

**DESAIN TRAINER INVERTER 3 PHASA UNTUK
PRAKTIKUM ELEKTRONIKA DAYA DI PROGRAM
STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO**

SKRIPSI

Diajukan oleh:

**Yayan Maulana
NIM. 180211070**

Mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Elektro

Fakultas Tarbiyah dan Keguruan



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

AR-RANIRY BANDA ACEH

2023 M/1445 H

PENGESAHAN PEMBIMBING

DESAIN TRAINER INVERTER 3 PHASA UNTUK PRAKTIKUM ELEKTRONIKA DAYA DI PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO

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

YAYAN MAULANA

NIM. 180211070

Mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Disetujui/Disahkan

AR-RANIRY

Pembimbing I



Sadrina, S.T., M.Sc
NIDN. 2027098301

Pembimbing II



Hari Anna Lastya, M.T.
NIP. 198704302015032005

PENGESAHAN SIDANG

DESAIN TRAINER INVERTER 3 PHASA UNTUK PRAKTIKUM ELEKTRONIKA DAYA DI PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO

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



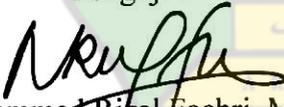
Sadrina, S.T., M.Sc
NIDN. 2027098301

Sekretaris



Hari Anna Lastya, M.T.
NIP. 198704302015032005

Penguji I



Muhammad Rizal Fachri, M.T.
NIP. 198807082019031018

Penguji II



Muhammad Ikhsan, M.T.
NIDN. 2023108602

Mengetahui:

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



Prof. Saiful Muluk, S.Ag., M.A., M.Ed., Ph.D.

NIP. 197301021997031003



SURAT PERYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yayan Maulana
NIM : 180211070
Tempat/ Tgl. Lahir : Banda Aceh, 01 Juli 1999
Alamat : Jl.Bak Lipee, Ds Ceurih, Kec.
Ulee Kareng, Banda Aceh
Nomor HP : 082242507755

Menyatakan bahwa dalam penulisan 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;

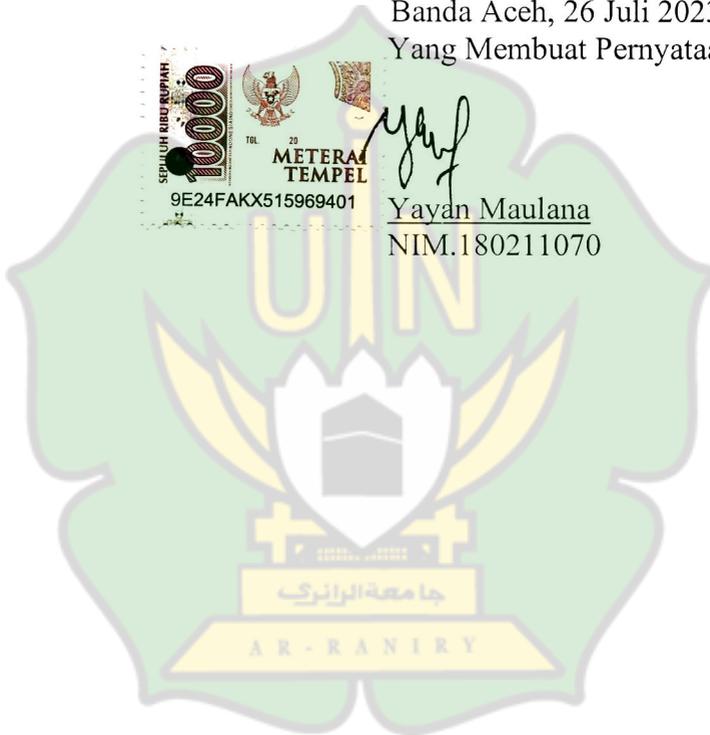
Bila di kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN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

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

Banda Aceh, 26 Juli 2023
Yang Membuat Pernyataan,



Yayan Maulana
NIM.180211070



KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberika rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis, yang diantaranya ialah nikmat islam dan nikmat kesehatan, sehingga penulis mampu menyelesaikan Proposal Skripsi yang berjudul “Desain Trainer Interver 3 Fasa Untuk Praktikum Elektronika Daya Di Laboratorium Kelistrikan Pendidikan Teknik Elektro”.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi oleh Mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan kepada penulis sehingga skripsi ini terselasaikan dengan baik. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan ribuan terima kasih kepada:

1. Terima kasih kepada orang tua tercinta dan juga keluarga yang telah mendoakan serta memberikan dukungannya kepada saya, sehingga saya termotivasi untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik
2. Terima kasih kepada bapak Prof. Safrul Muluk, MA, M. Ed., Ph.D (Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry), dan Ibu Hari Anna

Lastya., M.T (Ketua Prodi Pendidikan Teknik Elektro).

3. Terima kasih Kepada ibu Sadrina, S.T., M.Sc. selaku Pembimbing I dan Ibu Hari Anna Lastya., M.T selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya, tenaganya, dan juga telah mencurahkan pemikirannya dalam membimbing penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini.
4. Terima kasih kepada sahabat seperjuangan saya dan seluruh teman-teman se-Angkatan 2018 yang telah mendukung saya dan juga sama-sama berjuang dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis mengharapkan adanya saran yang dapat dijadikan masukan bagi guna perbaikan di masa yang akan datang. Semoga Allah SWT meridhai penulisan ini dan senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Aamiin ya rabbal ‘alamin.

Banda Aceh, 26 Juli 2023

Penulis,

Yayan Maulana

ABSTRAK

Prodi	: Pendidikan Teknik Elektro
Nama	: Yayan Maulana
Judul	: Desain Trainer Inverter 3 Fasa Untuk Mata Kuliah Elektronika Daya Di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro.
Jumlah halaman	: 74 Halaman
Pembimbing	: 1. Sadrina, S.T., M.Sc. 2. Hari Anna Lastya, M.T.
Kata Kunci	: Inverter 3 Fasa, Trainer, Mosfet, Driver IR2184

Trainer merupakan alat peraga dalam menunjang kegiatan pembelajaran dilaboratorium. Pada laboratorium kelistrikan Prodi Pendidikan Teknik Elektro khususnya pada mata kuliah elektronika daya, masih kekurangan alat trainer inverter 3 fasa sebagai bahan bantu ajar. Hal ini mengakibatkan mahasiswa menjadi kebingungan dalam melakukan praktikum secara nyata terhadap pembelajaran yang diperoleh. Oleh karena itu, diperlukan trainer inverter 3 fasa sebagai alat bantu ajar. Metode pada penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan jenis penelitiannya menggunakan *Research and Development*(R&D). Desain Trainer Inverter 3 Fasa ini terdiri dari perancangan program pembangkit sinyal *switching* yang menggunakan Function Generator, perancangan rangkaian *driver* sebagai penggerak *switch* serta menggunakan IC IR2184 sebagai Pengontrol, dan

perancangan rangkaian daya yang menggunakan 6 buah MOSFET. Hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa tegangan yang dihasilkan oleh inverter tiga fasa ini memiliki bentuk PWM bertingkat dan frekuensi fundamental 50 Hz. Besar tegangan yang dihasilkan $V_{pa-pb} = 1,9 \text{ Vac}$, $V_{pb-pc} = 1,5 \text{ Vac}$, $V_{pc-pa} = 2,2 \text{ Vac}$. Setelah dilakukan beberapa kali pengecekan dan berakhir dengan validasimedia dan validasi materi maka disimpulkan alat trainer inverter 3 fasa ini layak digunakan sebagai alat bantu ajar pada mata kuliah elektronika daya.



DAFTAR ISI

PENGESAHAN PEMBIMBING	
PENGESAHAN PENGUJI	
SURAT PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
Latar Belakang Masalah.....	1
Rumusan Masalah	3
Tujuan Penelitian.....	3
Manfaat Penelitian.....	3
Definisi Operasional.....	4
Kajian Terdahulu Yang Relevan	4
BAB II LANDASAN TEORI	9
Trainer	9
Inverter 3 Fasa	11
Harmonisa	16
Bahan-bahan yang digunakan pada Trainer Inverter 3	
Phasa.....	18
Optocoupler	18
Driver	20
Mosfet IRFP460	22
Gate Driver IR2184.....	24
Kapasitor	26

Dioda	27
Resistor	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
Rancangan Penelitian	29
Jadwal dan Waktu Penelitian	34
Instrumen Pengumpulan Data	36
Teknik Pengumpulan Data	41
Teknik Analisa Data	42
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	45
Hasil Perancangan	45
Hasil Uji Kelayakan	57
Pembahasan	66
BAB PENUTUP	70
Kesimpulan	70
Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	
RIWAYAT HIDUP PENULIS	

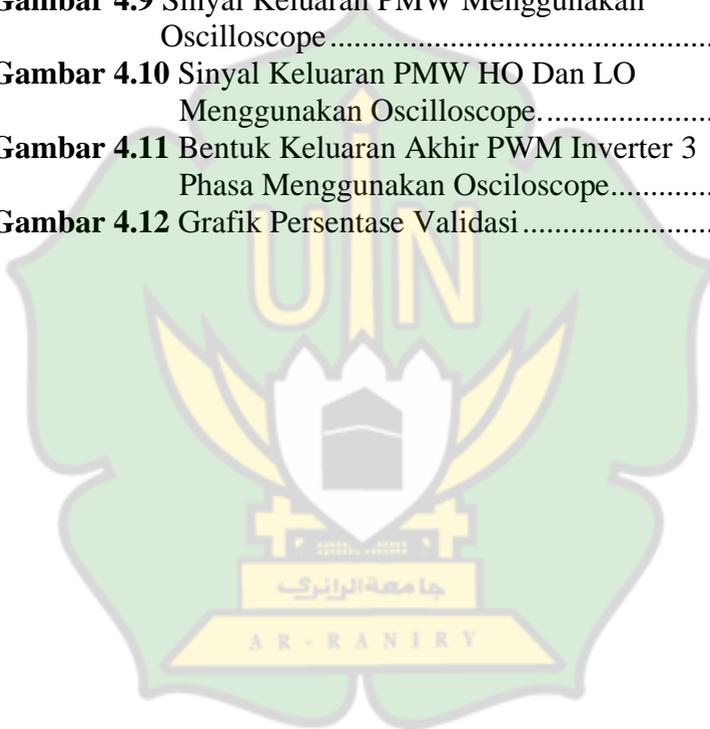
DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kajian terdahulu yang relevan.....	5
Tabel 3.1 Alat dan Bahan perancangan Trainer Inverter 3 Phasa	31
Tabel 3.2 Jadwal kegiatan penelitian trainer inverter 3 phasa	34
Tabel 3.3 Kriteria Jawaban dan Skor Penilaian Peneletian Validasi Media	37
Tabel 3.4 Kisi-Kisi Lembar Instrumen Validasi Media	37
Tabel 3.5 Kriteria Jawaban dan Skor Penilaian Peneletian Validasi Materi.....	39
Tabel 3.6 Kisi-Kisi Lembar Instrumen Validasi Materi.....	40
Tabel 3.7 Kategori Persentase Kelayakan Trainer	44
Tabel 4.1 Pengukuran Tegangan Input dan Output	54
Tabel 4.2 Tegangan Keluaran Inverter 3 phasa	56
Tabel 4.3 Nilai Hasil Validasi Media	57
Tabel 4.4 Nilai Hasil Validasi Materi.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tahap Penelitian <i>Research And Development (R&D)</i>	11
Gambar 2.2	Rangkaian Inverter 3 Fasa	12
Gambar 2.3	Bentuk gelombang output Inverter 3 phasa	13
Gambar 2.4	Sinyal <i>Switching</i> (A) Metode PWM (B) Metode Sinyal Persegi	14
Gambar 2.5	Metode <i>Sinusoidal Pulse Width Modulation</i>	15
Gambar 2.6	Bentuk Gelombang Yang Terdistorsi	17
Gambar 2.7	Simbol Optocoupler Dan Bentuk-Bentuknya	19
Gambar 2.8	Rangkaian Internal Komponen Optocoupler.....	20
Gambar 2.9	Konfigurasi Low Side.....	21
Gambar 2.10	Konfigurasi High Side	22
Gambar 2.11	Mosfet IRFP460.....	23
Gambar 2.12	Mosfet IRFP460.....	24
Gambar 2.13	IC Gate Driver IR2184	25
Gambar 2.14	Kapasitor.....	26
Gambar 2.15	Dioda.....	27
Gambar 2.16	Resistor	28
Gambar 3.1	Rancangan Desain Trainer Inverter 3 Fasa	29
Gambar 3.2	Flowchart Inverter 3 Fasa	32
Gambar 4.1	Rangkaian IC Gate Driver IR2184	45
Gambar 4.2	Gerbang Driver IR2184	46
Gambar 4.3	Rangkaian Keseluruhan Inverter 3 Fasa ...	47
Gambar 4.4	Tampilan Depan Trainer Inverter 3 Fasa..	48

Gambar 4.5	Tampilan Bagian Depan PCB Tainer Inverter 3 Phasa.....	49
Gambar 4.6	Tampilan Bagian Dalam Tainer Inverter 3 Phasa	50
Gambar 4.7	Duty Cycle PWM.....	51
Gambar 4.8	Setingan Function Generator	51
Gambar 4.9	Sinyal Keluaran PMW Menggunakan Oscilloscope.....	53
Gambar 4.10	Sinyal Keluaran PMW HO Dan LO Menggunakan Oscilloscope.....	55
Gambar 4.11	Bentuk Keluaran Akhir PWM Inverter 3 Phasa Menggunakan Oscilloscope.....	56
Gambar 4.12	Grafik Persentase Validasi.....	69



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Surat Keputusan Dekan Tentang Penetapan Pembimbing**
- Lampiran 2 : Surat Penelitian**
- Lampiran 3 : Dokumentasi Saat Melakukan Penelitian dan Surat Validasi**



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Trainer adalah suatu alat bantu yang digunakan pada proses kegiatan belajar-mengajar oleh pengajar sebagai sarana pendukung pembelajaran. Penggunaan *trainer* dalam kegiatan belajar mengajar bertujuan untuk memberikan gambaran yang nyata seperti aslinya terhadap sesuatu yang sedang dibicarakan pada materi pembelajaran. *Trainer* memiliki beberapa manfaat apabila diterapkan dalam proses kegiatan pembelajaran seperti menghemat waktu belajar, menambah minat belajar dan membantu penyampaian materi. *Trainer* memiliki fungsi khusus dalam praktikum yaitu mewujudkan situasi belajar mengajar yang efektif, yang mana *trainer* sendiri dapat membantu pendidik untuk mengajarkan suatu alat secara visual. Ada banyak *trainer* dalam Pendidikan Teknik Elektro khususnya mata kuliah praktikum elektronika daya yang salah satunya Inverter 3 Fasa.

Pembelajaran praktikum merupakan metode pembelajaran di mana peserta didik melakukan suatu percobaan dengan mengalami dan membuktikan sendiri yang dipelajari¹. Penggunaan metode ini didasarkan pada alasan bahwa pembelajaran praktikum menimbulkan motivasi belajar yang lebih, dapat mengembangkan keterampilan siswa, menjadi wahana belajar pendekatan ilmiah, dan menjadi penunjang pembelajaran teori. Tentunya pembelajaran praktikum membutuhkan sarana

¹ Irfan N. Pratama, (2019) *Analisis Pengaturan Kecepatan Motor Ac 3 Fasa (Trainer) Menggunakan Inverter*

atau media yang lebih dibandingkan dengan pembelajaran biasa dan terbilang cukup banyak. Hal ini bertujuan agar kegiatan tersebut dapat dilaksanakan secara maksimal. Sarana tersebut bisa berupa modul praktikum, alat ukur besaran listrik, komponen elektronik, perangkat mikrokontroler dan ketersediaan *trainer*.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium kelistrikan prodi Pendidikan Teknik Elektro. Menurut wawancara awal dengan dosen prodi PTE, dalam melakukan praktikum masih ada beberapa alat peraga yang masih kurang salah satunya inverter 3 fasa ini. Oleh karena itu penulis mengambil judul ini untuk merancang alat inverter 3 fasa ini agar bisa digunakan dalam praktikum mahasiswa kedepannya.

Tidak adanya *trainer* dalam kegiatan praktikum membuat mahasiswa sulit untuk memahami fokus pembelajaran yang sedang diajarkan karena mahasiswa hanya bisa menggambarkan dengan angan-angan sesuai dengan kemampuan masing-masing. Pembelajaran melalui simulasi pada PC atau laptop membuat mahasiswa kebingungan mengenai pengaplikasian atau penerapan dalam kondisi sebenarnya di lapangan. Contohnya dalam Praktikum Elektronika Daya mahasiswa kebingungan mengenai penggunaan suatu program atau instruksi yang nantinya diterapkan dalam industri. Oleh karenanya dalam penelitian ini penulis membuat *Triner Inverter 3 fasa* sebagai *trainer* untuk digunakan dalam Praktikum Elektronika Daya. Pembuatan *trainer* ini bertujuan guna memberi pemahaman yang lebih jelas kepada praktikan mengenai pengaplikasian dari Inverter 3 fasa.

B. Rumusan Masalah

Dari latar belakang permasalahan di atas, maka yang menjadi rumusan masalah utama dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana cara untuk merancang trainer inverter 3 phasa?
2. Bagaimana hasil uji kelayakan inverter 3 phasa?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui:

1. Cara merancang trainer inverter 3 phasa sesuai teori mata kuliah Elektronika Daya.
2. Hasil uji kelayakan inverter 3 phasa yang dirancang sesuai teori mata kuliah Elektronika Daya.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu :

1. Manfaat Teoritis

Dari segi teori penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan lebih lanjut bagi mahasiswa tentang konsep dasar interver 3 phasa.

2. Manfaat Praktis

Dari segi praktis penelitian ini diharapkan dapat membantu memudahkan dosen dalam menyampaikan teori maupun praktik mengenai konsep dasar interver 3 phasa serta memudahkan mahasiswa dalam proses belajar.

E. Definisi Operasional

Untuk memperjelas maksud dan tujuan penelitian ini agar lebih terarah, peneliti memberikan definisi operasional dari judul penelitian yang akan peneliti lakukan. Adapun definisi operasionalnya sebagai berikut:

3. Desain yang dimaksud adalah merancang sebuah alat trainer inverter 3 fasa untuk bahan praktikum di program studi Pendidikan Teknik Elektro
4. Trainer yang dimaksud trainer dalam konteks penelitian ini adalah alat trainer inverter 3 fasa untuk bahan praktikum di program studi Pendidikan Teknik Elektro
5. Inverter yang dimaksud adalah alat pengubah arus DC menjadi AC.
6. 3 fasa yang dimaksud adalah jaringan listrik yang menggunakan 3 kawat(R,S,T) dan satu kawat Netral (N) atau sering disebut ground.
7. Praktikum yang dimaksud adalah kegiatan belajar mengajar yang berbentuk pengujian di laboratorium dengan analisis dan penyimpulan terhadap pengujian tersebut.
8. Elektronika Daya yang dimaksud adalah salah satu mata kuliah wajib untuk Mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Elektro.

F. Kajian Terdahulu yang Relevan

Berikut merupakan beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian penulis dapat dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1.1 Kajian terdahulu yang relevan

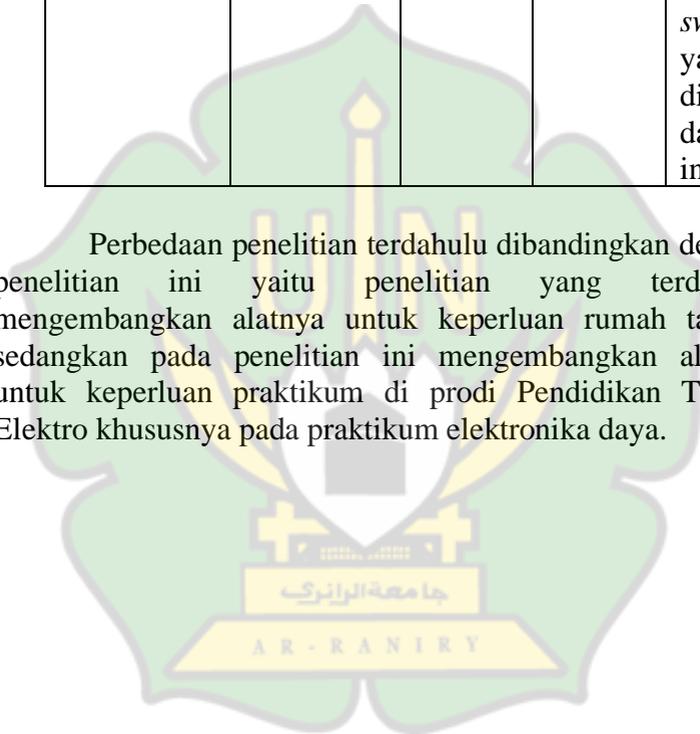
Judul	Penelitian	Tahun	Metode	Hasil
Desain dan Analisa Inverter Tiga Fasa Dengan Metode SVPWM Sebagai Penggerak Motor Induksi Tiga Fasa Pada Aplikasi Sepeda Listrik	Ronaldi Hutabalian	2021	Metode <i>Research and Development</i> . (R&D)	Seiring dengan meningkatnya penggunaan bahan bakar minyak, maka perlu dilakukan manufaktur dalam memproduksi kendaraan listrik. Salah satunya sepeda listrik. Pada sepeda listrik, motor penggerak terdiri dari motor listrik, <i>power converter</i> dan <i>electronic controller</i> yang merupakan penggerak sistem kendaraan listrik.

				<p>Penelitian ini membahas tentang metode <i>inverter tiga fasa Space Vector Pulse Width Modulation (SVPWM)</i> sebagai penggerak motor induksi tiga fasa pada aplikasi sepeda listrik yang dimodelkan dengan menggunakan Matlab/Simulink</p>
Rancang Bangun VVVF Inverter 3 Fasa untuk Operasi Motor Induksi 3 Fasa	Fitrah Hidayat	2018	Metode <i>Research and Development.</i> (R&D)	Inverter 3 fasa ini bertujuan untuk pengoperasian motor induksi 3 fasa, dengan cara

<p>dengan Antarmuka Komputer</p>				<p>memvariasikan tegangan dan frekuensi keluaran dari inverter tersebut. Metode yang digunakan adalah metode pembangkitan <i>SPWM</i> atau <i>sinusoidal pulsewidth modulation</i>.</p>
<p>Pengendalian tegangan inverter 3 fasa menggunakan spacevector pulse width modulation (svpwm) pada beban fluktuasi</p>	<p>Faisyal Rahman, Dkk</p>	<p>2021</p>	<p>Metode <i>Research and Development</i>. (R&D)</p>	<p>Penggunaan sumber energi terbarukan yang menghasilkan sumber tegangan DC berkembang pesat, namun perangkat AC lebih banyak digunakan di masyarakat, sehingga diperlukan inverter</p>

				untuk mengubah tegangan DC menjadi AC. Ada beberapa teknik <i>switching</i> yang digunakan dalam inverter.
--	--	--	--	--

Perbedaan penelitian terdahulu dibandingkan dengan penelitian ini yaitu penelitian yang terdahulu mengembangkan alatnya untuk keperluan rumah tangga sedangkan pada penelitian ini mengembangkan alatnya untuk keperluan praktikum di prodi Pendidikan Teknik Elektro khususnya pada praktikum elektronika daya.



BAB II LANDASAN TEORI

A. Trainer

Alat peraga atau *trainer* adalah suatu alat bantu yang digunakan pada proses kegiatan belajar-mengajar oleh pengajar sebagai sarana pendukung pembelajaran². Penggunaan alat peraga dalam kegiatan belajar mengajar bertujuan untuk memberikan gambaran yang nyata seperti aslinya terhadap sesuatu yang sedang dibicarakan pada materi pembelajaran. Alat peraga memiliki beberapa manfaat apabila diterapkan dalam proses kegiatan pembelajaran seperti menghemat waktu belajar, menambah minat belajar dan membantu penyampaian materi. Alat peraga atau *trainer* memiliki fungsi khusus dalam praktikum yaitu mewujudkan situasi belajar mengajar yang efektif, yang dapat membantu pendidik untuk mengajarkan suatu alat secara visual.

Adapun ciri-ciri trainer yaitu :

1. Mudah didapat
2. Sederhana dan mudah dipahami
3. Mudah dalam penggunaannya
4. Trainer sesuai materi yang ada

Adapun kelebihan penggunaan Trainer dalam pendidikan yaitu :

1. Menumbuhkan minat belajar mahasiswa karena pelajaran menjadi lebih menarik

² Irfan N. Pratama, (2019) *Analisis Pengaturan Kecepatan Motor Ac 3 Fasa (Trainer) Menggunakan Inverter*

2. Memperjelas makna bahan pelajaran sehingga mahasiswa lebih mudah memahaminya
3. Metode mengajar akan lebih bervariasi sehingga mahasiswa tidak akan mudah bosan
4. Membuat lebih aktif melakukan kegiatan belajar seperti; mengamati, melakukan dan mendemonstrasikan dan sebagainya.

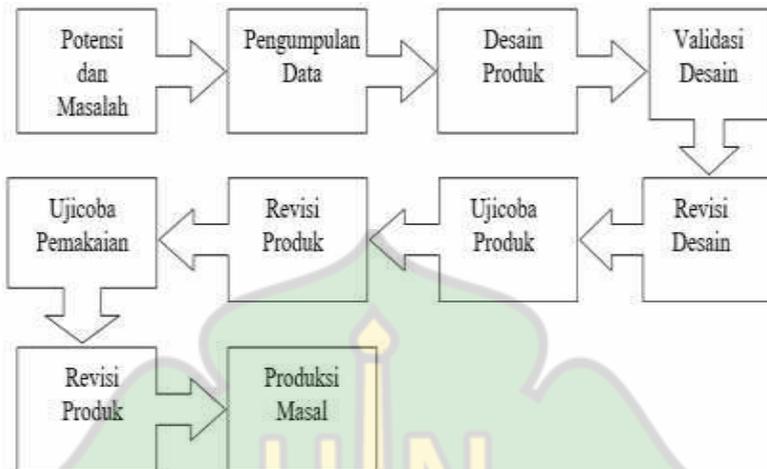
Adapun kekurangan penggunaan Trainer dalam pendidikan yaitu : mengajar dengan memakai alat peraga lebih banyak menuntut guru, banyak waktu yang diperlukan untuk persiapan dan perlu kesediaan berkorban secara material.

Trainer yang digunakan hendaknya memiliki karakteristik tertentu. Trainer yang digunakan harus memiliki sifat sebagai berikut:

1. Tahan lama (terbuat dari bahan yang cukup kuat).
2. Bentuk dan warnanya menarik.
3. Sederhana dan mudah di kelola (tidak rumit).
4. Ukurannya sesuai (seimbang)dengan ukuran fisik praktikum.
5. Dapat mengkajikan konsep (tidak mempersulit pemahaman).
6. Sesuai dengan konsep pembelajaran.

Jenis penelitian ini digunakan agar dapat menghasilkan produk tertentu dan melakukan survei untuk mengetahui uji kelayakan alat.³

³ Sa'adah, R. N. (2021). *METODE PENELITIAN R&D (Research and Development) KajianTeoretis dan Aplikatif*. CV. Literasi Nusantara Abadi.



Gambar 2.1. Tahap Penelitian *Research and Development (R&D)*⁴

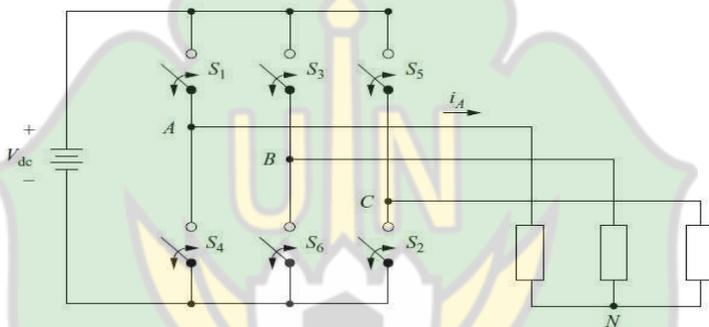
Dalam penelitian ini, peneliti hanya akan menggunakan 7 tahap saja dari 10 tahap yang ada hal ini disebabkan karena tahap 8, 9 dan 10 digunakan untuk penelitian pengembangan dengan subyek penelitian yang lebih banyak dan dana yang lebih besar, maka dari itu peneliti membatasi langkah penelitian ini hanya sampai pada tahap ke tujuh.

B. Inverter 3 Phasa

Inverter 3 phasa adalah rangkaian elektronika yang mengubah sumber tegangan DC menjadi sumber tegangan AC. Inverter dibangkitkan oleh catu daya DC yang tegangan

⁴ Ibid

dan arus keluaran AC-nya memiliki komponen dasar frekuensi dan amplitudo variabel. Komponen utama dari sebuah rangkaian inverter biasanya perlu melakukan switching komponen semikonduktor berupa MOSFET, IGBT, atau SCR. Dalam kasus rangkaian inverter tiga fasa, enam komponen semikonduktor diperlukan untuk membuat jembatan inverter tiga fasa. Rangkaian inverter tiga fasa ditunjukkan pada Gambar 2.2.

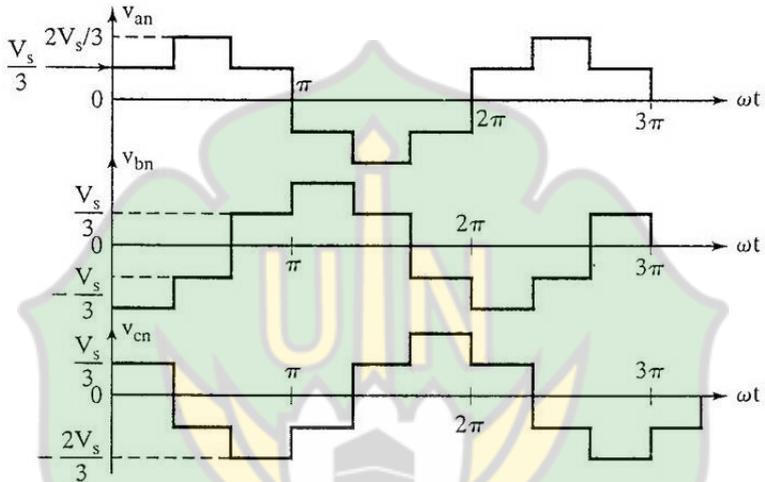


Gambar 2.2. Rangkaian inverter 3 fasa⁵

Dari Gambar 2.2, dimisalkan komponen semikonduktor yang diberikan adalah *MOSFET*, kaki *drain MOSFET* S1 terhubung ke terminal positif dari sumber tegangan DC dan kaki *source MOSFET* S4 terhubung ke terminal negatif dari sumber tegangan DC, sedangkan kaki *source MOSFET* S1 terhubung ke kaki *drain MOSFET* S4. Begitu juga dengan *MOSFET* S3 dengan *MOSFET* S6, dan *MOSFET* S5 dengan *MOSFET* S2. Pertemuan kaki *source MOSFET* dengan kaki *drain MOSFET* lainnya akan menghasilkan terminal untuk fasa.

⁵ Hidayat, N., Arif, A., Setiawan, M. Y., & Afnison, W, *Jurnal Inovasi, Vokasional dan Teknologi*, Vol. 19 No. 2, 2019. Hal. 48

Dari gambar diatas dapat dilihat fasa A dihasilkan dari *MOSFET* S1 dengan S4, fasa B dihasilkan dari *MOSFET* S3 dengan S6, dan fasa C dihasilkan dari *MOSFET* S5 dengan S2. Bentuk gelombang *output* Inverter 3 fasa dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut



Gambar 2.3 Bentuk gelombang *output* Inverter 3 fasa

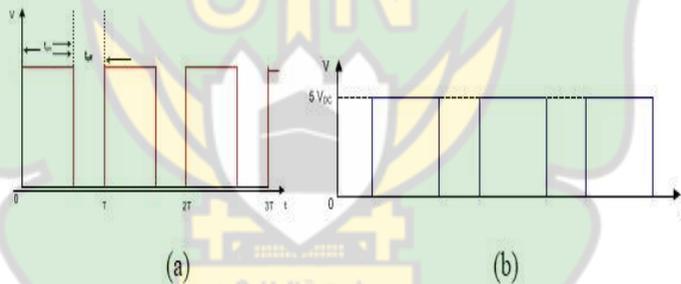
Inverter 3 fasa ini memiliki manfaat lain yaitu:

1. Meminimalisir lonjakan
2. Mengatur dan menyesuaikan kecepatan motor
3. Menghemat berbagai biaya

Inverter 3 fasa umumnya memiliki cara kerja mengubah sumber tegangan DC menjadi sumber tegangan AC.

a. Metode *Switching*

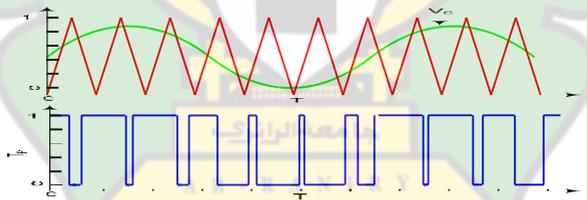
Komponen elektronika seperti transistor, MOSFET, maupun IGBT, memerlukan suatu input berupa sinyal *switching*. Salah satu metode *switching* yang dikenal adalah *Pulse Width Modulation* (PWM), yaitu gelombang persegi dengan lebar tertentu sehingga didapat variasi rata-rata nilai. Lebar gelombang yang dihasilkan selalu sama dalam tiap satu periode. Dalam *inverter* tiga pisa, biasanya PWM digunakan untuk mengontrol tegangan keluaran suatu peralatan ataupun sebagai *switching*.



Gambar 2.4 Sinyal *Switching* (A) Metode PWM
(B) Metode Sinyal Persegi

Sinyal persegi juga dapat digunakan dalam proses *switching*. Sinyal persegi adalah sinyal yang digunakan secara universal dalam *switching* digital dan secara alami dibangkitkan oleh bilangan biner (tinggi dan rendah). Salah satu kegunaannya adalah sebagai timing reference pada processor.

Metode lainnya adalah dengan menggunakan SPWM seperti pada Gambar 2.4. Prinsip kerja inverter SPWM adalah mengatur lebar pulsa mengikuti pola gelombang sinus. Keuntungan operasi inverter SPWM sebagai teknik konversi dibanding dengan jenis-jenis inverter lainnya adalah rendahnya distorsi harmonik. Pada tegangan keluaran dibanding dengan jenis inverter lainnya⁶. Prinsip kerja SPWM adalah mengatur lebar pulsa mengikuti pola gelombang sinus. Sinyal sinus dengan frekuensi f_m dan amplitudo maksimum A_m sebagai referensi digunakan untuk memodulasi sinyal pembawa yaitu sinyal segitiga dengan frekuensi f_c dan amplitudo maksimum A_c . Sebagai gelombang pembawa, frekuensi sinyal segitiga harus lebih tinggi dari pada gelombang pemodulasi (sinyal sinus).



Gambar 2.5 Metode *Sinusoidal Pulse Width Modulation*

⁶ Santoso, Budi. “Aplikasi Pembangkit Pwm Sinusoida 1 Fasa Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Sebagai Penggerak Motor Induksi”. Jakarta: 2018

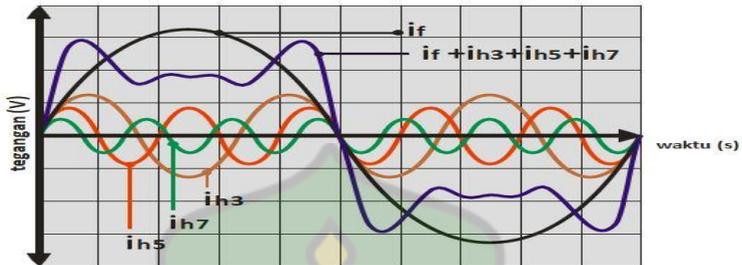
Sudut penyalan pada suatu sistem switching dapat diatur sedemikian rupa sehingga *Total Harmonic Distortion* (THD) tegangan mencapai titik minimalnya.

b. Harmonisa

Harmonisa adalah gangguan yang terjadi pada sistem tenaga listrik yang disebabkan karena adanya distorsi pada gelombang arus dan tegangan. Gelombang harmonisa terjadi dalam berbagai frekuensi tertentu dimana besar frekuensi tersebut merupakan perkalian dari suatu bilangan bulat dengan frekuensi dasar yang digunakan. Pada umumnya frekuensi dasar pada sistem tenaga adalah 60 Hz atau 50 Hz. Untuk bilangan bulat pengali frekuensi dasar disebut angka urutan harmonisa, dimulai dari 1, 2, 3, dan seterusnya. Sebagai contoh, frekuensi dasar suatu sistem tenaga listrik adalah 50 Hz, maka harmonisa keduanya adalah gelombang dengan frekuensi 100 Hz.

Harmonisa ketiganya adalah gelombang dengan frekuensi 150 Hz dan seterusnya. Gelombang – gelombang ini kemudian menumpang pada gelombang aslinya sehingga terbentuk gelombang yang tidak sempurna (cacat) yang merupakan jumlah antara gelombang murni sesaat dengan gelombang

harmonisanya⁷ , seperti diperlihatkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Bentuk Gelombang Yang Terdistorsi

Berdasarkan analisis Fourier, arus I_S yang non-sinusoidal akan terdiri dari arus fundamental dan komponen arus yang mengandung harmonisa, dan dinyatakan sebagai:

$$I_S(t) = \sqrt{2}I_{s1} \sin(\omega t - \phi_1) + \sum_{h \neq 1}^{\infty} \sqrt{2}I_{sh} \sin(h\omega t - \phi_h) \quad (2.1)$$

Dimana :

I_S adalah arus total (A)

I_{s1} adalah nilai rms komponen arus fundamental (A)

I_{sh} adalah nilai rms komponen arus harmonisa orde ke h (A) h adalah orde harmonisa ($h=2,3,4,\dots$)

= $2f$ dimana f adalah frekuensi 17iode17 atau frekuensi fundamental

⁷ Johan Lundquist, *On Harmonic Distortion in Power Systems*, Sweden, 2021.

rms = nilai efektif

Secara teoritis, magnitude arus harmonisa orde h sebanding dengan orde harmonisa, yaitu:

$$I_n = \frac{I_1}{h} \quad (2.2)$$

Pada penelitian ini tidak dapat mengukur harmonisa dikarenakan penggunaan *arduino* yang *error*, sehingga penggunaan *arduino* digantikan dengan *Function Generator* sebagai sumber tegangan *PWM*. Dengan tidak adanya *arduino*, dapat mengubah switching pada program *arduino*nya.

Menggunakan *PWM* sebagai metode pengaturan signal akan membuat keluaran harmonisa semakin besar, sehingga menghasilkan harmonisa yang buruk. Maka digunakan metode SVM sebagai metode pengaturan signal akan mudah mengatur *Switching* nya dan menghasilkan harmonisa yang lebih kecil, sehingga menghasilkan harmonisa yang bagus.

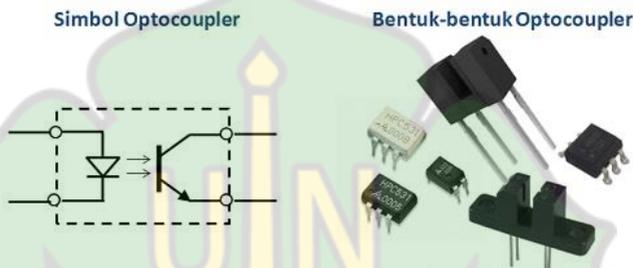
C. Bahan-bahan yang digunakan untuk Trainer Inverter 3 Phasa

a. Optocoupler

Dalam Dunia Elektronika, Optocoupler juga dikenal dengan sebutan Opto-isolator, Photocoupler atau Optical Isolator. Optocoupler adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai penghubung berdasarkan cahaya. Pada dasarnya Optocoupler terdiri dari 2 bagian utama yaitu Transmitter yang berfungsi sebagai

pengirim cahaya dan Receiver yang berfungsi sebagai pendeteksi sumber cahaya⁸.

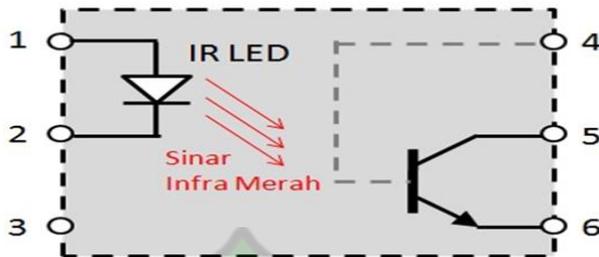
Ada beberapa bentuk Optocoupler sesuai dengan kebutuhannya namun memiliki fungsi yang sama yaitu melindungi kontak langsung terhadap tegangan yang tinggi. Berikut Gambar 2.7 Optocoupler dan bentuk-bentuknya :



Gambar 2.7 Simbol Optocoupler dan Bentuk-bentuknya

Pada prinsipnya, Optocoupler dengan kombinasi LED-Phototransistor adalah Optocoupler yang terdiri dari sebuah komponen LED (Light Emitting Diode) yang memancarkan cahaya infra merah (IR LED) dan sebuah komponen semikonduktor yang peka terhadap cahaya (Phototransistor) sebagai bagian yang digunakan untuk mendeteksi cahaya infra merah yang dipancarkan oleh IR LED. Untuk lebih jelas mengenai Prinsip kerja Optocoupler, dapat dilihat rangkaian internal komponen Optocoupler gambar 2.8 berikut

⁸ <https://teknikelektronika.com/pengertian-optocoupler-fungsi-prinsip-kerja-optocoupler/2019>



Gambar 2.8 Rangkaian Internal Komponen *Optocoupler*

Dari gambar 2.8 dapat dijelaskan bahwa Arus listrik yang mengalir melalui IR LED akan menyebabkan IR LED memancarkan sinyal cahaya Infra merahnya. Intensitas Cahaya tergantung pada jumlah arus listrik yang mengalir pada IR LED tersebut. Kelebihan Cahaya Infra Merah adalah pada ketahanannya yang lebih baik jika dibandingkan dengan Cahaya yang tampak. Cahaya Infra Merah tidak dapat dilihat dengan mata telanjang.

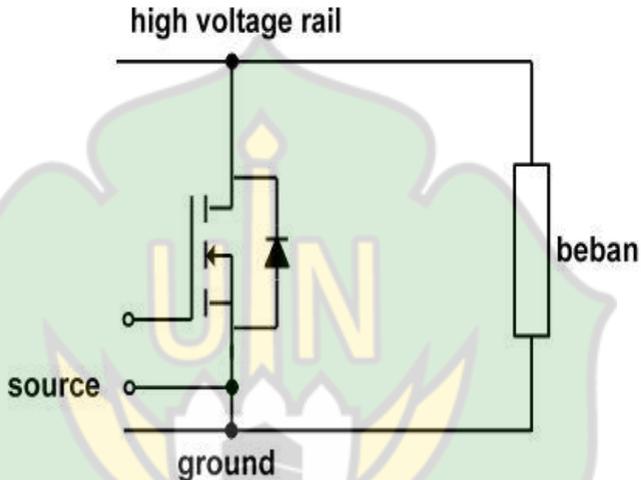
b. Driver

Driver berfungsi memindahkan sinyal gelombang dari rangkaian untuk menjalankan rangkaian daya sekaligus sebagai pemisah tegangan kerja pada rangkaian diode dan rangkaian daya⁹. Dalam aplikasi elektronika daya, *driver* yang digunakan memiliki dua jenis konfigurasi, yakni konfigurasi *high side* dan konfigurasi *low side*¹⁰.

⁹ Joaldera, September 07, 2007 Available: www.dunia_elektronika.com

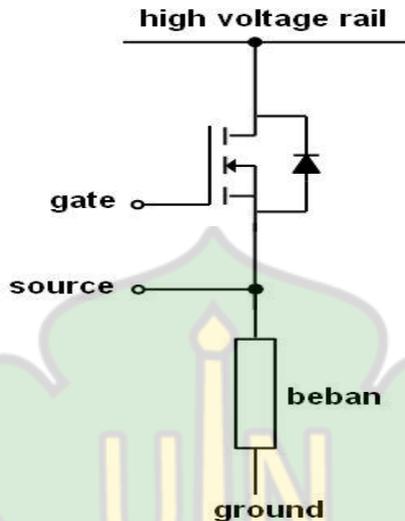
¹⁰ Application Note AN-978, HV Floating MOS-Gate Driver ICs. International Rectifier

Konfigurasi mosfet *low side* dapat dilihat pada gambar 2.8 di bawah. *Source* pada mosfet dihubungkan langsung ke pin COM pada *driver*. Hal ini bertujuan agar adanya jalur kembali (*loop*) arus yang menuju *gate*. Konfigurasi *low side*.



Gambar 2.9 Konfigurasi *Low side*

Sedangkan *channel high side* (HO) didesain sebagai pin yang mampu bekerja dalam tegangan 1200 V hingga -5 V terhadap ground (COM). V_s adalah pin yang berkondisi *floating*, dalam aplikasinya pin ini dikoneksikan pada *source* mosfet yang berkondisi *high side*, adapun konfigurasi *high side* tampak pada gambar 2.10 berikut.



Gambar 2.10 Konfigurasi *High Side*

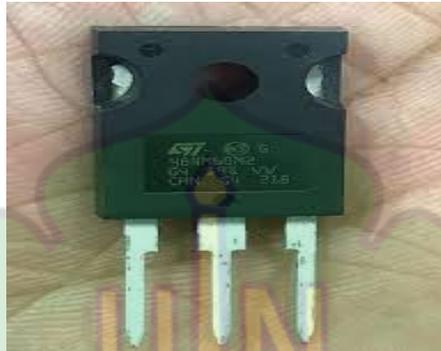
Terdapat perbedaan cara kerja antara HO (*High Output*) dan LO (*Low Output*) dimana cara kerja HO kaki *drain* dan *source* tidak terganggu, sedangkan pada LO kaki *drain* dan *source* terganggu.

Penelitian ini menggunakan *IC Driver IR2184* sebagai pengendali tegangan *PWM*, dan *Function Generator* sebagai sumber tegangan *PWM* nya. Pengaturan pada *Function Generator* diatur pada tingkat keamanan pada *IC Driver IR2184*, sehingga tingkat kerusakan pada *IC Driver IR2184* bisa diminimalisir.

c. Mosfet IRFP460

Mosfet IRFP460 merupakan semikonduktor keluarga mosfet yang sering digunakan untuk aplikasi fast switching. Dengan *drain current* maksimum 33 A dan V_{dss} (*drian source voltage*)

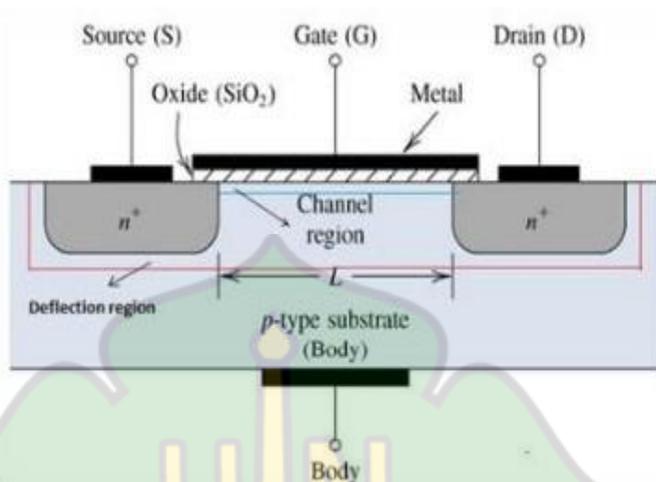
sekitar 100 volt, rasanya untuk mengontrol Inverter 3 phasa sudah cukup, dengan baterai memiliki tegangan 12 volt.



Gambar 2.11. Mosfet IRFP460¹¹

Mosfet (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect*) adalah sebuah perangkat semikonduktor yang secara luas digunakan sebagai switch dan sebagai penguat sinyal pada perangkat elektronik. Mosfet merupakan inti dari sebuah IC (*Integrated Circuit*) yang didesain dan difabrikasi dengan *single chip* karena ukurannya yang sangat kecil. Mosfet memiliki empat gerbang terminal antara lain *Source* (S), *Gate* (G), *Drain* (D) dan *Body* (B) Tampilan mosfet dapat dilihat pada Gambar 2.12.

¹¹ Ahmad malik. *Analisa Rangkaian Inverter 12 V DC220V AC Dengan Sumber Panel Surya Pada Beban Motor Listrik Satu Fasa. Skripsi.* Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. (2018).



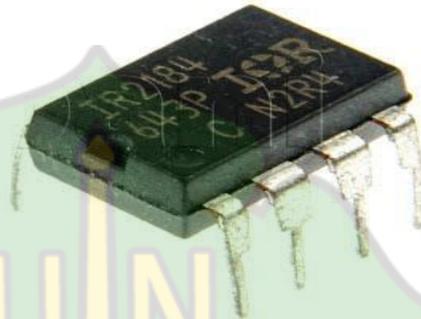
Gambar 2.12. Mosfet IRFP460¹²

d. Gate Driver IR2184

Salah satu IC yang dapat digunakan sebagai *gate driver* adalah IR2184. IR2184 mengendalikan sepasang MOSFET dalam setiap fase pada inverter fase sisi tinggi dan sisi rendah. IR2184 dipilih karena mempunyai kemampuan bekerja pada operasi *bootstrap*. Jika digunakan MOSFET dengan jenis N-Channel pada satu fase sisi tinggi dan sisi rendah, diperlukan *floating ground* untuk mengendalikan MOSFET sisi tinggi. Hal ini disebabkan karena pada kaki *source* MOSFET sisi atas tidak terhubung dengan *ground*. Untuk melakukan hal ini IR2184

¹² Ahmad malik. *Analisa Rangkaian Inverter 12 V DC220V AC Dengan Sumber Panel Surya Pada Beban Motor Listrik Satu Fasa*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. (2018).

memerlukan kapasitor *bootstrap* sebagai catu daya *floating* yang dipasang pada sisi keluaran IR2184.



Gambar 2.13 IC Gate Driver IR2184¹³

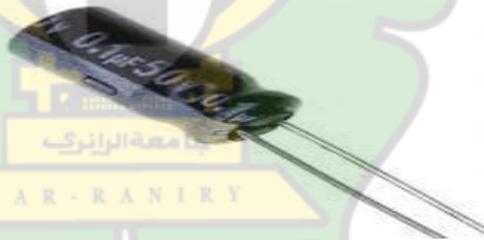
IR2184 dapat digunakan untuk mengendalikan sepasang MOSFET yang bekerja pada tegangan mencapai 600V. Catu daya untuk tegangan gate berkisar antara 10V – 20V. IR2184 menerima tegangan logika pensaklaran dari 3.3V – 20V. IR2184 memiliki 8 pin, semua pin digunakan dalam rangkaian penggerak. Keluaran IR2184 dikendalikan oleh tegangan masukan yang terdiri dari IN (*Input*) dan SD (*Shutdown*). Masukan IN adalah sinyal digital, atau PWM mikrokontroler, sedangkan SD adalah nilai logika yang berfungsi untuk mengaktifkan dan menonaktifkan keluaran IR2184 yaitu HO (*High Output*) dan LO (*Low Output*). Tegangan

¹³ Ibid, Hal 24

maksimal keluaran HO dan LO besarnya sama dengan tegangan pada VCC.

e. Kapasitor

Kapasitor (*Kondensator*) adalah suatu alat yang dapat menyimpan muatan listrik di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Dilambangkan dengan “C” Kapasitor ditemukan oleh Michael Faraday (1791-1867). Satuan kapasitor disebut *Farad* (F). Satu *Farad* = $9 \times 10^{11} \text{ cm}^2$ yang artinya luas permukaan kepingan tersebut. Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal misalnya udara vakum, keramik, gelas dan lain-lain¹⁴.



Gambar 2.14. Kapasitor¹⁵

¹⁴ Novita Bayu Permatasari, 2020. *Kapasitansi dan karakteristik kapasitor*. Hal.6

¹⁵ Ibid ,Hal.6

f. Dioda

Dioda merupakan komponen elektronika yang mempunyai dua elektroda (terminal), dapat berfungsi sebagai penyearah arus listrik. Ada dua jenis yaitu tabung dan semikonduktor.



Gambar 2.15. Dioda¹⁶

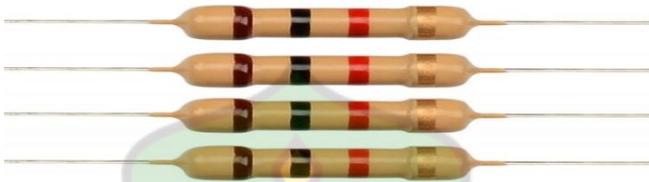
g. Resistor

Resistor adalah komponen elektronik yang didesain untuk mengatur tegangan listrik dan arus listrik, resistor memiliki dua pin dan mempunyai nilai tahanan (resistansi) tertentu yang dapat memproduksi tegangan listrik diantara kedua pin dimana nilai tegangan terhadap tahanan tersebut berbanding lurus dengan arus yang mengalir. Resistor merupakan salah satu komponen yang paling sering digunakan sebagai bagian dari rangkaian elektronik dan sirkuit elektronik, untuk pembuatannya sendiri dapat dibuat dari bermacam-macam komponen dan film, bahkan kawat resistansi seperti nikel kromium¹⁷. Resistor

¹⁶ Iyung Ruslan, 2017 *Rancang Bangun Inverter Satu Fasa Topologi H-Bridge Berbasis Mikrokontroler Untuk Solar Home System*. Hal 24

¹⁷ <https://id.wikipedia.org/wiki/Resistor>

memiliki resistansi dan daya listrik yang dapat dihantarkan yang menjadi karakteristik utamanya. Berikut Gambar 2.16 Resistor.



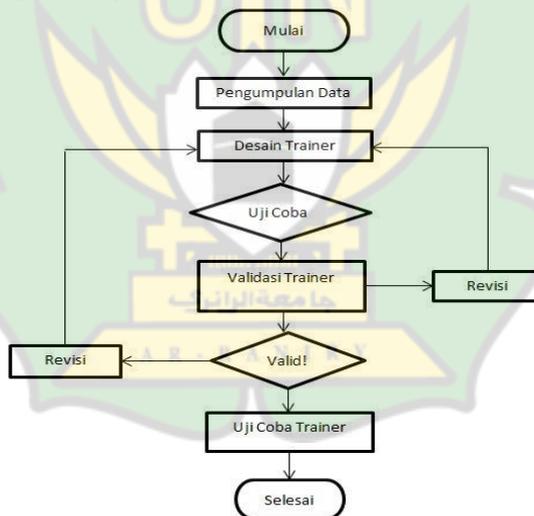
Gambar 2.16 Resistor



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif. Metode kuantitatif adalah pengukuran data statistik dan kuantitatif objektif dengan perhitungan ilmiah yang berasal dari individu penduduk yang diminta untuk menjawab atas sejumlah pertanyaan tentang survei dan persentase tanggapan mereka.¹⁸. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development* (R&D). Berikut merupakan gambar alur penelitian desain Trainer Inverter 3 Fasa yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Flowchart Penelitian

¹⁸ Creswell, J. W. 3.1 Desain Penelitian 3.1. 1 Pendekatan Penelitian.
INDRI PRIMAYENTI NIM.11643201377, 24.

Langkah awal yaitu mengumpulkan data, dilanjutkan mendesain rancangan inverter 3 fasa, kemudian pengecekan alat apakah perlu direvisi atau sudah bisa dilanjutkan, jika perlu di revisi maka ulang proses dari mendesain kembali, apabila tidak direvisi maka proses akan dilanjutkan ke validasi oleh dosen ahli, jika perlu direvisi maka ulang proses dari pengecekan alat dan validasi kembali, apabila tidak di revisi maka dilanjutkan proses uji coba trainer kemudian proses selesai.

Adapun keterangan dari langkah-langkah yang penelitian (R&D) sebagai berikut¹⁹:

1. Potensi dan masalah Penelitian *Research and development* ini bermula dari adanya potensi segala sesuatu yang bila digunakan memiliki nilai tambahan dan permasalahan penyimpangan antara yang diharapkan dengan yang terjadi. Potensi masalah dalam penelitian ini yaitu ketidaktersediaannya alat trainer inverter 3 fasa di Laboratorium Prodi Pendidikan Teknik Elektro, sehingga peneliti mendesain serta merancang trainer inverter 3 fasa sebagai alat bantu ajar.
2. Pengumpulan data
Setelah ditemukan potensi dan masalah secara nyata, maka dikumpulkan menjadi informasi untuk merumuskan alat dan bahan perancangan rancangan produk supaya dapat mengatasi masalah tersebut. Pada tahap ini peneliti telah mengumpulkan data-data dalam proses perancangan trainer inverter 3

¹⁹ Budiyono saputra, *Manajemen penelitian pengembangan (Research & Development)*. Yogyakarta: Aswaja Pressindo.(2017).

phasa yang telah berpedoman pada *datasheet* agar trainer bisa berjalan sesuai standar kelayakan alat.

3. Desain produk/Perancangan

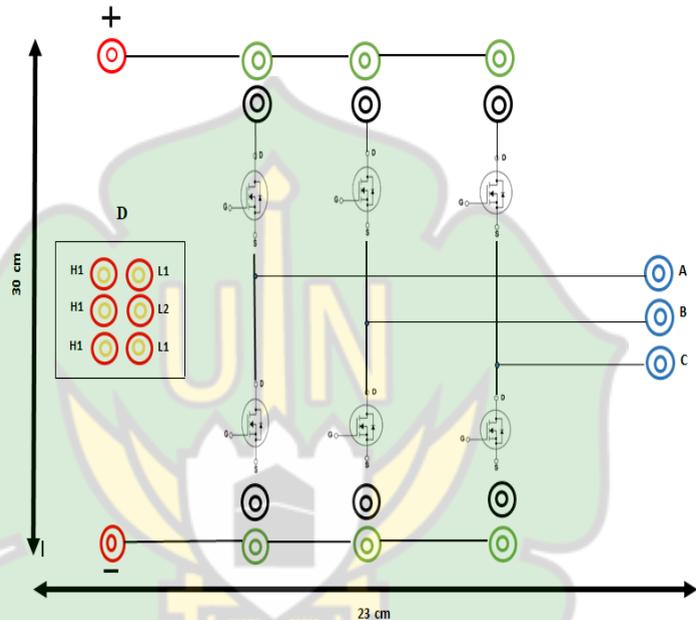
Desain dari suatu produk perancangan yang akan dihasilkan untuk mengatasi potensi dan masalah. Alat yang digunakan pada perancangan Trainer Inverter 3 Phasa dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Alat dan Bahan perancangan Trainer Inverter 3 Phasa

NO	Alat	Bahan
1	Obeng	Papan Kerja
2	Solder	Banana Plug
3	Kater	Mosfet IRFP460
4	Bor	IC Gate Driver IR2184
5	Penggaris	Kapasitor 1 μ f
6	Pensil	Kabel serabut
7	Tang Potong	Dioda FR100
8	Multimeter	Papan PCB
9	<i>Function Generator</i>	Resistor 10 Ω
10	<i>Oscilloscope</i>	-
11	<i>Power Supplay</i>	-

Terjadi banyak sekali Error(kegagalan) saat proses perancangan alat trainer inverter 3 phasa, kejadian ini memakan waktu yang cukup lama untuk di atasi sehingga pada penelitian ini membutuhkan waktu yang cukup lama. Kegagalan yang terjadi

sebanyak lebih kurang 10 kali percobaan. Setelah semuanya bisa diatasi dapat dilihat rancangan akhir trainer yang berhasil dibuat pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Rancangan Desain Trainer Inverter 3 Phasa

4. Validasi media dan materi

Merupakan proses penilaian terhadap rancangan produk yang dinilai oleh para ahli yang berkompeteren dibidang Elektro. Validasi media dan materi akan dilakukan oleh 2 ahli media dan 2 ahli materi. Pada validasi media validator Pertama yaitu bapak Muhammad Ikhsan, M.T selaku dosen ahli media di Prodi Pendidikan Teknik Elektro. Validator kedua yaitu bapak Muhammad Rizal Fachri, S.T., M.T

selaku dosen ahli media di Prodi Pendidikan Teknik Elektro . Pada validasi materi yang menjadi validator pertama adalah bapak Suardi Nur, S.T., M.Sc., PhD selaku dosen ahli media di Prodi Teknik Lingkungan yang berfokus pada energi terbarukan. Validator kedua yaitu bapak Akbarul Kautsar, M.Pd selaku dosen ahli materi di Prodi Pendidikan Teknik Elektro.

5. Perbaikan desain

Setelah tahap validasi penilaian oleh ahli media, maka akan diketahui kelemahan sehingga akan dilakukan perbaikan. Dalam uji coba yang dilakukan pada validator, trainer inverter 3 phasa berjalan dengan baik dan tidak terjadi kendala. Dengan tidak terjadinya kendala saat uji coba terhadap validator maka disimpulkan alat trainer inverter 3 phasa berhasil.

6. Uji coba produk

Setelah proses perbaikan dilakukan selanjutnya ke tahap uji coba produk di dalam ruangan terbatas dengan membandingkan cara kerja sistem sebelum dan sesudah penggunaan. Dalam uji coba yang dilakukan pada responden, trainer inverter 3 phasa berjalan dengan baik dan tidak terjadi kendala.

7. Revisi produk

Perbaikan produk apabila terdapat kekurangan pada uji coba dalam ruangan yang terbatas. Dengan tidak terjadinya kendala saat uji coba terhadap responden maka disimpulkan alat trainer inverter 3 phasa berhasil.

B. Jadwal dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Listrik Gedung Laboratorium 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.

Pelaksanaannya dimulai pada bulan Juli tahun 2022. Berikut tabel 3.2 jadwal kegiatan penelitian trainer inverter 3 phasa.

Tabel 3.2 Jadwal kegiatan penelitian trainer inverter 3 phasa

NO	Tempat	Tanggal	Pukul	Kegiatan
1	Laboratorium Kelistrikan Prodi Pendidikan Teknik Elektro	11 Juli 2022	9:30	Pengumpulan Data
2	Laboratorium Kelistrikan Prodi Pendidikan Teknik Elektro	01 Agustus 2022 – 05 Agustus 2022	10:00	Mendesain Rangkaian Inverter 3 Phasa

3	Laboratorium Kelistrikan Prodi Pendidikan Teknik Elektro	08 Agustus 2022 – 17 September 2022	09:30	Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk merancang trainer inverter 3 phasa
4	Laboratorium Kelistrikan Prodi Pendidikan Teknik Elektro	19 September 2022 – 3 September 2022	09:30	Merancang Trainer Inverter 3 phasa
5	Laboratorium Kelistrikan Prodi Pendidikan Teknik Elektro	20 Februari 2023 – 27 Maret 2023	09:30	Uji Coba Alat Trainer
6	Laboratorium Kelistrikan Prodi Pendidikan Teknik Elektro	03 April 2023	09:30	Perbaikan Trainer

7	Laboratorium Kelistrikan Prodi Pendidikan Teknik Elektro	01 April 2023 - 29 Mei 2023	09:30	Validasi 1 dan 2 ahli media serta Validasi ahli materi 1 dan 2
---	---	-----------------------------------	-------	---

C. Instrumen Pengumpulan Data

1. Lembar Validasi Trainer

Validasi bertujuan untuk mengetahui manfaat alat Inverter 3 fasa dari segi media yang telah dirancang sebelum digunakan. Lembar validasi sebagai instrumen dalam penelitian ini dengan dosen ahli media sebagai responden yang mengisi lembar validasi.

Lembar validasi pada penelitian ini menggunakan pengukuran skala Likert untuk mengetahui hasil perbedaan ahli dengan jawaban variasi mulai dari sangat layak sampai sangat tidak layaknya suatu alat praktikum, dari nilai 5 jumlah skor kriteria alternatif yang sudah dibuat, maka cara menjawabnya dengan cara centang salah satu nilai yang dianggap sesuai. Kriteria alternatif jawaban penilaian skala likert pada instrumen validasi beserta pengertian disetiap nilai skornya dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Kriteria Jawaban dan Skor Penilaian Penelitian Validasi Media²⁰

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

Adapun kisi-kisi lembar validasi ahli untuk menguji kelayakan alat praktikum dari media dapat dilihat pada tabel 3.4

Tabel 3.4 Kisi-Kisi Lembar Instrumen Validasi Media²¹

No.	Indikator	Butir Penilaian
1	Tampilan Umum	1. Alat <i>Inverter 3 phase</i> memiliki bentuk yang menarik baik dari segi warna dan lainnya

²⁰ Rukajat, A. (2018). Pendekatan Penelitian Kuantitatif: Quantitative Research Approach. Deepublish.

²¹ Ibid, Hal 22

		2. Alat Inverter 3 phase memiliki ukuran sesuai Standar Nasional Indonesia
		3. Alat dapat beroperasi dengan baik
2	Tujuan	4. Alat Inverter 3 phase mempermudah pengguna dalam praktikum
		5. Alat Inverter 3 phase sesuai dengan materi tentang inverter 3 phasa
3	Manfaat	6. Alat Inverter 3 phase dapat menjadi alat bantu dalam mengetahui perubahan arus DC ke AC atau sebaliknya
		7. Membantu dosen mengajarkan praktikum mata kuliah Elektronika Daya
4	Praktis	8. Alat dan bahan yang dipakai sederhana
		9. Alat dan bahan yang dipakai mudah didapat
		10. Trainer mudah digunakan
5	Kualitas	11. Alat Inverter 3 phase memiliki ketahanan yang jangka panjang
		12. Alat Inverter 3 phase sederhana dan mudah dikelola

		13. Alat Inverter 3 phase bernilai jual
--	--	---

2. Lembar Validasi Materi

Validasi Materi bertujuan untuk mengetahui manfaat alat Inverter 3 phasa dari segi materi yang telah dirancang sebelum digunakan. Lembar validasi sebagai instrumen dalam penelitian ini dengan dosen ahli materi sebagai responden yang mengisi lembar validasi.

Lembar validasi pada penelitian ini menggunakan pengukuran skala Likert untuk mengetahui hasil perbedaan ahli dengan jawaban variasi mulai dari sangat layak sampai sangat tidak layaknya suatu alat praktikum, dari nilai 5 jumlah skor kriteria alternatif yang sudah dibuat, maka cara menjawabnya dengan cara centang salah satu nilai yang dianggap sesuai. Kriteria alternatif jawaban penilaian skala likert pada instrumen validasi beserta pengertian disetiap nilai skornya dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Kriteria alternatif jawaban penilaian skala likert pada instrumen validasi materi beserta pengertian disetiap nilai skornya dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Kriteria Jawaban dan Skor Penilaian Validasi Materi

Kriteria Jawaban	Kriteria Nilai/Skor
Sangat Layak	5
Layak	4

Netral	3
Tidak Layak	2
Sangat Tidak Layak	1

Adapun kisi-kisi Validasi Materi dapat dilihat pada Tabel 3.6

Tabel 3.6 Kisi-Kisi Lembar Instrumen Validasi Materi

No	Aspek yang ditelaah
A	Tujuan Pembelajaran
1	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> mempermudah mahasiswa dalam memahami materi <i>Inverter 3 phasa</i>
2	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> membantu mahasiswa dalam mengimplementasikan materi <i>Inverter 3 phasa</i> dengan benar
3	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> dapat menambah wawasan pengetahuan mahasiswa
4	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> sesuai dengan tujuan materi
B	Materi
5	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> dapat membuat keabstrakan materi <i>Inverter 3 phasa</i> menjadi lebih nyata
6	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> dapat menyajikan materi sesuai dengan konsep materi <i>Inverter 3 phasa</i>

C	Waktu
7	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> dapat membantu mempercepat penjelasan materi <i>Inverter 3 phasa</i> sehingga waktu lebih efisien
D	Manfaat
8	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> dapat mempermudah penyampaian materi <i>Inverter 3 phasa</i>
9	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> dapat menjadi alat bantu dalam pembelajaran materi <i>Inverter 3 phasa</i>

D. Teknik Pengumpulan Data

1. Lembar Validasi Media

Teknik pengumpulan data validasi Alat Trainer dilakukan dengan cara peneliti melakukan persentasi alat Inverter 3 phasa didepan 2 orang ahli media dengan memberikan lembar validasi kepada setiap ahli sebagai instrumen pengujian kelayakan dari segi perancangan alat inverter 3 fasa.

Validator 1 yaitu bapak Muhammad Ikhsan, M.T selaku dosen ahli di Prodi Pendidikan Teknik Elektro yang berfokus pada tegangan tinggi. Validasi ini dilakukan di Laboratorium Kelistrikan Prodi Pendidikan Teknik Elektro pada tanggal 26 Juni 2023. Validator 2 yaitu bapak Muhammad Rizal Fachri, S.T., M.T selaku dosen ahli di Prodi Pendidikan Teknik Elektro yang berfokus pada tegangan tinggi. Validasi ini dilakukan di Laboratorium Kelistrikan Prodi Pendidikan Teknik Elektro 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 bisa melakukan penilaian terhadap trainer yang sudah presentasikan, proses ini bertujuan untuk mengetahui apakah trainer sudah layak atau belum untuk digunakan.

2. Lembar Validasi Materi

Teknik pengumpulan data validasi Alat Trainer dilakukan dengan cara peneliti melakukan persentasi alat Inverter 3 phasa didepan 2 orang ahli materi dengan memberikan lembar validasi kepada setiap ahli sebagai instrumen pengujian kelayakan dari segi perancangan alat inverter 3 fasa.

Validator 1 yaitu bapak Suardi Nur, M.Sc., PhD selaku dosen ahli di Prodi Teknik Lingkungan selaku dosen ahli yang berfokus pada energi terbarukan. Validasi ini dilakukan di Gedung Saintek pada tanggal 18 Juli 2023. Validator 2 yaitu Akbarul Kautsar, M.Pd selaku dosen ahli di Prodi Pendidikan Teknik Elektro yang berfokus pada tegangan tinggi. Proses ini dilakukan dengan cara peneliti menjumpai ahli materi 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 untuk digunakan.

E. Teknik Analisa Data

Pada penelitian ini menggunakan teknik yang sama dalam melakukan anilisa data. Teknik analisa data pada penelitian ini melalui analisis deskriptif dengan metode *Research and Development* (R&D). Analisis deskriptif yaitu suatu metode yang bertujuan untuk membuat gambar atau deskriptif tentang suatu keadaan secara objektif yang

menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut serta penampilan dan hasilnya.

Analisis data pada penelitian ini menggunakan analisis pengumpulan data yang melakukan perhitungan frekuensi suatu nilai dalam suatu variabel kemudian nilai akan disajikan dengan jumlah terbatas atau persentase dari keseluruhan.²²

Skor yang ideal untuk menentukan kelayakan trainer rangkaian Inverter 3 Phasa ini pada validasi ahli adalah 130, yang mana terdiri 13 butir pertanyaan yang akan dijawab oleh 2 orang ahli dengan nilai jawaban tertingginya adalah 5 dan skor 130 adalah skor ideal dari penjumlahan keseluruhan indikator. Untuk mengetahui gambaran kelayakan trainer dari hasil tanggapan validator akan dianalisis secara diskriptif, yaitu dengan jumlah total skor jawaban yang didapat dibagi dengan jumlah total jawaban maksimum yang ditetapkan, sehingga menunjukkan nilai validitas kelayakan trainer. Rumus untuk menghitung nilai hasil validasi trainer dapat dilihat sebagai berikut:

$$\text{Persentase kelayakan} = \frac{\text{Nilai keseluruhan}}{\text{Nilai Maksimum}} \times 100\% \quad (3)$$

Adapun kategori hasil validasi ahli berdasarkan pada tingkat persentase jawaban pada tabel 3.7.

²² Siyoto, S & Sodik, M. A. (2018). Dasar Metodologi Penelitian. Literasi Media Publishing.

Tabel 3.7 Kategori Persentase Kelayakan Trainer²³

Kategori	Tingkat Persentase (%)
Sangat Layak	81 – 100
Layak	61 – 80
Netral	41 – 60
Tidak Layak	21 – 40
Sangat Tidak Layak	0 - 20

²³ Rukajat, A. (2018). Pendekatan Penelitian Kuantitatif: Quantitative Research Approach. Deepublish.

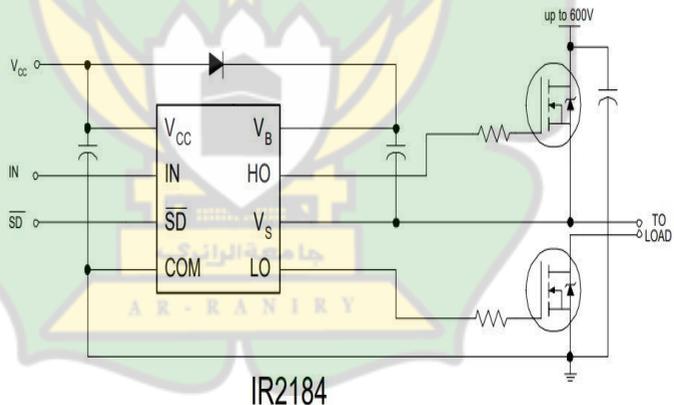
BAB IV HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Trainer Inverter 3 Phasa

Penelitian ini bertujuan untuk merancang trainer inverter 3 phasa serta untuk mengetahui hasil kelayakan inverter 3 phasa tersebut berdasarkan validator media dan desain modul. Pada aspek peraga akan dipaparkan alat dan bahan yang digunakan, Rangkaian IC Gate Driver IR2184, Rangkaian Keseluruhan Inverter 3 Phasa, dan gambar rancangan.

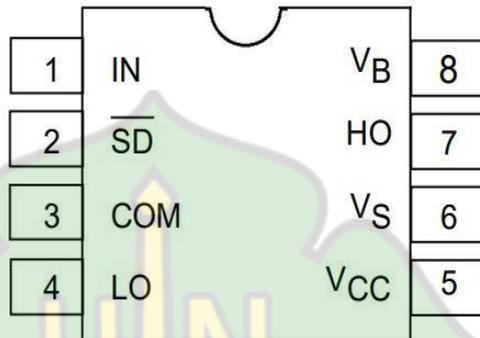
1. Hasil Perancangan Trainer Inverter 3 phasa

Rangkaian ini merupakan rancangan utama sebagai sistem kontrol keseluruhan Inverter 3 Phasa. Rangkaian tersebut dapat dilihat pada gambar 4.1.



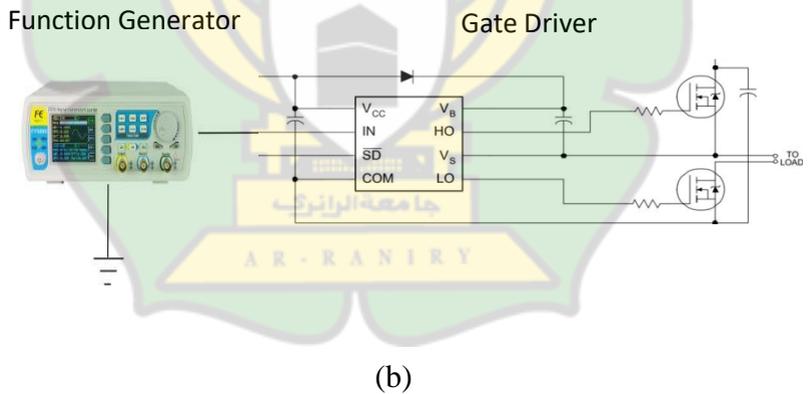
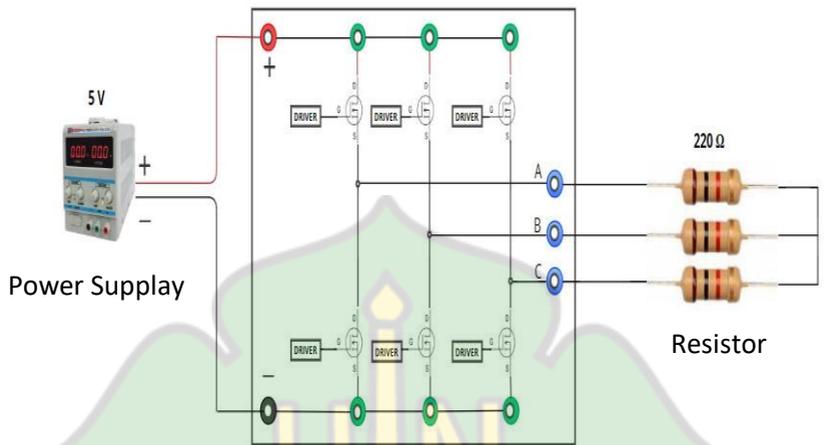
Gambar 4.1. Rangkaian IC Gate Driver IR2184

Rangkaian ini merupakan Gerbang *Driver Mosfet IR2184* Inverter 3 Phasa. Rangkaian tersebut dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2. Gerbang *Driver Mosfet IR2184*

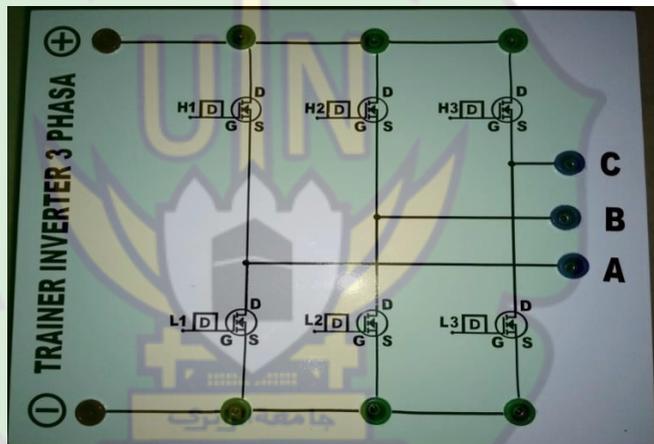
Pada perancangan Trainer Inverter 3 Phasa menggunakan aplikasi Microsoft Visio dalam merancang rangkaian keseluruhan Trainer Inverter 3 Phasa yang ingin dibuat. Rangkaian inverter 3 phasa adalah rangkaian elektronika yang mengubah sumber tegangan DC menjadi sumber tegangan AC. Inverter dibangkitkan oleh catu daya DC yang tegangan dan arus keluaran AC-nya memiliki komponen dasar frekuensi dan amplitudo variabel. Komponen utama dari sebuah rangkaian inverter biasanya perlu melakukan switching komponen semikonduktor berupa MOSFET, IGBT, atau SCR. Rangkaian tersebut dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. (a) Rangkaian Trainer Inverter 3 Phasa (b) Rangkaian *Gate Driver*

Terdapat beberapa banana plug pada gambar rancangan yang telah dibuat, yang mana setiap banana plug memiliki warna yang berbeda-beda sesuai dengan fungsinya masing-masing.

Rancangan dari trainer inverter 3 fase ini terdiri dari beberapa komponen pendukung seperti Mosfet, IC Driver, Kapasitor, serta beberapa komponen pendukung lainnya. Rancangan depan dari trainer ini dapat dilihat pada gambar 4.4.

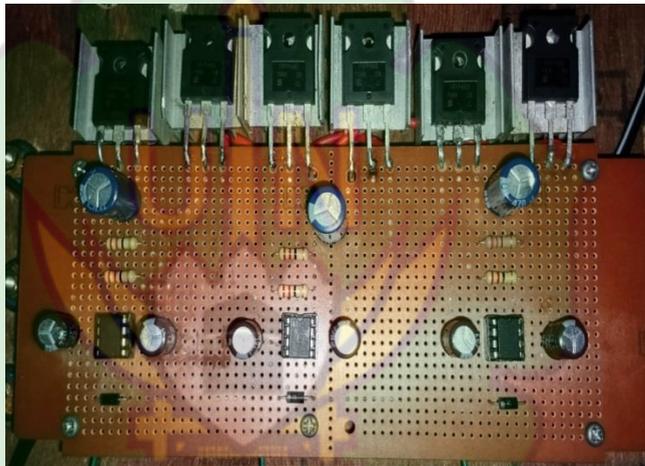


Gambar 4.4 Tampilan Depan Trainer Inverter 3 Fase

Dari gambar diatas dapat dilihat bebrapa jalur pembangkit inverter 3 fase dan warna pada *banana plug* nya dapat membedakan setiap bagian. Merah merupakan arus masuk dan keluar

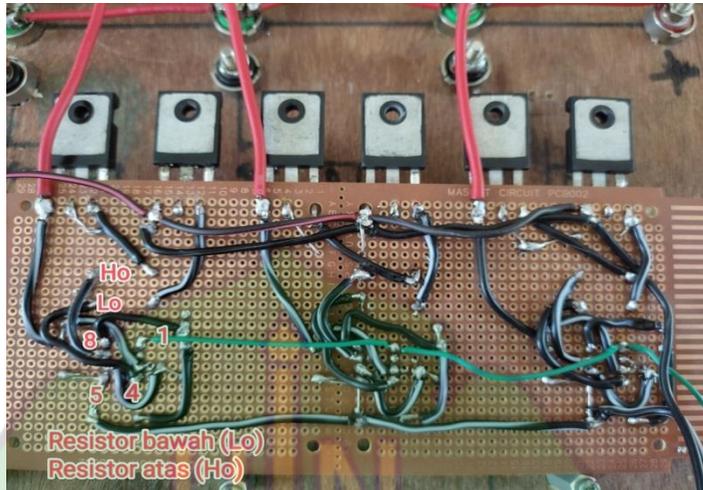
dari arus DC, hijau adalah jalur awal arus masukan dan keluaran mosfet, biru keluaran AC arus inverter 3 phasa

Untuk bagian depan PCB terdapat beberapa komponen yang tersusun sesuai rangkaian yang sudah dirancang, Rancangan bagian depan PCB dari trainer ini dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Tampilan Bagian Depan PCB Trainer Inverter 3 Phasa

Untuk bagian dalamnya terdapat beberapa komponen yang tersusun sesuai rangkaian yang sudah dirancang. Rancangan bagian dalam dari PCB ini dapat dilihat pada gambar 4.6.

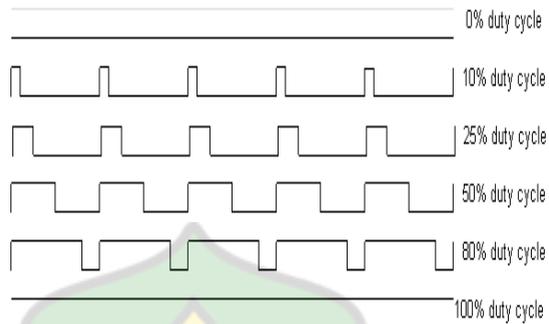


Gambar 4.6 Tampilan Bagian Dalam Trainer Inverter 3 Fasa

2. Hasil Pengujian Trainer

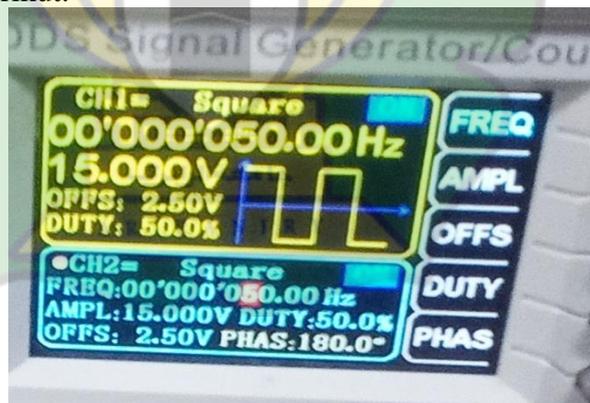
Beberapa hal yang menjadi objek pengujian pada rangkaian *Inverter 3 fasa* ini adalah sinyal PWM, Pengujian hasil tegangan *input* dan *output trainer inverter 3 fasa*, Pengujian hasil bentuk gelombang keluaran HO (*High Output*) dan LO (*Low Output*), bentuk gelombang keluaran akhir dan keluaran tegangan.

Dapat dilihat pada Gambar 4.7 beberapa bentuk *duty cycle* yang dapat diatur pada gelombang signal PWM.



Gambar 4.7. Duty Cycle PWM

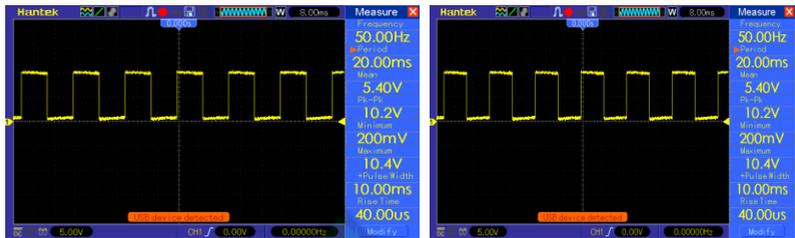
Duty Cycle adalah rasio waktu denyut positif (ON) ditandingkan dengan waktu denyut negatif (OFF) dalam satu periode (cycle). Untuk mendapatkan sinyal PWM maka *Function Generator* harus diatur seperti Gambar 4.8 berikut.



Gambar 4.8 Setingan *Function Generator*

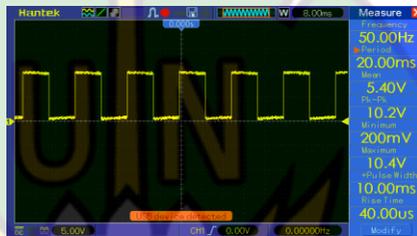
Dari Gambar 4.8 dapat dilihat Keluaran Ch1 digunakan sebagai pin sinyal 1 dan 2 yang mana nantinya keluaran 1 dan 2 ini akan berfungsi sebagai penghubung antara Function Generator dan gate pada rangkaian inverter 3 fase. Keluaran Ch2 digunakan sebagai pin sinyal 3 dan 4 yang mana nantinya keluaran 3 dan 4 ini akan berfungsi sebagai penghubung antara Function Generator dan gate pada rangkaian inverter 3 fase. Keluaran Ch3 digunakan sebagai pin sinyal 5 dan 6 yang mana nantinya keluaran 5 dan 6 ini akan berfungsi sebagai penghubung antara Function Generator dan gate pada rangkaian inverter 3 fase. Kemudian, pada *void loop* CH1 dapat dilihat untuk pin 1 sinyal dimulai dengan besar gelombang 50 hz, amplitudo 15v, *offset* 2,5v dan duty cycle 50%. Kemudian, pada *void loop* CH2 dapat dilihat untuk pin 2 sinyal dimulai dengan besar gelombang 50 hz, *amplitudo* 15v, *offset* 2,5v, *duty cycle* 50% dan *Phase* sebesar 120 derajat. Kemudian, pada *void loop* CH3 dapat dilihat untuk pin 3 sinyal dimulai dengan besar gelombang 50 hz, amplitudo 15v, *offset* 2,5v, *duty cycle* 50% dan *Phase* sebesar 240 derajat. Setelah memasukkan program PWM kedalam *arduino* maka dapat kita lihat bentuk sinyal gelombang pada *Oscilloscope*.

Dapat dilihat pada Gambar 4.9 sinyal keluaran PMW menggunakan *Oscilloscope*.



(a)

(b)



(c)

Gambar 4.9 (a) Keluaran PWM *Function Generator in 1*
 (b) Keluaran PWM *Function Generator in 2*
 (c) Keluaran PWM *Function Generator in 3*

a. Hasil pengujian tegangan *input* dan *output trainer inverter 3 phasa*

Tegangan input berasal dari power suplay yang dimasukan melalui vcc pada *ic driver ir2184*. Kemudian akan mengeluarkan tegangan *output* pada beban. Adapun hasil pengukuran tegangan pada *trainer* dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Pengukuran Tegangan *Input* dan *Output*

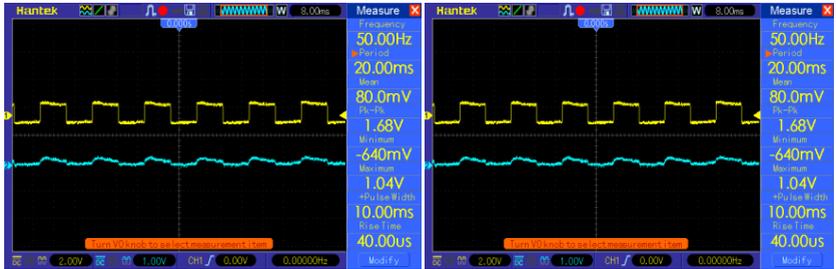
No	<i>Input/Output</i>	Hasil Pengukuran		
		IC 1	IC 2	IC 3
1	VDC (<i>Input</i>)	5 V	5 V	5 V
2	VAC (<i>Output</i>)	1,178 VAC	1,223 VAC	1,252 VAC

b. Hasil Pengujian bentuk gelombang keluaran HO (*High Output*) dan LO (*Low Output*)

Keluaran pada HO dan LO memiliki bentuk yang berbentuk PWM, namun terdapat perbedaan diantara keduanya dimana LO lebih besar gelombang yang dihasilkannya dibandingkan gelombang keluaran pada HO.

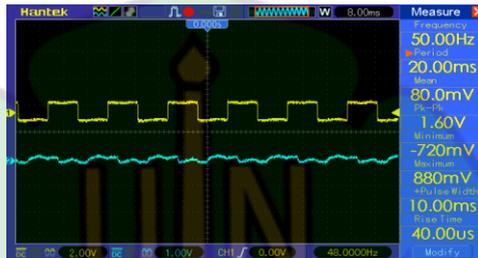
Cara mengukur HO menggunakan *Oscilloscope* yaitu dengan meletakkan netral *Probe* pada Pin Vs pada IC IR2184 dan Positif *Probe* diletakkan pada pin HO. Kemudian, untuk mengukur LO menggunakan *Oscilloscope* yaitu dengan meletakkan netral *Probe* pada netral batrai atau pada netral rangkaian dan Psitif *Probe* diletakkan pada pin LO.

Dapat dilihat pada Gambar 4.10 sinyal keluaran PMW HO dan LO menggunakan *Oscilloscope*.



(a)

(b)

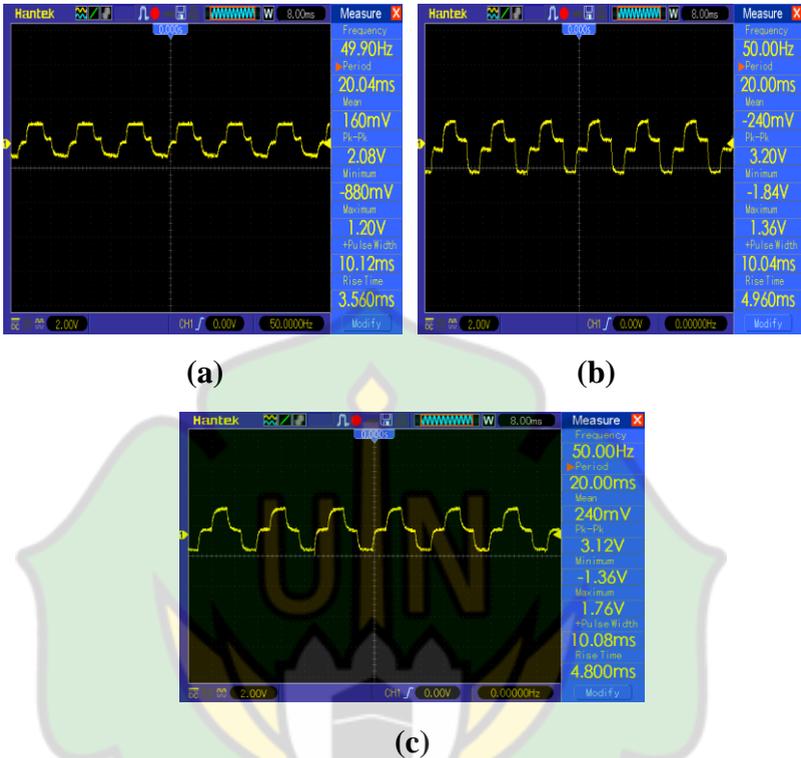


(c)

Gambar 4.10 (a) Keluaran PWM HO 1 dan LO 1
 (b) Keluaran PWM HO 2 dan LO 2
 (c) Keluaran PWM HO 3 dan LO 3

c. Hasil pengujian bentuk gelombang keluaran akhir dan keluaran tegangan

Gelombang yang bertangga dihasilkan oleh 2 IC yang digabungkan, sehingga menghasilkan gelombang yang berbentuk anak tangga (Multilevel). Dapat dilihat pada gambar 4.11 bentuk keluaran akhir PWM inverter 3 fasa menggunakan Oscilloscope, terdapat beberapa perbedaan bentuk gelombang namun masih dikatakan mirip antara satu sama lain.



Gambar 4.11. (a) Bentuk Gelombang V_{pa-pb} (B) Bentuk Gelombang V_{pb-pc} (C) Bentuk Gelombang V_{pc-pa}

Tegangan keluaran inverter 3 fase dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut :

Tabel 4.2. Tegangan Keluaran Inverter 3 fase

NO	Titik Pengukuran	Keluaran (Vac)
1	V_{pa-pb}	1,9 VAC
2	V_{pb-pc}	1,5 VAC
3	V_{pc-pa}	2,2 VAC

Dari tabel 4.2 dapat disimpulkan bahwa keluaran untuk setiap pin memiliki hasil yang berbeda-beda namun memiliki bentuk gelombang yang berbentuk sama yaitu berbentuk gelombang bertingkat (*Multilevel*).

B. Hasil Uji Kelayakan

a. Validasi Media

Berikut merupakan nilai hasil validasi Media yang dilakukan sebanyak 1 kali dan dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Nilai Hasil Validasi Media

No	Butir Penilaian	Hasil Jawaban validasi Ahli 1					Hasil Jawaban validasi Ahli 2					
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
A	Tampilan Umum											
1	Alat <i>Inverter 3 phase</i> memiliki bentuk yang menarik baik dari segi warna dan lainnya				✓						✓	

2	Alat Inverter 3 phase memiliki ukuran sesuai Standar Nasional Indonesia					✓				✓	
3	Alat dapat beroperasi dengan baik					✓				✓	
B Tujuan											
4	Alat Inverter 3 phase mempermudah pengguna dalam praktikum					✓				✓	
5	Alat Inverter 3 phase sesuai dengan materi tentang inverter 3 phasa					✓			✓		
C Manfaat											

6	Alat Inverter 3 phase dapat menjadi alat bantu dalam mengetahui perubahan arus DC ke AC					✓					✓	
7	Membantu dosen mengajarkan praktikum mata kuliah Elektronika Daya					✓						✓
D Praktis												
8	Alat dan bahan yang dipakai sederhana					✓					✓	
9	Alat dan bahan yang dipakai mudah didapat				✓						✓	
10	Trainer mudah digunakan					✓						✓

E	Kualitas										
11	Alat Inverter 3 phase memiliki ketahanan yang jangka panjang			✓				✓			
12	Alat Inverter 3 phase sederhana dan mudah dikelola				✓			✓			
13	Alat Inverter 3 phase bernilai jual				✓			✓			
JUMLAH		0	0	0	3	10	0	0	4	7	2
		0	0	0	12	50	0	0	12	28	10
		62					50				
		112									

Validasi ini dilakukan pada tanggal 26 Juni 2023 di Laboratorium Pendidikan Teknik Elektro.

Persentase Nilai Validator 1 dan 2

$$P = \frac{\text{Nilai validator 1} + \text{Nilai validator 2}}{130} \times 100 \%$$

130

$$\begin{aligned} &= \frac{62 + 50}{130} \times 100 \% \\ &= \frac{112}{130} \times 100\% \\ &= 86 \% \text{ (Sangat Layak)} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka dapat disimpulkan hasil penilaian dari validator mencapai 84%. Dapat disimpulkan bahwa nilai dari validasi Media diatas menunjukkan bahwa trainer inverter 3 fasa yang telah di buat sesuai standar kelayakan media pembelajaran dan “Sangat Layak” untuk digunakan dalam Praktikum Eletronika Daya pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro.

b. Hasil validasi materi

Berikut merupakan nilai hasil validasi Materi yang dilakukan sebanyak 1 kali dan dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil Validasi Materi

No	Butir Penilaian	Hasil Jawaban validasi Ahli 1					Hasil Jawaban validasi Ahli 2					
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
		A Tujuan Pembelajaran										
1	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> mempermudah mahasiswa dalam memahami materi <i>Inverter 3 phasa</i>					✓						✓
2	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> membantu mahasiswa dalam mengimplementasikan materi <i>Inverter 3</i>				✓							✓

	<i>phasa</i> dengan benar												
3	Alat peraga <i>Trainer</i> <i>Inverter</i> 3 <i>Phasa</i> dapat menambah wawasan pengetahuan mahasiswa				✓								✓
4	Alat peraga <i>Trainer</i> <i>Inverter</i> 3 <i>Phasa</i> sesuai dengan tujuan materi				✓								✓
B Materi													
5	Alat peraga <i>Trainer</i> <i>Inverter</i> 3 <i>Phasa</i> dapat membuat keabstrakan materi <i>Inverter</i> 3 <i>phasa</i> menjadi lebih nyata				✓								✓

6	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> dapat menyajikan materi sesuai dengan konsep materi <i>Inverter 3 phasa</i>				✓				✓
C Waktu									
7	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> dapat membantu mempercepat penjelasan materi <i>Inverter 3 phasa</i> sehingga waktu lebih efisien				✓				✓
D Manfaat									
8	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> dapat				✓				✓

	memperudah ah penyampaian materi <i>Inverter 3 phasa</i>										
9	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> dapat menjadi alat bantu dalam pembelajaran materi <i>Inverter 3 phasa</i>					✓					✓
		0	0	0	7	2	0	0	0	0	9
	JUMLAH	0	0	0	2	10	0	0	0	0	4
					8						5
		38					45				
		83									

Validasi ini dilakukan pada tanggal 18 Juli 2023 di laboratorium kelistrikan Prodi Pendidikan Teknik Elektro.

Persentase Nilai Validator 1 dan 2

$$\begin{aligned} P &= \frac{\text{Nilai Keseluruhan}}{\text{Nilai Maksimum}} \times 100\% \\ &= \frac{83}{90} \times 100\% \\ &= 92\% \text{ (Sangat Layak)} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka dapat disimpulkan hasil penilaian dari kedua validator mencapai 92%. Dapat disimpulkan bahwa nilai dari validasi Materi diatas menunjukkan bahwa trainer inverter 3 phasa yang telah di buat sesuai standar kelayakan materi pembelajaran dan “sangat layak” untuk digunakan dalam Praktikum Eletronika Daya pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro.

C. Pembahasan

Penelitian ini telah memaparkan cara untuk merancang trainer inverter 3 phasa dan hasil uji kelayakan inverter 3 phasa. Peneliti terlebih dahulu membahas tentang hasil rancangan trainer inverter 3 phasa. Setelah rancangan berhasil dibuat, maka ditemukan 3 aspek yang dapat diteliti yaitu hasil pengujian tegangan input dan output trainer inverter 3 phasa, hasil pengujian bentuk gelombang PWM keluaran HO dan LO, dan hasil pengujian bentuk

gelombang PWM serta tegangan keluaran akhir inverter 3 fasa. Kemudian peneliti juga memaparkan hasil uji kelayakan yang dilakukan oleh 2 ahli media dan 1 ahli materi.

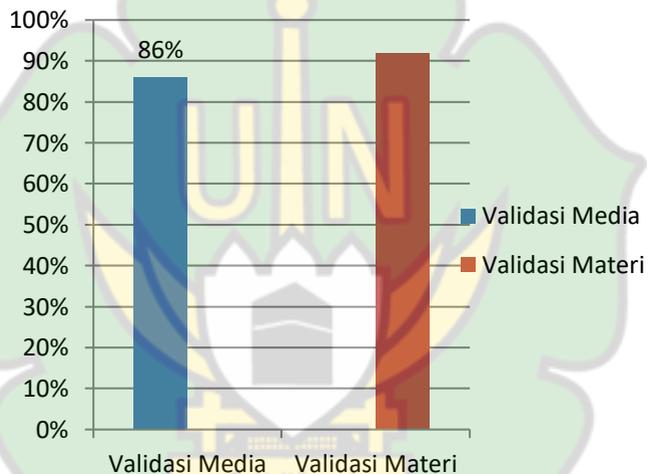
Pengujian pertama tegangan input dan output trainer inverter 3 fasa menghasilkan nilai keluaran berbentuk VAC (tegangan bolak balik) dengan masukan sebesar 5V disetiap IC nya maka akan menghasilkan nilai 1,178 VAC, 1,223VAC , 1,252 VAC. Pengujian kedua bentuk gelombang yang dikeluarkan HO dan LO yaitu berbentuk persegi dengan perbedaan yang cukup signifikan. Pengujiannya dilakukan dengan 2 cara yaitu yang pertama cara mengukur HO menggunakan *Oscilloscope* yaitu dengan meletakkan *netral Probe* pada Pin Vs pada IC IR2184 dan *Positif Probe* diletakkan pada pin HO. Cara kedua untuk mengukur LO menggunakan *Oscilloscope* yaitu dengan meletakkan *netral Probe* pada netral baterai atau pada netral rangkaian dan *Positif Probe* diletakkan pada pin LO, lakukan hal yang sama untuk semua IC driver ir2184. Pengujian ketiga bentuk gelombang PWM serta tegangan keluaran akhir inverter 3 fasa dilakukan 2 tahap yaitu yang pertama pengujian bentuk gelombang keluaran akhir berbentuk anak tangga. Gelombang yang bertangga dihasilkan oleh 2 IC yang digabungkan, sehingga menghasilkan gelombang yang berbentuk anak tangga. Kemudian tahap kedua mengukur tegangan yang dihasilkan oleh kedua IC yang digabungkan dengan memberikan beban diantara keduanya dan menghasilkan $V_{pa-pb} = 1,9$ VAC , $V_{pb-pc} = 1,5$ VAC , $V_{pc-pa} = 2,2$ VAC. Hal ini sejalan dengan

Selanjutnya peneliti melakukan uji validasi dengan dua orang dosen ahli media sebagai validator untuk menguji kelayakan trainer agar bisa digunakan, proses uji validasi dilakukan dengan memberikan lembaran validasi yang berisi beberapa butir pertanyaan kepada validator dan juga validator menyaksikan langsung proses pengujian trainer yang telah dibuat di laboratorium listrik, hasil uji validasi yang didapatkan adalah “sangat layak” dengan persentase 86 %. Peneliti juga melakukan pengujian validasi materi dengan dua orang dosen ahli materi, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah trainer yang dibuat sesuai dengan materi pada mata kuliah elektronika daya. Hasil pengujian validator yang didapatkan adalah “sangat layak” dengan persentase 92%. Maka dapat disimpulkan bahwa trainer inverter 3 fasa ini sangat layak untuk alat bantu ajar berupa trainer inverter 3 fasa untuk mata kuliah Elektronika Daya di Prodi Pendidikan Teknik Elektro.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Faisyal Rahman, Dkk “*Pengendalian tegangan inverter 3 fasa menggunakan spacevector pulse width modulation (svpwm) pada beban fluktuasi*”²⁴ mengembangkan alatnya untuk keperluan rumah tangga sedangkan pada penelitian ini mengembangkan alatnya untuk keperluan praktikum di Prodi Pendidikan Teknik Elektro khususnya pada praktikum elektronika daya. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu pada penelitian ini lebih mengutamakan

²⁴ Faisyal Rahman, Dkk : *Pengendalian tegangan inverter 3 fasa menggunakan spacevector pulse width modulation (svpwm) pada beban fluktuasi*. Jakarta: 2021

pembuatan trainer Inverter 3 fasa untuk dijadikan bahan ajar pada mata kuliah Praktikum Elektronika Daya. Adapun kelebihan penelitian ini mampu membuat peserta didik menjadi lebih mudah dalam memahami dan melaksanakan praktikum, sedangkan kekurangan trainer yang sudah dibuat yaitu Trainer hanya dapat digunakan pada tegangan dibawah 5V . Keterbatasan yang terdapat pada penelitian ini adalah hanya sampai pada uji coba produk tidak sampai dengan produksi masal karena terbatasnya biaya dalam penelitian



Gambar 4.12 Grafik Persentase Validasi

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari perancangan Desain Trainer Inverter 3 Phasa ini adalah sebagai berikut:

1. Trainer ini dirancang dengan beberapa komponen seperti resistor, dioda, kapasitor, mosfet, dan ic Ir2184. Desain rangkaian dibuat menggunakan Microsoft Visio kemudian dilakukan perancangan. Setelah trainer selesai dibuat, terdapat 3 subjek yang dapat diteliti yaitu bentuk gelombang PWM keluaran HO dan LO, dan bentuk gelombang PWM serta tegangan keluaran akhir inverter 3 phasa, didapat hasil keluaran setiap IC yaitu 1,178 Vac, 1,223 Vac, 1,252 Vac dan nilai gabungan IC menggunakan beban $V_{pa-pb} = 1,9 \text{ Vac}$, $V_{pb-pc} = 1,5 \text{ Vac}$, $V_{pc-pa} = 2,2 \text{ Vac}$.
2. Hasil uji kelayakan telah dilakukan dan berdasarkan hasil uji validasi yang dilakukan dengan ahli, didapatkan hasil jawaban yang diketahui bahwa trainer yang telah dibuat dikategorikan “sangat layak” digunakan sebagai alat bantu pembelajaran untuk praktikum Elektronika Daya, karena penilaian keseluruhan yang diberikan oleh kedua validator mencapai persentase 86% dengan kategori “sangat layak”. Sedangkan berdasarkan hasil validasi materi,

diketahui bahwa trainer inverter 3 fasa juga sangat layak digunakan dalam pembelajaran praktikum untuk mata kuliah Praktikum Elektronika Daya karena hasil penilaian kedua ahli materi mencapai 92% yang dikategorikan “sangat layak” yang berarti sangat sesuai dengan materi pada mata kuliah Elektronika Daya.

B. SARAN

Setelah peneliti selesai melakukan penelitian, Trainer Inverter 3 Fasa yang telah dibangun ini masih sangat banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan, sehingga perlu perbaikan dan penambahan untuk alat ini supaya menjadi lebih baik dan sempurna kedepannya maka peneliti menyarankan untuk penambahan/pengembangan pada aspek:

1. Penambahan Optocoupler untuk bisa mendukung penggunaan arduino dalam kontrol trainer inverter 3 fasa yang diletakkan pada keluaran arduino menuju Driver IR2184.
2. Penambahan trafo untuk membangkitkan tegangan menjadi 220V.
3. Penambahan modul sebagai alat bantu pengoperasian trainer.

DAFTAR PUSTAKA

- Batu, Heber Charli Wibisono Lumban dan Syamsul Amien, (2019) “*Analisa Pengontrol Penuh Tegangan Tiga Fasa Terkendali Penuh Dengan Beban Resistif Induktif Menggunakan Program Pspice*”, Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Budiyono Saputra, (2018), *Manajemen penelitian pengemabngan (Research & Develoment)*. Yogyakarta: Aswaja Pressindo.
- Indri Primayenti , (2017). *Desain Penelitia dan Pendekatan Penelitian*. Palembang: Universitas Muhammadiyah
- Dahsyat Armanda, Andi dan Supriadi Jamal, (2018) .”*Pengaturan Kecepatan dan Pengereman Motor Induksi 3 Fasa dengan Menggunakan Sistem Static Scherbius Drive*”. Gowa : Universitas Hasanuddin.
- Dewi Luki Indriyani, (2018), *Pengembangan Alat Peraga*, FKIP UMP
- Errouissi, R., Al-Durra, A., & Muyeen, S. M. (2017). *A Robust Continuous-Time MPC of a DC-DC Boost Converter Interfaced with a Grid-Connected Photovoltaic System*. IEEE Journal of Photovoltaics. <https://doi.org/10.1109/JPHOTOV.2016.2598271>.
- Faisyal Rahman, Dkk. (2021)” *Pengendalian tegangan inverter 3 fasa menggunakan spacevector pulse width modulation (svpwm) pada beban fluktuasi*”. Jakarta: Air Langga

- Hidayat, Fitrah . (2019) “ *Rancang Bangun VVVF Inverter 3 Fasa untuk Operasi Motor Induksi 3 Fasa dengan Antarmuka Komputer*” . Padang : Universitas Negeri Padang.
- Hidayat, N., Arif, A., Setiawan, M. Y., & Afnison, W, (2019) *Jurnal Inovasi, Vokasional dan Teknologi*, Vol. 19 No. 2
- Irfan N. Pratama, (2019) *Analisis Pengaturan Kecepatan Motor Ac 3 Fasa (Trainer) Menggunakan Inverter*. S1 thesis, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Muhamad Ali. (2011) Modul Kuliah Teknik Elektronika Daya : Jurusan Pendidikan Teknik Elektro. FT UNY
- Nico, Fernando and Eddy, Soesilo and Yani, Ridal (2021) *Perancangan Alat Pengontrolan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Berbasis Mikrokontroler*. Diploma thesis, Universitas Bung Hatta.
- R Wahyu Berti. (2019). <http://eprints.uny.ac.id/9518/6/LAMPIRAN%201.pdf> f. diakses tanggal 6 November 2022.
- Rukajat, A. (2018). *Pendekatan Penelitian Kuantitatif*. Yogyakarta: Jurnal Pendidikan
- Sa'adah, R. N. (2021). *METODE PENELITIAN R&D (Research and Development) Kajian Teoretis dan Aplikatif*. CV Literasi Nusantara Abadi.
- Santoso, Budi. (2018). “Aplikasi Pembangkit Pwm Sinusoida 1 Fasa Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Sebagai Penggerak Motor Induksi”. Jakarta: Pusat Pengajian Industri Proses Energi

- Sholihah, F. H., & Yanaratri, D. S. (2019). *Modification Of Separated DC Source For Cascade H-Bridge Multilevel Inverter In Solar Power Plant*. In AIP Conference Proceedings.
- Siyoto, S & Sodik, M. A. (2018). *Dasar Metodologi Penelitian*. Literasi Media Publishing.
- Yudiarto Dkk. (2018). *Outlook Energy Indonesia 2018*. Pusat Pengajian Industri Proses Energi, vol. 53, no. 9. pp. 1–94



LAMPIRAN

Lampiran 1 : Surat Keputusan Dekan Tentang Penetapan Pembimbing

SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY
 Nomor: B-8064/Un.08/FTK/Kp.07.6/07/2022

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

DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY

Memimbang : 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. Sadrina, S.T., M. Sc
 2. Hari Anna Lastya, M.T

Sebagai pembimbing Pertama
 Sebagai pembimbing Kedua

Untuk membimbing skripsi :

Nama : Yayan Maulana
 NIM : 180211070
 Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro
 Judul Skripsi : Desain Trainer Inverter 3 Fasa untuk Praktikum Elektronika Daya di Laboratorium Kelistrikan Pendidikan Teknik Elektro.

KEDUA : Pembiayaan honorarium pembimbing pertama dan kedua tersebut di atas dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor : SP.DIPA-025.04.2..423925/2022 Tahun Anggaran 2022;

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

 Muslim Razali

Tembusan

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

Lampiran 2 : Surat Penelitian



**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-3109/Un.08/FTK.1/TL.00/02/2023

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 : **YAYAN MAULANA / 180211070**

Semester/Jurusan : / Pendidikan Teknik Elektro

Alamat sekarang : Desa Ceurih Kec. Ulee Kareng, Kota Banda Aceh

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 Inverter 3 Puasa Untuk Praktikum Elektronika Daya Studi Pendidikan Teknik Elektro**

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

Banda Aceh, 13 Februari 2023

an. Dekan

Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kelembagaan,



Berlaku sampai : 13 Maret 2023 AR - RANIRY Prof. Habiburrahim, S.Ag., M.Com., Ph.D.

Lampiran 3 : Dokumentasi Saat Melakukan Penelitian

1. Uji Coba alat beserta validasi media



2. Validasi Materi



3. Lembar Validasi Media

LEMBAR VALIDASI MEDIA

Nama Validator : Muhammad Khgah, S.T., M.T.
 NIP/NIDN : 2023108602
 Prodi : Pendidikan Teknik Elektro
 Instansi : UIN Ar-Raniry
 Tanggal Pengisian : 26 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 terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

PETUNJUK PENGISIAN

- Bapak/Ibu dimohon 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
- Bapak/Ibu di mohon untuk memberikan kritik dan saran perbaikan pada baris yang telah disediakan.

No	Indikator	Butir Penilaian	Kriteria Jawaban					SARAN
			1	2	3	4	5	
		Alat Inverter 3 phase memiliki bentuk yang menarik baik dari segi warna dan lainnya				✓		

1	Tampilan Umum	Alat Inverter 3 phase memiliki ukuran sesuai Standar Negara Indonesia						✓
		Alat monitoring yang dapat beroperasi dengan baik						✓
2	Tujuan	Alat Inverter 3 phase dapat mempermudah pengguna dalam praktikum						✓
		Alat Inverter 3 phase sesuai dengan materi tentang inverter 3 phasa						✓
3	Manfaat	Alat Inverter 3 phase dapat menjadi alat bantu dalam mengetahui perubahan arus AC ke DC atau sebaliknya						✓
		Membantu dosen mengajarkan praktikum mata kuliah Elektronika Daya						✓
4	Praktis	Alat dan bahan yang dipakai sederhana						✓
		Alat dan bahan yang dipakai mudah didapat						✓
		Trainer mudah digunakan						✓

5	Kualitas	Alat Inverter 3 phase memiliki ketahanan yang jangka panjang				✓	
		Alat Inverter 3 phase sederhana dan mudah dikelola				✓	
		Alat Inverter 3 phase bernilai jual				✓	

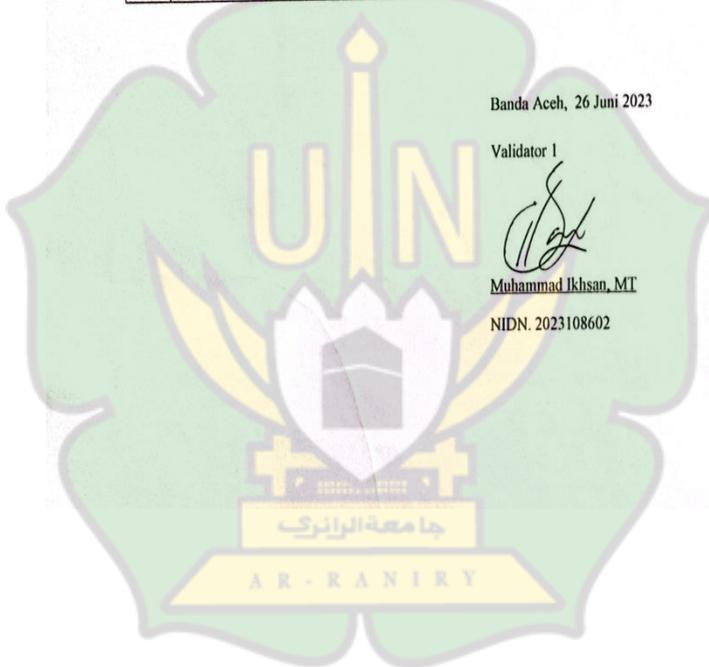
Banda Aceh, 26 Juni 2023

Validator 1



Muhammad Ikhsan, MT

NIDN. 2023108602



LEMBAR VALIDASI MEDIA

Nama Validator : Muhammad Rizal Fachri, M.T
 NIP/NIDN : 2008078802
 Prodi : Pendidikan Teknik Elektro (PTE)
 Instansi : Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry
 Tanggal Pengisian : 26 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 terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

PETUNJUK PENGISIAN

- Bapak/Ibu dimohon 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
- Bapak/Ibu di mohon untuk memberikan kritik dan saran perbaikan pada baris yang telah disediakan.

No	Indikator	Butir Penilaian	Kriteria Jawaban					SARAN
			1	2	3	4	5	
		Alat <i>Inverter 3 phase</i> memiliki bentuk yang menarik baik dari segi warna dan lainnya				✓		

1	Tampilan Umum	Alat Inverter 3 phase memiliki ukuran sesuai Standar Negara Indonesia				✓	
		Alat monitoring yang dapat beroperasi dengan baik				✓	
2	Tujuan	Alat Inverter 3 phase dapat mempermudah pengguna dalam praktikum				✓	
		Alat Inverter 3 phase sesuai dengan materi tentang inverter 3 phasa			✓		
3	Manfaat	Alat Inverter 3 phase dapat menjadi alat bantu dalam mengetahui perubahan arus AC ke DC atau sebaliknya				✓	
		Membantu dosen mengajarkan praktikum mata kuliah Elektronika Daya					✓
4	Praktis	Alat dan bahan yang dipakai sederhana				✓	
		Alat dan bahan yang dipakai mudah didapat				✓	
		Trainer mudah digunakan					

5	Kualitas	Alat Inverter 3 phase memiliki ketahanan yang jangka panjang		✓				
		Alat Inverter 3 phase sederhana dan mudah dikelola		✓				
		Alat Inverter 3 phase bernilai jual		✓				

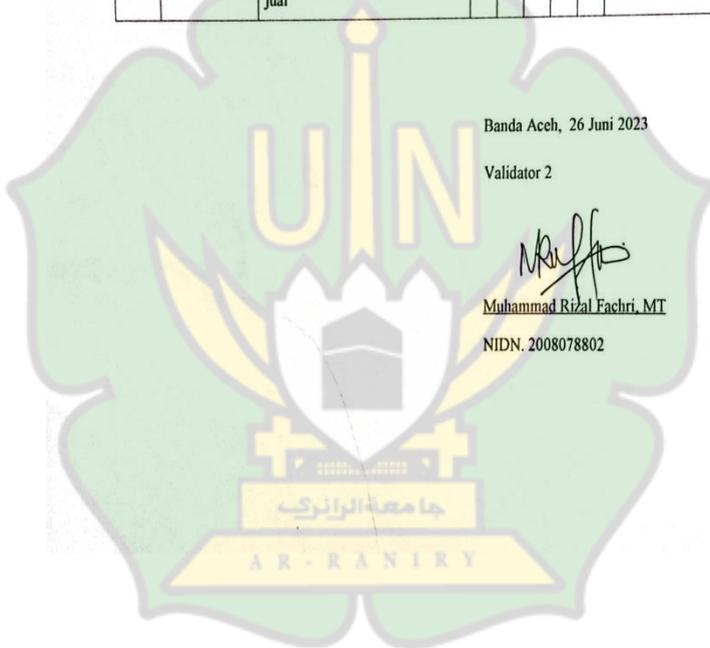
Banda Aceh, 26 Juni 2023

Validator 2



Muhammad Rizal Fachri, MT

NIDN. 2008078802



4. Lembar Validasi Materi

LEMBAR VALIDASI MATERI

DESAIN TRAINER INVERTER 3 PHASA UNTUK PRAKTIKUM ELEKTRONIKA DAYA DI PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO

A. Pengantar

1. Lembar validasi ini bertujuan untuk mendapatkan informasi dari bapak/ibu validator mengenai kelayakan materi *Trainer Inverter 3 Phasa* sebagai alat peraga pada mata kuliah Elektronika Daya.
2. Saran dan masukan dari bapak/ibu ahli materi akan sangat bermanfaat untuk perbaikan tujuan materi *Trainer Inverter 3 Phasa* sebagai alat peraga pada mata kuliah Elektronika Daya.

B. Identitas Validator

- a. Nama : Suardi Nur, ST, M.Sc, PhD
- b. NIP/NIDN : 198110102006041006
- c. Institusi : Program Studi Teknik Lingkungan
Fak. Sains dan Teknologi, UIN Armiry
Energi Baru Terbarukan
- d. Bidang Keahlian :

C. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan bapak/ibu ahli untuk memberikan penilaian terhadap *trainer* gerbang logika sebagai alat peraga pada mata kuliah teknik digital, dengan aspek yang telah diberikan.
2. Mohon diberikan tanda centang (✓) pada skala penilaian yang dianggap sesuai.
Jawaban yang diberikan berupa skor (nilai) dengan penjelasan di tiap nilai:

(1) : Sangat Tidak Layak

(2) : Tidak Layak

(3) : Netral

(4) : Layak

(5) : Sangat Layak

3. Peneliti mengucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu ahli dalam kesediannya mengisi lembar validasi ini.

D. Angket Validasi Materi

No	Aspek yang ditelaah	Alternatif Pilihan					Saran
		1	2	3	4	5	
A Tujuan Pembelajaran							
1	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> mempermudah mahasiswa dalam memahami materi <i>Inverter 3 phasa</i>					✓	
2	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> membantu mahasiswa dalam mengimplementasikan materi <i>Inverter 3 phasa</i> dengan benar				✓		
3	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> dapat menambah wawasan pengetahuan mahasiswa				✓		
4	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> sesuai dengan tujuan materi				✓		
B Materi							
5	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> dapat membuat keabstrakan materi <i>Inverter 3 phasa</i> menjadi lebih nyata				✓		
6	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> dapat menyajikan materi sesuai dengan konsep materi <i>Inverter 3 phasa</i>				✓		
C Waktu							
7	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> dapat membantu mempercepat penjelasan materi <i>Inverter 3 phasa</i> sehingga waktu lebih efisien				✓		

D	Manfaat						
8	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> dapat mempermudah penyampaian materi <i>Inverter 3 phasa</i>					✓	
9	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> dapat menjadi alat bantu dalam pembelajaran materi <i>Inverter 3 phasa</i>					✓	

E. Saran

.....

.....

.....

F. Kesimpulan Validasi Materi

Inverter 3 phasa sebagai Alat Peraga pada mata kuliah Elektronika Daya ini dinyatakan:

1. Layak untuk digunakan tanpa revisi (✓)
2. Layak untuk digunakan dengan revisi sesuai saran ()
3. Tidak layak digunakan ()

Banda Aceh, 18 - 07 - 2023

Ahli Materi



(Suarbi Nur, ST, MSc, PhD

LEMBAR VALIDASI MATERI
DESAIN TRAINER INVERTER 3 PHASA UNTUK PRAKTIKUM ELEKTRONIKA
DAYA DI PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO

A. Pengantar

1. Lembar validasi ini bertujuan untuk mendapatkan informasi dari bapak/ibu validator mengenai kelayakan materi *Trainer Inverter 3 Phasa* sebagai alat peraga pada mata kuliah Elektronika Daya.
2. Saran dan masukan dari bapak/ibu ahli materi akan sangat bermanfaat untuk perbaikan tujuan materi *Trainer Inverter 3 Phasa* sebagai alat peraga pada mata kuliah Elektronika Daya.

B. Identitas Validator

- a. Nama : Akbarul Kautrav, M. Pd.
- b. NIP/NIDN : -
- c. Institusi :
- d. Bidang Keahlian :

C. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan bapak/ibu ahli untuk memberikan penilaian terhadap *trainer inverter 3 phasa* sebagai alat peraga pada mata kuliah Elektronika Daya, dengan aspek yang telah diberikan.
2. Mohon diberikan tanda centang (✓) pada skala penilaian yang dianggap sesuai.
Jawaban yang diberikan berupa skor (nilai) dengan penjelasan di tiap nilai:
(1) : Sangat Tidak Layak
(2) : Tidak Layak
(3) : Netral
(4) : Layak
(5) : Sangat Layak

3. Peneliti mengucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu ahli dalam kesediannya mengisi lembar validasi ini.

D. Angket Validasi Materi

No	Aspek yang ditelaah	Alternatif Pilihan					Saran
		1	2	3	4	5	
A Tujuan Pembelajaran							
1	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> mempermudah mahasiswa dalam memahami materi <i>Inverter 3 phasa</i>					✓	
2	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> membantu mahasiswa dalam mengimplementasikan materi <i>Inverter 3 phasa</i> dengan benar					✓	
3	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> dapat menambah wawasan pengetahuan mahasiswa					✓	
4	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> sesuai dengan tujuan materi					✓	
B Materi							
5	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> dapat membuat keabstrakan materi <i>Inverter 3 phasa</i> menjadi lebih nyata					✓	
6	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> dapat menyajikan materi sesuai dengan konsep materi <i>Inverter 3 phasa</i>					✓	
C Waktu							
7	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> dapat membantu mempercepat penjelasan materi <i>Inverter 3 phasa</i> sehingga waktu lebih efisien					✓	

D. Manfaat						
8	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> dapat mempermudah penyampaian materi <i>Inverter 3 phasa</i>				✓	
9	Alat peraga <i>Trainer Inverter 3 Phasa</i> dapat menjadi alat bantu dalam pembelajaran materi <i>Inverter 3 phasa</i>				✓	

E. Saran

.....

F. Kesimpulan Validasi Materi

Inverter 3 phasa sebagai Alat Peraga pada mata kuliah Elektronika Daya ini dinyatakan:

1. Layak untuk digunakan tanpa revisi (✓)
2. Layak untuk digunakan dengan revisi sesuai saran ()
3. Tidak layak digunakan ()

Banda Aceh, 31 Juli 2023

Ahli Materi


 (Akbarul Kautsar)

