

**DESAIN *TRAINER* SIKNRONOSKOP 3 FASA UNTUK
OPERASI PARALEL GENERATOR INDUKSI DENGAN
JARINGAN LISTRIK**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

**M FAUZAN ARRAYYAN
NIM. 180211050**

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



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2025 M / 1446 H**

PENGESAHAN PEMBIMBING
DESAIN *TRAINER* SINKRONOSKOP 3 FASA UNTUK
OPERASI PARALEL GENERATOR INDUKSI DENGAN
JARINGAN LISTRIK

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK)
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Untuk Memproleh Gelar
Sarjana dalam Pendidikan Teknik Elektro

Diajukan Oleh:

M Fauzan Arrayyan

NIM. 180211050

Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Prodi Pendidikan Teknik Elektro

Disetujui oleh:

Pembimbing Skripsi



Muhammad Bizal Fachri, M.T

NIP. 498807082019031018

**DESAIN *TRAINER* SINKRONOSKOP 3 FASA UNTUK
OPERASI PARALEL GENERATOR INDUKSI DENGAN
JARINGAN LISTRIK**

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 : Selasa, 31 Desember 2024
29 Jumadil Akhir 1446 H

Tim Penguji

Ketua

Sekretaris



Muhammad Rizal Fachri, M.T

Rahmayanti, M.Pd

NIP. 198807082019031018

NIP. 201801160419872082

Penguji 1

Penguji 2



Muhammad Ikhsan, M.T

Dr. Sri Nengsih, M.Sc

NIP. 198610232023211028

NIP. 198508102014032002

Mengetahui:

Dekan Fakultas dan Keguruan UIN Ar-Raniry
Darussalam Banda Aceh



Prof. Safrul Muluk, S.Ag., MA., M.Ed., Ph.D.

NIP. 197301021997031003

1/6

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M Fauzan Arrayyan
Nim : 180211050
Prodi : Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan
Judul Skripsi : Desain *Trainer* 3 Fasa Untuk Operasi Operalel Generator Induksi Dengan Jaringan Listrik

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan.
2. Tidak melakukan plagiat 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.

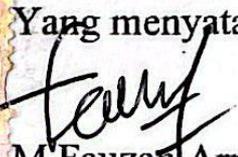
Bila di kemudian hari ada tuntutan pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan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

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

Banda Aceh, 18 Desember 2024

Yang menyatakan




M Fauzan Arrayyan
NIM. 180211050

PENGESAHAN PEMBIMBING
DESAIN *TRAINER* SINKRONOSKOP 3 FASA UNTUK
OPERASI PARALEL GENERATOR INDUKSI DENGAN
JARINGAN LISTRIK

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK)
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Untuk Memproleh Gelar
Sarjana dalam Pendidikan Teknik Elektro

Diajukan Oleh:

M Fauzan Arrayyan

NIM. 180211050

Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Prodi Pendidikan Teknik Elektro

Disetujui oleh:

Pembimbing Skripsi



Muhammad Bizal Fachri, M.T

NIP. 498807082019031018

ABSTRAK

Nama : M Fauzan Arrayyan
Nim : 180211050
Fakultas/Prodi : Tarbiyah dan Keguruan/Pendidikan Teknik Elektro
Judul : Desain *Trainer* Sinkronoskop 3 Fasa untuk Operasi Paralel Generator Induksi dengan Jaringan Listrik
Pembimbing : Muhammad Rizal Fachri, M.T
Kata Kunci : *Trainer*, Sinkronoskop, Generator Induksi 3 Fasa Jaringan listrik

Kebutuhan energi listrik yang terus meningkat mendorong pengembangan sistem kelistrikan yang efisien dan andal. Salah satu solusinya adalah integrasi generator induksi secara paralel dengan jaringan listrik. Tujuan utama dari penelitian ini adalah mendesain dan mengevaluasi kelayakan alat peraga tersebut agar dapat membantu mahasiswa dalam memahami sinkronisasi arus listrik yang awalnya tidak sinkron hingga arus tersebut menjadi sinkron atau stabil sehingga dapat digunakan untuk jaringan listrik sehari – hari. Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa alat peraga yang di desain memenuhi kriteria kelayakan dari segi efektivitas sebagai media pembelajaran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat peraga bekerja dengan baik. Penilaian dilakukan oleh 2 ahli media dan 2 ahli materi dengan persentase penilaian masing-masing ahli media yaitu 96%, dan 90%, menghasilkan nilai keseluruhan 93%, dan ahli materi dengan persentase penilaian masing-masing ahli materi yaitu 93% dan 86%, menghasilkan nilai keseluruhan 90%, yang dikategorikan sebagai “sangat layak”. Berdasarkan hasil ini, alat peraga sinkronoskop 3 fasa untuk operasi paralel generator induksi dengan jaringan listrik dinilai sangat layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran, membantu mahasiswa memahami prinsip kerja sinkronisasi generator induksi melalui praktik langsung.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah puji dan syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan dan kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa umat manusia dari zaman kebodohan sampai ke zaman berilmu pengetahuan seperti yang kita rasakan saat ini. Adapun Judul Skripsi pada Penelitian ini adalah “**DESAIN *TRAINER* SINKRONOSKOP 3 FASA UNTUK OPERASI PARALEL GENERATOR INDUKSI DENGAN JARINGAN LISTRIK**”.

Penelitian ini merupakan tahap dalam menyelesaikan tugas akhir (Skripsi) untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan, pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Program Studi Pendidikan Teknologi Elektro di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Dalam usaha penyusunan skripsi penelitian ini,

peneliti menemui beberapa kesulitan dalam teknik penulisan maupun penguasaan bahan. Walaupun demikian, peneliti tidak putus asa dalam berusaha dan berdoa. Dengan adanya dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan ribuan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberi rahmat dan kemudahan kepada penulis dalam menyusun dan menyelesaikan skripsi ini.
2. Ayahanda Abdul Kadir dan ibunda Ratna Dewi yang selalu senantiasa memanjatkan doa untuk anaknya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir penelitian ini.
3. Bapak Prof. Safrul Muluk, S.Ag., M.A., M.Ed., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
4. Ibu Hari Anna Lastya, M.T, selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Ar -Raniry.

5. Bapak Muhammad Ikhsan, M.T. selaku dosen wali yang telah meluangkan waktu untuk memberi saran masukan kepada penulis serta memberikan berbagai ilmu yang sangat bermanfaat bagi penulis selama menjalankan proses perkuliahan dan skripsi.
6. Bapak Muhammad Rizal Fachri, M.T, selaku pembimbing yang telah sudi kiranya meluangkan waktu dan kesempatan juga begitu sabar membimbing peneliti sehingga telah terselesaikannya penyusunan skripsi ini.
7. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Teknik Elektro yang telah mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan selama ini kepada penulis.
8. Terimakasih kepada sahabat dan teman-teman yang selalu memberikan semangat serta dukungan dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian ini.
9. Teman-teman angkatan 2018 yang telah membantu

penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

10. Terima Kasih kepada semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini.

Dengan segala kerendahan hati, penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan demi pengembangan ilmu pengetahuan. Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak ditemukan kekurangan. Oleh karena itu, kritikan dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan dimasa yang akan datang. Semoga Allah SWT meridhai penulisan ini dan senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. *Amin Ya Rabbil' Alamin.*

Banda Aceh, 18 Desember 2024

Yang Menyatakan,

M Fauzan Arrayyan
NIM.180211050

DAFTAR ISI

PENGESAHAN PEMBIMBING

PENGESAHAN PENGUJI

ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Pendahuluan	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian.....	5
E. Definisi Operasional	7
F. Kajian Terdahulu.....	10
BAB II LANDASAN TEORI	9
A. Pengertian Desain	9
B. <i>Trainer</i>	10
C. Panel Kontrol Listrik	14
D. Sinkronoskop (<i>Synchronoscope</i>)	16
E. Kapasitor	25
F. MCB (<i>Miniature Circuit Breaker</i>).....	27

G. VSD (Variable Speed Drive)	30
H. Generator Induksi	31
I. Motor Listrik 3 Fasa (<i>Phase</i>)	38
J. Resistor.....	42
K. Osiloskop	44
L. <i>Socket Plug Banana Connectors</i>	47
BAB III METODE PENELITIAN	50
A. Metode Penelitian.....	50
B. Model Perancangan.....	51
C. <i>Flowcart</i> Penelitian.....	53
D. Tempat dan Waktu Penelitian	57
E. Prosedur Penelitian	57
F. Instrumen Pengumpulan Data.....	62
G. Teknik Pengumpulan Data.....	68
H. Teknik Analisis Data	69
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	71
A. Hasil Penelitian.....	71
B. Hasil Validasi Ahli Media dan Materi	83
C. Pembahasan	91
BAB V PENUTUP	97
A. Kesimpulan.....	97
B. Saran	99
DAFTAR PUSTAKA.....	101

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kriteria jawaban dan kriteria nilai skor validasi ahli media.....	63
Tabel 3.2 Kisi-kisi lembar validasi ahli media.....	64
Tabel 3.3 Kisi-Kisi Lembar Validasi Ahli Materi	49
Tabel 3.4 Lembar Persentase Jawaban.....	70
Tabel 4.1 Hasil pengoperasian trainer sinkronoskop generator induksi 3 fasa.....	81
Tabel 4.2 Hasil Validasi Ahli Media	84
Tabel 4.3 Hasil Validasi Ahli Materi.....	88



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Panel Kontrol Listrik.....	15
Gambar 2.2	Sinkronoskop	17
Gambar 2.3	Kapasitor 3,5 μ F dan 10 μ F	26
Gambar 2.4	MCB Pada Panel Listrik	28
Gambar 2.5	Perangkat VSD ATV312	30
Gambar 2.6	Konstruksi Sederhana Motor Induksi	38
Gambar 2.7	Motor 3 Fasa (Phase)	40
Gambar 2.8	Prinsip Kerja Motor Induksi 3 Fasa	42
Gambar 2.9	Salah satu contoh resistor tetap yaitu resistor batu	43
Gambar 2.10	Salah Satu Contoh Resistor Variable Yaitu LDR (Light Dipendent Resistor)	44
Gambar 2.11	Oscilloscope Hantek DSO5102P	46
Gambar 2.12	Socket Plug Banana Connector.....	48
Gambar 3.1	Langkah-Langkah Penelitian 4D (Four-D)	51
Gambar 3.2	Diagram Flowchart Alur Penelitian	54
Gambar 3.3	Desain Sinkronoskop 3 Fasa Untuk Operasi Paralel Generator Induksi Dengan Jaringan Listrik.....	61
Gambar 4.1	Desain Rangkaian Generator Induksi 3 Fasa	72
Gambar 4.2	Tampak Keseluruhan Bagian Rangkaian	74
Gambar 4.3	Hasil Pengujian Trainer Sinkronoskop 3 Fasa Generator Induksi	77
Gambar 4.4	Hasil Ketika Tegangan Generator Sedang dalam Keadaan Sinkron.....	78
Gambar 4.5	Hasil Ketika Tegangan Generator Sedang Tidak Sinkron.....	79
Gambar 4.6	Tampilan Grafik Hasil Validator	95

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : SK Skripsi

Lampiran 2 : Buku Kegiatan Bimbingan Skripsi

Lampiran 3 : Surat Penelitian

Lampiran 4 : Lembar Validasi Media

Lampiran 5 : Lembar Validasi Materi

Lampiran 6 : Dokumentasi Perancangan Trainer



BAB I

PENDAHULUAN

A. Pendahuluan

Pada saat ini energi listrik menjadi kebutuhan dalam melakukan kegiatan sehari-hari dan menjadi penggerak utama dalam aktivitas di dunia industri. Banyaknya keperluan energi listrik untuk kegiatan sehari-hari mengakibatkan sumber energi listrik menjadi terbatas. PT. PLN (Persero) merupakan penyedia jasa layanan listrik yang dipercaya oleh pemerintah Indonesia sebagai Badan Usaha Milik Negara (BUMN) untuk memberikan layanan terbaik bagi seluruh pengguna atau konsumen listrik di Indonesia, seperti yang diatur dalam undang-undang adalah penyediaan tenaga listrik secara terus menerus dengan mutu dan keandalan yang baik. Dari pernyataan di atas melakukan pelanggaran akan dikenakan hukuman pidana.¹

¹ Adi Lumakso, “Pertanggungjawaban Pidana Korporasi di Lingkungan PT PLN Persero,” (Universitas Suryakencana:Cianjur, 2021), hal. 104.

Dalam era ketergantungan yang semakin mendalam terhadap daya listrik, pengembangan sistem kelistrikan yang efisien, handal, dan fleksibel menjadi suatu keharusan. Sistem daya listrik modern sering kali memerlukan integrasi generator induksi dengan jaringan listrik secara paralel untuk memenuhi kebutuhan energi yang semakin meningkat. Desain *Trainer* sinkronoskop 3 fasa menjadi elemen kunci dalam menjembatani perbedaan antara berbagai sumber daya listrik dan mengoptimalkan operasi generator induksi dengan jaringan listrik. Seiring dengan pertumbuhan kebutuhan energi, integrasi generator induksi dan sinkron ke dalam jaringan distribusi daya telah menjadi solusi yang umum diterapkan. Proses paralel operasi generator induksi memungkinkan peningkatan kapasitas daya total, diversifikasi sumber daya, dan peningkatan efisiensi sistem secara keseluruhan. Namun, untuk mencapai operasi

paralel yang stabil dan efisien, sinkronisasi yang tepat antara generator dengan jaringan listrik menjadi suatu keharusan.²

Sinkronoskop 3 fasa berfungsi sebagai otak dari proses sinkronisasi ini, peneliti memastikan bahwa generator yang dihubungkan ke jaringan listrik dapat beroperasi secara bersamaan dengan keseimbangan yang optimal. Desain sinkronoskop tidak hanya harus mempertimbangkan aspek-aspek teknis seperti fase, tegangan, dan frekuensi, tetapi juga harus memastikan keamanan operasional, respons cepat terhadap perubahan beban, dan kemudahan integrasi dengan sistem otomatisasi modern.

Pentingnya sinkronoskop 3 fasa terletak pada kontribusinya terhadap stabilitas sistem dan ketersediaan daya listrik yang kontinu. Dengan memahami kompleksitas operasi paralel generator induksi dengan jaringan listrik, desain

² Mustang, Anita, and Abdul Muis Prasetya. "Implementasi Automatic Voltage Regulator Pada Generator Sinkron 3 Fasa Dengan Mengatur Arus Eksitasi". *SainETIn: Jurnal Sains, Energi, Teknologi, dan Industri* 6.2, 2022, Hal. 46-55.

sinkronoskop yang baik akan memberikan manfaat dalam hal efisiensi, keandalan, dan fleksibilitas dalam penyediaan daya listrik.³

Berdasarkan latar belakang diatas, dikarenakan pada lab kelistrikan teknik elektro belum memiliki sebuah alat sinkronoskop, maka peneliti tertarik untuk mencoba melakukan sebuah penelitian yang bertempat di laboratorium pendidikan teknik elektro tegangan tinggi dengan judul **“DESAIN TRAINER SINKRONOSKOP 3 FASA UNTUK OPERASI PARALEL GENERATOR INDUKSI DENGAN JARINGAN LISTRIK”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, dapat dirumuskan masalah yang akan di kaji dalam penelitian ini adalah:

³ Pattiapon, Denny Richard, Jacob J. Rikumahu, and Marselin Jamlay. "Penggunaan Motor Sinkron Tiga Fasa Tipe Salient Pole Sebagai Generator Sinkron." *Jurnal simetrik* 9.2, 2019, Hal. 197-207.

1. Bagaimana desain sinkronoskop 3 fasa untuk operasi paralel generator induksi dengan jaringan listrik?
2. Bagaimana kelayakan sinkronoskop 3 fasa untuk operasi paralel generator induksi dengan jaringan listrik?

C. Tujuan penelitian

Adapun tujuan penelitian ini berdasarkan rumusan masalah di atas adalah:

1. Untuk mengetahui desain sinkronoskop 3 fasa operasi paralel generator induksi dengan jaringan listrik.
2. Untuk mengetahui kelayakan desain sinkronoskop 3 fasa operasi paralel generator induksi dengan jaringan listrik.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Teoritis

- a. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai tambahan informasi yang dapat menambah dan mengembangkan wawasan peneliti, terutama dalam bidang yang berhubungan dengan generator 3 fasa dan induksi listrik.
- b. Penelitian ini dapat di pakai untuk mengetahui bentuk daripada desain sinkronoskop 3 fasa pada generator induksi dengan jaringan listrik, serta mengetahui dan memahami prinsip kerja beserta komponen-komponen yang ada nantinya.

2. Praktis

Memberikan pemahaman bagi masyarakat luas, tenaga pendidik dan mahasiswa/i tentang cara sinkronoskop 3 fasa pada generator induksi dengan jaringan listrik. Memunculkan pertanyaan-pertanyaan baru mengenai dampak yang dapat ditimbulkan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk penelitian

selanjutnya mengenai sinkronisasi generator induksi 3 fasa pada kelistrikan.

E. Definisi Operasional

Setiap definisi pasti memiliki makna tertentu, namun definisi yang muncul sering kali salah di artikan. Oleh karena itu, untuk memperjelas tujuan dan maksud penelitian ini agar lebih mudah di pahami, maka peneliti membuat definisi operasional tentang judul penelitian yang akan dilakukan. Adapun definisi operasionalnya yaitu:

1. Desain, merupakan proses pembuatan gambar atau rangkaian yang menggambarkan suatu proyek yang akan dibuat.⁴
2. *Trainer*, adalah perangkat atau alat yang digunakan untuk simulasi dan pelatihan praktis terkait dengan sistem kelistrikan. *Trainer* biasanya digunakan di

⁴ Sachari, Agus, and Yan Yan Sunarya. "Tinjauan Desain." Penerbit Institut Teknologi Bandung, 2020.

lingkungan Pendidikan atau pelatihan profesional untuk membantu siswa atau peserta didik memahami konsep, operasi, dan masalah dalam sistem kelistrikan. *Trainer* biasanya mencakup berbagai modul, seperti rangkaian dasar, motor Listrik, sistem tenaga, PLC, dan lain-lain.⁵

3. Sinkronoskop, adalah instrument pengukur beda sudut fasa antara fasa-fasa dari dua sistem jaringan listrik yang akan diparalelkan.⁶
4. Listrik 3 fasa, merupakan listrik yang masukannya sekitar 380 Volt hingga 220 Volt tegangan listrik yang banyak digunakan pada industri atau pabrik 3 fasa juga menggunakan tiga kabel fasa (R,S,T) dan satu kabel

⁵ Nassira, S., & Aziz, N. “ *Pengembangan Pelatihan Listrik Untuk Pendidikan Teknik*”, Jurnal Internasional Pendidikan Teknik Elektro, No 57, Hal. 307-319, 2020.

⁶ M David Wibowo. “*Rancang Bangun Simulator Sinkronoskop Generator Sinkron Paralel Berbasis Mikrokontroller At Mega 2560*”, Skripsi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2021.

netral.⁷ Selain untuk aliran listrik arus tinggi 3 fasa juga bisa dipakai untuk komponen elektronika arus tinggi.

5. Operasi paralel, adalah interkoneksi pembangkit tenaga listrik atau sistem penyediaan tenaga listrik pemilik pembangkit dengan sistem penyediaan tenaga listrik lainnya.⁸
6. Generator induksi, merupakan generator yang memiliki prinsip dan konstruksinya sama dengan motor induksi yang sudah umum digunakan, hanya saja dibutuhkan prime mover sehingga putaran rotor lebih besar daripada putaran stator untuk membangkitkan tegangannya.⁹

⁷ Muhammad Arif . “*Pengertian Listrik 1 Phase dan 3 Phase*”, sidoarjo, 2022, (<https://primatekniksystem.com>).

⁸ Permen ESDM, ” *Operasi Paralel Pembangkit Tenaga Listrik Dengan Jaringan Tenaga Listrik Pt Perusahaan Listrik Negara (Persero)*”, Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, No. 1, 2017.

⁹ Ir.Yanu Prapto S. “ *Simulasi Generator Induksi (asinkron) Menggunakan Matlab*”, Karya Ilmiah, Teknik Elektro dan Komputer, Universitas Udaya, 2019.

7. Jaringan Listrik, merupakan kabel kelistrikan yang dapat menyalurkan energi listrik bertegangan 220V pada frekuensi 50 Hz.¹⁰

F. Kajian Terdahulu

Kajian terdahulu berisi tentang uraian mengenai hasil penelitian terdahulu tentang persoalan yang akan dikaji sebagai sumber yang akurat bagi peneliti yang berguna sebagai rujukan ilmiah untuk melakukan proses penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Djodi Antono, dengan judul “Penerapan Sinkronisasi Jaringan Listrik Tiga Fasa PLN dengan Generator Sinkron Menggunakan *Trainer* Power Sistem Simulation” Tahun 2013. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dalam mensinkronkan generator dan jaringan PLN, tegangan dan frekuensinya harus

¹⁰ Santosa, desiy budi. “ *Penelitian Jala-jala Listrik Sebagai Media Transmisi*”, Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Satya Wacana, 2021.

sama yaitu 360 volt dan 50 Hz. Jika terdapat perbedaan, maka generator harus menyesuaikan dengan tegangan dan frekuensi jaringan PLN yang ada. Selain itu, juga harus dipastikan bahwa beda fasa dan arah sequence-nya sama antara generator dan jaringan PLN.

2. Putra Dian Perdana, dengan judul “Sistem Sinkronisasi Automatis Generator Tiga Fasa Pada Kapal Berbasis PLC”, Tahun 2015. Hasil penelitian ini didapatkan sistem sinkronisasi generator secara semi otomatis dan otomatis keseluruhan, nilai parameter yang dapat memenuhi syarat sinkronisasi pada penelitian ini antara (50.0 – 50.6 Hz), (1500 – 1509 RPM) serta tegangan (L – N 222 volt dan L – L 384 volt). Untuk sudut fasa pada sistem ini harus mencapai 0° dan beda tegangan 0 volt serta monitoring parameter sinkronisasi dan kerja genset dapat dilihat dari layar NS Omron pada panel serta monitor di ruang kendali dan disimpulkan bahwa

metode PID dapat mempercepat kerja dan kesetabilan sistem.

3. Dedi Nono Suharno, dengan judul “Rancang Bangun Simulator Sinkronisasi Generator Sinkron 3 Fasa Semiotomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino”. Tahun 2020. Pada penelitian ini didapatkan Perangkat simulator sinkronisasi generator tiga fasa semiotomatis yang menggunakan sensor tegangan, sensor frekuensi, sensor urutan fasa dan mikrokontroler Arduino dengan menggunakan software Arduino IDE. Berfungsi dengan baik, hal ini dibuktikan dengan data hasil pengujian dan perhitungan menunjukkan besarnya error pembacaan sensor tegangan rata-rata 0,37%. Sensor frekuensi 0,48%, dan sensor urutan fasa 0%. Nilai selisih antara tegangan PLN dengan Tegangan Generator pada program diatur sebanyak 4,5 % dari 220VLL sedangkan untuk frekuensi diatur selisihnya sebanyak 3% dari frekuensi nominal 50 Hz. Proses sinkronisasi

memerlukan waktu 1 sampai dengan 11 detik, lebih cepat dari yang diinginkan yaitu 15 detik.



BAB II

LANDASAN TEORI

A. Pengertian Desain

Desain adalah suatu kegiatan yang memungkinkan untuk merencanakan suatu alat yang umumnya fungsional dalam menyelesaikan suatu masalah tertentu agar memiliki nilai lebih dan menjadi lebih bermanfaat bagi penggunanya. Desain juga dapat kita artikan sebuah perencanaan dan perancangan untuk membuat suatu benda, baik itu dari segi tampilan maupun fungsinya.¹¹

Menurut Bambang dalam penelitian Yudi Mulyanto, dijelaskan bahwa, tujuan dari desain adalah untuk mengembangkan sistem baru, mengganti yang sudah ada, atau memperbaiki sebagian.¹²

¹¹ Ummi Chusnul mardiyah, hamdan bahalwan, “Desain Alat Bantu fisioterapi Berdiri, Duduk Dan Berjalan Untuk Anak Penyandang *Cerebral Palsy Spastik Triplegia*”, Proporsi, Vol.7, No.1, November, 2021, Hal.103-110.

¹² Yudi Mulyanto, Dkk, “Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan Pada Toko omg Berbasis Web Kecamatan Empang Sumbang Kabupaten Sumbawa”, Jurnal JINTEKS, Vol.2 No.1, 2020, Hal.71.

Adapun tahapan-tahapan dalam Desain adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi persoalan.
2. Perumusan tujuan-tujuan umum dan sasaran-sasaran yang lebih khusus.
3. Identifikasi pembatas-pembatasan yang mungkin.
4. royeksi mengenai keadaan di masa datang.
5. Pencairan dan penilaian berbagai alternatif.
6. Penyusunan rencana.

B. Trainer

Trainer dalam jaringan listrik merupakan alat bantu pembelajaran yang di rancang untuk mengajarkan konsep dan praktik yang terkait dengan operasi dan pemeliharaan sistem jaringan listrik. Menurut Hasan S, *trainer* adalah seperangkat peralatan yang terdapat di laboratorium dan digunakan sebagai media pendidikan. *Trainer* ini biasanya digunakan sebagai sarana pendidikan dan pelatihan bagi mahasiswa atau teknisi untuk mempelajari dan memahami operasi, perawatan, serta

troubleshooting dalam sistem jaringan listrik. *Trainer* dalam konteks ini mencakup berbagai komponen seperti rangkaian listrik, transformator, generator, jaringan distribusi, dan perangkat pengedali yang memungkinkan peserta pelatihan mempraktikkan teori kelistrikan dalam lingkungan yang aman dan terkontrol.¹³

Trainer berfungsi sebagai model yang mereplika situasi nyata di lapangan, sehingga memungkinkan peneliti untuk memperoleh keterampilan praktis tanpa resiko yang terkait dengan pengoperasian langsung peralatan listrik bertegangan tinggi. *Trainer* ini biasanya dilengkapi dengan perangkat pengukuran dan kontrol yang memudahkan simulasi berbagai kondisi jaringan listrik, seperti beban berlebih, gangguan, atau

¹³ Wijaya, A., & Setiawan, H, “*Rancang Bangun dan Implementasi Alat Peraga Jaringan Distribusi Tenaga Listrik untuk Sekolah Kejuruan*”, Jurnal Teknik Elektro dan Otomotif, No.2, Hal. 93-102, 2019.

kegagalan sistem¹⁴. *Trainer* yang baik dan benar harus memiliki beberapa karakteristik yang meliputi:

1. Ketahanan: terbuat dari bahan yang kuat dan tahan lama, tanpa memerlukan perawatan khusus.
2. Tampilan: Menarik dengan warna dan bentuk yang sesuai.
3. Kemudahan Penggunaan: Ukuran yang proporsional dan mudah digunakan.

Adapun *trainer* juga memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan sebagai berikut:

Kelebihan *trainer*:

1. Pengurangan Resiko Kecelakaan: Dengan menggunakan *trainer*, peneliti dapat berlatih tanpa resiko terhadap keselamatan mereka atau merusak peralatan sebenarnya di lapangan.

¹⁴ Faiz, M. R., & Laksono, D. T, “*Pengembangan Trainer Integrasi Pembangkit Listrik Skala Piko*”, TEKNO, 21(1), 2015.

2. Pemahaman yang Lebih Baik: *Trainer* memungkinkan pembelajaran praktis yang lebih mendalam, karena pengguna dapat memanipulasi dan mengamati efek langsung dari berbagai parameter dalam sistem listrik.
3. Simulasi Skenario Nyata: *Trainer* memungkinkan simulasi berbagai skenario jaringan listrik yang mungkin sulit atau berbahaya untuk direplikasi di dunia nyata.
4. Replikasi Masalah: *Trainer* memungkinkan teknisi untuk mempelajari cara mengatasi masalah dalam jaringan listrik dengan mereplikasi berbagai gangguan atau kondisi abnormal.

Kekurangan daripada *trainer*:

1. Keterbatasan Realisme: Meskipun *trainer* dapat mensimulasikan banyak kondisi, mereka mungkin tidak dapat sepenuhnya meniru semua aspek

lingkungan jaringan listrik nyata, seperti cuaca ekstrem atau kompleksitas interaksi antar komponen.

2. Biaya yang mahal di awal: Membeli atau mengembangkan trainer untuk penelitian bisa memerlukan biaya awal yang cukup besar, terutama untuk sistem yang canggih.
3. Pemeliharaan dan Pembaruan: *Trainer* memerlukan pemeliharaan dan mungkin perlu diperbarui seiring dengan berkembangnya teknologi atau perubahan dalam sistem jaringan listrik.
4. Tidak Mengganti Pengalaman Lapangan: Meskipun berguna, penggunaan trainer tidak dapat sepenuhnya menggantikan pengalaman langsung di lapangan yang penting untuk memahami kondisi kerja nyata.

C. Panel Kontrol Listrik

Panel kontrol listrik adalah tempat terpasangnya alat-alat kelistrikan yang akan digunakan untuk instalasi listrik atau penyaluran daya beban, yang didalamnya terdapat berbagai alat

seperti MCB, PLC, Kontaktor, Relay, Pilot Lamp, Thermal, dan lain sebagainya.

Energi listrik yang mengalir pada pusat atau gardu induk ke beban listrik (konsumen) harus melewati panel daya dan panel distribusi. Panel daya adalah tempat untuk menyalurkan dan mendistribusikan energi listrik dari gardu listrik *step down* ke panel-panel distribusinya, sedangkan yang di maksud panel distribusi daya adalah tempat menyalurkan dan mendistribusikan energi listrik dari panel daya ke beban konsumen baik untuk instalasi tenaga maupun untuk instalasi penerangan.¹⁵



Gambar 2.1 Panel Kontrol Listrik

¹⁵ Penjelasan Lengkap Mengenai Panel Kontrol Listrik. Di Akses di www.laskarotomasi.com pada tanggal 27 February 2024 Hari Selasa.

Ada berbagai macam jenis panel listrik yang sering kita temukan dalam kehidupan sehari-hari sebagai berikut ini :

1. Main Distribution Panel
2. Sub Distribution Panel
3. Panel Synchronizing
4. Panel LVSDP dan LVMPD
5. Panel Level Control
6. Panel KWH
7. Panel Capasitor Bank
8. Panel Genset AMF ATS

Dari berbagai jenis panel listrik yang telah dipaparkan di atas, dalam penelitian ini peneliti menggunakan Sub *Distribution* Panel dalam proses penelitian karena panel tersebut memiliki bentuk yang lebih kecil daripada panel lainnya serta lebih efisien dan *flexible* untuk digunakan.

D. Sinkronoskop (*Synchoscope*)

Sinkronoskop adalah perangkat yang digunakan dalam sistem tenaga listrik untuk membandingkan kedua sinyal listrik

yang berbeda secara sinkron dan memastikan bahwa kedua sinyal tersebut berada dalam fase yang sama atau sinkron. Sinkronoskop umumnya digunakan dalam pengendalian generator dalam sistem tenaga Listrik untuk memastikan bahwa generator yang baru akan disinkronkan dengan sistem tenaga yang ada dengan aman dan efisien.¹⁶ Alat sinkronoskop dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.2 Sinkronoskop

¹⁶ Dedi Nono S, dkk. “Rancang Bangun Simulator Sinkronisasi Generator Sinkron 3 Fasa Semiotomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino”, jurnal teknik, Vol. 19, No. 2, 2020, Hal. 161-170.

1. Prinsip Sinkronisasi

Prinsip sinkronisasi dalam sistem tenaga kelistrikan mengacu pada proses menyelaraskan atau menghubungkan generator atau sumber daya listrik lainnya dengan jaringan listrik yang ada dengan aman dan efisien. Prinsip ini berfokus pada memastikan bahwa sinyal output dari generator bersesuaian dengan sinyal yang ada dalam jaringan listrik yang sudah ada, dalam hal frekuensi, fase, dan amplitudo.

Beberapa prinsip utama dari sinkronisasi dalam sistem tenaga listrik meliputi:

1. **Frekuensi yang Sama:** Generator yang akan disinkronkan harus menghasilkan listrik dengan frekuensi yang sama atau sangat dekat dengan frekuensi jaringan listrik yang sudah ada. Hal ini penting karena ketidaksesuaian frekuensi dapat menyebabkan gangguan serius dalam jaringan, seperti kegagalan peralatan atau kegagalan sistem.

2. Sinkronisasi Fase: Fase sinyal listrik generator harus diatur sedemikian rupa sehingga sesuai dengan fase sinyal dalam jaringan listrik yang sudah ada. Sinkronisasi fase memastikan bahwa gelombang listrik dari generator dan jaringan listrik berada dalam tahapan yang sama, sehingga tidak ada lonjakan arus atau gangguan yang terjadi saat proses penyambungan.
3. Keselarasan Amplitudo: Meskipun amplitudo yang tepat tidak selalu menjadi persyaratan mutlak untuk sinkronisasi, namun keselarasan amplitudo antara generator dan jaringan listrik yang sudah ada juga dapat membantu dalam proses sinkronisasi yang lancar dan mengurangi potensi terjadinya lonjakan arus.
4. Pemantauan Stabilitas: Selama proses sinkronisasi, penting untuk memantau stabilitas sistem secara keseluruhan. Ini termasuk memperhatikan fluktuasi

dalam frekuensi dan tegangan serta memastikan bahwa penyambungan generator tidak menyebabkan gangguan yang dapat mengganggu keseimbangan sistem.¹⁷

Prinsip-prinsip ini penting untuk memastikan bahwa proses sinkronisasi dilakukan dengan aman dan efisien, serta untuk menjaga keandalan dan stabilitas sistem tenaga listrik secara keseluruhan.

2. Deteksi Fase

Deteksi fase adalah proses penting dalam sinkronisasi generator dengan jaringan listrik yang sudah ada. Tujuan dari deteksi fase adalah untuk memastikan bahwa fase sinyal generator diselaraskan dengan fase sinyal dalam jaringan listrik yang ada. Hal ini penting untuk mencegah lonjakan arus atau gangguan lainnya yang dapat terjadi jika fase sinyal

¹⁷ SUNARLIK, Wahyu. “Prinsip Kerja Generator Sinkron”. *Jurnal November*, 2018.

tidak diselaraskan dengan benar saat proses penyambungan.¹⁸

3. Pemantauan Frekuensi

Pemantauan frekuensi merupakan proses dalam sinkronisasi generator dengan jaringan listrik yang sudah ada. Frekuensi merupakan salah satu parameter kritis dalam sistem tenaga listrik, dan sinkronisasi frekuensi antara generator dan jaringan listrik yang ada penting untuk memastikan kinerja sistem yang stabil dan andal. Berikut adalah beberapa cara pemantauan frekuensi dilakukan dalam konteks sinkronisasi:

1. Pemantauan Frekuensi Relatif: melibatkan perbandingan antara frekuensi sinyal generator dengan frekuensi jaringan listrik. Sebuah perbedaan frekuensi yang besar antara kedua sinyal dapat

¹⁸ Supriono, Supriono, and Seno D. Panjaitan. "Manajemen Daya Listrik dengan Sistem Automatic Transfer and Synchronization Switch berbasis PLC." *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTEI)* 4.3, 2019, Hal. 188-196.

mengindikasikan bahwa generator belum sepenuhnya disinkronkan dengan jaringan.

2. Pemantauan Frekuensi *Absolut*: pemantauan frekuensi absolut melibatkan pengukuran frekuensi generator secara langsung dan memastikan bahwa frekuensi tersebut sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Jika frekuensi generator terlalu tinggi atau terlalu rendah, ini dapat menunjukkan ketidakstabilan dalam proses operasi generator dan perlu ditangani dengan cepat untuk mencegah gangguan pada sistem tenaga listrik.
3. Pengendalian Frekuensi: memungkinkan operator untuk menyesuaikan kecepatan generator secara otomatis atau manual untuk menjaga frekuensi tetap dalam batas yang diinginkan.¹⁹

¹⁹ Tjumar, Wiwanto. “*Analisa Koordinasi Proteksi Sistem Kelistrikan pada Pembangkit Listrik Tenaga Biogas sebagai Distributed Generation*”. Diss. Universitas Sumatera Utara, 2022.

4. Pemutusan Operasi

Pemutusan operasi dalam konteks sinkronisasi generator merujuk pada tindakan untuk menghentikan atau memblokir proses sinkronisasi jika terdeteksi adanya ketidakcocokan atau resiko keselamatan yang terlalu besar. Pemutusan operasi diperlukan untuk mencegah terjadinya gangguan serius dalam sistem tenaga listrik yang dapat membahayakan peralatan atau mengganggu pasokan listrik kepada pelanggan. Berikut adalah beberapa situasi di mana pemutusan operasi dapat diperlukan:

1. Perbedaan fase yang besar: jika perbedaan fase antara sinyal generator dan sinyal jaringan listrik yang ada terlalu besar, ini dapat menyebabkan lonjakan arus atau gangguan lainnya saat proses penyambungan. Dalam situasi seperti ini, pemutusan operasi dapat diperlukan untuk

mencegah terjadinya gangguan yang dapat merusak peralatan atau mengganggu pasokan listrik.

2. Frekuensi yang signifikan tidak cocok: jika frekuensi sinyal generator terlalu jauh dari frekuensi jaringan listrik yang ada, ini dapat menandakan masalah dalam operasi generator atau ketidaksesuaian yang signifikan antara generator dan jaringan.
3. Gangguan dalam jaringan listrik yang ada: jika terjadi gangguan atau kegagalan dalam jaringan listrik yang sudah ada saat proses sinkronisasi sedang berlangsung, pemutusan operasi dapat diperlukan untuk melindungi generator dan mencegah potensi kerusakan atau bahaya keselamatan.²⁰

²⁰ Anam, Muhammad Khoirul, dkk. “*Studi Operasi Paralel Jaringan Distribusi yang Disuplai oleh Satu Gardu Induk pada Sistem Kelistrikan Distribusi Jawa Tengah. Studi Kasus: GI Sronдол Semarang*”. *Jurnal Teknik ITS*, 2018, Hal.153-158.

Pemutusan operasi dapat dilakukan secara otomatis oleh sistem kontrol sinkronisasi atau dapat melibatkan intervensi operator untuk menonaktifkan proses sinkronisasi secara manual.

E. Kapasitor

Kapasitor adalah komponen elektronik yang berfungsi untuk menyimpan energi listrik. Komponen ini terdiri dari dua lapisan konduktor yang dipisahkan oleh bahan isolator yang disebut dielektrik. Kedua konduktor tersebut masing-masing diberikan muatan listrik dengan jumlah yang sama, namun dengan polaritas berbeda, yaitu positif dan negatif, sehingga secara keseluruhan kapasitor tetap netral. Dalam sebuah rangkaian listrik, kapasitor berperan sebagai penyimpan energi atau muatan listrik, serta melindungi rangkaian dari kerusakan akibat kegagalan listrik pada sistem yang memiliki kumpanan. Selain itu, kapasitor juga berguna untuk mengatur frekuensi

sinyal pada perangkat radio. Gambar 2.3 menunjukkan ilustrasi kapasitor.



Gambar 2.3 Kapasitor 3,5 μF dan 10 μF

Pemilihan kapasitor dengan nilai 3,5 μF dan 10 μF kemungkinan besar didasarkan pada analisis teknis yang memperhitungkan karakteristik khusus dari generator dan aplikasi penggunaannya. Biasanya, nilai kapasitansi ini ditentukan untuk memastikan generator bekerja pada efisiensi optimal dan menghasilkan kinerja yang sesuai.

Kapasitor 3,5 μF memiliki spesifikasi berikut: kapasitansi 3,5 μF , tegangan kerja 450V AC, toleransi kapasitansi $\pm 5\%$, suhu kerja -25°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$, dan merupakan tipe *Polypropylene Film Capacitor*.

Kapasitor 10 μF memiliki spesifikasi: kapasitansi 10 μF , tegangan kerja 450V AC, toleransi kapasitansi $\pm 10\%$, suhu kerja -25°C hingga $+85^\circ\text{C}$, dan juga merupakan tipe *Polypropylene Film Capacitor*.²¹

F. MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

MCB atau *Miniature Circuit Breaker* adalah perangkat elektromekanis yang digunakan untuk melindungi rangkaian listrik dari kerusakan akibat arus berlebih, seperti yang disebabkan oleh kelebihan beban atau hubung singkat. MCB akan memutus aliran listrik secara otomatis ketika mendeteksi arus yang melebihi batas yang telah ditentukan, sehingga mencegah kerusakan pada peralatan listrik dan kebakaran. MCB biasanya digunakan dalam sistem distribusi listrik rumah tangga dan industri kecil, dengan kemampuan untuk di-reset setelah

²¹ R. P. Singh, “*Dasar-Dasar Kapasitor dalam Elektronika: Kemajuan dan Penerapannya*”, Jurnal Elektronika dan Teknik Elektro, vol. 7, No.3,2020.

terjadi gangguan, sehingga lebih praktis dibandingkan dengan sekering (*fuse*).

MCB terdiri dari komponen termal dan magnetik yang bekerja berdasarkan prinsip panas dan medan magnet untuk mendeteksi kondisi arus berlebih. MCB juga tersedia dalam berbagai rating ampere yang memungkinkan pengguna untuk memilih sesuai kebutuhan perlindungan. Berikut merupakan tampilan MCB pada panel listrik yang dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 MCB Pada Panel Listrik

MCB hadir dalam berbagai jenis, seperti MCB C2, MCB C10, MCB C16, dan lainnya, yang memiliki perbedaan dalam mekanisme trip (pemutusan arus). MCB juga memiliki

batas maksimal kemampuan menghantarkan arus, yang tergantung pada jenis MCB dan tegangan listrik yang dipakai.

Spesifikasi untuk MCB *Schneider Electric* Acti9 C16 adalah sebagai berikut:

1. Tegangan kerja: 230/400V AC
2. Arus nominal: 16A
3. Kurva pemutusan: Tipe C
4. Kapasitas pemutusan: 6kA
5. Jumlah kutub: 3P (Triple Pole)
6. Frekuensi operasi: 50/60 Hz
7. Kelas perlindungan: IP20
8. Standar: IEC/EN 60898-1

Selalu periksa lembar data teknis atau dokumentasi produk dari *Schneider Electric* untuk mendapatkan informasi terbaru dan lebih rinci tentang model yang digunakan.²²

²² H. Gupta and P. Kumar, “Desain dan Implementasi Pemutus Sirkuit Miniatur Cerdas untuk Aplikasi Tegangan Rendah”, *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 34, no. 3, 2019.

G. VSD (Variable Speed Drive)

Variable Speed Drive atau *variable frekuensi drive* adalah suatu alat yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor listrik AC (*Alternating Current*) dengan mengontrol frekuensi daya listrik yang dipasok ke motor. Pada perangkat tersebut terdapat *rectifier*, *inverter* dan *microcontroller* yang dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut:



Gambar 2.5 Perangkat VSD ATV312

Prinsip kerja VSD adalah tegangan yang masuk dari jala jala 50 Hz dialirkan ke sirkuit penyearah DC (*Direct Current*), dan ditampung ke *capacitor*. Jadi dari tegangan AC (*Alternating Current*) di jadikan tegangan DC (*Direct Current*). Tegangan

DC (*Direct Current*) kemudin diumumpankan ke sirkuit VSD untuk dijadikan tegangan AC (*Alternating Current*) kembali dengan frekuensi sesuai kebutuhan.

H. Generator Induksi

Generator adalah sebuah mesin konversi energi yang dapat mengubah energi gerak (mekanik) menjadi energi listrik (elektrik) dengan memanfaatkan prinsip induksi elektromagnetik. Sumber energi mekanik yang menggerakkan generator tersebut bermacam-macam.²³

Generator adalah suatu mesin yang menggunakan magnet untuk mengubah energi mekanis menjadi energi listrik. Prinsip generator secara sederhana dapat dikatakan bahwa tegangan diinduksikan pada konduktor apabila konduktor tersebut bergerak pada medan magnet sehingga memotong garis-garis gaya. Hukum tangan kanan Fleming yang berlaku pada generator menyebutkan bahwa terdapat hubungan antara

²³ Chapman, dan J. Stephen. “*Electric Machinery Fundamentals*”, Amerika: McGraw Hill Companies, 2018.

penghantar bergerak, arah medan magnet dan arah resultan dari aliran arus yang terinduksi. Apabila ibu jari menunjukkan arah gerakan penghantar, telunjuk menunjukkan arah fluks, jari tengah menunjukkan arah aliran elektron yang terinduksi.²⁴

Dalam penelitiannya Hasdziselimovic et al mengatakan bahwa motor induksi dapat dioperasikan sebagai generator. Generator induksi dipilih karena dianggap tepat untuk diterapkan didaerah terpencil, ini disebabkan generator induksi dapat diterapkan dalam kondisi tanpa jaringan listrik genetarot induksi dapat beroperasi secara optimal dalam kondisi *stand alone*, mudah dioperasikan dan dapat berkinerja secara baik dalam kondisi berbeban.

Generator induksi dapat dioperasikan dengan menghubungkan generator dengan mesin penggerak mula-mula. Slip pada generator induksi harus bernilai negatif, agar

²⁴ Tipler, Paul. A. Fisika untuk Sains dan Teknik Jilid 2, alih bahasa Bambang Soegiono; Jakarta : Erlangga, 2001.

generator induksi dapat mengeluarkan tegangan pada kedua ujung lilitan kumparan stator.²⁵

Konstruksi generator terdiri dari tiga bagian yang paling utama, yaitu:

1. Bagian yang diam (stator)

Stator adalah bagian generator yang diam, dan sering disebut juga kumparan medan. Stator tersusun dari beberapa belitan kawat email yang dilapisi bahan isolator. *Coil* atau sering disebut belitan adalah tempat tegangan terbentuk dan tempat mengalirnya arus. Jumlah dari kumparan akan mempengaruhi kuantitas tegangan keluaran generator.

2. Bagian yang bergerak (rotor)

Rotor adalah bagian generator yang bergerak atau berputar. Pada bagian rotor inilah tempat tersusunnya magnet permanen sebagai penghasil medan magnet

²⁵ Joni, Alpensus. “Pemanfaatan Motor Induksi Satu Fasa Sebagai Generator”, 2021.

yang diperlukan dalam pembangkitan tegangan. Pada generator kecepatan rendah dan menengah tipe rotor yang digunakan yaitu kutub menonjol (*Salient*).

3. Celah Udara (*Air Gap*)

Antara rotor dan kumparan stator terdapat celah, inilah yang disebut dengan celah udara. Jarak antara rotor dan kumparan ini harus diperhitungkan untuk mendapatkan hasil kerja generator yang optimum.²⁶

Dalam sebuah sistem tenaga listrik terdapat interkoneksi generator sinkron dalam jumlah yang banyak. Generator sinkron tersebut bekerja secara paralel, terinterkoneksi oleh jaringan transmisi dan mensuplai daya listrik ke beban. Saat generator sinkron terhubung dengan generator sinkron lainnya, maka tegangan dan frekuensi pada terminal generator sinkron akan diperbaiki oleh sistem.

²⁶ Prasetyo, H., Ropiudin, R., & Dharmawan, B. “*Generator Magnet Permanen Sebagai Pembangkit Listrik Putaran Rendah*”. Jurnal Dinamika Rekayasa, Vol. 8, No. 2, 2022, Hal. 70-77.

Generator sinkron terhubung paralel dengan generator sinkron lainnya untuk mensuplai daya yang lebih besar pada beban, dan juga untuk meningkatkan keandalan sistem tenaga listrik. Saat syarat paralel generator terpenuhi, generator dapat dihubungkan paralel dengan generator lainnya atau dengan jaringan transmisi.²⁷

Adapun syarat-syarat agar generator terhubung secara paralel adalah sebagai berikut:

1. Kedua frekuensi harus sama

Dengan adanya tegangan kerja yang sama diharapkan pada saat dipararel dengan beban kosong, faktor dayanya satu. Dengan faktor daya satu berarti tegangan antara dua generator sama persis pada saat generator bekerja paralel perubahan arus eksitasi akan mengubah faktor daya, jika arus eksitasi

²⁷ Fitzgerald A, K. U. "*Electric Machinery*". Singapore: McGraw-Hill, 2019.

diperkuat maka nilai faktor daya akan membesar mendekati satu.

2. Kedua Tegangan Harus Sama

Didalam dunia industri dikenal dua buah sistem frekuensi yaitu 50 Hz. Dalam operasionalnya sebuah genset bisa saja mempunyai frekuensi yang berubah-ubah karena faktor tertentu. Pada jaringan distribusi dipasang alat pembatas frekuensi yang membatasi frekuensi minimal 48,5 Hz dan maksimal 51,5 Hz.

3. Urutan Fasa (arah perputaran medan putar) Harus Sama.

4. Kondisi Paralel Harus Pada Waktu Sinkronnya.

Dalam prakteknya persyaratan sinkronisasi memiliki toleransi sebagai berikut:

1. Beda tegangan generator dengan jaringan listrik PLN sebesar $\pm 5\%$.
2. Beda frekuensi generator dengan frekuensi jaringan listrik PLN sebesar $\pm 0,2\%$.

3. Beda sudut fasa generator dengan sudut fasa jaringan listrik PLN $\pm 5^\circ$.²⁸

Dalam dunia industri diperlukan sistem suplai daya listrik yang dapat :

1. Dioperasikan secara bergantian, kondisi ini dilakukan atas pertimbangan ekonomi atau perbaikan (*maintenance*).
2. Dioperasikan secara bersama-sama, namun mensuplai daya ke beban masing-masing.
3. Dioperasikan paralel (sinkron) baik secara manual, maupun otomatis.

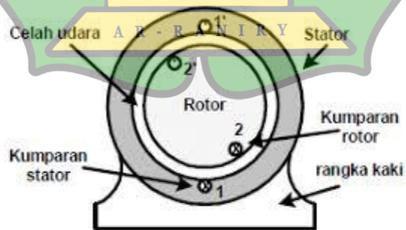
Perangkat bantu dalam proses paralel generator adalah sinkronoskop yang berfungsi mendeteksi apakah generator

²⁸ Thamrin, N. “Alat Sinkronisasi Otomatis pltmh Dengan Jaringan Distribusi Pln Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 16”. Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi, vol.11, no.3, 2021, Hal. 50-54.

sudah sinkron dan bila sudah sinkron baru proses paralel dilaksanakan.²⁹

I. Motor Listrik 3 Fasa (*Phase*)

Motor induksi 3 fasa merupakan motor induksi yang banyak digunakan untuk berbagai keperluan terutama di dunia industri yang menggunakan motor sebagai penggerakannya. Diantara semua jenis motor induksi, motor induksi 3 fasa merupakan motor yang paling stabil dalam kondisi normal bila disuplai dengan sistem 3 fasa yang seimbang. Gambaran sederhana konstruksi motor 3 fasa dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Kontruksi Sederhana Motor Induksi

²⁹ Setya, A. “Pengendalian Sinkronisasi Generator Dengan Sumber Pembangkit Listrik Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler”. Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa, Vol.7, No.1, 2023, Hal. 36-42.

Kecepatan putaran medan magnet motor induksi akan dipengaruhi oleh frekuensi sumber yang masuk ke motor (yang juga mempengaruhi kecepatan perputaran rotor pada motor), putaran medan magnet stator ini akan diikuti oleh putaran rotor motor induksi. Makin berat beban motor, maka kecepatan rotor juga akan turun sehingga terjadi slip (s), Perubahan frekuensi sumber pada motor induksi 3-fasa akan mempengaruhi besarnya impedansi kumparan motor karena kumparan motor induksi mengandung reaktansi induktif.

Motor induksi akan bekerja dengan baik dan dapat berumur panjang jika arus yang melewati kumparan tidak melewati batas yang telah ditetapkan pabrik pembuatnya (arus nominal motor). Bila arus yang melewati kumparan motor ini telah melampaui arus nominal motor, maka motor akan berumur pendek, dimana makin besar arus motor, maka makin pendek umur motor. Pemanfaatan energi pada

motor juga akan lebih optimal jika efisiensi motor saat beroperasi sangat tinggi.³⁰

Berikut adalah gambaran daripada motor 3 fasa yang dapat dilihat pada gambar 2.7 berikut.



Gambar 2.7 Motor 3 Fasa (*Phase*)

Dari gambar 2.7 yaitu bentuk daripada motor 3 fasa, motor induksi ini memiliki prinsip kerja yang berdasarkan pada Hukum Lorentz dan Hukum Faraday. Hukum Lorentz adalah perubahan magnetik akan menimbulkan gaya. Sedangkan Hukum Faraday adalah tegangan induksi akan

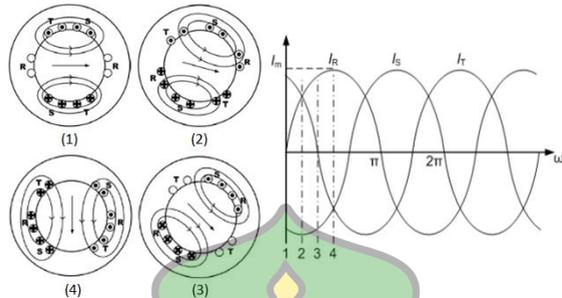
³⁰ Zuriman anthony, “ *Studi Pengaruh Perubahan Frekuensi Sumber Terhadap Faktor Daya Motor Induksi 3 Fasa*”, jurnal Teknik Elektro ITP, Volume 2, No.2, 2020, Hal.49-52.

ditimbulkan oleh perubahan induksi magnetik pada suatu lilitan. Berikut merupakan beberapa prinsip kerja daripada motor induksi 3 fasa :

1. Tegangan induksi pada konduktor disebabkan oleh konduktor yang dipotong oleh medan magnet (Hukum Faraday).
2. Konduktor yang dihubungkan menjadi satu, menghasilkan tegangan induksi yang mengalir dari konduktor ke konduktor lainnya.
3. Berdasarkan Hukum Lorentz ketika arus berada diantara medan magnet maka akan menghasilkan gaya.
4. Konduktor akan ditarik oleh gaya untuk bergerak sepanjang medan magnet.³¹

³¹ Maulana Mafatihul A, “*Analisis Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa Pada Kipas Sentrifugal Di Pt. Kimia Farma Tbk. Plant Semarang*”, Skripsi Teknik Elektro, Universitas Semarang, 2022.

Dan berikut gambar daripada prinsip kerja motor induksi 3 fasa yang dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Prinsip Kerja Motor Induksi 3 Fasa

J. Resistor

Resistor merupakan komponen elektronik pasif yang memiliki nilai resistansi atau hambatan tertentu, berfungsi untuk membatasi dan mengatur aliran arus listrik dalam sebuah rangkaian elektronik. Dalam bahasa Indonesia, resistor sering disebut sebagai hambatan atau tahanan dan biasanya disingkat dengan huruf "R". Satuan resistansi pada resistor adalah Ohm (Ω).³²

³² Novriandi, Y., and E. Ervianto. *Pengereman Motor Arus Searah (DC) Berbasis Mikrokontroler Atmega8535*. Diss. Riau University, 2020.

Jenis – jenis resistor:

1. Resistor Tetap

Resistor tetap adalah jenis resistor yang memiliki nilai hambatan yang tidak berubah. Resistor ini umumnya dibuat dari bahan seperti karbon, kawat, atau campuran logam. Nilai resistansinya biasanya ditentukan melalui kode warna. Jenis resistor tetap meliputi berbagai macam, seperti resistor kawat, resistor karbon, resistor keramik atau porselin, resistor film karbon, dan resistor film logam. Berikut adalah salah satu contoh gambar resistor tetap yang dapat dilihat pada gambar 2.9 di bawah ini:



Gambar 2.9 Salah satu contoh resistor tetap yaitu resistor

batu

2. Resistor Variable

Resistor variabel (*variable resistor* atau *varistor*) adalah jenis resistor yang nilai hambatannya dapat diubah atau disesuaikan. Contoh dari resistor variabel meliputi potensiometer, trimpot, PTC, NTC, LDR, dan VDR. Berikut adalah salah satu contoh gambar resistor Variable yang dapat dilihat pada gambar 2.10 di bawah ini:



Gambar 2.10 Salah Satu Contoh Resistor Variable Yaitu LDR (*Light Dependent Resistor*)

K. Osiloskop

Osiloskop adalah alat pengukur listrik yang mampu menampilkan bentuk gelombang tegangan, arus, serta nilai kapasitansi pada waktu tertentu. Secara umum, osiloskop menampilkan grafik dalam dua dimensi (2D), dengan

pengukuran berbasis tegangan pada sumbu Y dan pengukuran berbasis waktu pada sumbu X. Sumbu Y menunjukkan amplitudo, yaitu besaran sinyal atau nilai maksimum gelombang. Amplitudo diukur dari puncak tertinggi hingga puncak terendah (V_{pp}), dengan salah satu puncak diukur terhadap tegangan rata-rata pada sumbu X. Pengukuran berbasis waktu meliputi frekuensi dan periode, di mana frekuensi menunjukkan jumlah getaran per detik, sedangkan periode adalah waktu yang diperlukan untuk satu siklus.³³

Fungsi utama osiloskop adalah untuk mengukur besaran sinyal dan frekuensi pada perangkat elektronik. Selain itu, osiloskop digunakan untuk mengukur tegangan, menghitung frekuensi, menentukan frekuensi yang tidak diketahui, serta mengamati bentuk gelombang sinyal listrik baik dari sumber eksternal maupun dari generator sinyal (signal generator).³⁴

³³ Melinda, dkk, "*DASAR SISTEM TEKNIK TELEKOMUNIKASI*", (Banda Aceh : SYIAH KUALA UNIVERSITY PRESS, 2022), hlm. 17.

³⁴ Mareli Telaumbanua, "*LISTRIK DAN ELEKTRONIKA DASAR TEKNIK PERTANIAN*", (Pekalongan : PT. Nasya Expanding Management, 2022) hlm. 112

Terdapat dua jenis osiloskop, yaitu osiloskop tipe analog atau *analog real-time oscilloscope* (ART) dan osiloskop tipe digital atau *digital storage oscilloscope* (DSO). Dalam penelitian ini, penulis akan menggunakan osiloskop tipe digital (DSO).



Gambar 2.11 Oscilloscope Hantek DSO5102P

Osiloskop digital menggunakan ADC (*Analog-to-Digital Converter*) untuk mengubah tegangan sampel menjadi sinyal digital. Osiloskop digital bekerja dengan menampilkan dan mendigitalkan bentuk gelombang dari sampel awal, kemudian menyimpan nilai tegangan serta skala waktu bentuk gelombang tersebut dalam memori. Proses ini melibatkan

pencatatan nilai numerik, penyimpanannya dalam bentuk numerik, dan pengulangan hingga proses selesai. Beberapa osiloskop digital penyimpanan (DSO) memungkinkan pengguna menentukan jumlah rekaman yang akan disimpan dalam memori untuk setiap bentuk gelombang yang diukur.

Osiloskop digital menawarkan berbagai fitur yang mempermudah akuisisi dan analisis sinyal, termasuk menyederhanakan dimensi pengukuran. Kemampuan penyimpanan bentuk gelombang membantu insinyur dan teknisi dalam menangkap serta menganalisis perubahan sinyal. Teknologi ini juga efektif dalam mendeteksi anomali dan kondisi tertentu pada bentuk gelombang yang diukur.³⁵

L. Socket Plug Banana Connectors

Socket plug banana connectors, atau biasa disebut *banana plug*, adalah jenis konektor listrik yang dirancang untuk

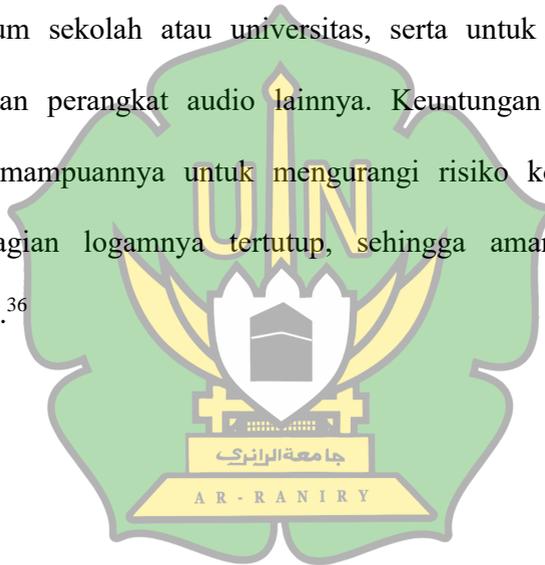
³⁵ Melinda, Syahril, Maulisa Oktiana, “*DASAR SISTEM TEKNIK TELEKOMUNIKASI*”, (Banda Aceh : SYIAH KUALA UNIVERSITY PRESS, 2022), hlm. 18.

menciptakan sambungan cepat antara kabel dan perangkat listrik. Konektor ini berbentuk seperti pisang yang panjang dan ramping, dengan beberapa varian ukuran, biasanya 4 mm yang dapat mengalirkan arus listrik tinggi hingga 10A. *Banana plug* biasanya digunakan untuk alat pengujian, seperti multimeter, alat pengukur, atau peralatan audio, untuk membuat sambungan sementara yang aman dan efisien. Konektor ini pertama kali ditemukan oleh Richard Hirschmann pada tahun 1924. Bentuk daripada *socket plug banana Connector* dapat dilihat pada Gambar 2.12



Gambar 2.12 *Socket Plug Banana Connector*

Kegunaan utama dari *banana plug* adalah untuk pengujian atau pengukuran, terutama dalam aplikasi laboratorium atau bidang elektronik. Dengan struktur yang mudah disambung dan dipisahkan, *banana plug* juga sering digunakan dalam eksperimen fisika dan elektronik di laboratorium sekolah atau universitas, serta untuk koneksi speaker dan perangkat audio lainnya. Keuntungan lainnya adalah kemampuannya untuk mengurangi risiko korsleting karena bagian logamnya tertutup, sehingga aman untuk digunakan.³⁶



³⁶ R. Kumar, "*Banana Plug Connectors: Desain, Bahan, dan Kinerja Listrik*", *Jurnal Penelitian Elektronika dan Teknik Elektro*, Vol. 69, No. 11, 2020.

BAB III

METODE PENELITIAN

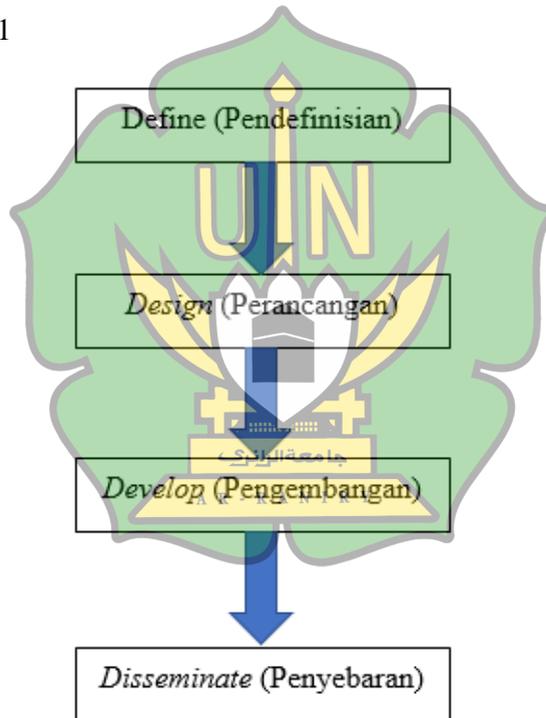
A. Metode penelitian

Pada penelitian ini peneliti mendesain suatu produk alat peraga yang bertujuan untuk mengsinkronisasi generator induksi dengan jaringan listrik pada rangkaian lampu, oleh karena itu rancangan penelitian yang digunakan adalah model 4D (*Four-D*) adalah sebuah pendekatan pengembangan yang sering digunakan dalam bidang pendidikan untuk merancang dan mengembangkan produk pembelajaran, seperti modul, buku ajar, atau media pembelajaran. Model 4D dikembangkan oleh Thiagarajan, Semmel, dan Semmel (1974) dan terdiri dari empat tahapan utama, yaitu Define (pendefinisian), Design (perancangan), Develop (pengembangan), dan Disseminate (penyebaran).³⁷

³⁷ Mulyatiningsih, Endang. "Pengembangan model pembelajaran." *Diakses dari* <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pengabdian/dra-endang-mulyatiningsih-mpd/7cpengembangan-model-pembelajaran.pdf>. Pada oktober 2024.

B. Model Perancangan

Perancangan penelitian ini mengacu pada metode penelitian yang memenuhi prosedur yang sesuai dengan kebutuhan yang dilakukan secara berurutan.³⁸ Penelitian ini memiliki langkah-langkah penelitian yang dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Langkah-Langkah Penelitian 4D (*Four-D*)

³⁸ Budiyo sputra, Manajemen penelitian pengembangan (Research & Development). Yogyakarta: Aswaja Pressindo, 2017.

Dalam penelitian ini, peneliti hanya menggunakan tahap 1 sampai tahap 3 dari penelitian 4D. Hal ini dikarenakan tahap 4 memerlukan penerapan dan menyebarluaskan produk ke dalam lingkungan yang lebih luas, sehingga penelitian ini dibatasi hanya sampai tahap ketiga. Peneliti menyederhanakan tahapan pengembangan produk menjadi beberapa tahapan yang lebih sederhana. Berdasarkan tahapan penelitian dan pengembangan 4D (*Four-D*), peneliti hanya menggunakan beberapa tahapan yang diperlukan untuk mendesain *Trainer* generator induksi 3 phasa.

Adapun keterangan dari langkah-langkah pada penelitian 4D (*Four-D*) sebagai berikut :

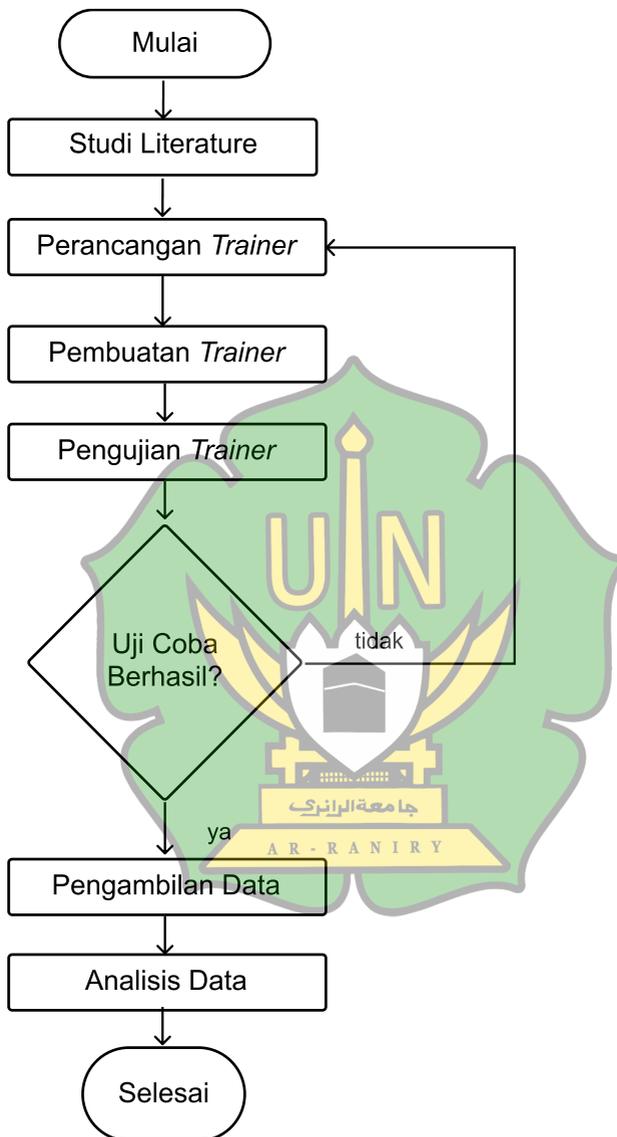
1. *Define* (Pendefinisian) : pada tahap ini peneliti mengidentifikasi kebutuhan daripada kebutuhan dan tujuan daripada *trainer* sinkronoskop 3 fasa pada generator induksi.

2. *Design* (Perancangan) : pada tahap ini peneliti melakukan desain pada alat peraga *trainer* sinkronoskop 3 fasa generator induksi.
3. *Develop* (Pengembangan) : setelah melalui proses perancangan peneliti mengembangkan produk dan melakukan validasi serta revisi.
4. *Disseminate* (Penyebaran): Menerapkan dan menyebarkan produk ke dalam lingkungan yang lebih luas.

Pada penelitian ini, tahapan 4D (*Four-D*) yang digunakan hanya sampai tahapan uji coba Pemakaian produk, hal ini disebabkan karena peneliti hanya ingin menguji kelayakan alat dari segi media *Trainer*.

C. *Flowcart* Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan secara bertahap dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Diagram *Flowchart* Alur Penelitian

Pada gambar 3.2 di atas menggambarkan urutan langkah-langkah penelitian yang dilakukan oleh peneliti dari awal hingga akhir, penjelasan urutan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pada tahap mulai, peneliti menggali informasi tentang kebutuhan pada sinkronisasi jaringan listrik, peneliti menemukan masalah didalamnya, yaitu tidak adanya alat untuk mensinkronisasikan generator induksi dengan jaringan listrik.
2. Pada tahap studi literatur, peneliti mengumpulkan informasi dari berbagai sumber yang relevan, seperti artikel, jurnal, buku, tesis, dan sumber akademik lainnya, yang bertujuan untuk memecahkan permasalahan pada penelitian.
3. Pada tahap perancangan *trainer*, peneliti membuat model desain alat *trainer* sinkronoskop 3 fasa pada generator induksi yang sesuai dengan kebutuhan peneliti.

4. Pada tahap pembuatan *trainer*, peneliti mendesain alat *trainer* sinkronoskop 3 fasa pada generator induksi yang dapat dipasang dan dilepas, sehingga memudahkan peneliti dalam melakukan praktik langsung. Tujuannya agar mudah memahami dan menganalisis apabila terjadi permasalahan pada *trainer* suatu saat nanti.
5. Pada tahap pengujian *trainer*, peneliti melakukan pengujian langsung terhadap *trainer* untuk mengidentifikasi kelemahan yang mungkin ada. Jika alat berhasil dijalankan dengan baik, maka proses akan dilanjutkan ke tahap berikutnya.
6. Pada tahap pengambilan data, penguji mencatat hasil yang dikeluarkan oleh *trainer* menggunakan alat pengukur arus listrik dan berbagai alat ukur lainnya ketika dalam proses pengujian alat yang kemudian data-data tersebut akan di analisis pada tahapan berikutnya.

7. Pada tahap analisis data, penguji melakukan analisis dari data yang sudah dikumpulkan sebelumnya dengan menggunakan berbagai metode untuk mendapatkan hasil kelayakan atau tidak pada penelitian *trainer* tersebut.

D. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di laboratorium Pendidikan Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh dan pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Oktober tahun 2024 hingga Desember 2024.

E. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang ada pada penelitian ini hanya ingin menguji kelayakan suatu produk alat peraga sehingga dapat digunakan untuk menyingkronisasikan rangkaian lampu dengan motor 3 fasa. Adapun tahapan – tahapan pada penelitian dapat dilihat di bawah ini:

1. Potensi Masalah

Sesuai dengan observasi awal bahwasannya jika hanya menggunakan motor induksi sebagai beban alat pada rangkaian lampu maka daya dan kinerja pada lampu tidak akan seimbang, oleh karena itu digunakanlah sinkronoskop sebagai penstabil arus yang bekerja pada motor induksi dan rangkaian lampu tersebut.

2. Pengumpulan Informasi

Trainer yang peneliti rancang guna menghasilkan suatu alat untuk menyingkronisasikan motor induksi dengan rangkaian lampu pada jaringan listrik yang terhubung dengan VSD pada panel box agar kinerja menjadi lebih efektif. Adapun alat dan bahan perancangan sinkronoskop 3 fasa generator induksi dengan jaringan listrik ini antara lain:

- a. VSD (*Variabel Speed Drive*) merupakan komponen kedua yang akan

menghubungkan antara Generator dan Motor 3 phasa.

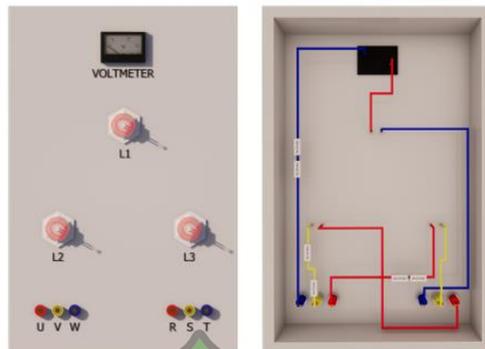
- b. Motor 3 Phasa.
- c. MCB
- d. Sinkronoskop
- e. Voltmeter Analog
- f. Resistor batu
- g. 3 buah bola lampu 5 watt
- h. Tang kombinasi sebagai alat yang dapat memegang, mencekram dan memuntir dan memotong kabel dan benda lainnya.
- i. Obeng *plus* yang dilengkapi pegangan berlapis karet atau isolator agar aman saat sedang bekerja.
- j. Kabel NYAF 0,75 mm sebagai penghantar tegangan dan arus listrik.
- k. Skun atau Konektor kabel (dipasang di ujung kabel) yang berguna untuk

menghubungkan kabel pada alat listrik dan komponen listrik.

1. Box Panel Listrik berfungsi untuk menampung dan mendistribusikan listrik.

3. Desain Produk

Sebelum membuat Produk, sudah pasti dibutuhkan gambar dalam bentuk sketsa sebagai gambaran bagaimana bentuk *Trainer* itu akan dibuat. Peneliti menggunakan *software SketChup* untuk mendesain sketsa *Trainer* sebelum di desain ke dalam bentuk nyata. Peneliti mendesain *Trainer* ini dengan merangkai rangkaian pada *box* sinkronoskop yang terhubung dengan generator induksi dan jaringan listrik untuk disinkronisasikan seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Desain Sinkronoskop 3 Fasa Untuk Operasi Paralel Generator Induksi Dengan Jaringan Listrik

4. Validasi Produk

Validasi *Trainer* dilakukan dengan tahapan penilaian oleh validasi ahli materi dan ahli media untuk melihat kelayakan *Trainer*. RANIRY

5. Uji Coba Produk

Uji coba produk dilakukan dengan Tahapan pengujian percobaan *Trainer* yang sudah dirancang untuk mengetahui apakah sudah berjalan dengan baik dan benar.

F. Instrumen Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah lembar validasi. Peneliti memanfaatkan lembar validasi tersebut untuk menilai keabsahan *Trainer* atau alat peraga yang telah dikembangkan. Lembar ini diserahkan kepada validator, yaitu dosen ahli, untuk mengevaluasi tingkat validitas *Trainer*. Tujuan dari pengisian lembar validasi adalah untuk menilai sejauh mana *Trainer* atau alat peraga tersebut memenuhi kriteria kevalidan. Hasil evaluasi dari lembar validasi ini dapat dimanfaatkan untuk melakukan revisi dan penyempurnaan terhadap produk yang telah dibuat. Lembar validasi mencakup pertanyaan terkait kritik, saran, tanggapan, serta opini ahli terhadap pengembangan produk tersebut

1. Lembar Validasi Media

Validasi bertujuan untuk mengukur kelayakan suatu alat peraga dari segi media yang telah dirancang sebelum dipergunakan sebagai . hasil uji coba penelitian. Lembaran

validasi sebagai instrumen dalam penelitian ini dengan ahli media sebagai responden yang mengisi lembaran validasi tersebut.

Lembar validasi pada penelitian ini menggunakan pengukuran skala likert untuk mengetahui hasil persepsi ahli dengan jawaban yang variatif mulai dari sangat layak hingga sangat tidak layak nya suatu alat peraga, dari 5 jumlah kriteria alternatif jawaban yang ada ahli memberikan *check list* pada salah satu nilainya. Kriteria alternatif jawaban penilaian skala likert pada instrumen validasi beserta pengertian disetiap nilai skornya dapat dilihat pada Tabel 3.1.³⁹

Tabel 3.1 Kriteria jawaban dan kriteria nilai skor validasi ahli media

Kriteria Jawaban	Kriteria Nilai/Skor
Sangat Layak	5
Layak	4
Cukup Layak	3

³⁹ Wilda Susanti. “Pembelajaran Aktif, Kreatif, Dan Mandiri Pada Mata Kuliah Algoritma Dan Pemrograman”. Yogyakarta, samudra biru, 2021, Hal. 91.

Tidak Layak	2
Sangat Tidak Layak	1

Adapun kisi-kisi lembar validasi ahli untuk menguji kelayakan alat dari segi media dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kisi-kisi lembar validasi ahli media

No	Indikator	Butir Pernyataan	Kriteria jawaban					Saran Validator
			1	2	3	4	5	
1	Tampilan Umum	<i>Trainer</i> memiliki bentuk yang menarik baik dari segi warna ataupun dari segi desainnya.						
		<i>Trainer</i> memiliki ukuran yang sesuai						
		<i>Trainer</i> dapat beroperasi dengan baik.						
2	Praktis	Alat dan bahan yang dipakai Sederhana						
		Alat dan bahan yang dipakai mudah didapat						
3	Kualitas	<i>Trainer</i> memiliki ketahanan						

		dalam jangka panjang						
		<i>Trainer</i> sederhana dan mudah dikelola						
4	Ketahanan	<i>Trainer</i> memiliki ketahanan terhadap panas, kelembapan, getaran, serta beban mekanis						
		<i>Trainer</i> memiliki stabilitas tegangan, hubungan arus pendek						
		<i>Trainer</i> memiliki efisiensi pendinginan yang bagus						
5	Kegunaan	<i>Trainer</i> memiliki kemampuan mengatur tegangan dan frekuensi						
		<i>Trainer</i> dapat digunakan untuk simulasi dan berbagai kondisi operasional						

2. Lembar validasi Materi

Teknik pengumpulan data validasi dilakukan dengan memberikan lembar validasi kepada Bapak Muhammad Ikhsan, M.T, dan Bapak Mursyidin, M.T, sebagai validator ahli materi validasi ini bertujuan untuk mengetahui manfaat alat *trainer* sinkronoskop 3 fasa untuk operasi paralel generator induksi pada jaringan listrik dari segi materi yang telah dirancang sebelum digunakan. Lembar validasi digunakan sebagai instrumen dalam penelitian ini, dengan dosen ahli materi sebagai responden yang mengisi lembar tersebut.

Validasi dalam penelitian ini menggunakan skala likert untuk mendapatkan jawaban yang bervariasi. Responden akan mencentang salah satu nilai yang dianggap paling sesuai berdasarkan kriteria alternatif yang telah ditentukan. Tabel 3.3 menunjukkan kriteria jawaban dan penilaian skala likert pada instrumen validasi materi untuk setiap skornya.

Tabel 3.3 Kisi-Kisi Lembar Ahli Validasi Materi

No	Indikator	Sub Variabel
1	Tujuan Pembelajaran	Alat peraga ini dapat mempermudah mahasiswa dalam memahami materi
		Alat peraga membantu mahasiswa dalam mengimplementasikan materi sinkronisasi generator induksi
		Alat peraga dapat menambah wawasan pengetahuan mahasiswa
		Alat peraga membantu mahasiswa memahami hubungan antara kecepatan rotor, frekuensi, dan sinkronisasi
2	Aspek Materi	Alat peraga mampu menampilkan kondisi sinkron dengan tegangan listrik
		Alat peraga mencakup prinsip dasar sinkronisasi
		Materi sinkronisasi disajikan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran mahasiswa
3	Aspek Metode	Alat peraga memberikan mahasiswa kesempatan belajar secara mandiri
		Penyampaian materi sinkronisasi kepada mahasiswa lebih mudah dipahami
		Komponen alat peraga ini telah dirancang sesuai fungsi teknisnya

		Alat peraga memberikan simulasi sinkronisasi yang aman sesuai dengan prosedur keselamatan operasional generator
4	Aspek Manfaat	Alat peraga dipercaya dapat menjadi alat bantu pembelajaran materi
		Alat peraga dapat digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan atau kegagalan sinkronisasi
		Alat dapat dijadikan dasar untuk penelitian lebih lanjut tentang sinkronisasi generator induksi

G. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data validasi ahli dilakukan dengan cara peneliti melakukan presentasi alat peraga dihadapan ahli media dan ahli materi dengan memberikan lembaran validasi kepada setiap ahli sebagai instrumen pengujian kelayakan dari segi media maupun materi *Trainer* sinkronoskop 3 fasa yang digunakan dalam pengendalian motor induksi.

Skor ideal dari keseluruhan indikator untuk kelayakan

alat pada validasi media adalah ($5 \times 15 = 75$), yang mana 5 adalah nilai jawaban tertinggi, 3 adalah butir instrumen pernyataan, dan 15 adalah skor ideal dari keseluruhan indikator. Selanjutnya skor ideal untuk setiap butir instrumen adalah ($5 \times 1 = 5$), yang mana 5 adalah nilai jawaban tertinggi, 1 adalah jumlah validatornya dan 5 adalah skor ideal untuk setiap butir pernyataan.

H. Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis data potret, yaitu menentukan frekuensi suatu nilai dalam suatu variabel sebelum nilai tersebut disajikan dengan angka absolut atau persentase keseluruhan. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif dengan pendekatan kuantitatif.

Skor jawaban responden akan ditelaah secara deskriptif untuk mendapatkan gambaran kelayakan *Trainer Kit* dari hasil tanggapan responden. Nilai validitas eligibilitas dari *Trainer Kit*

dihitung dengan membagi skor total jawaban aktual dengan skor total dari kemungkinan jawaban maksimum. Persamaan 1 menunjukkan rumus untuk menghitung persentase kelayakan *Trainer Kit*.

$$\text{Persentase Kelayakan} = \frac{\text{jumlah nilai keseluruhan}}{\text{jumlah nilai maksimum}} \times 100\% \dots\dots (1)$$

Adapun kategori hasil validasi ahli didasarkan pada tingkat persentase jawaban pada tabel 3.4

Tabel 3.4 Lembar Persentase Jawaban

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

BAB IV

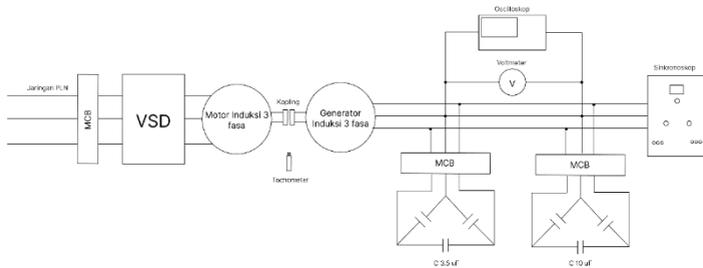
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Pengoperasian Alat Peraga

Hasil penelitian ini bertujuan untuk mendesain *trainer* sinkronoskop generator induksi 3 fasa serta mengetahui hasil tingkat kelayakan *trainer* sinkronoskop generator induksi 3 fasa pada jaringan listrik berdasarkan validator ahli media. Pengujian *trainer* sinkronoskop generator induksi 3 fasa ini menggunakan beban yang berupa lampu pijar yang berukuran 18 watt sebanyak 3 buah lampu yang dihubungkan secara paralel, pengujian ini dilakukan dengan mengukur dan melihat tegangan listrik output yang keluar daripada generator.

Adapun desain rangkaian *trainer* sinkronoskop 3 fasa pada generator induksi dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Desain Rangkaian Generator Induksi 3 Fasa

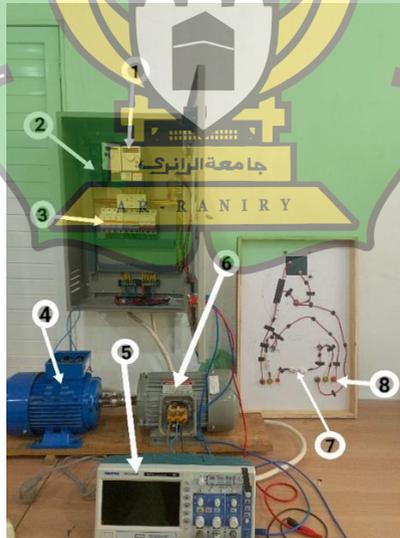
Perancangan dilakukan menggunakan tegangan yang berasal dari jaringan listrik PLN. Kemudian tenaga output dari generator induksi akan dialirkan ke Sinkronoskop. Dari sumber tegangan PLN, dihubungkan ke *VSD ATV 312*. Kemudian dari *VSD ATV 312* disambungkan ke motor induksi 3 fasa yang as rotornya terhubung dengan as rotor pada generator induksi 3 fasa. Setelah melalui generator induksi 3 fasa, tegangan ini kemudian terhubung ke MCB. Perlu dicatat bahwa untuk generator induksi 3 fasa dapat beroperasi sebagai generator dengan memutar rotor pada kecepatan di atas kecepatan sinkron agar menghasilkan tegangan listrik. MCB 3 fasa ini juga terhubung dengan

kapasitor 3,5 uF dan 10uF. Setelah semua komponen terpasang, generator induksi 3 fasa pada *trainer* dapat menghasilkan arus listrik untuk menghidupkan beban yang dimana beban tersebut di kontrol dengan alat sinkronoskop yang terhubung dengan generator induksi 3 fasa agar tegangan listrik menjadi sama sehingga dapat di alirkan ke jaringan listrik lainnya sesuai dengan prosedur yang ada.

2. Rangkaian Sinkronoskop Generator Induksi 3 Fasa

Trainer Sinkronoskop generator induksi 3 fasa merupakan rangkaian gabungan dengan komponen-komponen lainnya pada rangkaian generator induksi 3 fasa. Pada pengembangan *trainer* ini peneliti menggunakan 6 buah unit *socket plug banana connectors* pada rangkaian sinkronoskop generator induksi 3 fasa. Karena, dengan adanya *socket plug banana connectors* dapat memudahkan bagi peneliti selanjutnya untuk mengembangkan *trainer* tersebut karena tidak hanya dapat melihat tegangan listrik

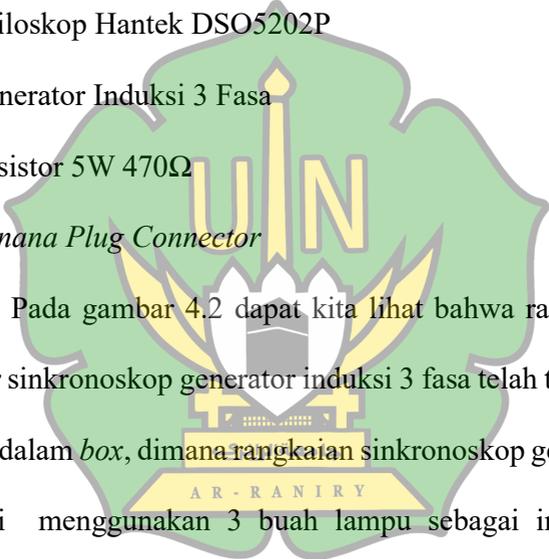
pada generator saja, akan tetapi peneliti juga dapat mengukur menggunakan beban lainnya yang tersedia di laboratorium listrik Pendidikan Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, dan juga pemasangan 6 *socket plug banana connectors* ini dipilih karena juga dapat mempermudah bagi mahasiswa dalam melakukan praktikum pada mata kuliah pengendalian mesin-mesin listrik. Pada Gambar 4.2 dapat dilihat tampak keseluruhan rangkaian sinkronoskop generator induksi 3 fasa.



Gambar 4.2 Tampak Keseluruhan Bagian Rangkaian

Keterangan:

1. VSD ATV 312
2. Kapasitor
3. MCB
4. Mesin Induksi 3 Fasa
5. Osiloskop Hantek DSO5202P
6. Generator Induksi 3 Fasa
7. Resistor 5W 470 Ω
8. *Banana Plug Connector*



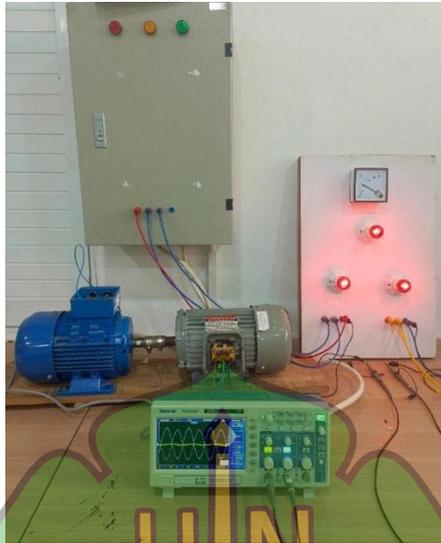
Pada gambar 4.2 dapat kita lihat bahwa rangkaian *trainer* sinkronoskop generator induksi 3 fasa telah tersusun rapi di dalam *box*, dimana rangkaian sinkronoskop generator induksi menggunakan 3 buah lampu sebagai indikator tegangan arus listrik dan peneliti juga menambahkan *socket plug banana connectors* sebanyak 6 unit, yang terdiri dari 2 unit warna merah, 2 unit warna kuning, dan 2 unit warna hitam. Unit *socket plug banana connectors* dapat dihubungkan ke beban dan dapat mengukur sesuai

kebutuhan pengguna maupun praktikum pengendalian mesin – mesin listrik.

3. Hasil Perancangan *Trainer*

Peneliti mendesain *trainer* sinkronoskop generator induksi 3 fasa sebagai media uji coba kelayakan alat dan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah pengendalian mesin – mesin listrik agar mahasiswa dapat lebih mudah memahami materi pada prinsip kerja dari generator induksi 3 fasa, dan rangkaian di kembangkan menjadi lebih rapi sehingga peneliti membuat pengembangan generator induksi 3 fasa menggunakan *panel box* serta sinkronoskop sederhana dan output pada generator yang dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan mahasiswa maupun peneliti seterusnya.

Hasil desain dan pengujian *trainer* sinkronoskop 3 fasa pada generator induksi dapat di lihat pada gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Hasil Pengujian *Trainer* Sinkronoskop 3 Fasa Generator Induksi

Dapat dilihat dari Gambar 4.3 bahwa ketika alat berfungsi dengan baik maka ketiga lampu indikator pada sinkronoskop akan menyala, dan gelombang tegangan daripada generator induksi 3 fasa akan terlihat pada *lcd* yang mana menandakan bahwa *trainer* sinkronoskop siap dijalankan. Namun apabila terdapat salah satu connector yang tidak terhubung dengan tepat maka lampu indikator pada sinkronoskop tidak akan menyala atau hanya menyala

salah satu saja dan gelombang tegangan pada osiloskop akan berada pada posisi datar yang mana menandakan *trainer* sedang dalam keadaan bermasalah, namun apabila semuanya dipasang sesuai maka, sinkronoskop 3 fasa untuk generator induksi siap untuk dijalankan.

Berikut adalah hasil daripada Sinkronoskop ketika generator sedang dalam keadaan sinkron dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut:

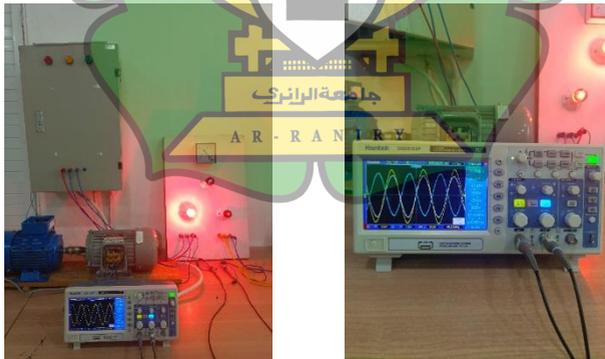


Gambar 4.4 Hasil Ketika Tegangan Generator Sedang dalam Keadaan Sinkron

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa ketika tegangan listrik yang di hasilkan oleh generator induksi sedang berada pada keadaan sinkron, maka sinyal

listrik yang ditampilkan pada osiloskop sejajar antara satu dan lainnya, sedangkan pada *trainer* sinkronoskop dapat dilihat pada voltmeter akan bernilai 0 dan indikator lampu atas akan mati sedangkan indikator pada 2 buah lampu bawah tetap menyala yang dimana ini menandakan tegangan listrik yang dihasilkan oleh generator induksi sedang berada dalam keadaan sinkron.

Berikut adalah hasil daripada tegangan listrik yang dihasilkan oleh generator induksi ketika dalam keadaan tidak sinkron dapat dilihat pada gambar 4.5 di bawah ini:



Gambar 4.5 Hasil Ketika Tegangan Generator Sedang Tidak Sinkron

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa ketika tegangan listrik yang dihasilkan oleh generator induksi sedang berada pada keadaan tidak sinkron, maka sinyal listrik yang di tampilkan oleh osiloskop tidak sejajar antara satu dengan lainnya, sedangkan pada *trainer* sinkronoskop dapat dilihat pada voltmeter jarum akan menunjukkan nilai yang tidak menentu dan akan terus naik turun sesuai dengan tegangan listrik dan indikator lampu pada sinkronoskop akan terus berputar-putar yang menandakan bahwa tegangan listrik yang dihasilkan oleh generator sedang berada dalam kondisi tidak sinkron.

Berikut adalah hasil pengukuran pada desain *trainer* sinkronoskop 3 fasa pada generator induksi dapat di lihat pada tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil pengoperasian trainer sinkronoskop generator induksi 3 fasa

Jumlah Percobaan	Kecepatan Frekuensi VSD (Hz)	Tegangan Keluaran Fasa (V)	Kecepatan Putaran (RPM)	Waktu Sinkron (menit/detik)
1	50,4 Hz	3,36 V	1509 RPM	1menit 24detik
2	50,3 Hz	3,30 V	1505 RPM	1menit 30detik
3	50,5 Hz	3,37 V	1510 RPM	1menit 24detik

Menurut tabel 4.1 menampilkan tabel data dari pengoperasian *trainer* sinkronoskop generator induksi 3 fasa dalam beberapa percobaan berbeda, pada percobaan pertama dengan tegangan input yang diberikan kepada VSD sebesar 50,4 V, mesin menghasilkan tegangan keluaran 3,36 V dengan kecepatan putaran berada pada 1509 RPM sehingga mesin membutuhkan waktu untuk sinkron adalah 1 menit 24 detik. Pada percobaan kedua dengan tegangan input yang diberikan kepada VSD sebesar 50,3 V, mesin menghasilkan tegangan keluaran sedikit lebih rendah pada

3,30 V yang menyebabkan putaran pada generator sedikit menurun pada angka 1505 RPM sehingga membutuhkan waktu yang sedikit lebih lama untuk mesin melakukan sinkron yaitu 1 menit 30 detik. Pada percobaan ketiga dengan tegangan input yang diberikan kepada VSD sebesar 50,5 V, tegangan yang dikeluarkan mesin meningkat menjadi 3,37 sehingga putaran pada generator meningkat menjadi 1510 RPM akan tetapi waktu sinkron yang dibutuhkan oleh generator sama seperti percobaan pertama yaitu 1 menit 24 detik.

Data ini menunjukkan bahwa kecepatan ideal yang dibutuhkan mesin untuk melakukan sinkron adalah antara 50,4 V hingga 50,5 V dengan kecepatan putaran RPM rata-rata antara 1509 RPM-1510 RPM dengan waktu 1 menit 24 detik, apabila putaran di tingkatkan melebihi kecepatan di atas maka arus pada generator akan menjadi tidak stabil sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk generator melakukan sinkronisasi. Hal ini memberikan wawasan

kepada peneliti tentang kinerja dan efisiensi mesin dalam kondisi yang berbeda dapat memberikan perubahan yang berbeda juga.

B. Hasil Validasi Ahli Media dan Materi

1. Lembar validasi ahli media

Lembar validasi yang telah dibuat oleh peneliti diserahkan kepada validator sebagai aspek penilaian untuk memvalidasi *trainer* sinkronoskop generator induksi 3 fasa yang telah dibuat, validasi ini dilakukan dengan memberikan lembar pertanyaan terkait *trainer* sinkronoskop generator induksi 3 fasa. Untuk memastikan kelayakan alat peraga sinkronoskop 3 fasa pada generator induksi sebagai media pembelajaran pada mata kuliah pengendalian mesin – mesin listrik dari segi media, dilakukan validasi oleh Bapak Baihaqi, M.T, dosen Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh sebagai ahli pertama, dan nilai dari validasi ini diambil

di Prodi Pendidikan Teknik Elektro pada tanggal 17 Desember 2024, dan Ibu Fathiah, M.Eng., selaku dosen Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh sebagai ahli ke 2, penelitian ini di ambil di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan pada tanggal 17 Desember 2024. Tujuan dari pada validasi ini adalah untuk mendapatkan informasi, kritik, dan saran yang berkaitan dengan alat peraga sinkronoskop 3 fasa pada generator induksi agar memenuhi uji kelayakan dari segi media. Validasi ini dilakukan pada media generator induksi 3 fasa oleh 2 ahli media yang memiliki pengetahuan dan pengalaman di bidangnya. Berikut adalah hasil penilaian uji kelayakan dari dua ahli media dapat dilihat pada tabel 4.2 di bawah ini:

Tabel 4.2 Hasil Validasi Ahli Media

No.	Indikator	V1	V2
1	Alat peraga sinkronoskop 3 fasa dapat beroperasi dengan baik	5	5

2	Alat peraga ini dapat di bongkar untuk menunjukkan komponen di dalamnya	5	5
3	Tata letak komponen pada alat peraga yang presisi sehingga menarik perhatian mahasiswa	5	4
4	Pengoperasian alat peraga memiliki cara kerja yang mudah	4	4
5	Alat peraga ini mampu menampilkan kondisi sinkron antara generator dengan jaringan listrik	5	5
6	Sinkronoskop sederhana pada alat peraga dapat bekerja dengan baik	5	5
7	Alat peraga ini dapat melihat kondisi arus tidak sinkron dan sinkron	5	5
8	Desain alat peraga sinkronoskop memenuhi standart keselamatan kerja	4	4
9	Alat peraga sinkronoskop ini memiliki bahan yang sederhana dan tahan lama	5	5
10	Desain dari alat peraga ini dapat menarik perhatian mahasiswa	5	4
11	Pengoperasian alat peraga memiliki cara kerja yang mudah	5	4
12	Cara kerja alat peraga sinkronoskop ini mudah untuk dipelajari	5	4

13	Dengan alat peraga ini mahasiswa lebih mudah memahami cara kerja sinkronisasi jaringan listrik	4	4
14	Alat peraga mengeluarkan biaya awal yang lebih rendah	5	5
15	Alat peraga ini juga memiliki biaya pemeliharaan yang lebih rendah	5	5
Total Skor		72	68
Persentase		96%	90%
Rata – Rata Persentase		93%	
Kategori		Sangat Layak	

Berdasarkan penilaian pada tabel 4.2 diketahui bahwa aspek penilaian dari para ahli media terdiri dari 15 pertanyaan. Setiap pertanyaan memiliki 2 penilaian karena dinilai oleh 2 orang ahli media, dengan jumlah nilai maksimum dari hasil jawaban adalah 150. Hasil validasi dari para ahli dapat hitung menggunakan rumus pada 3.2.

Maka hasil yang didapatkan adalah:

$$P = \frac{140}{150} \times 100 = 93\%$$

Berdasarkan dari hasil di atas dapat disimpulkan bahwa, hasil penilaian dari validator ahli media, secara

keseluruhan mencapai 93%. Pada tabel 3.4 persentase nilai yang mencapai 81% sampai dengan 100% Alat peraga sinkronoskop 3 fasa generator induksi dapat di kategorikan “sangat layak” untuk dijadikan sebagai alat peraga pada mata kuliah pengendalian mesin – mesin listrik berdasarkan penilaian dari dosen validator ahli media.

2. Lembar validasi ahli materi

Untuk memastikan kelayakan *trainer* sinkronoskop 3 fasa untuk operasi paralel generator induksi sebagai alat peraga pada mata kuliah pengendalian mesin-mesin dari segi materi, dilakukan validasi oleh dua validator, yaitu Bapak Muhammad Ikhsan, M.T., dan Bapak Mursyidin, M.T. Tujuan dari validasi ini adalah untuk mendapatkan informasi kritik dan saran yang berkaitan dengan *trainer* sinkronoskop 3 fasa pada generator induksi agar memenuhi uji kelayakan dari segi materi. Validasi ini dilakukan pada materi pengendalian generator sinkron oleh dua orang ahli

materi yang memiliki pengetahuan dan pengalaman dibidangnya. Penilaian ini dilakukan dilaboratorium multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh pada tanggal 16 Desember 2024, khususnya di laboratorium listrik.

Berikut adalah hasil penilaian dari 2 orang ahli materi dapat di lihat pada tabel 4.3. di bawah ini:

Tabel 4.3 Hasil Validasi Ahli Materi

No.	Indikator	V1	V2
1	Alat peraga ini dipercaya dapat mempermudah mahasiswa dalam memahami materi	4	4
2	Alat peraga membantu mahasiswa dalam mengimplementasikan materi sinkronisasi generator induksi	4	4
3	Alat peraga <i>trainer</i> sinkronoskop 3 fasa dapat menambah wawasan pengetahuan mahasiswa	5	4
4	Alat peraga ini dapat membantu mahasiswa dalam melakukan praktikum	5	4
5	Alat peraga ini mampu menampilkan kondisi sinkron antara generator dengan tegangan listrik	5	5

6	Alat peraga <i>trainer</i> sinkronoskop generator induksi 3 fasa memberikan mahasiswa kesempatan belajar secara mandiri	5	4
7	Penyampaian materi sinkronisasi motor induksi kepada mahasiswa lebih cepat dan lebih mudah di pahami	4	5
8	Alat peraga di percaya dapat menjadi alat bantu dalam pembelajaran materi sinkronisasi generator induksi	5	5
9	Alat peraga mencakup prinsip dasar sinkronisasi sesuai dengan teori yang berlaku	5	5
10	Materi sinkronisasi yang disajikan dalam <i>trainer</i> sesuai dengan kebutuhan pembelajaran mahasiswa di bidang kelistrikan	5	4
11	komponen pada alat peraga ini seperti sinkronoskop, generator induksi telah dirancang sesuai fungsi teknisnya	5	4
12	<i>Trainer</i> memberikan simulasi sinkronisasi yang aman sesuai dengan prosedur keselamatan operasional generator	5	4
13	Alat ini membantu mahasiswa memahami hubungan antara kecepatan rotor, frekuensi, dan sinkronisasi jaringan	4	4

14	Alat peraga dapat digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan atau kegagalan sinkronisasi secara rinci	4	5
15	Trainer ini dapat dijadikan dasar untuk penelitian lebih lanjut tentang sinkronisasi generator induksi	5	4
Total Skor		70	65
Persentase		93%	86%
Rata – Rata Persentase		90%	
Kategori		Sangat Layak	

Berdasarkan penilaian pada tabel 4.3 dapat kita lihat bahwa penilaian dari kedua ahli materi terdiri dari 15 pertanyaan dimana setiap pertanyaan memiliki penilaian dari para kedua validator.

$$P = \frac{135}{150} \times 100 = 90\%$$

Setelah melakukan pengecekan materi bersama validator, peneliti mendapat nilai persentase rata-rata sebesar 90% menurut tabel 3.4. dapat disimpulkan bahwa *trainer* sinkronoskop untuk operasi paralel generator induksi dengan jaringan listrik “sangat layak” untuk dipakai

dalam mata kuliah praktikum pengendalian mesin – mesin listrik.

C. Pembahasan

Perancangan *trainer* sinkronoskop 3 fasa untuk operasi paralel generator induksi ini di rancang kurang lebih 4 bulan, adapun pembuatan rangkaian *trainer* ini adalah menggunakan *panel box*, sedangkan untuk pembuatan sinkronoskopnya terbuat dari *pvc foam board* dan kayu yang di desain hingga menjadi sebuah *box* dengan ukuran panjang 60 cm dan lebar 40 cm, pada bagian depan *box* sinkronoskop terdapat satu buah voltmeter dan 3 buah bola lampu yang berguna sebagai alat untuk melihat kinerja daripada aliran arus generator induksi 3 fasa, pada bagian bawah *box* sinkronoskop juga terdapat 6 buah *banana plug* yang terbagi menjadi 3 bagian sebelah kiri dan 3 bagian sebelah kanan, yang mana pada setiap bagian mempunyai fungsinya masing-masing. Pada bagian kiri *box*, *banana plug* berfungsi untuk menghubungkan arus dari generator ke sinkronoskop, sedangkan pada bagian kanan *box*,

banana plug berfungsi untuk menghubungkan arus dari jaringan listrik pln ke sinkronoskop.

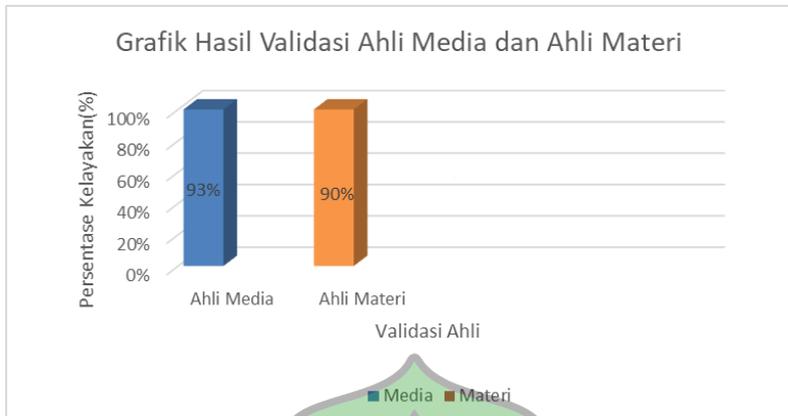
Sumber tegangan berasal dari arus PLN yang dihubungkan ke sinkronoskop kemudian dihubungkan ke VSD ATV 312 melalui tegangan 3 fasa. Dari VSD ATV 312, tegangan ini dialirkan ke mesin induksi 3 fasa yang porosnya terhubung dengan generator induksi 3 fasa. Setelah terhubung, generator ini disambungkan ke *MCB* 3 fasa, di mana generator induksi 3 fasa ini dapat beroperasi sebagai generator dengan memutar rotor pada kecepatan di atas kecepatan medan putar untuk menghasilkan tegangan listrik. *MCB* 3 fasa kemudian dihubungkan ke sinkronoskop melalui *banana plug connector* sehingga dapat menghidupkan indikator lampu yang terdapat pada sinkronoskop. Dengan adanya *trainer* ini, peserta dapat mengembangkan keterampilan teknis yang dibutuhkan dalam industri kelistrikan, seperti pemasangan, pengujian, pemecahan masalah, dan pemeliharaan generator induksi terhadap arus listrik yang sangat berharga dalam pekerjaan

kelistrikan khususnya dalam bidang keamanan distribusi listrik. Selain itu, *trainer* memungkinkan simulasi berbagai kondisi operasional dan beban yang berbeda, memberikan pemahaman praktis tentang pentingnya proteksi dan keamanan dalam sistem kelistrikan, serta cara mengoptimalkan kinerja generator untuk menghasilkan arus listrik yang stabil sehingga dapat disalurkan dan di distribusikan kepada konsumen.

Setelah peneliti merancang *trainer*, peneliti melakukan validasi dengan 2 orang dosen ahli media dan 2 orang dosen ahli materi untuk mengevaluasi kelayakan *trainer* agar dapat digunakan. Proses validasi dilakukan dengan memberikan lembar validasi yang berisi beberapa pertanyaan kepada validator, yang kemudian akan mengamati dan langsung menilai proses pengujian *trainer* di laboratorium listrik untuk menentukan kelayakan alat agar dapat digunakan. Hasil validasi menunjukkan bahwa *trainer* ini dinilai "sangat layak" dengan tingkat penilaian ahli media sebesar 93%, dan ahli materi memberi penilaian sebesar 90%, berdasarkan hasil penilaian

dari para ahli dapat di kategorikan “sangat layak” untuk di gunakan untuk praktikum pada mata kuliah pengendalian mesin – mesin listrik serta dapat digunakan juga bagi peneliti selanjutnya untuk dapat mengembangkan alat ini dengan menambahkan beban dan sebagainya.

Data hasil validasi dari ahli media dan materi yang telah dikumpulkan oleh peneliti dapat dilihat dalam bentuk grafik pada Gambar 4.6. Grafik tersebut menunjukkan hasil validasi yang dilakukan oleh ahli media dan materi terhadap media dan materi yang digunakan dalam penelitian. Hasil validasi menunjukkan bahwa dari segi media, *trainer* sinkronoskop 3 fasa untuk operasi paralel generator induksi dengan jaringan listrik juga sudah layak digunakan, terutama dalam hal ciri-ciri alat peraga. Dalam hal materi, *trainer* sinkronoskop 3 fasa pada generator induksi sesuai dengan landasan teori alat peraga pembelajaran.



Gambar 4.6 Tampilan Grafik Hasil Validator

Berdasarkan gambar 4.6 dapat dilihat hasil uji validasi *trainer* sinkronoskop 3 fasa pada generator induksi telah dinilai layak untuk digunakan sebagai alat peraga pembelajaran pada praktikum mata kuliah pengendalian mesin – mesin listrik.

Penelitian ini relevan dengan beberapa penelitian sebelumnya, penelitian yang dilakukan oleh Djodi Antono, dengan judul “*Penerapan Sinkronisasi Jaringan Listrik Tiga Fasa PLN dengan Generator Sinkron Menggunakan Trainer Power Sistem Simulation*”. Penelitian menggunakan *trainer power* sistem simulation, sedangkan pada penelitian ini

mengembangkannya menjadi *trainer* sinkronoskop sehingga pembacaan arus sinkronnya menjadi lebih jelas serta untuk memfasilitasi sarana praktikum pada Prodi Pendidikan Teknik Elektro khususnya pada mata kuliah pengendalian mesin – mesin Listrik.

Penelitian ini memiliki kelebihan yaitu dapat membuat mahasiswa untuk memahami pengoperasian dasar secara langsung bagaimana sinkronisasi generator induksi bekerja dalam kondisi terkendali sehingga arus Listrik dapat digunakan dengan aman dan memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk melakukan eksperimen terhadap berbagai konfigurasi dan pengaturan yang berbeda, sehingga aman untuk di gunakan dalam lingkungan praktikum. Sedangkan kekurangan pada penelitian ini adalah alat peraga ini hanya dapat digunakan sebagai alat untuk melihat sinkron atau tidaknya arus listrik yang dihasilkan oleh generator induksi dan hanya bisa digunakan untuk beberapa mata kuliah praktikum saja.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai “Desain *Trainer* Sinkronoskop 3 Fasa Untuk Operasi Paralel Generator Induksi Dengan Jaringan Listrik” maka dapat ditarik Kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil desain *trainer* sinkronoskop 3 fasa untuk operasi paralel generator induksi dengan jaringan listrik yang telah dilakukan, bahwa sinkronoskop yang di desain dalam penelitian ini berhasil beroperasi dengan baik dengan generator induksi yang menghasilkan tegangan output yang sinkron. *Trainer* ini memberikan pemahaman bagaimana proses daripada penyesuaian arus listrik dari generator induksi agar arus stabil yang kemudian dapat di distribusikan dengan jaringan listrik. Sistem ini bekerja dengan memanfaatkan sumber tegangan dari PLN yang dihubungkan melalui VSD

ATV 312 ke motor induksi 3 fasa, yang kemudian menggerakkan rotor pada generator induksi 3 fasa. Generator ini dapat dioperasikan sebagai generator dengan memutar rotor pada kecepatan di atas kecepatan medan putar untuk menghasilkan tegangan listrik. MCB 3 fasa berfungsi sebagai system proteksi untuk mencegah beban lebih dan korsleting. Generator ini dapat dihubungkan dengan alat sinkronoskop menggunakan *banana plug connector* untuk mengetahui arus yang di hasilka generator telah sinkron atau tidak sehingga dapat di alirkan ke jaringan listrik.

2. Hasil validasi dari para ahli menunjukkan bahwa ahli media memberikan hasil sebesar 93% dan ahli materi memberikan hasil sebesar 90%. Berdasarkan penilaian dari kedua ahli tersebut, desain *trainer* sinkronoskop 3 fasa untuk operasi paralel generator induksi dengan jaringan listrik dikategorikan “sangat layak” untuk digunakan sebagai alat peraga bagi peneliti seterusnya

untuk di kembangkan ataupun bagi mahasiswa dalam mata kuliah praktikum pengendalian mesin – mesin listrik.

B. Saran

Berdasarkan pengujian yang dilakukan peneliti, ada beberapa saran yang diharapkan agar perancangan ini dapat dikembangkan lebih lanjut agar penggunaannya dapat mengembangkan sesuatu yang lebih bermanfaat:

1. Meningkatkan desain daripada alat peraga sinkronoskop agar dapat menambah stabilitas dalam pengecekan sinkronisasi arus listrik dengan penyesuaian pada komponen atau konfigurasi sistem.
2. Menambahkan beban pada alat peraga ini sehingga sinkronoskop dapat menghasilkan hasil penelitian yang lebih bervariasi serta memberikan hasil sinkronisasi yang lebih stabil.

3. Mengintegrasikan *trainer* sinkronoskop 3 fasa ini ke dalam pembelajaran mahasiswa membuka peluang bagi mereka untuk merasakan langsung pengalaman praktis.

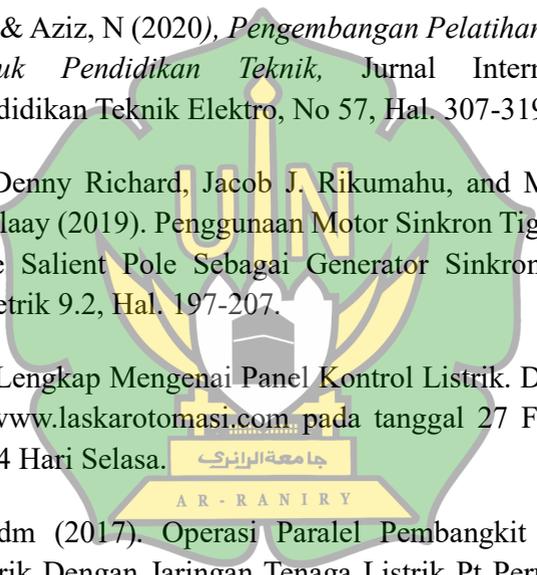


DAFTAR PUSTAKA

- Adi Lumakso (2021). *Pertanggungjawaban Pidana Korporasi di Lingkungan PT PLN Persero*, (Universitas Suryakencana, Cianjur), hal. 104.
- Anam, Muhammad Khoirul, dkk (2018). *Studi Operasi Paralel Jaringan Distribusi yang Disuplai oleh Satu Gardu Induk pada Sistem Kelistrikan Distribusi Jawa Tengah. Studi Kasus: GI Sronol Semarang. Jurnal Teknik ITS*, Hal.153-158.
- Borg W.R. and Gall M.D (2017). *Educational Research: An Introduction*, 4th edition London: Longman Inc.
- Budiyono saputra (2017), *Manajemen penelitian pengemabngan (Researd & Develoment)*. Yogyakarta: Aswaja Pressindo.
- Chapman, dan J. Stephen (2018). *Electric Machinery Fundamentals, Amerika: McGraw Hill Companies*.
- Dedi Nono S, dkk (2020). *Rancang Bangun Simulator Sinkronisasi Generator Sinkron 3 Fasa Semiotomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino*, jurnal teknik, Vol. 19, No. 2, Hal. 161-170.
- Faiz, M. R., & Laksono, D. T. (2015). *Pengembangan Trainer Integrasi Pembangkit Listrik Skala Piko. TEKNO*, 21(1).

- Fitzgerald A, K. U (2019). *Electric Machinery*. Singapore: McGraw-Hill.
- H. Gupta and P. Kumar (2019), *Desain dan Implementasi Pemutus Sirkuit Miniatur Cerdas untuk Aplikasi Tegangan Rendah, IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 34, no. 3.
- Ir. Yanu Prapto S, (2019), *Simulasi Generator Induksi (asinkron) Menggunakan Matlab*, Karya Ilmiah, Teknik Elektro dan Komputer, Universitas Udaya.
- Joni, Alpensus (2021). *Pemanfaatan Motor Induksi Satu Fasa Sebagai Generator*.
- M David Wibowo (2021). *Rancang Bangun Simulator Sinkronoskop Generator Sinkron Paralel Berbasis Mikrokontroler At Mega 2560*, Skripsi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Maulana Mafatihul A (2022), *Analisis Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa Pada Kipas Sentrifugal Di Pt. Kimia Farma Tbk. Plant Semarang*, Skripsi Teknik Elektro, Universitas Semarang.
- Muhammad Arif (2022). *Pengertian Listrik 1 Phase dan 3 Phase*, sidoarjo, (<https://primatekniksystem.com>).
- Mulyatiningsih, Endang. Diakses pada oktober 2024, "Pengembangan model pembelajaran." <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/p>

engabdian/dra-endang-mulyatiningsih-mpd/7cpengembangan-modelpembelajaran.pdf.

- Mustang, Anita, and Abdul Muis Prasetya (2022). *Implementasi Automatic Voltage Regulator Pada Generator Sinkron 3 Fasa Dengan Mengatur Arus Eksitasi*. *SainETIn: Jurnal Sains, Energi, Teknologi, dan Industri* 6.2. Hal. 46-55.
- Nassira, S., & Aziz, N (2020), *Pengembangan Pelatihan Listrik Untuk Pendidikan Teknik*, *Jurnal Internasional Pendidikan Teknik Elektro*, No 57, Hal. 307-319.
- Pattiapon, Denny Richard, Jacob J. Rikumahu, and Marselin Jamlaay (2019). *Penggunaan Motor Sinkron Tiga Fasa Tipe Salient Pole Sebagai Generator Sinkron*. *Jurnal simetrik* 9.2, Hal. 197-207.
- Penjelasan Lengkap Mengenai Panel Kontrol Listrik. Di Akses di www.laskarotomasi.com pada tanggal 27 February 2024 Hari Selasa.  **جامعة الرانيري**
A R - R A N I R Y
- Permen Esdm (2017). *Operasi Paralel Pembangkit Tenaga Listrik Dengan Jaringan Tenaga Listrik Pt Perusahaan Listrik Negara (Persero)*, Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, No. 1.
- Prasetyo, H., Ropiudin, R., & Dharmawan, B (2022). *Generator Magnet Permanen Sebagai Pembangkit Listrik Putaran Rendah*. *Jurnal Dinamika Rekayasa*, Vol. 8, No. 2, Hal. 70-77.

- R. Kumar (2020), *Banana Plug Connectors: Desain, Bahan, dan Kinerja Listrik*, Jurnal Penelitian Elektronika dan Teknik Elektro, Vol. 69, No. 11.
- R. P. Singh (2020), *Dasar-Dasar Kapasitor dalam Elektronika: Kemajuan dan Penerapannya*, Jurnal Elektronika dan Teknik Elektro, vol. 7, No.3.
- Sachari, Agus, and Yan Yan Sunarya (2020). *Tinjauan Desain*. Penerbit Institut Teknologi Bandung.
- Santosa, desiy budi, (2021), *Penelitian Jala-jala Listrik Sebagai Media Transmisi*, Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Satya Wacana.
- Setya, A (2023). “*Pengendalian Sinkronisasi Generator Dengan Sumber Pembangkit Listrik Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler*”. Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa, Vol.7, No.1, Hal. 36-42.
- SUNARLIK, Wahyu (2018). *Prinsip Kerja Generator Sinkron*. Jurnal November. N I R Y
- Supriono, Supriono, and Seno D. Panjaitan (2019). *Manajemen Daya Listrik dengan Sistem Automatic Transfer and Synchronization Switch berbasis PLC*. Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI) 4.3, Hal. 188-196
- Thamrin, N (2021). *Alat Sinkronisasi Otomatis pltmh Dengan Jaringan Distribusi Pln Berbasis Mikrokontroler*

ATMEGA 16. Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari
Jambi, vol.11, no.3, Hal. 50-54

Tipler, Paul. A (2001). Fisika untuk Sains dan Teknik Jilid 2, alih
bahasa Bambang Soegiono; Jakarta : Erlangga

Tjumar, Wiwanto (2022). *Analisa Koordinasi Proteksi Sistem
Kelistrikan pada Pembangkit Listrik Tenaga Biogas
sebagai Distributed Generation*. Diss. Universitas
Sumatera Utara.

Ummi Chusnul mardiyah, hamdan bahalwan(2021), Desain
Alat Bantu fisioterapi Berdiri, Duduk Dan Berjalan
Untuk Anak Penyandang *Cerebral Palsy Spastik
Triplegia*, Proporsi, Vol.7, No.1, November, Hal.103-
110.

Wijaya, A., & Setiawan, H, (2019), *Rancang Bangun dan
Implementasi Alat Peraga Jaringan Distribusi Tenaga
Listrik untuk Sekolah Kejuruan*, Jurnal Teknik Elektro
dan Otomotif, No.2, Hal: 93-102.

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

Yudi Mulyanto, Dkk, (2020), *Rancang Bangun Sistem
Informasi Penjualan Pada Toko omg Berbasis Web
Kecamatan Empang Sumbang Kabupaten Sumbawa*,
Jurnal JINTEKS, Vol.2 No.1, Hal.71.

Zuriman anthony (2020), *Studi Pengaruh Perubahan Frekuensi Sumber Terhadap Faktor Daya Motor Induksi 3 Fasa*, jurnal Teknik Elektro ITP, Volume 2, No.2, Hal.49-52.



LAMPIRAN



Lampiran 1 : SK Skripsi



KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH NOMOR 305 TAHUN 2024

TENTANG: PENGANGKATAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

- Menimbang** :
- bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi mahasiswa pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh maka dipandang perlu menunjuk pembimbing skripsi;
 - bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk diangkat dalam jabatan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa;
 - bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Keputusan Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
- Mengingat** :
- Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
 - Undang-Undang Nomor 14 Tahun 2005, tentang Guru dan Dosen;
 - Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi;
 - Peraturan Presiden Nomor 74 Tahun 2012, tentang perubahan atas peraturan pemerintah RI Nomor 23 Tahun 2005 tentang pengelolaan keuangan Badan Layanan Umum;
 - Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014, tentang penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
 - Peraturan Presiden Nomor 64 Tahun 2013, tentang perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;
 - Peraturan Menteri Agama RI Nomor 44 Tahun 2022, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
 - Peraturan Menteri Agama Nomor 14 Tahun 2022, tentang Statuta UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
 - Keputusan Menteri Agama Nomor 492 Tahun 2003, tentang Pendelegasian Wewenang Pengangkatan, Pemindahan dan Pemberhentian PNS di Lingkungan Depag RI;
 - Keputusan Menteri Keuangan Nomor 293/Km.05/2011, tentang penetapan UIN Ar-Raniry Banda Aceh pada Kementerian Agama sebagai Instansi Pemerintah yang menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum;
 - Surat Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor 01 Tahun 2015, tentang Pendelegasian Wewenang kepada Dekan dan Direktur Pascasarjana di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
- MEMUTUSKAN**
- Menetapkan** : Keputusan Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh tentang Pembimbing Skripsi Mahasiswa.
- KESATU** : Menunjuk Saudara : **جامعة الرانيري**
Muhammad Rizal Fachri, MT
Untuk membimbing Skripsi : **- RANIRY**
Nama : **M. Fauzan Arrayyan**
NIM : **180211050**
Program Studi : **Pendidikan Teknik Elektro**
Judul Skripsi : **Desain Trainer Sinkronoskop 3 Fasa untuk Operasi Paralel Generator Induksi dengan Jaringan Listrik**
- KEDUA** : Kepada pembimbing yang tercantum namanya di atas diberikan honorarium sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku;
- KETIGA** : Pembiayaan akibat keputusan ini dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor SP DIPA.025.04.2.423925/2024, Tanggal 24 November 2023;
- KEEMPAT** : Keputusan ini berlaku sampai 09 April 2025;
- KELIMA** : 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 Keputusan ini.

Tembusan:

- Sekjen Kementerian Agama RI di Jakarta,
- Direktur Pendidikan Islam Kementerian Agama RI di Jakarta,
- Direktur Perguruan Tinggi Agama Islam Kementerian Agama RI di Banda Aceh,
- Kantor Pelayanan Probation dan Pengawasan (KPPN), di Banda Aceh,
- Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh di Banda Aceh,
- Nasabah Bagian Keuangan dan Akuntansi UIN Ar-Raniry Banda Aceh di Banda Aceh,
- Yang bersangkutan,
- Asip.

Ditetapkan di : Banda Aceh
Pada tanggal : 09 Oktober 2024
Dekan :


Saiful Muluk



Lampiran 2 : Buku Kegiatan Bimbingan Skripsi



Buku Kegiatan Bimbingan Penelitian dan Penulisan Skripsi
Program Strata Satu (S1) Prodi Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry

Nama : M Fauzan Arrasyid

NIM : 180211050

Email / No. HP : m.fauzan.ass@gmail.com / 0815775740933

Pembimbing I : Muhammad Rizal Febri, MT

Pembimbing II :

Judul Skripsi :

Desain Trainer Simkronoskop 3 fasa untuk Oltras Paralel

Generator Induksi Dengan Laringan Listrik

Buku kegiatan bimbingan penelitian dan penulisan skripsi

Pembimbing I

Nama Pembimbing: Muhammad Rizal Fachri, MT

NO	Waktu		Tahap Kegiatan Bimbingan	Paraf Pembimbing
	Tanggal	Pukul		
1	03/10/2024	11:30 wib	Perbaikan format skripsi	MF
2	16/10/2024	10:00 / selesai	Revisi Pendahuluan	MF
3	23/10/2024	12:00 / selesai	Revisi Bab I bagian tujuan penelitian dan manfaat	MF
4	30/10/2024	10:30 / selesai	Perbaiki Latar Belakang Bab I	MF
5	6/11/2024	11:30 / selesai	Revisi Bab II tentang Sistem operasi	MF
6	13/11/2024	12:30 / selesai	Revisi Bab III bagian konsep penelitian teknik rusa data	MF
7	20/11/2024	11:30 / selesai	Penambahan Ahli Validasi media, Perbaiki instrumen penelitian	MF
8	27/11/2024	11:30 / selesai	Pengambilan data penelitian	MF

Buku kegiatan bimbingan penelitian dan penulisan skripsi

9	4/12/2024	11:30 / selesai	Perbaiki Bab <u>III</u> hasil Penelitian Perbaiki Pembahasan	MF
10	7/12/2024	16:00 / selesai	Perbaiki Bab <u>IV</u> hasil validasi media dan materi	MF
11	11/12/2024	11:30 / selesai	Revisi Bab <u>V</u> kesimpulan revisi abstrak	MF
12	16/12/2024	11:30 / selesai	Revisi Bab <u>V</u> Pembahasan revisi abstrak	MF
13			Celebration ACC Sidang	MF
14				
15				
16				

ABRARI
ACC PENYIANG
UNTUK MENGIKUTI
SIDANG

M. Rizki Achriy, MT.

Program Studi Pendidikan Teknik Elektro

Lampiran 3 : Surat Penelitian



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Jl. Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh Telp/Fax. : 0651-752921

Nomor : B-10375/Un.08/FTK.1/TL.00/12/2024

Lamp : -

Hal : *Penelitian Ilmiah Mahasiswa*

Kepada Yth,

Kepala LAB Listrik UIN Ar-Raniry dan Dosen Validator Instrumen Penelitian

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan UIN Ar-Raniry dengan ini menerangkan bahwa:

NIM : 180211050

Nama : MUHAMMAD FAUZAN ARRAYYAN

Program Studi/Jurusan : Pendidikan Teknik Elektro

Alamat : Lingk.Pelita 1 Gampong Blok Bengkel Kecamatan Kota Sigli Kabupaten Pidie

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 SINKRONOSKOP 3 FASA UNTUK OPERASI PARALEL GENERATOR INDUKSI DENGAN JARINGAN LISTRIK**

Banda Aceh, 16 Desember 2024

An. Dekan

Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kelembagaan



Prof. Habiburrahim, S.Ag., M.Com., Ph.D.

NIP. 197208062003121002

Berlaku sampai : 24 Januari 2025

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

Lampiran 4 : Lembar Validasi Media

LEMBAR VALIDASI MEDIA
DESAIN *TRAINER* SINKRONOSKOP 3 FASA UNTUK OPERASI
PARALEL GENERATOR INDUKSI DENGAN JARINGAN LISTRIK

A. Pengantar

1. Lembar validasi ini bertujuan untuk mendapatkan informasi dari Bapak/Ibu validator mengenai kelayakan *trainer* Sinkronoskop 3 fasa untuk operasi paralel generator induksi dengan jaringan listrik.
2. Saran dan masukan dari Bapak/Ibu ahli media akan sangat bermanfaat untuk perbaikan kualitas bentuk daripada *trainer* sinkronoskop 3 fasa untuk operasi paralel generator induksi dengan jaringan listrik.

B. Identitas Validator

- a. Nama : Bahagi, M.T
- b. NIP/NIDN : 198802212022031001
- c. Institusi : Prodi PTE UIN Ar-Raniry Banda Aceh
- d. Bidang Keahlian : Elektronika

C. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap desain *trainer* sinkronoskop 3 fasa untuk operasi paralel generator induksi dengan jaringan listrik.
2. Mohon diberikan tanda centang (✓) pada skala penilaian yang dianggap sesuai. Jawaban yang diberikan berupa skor (nilai) dengan penjelasan di tiap nilai adalah sebagai berikut:

(1) : Sangat Tidak Layak
(2) : Tidak Layak
(3) : Netral

(4) : Layak

(5) : Sangat Layak

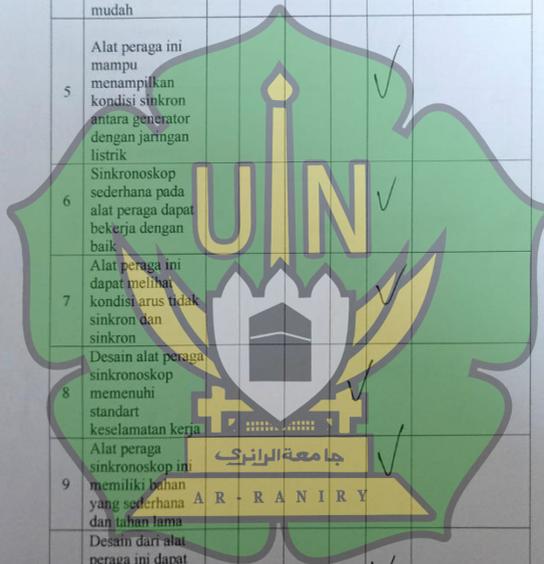
3. Komentar atau saran diberikan hak kepada ahli pada setiap butir pernyataan dan komentar dan sarans secara keseluruhan pada kolom akhir lembar validasi media yang telah disediakan. Kesimpulan akhir berupa kelayakan media pembelajaran di isi dengan memberikan tanda centang (✓) pada poin tempat yang telah disediakan.
4. Peneliti mengucapkan terimakasih atas kehadiran Bapak/Ibu ahli dalam kesediaannya mengisi lembar validasi ini.

D. Lembar Validasi Media

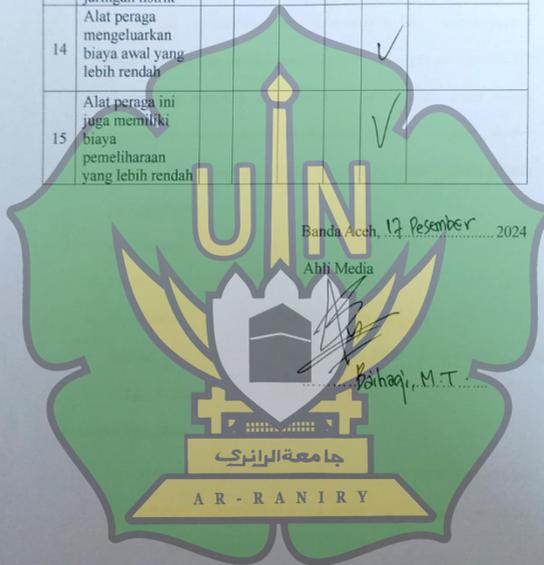
No	Butir Pertanyaan	Jawaban					Saran Validator
		1	2	3	4	5	
1	Alat peraga sinkronoskop generator induksi 3 fasa dapat beroperasi dengan baik					✓	
2	Alat peraga ini dapat di bongkar untuk menunjukkan komponen di dalamnya					✓	Tambahkan Nama = Komponennya

جامعہ الرنی
A R - R A N I R Y

3	Tata letak komponen pada alat peraga yang presisi sehingga menarik perhatian mahasiswa				✓	
4	Pengoperasian alat peraga memiliki cara kerja yang mudah				✓	
5	Alat peraga ini mampu menampilkan kondisi sinkron antara generator dengan jaringan listrik				✓	
6	Sinkronoskop sederhana pada alat peraga dapat bekerja dengan baik				✓	
7	Alat peraga ini dapat melihat kondisi arus tidak sinkron dan sinkron				✓	
8	Desain alat peraga sinkronoskop memenuhi standart keselamatan kerja				✓	
9	Alat peraga sinkronoskop ini memiliki bahan yang sederhana dan tahan lama				✓	
10	Desain dari alat peraga ini dapat menarik perhatian mahasiswa				✓	
11	Pengoperasian alat peraga memiliki cara kerja yang mudah				✓	



12	Cara kerja alat peraga sinkronoskop ini mudah untuk dipelajari					✓
13	Dengan alat peraga ini mahasiswa lebih mudah memahami cara kerja sinkronisasi jaringan listrik					✓
14	Alat peraga mengeluarkan biaya awal yang lebih rendah					✓
15	Alat peraga ini juga memiliki biaya pemeliharaan yang lebih rendah					✓



Banda Aceh, 12 Desember 2024

Ahli Media

Bahagi, M.T.

A R - R A N I R Y

LEMBAR VALIDASI MEDIA
DESAIN *TRAINER* SINKRONOSKOP 3 FASA UNTUK OPERASI
PARALEL GENERATOR INDUKSI DENGAN JARINGAN LISTRIK

A. Pengantar

1. Lembar validasi ini bertujuan untuk mendapatkan informasi dari Bapak/Ibu validator mengenai kelayakan *trainer* Sinkronoskop 3 fasa untuk operasi paralel generator induksi dengan jaringan listrik.
2. Saran dan masukan dari Bapak/Ibu ahli media akan sangat bermanfaat untuk perbaikan kualitas bentuk daripada *trainer* sinkronoskop 3 fasa untuk operasi paralel generator induksi dengan jaringan listrik

B. Identitas Validator

- a. Nama : Fahrihan, M.Pd.S
- b. NIP/NIDN : 197006152015032010
- c. Institusi : PTC
- d. Bidang Keahlian : Teknologi komputer

C. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap desain *trainer* sinkronoskop 3 fasa untuk operasi paralel generator induksi dengan jaringan listrik.
2. Mohon diberikan tanda centang (✓) pada skala penilaian yang dianggap sesuai. Jawaban yang diberikan berupa skor (nilai) dengan penjelasan di tiap nilai adalah sebagai berikut:
 - (1) : Sangat Tidak Layak
 - (2) : Tidak Layak
 - (3) : Netral

(4) : Layak

(5) : Sangat Layak

3. Komentar atau saran diberikan hak kepada ahli pada setiap butir pernyataan dan komentar dan sarans secara keseluruhan pada kolom akhir lembar validasi media yang telah disediakan. Kesimpulan akhir berupa kelayakan media pembelajaran di isi dengan memberikan tanda centang (√) pada poin tempat yang telah disediakan.
4. Peneliti mengucapkan terimakasih atas kehadiran Bapak/Ibu ahli dalam kesediaannya mengisi lembar validasi ini.

D. Lembar Validasi Media

No	Butir Pertanyaan	Jawaban					Saran Validator
		1	2	3	4	5	
1	Alat peraga sinkronoskop generator induksi 3 fasa dapat beroperasi dengan baik					✓	
2	Alat peraga ini dapat di bongkar untuk menunjukkan komponen di dalamnya					✓	

AR - RANIRY

3	Tata letak komponen pada alat peraga yang presisi sehingga menarik perhatian mahasiswa				✓		
4	Pengoperasian alat peraga memiliki cara kerja yang mudah				✓		
5	Alat peraga ini mampu menampilkan kondisi sinkron antara generator dengan jaringan listrik				✓		
6	Sinkronoskop sederhana pada alat peraga dapat bekerja dengan baik					✓	
7	Alat peraga ini dapat melihat kondisi arus tidak sinkron dan sinkron						✓
8	Desain alat peraga sinkronoskop memenuhi standart keselamatan kerja						✓
9	Alat peraga sinkronoskop ini memiliki bahan yang sederhana dan tahan lama						✓
10	Desain dari alat peraga ini dapat menarik perhatian mahasiswa				✓		
11	Pengoperasian alat peraga memiliki cara kerja yang mudah				✓		

12	Cara kerja alat peraga sinkronoskop ini mudah untuk dipelajari				✓		
13	Dengan alat peraga ini mahasiswa lebih mudah memahami cara kerja sinkronisasi jaringan listrik				✓		
14	Alat peraga mengeluarkan biaya awal yang lebih rendah				✓		
15	Alat peraga ini juga memiliki biaya pemeliharaan yang lebih rendah				✓		

Banda Aceh, 17 Desember 2024

Ahli Media

[Signature]
Febriana, D. A. S.

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

Lampiran 5 : Lembar Validasi Materi

LEMBAR VALIDASI MATERI
**DESAIN *TRAINER* SINKRONOSKOP 3 FASA UNTUK OPERASI
PARALEL GENERATOR INDUKSI DENGAN JARINGAN LISTRIK**

A. Pengantar

1. Lembar validasi ini bertujuan untuk mendapatkan informasi dari Bapak/Ibu validator mengenai kelayakan *trainer* Sinkronoskop 3 fasa untuk operasi paralel generator induksi dengan jaringan listrik.
2. Saran dan masukan dari Bapak/Ibu ahli media akan sangat bermanfaat untuk perbaikan materi yang terdapat dalam "*trainer* sinkronoskop 3 fasa untuk operasi paralel generator induksi dengan jaringan listrik".

B. Identitas Validator

a. Nama	: M. LUKMAN, M. T.
b. NIP/NIDN	: 2023108602
c. Institusi	: PTE
d. Bidang Keahlian	: Listrik

جامعة الرانيري
AR - RANIRY

C. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/ibu untuk memberikan penilaian terhadap desain *trainer* sinkronoskop 3 fasa untuk operasi paralel generator induksi dengan jaringan listrik, 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 adalah sebagai berikut:
(1) : Sangat Tidak Layak
(2) : Tidak Layak
(3) : Netral

(4) : Layak

(5) : Sangat Layak

3. Komentar atau saran diberikan hak kepada ahli pada setiap butir pernyataan dan komentar dan saran secara keseluruhan pada kolom akhir lembar validasi media yang telah disediakan. Kesimpulan akhir berupa kelayakan media pembelajaran di isi dengan memberikan tanda centang (√) pada poin tempat yang telah disediakan.
4. Peneliti mengucapkan terimakasih atas kehadiran Bapak/Ibu ahli dalam kesediaannya mengisi lembar validasi ini.

D. Lembar Validasi Materi

No	Butir Pertanyaan	Jawaban					Saran Validator
		1	2	3	4	5	
1	Alat peraga ini dipercaya dapat mempermudah mahasiswa dalam memahami materi						
2	Alat peraga membantu mahasiswa dalam mengimplementasikan materi sinkronisasi generator induksi						

AR - RANIRY

3	Alat peraga <i>trainer</i> sinkronoskop 3 fasa dapat menambah wawasan pengetahuan mahasiswa					✓	
4	Alat peraga ini dapat membantu mahasiswa dalam melakukan praktikum					✓	
5	Alat peraga ini mampu menampilkan kondisi sinkron antara generator dengan tegangan listrik					✓	
6	Alat peraga <i>trainer</i> sinkronoskop generator induksi 3 fasa memberikan kesempatan belajar secara mandiri					✓	
7	Penyampaian materi sinkronisasi motor induksi kepada mahasiswa lebih cepat dan lebih mudah dipahami						
8	Alat peraga di percaya dapat menjadi alat bantu dalam pembelajaran materi sinkronisasi generator induksi					✓	

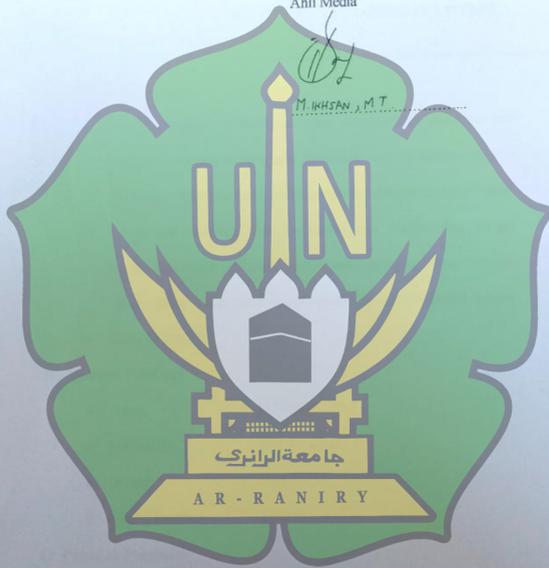
9	Alat peraga mencakup prinsip dasar sinkronisasi sesuai dengan teori yang berlaku					✓	
10	Materi sinkronisasi yang disajikan dalam <i>trainer</i> sesuai dengan kebutuhan pembelajaran mahasiswa di bidang kelistrikan					✓	
11	komponen pada alat peraga ini seperti sinkronoskop, generator induksi telah dirancang sesuai fungsi teknisnya					✓	
12	<i>Trainer</i> memberikan simulasi sinkronisasi yang aman sesuai dengan prosedur keselamatan operasional generator					✓	
13	Alat ini membantu mahasiswa memahami hubungan antara kecepatan rotor, frekuensi, dan sinkronisasi jaringan					✓	
14	Alat peraga dapat digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan atau kegagalan sinkronisasi secara rinci					✓	
15	<i>Trainer</i> ini dapat dijadikan dasar untuk penelitian lebih lanjut tentang sinkronisasi generator induksi					✓	

Banda Aceh, 16 Desember..... 2024

Ahli Media



M. IKHSAN, M.T.



LEMBAR VALIDASI MATERI
DESAIN TRAINER SINKRONOSKOP 3 FASA UNTUK OPERASI
PARALEL GENERATOR INDUKSI DENGAN JARINGAN LISTRIK

A. Pengantar

1. Lembar validasi ini bertujuan untuk mendapatkan informasi dari Bapak/Ibu validator mengenai kelayakan *trainer* Sinkronoskop 3 fasa untuk operasi paralel generator induksi dengan jaringan listrik.
2. Saran dan masukan dari Bapak/Ibu ahli media akan sangat bermanfaat untuk perbaikan materi yang terdapat dalam "*trainer* sinkronoskop 3 fasa untuk operasi paralel generator induksi dengan jaringan listrik".

B. Identitas Validator

- a. Nama *Mursyidn. MT*
- b. NIP/NIDN *0109048203*
- c. Institusi
- d. Bidang Keahlian

C. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesiediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap desain *trainer* sinkronoskop 3 fasa untuk operasi paralel generator induksi dengan jaringan listrik, 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 adalah sebagai berikut:
 - (1) : Sangat Tidak Layak
 - (2) : Tidak Layak
 - (3) : Netral

(4) : Layak

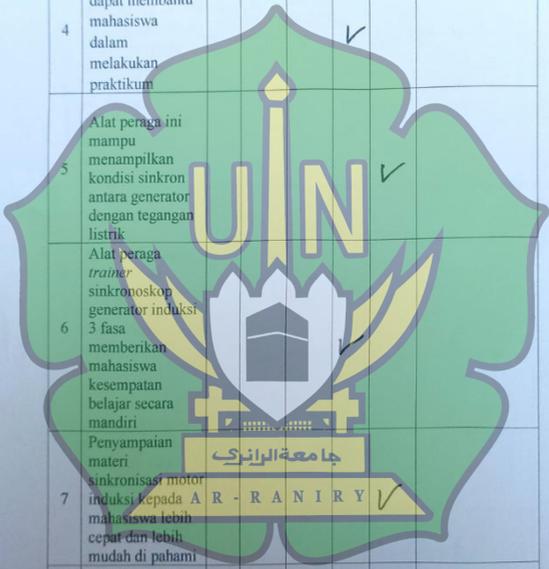
(5) : Sangat Layak

3. Komentar atau saran diberikan hak kepada ahli pada setiap butir pernyataan dan komentar dan saran secara keseluruhan pada kolom akhir lembar validasi media yang telah disediakan. Kesimpulan akhir berupa kelayakan media pembelajaran di isi dengan memberikan tanda centang (✓) pada poin tempat yang telah disediakan.
4. Peneliti mengucapkan terimakasih atas kehadiran Bapak/Ibu ahli dalam kesediaannya mengisi lembar validasi ini.

D. Lembar Validasi Materi

No	Butir Pertanyaan	Jawaban					Saran Validator
		1	2	3	4	5	
1	Alat peraga ini dipercaya dapat mempermudah mahasiswa dalam memahami materi				✓		
2	Alat peraga membantu mahasiswa dalam mengimplementasikan materi sinkronisasi generator induksi				✓		

3	Alat peraga <i>tramer</i> sinkronoskop 3 fasa dapat menambah wawasan pengetahuan mahasiswa						✓
4	Alat peraga ini dapat membantu mahasiswa dalam melakukan praktikum						✓
5	Alat peraga ini mampu menampilkan kondisi sinkron antara generator dengan tegangan listrik						✓
6	Alat peraga <i>tramer</i> sinkronoskop generator induksi 3 fasa memberikan mahasiswa kesempatan belajar secara mandiri						✓
7	Penyampaian materi sinkronisasi motor induksi kepada mahasiswa lebih cepat dan lebih mudah di pahami						✓
8	Alat peraga di percaya dapat menjadi alat bantu dalam pembelajaran materi sinkronisasi generator induksi						✓



9	Alat peraga mencakup prinsip dasar sinkronisasi sesuai dengan teori yang berlaku					✓
10	Materi sinkronisasi yang disajikan dalam <i>trainer</i> sesuai dengan kebutuhan pembelajaran mahasiswa di bidang kelistrikan					✓
11	komponen pada alat peraga ini seperti sinkronoskop, generator induksi telah dirancang sesuai fungsi teknisnya					✓
12	<i>Trainer</i> memberikan simulasi sinkronisasi yang aman sesuai dengan prosedur keselamatan operasional generator					✓
13	Alat ini membantu mahasiswa memahami hubungan antara kecepatan rotor, frekuensi, dan sinkronisasi jaringan					✓
14	Alat peraga dapat digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan atau kegagalan sinkronisasi secara rinci					✓
15	Trainer ini dapat dijadikan dasar untuk penelitian lebih lanjut tentang sinkronisasi generator induksi					✓

Banda Aceh, 17 Desember 2024

Ahli Materi

M. Mursyidin, M.F



Lampiran 6 : Dokumentasi Perancangan *Trainer*





