

**PENGEMBANGAN MODUL PRATIKUM SISTEM TENAGA
LISTRIK UNTUK MATERI KETIDAKSEIMBANGAN
TIGA FASA**

SKRIPSI

Diajukan Oleh :

YURDI RAMA PUTRA
NIM. 200211010

**Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Program Studi Pendidikan Teknik Elektro**



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
TAHUN AJARAN 2024 M/ 1445 H**

PENGESAHAN PEMBIMBING

**PENGEMBANGAN MODUL PRAKTIKUM SISTEM
TENAGA LISTRIK UNTUK MATERI
KETIDAKSEIMBANGAN TIGA FASA**

SKRIPSI

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

Oleh:

Yurdi Rama Putra
NIM. 200211010

Mahasiswa Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan
Prodi Pendidikan Teknik Elektro

Disetujui Oleh:

A R - R A N I R Y

Dosen Pembimbing



Muhammad Rizal Fachri, M.T
NIP. 198807082019031018

PENGESAHAN SIDANG

PENGEMBANGAN MODUL PRAKTIKUM SISTEM TENAGA LISTRIK UNTUK MATERI KETIDAKSEIMBANGAN TIGA FASA

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 Serjana (S-1) Dalam Ilmu
Pendidikan Teknik Elektro

Pada Hari\ Tanggal:

Kamis, 13 Juni 2024

06 Dhu'l-Hijjah 1445H

Tim Penguji

Ketua



Muhammad Rizal Fachri, S.T., M.T.
NIP. 198807082019031018

Sekretaris



Muhammad Ikhsan, S.T., M.T.
NIP. 198610232023211028

Penguji I



Mursyidin, M.T
NIP. 198204052023211020

Penguji II



Arusman, M.Pd
NIP. 198505252923211027

Mengetahui:

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



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

NIP. 197301021997031003

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawahini:

Nama : Yurdi Rama Putra

NIM : 200211010

Prodi : Pendidikan Teknik Elektro (PTE)

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry

Judul Skripsi : Pengembangan Modul Praktikum Sistem Tenaga Listrik
Untuk Materi Ketidakseimbangan Tiga Fasa

Dengan ini menyatakan bahwa penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan.
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah dan karya orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya.
4. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab dengan karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya dan telah melakukan pembuktian dan dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya memang melanggar skripsi ini, maka saya siap dikenakan sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Banda Aceh, 4 Juni 2024

Yang Menyatakan,



Yurdi Rama Putra
NIM. 200211010

ABSTRAK

Nama : Yurdi Rama Putra
NIM : 200211010
Prodi : Pendidikan Teknik Elektro (PTE)
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry
Judul Skripsi : Pengembangan Modul ratikum Sistem Tenaga Listrik untuk Materi Ketidakseimbangan Tiga Fasa
Tebal Skripsi : 69
Pembimbing I : Muhammad Rizal Fachri, M.T
Kata Kunci : Pengembangan modul pratikum, Ketidakseimbangan tiga fasa

Penelitian ini dilakukan berdasarkan hasil pengamatan peneliti selama melakukan observasi pada mata kuliah sistem tenaga listrik. Materi ketidakseimbangan tiga fasa sudah dimasukkan dalam mata kuliah tersebut, namun mata kuliah sistem tenaga listrik tidak memiliki modul khusus. penelitian ini berjudul *“Pengembangan Modul Pratikum Sistem Tenaga Listrik untuk Materi Ketidakseimbangan Beban Tiga Fasa*. rancangan penelitian yang dipakai dalam penelitian ini yaitu pengembangan *Research dan Development (R&D)*. Penelitian ini dilakukan pada bulan April tahun ajaran 2023/2024. Lokasi atau lokasi penelitian ini adalah laboratorium Program Pendidikan dan Penelitian Teknik Elektro UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Partisipan dalam penelitian ini meliputi mahasiswa teknik elektro. Sampel penelitian ini adalah uji praktik penggunaan modul praktikum sistem tenaga listrik yang mencakup ketidakseimbangan beban tiga fasa. Instrumen penelitian terdiri dari formulir validasi dan formulir angket. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dengan melakukan validasi ahli. Proses validasi penelitian ini melibatkan beberapa ahli: ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa. Kuesioner juga akan digunakan untuk mengumpulkan data untuk penelitian ini. Begitu pula dengan analisis data penelitian ini dengan menggunakan teknik validasi dan angket. Berdasarkan hasil penelitian secara keseluruhan hasil verifikasi yaitu hasil verifikasi media yang diuji oleh ahli media mencapai tingkat 94%, hasil verifikasi materi mencapai tingkat 62%, dan hasil verifikasi bahasa mencapai 86%. Kelayakan modul magang “Materi Ketidakseimbangan beban Tiga Fasa” dari segi media, materi dan bahasa termasuk dalam kategori “sesuai” untuk diterapkan pada mata kuliah “Sistem Tenaga Listrik”.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya kepada kita semua, sehingga dengan izin Allah SWT penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul

“Pengembangan Modul Praktikum Sistem Tenaga Listrik untuk Materi

Ketidakseimbangan Beban Tiga Fasa” ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata satu (S1) pada jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Ar-raniry Banda Aceh.

Dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini, tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih yang tak terhingga atas ketulusan dalam membimbing penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan karya ilmiah ini. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini perkenankanlah penulis menyampaikan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Muhammad Rizal Fachri, M.T selaku Pembimbing Pertama, yang telah banyak memberikan bimbingan, nasehat, bantuan, doa, dan arahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Muhammad Ikhsan, S.T., M.T. selaku Penasehat Akademik yang telah memberikan bimbingan, nasehat, bantuan, doa, motivasi, dan arahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Hari Anna Lastya, M.T selaku Ketua Prodi Pendidikan Tekni Elektro yang sudah memberikan motivasi, arahan, bantuan kepada penulis sehingga sripsi dapat terselesaikan.

4. Bapak Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh Prof. Dr. Safrul Muluk, S.Ag, M.A, M.ed, PhD beserta stafnya.
5. Para pustakawan yang telah banyak membantu penulis untuk meminjamkan buku dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Kata-kata penghargaan Ananda sampaikan kepada kedua orang tua yaitu kepada Ayahanda Ahmanuddin, A.md dan Ibunda tercinta Nur Ai'ni yang mendukung penulis dalam menyusun skripsi sehingga terselesaikan, baik itu dukungan secara moril, materi maupun doa.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Tak ada yang sempurna karena kesempurnaan hanyalah milik Allah SWT. Oleh karena itu, segala saran dan kritikan yang bersifat membangun sangatlah diharapkan demi kesempurnaan karya ilmiah ini. Penulis berharap semoga karya sederhana ini dapat memberikan sedikit manfaat dan inspirasi baru bagi siapa yang membacanya.

Banda Aceh, 29 Mei 2024
Penulis,

Yurdi Rama Putra
NIM. 200211010

DAFTAR ISI

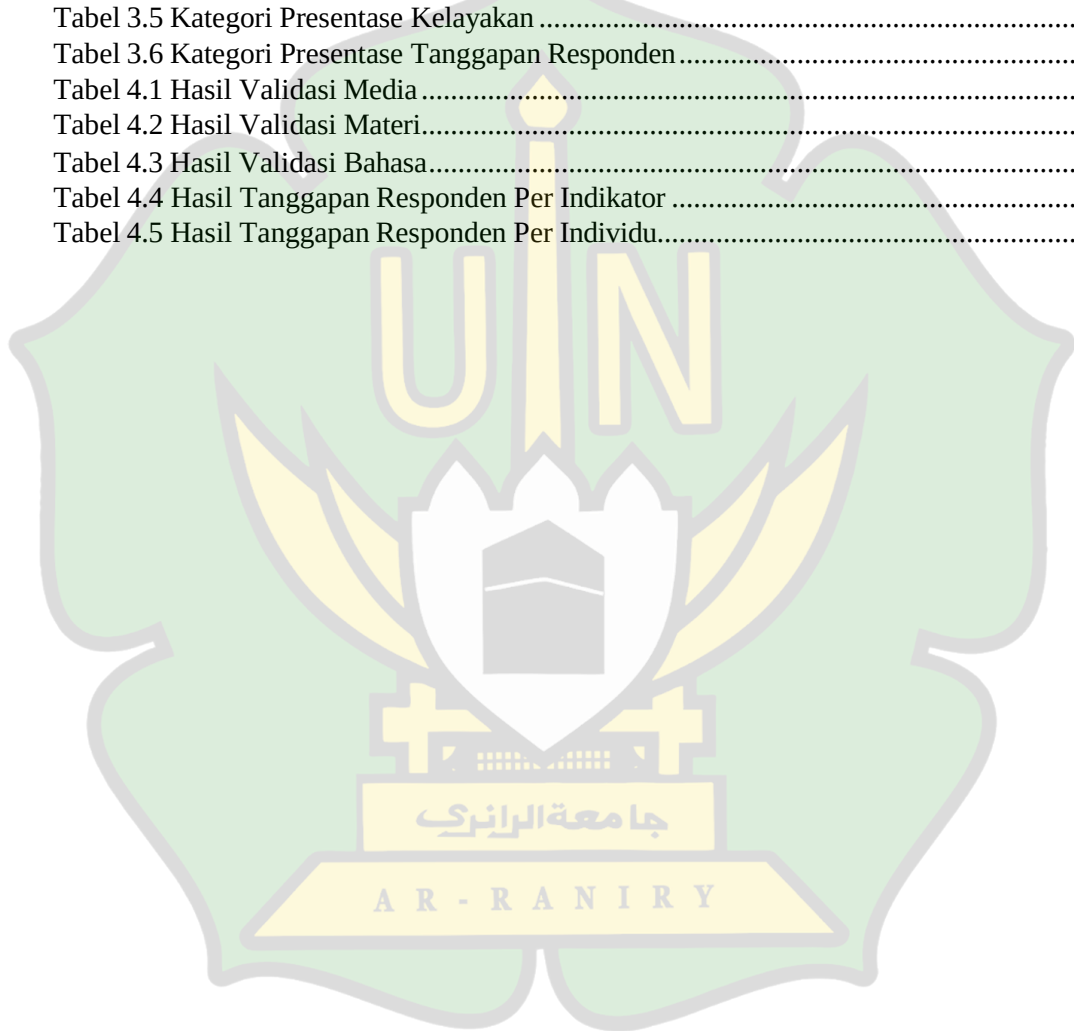
PENGESAHAN PEMBIMBING	i
PENGESAHAN SIDANG.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penulisan	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Definisi Operasional	4
F. Kajian Penelitian Terdahulu	6
BAB II LANDASAN TEORI.....	10
A. Pengembangan Modul Pratikum	10
B. Sistem Tenaga Listrik.....	18
C. Permasalahan Operasi Tenaga Listrik	31
D. Sistem Tiga Fasa.....	33
E. Ketidakseimbangan Beban	34
F. Sistem Komponen Simetris	36
BAB III METODE PENELITIAN.....	41
A. Rancangan Penelitian	41
B. Waktu dan Tempat Penelitian	43
C. Populasi dan Sampel Penelitian.....	43
D. Teknik Analisis Data	51
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	54
A. Hasil Penelitian.....	54
B. Hasil Uji Coba Modul Praktikum Ketidakseimbangan Tiga Fasa	60
BAB V PENUTUP	65

A. Kesimpulan.....	65
B. Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	68



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Prakiraan beban berdasarkan pembagian waktu	26
Tabel 3.1 Kisi-kisi Pedoman Validasi Ahli Media	45
Tabel 3.2 Kisi-kisi Validasi Ahli Materi	46
Tabel 3. 3 Kriteria jawaban dan skor penilain penelitian validasi	47
Tabel 3. 4 Kriteria jawaban dan Skor penilain penelitian angket	48
Tabel 3.5 Kategori Presentase Kelayakan	51
Tabel 3.6 Kategori Presentase Tanggapan Responden	52
Tabel 4.1 Hasil Validasi Media	56
Tabel 4.2 Hasil Validasi Materi	57
Tabel 4.3 Hasil Validasi Bahasa	59
Tabel 4.4 Hasil Tanggapan Responden Per Indikator	60
Tabel 4.5 Hasil Tanggapan Responden Per Individu	61



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perkiraan beban listrik metode least square	27
Gambar 2.2 Perkiraan beban metode eksponensial	27
Gambar 2.3 Perkiraan beban metode curve fit.....	28
Gambar 2.4 Perkiraan beban metode koefisien	29
Gambar 2.5: kurva metode Pendekatan Linier	30
Gambar 2.6 bentuk vektor diagram arus seimbang	35
Gambar 2.7 bentuk vektor arus tidak seimbang.....	36
Gambar 2.8.1). komponen Urutan positif, 2). Komponen urutan negatif dan komponen urutan nol	37
Gambar 2.9 Impedansi Urutan positif, urutan negatif dan urutan nol.....	39
Gambar 2.10 Unit vektor yang membentuk sudut 120 derajat	40
Gambar 3.1 Model Pengembangan Waterfall.....	43
Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian.....	44
Gambar 4.1 Grafik Hasil dari Validasi Ahli Media,Ahli Materi dan Bahasa	62
Gambar 4.2. Grafik Hasil Tanggapan Responden Per Indikator	63



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Sk Skripsi.....	70
Lampiran 2 : Lembar Konsultasi.....	71
Lampiran 3 : Lembar Validasi Media, Validasi Materi, Validasi Bahasa	74
Lampiran 4 : Lembar Kuesioner Penelitian.....	92
Lampiran 5 : Dokumentasi Uji Coba Modul.....	98



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Media di dalam proses belajar mengajar merupakan alat bantu sumber pesan dari penyampai ilmu kepada penerima ilmu, merangsang memori, jiwa, perhatian dan keinginan dalam pembelajaran. Menurut Emda dalam Pakpahan, media belajar adalah sebagai alat bantu ajar bisa membantu mahasiswa dalam menerima ilmu pada saat proses pembelajaran. Media dapat memberikan pengalaman yang nyata dalam belajar karena mengikutsertakan seluruh indra dan akal pikirannya¹. Media pembelajaran memiliki fungsi yang mampu meningkatkan kualitas proses pembelajaran, media pembelajaran terdiri dari alat peraga, modul / bahan ajar, media audio, media visual atau gabungan dari media audio-visual.

Modul merupakan bahan ajar yang dirancang secara sistematis berdasarkan kurikulum tertentu dan dikemas dalam bentuk satuan pembelajaran terkecil dan memungkinkan dipelajari secara mandiri dalam satuan waktu tertentu agar siswa menguasai kompetensi yang diajarkan².

Penelitian yang diteliti oleh Tri Hutomo, dkk. Pada tahun 2014 yang berjudul “*Pembuatan Modul Pratikum Rele Proteksi Arus Urutan Negatif Sepam 1000+*”, dalam penelitian tersebut berisi tentang materi ketidakseimbangan beban tiga fasa. Berdasarkan hasil penelitian tersebut berisi tentang hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada modul pratikum yang telah dibuat dapat

¹Pakpahan, A. F., Ardiana, D. P. Y., Mawati, A. T., Wagi, E. B., Simarmata, J., Mansyur, M. Z., ... & Iskandar, A. (2020). Pengembangan media pembelajaran. Yayasan Kita Menulis. h.26

²Siti Fatimah Sirrate dan Risky Ramadhana, 2017. *Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Literasi*. E-Jurnal UIN Alaudin Makassar, Vol. VI, No.2

mensimulasikan gangguan-gangguan yang menghasilkan arus urutan negatif yaitu gangguan satu fasa dan dua fasa terbuka, gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah, dua fasa ke tanah, dan fasa ke fasa serta gangguan beban tak seimbang. penelitian ini membuat modul pratikum ketidakseimbangan tiga fasa untuk pratikum rele arus urutan negatif Sepam 1000+³. Sedangkan penelitian yang akan diteliti membahas tentang pengembangan modul pratikum sistem tenaga energi listrik pada materi ketidakseimbangan tiga fasa.

Berdasarkan hasil observasi peneliti, ketika peneliti melaksanakan pratikum pada mata kuliah sistem energi listrik pada semester IV tahun 2021, modul pratikum sistem tenaga energi listrik materi ketidakseimbangan tiga fasa sudah adapada mata kuliah pratikum sistem energi listrik di Laboratorium Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, namun belum memiliki modul khusus pada mata kuliah sistem energi listrik pada materi ketidakseimbangan tiga fasa di *Laboratorium*. Dengan begitu peneliti tertarik untuk mengembangkan sebuah modul pratikum ketidakseimbangan tiga fasa pada pratikum sistem tenaga energi listrik. Adanya pengembangan modul pratikum tersebut dapat memudahkan mahasiswa pada proses pembelajaran baik itu secara individu maupun berkelompok. Berdasarkan permasalahan tersebut peneliti tertarik melakukan penelitian yang berjudul "*Pengembangan Modul Pratikum Sistem Energi Listrik Untuk Materi Ketidakseimbangan Tiga Fasa*".

³ Tri Hutomo, dkk, 2014, "*Pembuatan Modul Pratikum Rele Proteksi Arus Urutan Negatif Sepam 1000+*". Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Vol. 2, No. 4, <https://doi.org/10.14710/transient.v2i4.953-960>

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut maka dapat disimpulkan bahwa rumusan masalahnya yaitu :

1. Bagaimana pengembangan modul pratikum sistem tenaga listrik untuk materi ketidakseimbangan beban tiga fasa ?
2. Bagaimana hasil penggunaan pengembangan modul pratikum sistem tenaga listrik untuk materi ketidakseimbangan tiga fasa?

C. Tujuan Penulisan

Berdasarkan permasalahan tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengembangan modul pratikum sistem tenaga listrik untuk materi ketidakseimbangan beban tiga fasa.
2. Untuk mengetahui hasil penggunaan pengembangan modul pratikum sistem tenaga listrik untuk materi ketidakseimbangan tiga fasa.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini bisa memberi manfaat antaranya sebagai berikut :

1. **Manfaat Teoritis**
 - a. Memberikan sumbangan pemikiran dalam memperkaya wawasan tentang desain modul pratikum ketidakseimbangan dasar energi listrik.
 - b. Dapat memperkaya ilmiah dalam ilmu pendidikan Teknik elektro yaitu mengetahui mengenai modul pratikum ketidakseimbangan dasar energi listrik.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi penulis

Bisa menambah wawasan tentang model pembelajaran berbasis modul praktikum yang mudah dimengerti bagi mahasiswa dan dapat menambah ilmu bagi penulis dalam membuat sebuah karya ilmiah untuk menyelesaikan tugas akhir.

b. Bagi Pendidik

untuk dosen agar menambah informasi dan model pembelajaran baru yang akan diberlakukan saat mengajar yakni menggunakan modul praktikum ketika pembelajaran di Laboratorium.

c. Bagi Mahasiswa

untuk mahasiswa agar dapat menambah wawasan mahasiswa dalam pembelajaran dan pembelajaran mudah dimengerti oleh mahasiswa.

E. Definisi Operasional

1. Pengembangan Modul Praktikum

Berdasarkan kamus besar Bahasa Indonesia Pengembangan berasal dari kata “kembang” berupa kata dasar yang berarti bunga, dan berupa kata kerja “kembang kempis” yang berarti terengah-engah, tidak maju, selanjutnya kata “kembang” ditambahkan awalan “Pe” dan “an”, sehingga memiliki arti suatu proses, cara, perbuatan mengembangkan sesuatu objek. Kemudian secara bahasa pengembangan memiliki arti suatu cara atau proses yang

dilakukan oleh seseorang dalam melakukan sebuah pengembangan ditandai adanya kemajuan, peningkatan, perubahan, dari kondisi sebelumnya.⁴ Modul ialah seperangkat kegiatan yang direncanakan untuk membantu mahasiswa belajar dalam kelompok keahlian tertentu⁵. Berdasarkan definisi modul dipergunakan sebagai acuan bagi dosen untuk membuat rencana pelajaran yang akan diajarkan pada mahasiswa dan kegunaan dari modul tersebut juga mempermudah mahasiswa untuk menyelesaikan soal-soal dalam pelajaran tertentu, dalam penelitian ini penulis mengembangkan modul praktikum yang dipergunakan dalam mempermudah kegiatan pembelajaran di *Laboratorium*

2. Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik merupakan jaringan infrastruktur yang menyediakan energi listrik dari sumber daya alam seperti angin, air, matahari atau bahan bakar fosil ke berbagai jenis beban listrik seperti peralatan rumah tangga, transportasi, industri dan lain-lain⁶.

3. Ketidakseimbangan Beban Tiga Fasa

Fenomena ketidakseimbangan beban merupakan kondisi dimana fasa tegangan atau beban berbeda amplitudo dan atau tidak memiliki perbedaan

⁴ Kamus Bahasa Indonesia, <http://kamusbahasaIndonesia.org/pengembangan>

⁵ Adi Heru S, 1993, *Kader Kesehatan Masyarakat*, (Jakarta :Buku Kedokteran EGC), h.286

⁶ Aldi Cahaya Muhammad, dkk, 2023, *Pembangkit Tenaga Listrik*, (Padang : Global Eksekutif Teknologi), h. 1

sudut fasa 120^0 , kondisi tersebut disebabkan karena ketidakseimbangan beban antar fasa⁷.

F. Kajian Penelitian Terdahulu

1. Penelitian yang dilakukan oleh Dirat Mahadiraja dan Syamsuarnis pada tahun 2020, berjudul “ Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Daring Pada Mata Pelajaran Instalasi Penerangan Listrik Kelas XI Teknik Instalasi Listrik T.P 2019/2020 di SMK Negeri 1 Pariaman”. Penelitian ini bertujuan menghasilkan modul pembelajaran Instalasi Penerangan Listrik (IPL) yang valid, praktis dan efektif. Penelitian ini menggunakan metode penelitian pengembangan (*Research and Development*) dengan Model 4D. Subjek penelitian ini siswa kelas XI TITL 1 SMK Negeri 1 Pariaman yang terdaftar pada semester 1 tahun ajaran 2019/2020. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh validitas media adalah 88% dengan kategori valid, validitas materi rata-rata 88% dengan kategori valid. Uji Praktikalitas dengan reponden guru nilai rata-rata 86,53% dan siswa nilai rata-rata 85,2% menyatakan modul pembelajaran IPL adalah sangat praktis. Uji keefektifitasan melalui hasil posttest dari 24 siswa yang telah tuntas di atas Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) adalah sebanyak 22 siswa dan 2 orang siswa dengan nilai di bawah KKM. Diperoleh ketuntasan siswa sebesar 92 % dengan kategori efektif. Disimpulkan bahwa modul pembelajaran IPL adalah

⁷Hendrea Bernando Tambunan, 2020, *Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*, (Yogyakarta :CV Budi Utama), h.179

valid, praktis dan efektif digunakan dalam proses belajar mengajar untuk Instalasi Penerangan Listrik⁸.

2. Penelitian yang diteliti oleh Juni Soryati dan Zamtinah berjudul, “Pengembangan modul teknik jaringan distribusi tenaga listrik berbasis kebutuhan dunia usaha dan dunia industri. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan modul Teknik Jaringan Distribusi Tenaga Listrik berbasis kebutuhan dunia usaha dan dunia industri, mengetahui tingkat kelayakan modul Teknik Jaringan Distribusi Tenaga Listrik berbasis kebutuhan dunia usaha dan dunia industri ditinjau dari aspek materi dan media, mengetahui tanggapan pengguna terhadap modul Teknik Jaringan Distribusi Tenaga Listrik berbasis kebutuhan dunia usaha dan dunia industri. Penelitian ini menggunakan metode penelitian pengembangan berdasarkan model penelitian pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) oleh Thiagarajan. Hasil berupa modul Teknik Jaringan Distribusi Tenaga Listrik digunakan sebagai bahan ajar di SMK maupun industri. Penilaian kelayakan oleh ahli materi diperoleh rerata skor keseluruhan 107 dengan kategori “Sangat Layak”, penilaian kelayakan oleh ahli media diperoleh rerata skor keseluruhan 101,7 dengan kategori “Sangat Layak”, dan berdasarkan

⁸ Dirat Mahardiraja dan Syamsuarnis, 2020, *Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Daring Pada Mata Pelajaran Instalasi Penerangan Listrik Kelas XI Teknik Instalasi Listrik T.P 2019/2020 di SMK Negeri 1 Pariaman*. (Universitas Negeri Padang : Padang) Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional, <https://doi.org/10.24036/jtev.v6i1.107612>.

tanggapan pengguna modul diperoleh rerata skor keseluruhan 83,53 dengan kategori “Sangat Baik”.⁹

3. Penelitian tahun 2023 yang dilakukan oleh Rodhotul Muttaqin, dkk, penelitian ini berjudul “*Pengembangan Modul Pratikum Fisika Dasar Digital pada Materi Listrik Magnet Sebagai Upaya Adaptasi Kebiasaan Baru*”. Tujuannya penelitian ini ialah membangun modul praktikum fisika berbasis digital dalam materi elektromagnetik. Modul yang dikembangkan ialah praktikum fisika dasar digital yang didukung dengan video yang terintegrasi. Model penelitian dan pengembangan modul digital ini direalisasikan menggunakan model pengembangan 4-D yang mempunyai empat tahapan proses, yakni define, design, develop, dan release. Hasil validasi ahli materi menunjukkan aspek keterjangkauan dan ketepatan materi mencapai persentase poin 80% dan aspek kecanggihan materi mencapai 93%. Hasil verifikasi oleh ahli bahasa menunjukkan bahwa kelengkapan bahasa dan penggunaan aspek kebahasaan dalam komunikasi mencapai persentase 93%. Serta aspek penggunaan bahasa yang merangsang rasa ingin tahu siswa mencapai 80%. Hasil verifikasi oleh ahli media menunjukkan bahwasanya media yang disajikan pada modul magang digital mempunyai akurasi dalam pemakaian media berbentuk gambar dan video, estetika gambar dan

⁹ Juni Soryati dan Zamtinah, 2018, *Pengembangan Modul Pratikum Fisika Dasar Digital pada Materi Listrik Magnet Sebagai Upaya Adaptasi Kebiasaan Baru* , (Universitas Negeri Yogyakarta : Yogyakarta), Jurnal Pendidikan Teknik Elektro , Vol 8, N0. 5, <https://doi.org/10.21831/elektro.v8i4.13442>.

video, hingga deskripsi interpretasi video yang jelas dan sistematis. dengan nilai rerata. sama dengan 93%. Pengujian kelayakan menghasilkan skor persentase rata-rata 86% yang berarti modul berada pada kategori sangat layak¹⁰.



¹⁰Rodhotul Muttaqi, dkk, 2023, *Pengembangan Modul Pratikum Fisika Dasar Digital pada Materi Listrik Magnet Sebagai Upaya Adaptasi Kebiasaan Baru*”, , (Universitas Negeri Semarang Sekaran: Semarang).