsi menghasilkan sinyal input *gate* untuk mengaktifkan SCR. Untuk menentukan rangkaian *trigger* yang sesuai, perlu memperhatikan karakteristik $V_g - I_g$ dari SCR seperti yang terlihat pada Gambar 2.9 merupakan parameter yang perlu dipertimbangkan termasuk tegangan rating, arus rating, dan daya maksimum dari SCR, kemudian titik kerja yang diinginkan dapat ditentukan. Gambar 2.10 menunjukkan titik

kerja pemicuan minimum SCR pada titik A dan titik kerja pemicuan yang ditentukan pada titik P.²⁹



Gambar 2.10 Karakteristik $V_g - I_g$ SCR.³⁰

Rangkaian pemicu dapat dibentuk melalui beberapa proses, seperti proses komponen pasif (resistor, kapasitor), proses elektromagnetik (dengan trafo pulsa), proses modulasi lebar pulsa, dan proses optokopler.

5) Rangkaian *thyristor controller* dengan Arduino

Rangkaian *thyristor controller* menggunakan arduino ini menunjukkan cara membuat penyearah terkontrol setengah gelombang fasa tunggal sederhana menggunakan

²⁹ Istanto W. Djatmiko, Bahan Ajar Elektronika Daya. Yogyakarta, Indonesia, 2010.

³⁰ Istanto W. Djatmiko, Bahan Ajar Elektronika Daya. Yogyakarta, Indonesia, 2010.

papan Arduino dan SCR atau (*Silicon Controlled Rectifier*) atau katakanlah *thyristor*. SCR disebut sebagai *thyristor* adalah perangkat tiga terminal (Anoda, Katoda dan Gerbang) dengan empat lapisan bahan tipe p dan n bolak-balik. Terminal gerbang digunakan untuk mengontrol SCR, anoda (A) dan katoda (K) dihubungkan secara seri dengan beban. SCR hanyalah sebuah dioda yang dikendalikan.

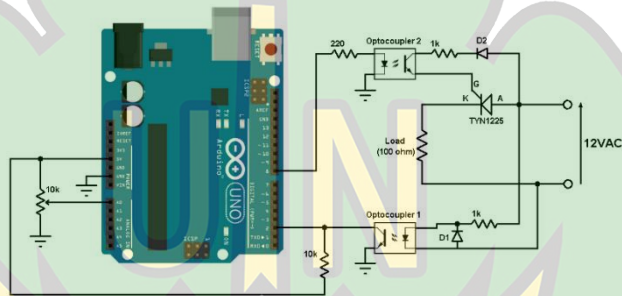
Dalam penyearah setengah gelombang fasa tunggal, hanya satu *thyristor* yang digunakan untuk mengontrol tegangan beban. *Thyristor* akan konduksi (keadaan ON) ketika voltase V_t positif ($V_t > 0$) dan pulsa arus penyalan I_g diterapkan ke terminal gerbang. Menunda pulsa tembak dengan sudut 'alfa' melakukan kontrol tegangan beban. Pada gambar di bawah sudut 'alfa' diukur dari titik persimpangan nol tegangan suplai V_s . Beban bersifat resistif dan oleh karena itu i_d arus memiliki bentuk gelombang yang sama dengan tegangan beban. *Thyristor* pergi ke kondisi nonkonduktor (keadaan OFF) ketika tegangan beban dan,

akibatnya, arus mencoba mencapai nilai negatif.berikut komponen yang digunakan³¹:

- a. Arduino UNO
- b. Bt151
- c. 2 x optocoupler. I used PC817 – datasheet
- d. 2 x IN4007 diode
- e. 10k ohm resistor
- f. 10k ohm potentiometer
- g. 2 x 1k ohm resistor
- h. Resistive load. I used 100 ohm resistor
- i. 220 ohm resistor
- j. 12V AC *source (alternating current)*
- k. Breadboard
- l. *Jumper wires*

³¹ Simple projek, 2018 “SCR control with Arduino - Half-wave controlled rectifier (simple-circuit.com)”

Gambar gabungan rangkaian *thyristor controler* dengan arduino, berikut terdapat pada Gambar 2.11 merupakan *thyristor controler* dengan arduino.



Gambar 2.11 *Thyristor controler* dengan arduino³²

Semua terminal *ground* terhubung bersama. Disirkuit ada dua optocoupler, disini menggunakan optocoupler 1 sebagai mendeteksi *zero crossing* dari sinyal tegangan AC dan optocoupler 2 untuk menembakkan SCR. Optocoupler digunakan untuk mengisolasi Arduino (rangkaiannya kontrol) dari rangkaian daya.

³² Simple projek, 2018 “SCR control with Arduino - Half-wave controlled rectifier (simple-circuit.com)”

Dioda D1 dan D2 dengan tipe yang sama (1N4007), D1 digunakan untuk melindungi optocoupler 1 dari tegangan balik dan D2 untuk memberi makan gerbang SCR dengan arus positif.

Pin kolektor Optocoupler 1 terhubung ke pin Arduino 2 yang merupakan pin interupsi eksternal, jadi optocoupler 1 menginterupsi Arduino ketika ada peristiwa zero crossing (ketika sinyal AC berubah dari positif ke negatif). Ketika tegangan AC positif, optocoupler 1 ON dan oleh karena itu pin collector terhubung ke ground. Saya menggunakan resistor 10k ohm sebagai resistor pull-up untuk Arduino pin 2 karena kami memiliki keluaran kolektor terbuka (optocoupler 1).

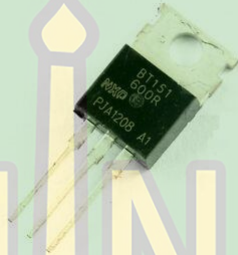
Potensiometer 10k ohm digunakan untuk mengontrol sudut tembak. Disini mendapatkan AC 12V (50Hz) menggunakan *trafo step down* (220 Volt ke 12 Volt).

C. Komponen rangkaian *trainer* penyearah terkendali

a. BT151

BT151 bekerja dengan cara yang sama seperti dioda biasa, tetapi BT151 memerlukan tegangan positif pada terminal "Gate" untuk mengaktifkannya. Ketika tegangan positif diberikan pada terminal Gate sebagai pemicu, BT151 akan mengalirkan arus listrik dari terminal Anoda ke terminal Katoda. Setelah BT151 mencapai kondisi "ON", ia akan tetap dalam kondisi tersebut meskipun tegangan positif sebagai pemicu dilepaskan. Untuk mematikan BT151, arus maju dari Anoda ke Katoda harus diturunkan hingga mencapai titik I_h (arus Holding) BT151. Besar arus Holding atau I_h BT151 dapat dilihat dari datasheet BT151 itu sendiri. Karena setiap jenis BT151 memiliki arus Holding yang berbeda-beda. Namun, pada dasarnya, untuk mematikan BT151, kita hanya perlu menurunkan tegangan maju dari Anoda ke Katoda

menjadi nol, *thyristor* ini dapat menampung arus sekitar 600 Volt.³³ Berikut pada Gambar 2.12 merupakan BT151 600R:



Gambar 2.12 BT151 600R³⁴

b. Resistor

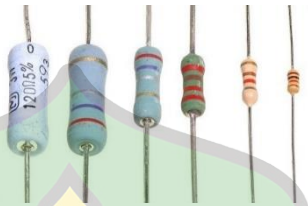
Resistor ialah komponen elektrik yang bertujuan untuk memberikan rintangan terhadap aliran arus listrik. Dalam sirkuit listrik diperlukan resistor dengan spesifikasi khusus seperti nilai rintangan, arus maksimum yang diperbolehkan, dan karakteristik rintangan terhadap suhu dan panas. Resistor memberikan rintangan agar komponen yang diberi tegangan tidak dialiri arus yang

³³ Dickson cho (2023). Pengertian SCR (Silicon Controlled Rectifier) dan Prinsip Kerjanya. [https://Pengertian SCR \(Silicon Controlled Rectifier\) dan Prinsip Kerja SCR \(teknikelektronika.com\)](https://Pengertian SCR (Silicon Controlled Rectifier) dan Prinsip Kerja SCR (teknikelektronika.com))

³⁴ Ebay.com, 2023 “Thyristor bt151 600R”. <https://i.ebayimg.com /images/g/-nAAAOSwXeJXclN6/s-l300.jpg>

besar. Resistor juga dapat berfungsi sebagai pembagi tegangan. Pada alat seperti radio dan amplifier (versi lama) sering dijumpai pengatur volume atau nada yang menggunakan tombol yang dapat diputar. Tombol tersebut merupakan salah satu jenis resistor variabel, yaitu resistor yang dapat diubah-ubah nilainya. Perubahan resistansi akan mengubah besar arus yang menggerakkan membran speaker. Semakin besar nilai rintangan pada resistor dalam satuan ohm, semakin kecil besar arus yang melewatinya. Resistor memiliki resistansi dan daya listrik yang dapat dihantarkan yang menjadi karakteristik utamanya. Pada Gambar 2.13 merupakan bentuk resistor serta lambang resistor adanya resistor biasa, polar, dan variabel.³⁵

³⁵ Widodo Budiharto.(2005). Teknik Reparasi PC & Monitor. Jakarta: PT Alex Media Komputindo.



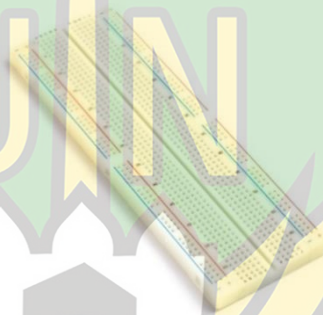
Gambar 2.13 Lambang resistor, (a) resistor biasa,
(b) Polar dan (c) Variabel³⁶

c. Breadboard

Papan percobaan atau (breadboard) digunakan untuk membuat prototipe rangkaian elektronik. Beberapa orang menyebutnya papan proyek atau bahkan papan prototipe (prototipe *board*). Pada arah vertikal, setiap lubang saling terhubung, tetapi tidak untuk arah horizontal. Breadboard berfungsi sebagai penghantar listrik dan tempat untuk menghubungkan kabel jumper atau pin header jantan agar arus listrik dari satu komponen ke komponen lain dapat terdistribusi dengan baik sesuai keinginan tanpa perlu melakukan solder. Jika

³⁶ Muhammad habib al khairi, 2022, “resistor dan jenis-jenis resistor”
<https://www.mahirelektro.com/2020/10/pengertian-resistor-dan-jenis-jenis-resistor.html>

menggunakan breadboard, komponen yang telah dirakit tidak akan rusak dan mudah untuk dibongkar pasang. Hal ini dikarenakan breadboard adalah papan tanpa solder atau (*solderless*).³⁷ Pada Gambar 2.14. merupakan bentuk Breadboard.



Gambar 2.14 Breadboard³⁸

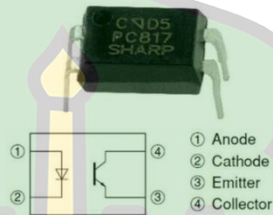
d. Optocoupler PC817

Optocoupler juga disebut optoisolator, photo-coupler dan optical isolator adalah salah satu jenis perangkat semikonduktor yang memungkinkan sinyal listrik untuk mentransmisikan antara dua rangkaian

³⁷<https://www.edukasielektronika.com///2022/09/pengertian-jenis-dan-prinsip-kerja.html>

³⁸ Rsetiawan,2022”breadboard” <https://www.rsetiawan.com/2022/04/breadboard.html>

terisolasi melalui cahaya. Berikut merupakan Gambar 2.15 merupakan Optocoupler 817.



Gambar 2.15 Optocoupler PC817 ³⁹

Konfigurasi pin Optocoupler PC817 ditunjukkan pada gambar diatas, IC ini terdiri dari 4 pin, yakni 2 pin *input* dan 2 pin *output* di mana masing-masing pin dan fungsinya dibahas di bawah ini.⁴⁰

1. Pin1 (Anoda): Dalam IC optocoupler, ini adalah pin Anoda LED inframerah (Tx). Pin ini memberikan sinyal *input* logika menuju IR internal.

³⁹ faris hadi Utomo, 2019 “optocoupler pc817” kelas plc.com <https://www.kelasplc.com/optocoupler-pc817/>

⁴⁰ faris hadi Utomo, 2019 “optocoupler pc817” kelas plc.com <https://www.kelasplc.com/optocoupler-pc817/>

2. Pin2 (Katoda): Dalam IC ini, ini adalah pin katoda dari LED inframerah (Tx). Ini akan memberikan inframerah untuk membuat GND umum melalui rangkaian dan catu daya.
3. Pin3 (Kolektor): Ini adalah pin *output* daya dari IR Tx di optocoupler dan menyediakan *output* daya logika dengan mendapatkan sinyal inframerah.
4. Pin4 (Emitor): Ini adalah pin GND untuk IR Rx di IC & digunakan untuk membangun GND umum melalui rangkaian dan catu daya.

e. Socket Plug Banana connectors

Socket plug Banana connectors adalah konektor listrik kabel tunggal yang digunakan untuk menyambungkan kabel ke peralatan praktikum, *banana connectors* (konektor yang menyerupai pisang) ini mempunyai kelebihan yaitu dapat melewatkan arus listrik yang tinggi hingga 10A. *Banana connectors* ini banyak

digunakan sebagai konektor yang menghubungkan alat-alat yg memerlukan arus listrik, contohnya seperti speaker ke amplifier dan juga untuk alat-alat ukur atau uji seperti multimeter dan osiloskop. Konektor ini pertama kali ditemukan oleh Richard Hirschmann pada tahun 1924.⁴¹ Gambar 2.16 merupakan bentuk *Socket plug Banana connectors*.



Gambar 2.16 *Banana Plug Connectors*.⁴²

f. Dioda LN4007

Dioda 1N4007 adalah dioda penyearah yang sering digunakan pada banyak perangkat saat ini, terutama dalam sumber daya untuk mencegah masalah pada rangkaian yang terbakar akibat polaritas yang

⁴¹ Dickson Kho, 2023, "banana plug connector" <https://teknikelektronika.com/pengertian-konektor-connector-dan-jenis-jenisnya/>

⁴² Dickson Kho, 2023, "banana plug connector" <https://teknikelektronika.com/pengertian-konektor-connector-dan-jenis-jenisnya/>

terbalik, atau untuk menyediakan catu daya selama konversi sinyal AC menjadi DC. Dioda ini dapat menampung arus hingga 1A secara terus-menerus dengan tegangan maksimum 700v. Ini memiliki banyak kegunaan yang berbeda. Selain itu, dioda ini juga dapat menahan tegangan balik hingga 1000v dan arus hingga 30A. Gambar 2.17 menunjukkan Dioda 1N4007.



Gambar 2.17 Dioda 1N4007⁴³

⁴³ Isaac ,2021 “*dioda 1n4007*: pengertian dioda (hwlibre.com). 1n4007: semua yang perlu Anda ketahui tentang dioda ini | Perangkat keras gratis (hwlibre.com)

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian kuantitatif. Dengan metode *R&D (Research and Development)* Metode ini adalah metode penelitian yang secara sengaja, sistematis, digunakan untuk dapat menemukan, merumuskan, memperbaiki, mengembangkan, menghasilkan, menguji validitas, efektifitas dan praktikalitas dari produk, model, cara atau metode dan jasa prosedur tertentu yang lebih unggul.⁴⁴ Metode pengembangan *R&D (Research and Development)* merupakan metodologi penelitian yang menggunakan hasil dari produk yang telah dirancang, serta menguji keefektifan produk tersebut. Adapun langkah-langkah yang harus diikuti untuk menghasilkan sebuah produk meliputi tahap potensi masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, perbaikan desain produk, uji coba produk, revisi produk, uji coba

⁴⁴ Nusa Putra, *Research and Development Penelitian dan Pengembangan : Suatu Pengantar*, 1st edn (Jakarta: PT Rajagrafindo Persada, 2015).

pemakaian, revisi produk dan produksi masal siap digunakan.⁴⁵

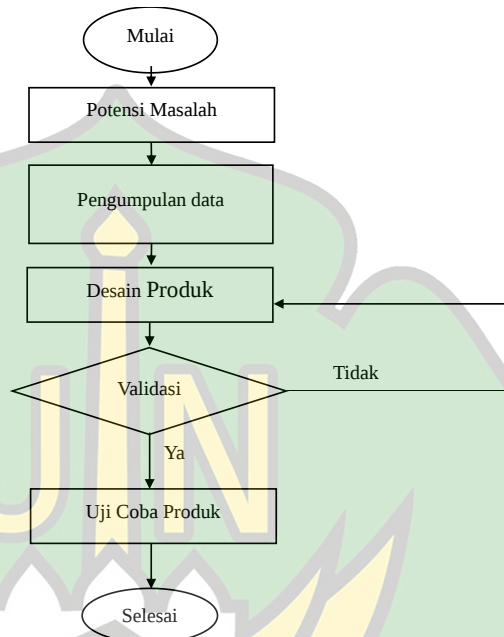
Pada tahapan ini merupakan Langkah-langkah penelitian *R&D* (*Research and Development*) dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Tahap penelitian *R&D* (*Research and Development*) yang digunakan Dalam penelitian ini adalah peneliti akan menggunakan 6 tahap saja dari 10 tahap yang ada hal ini disebabkan karena tahap 7, 8, 9 dan 10 digunakan untuk penelitian pengembangan dengan subyek penelitian yang lebih banyak dan dana yang lebih besar, maka dari itu peneliti membatasi Langkah.⁴⁶ Penelitian ini hingga pada tahap ke enam saja, dan penelitian hanya ingin menguji *trainer* penyearah terkendali untuk mata kuliah elektronika daya.

Langkah-langkah alir penelitian terdapat pada Gambar 3.1 menunjukkan rancang bangun *trainer* penyearah terkendali 3 fasa.

⁴⁵ Sugiyono, *Metodologi penelitian kuantitatif dan R&D*. (Bandung: Alfabeta, 2012), Hal.297

⁴⁶ Zakariah, M. Askari. *Metodologi Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, Action Research, Research And Development (R n D)*. Yayasan Pondok Pesantren Al Mawaddah Warrahmah Kolaka, 2020.



Gambar 3.1 Alir Penelitian *Trainer* Penyearah
Terkendali 3 Fasa

Pada alur penelitian pada Gambar 3.2 menjelaskan alir penelitian yang dilakukan peneliti dari awal hingga akhir. Penjelasan alur penelitian sebagai berikut.

1. Potensi Masalah

Setelah peneliti melakukan observasi awal bahwasanya masih kurangnya alat *trainer* penyearah

terkendali 3 fasa pada mata kuliah Elektronika Daya, sehingga membuat mahasiswa menjadi kurang paham dalam menanggapi materi yang ada, serta membuat proses pembelajaran menjadi kurang efektif.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan cara sebagai berikut:

a. Observasi

Langkah awal yang dilakukan untuk memperoleh informasi dan data adalah Mahasiswa Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan, Prodi Pendidikan Teknik Elektro sebanyak 48 mahasiswa angkatan 2018 yang telah mengambil mata kuliah dan peneliti juga pernah mengambil mata kuliah Elektronika Daya, tetapi disaat itu belum ada menggunakan *trainer* penyearah terkendali 3 fasa yang menggunakan *thyristor* BT151.

Oleh karena itu, peneliti merancang atau membuat *trainer* pada mata kuliah Elektronika.

b. Studi literatur

Peneliti juga mencari sumber-sumber jurnal dan buku perpustakaan yang berkaitan dengan *trainer* penyearah terkendali 3 fasa serta didukung dengan para ahli dibidang kelistrikan.

Berikut adalah bentuk pengumpulan data dengan mengumpulkan alat dan bahan *trainer* penyearah terkendali 3 fasa untuk mata kuliah Elektronika Daya pada Laboratorium Listrik. Pada Tabel 3.1 merupakan alat dan bahan *trainer* penyearah terkendali 3 fasa.

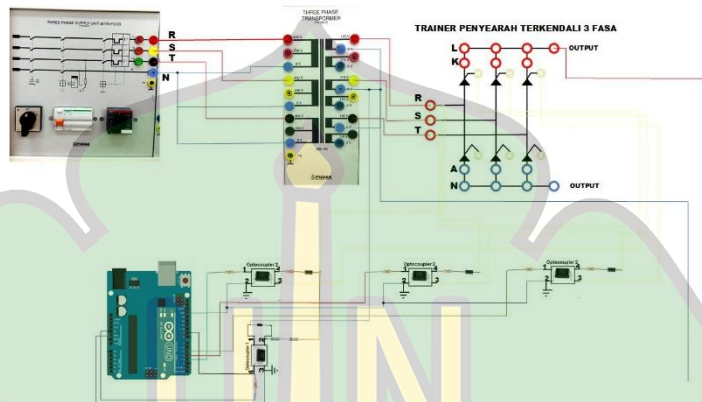
Tabel 3.1 Alat dan Bahan *Trainer* Penyearah
Terkendali 3 Fasa

No	Alat	Bahan
1	Obeng	SCR BT151 600R sebagai Penyearah Terkendali 3 fasa

2	Tang	Papan <i>Tripleks</i>
3	Solder	Kabel Serabut
4	Bor	<i>Socket plug banana</i>
5	<i>Cutter</i>	HPL (<i>High Pressure Laminated</i>)
6	BreadBoard	SCR BT151 600R
7	Triplek	Optocopler PC817
8	Kertas Pasir	Resistor 220 K Ω
9	Baut	Dioda Ln4007

3. Desain produk

Pada penelitian ini mencakup pembuatan desain produk *trainer* penyearah terkendali 3 fasa, sebelum melakukan pembuatan sebuah *trainer*, pasti dibutuhkan sebuah desain gambar yang akan dirancang. Dalam hal ini peneliti menggunakan diagram line dengan menggunakan Software Microsoft Visio 2019 untuk merancang rangkaian penyearah terkendali 3 fasa, sebelum dirancang dalam bentuk aslinya. Pada Gambar 3.2 merupakan gambar diagram line penyearah terkendali 3 fasa.



Gambar 3.2 Skematik Desain *Trainer* Penyearah
Terkendali 3 Fasa

Keterangan :

1. *Trainer Three Phase Supply Unit With Fccb*
2. *Trainer Three Phase Transformer*
3. *Trainer penyearah terkendali*
4. Arduino
5. Optocoupler pc817
6. Dioda 1n4007
7. Resistor 220 ohm
8. Resistor 50K ohm

Dari Gambar 3.2 dapat dilihat bahwa semua komponen serta *trainer* penyearah terkendali telah dihubungkan dengan rangkain listrik 3 fasa. berikut merupakan tahap-tahapan rangkaian *trainer* penyearah terkendali 3 fasa.

1. Sumber tegangan berasal dari arus listrik *Trainer Three Phase Supply Unit Witch Fccb* 3 fasa.
2. Kemudian dari *Trainer Three Phase Supply Unit Witch Fccb* 3 fasa masuk ke *Trainer Three Phase Transformer* 3 fasa masuk ke *trainer* penyearah terkendali 3 fasa dengan diberi simbol R, S, dan T. Pada R,S dan T merupakan 3 kawat yang sudah masuk aliran listrik dan diberi nama 3 fasa.
3. Setelah itu simbol R, S dan T dihubungkan ke optocopler 1, 2 dan 3, simbol R, S dan T 3 fasa masuk ke masing-masing optocopler 1, 2 dan 3 pada kaki 4 tersebut terhubung dengan dioda,
4. Kemudian pada masing-masing optocopler 1, 2 dan 3,

pada kaki 3 nya masuk ke gate pada masing-masing R, S dan T yang ada pada *trainer* penyearah terkendali 3 fasa.

5. Selanjutnya setiap masing-masing penyearah terkendali dikatoda dan line (L&K) itu diberi penjamperan agar arus yang masuk menjadi bolak balik dan membuat aktifnya pensaklaran dari penyearah terkendali tersebut.
6. Setelah itu optocoupler 1, 2 dan 3 fungsinya hanya sebagai pengaman arduino, pada masing-masing optocoupler 1, 2 dan 3 pada kaki 1 yang terhubung resistor akan masuk ke pin 3, 4, dan 5 arduino.
7. Pada masing-masing kaki 2 *optocoupler* 1, 2 dan 3 masuk ke pin *grounding* arduino, fungsi arduino digunakan untuk mengatur atau menyetel gelombang yang masuk pada *trainer* penyearah terkendali 3 fasa.
8. Kemudian pada *optocoupler* 4, itu fungsinya sebagai pengaman optocoupler 1, 2 dan 3 agar dapat menahan beban berlebihan yang masuk pada *optocoupler* tersebut.

9. Selanjutnya *optocoupler* 4 kaki 1 yang terhubung dioda masuk ke PLN *Trainer Three Phase Transformer* 3 fasa dinetral
10. Kemudian kaki 2 nya yang terhubung dioda dan resistor masuk ke *optocoupler* 1 kaki 4 dioda,
11. Selanjutnya pada kaki 3 masuk ke gronding arduino
12. Pada kaki 4 inputnya yang terhubung dengan resistor masuk ke 5v pada arduino
13. Kemudian output yang terhubung dengan resistor pada kaki 4 masuk ke pin 9 arduino, pada *optocoupler* 4 ini dapat menghasilkan zero crossing yang keluar dari arduino pin 9 tersebut.
14. Setelah dihubungkan semua *output* dari *trainer* penyearah terkendali 3 fasa dapat mengeluarkan gelombang yang terpotong dan arus yang tadinya 117 Volt AC dapat berubah menjadi 54 Volt-13 Volt dapat dibuktikan dengan multimeter dan gelombangnya dapat dibuktikan melalui osiloskop.

Pada tahapan desain produk pengujian merupakan proses tahapan pengujian cobaan *trainer* yang sudah dirancang kemudian di uji cobakan produk apakah sudah berjalan dengan baik dan benar atau tidak. Maka, pada saat melakukan pengujian terhadap *trainer* penyearah terkendali 3 fasa ini *trainer* dapat berjalan dengan baik sesuai dengan keinginan peneliti. pada proses pengujian peneliti mencoba hingga 4 kali uji coba dan menghasilkan gelombang yang sama dan nilai keluaran output yang sama dan dinyatakan *trainer* penyearah terkendali 3 fasa berhasil serta dapat digunakan.

4. Validasi Desain

Pada validasi desain merupakan proses tahap penilaian terhadap kesesuaian rancangan desain produk *trainer* penyearah terkendali 3 fasa dengan kecocokan sebagai penambahan *trainer*. Pada tahapan ini, penilaian yang dilakukan oleh 2 orang ahli media dan 2 orang ahli materi. Validator 1 yaitu, bapak Muhammad Rizal Fachri

selaku dosen ahli Prodi Pendidikan Teknik Elektro yang berfokus pada Tegangan Tinggi, validator 2 yaitu bapak Muhammad Ikhsan selaku dosen ahli Prodi Pendidikan Teknik Elektro yang berfokus pada Tegangan Tinggi. Validator 1 materi yaitu bapak Suardi Nur selaku dosen ahli Prodi Teknik Lingkungan yang berfokus pada Energi Terbarukan, Validator 2 materi yaitu bapak Akbarul Kautsar selaku dosen ahli Prodi Pendidikan Teknik Elektro yang memiliki latar belakang di bidang pendidikan Teknik Elektro. Validasi tersebut diperlukan untuk memastikan bahwa produk yang dirancang benar-benar dapat digunakan sebagai pendukung untuk penambahan *trainer* penyearah terkendali 3 fasa pada mata kuliah elektronika daya.

5. Revisi Desain

Setelah tahap revisi desain, yang mencakup perbaikan pada produk berdasarkan masukan penilaian oleh validasi ahli media dan ahli materi. Jika produk telah lolos dari tahapan validasi maka produk tidak memerlukan revisi

dan dapat dilanjutkan ke tahap uji coba produk dan menyatakan bahwa, *trainer* penyearah terkendali 3 fasa sudah berjalan dengan baik dan tidak terjadi kendala. Namun, jika produk tidak lulus dari tahapan validasi, maka akan kembali ke tahap desain di mana produk akan diperbaiki sesuai dengan masukan dari ahli desain.

6. Uji Coba Produk

Pada tahapan Uji coba produk, yang dilakukan setelah produk melewati tahapan revisi desain. Maka, selanjutnya tujuan dari uji coba ini adalah untuk mengetahui respon para ahli terhadap produk yang akan ditambahkan. Hasil dari uji coba akan menjadi masukan untuk penyempurnaan produk yang sedang dikembangkan. Selama uji coba, para ahli akan diminta untuk mengisi kuisioner sebagai hasil uji coba produk. Bahwa, *trainer* penyearah terkendali 3 fasa ini sudah layak dan dapat digunakan sebagai penambahan alat untuk mata kuliah Elektronika Daya.

B. Subjek penelitian

Penelitian ini berfokus pada subjek *trainer* penyearah terkendali 3 fasa sebagai alat peraga. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi tingkat kelayakan dan respon dosen terhadap *trainer* penyearah terkendali 3 fasa. Sebagai alat peraga, *trainer* penyearah terkendali 3 fasa dapat membantu pemahaman mahasiswa dalam mengetahui rancangan *trainer* penyearah terkendali secara lebih mudah.

a. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Listrik gedung Multifungsi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh yang beralamat di Jl. Syeikh Abdur Rauf, Kopelma Darussalam, Kec. Syiah Kuala, Kota Banda Aceh, Aceh 23111.

b. Jadwal Penelitian

Pelaksanaannya dimulai pada bulan Juni Tahun 2022.

Berikut Tabel 3.2 jadwal kegiatan penelitian *trainer* penyearah terkendali 3 fasa.

Tabel 3.2 Jadwal Kegiatan Penelitian *Trainer* Penyearah

Terkendali 3 Fasa.

No	Tempat Penelitian	Tanggal penelitian	Waktu	Kegiatan Penelitian
1	Laboratorium Kelistrikan prodi pendidikan teknik Elektro	26 Juni 2022	10:00	Pengumpulan data
2	Laboratorium Kelistrikan prodi pendidikan teknik Elektro	11 Juli 2022 – 20 Juli 2022	10:00	Mendesain Rangkaian Penyearah Terkendali 3 Fasa
3	Laboratorium Kelistrikan prodi pendidikan teknik Elektro	22 Juli 2022 – 25 Agustus 2022	9:30	Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk merancang <i>trainer</i> penyearah terkendali 3 fasa
4	Laboratorium Kelistrikan prodi pendidikan teknik	26 agustus2022 - 12 September 2022	9:00	Merancang <i>trainer</i> penyearah terkendali 3 fasa

No	Tempat Penelitian	Tanggal penelitian	Waktu	Kegiatan Penelitian
	Elektro			
5	Laboratorium Kelistrikan prodi pendidikan teknik Elektro	19 Desember 2022 – 20 Maret 2023	4:00	Uji coba alat <i>trainer</i>
6	Laboratorium Kelistrikan prodi pendidikan teknik Elektro	24 Maret 2023 – 20 April 2023	11:00	Perbaikan <i>trainer</i>
7	Laboratorium Kelistrikan prodi pendidikan teknik Elektro	26 Juni 2023 – 31 Juli 2023	1:30 dan 4:00	validasi Ahli Media 1, serta Ahli Media 2, dan Ahli Materi 1, serta Ahli Materi 2

C. Instrumen Pengumpulan data

Dalam penelitian ini, instrumen yang digunakan adalah validasi ahli media dan materi. Lembar validasi ahli media dan

materi digunakan untuk mengukur validitas, dan kelayakan ahli media dan materi yang digunakan dalam penelitian.

lembar validasi ahli adalah instrumen yang digunakan untuk menilai atau mengevaluasi kualitas suatu produk atau bahan tertentu dari sudut pandang ahli di bidangnya. Lembar validasi ahli digunakan untuk mengevaluasi kualitas materi atau media, sehingga dapat memastikan bahwa materi atau media tersebut dapat digunakan secara efektif dalam proses pembelajaran. Validasi ahli melibatkan penilaian dari ahli di bidang media dan materi terkait dengan kelayakan dan keefektifan suatu produk, yang nantinya hasil validasi tersebut dapat digunakan untuk melakukan perbaikan dan penyempurnaan pada produk atau bahan tersebut. Lembar validasi tersebut berisi pertanyaan tentang kritik, saran, tanggapan dan pendapat ahli terhadap penambahan produk tersebut.

a. Lembar Validasi Media

Validasi bertujuan untuk mengetahui manfaat alat *trainer* penyearah terkendali 3 fasa dari segi media yang

telah dirancang sebelum digunakan. Lembara validasi sebagai instrumen dalam penelitian ini dengan dosen ahli media sebagai responden yang mengisi lembar validasi.

Validasi Pada penelitian ini menggunakan skala Likert untuk mengetahui jawaban yang bervariasi, dari nilai skor kriteria alternatif yang sudah dibuat maka cara menjawabnya dengan centang salah satu nilai yang dianggap paling sesuai dan terkait dengan kelayakan. Pada Tabel 3.3 merupakan tabel kriteria jawaban dan penilaian skala likert pada instrumen validasi media di setiap skornya.

Tabel 3.3 Kriteria Jawaban Dan Kriteria Nilai/Skor

Validasi Media⁴⁷

Kriteria Jawaban	Kriteria Nilai/Skor
Sangat Layak	5
Layak	4
Netral	3
Tidak Layak	2

⁴⁷ Wilda Susanti. (2021). Pembelajaran Aktif, Kreatif, Dan Mandiri Pada Mata Kuliah Algoritma Dan Pemrograman. Yogyakarta: samudra biru, hal:91

Kriteria Jawaban	Kriteria Nilai/Skor
Sangat Tidak Layak	1

Adapun kisi-kisi lembar validasi ahli media untuk menguji kelayakan media yang telah dibuat dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Kisi-Kisi Lembar Validasi Ahli Media

No	Aspek	Indikator
1	Ketahanan	Bahan bersifat tahan lama
		Tidak memerlukan perlakuan khusus dalam hal perawatan
2	Tampilan	Sudah memiliki bentuk yang praktis
		Sudah memiliki bentuk minimalis (tertata rapi)
		Sudah memiliki bentuk yang mudah dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain
		Sudah memiliki warna yang bervariasi
		Sudah memiliki warna yang menarik
3	Bahan	Alat dan bahan yang digunakan mudah didapatkan

No	Aspek	Indikator
		Alat dan bahan yang digunakan memiliki harga yang terjangkau
4	Ukuran	Ukuran yang dipakai memiliki ukuran yang sesuai (25x30cm)
		Ukuran yang dipakai memiliki ukuran yang menyesuaikan dengan <i>trainer</i> yang ada pada laboratorium listrik lainnya
5	Pengoperasian	Termasuk sederhana (tidak rumit) dalam proses pengoperasian sehingga memudahkan mahasiswa untuk menggunakannya
		Memuat keterangan yang mudah dipahami
6	Materi	Sesuai digunakan untuk mata kuliah
		Dapat meningkatkan pemahaman dan efektivitas dalam proses pembelajaran

b. Lembar Validasi Materi

Validasi materi bertujuan untuk mengetahui manfaat alat *trainer* penyearah terkendali 3 fasa dari segi materi yang telah dirancang sebelum digunakan. Lembaran validasi sebagai instrumen dalam penelitian ini dengan

dosen ahli materi sebagai responden yang mengisi lembar validasi.

Validasi Pada penelitian ini menggunakan skala Likert untuk mengetahui jawaban yang bervariasi, dari nilai skor kriteria alternatif yang sudah dibuat maka cara menjawabnya dengan centang salah satu nilai yang dianggap paling sesuai dan terkait dengan kelayakan. Pada Tabel 3.5 merupakan tabel kriteria jawaban dan penilaian skala likert pada instrumen validasi materi di setiap skornya.

Tabel 3.5 Kriteria Jawaban dan Kriteria Nilai/Skor Validasi Materi⁴⁸

Kriteria Jawaban	Kriteria Nilai/Skor
Sangat Layak	5
Layak	4
Netral	3
Tidak Layak	2
Sangat Tidak Layak	1

⁴⁸ Wilda Susanti, (2021), Pembelajaran Aktif, Kreatif, Dan Mandiri Pada Mata Kuliah Algoritma Dan Pemrograman. Yogyakarta: samudra biru, hal:91

Adapun kisi-kisi lembar validasi ahli materi dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Kisi-Kisi Lembar Validasi Ahli Materi

No	Aspek	Indikator
1	Tujuan Pembelajaran	Mempermudah pemahaman mahasiswa
		Membantu mahasiswa mengimplementasikan materi
		Menambah wawasan mahasiswa
		Sesuai dengan tujuan materi
2	Materi	Dapat membuat keabstrakan menjadi lebih nyata
		Sesuai dengan konsep materi
		Dapat menyajikan materi
3	Waktu	Waktu menjadi efisien
4	Manfaat	Mempermudah penyampaian materi
		Menjadi alat bantu dalam pembelajaran

D. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan

penelitian. Teknik pengumpulan data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah validasi ahli media dan ahli materi.

1. Lembar Validasi Ahli Media

teknik pengumpulan data validasi alat *trainer* dengan cara peneliti melakukan presentasi alat *trainer* penyearah terkendali 3 fasa didepan 2 orang ahli media dengan memberikan lembar validasi kepada setiap ahli sebagai instrumen pengujian kelayakan dari segi perancangan alat *trainer* penyearah terkendali 3 fasa.

Validator 1 bapak Muhammad Rizal Fachri, S.T., M.T. selaku dosen ahli Prodi Pendidikan Teknik Elektro yang berfokus pada tegangan tinggi. Validasi ini dilakukan di laboratorium pada tanggal 26 Juni 2023. Validator 2 bapak Muhammad Ikhsan, S.T., M.T. selaku dosen ahli Prodi Pendidikan Teknik Elektro yang berfokus pada tegangan tinggi. Validasi ini dilakukan di laboratorium pada tanggal 26 Juni 2023. Proses ini dilakukan dengan cara peneliti menjumpai kedua ahli yang bertugas sebagai

validator. Peneliti akan memberikan lembar validasi kepada masing-masing validator agar bias melakukan penilaian terhadap *trainer* yang sudah dipresentasikan, proses ini bertujuan untuk mengetahui apakah *trainer* sudah layak atau belum digunakan.

2. Lembar Validasi Ahli Materi

teknik pengumpulan data validasi alat *trainer* dengan cara peneliti melakukan presentasi alat *trainer* penyearah terkendali 3 fasa didepan 1 orang ahli materi dengan memberikan lembar validasi kepada setiap ahli sebagai instrumen pengujian kelayakan dari segi perancangan alat *trainer* penyearah terkendali 3 fasa.

Validator 1 bapak Suardi Nur, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen ahli Prodi Teknik Lingkungan selaku dosen ahli yang berfokus pada Energi Terbarukan. Validasi ini dilakukan di Gedung Sainstek pada tanggal 22 Juli 2023. Validator 2 materi yaitu bapak Akbarul Kautsar, S.Pd., M.Pd. selaku dosen ahli Prodi Pendidikan Teknik Elektro

yang memiliki latar belakang di bidang pendidikan Teknik Elektro. Validasi ini dilakukan di luar perkarangan Kampus pada tanggal 31 Juli 2023. Proses ini dilakukan dengan cara peneliti menjumpai kedua ahli yang bertugas sebagai validator. Peneliti akan memberikan lembar validasi kepada validator agar bisa melakukan penilaian terhadap *trainer* dan materi yang sudah dipresentasikan, proses ini bertujuan untuk mengetahui apakah *trainer* sudah layak atau belum digunakan.

E. Teknik Analisis Data

Setelah data berhasil dikumpulkan melalui lembaran validasi dari ahli media dan ahli materi, selanjutnya data tersebut akan diolah melalui teknik analisis. Dalam penelitian ini, teknik analisis data yang digunakan adalah kualitatif. Dengan menggunakan teknik analisa data tersebut, peneliti akan memperoleh pemahaman mendalam dalam mengenai kualitas produk secara menyeluruh dan terstruktur. Analisis kualitatif

menggunakan data yang diperoleh dari wawancara, observasi, serta masukan dari para ahli yang berupa kata-kata, tanggapan, saran, dan kritik. Lembar validasi merupakan lembaran yang digunakan peneliti untuk memvalidasi *trainer* yang telah dibuat, lembar validasi ini nantinya akan diberikan kepada validator (dosen) untuk memvalidasi *trainer*, tujuan pengisian lembar validasi adalah untuk mengukur kevalidan *trainer* atau alat peraga yang dibuat.

Skor yang ideal untuk menentukan kelayakan pada *trainer* penyearah terkendali 3 fasa ini pada validasi ahli media adalah 150 yang dimana terdiri 15 butir pertanyaan yang akan dijawab oleh 2 orang ahli dengan nilai jawaban tertinggi adalah 5, 150 adalah nilai maksimum. Sedangkan pada validasi ahli materi adalah 90 yang dimana terdiri 9 butir pertanyaan yang akan dijawab oleh 2 orang ahli dengan nilai jawaban tertinggi adalah 5, 90 adalah nilai maksimum. Untuk mengetahui gambaran kelayakan

trainer dari hasil tanggapan validator akan dianalisis secara deskriptif yaitu dengan jumlah total skor jawaban yang didapat dibagi dengan jumlah total jawaban maksimum yang ditetapkan, sehingga menunjukkan nilai validitas kelayakan *trainer*. Data skor penilaian validasi selanjutnya dibuat dalam persentase menggunakan persamaan (3.1).

$$\text{presentase} = \frac{\text{Jumlah Nilai Keseluruhan}}{\text{Jumlah Nilai Maksimum}} \times 100 \dots \dots (3.1)^{49}$$

Keterangan:

P = Nilai Presentasi

F= Jumlah Nilai Keseluruhan

N= Jumlah Nilai Maksimum

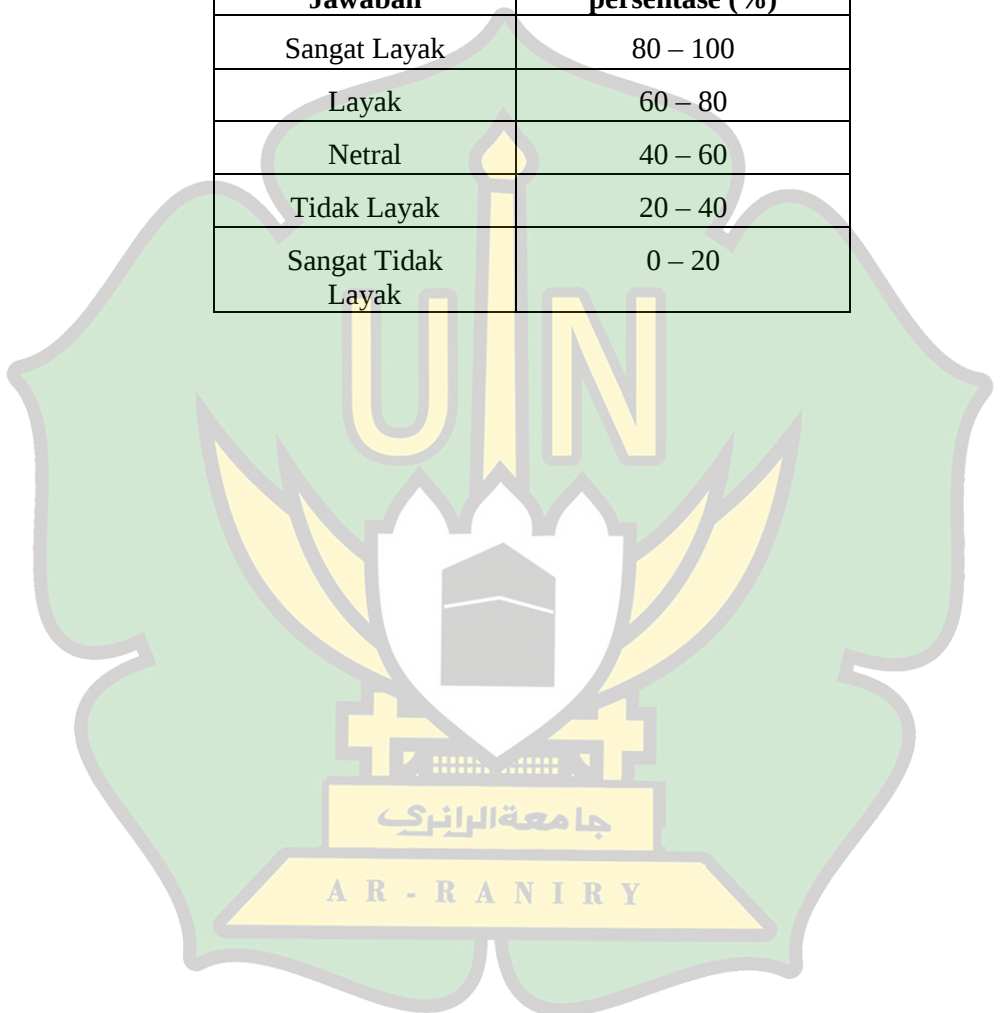
Kategori hasil kelayakan ahli media dan ahli materi berdasarkan tingkat persentase jawaban dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Kategori Hasil Kelayakan Validasi Ahli Media dan Ahli Materi

Kriteria Jawaban	Tingkat persentase (%)
------------------	------------------------

⁴⁹ Rukajat, A. (2018). Pendekatan penelitian kuantitatif: Quantitative research approach, deepublish).

Kriteria Jawaban	Tingkat persentase (%)
Sangat Layak	80 – 100
Layak	60 – 80
Netral	40 – 60
Tidak Layak	20 – 40
Sangat Tidak Layak	0 – 20



BAB IV

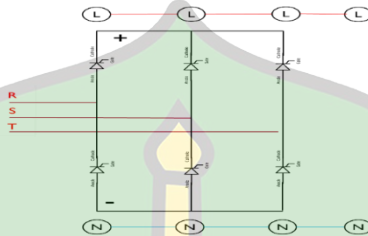
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas hasil perancangan dari *trainer*, hasil pengujian melalui osiloskop dan juga hasil validasi dari ahli media dan materi beserta hasil jawaban dari lembar validasi untuk mengetahui hasil kelayakan dari *trainer* yang sudah dibuat oleh peneliti.

A. Hasil Perancangan

1. Hasil Rangkaian Penyearah Terkendali 3 Fasa

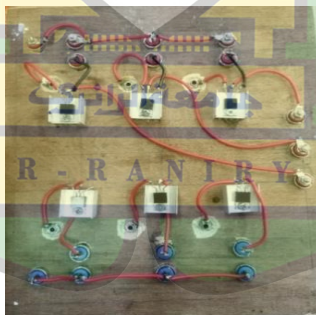
Perancangan keseluruhan rangkaian alat ini bertujuan untuk membuat tegangan yang awalnya AC menjadi DC dan mengurangi terjadinya beban yang berlebihan masuk pada *trainer* praktikum elektronika daya yang lain, dengan adanya rangkaian penyearah terkendali ini maka daya yang masuk pada *trainer* yang lain akan menjadi lebih stabil sehingga dapat mencegah terjadinya kerusakan pada *trainer* dan menjadi lebih tahan lama. Gambar 4.1 merupakan hasil rangkaian penyearah terkendali 3 fasa.



Gambar 4.1 Hasil Rangkaian Penyearah Terkendali 3

Fasa

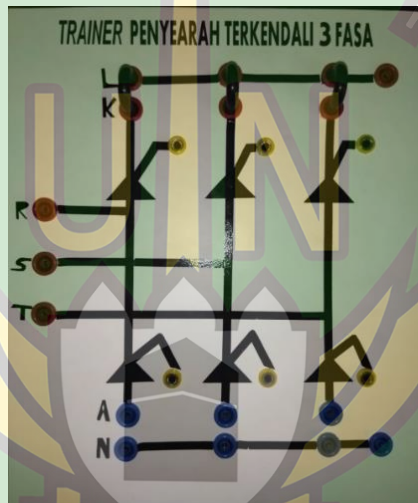
untuk tampilan Rangkaian penyearah terkendali 3 fasa terdapat beberapa komponen yaitu adanya *thyristor* , *banana plug connetor* dan heatsink. Tersusun sesuai rancangan *trainer* penyearah terkendali 3 fasa. Hasil tampilan belakang rangkaian *trainer* penyearah terkendali 3 fasa Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Tampilan Belakang Rangkaian Penyearah

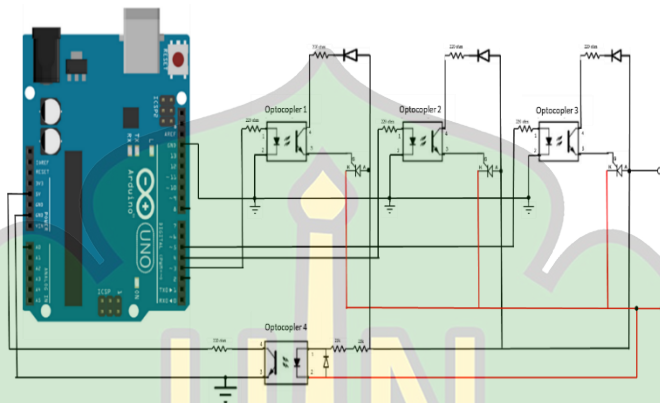
Terkendali 3 Fasa

Setelah dirancang tampilan belakang. Maka, untuk tampilan depan dapat dilihat pada Gambar 4.3 yang merupakan tampilan depan rangkaian *trainer* penyearah terkendali 3 fasa.



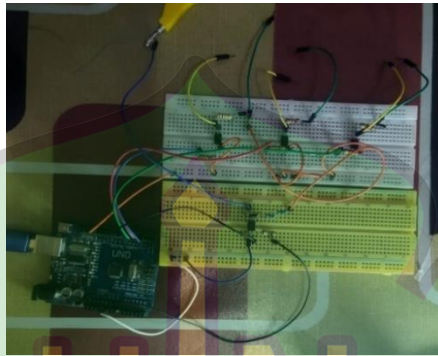
Gambar 4.3 Tampilan Depan Rangkaian *trainer* Penyearah Terkendali 3 fasa

Rancangan kedua sebagai rangkaian alat kontrol penyearah terkendali 3 fasa, terdapat pada Gambar 4.4 yang merupakan hasil rangkaian alat kontrol penyearah terkendali 3 fasa.



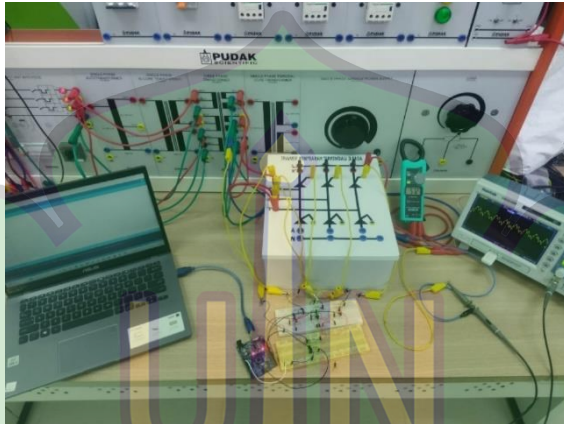
Gambar 4.4 Hasil Rangkaian Alat Kontrol Penyearah
Terkendali 3 Fasa

Rangkaian alat kontrol penyearah terkendali 3 fasa memiliki beberapa komponen yaitu satu Ic Pc817, Resistor, arduino, dioda Ln4007 dan SCR BT151 . komponen tersebut kemudian dirangkai sedemikian rupa hingga menjadi rangkaian kontrol penyearah terkendali. Gambar 4.5 merupakan hasil tampilan rangkaian kontrol penyearah terkendali 3 fasa.



Gambar 4.5 Hasil Tampilan rangkaian kontrol penyearah terkendali 3 fasa

Rangkaian keseluruhan *Trainer* penyearah terkendali 3 fasa yang dibangun terdiri dari beberapa komponen elektronik yang saling terhubung. Komponen tersebut meliputi *Trainer Three Phase Supply Unit*, *Witch Fccb*, *Trainer Three Phase Transformer*, *thyristor*, *banana plug connector*, *jumper*, *heatsink*, *resistor*, *dioda*, *optocoupler*, *arduino*, *papan breadboard*, dan *arduino* yang ditunjukkan Pada Gambar 4.6 merupakan melalui penggunaan rangkain ini, sistem dapat berfungsi dengan baik untuk memenuhi tujuan dari penelitian yang dilakukan.



Gambar 4.6 Hasil Rangkaian Keseluruhan *Trainer* Rangkaian Penyearah Terkendali 3 Fasa

Gambar 4.6 menunjukkan bentuk fisik *trainer* penyearah terkendali 3 fasa yang digunakan dalam penelitian ini. Pada sisi bagian depan, terdapat notasi keterangan yang membantu pengguna dalam mengoperasikan *trainer*. Selain itu, terdapat *banana plug connector* yang memudahkan pengguna untuk melakukan penghubung perkabelan. Penempatan *banana plug connector* yang tepat pada *trainer* sangat penting untuk memudahkan pengguna dalam mengoperasikan alat tersebut. Dalam penelitian ini, sisi bagian

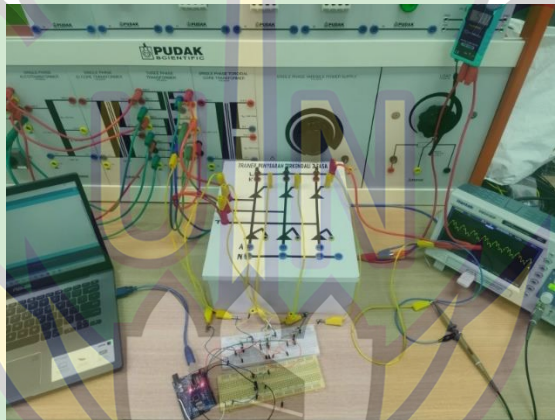
depan *trainer* dirancang dengan baik untuk memudahkan pengguna dalam melakukan perkabelan penyearah terkendali 3 fasa.

2. Hasil Pengujian *Trainer* penyearah terkendali 3 fasa

Hasil pengujian *trainer* rangkaian penyearah terkendali 3 fasa untuk memastikan bahwa penyearah terkendali 3 fasa ini berfungsi dengan baik dan menghasilkan keluaran yang dihapkan. Penyearah terkendali adalah arus bolak balik yang telah disearahkan oleh *thyristor* dan dapat dikontrol oleh arduino. Pengujian penyearah terkendali 3 fasa dilakukan dengan memberikan masukan dengan tegangan sebesar 116 volt, 117 volt dan 118 volt pada masing-masing input R, S dan T merupakan kawat 3 fasa yang akan diuji. Sesudah melakukan maka, masuk ketahap control arduino yang berfungsi sebagai pengontrol tegangan yang akan dikeluarkan pada saat pengujian *trainer*.

Kemudian, keluaran dari penyearah terkendali 3 fasa tersebut diukur dan dibandingkan dengan keluaran yang

diharapkan sesuai dengan aturan penyearah terkendali 3 fasa. menggunakan multimeter dan mengeluarkan tegangan sesuai yang diharapkan. Dapat dilihat pada Gambar 4.7. Merupakan Hasil Pengujian penyearah terkendali 3 fasa.

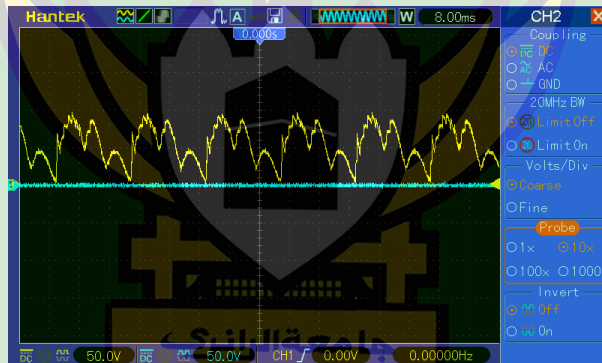


Gambar 4.7 Hasil Pengujian *Trainer* penyearah terkendali 3 fasa

a. Hasil Pengujian *trainer* tanpa penyearah terkendali 3 fasa

Hasil pengujian dilakukan dengan menggunakan 3 unit gabungan penyearah terkendali 3 fasa tanpa dikendalikan pemograman arduino dengan

delaymicrosecond 0 yang tidak dapat diatur gelombang yang masuk. Kemudian, ketiga unit ini digabungkan satu sama lain agar dapat berjalan seperti yang diinginkan dan kemudian diuji dengan menggunakan osiloskop, berikut pada Gambar 4.8 merupakan hasil uji pada rangkaian tanpa di kontrol oleh arduino pada penyearah terkendali 3 fasa yang menggunakan oshiloskop untuk mengetahui bahwa alat itu sudah berjalan dengan.baik.



Gambar 4.8 Hasil Uji Rangkaian Tanpa Di
Kontrol Arduino Pada Penyearah Terkendali 3 Fasa
Menggunakan Osiloskop

Berikut Tabel 4.1 merupakan keterangan dari Gambar 4.8.

Tabel 4.1 Keterangan Gambar 4.8

Gambar	Pengujian <i>trainer</i> (<i>delay</i>microsecond)	Vdc
a	0	53 v

Dari Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa uji rangkaian 1 unit tanpa penyearah terkendali 3 fasa menunjukkan gelombang bolak balik yang telah disearahkan, gelombang ini menandakan bahwa untuk penyalaan dari penyearah terkendali 3 fasa ini dapat bekerja dengan baik. Namun, jika tanpa terkendali hasil dari gelombang akan tetap sama dan tegangannya tidak dapat berubah karena itu dapat dikatakan tanpa terkendali.

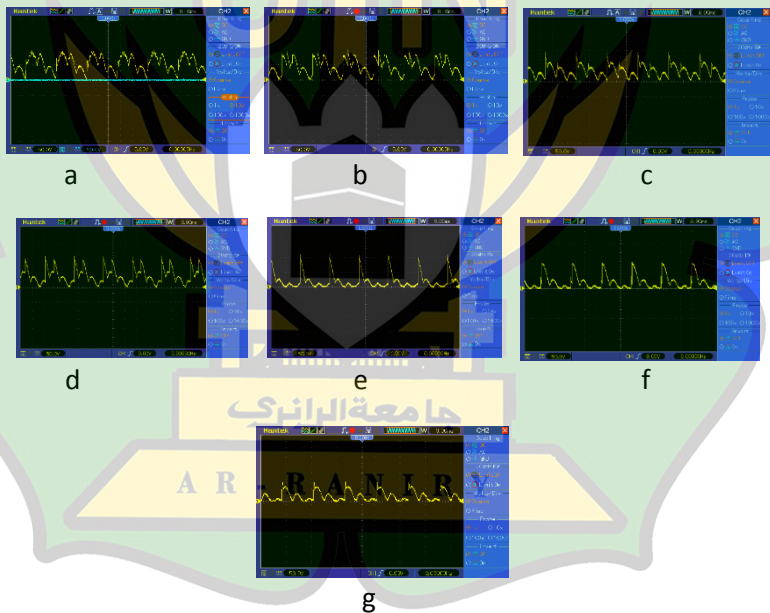
b. Hasil Pengujian Penyearah Terkendali 3 Fasa

Hasil Pengujian ini menggunakan rangkaian yang sama seperti pengujian sebelumnya, pada pengujian ini digabungkan semua penyearah terkendali mulai dari unit

1, unit 2, dan unit 3. kemudian *trainer* akan dinyalakan melalui *trainer* 3 fasa seperti pengujian sebelumnya, namun dipemograman arduino delaymicrosecond tersebut dapat diatur dari 0, 2000, 4000 hingga dengan 12.000 yang dapat menghasilkan gelombang dan tegangan yang berbeda-beda, jika yang tanpa terkendali delaymicrosecond hanya 0 itu dapat menghasilkan gelombang berbeda dan tegangannya turun. Kemudian keluaran dari ketiga unit yang telah digabungkan dipasang osiloskop untuk mengetahui bentuk gelombangnya apakah masih seperti pengujian tanpa terkendali atau sudah terkendali.

Pada Gambar 4.9 berikut merupakan rangkaian *trainer* penyearah terkendali 3 fasa keseluruhan unit dengan menggunakan osiloskop. Pada Gambar 4.6 (a)-(b) ini merupakan hasil kontrol arduino pada delaymicrosecond nya dengan nilai dari 0 dan 2000 delaymicrosecond, (c)-(d) ini merupakan hasil kontrol

arduino pada delaymicrosecond nya dengan nilai dari 4000 dan 6000 delaymicrosecond, (e)-(f) ini merupakan hasil kontrol arduino pada delaymicrosecond nya dengan nilai dari 8000 dan 10000 delaymicrosecond, dan (c)-(d) ini merupakan hasil kontrol arduino pada delaymicrosecond nya dengan nilai dari 12000 delaymicrosecond.



Gambar 4.9 Hasil Uji Rangkaian Menggunakan Osiloskop

Trainer Penyearah Terkendali 3 Fasa

Berikut Tabel 4.2 merupakan keterangan dari Gambar 4.9 dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 4.2 Keterangan Gambar 4.9

Gambar	Pengujian <i>trainer</i> (delaymicrosecond)	Vdc
a	0	53 v
b	2000	43 v
c	4000	39 v
d	6000	33 v
e	8000	20 v
f	10.000	17 v
g	12.000	13 v

Berdasarkan hasil uji coba gambar (a) dapat dilihat saat pengujian menggunakan delaymicrosecond 0 penyearah terkendali maka, keluar teganganya mencapai 53 volt serta gelombang sesuai digambar (a). Makna dari gelombang itu adalah gelombang menjadi bolak balik yang sudah disearahkan, fungsi dari gelombang itu untuk mengetahui bahwa tegangan DCnya sudah masuk dan mencapai 53 volt, meskipun gelombangnya yang dilihat

masih menunjukkan riak yang kecil namun itu sudah dapat menghasilkan tegangan yang sesuai seperti kita inginkan, pada saat penyalanya *trainer* penyearah terkendali sudah dikendalikan dari perogram arduino tersebut.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilihat pada gambar (b) dapat diketahui bahwa pengujian yang dilakukan menggunakan *delaymicrosecond* 2000 penyearah terkendali memiliki gelombangnya berubah dan tegangannya berubah menjadi 43 volt, dimana bentuk gelombang yang dihasilkan berubah dan tidak sama seperti yang dihasilkan pada gambar (a), dapat dilihat perbedaanya dengan bentuk gelombangnya dan tegangannya berkurang serta berubah.

Berdasarkan hasil uji pada gambar (c) penyearah terkendali dapat diketahui bahwa gelombang yang dihasilkan dengan *delaymicrosecond* 4000 penyearah terkendali gelombang yang dihasilkan oleh osiloskop berubah dan tegangan juga berubah menjadi 49 volt,

tegangan nya semakin turun dan itu semua dikendalikan oleh pemograman arduino yang dapat mengecilkan hasil tegangan dan gelombang yang berbeda.

Berdasarkan hasil uji coba pada gambar (d) penyearah terkendali dapat diketahui juga bahwa delaymicrosecond 6000 penyearah terkendali, gelombang yang dihasilkan osiloskop berbeda tegangannya juga berubah menjadi 33 volt, semakin berbeda dengan gambar sebelumnya.

Berdasarkan hasil uji coba pada gambar (e) penyearah terkendali dapat diketahui juga bahwa delaymicrosecond 8000 penyearah terkendali, dimana hasil gelombang yang keluar dari osiloskop berbeda dengan gambar sebelumnya serta tegangan yang dihasilkan menjadi 20 volt.

Berdasarkan hasil uji coba pada gambar (f) penyearah terkendali dapat diketahui juga bahwa delaymicrosecond 10.000 penyearah terkendali, dimana

gelombang yang dihasilkan osiloskop berbeda dengan gambar (e) dimana hasil tegangannya berubah menjadi 17 volt bisa didefinisikan bahwa hasilnya berbeda.

Berdasarkan hasil uji coba pada gambar (g) adalah gambar terakhir dimana gelombangnya berbeda dengan gambar sebelumnya dan hasil tegangannya menjadi 13 volt, ini merupakan hasil akhir yang mampu didapati oleh penyearah terkendali tersebut dengan pemograman arduino `delaymicrosecond 12.000`. yang mana ini adalah hasil tegangan yang paling kecil yang dapat dihasilkan oleh penyearah terkendali.

Apabila `delaymicrosecond` dibuat menjadi 13.000 maka nilai tegangannya akan menjadi lebih naik dan switchingnya akan memulai lagi dengan nilai awal dan triggernya tidak sesuai keinginan peneliti, maka peneliti mengambil data sampai 7 pendataan dan dihentikan `delaymicrosecond 12.000` dengan tegangan sebesar 13 volt.

B. Hasil Uji Kelayakan *Trainer*

Dalam penelitian ini, hasil validasi kelayakan *trainer* penyearah terkendali 3 fasa sebagai alat peraga untuk mata kuliah elektronika daya didapatkan melalui instrumen lembar validasi yang diisi oleh empat tenaga ahli, empat ahli yang dipilih untuk melakukan kelayakan pada *trainer* penyearah terkendali 3 fasa ini merupakan dosen dengan pengetahuan dan pengalaman dibidangnya. Dalam proses validasi ini, para ahli diminta memberikan penilaian terhadap aspek-aspek tertentu pada *trainer* penyearah terkendali 3 fasa, seperti kelengkapan fitur, kejelasan tampilan, dan kemudahan penggunaan, serta konsep materi, setelah diisi dan dikumpulkan, lembar validasi ini kemudian dianalisis untuk menentukan kelayakan *trainer* penyearah terkendali 3 fasa sebagai alat peraga untuk mata kuliah Elektronika Daya.

1. Hasil Kelayakan Ahli Media

Validasi *trainer* penyearah terkendali 3 fasa sebagai alat peraga untuk mata kuliah elektronika daya dilakukan oleh bapak

Muhammad Rizal Fachri, S.T., M.T pada 26 Juni 2023 dan bapak Muhammad Ikhsan, S.T., M.T pada 26 Juni 2023. Kelayakan dilakukan pada *trainer* penyearah terkendali 3 fasa, oleh dua orang ahli media yang memiliki pengetahuan dan pengalaman dalam bidangnya Tujuannya adalah untuk mendapatkan masukan, kritik dan saran dari validator tentang kelayakan *trainer* penyearah terkendali 3 fasa. Hal ini bertujuan agar *trainer* dapat memenuhi uji kelayakan dari segi media dan dapat dikembangkan menjadi produk alat peraga yang berkualitas dari segi media. Pada Tabel 4.3 merupakan jawaban dari hasil kelayakan oleh 2 orang ahli media.

Tabel 4.3. Hasil Kelayakan Ahli Media

No	Butir penilaian	Hasil Jawaban Validasi Ahli I					Hasil Jawaban Validasi Ahli II				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Ketahanan											
1	Bahan dari trainer penyearah terkendali 3 fasa bersifat tahan lama				✓					✓	

2	Trainer penyarah terkendali 3 fasa tidak memerlukan perlakuan khusus dalam hal perawatan				✓								✓
Tampilan													
3	Trainer penyarah terkendali 3 fasa sudah memiliki bentuk yang praktis				✓								✓
4	Trainer penyarah terkendali 3 fasa sudah memiliki bentuk minimalis (tertata rapi)				✓								✓
5	Trainer penyarah terkendali 3 fasa sudah memiliki bentuk yang mudah dipindahkan dari satu tempat ketempat lain					✓							✓
6	Trainer penyarah terkendali 3 fasa sudah memiliki warna yang				✓								✓

	bervariasi												
7	Trainer penyearah terkendali 3 fasa sudah memiliki warna yang menarik				✓							✓	
Bahan													
8	Trainer penyearah terkendali 3 fasa, alat dan bahan yang digunakan mudah didapatkan				✓								✓
9	Pada trainer penyearah terkendali 3 fasa, alat dan bahan yang digunakan memiliki harga yang terjangkau				✓								✓
Ukuran													
10	Trainer penyearah terkendali 3 fasa Ukuran yang dipakai memiliki ukuran yang sesuai (25x30cm)				✓								✓

11	Trainer penyearah terkendali 3 fasa Ukuran yang dipakai memiliki ukuran yang menyesuaikan dengan trainer yang ada pada laboratorium listrik lainnya			✓							✓
Pengoperasian											
12	Trainer penyearah terkendali 3 fasa termasuk sederhana (tidak rumit) dalam proses pengoperasian sehingga memudahkan mahasiswa untuk menggunakannya			✓						✓	
13	Trainer penyearah terkendali 3 fasa memuat keterangan yang mudah dipahami			✓							✓
Materi											
14	Trainer penyearah terkendali 3 fasa ini sesuai			✓							✓

	digunakan untuk mata kuliah Elektronika Daya										
15	<i>Trainer</i> penyearah terkendali 3 fasa dapat meningkatkan pemahaman dan efektivitas dalam proses pembelajaran mata kuliah Elektronika Daya			✓						✓	
JUMLAH		0	0	2	12	1	0	0	0	6	9
		0	0	6	48	5	0	0	0	2	4
										4	5
		59					69				
		78,6%					92%				
PRESENTASE		128					85,3%				

Berdasarkan hasil rata-rata pada tabel 4.3 diketahui bahwa aspek penilaian dari 2 orang ahli media terdiri dari 15 butir pertanyaan yang pada setiap butir pertanyaannya memiliki dua penilaian dimana terdiri dari 2 orang ahli, dengan jumlah nilai maksimum dari gabungan hasil jawaban kedua ahli tersebut

adalah bernilai 150. Hasil dari kelayakan tersebut dihitung dengan menggunakan rumus 3.1 maka didapatkan hasil sebagai berikut.

$$p = \frac{128}{150} \times 100\% = 85,3\%$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka dapat disimpulkan hasil penilaian dari validator secara keseluruhan mencapai 85,3%. Maka, dapat dilihat pada Tabel 3.5 kategori Hasil Validasi Ahli. Jika, persentase yang diperoleh mencapai 81% sampai dengan 100%. Maka, *trainer* penyearah terkendali 3 fasa dikategorikan kedalam “Sangat Layak” berdasarkan segi penilaian dosen ahli atau validator.

2. Hasil Kelayakan Ahli Materi

Validasi materi *trainer* penyearah terkendali 3 fasa sebagai alat peraga untuk mata kuliah Elektronika Daya dilakukan oleh bapak Suardi Nur, S.T., M.Sc., Ph.D. pada 22 Juli 2023 dan bapak Akbarul Kautsar, S.Pd., M.Pd. pada 31 juli 2023. Validasi dilakukan pada *trainer* penyearah terkendali 3 fasa, oleh dua orang ahli materi yang memiliki pengetahuan dan

pengalaman dalam bidangnya. Tujuannya adalah untuk mendapatkan masukan, kritik dan saran dari validator tentang kelayakan materi *trainer* penyearah terkendali 3 fasa. Hal ini bertujuan agar *trainer* dapat memenuhi uji kelayakan dari segi materi. Pada Tabel 4.4 merupakan jawaban hasil kelayakan oleh ahli materi.

Tabel 4.4 Hasil Kelayakan Ahli Materi

No	Butir penilaian	Hasil Jawaban Validasi Ahli I					Hasil Jawaban Validasi Ahli 2				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Tujuan Pembelajaran											
1	Trainer penyearah terkendali 3 fasa Mempermudah pemahaman mahasiswa				✓						✓
2	Trainer penyearah terkendali 3 fasa Membantu mahasiswa dalam mengimplementasi kan materi					✓					✓
3	Trainer penyearah terkendali 3 fasa Menambah wawasan					✓					✓

No	Butir penilaian	Hasil Jawaban Validasi Ahli I					Hasil Jawaban Validasi Ahli 2				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	mahasiswa										
4	<i>Trainer</i> penyearah terkendali 3 fasa Sesuai dengan tujuan materi				✓						✓
Materi											
5	<i>Trainer</i> penyearah terkendali 3 fasa Dapat membuat keabstrakan menjadi lebih nyata				✓						✓
6	<i>Trainer</i> penyearah terkendali 3 fasa Sesuai dengan konsep materi penyearah terkendali 3 fasa				✓						✓
Waktu											
7	<i>Trainer</i> penyearah terkendali 3 fasa dapat membantu mempercepat penjelasan penyearah terkendali 3 fasa sehingga waktu menjadi lebih efisien				✓						✓

No	Butir penilaian	Hasil Jawaban Validasi Ahli I					Hasil Jawaban Validasi Ahli 2				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Manfaat											
8	Trainer penyearah terkendali 3 fasa Mempermudah penyampaian materi penyearah terkendali 3 fasa					✓					✓
9	Trainer penyearah terkendali 3 fasa Menjadi alat bantu dalam pembelajaran penyearah terkendali 3 fasa					✓					✓
JUMLAH		0	0	0	20	20	0	0	0	0	45
		40					45				
		88,8%					100%				
		85									
PRESENTASE		94,4%									

Berdasarkan hasil rata-rata pada Tabel 4.4 diketahui bahwa aspek penilaian dari 2 orang ahli materi terdiri dari 9 butir pertanyaan yang pada setiap butir pertanyaannya memiliki dua penilaian dimana terdiri dari 2 orang ahli, dengan jumlah nilai

maksimum dari gabungan hasil jawaban ahli tersebut adalah bernilai 90. Hasil dari kelayakan tersebut dihitung dengan menggunakan rumus 3.2 maka didapatkan hasil sebagai berikut.

$$p = \frac{85}{90} \times 100\% = 94,4\%$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka dapat disimpulkan hasil penilaian dari validator secara keseluruhan mencapai 94,4%. Maka, dapat dilihat pada Tabel 3.6 kategori Hasil Validasi Ahli materi. Jika, persentase yang diperoleh mencapai 81% sampai dengan 100%. Maka, *trainer* penyearah terkendali 3 fasa dikategorikan kedalam “Sangat Layak” berdasarkan segi penilaian dosen ahli atau validator.

C. Pembahasan

1. Hasil Rancangan *Trainer* Penyearah Terkendali 3

Fasa

A R - R A N I R Y

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui cara perancangan *trainer* menjadi lebih valid dan praktis untuk digunakan dalam pembelajaran mata kuliah elektronika daya. *Trainer* penyearah terkendali 3 fasa ini akan

membantu mahasiswa dalam memahami bentuk *trainer* penyearah terkendali secara lebih mudah dan efektif. Selain itu, dengan perancangan *trainer* penyearah terkendali 3 fasa yang valid dan praktis. Diharapkan alat ini dapat meningkatkan pengetahuan kualitas mahasiswa dalam mengetahui bentuk *trainer* dan menjadi pembelajaran yang lebih baik bagi pengguna kedepannya. Dengan demikian, penelitian ini memiliki manfaat yang besar dalam meningkatkan kualitas pengetahuan dibidang elektronika daya.

Perbandingan penelitian desain *trainer* penyearah terkendali 3 fasa untuk mata kuliah elektronika daya dengan penelitian sebelumnya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Pandu Sandi Pratama (2008) dari Universitas Diponegoro, Semarang, yang berjudul “Perancangan Modul Pemicu Thyristor Untuk Berbagai Aplikasi Penyearah Terkontrol Teknik Elektro menggunakan *Mikrokontroller* ATMEGA8535. Dimana penelitian sebelumnya

menggunakan metode eksperimental. Selain itu, alat yang dibuat menggunakan *Mikrokontroller ATMEGA8535*, digunakan untuk pemecutan penyearah 1 fasa terkontrol penuh, penyearah 3 fasa setengah jembatan terkontrol, penyearah 3 fasa jembatan semi terkontrol, dan penyearah 3 fasa jembatan terkontrol penuh. Penelitian ini mendeskripsikan dengan membuat modul praktikum elektronika daya yaitu berupa rangkaian pemecutan penyearah terkontrol sesuai dengan karakteristik secara umum masing-masing rangkaian penyearah terkontrol, kekurangan dari penelitian ini tidak melakukan validasi alat dengan menguji kelayakan dari ahli media dan materi serta pada penelitian ini tidak memfokuskan ke *thyristor* tetapi lebih ke mikrokontroller. Sedangkan penelitian desain *trainer* penyearah terkendali 3 fasa menggunakan metode *R&D* atau (*Research and Development*), penelitian ini memfokuskan pada *thyristor* Bt151 sedangkan mikrokontroller *Arduino* dengan optocoupler PC817 hanya sebagai alat rangkaian tambahan yang berfungsi

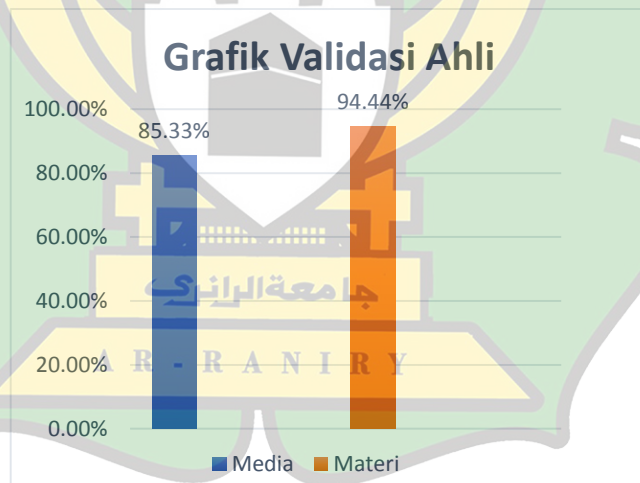
sebagai pengaman Arduino dengan mendesain alat yang akan dirancang kemudian menggunakan komponen berupa *Trainer Three Phase Supply Unit With Fccb*, *Trainer Three Phase Transformer*, *thyristor*, *banana plug connector*, jumper, heatsink, resistor, dioda, optocoupler, arduino, papan breadboard, dan arduino. Kemudian, merancang serta memvalidasikan kepada ahli media dan ahli materi untuk mengetahui kelayakan alat penyearah terkendali 3 fasa.

2. Hasil kelayakan *trainer* penyearah terkendali 3 fasa

Trainer penyearah terkendali 3 fasa telah melalui proses validasi ahli media. Dalam uji media, Ahli Media memberikan nilai presentase sebesar 85,3%, sedangkan. Ahli Materi memberikan nilai persentase sebesar 94,4%. Oleh karena itu, secara keseluruhan, *trainer* penyearah terkendali 3 fasa dianggap “Sangat Layak” untuk digunakan pada mata kuliah Elektronika Daya.

Validasi yang dilakukan oleh ahli media dan materi dapat memberikan keyakinan bahwa *Trainer* Penyearah

Terkendali 3 Fasa dapat menyampaikan materi yang tepat dan mudah dipahami dengan dukungan media yang sesuai. Dengan demikian, *trainer* penyearah terkendali 3 fasa dapat menjadi pilihan yang baik dalam membantu siswa dalam memahami konsep Elektronika Daya dengan lebih baik. Data hasil validasi media dan materi dapat dilihat dalam bentuk grafik pada Gambar 4.10 grafik tersebut merupakan hasil validasi yang dilakukan oleh ahli media dan ahli materi terhadap media dan materi yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 4.10 Grafik Hasil Validasi Ahli Media dan Ahli Materi

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Desain *trainer* penyearah terkendali 3 fasa merupakan proses merancang *trainer* dengan melakukan desain rangkaian terlebih dahulu, kemudian melakukan perancangan *trainer* yang terdiri dari beberapa komponen kemudian digabungkan dalam bentuk *trainer*, diketahui *trainer* penyearah terkendali ini dapat mengubah tegangan AC ke tegangan DC, dimana tegangan input AC sebelumnya 116-118 Volt dan bisa di bolak balikkan arus searah dari *trainer* penyearah terkendali 3 fasa menjadi output DC 53-13 Volt. Hasil uji *Trainer* penyearah terkendali 3 fasa ini sudah siap dirancang dan berjalan dengan baik serta sebagai penambahan *trainer* pada mata kuliah elektronika daya yang dapat membantu mahasiswa dalam menjalankan *trainer*

penyearah terkendali 3 fasa.

2. Hasil uji pada Validasi Ahli yang didapatkan. Hasil dari ahli media memperoleh persentase 85,3%, dan hasil ahli materi memberikan nilai persentase sebesar 94,4%. Berdasarkan hasil validasi ahli media dan materi terhadap *trainer* penyearah terkendali 3 fasa mendapat kategori “Sangat Layak” yang berarti sangat layak untuk digunakan pada laboratorium listrik untuk mata kuliah Elektronika Daya.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang sudah diperoleh, maka peneliti memberikan beberapa saran untuk tambahan pada penerus masa yang akan datang, yang diantara-Nya:

1. Pada peneliti selanjutnya dapat membuat atau menambahkan komponen yang kurang pada *trainer* penyearah terkendali 3 fasa dengan alat yang lebih baik

2. *Trainer* yang dirancang saat ini hanya dapat menjelaskan penyearah terkendali 3 fasa, maka dari itu perlunya dilakukan penelitian lanjutan untuk mengembangkan *trainer* yang dapat menjelaskan penyearah terkendali menjadi lebih komplit.
3. Pada peneliti selanjutnya agar melanjutkan trainer ini menjadi bahan pembelajaran untuk mahasiswa pendidikan teknik elektro, jangan cuma hanya mengetahui materi saja dalam pembelajaran tapi juga harus mengetahui bagaimana rancangan serta trainernya dalam bentuk nyata.

جامعة الرانري

A R - R A N I R Y

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Sachari dan Yan Yan Sunarya (2000) “Tinjauan Desain”, ITB
- Azhar Arsyad. (2007) yang berjudul “Media Pembelajaran”. (Jakarta: Raja Grafindo Persada,), h. 17.
- Cahaya Agung (2012), "*Rancang Bangun Inverter 3 Fasa untuk Pengaturan Kecepatan Motor Induksi,*" Elektronika, Politeknik Negeri Surabaya, Surabaya, 2012.
- Dewi Luki Indriyani, Pengembangan Alat Peraga, FKIP, UMP, 2014. Hal. 8
- Dickson cho (2023). Pengertian SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) dan Prinsip Kerjanya. [https://Pengertian SCR \(Silicon Controlled Rectifier\) dan Prinsip Kerja SCR \(teknikelektronika.com\)](https://Pengertian SCR (Silicon Controlled Rectifier) dan Prinsip Kerja SCR (teknikelektronika.com))
- Donal Siagian and Riswan Dinzi (2014), "*Analisis Penyearah Tiga Fasa Terkontrol Penuh Dengan Simulasi MATLAB,*" Singuda Ensikom, vol. 7, no. 2, pp. 68-74,
- Doni Tri Putra Yanto (2018) berjudul "*Rancang Bangun Trainer Elektronika Daya: A Controlled And Uncontrolled Rectifiers*" Teknik Elektro Universitas Negeri Padang.
- Dickson Kho, 2023, "*banana plug connector*" [https://teknikelektronika.com /pengertian-konektor-connector-dan-jenis-jenisnya/](https://teknikelektronika.com/pengertian-konektor-connector-dan-jenis-jenisnya/)

- Ebay.com, 2023 “Thyristor bt151 600R”.
<https://i.ebayimg.com/images/g/-nAAAOSwXeJXclN6/s-l300.jpg>
- faris hadi Utomo, 2019 “optocoupler pc817” kelas plc.com
<https://www.kelasplc.com/optocoupler-pc817/>
- Fatkhorrozi, 2020, “Makalah Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh Tiga Fasa” ://idoc.pub/documents/makalah-rangkaian-penyearah-gelombang-penuh-tiga-fasa-en5kjzm7r1no
- Hanif (2022) “thyristor elektronika” <http://kamuharustahu.com>
 diakses tanggal 06 september 2022
<https://www.edukasielektronika.com//2022/09/pengertian-jenis-dan-prinsip-kerja.html>
- Isaac ,2021 “dioda 1n4007: penjelasam dioda (hwlibre.com).
 1n4007: semua yang perlu Anda ketahui tentang dioda ini
 | Perangkat keras gratis (hwlibre.com)
- Imam Muda N (2013). “*Teknik elektronika dasar*”. Penerbit Gunung Samudra, Malang, (hal: 69)
- Istanto W. Djatmiko (2010), *Bahan Ajar Elektronika Daya*. Yogyakarta, Indonesia.
- Muhammad habib al khairi, 2022, “resistor dan jenis-jenis resistor”
<https://www.mahirelektro.com/2020/10/pengertian-resistor-dan-jenis-jenis-resistor.html>

- Muhammad Arif (2022) “*Pengertian Listrik 1 Phase dan 3 Phase*” sidoarjo (<https://primatekniksystem.com>)
- Nusa Putra, (2015) *Research and Development Penelitian dan Pengembangan : Suatu Pengantar*, 1st edn (Jakarta: PT Rajagrafindo Persada,).
- Pandu Sandi Pratama and Agung Warsito (2008), *"Perancangan Modul Pemicuan Thyristo Untuk Berbagai Aplikasi Penyearah Terkontrol Dengan Menggunakan Mikrokontroller ATMEGA8535," Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang.*
- Rukajat, A. (2018). *Pendekatan Penelitian Kuantitatif: Quantitative Research Approach*. Deepublish.
- Rsetiawan, 2022”*breadboard*”
<https://www.rsetiawan.com/2022/04/breadboard.html>
- Siti Annisah (2017) Dosen Pembelajaran Matematika di MI/SD Program Studi PGMI Jurusan Tarbiyah STAIN Jurai Siwo Metro.
- Sugiyono, (2012) yang berjudul “*Metodologi penelitian kuantitatif dan R&D*”. (Bandung: Alfabeta,), Hal.297
- Sri wulandari (2022), *Peran Pendidikan Kewarganegaraan Dalam Mengembangkan Rasa Toleransi Di Kalangan Siswa Sekolah Dasar Universitas Pendidikan Indonesia*
- Simple projek, 2018 “*SCR control with Arduino - Half-wave controlled rectifier* (simple-circuit.com)”

- Tawakal, Panji, Agung Nugroho dkk. *Penyearah terkontrol penggerak motor arus searah pada purwarupa konveyor*. Hlm. 389-394
- Usman (2017). *Perancangan dan Pembuatan Trainer Penyearah Terkendali 3 Fasa*. Politeknik Bosowa, Makassar. Jurnal teknologi terpadu Vol.5 No 1 april 2017
- Vongsila, V., & Reinders, H. (2016). *Making Asian Learners Talk: Encouraging Willingness to Communicate*. RELC Journal, 47(3), 331–347.
- Wilda Susanti, (2021), *Pembelajaran Aktif, Kreatif, Dan Mandiri Pada Mata Kuliah Algoritma Dan Pemrograman*. Yogyakarta: samudra biru, hal:91
- Widodo Budiharto.(2005). *Teknik Reparasi PC & Monitor*. Jakarta: PT Alex Media Komputindo.
- Zakariah, M. Askari. *Metodologi Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, Action Research, Research And Development (R n D)*. Yayasan Pondok Pesantren Al Mawaddah Warrahmah Kolaka, 2020.

Lampiran 1. SK SKRIPSI

SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TARBIAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY
Nomor: B-806/7/U.08/FTK/Kp.07.6/07/2022

TENTANG
PENGANGKATAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA FAKULTAS TARBIAH DAN KEGURUAN
UIN AR-RANIRY

DEKAN FAKULTAS TARBIAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY

- Menimbang : a. Bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi Mahasiswa pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry, maka dipandang perlu menunjuk pembimbing;
b. Bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk diangkat sebagai pembimbing Skripsi dimaksud;
- Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 20 tahun 2003, Tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-Undang Nomor 14 Tahun 2005, Tentang Guru dan Dosen;
3. Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012, Tentang Pendidikan Tinggi;
4. Peraturan Pemerintah No. 74 Tahun 2012 tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah RI Nomor 23 Tahun 2005 tentang Pengelolaan Keuangan Badan Layanan Umum;
5. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
6. Peraturan Presiden Nomor 64 Tahun 2013, tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;
7. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi & Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
8. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 21 Tahun 2015, tentang Statuta UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
9. Keputusan Menteri Agama Nomor 492 Tahun 2003, tentang Pendelegasian Wewenang Pengangkatan, Penindahan, dan Pemberhentian PNS di Lingkungan Depag RI;
10. Keputusan Menteri Keuangan Nomor 293/KMK.05/2011 tentang Penetapan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh pada Kementerian Agama sebagai Instansi Pemerintah yang Menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum;
11. Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Nomor 01 tahun 2015, tentang Pendelegasian Wewenang kepada Dekan dan Direktur Pascasarjana di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
- Memperhatikan : Keputusan Sidang/Seminar Proposal Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Elektro (PTE) Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry, tanggal 23 Juni 2022.

MEMUTUSKAN

- Menetapkan
PERTAMA : Menunjuk Saudara:
- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| 1. Hari Anna Lastya, M.T | Sebagai pembimbing Pertama |
| 2. Ghufra Ibnu Yasa, MT | Sebagai pembimbing Kedua |
- Untuk membimbing skripsi :
- | | |
|---------------|---|
| Nama | : Muhammad Yusaldi |
| NIM | : 180211064 |
| Program Studi | : Pendidikan Teknik Elektro |
| Judul Skripsi | : Desain Trainer Penyejarah Terkendali 3 Fasa Untuk Mata Kuliah Elektronika Daya. |
- KEDUA : Pembiayaan honorarium pembimbing pertama dan kedua tersebut di atas dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor SP DIPA-025.04.2.423925/2020 Tahun Anggaran 2020
- KETIGA : Surat Keputusan ini berlaku sampai akhir Semester Genap Tahun Akademik 2022/2023;
- KEEMPAT : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam surat keputusan ini.

Ditetapkan di : Banda Aceh
Pada Tanggal : 14 Juli 2022
An. Rektor
Dekan


Maslim Razali

Tembusan

1. Rektor UIN Ar-Raniry di Banda Aceh;
2. Ketua Prodi PTE/FTK UIN Ar-Raniry;
3. Pembimbing yang bersangkutan untuk dimaklumi dan dilaksanakan;
4. Yang bersangkutan.

Lampiran 2. Surat Penelitian

20/07/23, 13:24 Document



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
Jl. Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telepon : 0651- 7557321, Email : uin@ar-raniry.ac.id

Nomor : B-7569/Un.08/FTK.1/TL.00/07/2023
Lamp : -
Hal : Penelitian Ilmiah Mahasiswa

Kepada Yth,
Kepala Laboratorium Kelistrikan PTE
Assalamu'alaikum Wr.Wb.
Pimpinan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dengan ini menerangkan bahwa:

Nama/NIM : Muhammad Yusaldi / 180211064
Semester/Jurusan : / Pendidikan Teknik Elektro
Alamat sekarang : Jeulingke

Saudara yang tersebut namanya diatas benar mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan bermaksud melakukan penelitian ilmiah di lembaga yang Bapak/Ibu pimpin dalam rangka penulisan Skripsi dengan judul **Desain Trainer Penyearah Terkendali 3 Fasa Untuk Mata Kuliah Elektronika Daya**

Demikian surat ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami mengucapkan terimakasih.

Banda Aceh, 20 Juli 2023
an. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kelembagaan,



Berlaku sampai : 20 Agustus 2023 Prof. Habiburrahim, S.Ag., M.Com., Ph.D.

جامعة الرانيري
AR - RANIRY

<https://mahasiswa.siakad.ar-raniry.ac.id/e-mahasiswa/akademik/penelitian> 1/1

lampiran 3. Lembar Validasi ahli media 1

LEMBAR VALIDASI MEDIA *TRAINER* PENYEPAH TERKENDALI 3 FASA

Nama Validator : Muhammad Rizal Fachri, S.T., M. T.
NIP/NIDN : 2008078802
Prodi : Pendidikan Teknik Elektro
Instansi : UIN Ar-Raniry
Tanggal Pengisian : 06 Juni 2023

PENGANTAR

Lembar validasi media ini digunakan untuk memperoleh penilaian Bapak/Ibu terhadap validasi ahli media *trainer* yang di rancang oleh peneliti. Saya ucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

PETUNJUK PENGISIAN

1. Bapak/Ibu di mohon untuk memberikan skor pada setiap butir pernyataan dengan memberikan tanda *check list* (✓) pada kolom dengan skala penilaian sbagai berikut:
5 = Sangat Layak
4 = Layak
3 = Netral
2 = Tidak Layak
1 = Sangat Tidak Layak
2. Bapak/Ibu di mohon untuk memberikan kritik dan saran perbaikan pada baris yang telah disediakan.

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

12	<i>Trainer</i> penyearah terkendali 3 fasa termasuk sederhana (tidak rumit) dalam proses pengoperasian sehingga memudahkan mahasiswa untuk menggunakannya				✓	
13	<i>Trainer</i> penyearah terkendali 3 fasa memuat keterangan yang mudah dipahami			✓		
F.Materi						
14	<i>Trainer</i> penyearah terkendali 3 fasa ini sesuai digunakan untuk mata kuliah Elektronika Daya				✓	
15	<i>Trainer</i> penyearah terkendali 3 fasa dapat meningkatkan pemahaman dan efektivitas dalam proses pembelajaran mata kuliah Elektronika Daya				✓	

Banda Aceh,Juni 2023

Ahli Media

Nkuffa
 (M. Rizki Paeteng, M.A)

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

Lampiran 4. Lembar Validasi ahli media 2

LEMBAR VALIDASI MEDIA *TRAINER* PENYEARAH TERKENDALI 3 FASA

Nama Validator : Muhammad Ikhsan, S.T., M. T.
NIP/NIDN : 2023108602
Prodi : Pendidikan Teknik Elektro
Instansi : UIN Ar-Raniry
Tanggal Pengisian : 06 Juni 2023

PENGANTAR

Lembar validasi media ini digunakan untuk memperoleh penilaian Bapak/Ibu terhadap validasi ahli media *trainer* yang di rancang oleh peneliti. Saya ucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

PETUNJUK PENGISIAN

1. Bapak/Ibu di mohon untuk memberikan skor pada setiap butir pernyataan dengan memberikan tanda *check list* (✓) pada kolom dengan skala penilaian sebagai berikut:
5 = Sangat Layak 2 = Tidak Layak
4 = Layak 1 = Sangat Tidak Layak
3 = Netral
2. Bapak/Ibu di mohon untuk memberikan kritik dan saran perbaikan pada baris yang telah disediakan.

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

12	<i>Trainer</i> penyearah terkendali 3 fasa termasuk sederhana (tidak rumit) dalam proses pengoperasian sehingga memudahkan mahasiswa untuk menggunakannya					✓	
13	<i>Trainer</i> penyearah terkendali 3 fasa memuat keterangan yang mudah dipahami					✓	
F.Materi							
14	<i>Trainer</i> penyearah terkendali 3 fasa ini sesuai digunakan untuk mata kuliah Elektronika Daya					✓	
15	<i>Trainer</i> penyearah terkendali 3 fasa dapat meningkatkan pemahaman dan efektivitas dalam proses pembelajaran mata kuliah Elektronika Daya					✓	

جامعة الرانيري
Banda Aceh, 26 Juni 2023

Ahli Media

A R - R A N I R Y

(MUHAMMAD IKHSAN M.T.)

Lampiran 5. Lembar Validasi Materi 1

LEMBAR VALIDASI MATERI

Nama Validator : Suardi Nur, ST, M.Sc, PhD.
 NIP/NIDN : 198110102006091006
 Prodi : Teknik Lingkungan
 Instansi : Pak. Sains & Teknologi, UIN Ar-Raniry.
 Tanggal Pengisian : 18 Juli 2023
 22

PENGANTAR

Lembar validasi materi ini digunakan untuk memperoleh penilaian Bapak/Ibu terhadap validasi ahli materi *trainer* yang di rancang oleh peneliti. Saya ucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

PETUNJUK PENGISIAN

1. Bapak/Ibu di mohon untuk memberikan skor pada setiap butir pernyataan dengan memberikan tanda *check list* (✓) pada kolom dengan skala penilaian sebagai berikut:
 5 = Sangat Layak
 4 = Layak
 3 = Netral
 2 = Tidak Layak
 1 = Sangat Tidak Layak
2. Bapak/Ibu di mohon untuk memberikan kritik dan saran perbaikan pada baris yang telah disediakan.

No	Aspek yang ditelaah	Kriteria Jawaban					Saran Validator
		1	2	3	4	5	
A. Tujuan Pembelajaran							
1	Trainer penyearah terkendali 3 fasa Mempermudah pemahaman					✓	

	mahasiswa								
2	Trainer penyearah terkendali 3 fasa Membantu mahasiswa mengimplementasikan materi							✓	
3	Trainer penyearah terkendali 3 fasa Menambah wawasan mahasiswa							✓	
4	Trainer penyearah terkendali 3 fasa Sesuai dengan tujuan materi						✓		
B. Materi									
5	Trainer penyearah terkendali 3 fasa dapat membuat keabstrakan materi penyearah terkendali 3 fasa menjadi lebih nyata							✓	
6	Trainer penyearah terkendali 3 fasa dapat menyajikan materi sesuai dengan konsep materi penyearah terkendali 3 fasa							✓	
C. Waktu									
7	Trainer penyearah terkendali 3 fasa dapat membantu mempercepat penjelasan penyearah terkendali 3 fasa sehingga waktu lebih efisien							✓	
D. Manfaat									
8	Trainer penyearah terkendali 3 fasa dapat mempermudah dalam penyampaian materi penyearah							✓	

Lampiran 6. Lembar Validasi Materi 2

LEMBAR VALIDASI MATERI

Nama Validator : Akbarul Kautsar, M.Pd.
 NIP/NIDN : -
 Prodi :
 Instansi : UIN - AR-RANIRY
 Tanggal Pengisian : 31 Juli 2023

PENGANTAR

Lembar validasi materi ini digunakan untuk memperoleh penilaian Bapak/Ibu terhadap validasi ahli materi *trainer* yang di rancang oleh peneliti. Saya ucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

PETUNJUK PENGISIAN

- Bapak/Ibu di mohon untuk memberikan skor pada setiap butir pernyataan dengan memberikan tanda *check list* (✓) pada kolom dengan skala penilaian sebagai berikut:
 - 5 = Sangat Layak
 - 4 = Layak
 - 3 = Netral
 - 2 = Tidak Layak
 - 1 = Sangat Tidak Layak
- Bapak/Ibu di mohon untuk memberikan kritik dan saran perbaikan pada baris yang telah disediakan.

No	Aspek yang ditelaah	Kriteria Jawaban					Saran Validator
		1	2	3	4	5	
A. Tujuan Pembelajaran							
1	Trainer penyearah terkendali 3 fasa Mempermudah pemahaman					✓	

	mahasiswa							
2	<i>Trainer</i> penyearah terkendali 3 fasa Membantu mahasiswa mengimplementasikan materi						✓	
3	<i>Trainer</i> penyearah terkendali 3 fasa Menambah wawasan mahasiswa						✓	
4	<i>Trainer</i> penyearah terkendali 3 fasa Sesuai dengan tujuan materi						✓	
B. Materi								
5	<i>Trainer</i> penyearah terkendali 3 fasa dapat membuat keabstrakan materi penyearah terkendali 3 fasa menjadi lebih nyata						✓	
6	<i>Trainer</i> penyearah terkendali 3 fasa dapat menyajikan materi sesuai dengan konsep materi penyearah terkendali 3 fasa						✓	
C. Waktu								
7	<i>Trainer</i> penyearah terkendali 3 fasa dapat membantu mempercepat penjelasan penyearah terkendali 3 fasa sehingga waktu lebih efisien						✓	
D. Manfaat								
8	<i>Trainer</i> penyearah terkendali 3 fasa dapat mempermudah dalam penyampaian materi penyearah						✓	

Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian

Gambar 1. Peneliti Mempresentasikan Kepada Ahli Media 1
Dan Ahli Media 2



Gambar 2. Peneliti Mempresentasikan Kepada Ahli Materi 1
Dan Ahli Materi 2



Gambar 3. Peneliti Menguji Coba Alat



Lampiran 8. Daftar Riwayat Hidup

RIWAYAT HIDUP



Muhammad Yusaldi adalah penulis Skripsi Ini. Lahir pada tanggal 19 Desember 1999, di Kotafajar, Kecamatan. Kluet Utara, Kabupaten Aceh Selatan. Penulis merupakan anak bungsu dari 2 bersaudara, buah pasangan Ayahanda **Sahrin Sinaga** dan Ibunda **Yustina**. Penulis pertama kali masuk pendidikan di SD Negeri 1 Kluet Utara pada Tahun 2006 dan tamat 2012, pada tahun 2013 penulis melanjutkan pendidikan ke SMP Negeri 1 Kluet Utara dan tamat pada tahun 2016.

Setelah tamat di SMP, Penulis melanjutkan pendidikan ke SMA Negeri 1 Kluet Utara dan tamat pada tahun 2018, pada tahun yang sama penulis terdaftar sebagai mahasiswa Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Jurusan Pendidikan Teknik Elektro dan tamat pada tahun 2023. Alasan saya ingin kuliah di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro ini adalah sebagai langkah pertama untuk memberikan dampak baik kepada keluarga terdekat demi literasi yang baik.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT atas terselesaikannya skripsi ini. Terimakasih juga khususnya untuk orang tua tercinta. Mungkin, tanpa dukungan orang tua penulis bukan siapa siapa dan tidak bakal bisa sampai ke titik saat ini, terimakasih kepada teman teman yang membantu menyelesaikan proses yang berat ini. Sekian Terimakasih.