

**PENERAPAN MODUL DAN *TRAINER* PRAKTIKUM
GENERATOR INDUKSI 3 FASA UNTUK MENINGKATKAN
EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN MAHASISWA
PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO**

SKRIPSI

Diajukan oleh:

SURESKI ZAELANI

NIM : 200211006

Mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2025M/1447H**

**PENERAPAN MODUL DAN *TRAINER* PRAKTIKUM
GENERATOR INDUKSI 3 FASA UNTUK MENINGKATKAN
EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN MAHASISWA
PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO**

SKRIPSI

Telah Disetujui dan Diajukan Pada Sidang Munaqasyah Skripsi
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Bidang Pendidikan Teknik Elektro

Oleh

Sureski Zaelani

NIM : 200211006

Mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Disetujui oleh:

Pembimbing

Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Elektro

Dr. Hari Anna Lastya, M.T
NIP. 198704302015032005

Dr. Hari Anna Lastya, M.T
NIP. 198704302015032005

**PENERAPAN MODUL DAN *TRAINER* PRAKTIKUM
GENERATOR INDUKSI 3 FASA UNTUK MENINGKATKAN
EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN MAHASISWA
PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO**

SKRIPSI

Telah Diuji dan Dipertahankan di Depan Tim Penguji Munaqasyah Skripsi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Bidang Pendidikan Teknik Elektro

Pada Hari/Tanggal

Senin, 25 Agustus 2025

01 Rabiul Awal 1447

Tim Penguji Munaqasyah Skripsi

Ketua,

Dr. Hari Anna Lastya, M.T
NIP. 198704302015032005

Sekretaris,

Rahmayanti, M.Pd
NIP. 198704162025212013

Penguji I,

Muhammad Rizal Fachri, M.T
NIP. 198807082019031018

Penguji II,

Baihaqi, M.T
NIP. 198802212022031001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Prof. Safrul Muhlik S.Ag., M.A., M.Ed., Ph.D.
NIP. 197301021997031003

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Sureski Zaelani

NIM : 200211006

Prodi : Pendidikan Teknik Elektro

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Judul Skripsi : “Penerapan Modul dan Trainer Praktikum Generator Induksi 3 Fasa untuk Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran Mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro”.

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

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

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya dan telah melalui pembuktian yang dipertanggungjawabkan 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 Banda Aceh.

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

Banda Aceh, 25 Agustus 2025
Yang menyatakan,



Sureski Zaelani
NIM. 200211006

ABSTRAK

Nama : Sureski Zaelani

NIM : 200211006

Fakultas / Prodi : Tarbiyah dan Keguruan/Pendidikan Teknik
Elektro

Judul Skripsi : “Penerapan Modul dan Trainer Praktikum
Generator Induksi 3 Fasa untuk Meningkatkan
Efektivitas Pembelajaran Mahasiswa Pendidikan
Teknik Elektro”.

Pembimbing : Dr. Hari Anna Lastya, S.T., M.T.

Kata Kunci : Penerapan Modul dan *Trainer* Praktikum,
Generator Induksi Tiga Fasa, Dasar Energi Listrik,
Hasil Belajar, Efektivitas Pembelajaran.

Penerapan modul dan *trainer* praktikum generator induksi tiga fasa di praktikum dasar energi listrik pada mata kuliah dasar energi listrik, meskipun modul dan *trainer* tersebut telah dirancang sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penerapan modul dan trainer praktikum generator induksi tiga fasa dalam pembelajaran praktikum Dasar Energi Listrik bagi mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro semester genap tahun 2025. Metode yang digunakan adalah pre-eksperimen dengan desain one-group pretest-posttest, melibatkan analisis kuantitatif terhadap enam indikator pembelajaran: pemahaman konsep, keterlibatan aktif, keterampilan praktis, motivasi belajar, kemampuan berpikir kritis, dan hasil belajar. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan pada seluruh indikator, dengan efektivitas total pembelajaran mencapai 88,23% berdasarkan indeks gabungan. Dari hasil belajar, hasil *pre-test* menunjukkan

nilai rata-rata sebesar 66,39 dengan simpangan baku 4,19, sementara skor *post-test* meningkat menjadi 88,05 dengan simpangan baku menurun menjadi 2,16. Selisih nilai rata-rata sebesar 21,66 dianalisis dengan uji t berpasangan dan menghasilkan t-hitung sebesar 7,33 dengan p-value 0,0000058 atau $5,8 \times 10^{-7} < 0,0001$, menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik terhadap peningkatan hasil belajar mahasiswa. Selain itu, perhitungan N-Gain menunjukkan nilai rata-rata sebesar 0,64 atau 64%, yang termasuk dalam kategori “Sedang hingga tinggi”, menegaskan bahwa peningkatan efektivitas pembelajaran mahasiswa berlangsung secara proporsional dan bermakna. Dan hasil kuesioner menunjukkan bahwa 77% mahasiswa memberikan respon positif terhadap penerapan modul dan trainer, dengan rata-rata persentase dukungan mencapai 80,5% dengan kategori “Setuju”, mendekati kategori sangat setuju terhadap kualitas modul dan *trainer* yang digunakan. Temuan ini memperkuat kesimpulan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis modul dan trainer praktikum tidak hanya efektif secara pedagogis, tetapi juga diterima secara positif oleh peserta didik. Dengan demikian, pendekatan pembelajaran berbasis modul dan *trainer* ini terbukti meningkatkan efektivitas pembelajaran mahasiswa.



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan proposal ini dengan baik. Tidak lupa, kami juga mengucapkan shalawat dan salam kepada Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan seluruh umat Muslim di seluruh dunia. Saya bersyukur kepada Allah SWT atas karunia-Nya berupa kesehatan baik secara jasmani maupun rohani, yang memungkinkan saya untuk menyelesaikan penulisan Skripsi dengan judul “Penerapan Modul dan *Trainer* Praktikum Generator Induksi 3 Fasa untuk Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran Mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro”.

Penulis meyakini bahwa tidak ada yang terjadi tanpa kehendak Allah SWT. Walau penulis telah berusaha semaksimal mungkin dalam menyelesaikan Skripsi penelitian ini, penulis sadar bahwa masih terdapat kekurangan dalam Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis berharap dapat menerima saran dan masukan guna perbaikan di masa depan. Semoga Allah SWT memberkati dan memberikan rahmat serta hidayah-Nya kepada kita semua. *Aamiin Ya Rabbal Alamin.*

Banda Aceh, 25 Agustus 2025

Penulis,



Sureski Zaelani
NIM. 20021100

DAFTAR ISI

COVER.....	i
PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
PENGESAHAN PENGUJI	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Hipotesis Penelitian.....	4
F. Definisi Operasional.....	6
G. Kajian Terdahulu	7
BAB II	13
KAJIAN PUSTAKA	13

A. Penerapan Modul dan Trainer Praktikum	13
B. Generator Induksi 3 Fasa	19
C. Efektivitas Pembelajaran	26
BAB III	30
METODE PENELITIAN	30
A. Rancangan Penelitian	30
B. Populasi dan Sampel Penelitian	34
C. Instrumen Pengumpulan Data	35
D. Teknik Pengumpulan Data	41
E. Teknik Analisa Data	43
BAB IV	50
HASIL DAN PEMBAHASAN	50
A. Hasil Penelitian	50
B. Pembahasan	80
BAB V	84
PENUTUP	84
A. Kesimpulan	84
B. Saran	85
DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN	90
Daftar Riwayat Hidup	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Mesin induksi 3 phasa	20
Gambar 2.2 : Kapasisas motor induksi 3 phasa	22
Gambar 2.3 : Wilayah pengoperasian mesin induksi	24
Gambar 2.4 : Rangkaian Generator Induksi 3 Phasa.....	25
Gambar 3.1 : Langkah-langkah rancangan penelitian	31



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	: Kisi-kisi Tes Tulis	35
Tabel 3.2	: Soal Pretest-Posttest	36
Tabel 3.3	: Kisi-Kisi Lembar Observasi Peneliti.....	38
Tabel 3.4	: Angket Kuesioner respon mahasiswa	38
Tabel 3.5	: Kriteria jawaban dan skor penilaian penelitian	42
Tabel 3.6	: Kategori Uji t.....	45
Tabel 3.7	: Tiga ketegori nilai N-Gain.....	46
Tabel 3.8	: Kategori persentase tanggapan respon	49
Tabel 4.1	: Hasil Pemahaman Konsep	51
Tabel 4.2	: Hasil ketelibatan aktif.....	53
Tabel 4.3	: Hasil Keterampilan Praktis.....	55
Tabel 4.4	: Hasil Motivasi Belajar	57
Tabel 4.5	: Hasil Keterampilan Berpikir Kritis.....	59
Tabel 4.6	: Skor Hasil Pretest Mahasiswa	62
Tabel 4.7	: Skor Hasil Posttest Mahasiswa.....	64
Tabel 4.8	: Data selisih hasil pretest-posttest mahasiswa ..	66
Tabel 4.9	: Hasil Uji t Perhitingan Excel	69
Tabel 4.10	: Hasil Uji N-gain Pretest-Posttest.....	71
Tabel 4.11	: Hasil Data Indikator Efektivitas	72
Tabel 4.12	: Hasil Tanggapan Responden.....	74

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : SK Skripsi
- Lampiran 2 : Surat Penelitian
- Lampiran 3 : Lembar Validasi Soal *Pre-test* dan *Post-test*
- Lampiran 4 : Lembar Absensi Praktikum Dasar Energi Listrik
- Lampiran 5 : Lembar Observasi Peneliti
- Lampiran 6 : Lembar Kerja Praktikum (Soal *pretest-posttest*)
- Lampiran 7 : Lembar Kuesioner Respon Mahasiswa
- Lampiran 8 : Dokumentasi Penelitian
- Lampiran 9 : Daftar Riwayat Hidup



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Media pembelajaran adalah alat atau sarana yang digunakan untuk menyampaikan materi pembelajaran kepada mahasiswa. Media ini dapat berupa buku, modul, video, simulasi, dan alat praktikum. Penggunaan media pembelajaran yang tepat dapat membantu memahami materi dengan lebih baik dan meningkatkan efektivitas pembelajaran.¹ Jenis-jenis media pembelajaran dapat dibagi menjadi beberapa kategori, antara lain media cetak, media *audio-visual*, dan media interaktif. Media cetak mencakup buku, modul, majalah, dan *leaflet*. Media *audio-visual* meliputi video pembelajaran, film dokumenter, slide suara, dan lain sebagainya. Media interaktif mencakup *software* pembelajaran, aplikasi, dan alat praktikum.²

Modul praktikum adalah salah satu bentuk media cetak yang sangat efektif dalam membantu memahami konsep dan aplikasi tertentu melalui kegiatan praktikum. Sedangkan, *trainer* praktikum adalah salah satu bentuk media interaktif yang digunakan dalam kegiatan praktikum untuk

¹ Arsyad, A. (2013). Media Pembelajaran. Jakarta: Rajawali Pers., hlm. 15–27.

² Wahyudi, I. H.; Rusmono; & Bintoro, J. (2020). Pengembangan Media Trainer Basic Digital. Yogyakarta: Jurnal VOTE.

mensimulasikan operasi alat tertentu. Modul dan *trainer* praktikum merupakan alat bantu yang dapat digunakan untuk mensimulasikan dan mempraktikkan konsep-konsep yang dilakukan dalam praktikum di laboratorium.³ Dengan menggunakan modul dan *trainer* praktikum, pelajar dapat belajar secara langsung melalui pengalaman praktis, sehingga diharapkan pemahaman mereka terhadap materi dapat meningkat. Namun, pemahaman teoritis saja tidak cukup, diperlukan modul praktikum yang efektif untuk memberikan pengalaman langsung.⁴ Salah satu masalah utama dalam pembelajaran generator induksi 3 fasa adalah kurangnya modul dan *trainer* praktikum yang memadai.

Berdasarkan hasil observasi awal pada praktikum mata kuliah dasar energi listrik di Prodi Pendidikan Teknik Elektro, ditemukan bahwa belum adanya modul dan *trainer* praktikum untuk materi generator induksi 3 fasa pada mata kuliah dasar energi listrik telah teratasi atau tersedianya modul dan *trainer*. Padahal modul dan *trainer* telah diteliti dalam penelitian sebelumnya. Modul untuk materi generator induksi 3 fasa

³ Rahman, M. A.; Sutanto, H.; Nalle, C. Y. A.; & Fandi. (2021). *Rancang Bangun Modul Praktikum dan Trainer Sistem Kontrol Berbasis Remote Laboratory sebagai Media Pembelajaran Jarak Jauh*. Sorong: Politeknik Pelayaran Sorong.

⁴ Khomsatun. (2019). *Desain dan Pembuatan Modul Trainer Sensor sebagai Alat Bantu pada Praktikum Pembelajaran Sensor dan Aktuator*. Semarang: Universitas Negeri Semarang, hlm. 22–30.

diteliti oleh Fikri Fazillah (2024), dengan judul “Perancangan Modul Praktikum Generator Induksi 3 Fasa Untuk Mata Kuliah Dasar Energi Listrik Pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro”, dan *trainer* untuk materi generator induksi 3 fasa diteliti oleh Azmi Sahputra (2024) dengan judul “Pengembangan *Trainer* Praktikum Dasar Energi Listrik untuk Materi Generator Induksi 3 Fasa”. Penelitian sebelumnya merupakan perancangan serta pengembangan modul dan *trainer* praktikum generator induksi 3 fasa sehingga belum di terapkan secara langsung dalam proses pembelajaran. Penerapan modul dan *trainer* praktikum sebagai media pembelajaran yang interaktif dan berbasis teknologi sehingga nantinya penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran dalam proses belajar.

Berlandaskan pada latar belakang yang telah diuraikan, maka peneliti akan menjalankan penelitian dengan judul “Penerapan Modul dan *Trainer* Praktikum Generator Induksi 3 Fasa untuk Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran Mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro.”

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana efektivitas penggunaan modul dan *trainer* praktikum dalam meningkatkan pemahaman

mahasiswa terhadap konsep dan aplikasi generator induksi tiga fasa?

2. Bagaimana respon mahasiswa terhadap proses pembelajaran penggunaan modul dan *trainer* praktikum dalam pembelajaran generator induksi tiga fasa?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui efektivitas penerapan modul dan *trainer* praktikum dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep dan aplikasi generator induksi tiga fasa.
2. Untuk menganalisis respon mahasiswa terhadap proses pembelajaran penggunaan modul dan *trainer* praktikum dalam pembelajaran generator induksi tiga fasa.

D. Hipotesis Penelitian

1. Hipotesis Nol (H_0) : Tidak terdapat perbedaan signifikan antara pre-test dan post-test pada efektivitas pembelajaran setelah penerapan modul dan *trainer* praktikum generator induksi tiga fasa.
2. Hipotesis Alternatif (H_A) : Terdapat perbedaan signifikan antara pre-test dan *post-test* pada efektivitas

pembelajaran setelah penerapan modul dan *trainer* praktikum generator induksi tiga fasa.

E. Manfaat Penelitian

1. Teoritis:

- a. Menambah wawasan dan pengetahuan dalam bidang pendidikan teknik elektro, khususnya mengenai penggunaan modul dan *trainer* praktikum.
- b. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan teori pembelajaran interaktif dan praktis dalam Mata Kuliah Dasar Energi Listrik.

2. Praktis:

- a. Bagi Mahasiswa : Diharapkan membantu mahasiswa dalam memahami konsep dasar energi listrik dan aplikasi generator induksi tiga fasa melalui pengalaman praktis. Mahasiswa dapat mengembangkan keterampilan yang diperlukan dalam dunia kerja.
- b. Bagi Dosen : Diharapkan dapat memberikan panduan praktis bagi dosen dalam menerapkan modul serta *trainer* praktikum yang efektif. Dosen dapat meningkatkan kualitas pengajaran dengan menggunakan media pembelajaran yang interaktif.

- c. Bagi Peneliti : Diharapkan dapat menyediakan data dan informasi yang dapat digunakan oleh peneliti lain untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut di bidang pendidikan teknik elektro dan media pembelajaran.

F. Definisi Operasional

Pada bagian ini peneliti paparkan beberapa istilah yang ada pada penelitian:

1. Modul Praktikum

Adalah bahan ajar yang dirancang untuk memberikan pengalaman praktis kepada mahasiswa dalam memahami dan mengoperasikan generator induksi tiga fasa. Modul ini mencakup teori, langkah-langkah praktikum, serta evaluasi hasil belajar.

2. *Trainer* Praktikum

Adalah alat bantu praktikum yang digunakan untuk mensimulasikan dan mempraktikkan konsep-konsep dasar energi listrik dan generator induksi tiga fasa. *Trainer* ini dilengkapi dengan berbagai komponen dan instrumen yang diperlukan untuk melakukan praktikum.

3. Generator Induksi Tiga Fasa

Adalah mesin listrik yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik menggunakan prinsip induksi elektromagnetik. Generator ini terdiri dari tiga belitan yang terhubung dalam konfigurasi bintang atau delta dan menghasilkan tegangan tiga fasa.

4. Efektivitas Pembelajaran

Adalah tingkat keberhasilan modul dan *trainer* praktikum dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan mahasiswa. Efektivitas ini diukur melalui peningkatan hasil belajar mahasiswa, keterampilan praktis, dan respon mahasiswa terhadap metode pembelajaran yang digunakan.

G. Kajian Terdahulu

1. Azmi Sahputra (2024), “Pengembangan *Trainer* Praktikum Dasar Energi Listrik Pada Materi Generator Induksi 3 Fasa”, Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development* dengan menggunakan 7 tahap saja dari potensi masalah sampai ke revisi produk. Instrumen yang digunakan adalah lembar validasi ahli materi dan ahli media untuk menguji kelayakan pada *Trainer*. Penelitian ini melibatkan 2 orang validator ahli materi dan 2 orang sebagai validator ahli media untuk menguji kelayakan

Trainer generator induksi 3 fasa. Hasil validasi dari para ahli menunjukkan bahwa ahli media memberikan hasil sebesar 91% dan ahli materi memberikan hasil sebesar 89%. Berdasarkan penilaian dari kedua ahli tersebut, *Trainer* generator induksi 3 fasa dikategorikan sebagai "Sangat Layak" untuk digunakan dalam mata kuliah Dasar Energi Listrik.⁵

2. Fikri Fazillah (2024), “Perancangan Modul Praktikum Generator Induksi 3 Fasa Untuk Mata Kuliah Dasar Energi Listrik Pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro”, Metode Penelitian *Research and Development* (R&D), metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu. Produk dalam penelitian ini berupa modul praktikum generator induksi 3 fasa. Modul praktikum generator induksi 3 fasa ditentukan oleh hasil validasi ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa. Berdasarkan pada hasil pengujian modul praktikum Dasar Energi Listrik yang dilakukan pada (lima validator) yang masing-masing aspek dibagi menjadi tiga kelompok, dua orang validator pada ahli materi memperoleh nilai rata-rata

⁵Azmi Sahputra, “Pengembangan Trainer Praktikum Dasar Energi Listrik Pada Materi Generator Induksi 3 Fasa.” Tesis lainnya, (Banda Aceh: UIN Ar-Raniry. 2024)

0,875 dengan kategori Sangat valid, dua orang validator pada ahli media memperoleh nilai rata-rata 0,937 dengan kategori Sangat valid, dan satu orang pada validator ahli bahasa memperoleh nilai rata-rata 0,75 dengan kategori Valid. Maka dapat disimpulkan perancangan modul praktikum generator induksi 3 fasa sudah siap digunakan dengan kategori Sangat Valid.⁶

3. Institut Teknologi Bandung (2023), “Modul Praktikum Generator Listrik DC”, Metode Penelitian: Eksperimen, Hasil Penelitian: Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji efektivitas modul praktikum untuk pembelajaran generator listrik DC. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan desain *pre-test* dan *post-test*. Subjek penelitian adalah mahasiswa program studi Teknik Elektro yang mengambil mata kuliah terkait generator listrik. Modul praktikum yang dikembangkan mencakup panduan langkah demi langkah untuk melakukan praktikum, penjelasan teori yang mendasari setiap langkah, serta soal-soal latihan untuk mengukur pemahaman

⁶ Fikri Fazillah, “Perancangan Modul Praktikum Generator Induksi 3 Fasa Untuk Mata Kuliah Dasar Energi Listrik Pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro.” Tesis lainnya, (Banda Aceh: UIN Ar-Raniry. 2024)

mahasiswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan modul praktikum ini meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang generator listrik DC sebesar 30%. Selain itu, mahasiswa memberikan respon positif terhadap modul praktikum ini, dengan menyatakan bahwa modul tersebut membantu mereka memahami materi dengan lebih baik dan meningkatkan keterampilan praktis mereka.⁷

4. Muhammad Yusaldi, (2023) “Desain *Trainer* Penyearah Terkendali 3 Fasa Untuk Mata Kuliah Elektronika Daya.” Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah R&D (Research and Development) dengan menggunakan 6 tahap dari 10 tahap yang ada pada metode ini. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah lembar validasi ahli media dan lembar validasi ahli materi untuk menguji kelayakan pada alat trainer penyearah terkendali 3 fasa. Penelitian ini melibatkan 4 orang dosen sebagai validator ahli media dan ahli materi. Selain dosen, selanjutnya hasil kelayakan yang

⁷ Institut Teknologi Bandung, *Modul Praktikum Generator Listrik DC*, 2023. Diakses pada September 2024 dari situs: https://lfd.itb.ac.id/wp-content/uploads/sites/278/2023/01/Modul-12-Generator-Listrik-DC_18-Januari-2023.pdf

diperoleh dari kedua ahli media adalah mencapai 85,3% dengan kategori “Sangat Layak” sedangkan hasil kedua ahli materi adalah mencapai 94.4% dengan kategori “Sangat Layak” menunjukkan bahwa trainer ini sangat layak digunakan dalam praktikum pada mata kuliah Elektronika Daya.⁸

5. Yayan Maulana, (2023) “Desain Trainer Inverter 3 Fasa Untuk Mata Kuliah Elektronika Daya Di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro.” Metode pada penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan jenis penelitiannya menggunakan Research and Development (R&D). Desain Trainer Inverter 3 Fasa ini terdiri dari perancangan program pembangkit sinyal switching yang menggunakan Function Generator, perancangan rangkaian driver sebagai penggerak switch serta menggunakan IC IR2184 sebagai Pengontrol, dan perancangan rangkaian daya yang menggunakan 6 buah MOSFET. Hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa tegangan yang dihasilkan oleh inverter tiga fasa ini memiliki bentuk PWM bertingkat dan frekuensi

⁸ Muhammad Yusaldi, “*Desain Trainer Penyearah Terkendali 3 Fasa Untuk Mata Kuliah Elektronika Daya.*” Tesis lainnya, (Banda Aceh: UIN Ar-Raniry. 2023)

fundamental 50 Hz. Besar tegangan yang dihasilkan $V_{pa-pb} = 1,9 \text{ Vac}$, $V_{pb-pc} = 1,5 \text{ Vac}$, $V_{pc-pa} = 2,2 \text{ Vac}$. Setelah dilakukan beberapa kali pengecekan dan berakhir dengan validasimedia dan validasi materi maka disimpulkan alat trainer inverter 3 phasa ini layak digunakan sebagai alat bantu ajar pada mata kuliah elektronika daya.⁹

Perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan peneliti lakukan adalah penelitian terdahulu membahas berbagai aspek teknis dan teoritis mengenai generator induksi tiga fasa serta pengembangan modul dan trainer secara umum. Sedangkan, penelitian yang akan peneliti lakukan berbeda karena fokusnya adalah penerapan modul dan trainer praktikum materi generator induksi 3 fasa untuk mata kuliah dasar energi listrik pada mahasiswa pendidikan teknik elektro. Peneliti juga akan mengevaluasi efektivitas modul dan trainer praktikum dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran mahasiswa, serta mengidentifikasi kendala yang dihadapi dalam penerapannya.

⁹ Yayan Maulana, “Desain Trainer Inverter 3 Phasa Untuk Mata Kuliah Elektronika Daya Di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro.” Tesis lainnya, UIN Ar-Raniry Banda Aceh (2023)

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Penerapan Modul dan Trainer Praktikum

1. Penerapan

Penerapan adalah proses mengimplementasikan suatu konsep, metode, atau alat dalam situasi nyata untuk mencapai tujuan tertentu. Menurut KBBI (2024), penerapan adalah tindakan atau proses menerapkan sesuatu dalam praktik.¹⁰ Penerapan dapat mencakup penggunaan strategi pengajaran, teknologi, atau alat bantu yang mendukung proses pembelajaran dan membantu siswa memahami materi dengan lebih baik. Di bidang lain, seperti teknologi, penerapan dapat berarti penggunaan inovasi atau teknik tertentu dalam industri atau layanan untuk meningkatkan efisiensi, kualitas, atau hasil. Secara umum, penerapan bertujuan untuk mengubah teori atau ide menjadi praktik nyata yang dapat memberikan manfaat atau solusi atas masalah yang ada.¹¹

¹⁰ KBBI, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Balai Pustaka. (2024).

¹¹ Nur Aini Susanti, Wahyu Dwi Kurniawan, (2020), “Penerapan Modul Cnc I Menggunakan Pembelajaran Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Aktivitas Dan Hasil Belajar Mahasiswa Teknik Mesin Unesa”, *Jurnal of Vocational and Technical Education*, Vol.2, No.2, 30-31

Penerapan dalam konteks pendidikan teknik elektro adalah proses integrasi teori dan praktik melalui penggunaan alat bantu seperti modul dan trainer untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan mahasiswa. Menurut Sugiyono (2016), penerapan adalah langkah konkret dalam mengimplementasikan teori ke dalam praktik nyata.¹²

2. Modul Praktikum

Definisi Modul, modul praktikum adalah bahan ajar yang disusun secara sistematis dan menarik untuk membantu mahasiswa memahami materi secara mandiri. Jenis-jenis modul praktikum yaitu modul cetak, modul digital, dan modul interaktif. Modul biasanya dilengkapi dengan tujuan pembelajaran, materi, latihan, dan evaluasi. Modul adalah kumpulan sistematis sumber belajar tertulis atau cetak. Hal ini terdiri dari pedoman untuk latihan pembelajaran mandiri, tujuan pembelajaran yang didasarkan pada keterampilan dasar atau ukuran kemahiran yang dicapai, dan sumber daya serta teknik pembelajaran.¹³

¹²Sugiyono, "Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D", (2016).

¹³Hanna Haristah Al Azka dkk. 2019, *Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika, Universitas PGRI Semarang, Pengembangan Modul Pembelajaran*, Vol. 1, No. 5, September 2019, Hal. 224-236

Fungsi Modul

- a. Sebagai alat evaluasi (mengukur kemampuan),
- b. Sebagai pedoman dalam memulai pembelajaran,
- c. Mempermudah dan memperjelas materi agar mudah dipahami,
- d. Sebagai alat bantu mengajar bagi peserta didik.

Hal ini menandakan bahwa modul tersebut akan dijadikan sebagai bahan referensi peserta didik karena memuat berbagai modul yang harus mereka pelajari.¹⁴

Keuntungan Penggunaan Modul Praktikum

- a. Meningkatkan Pemahaman Konsep.

Modul praktikum dirancang untuk membantu mahasiswa memahami konsep secara mendalam. Dengan adanya penjelasan yang sistematis dan langkah-langkah praktikum yang jelas, mahasiswa dapat lebih mudah memahami dan mengaplikasikan teori yang telah dipelajari.¹⁵

¹⁴Fadly Dwi Abdillah, *Penggunaan Modul sebagai Upaya Peningkatan Hasil Belajar Siswa Dalam Mata Pelajaran TIK Pada Materi Microsoft Word Kelas V Di SDN Sarikarya Kragilan Condongcatur Sleman Yogyakarta, Skripsi*, (Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta, 2013) Hal. 27

¹⁵ Asyhar (2017). *Desain Modul untuk Pembelajaran Mandiri*.

b. Memfasilitasi Pembelajaran Mandiri.

Modul praktikum mendorong mahasiswa untuk belajar secara mandiri. Mereka dapat mengakses materi kapan saja dan di mana saja, sehingga pembelajaran tidak terbatas pada waktu dan tempat tertentu.¹⁶ Dengan modul, mahasiswa dapat belajar tanpa harus selalu bergantung pada pengajar. Ini sangat berguna terutama dalam situasi di mana pengajar tidak selalu tersedia untuk memberikan bimbingan langsung.¹⁷

c. Meningkatkan Keterampilan Praktis.

Modul praktikum memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengembangkan keterampilan praktis yang relevan dengan bidang studi mereka. Dengan melakukan praktikum secara mandiri, mahasiswa dapat lebih memahami aplikasi praktis dari teori yang telah dipelajari.¹⁸

¹⁶ Rahdiyanta (2016). *Karakteristik Modul Pembelajaran*.

¹⁷ Susanti (2017). *Modul Praktikum dalam Pembelajaran*.

¹⁸ MySertifikasi (2023). *Manfaat Modul Praktikum dalam Pembelajaran*.

3. *Trainer* Praktikum

Definisi *Trainer* Praktikum

Trainer praktikum adalah perangkat atau alat yang digunakan untuk simulasi dan eksperimen dalam lingkungan laboratorium. *Trainer* memungkinkan mahasiswa untuk mempraktikkan teori yang telah dipelajari. *Trainer* merupakan suatu set peralatan laboratorium yang digunakan sebagai media pendidikan dan gabungan antara model kerja dan *mock-up*, *trainer* ditujukan untuk menunjang pembelajaran peserta didik dalam menerapkan pengetahuan yang diperolehnya pada benda nyata.

Model *mock-up* adalah suatu penyederhanaan susunan bagian sistem yang lebih rumit. Dari pernyataan tersebut disimpulkan, *trainer* merupakan media pembelajaran berupa replika atau miniatur sebuah perangkat yang disimulasikan dan diterapkan dalam kegiatan praktikum di laboratorium yang membantu dan mempermudah saat memahami serta menguasai materi pembelajaran yang disampaikan.¹⁹

¹⁹ Eko Rohmatul Hidayat dan Bambang Supriyanto. *Validasi Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Mikrokontroler Model Traffic Light Pada Mata Pelajaran Mikroprosesor Dan Mikrokontroler*. Surabaya: Jurnal Pendidikan Teknik Elektro. Vol.10 No.1, 2021, Hal.12

Trainer atau alat peraga adalah perangkat yang bisa dilihat dan didengar, bertujuan untuk membantu guru dalam proses belajar mengajar agar lebih efektif dan efisien. Alat peraga ini merupakan komponen penting yang menentukan efektivitas pembelajaran dengan mengubah materi ajar yang abstrak menjadi lebih konkret dan realistis.

Kelebihan *trainer* adalah sebagai berikut:²⁰

- a. Belajar lebih menarik karena dapat diperagakan langsung.
- b. Lebih cepat dimengerti dan biaya pembuatan terjangkau.
- c. Dapat bereksperimen bebas tanpa harus memikirkan resiko kerusakan alat, karena hanya menggunakan *kabel-jack* banana.
- d. *Trainer* dapat menestimasi kinerja sistem pada kondisi tertentu dan memberikan alternatif desain terbaik sesuai spesifikasi yang diinginkan.
- e. Dapat menggunakan input data bervariasi.

²⁰ Eko Rohmatul Hidayat dan Bambang Supriyanto. *Validasi Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Mikrokontroler Model Traffic Light....* Hal.13

- f. Sifatnya konkrit dan lebih realistis dalam memunculkan pokok masalah, jika dibandingkan dengan bahasa verbal.

Alat peraga dapat berupa objek nyata, gambar, atau diagram. Keuntungan dari objek nyata adalah kemampuannya untuk dimanipulasi, sedangkan gambar atau diagram, meskipun tidak dapat dimanipulasi, bisa digunakan untuk presentasi tulisan.

Namun, alat peraga juga memiliki kekurangan seperti:

- a. Menuntut lebih banyak usaha dari guru dalam mengajar.
- b. Membutuhkan lebih banyak waktu.
- c. Memerlukan kesiapan untuk berkorban secara material.

B. Generator Induksi 3 Fasa

Generator induksi 3 fasa adalah mesin listrik yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik melalui prinsip induksi elektromagnetik. Menurut Chapman (2005), generator induksi 3 fasa adalah komponen penting dalam sistem pembangkit listrik.²¹ Rangkaian generator induksi 3 phasa

²¹ Stephen J. Chapman. *Electric Machinery Fundamentals*. McGraw-Hill Education, (2005). Hal.123

adalah sebuah sistem yang terdiri dari generator induksi yang beroperasi pada tiga phasa. Generator induksi 3 phasa dapat digunakan sebagai generator cadangan dari operasi generator sinkron 3 phasa. Generator induksi 3 phasa dapat dibuat dari motor induksi slip ring 3 phasa atau motor sangkar 3 phasa untuk generator induksi SEIG (Self Excited Induction Generator).²²



Gambar 2. 1. Mesin induksi 3 phasa

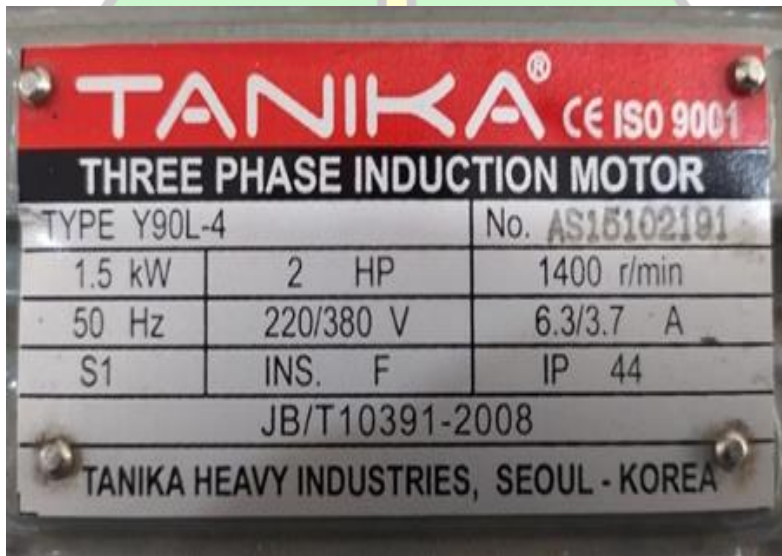
Pada gambar 2.1 generator induksi 3 phasa terhubung grid, generator ini digerakan oleh penggerak utama motor DC

²² Sutjipto, R., & Sungkowo, H. (2022). *analisis kinerja generator induksi 3 phasa berdasarkan regulasi tegangannya. Jurnal Teknik Ilmu dan Aplikasi*, 3(2), 122-129.

penguatan terpisah. Penggerak utama ini digunakan untuk mengatur kecepatan dari generator induksi 3 fasa. Generator induksi 3 fasa akan dihubungkan secara mekanik dengan penggerak utama yaitu motor DC penguatan terpisah. Pada generator induksi tiga fasa, tegangan dan arus keluaran akan muncul pada terminal generator induksi tiga fasa. Hasil tegangan dan arus dapat diamati melalui alat ukur *oscilloscope*. Setelah diamati hasil tegangan dan arus keluaran arus generator, maka dapat ditentukan nilai faktor dayanya.

Generator sinkron dan generator asinkron adalah dua jenis generator listrik yang berbeda dalam prinsip kerja dan karakteristiknya. Generator sinkron bekerja dengan prinsip sinkronisasi antara kecepatan putaran rotor dan frekuensi arus bolak-balik yang dihasilkan. Rotor pada generator sinkron diputar oleh sumber mekanis pada kecepatan konstan yang sinkron dengan frekuensi jaringan, sehingga menghasilkan keluaran listrik yang stabil dengan efisiensi tinggi. Konstruksi generator sinkron melibatkan rotor dengan elektromagnet atau magnet permanen dan stator dengan lilitan kawat. Generator sinkron umumnya digunakan dalam pembangkit listrik utama seperti pembangkit tenaga air, termal, dan nuklir karena stabilitas frekuensi dan tegangannya yang tinggi. Sebaliknya, generator asinkron, atau generator induksi, bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, dengan rotor yang berputar

pada kecepatan yang sedikit berbeda dari kecepatan sinkron (disebut slip). Konstruksi generator asinkron biasanya melibatkan rotor sangkar tupai atau lilitan yang terhubung ke rangkaian eksternal dan stator dengan lilitan kawat yang menerima arus dari sumber AC eksternal. Generator asinkron lebih sederhana dalam konstruksi dan perawatan serta dapat beradaptasi dengan perubahan beban, meskipun efisiensinya sedikit lebih rendah dibandingkan generator sinkron.

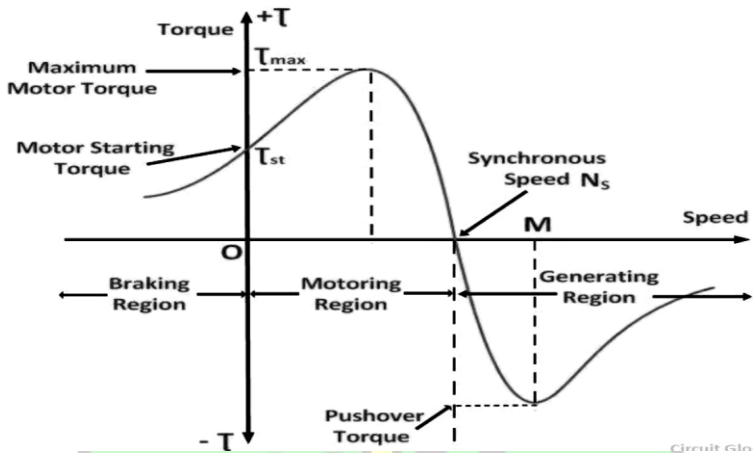


Gambar 2.2. Kapasisas motor induksi 3 phasa

Menurut gambar 2.2. tersebut menunjukkan sebuah pelat nama dari sebuah motor induksi tiga fasa yang diproduksi oleh *Tanika Heavy Industries*, Seoul, Korea. Berikut adalah

penjelasan mengenai informasi yang terdapat pada pelat nama tersebut: Tipe Motor Y90L-4Ini adalah tipe atau model motor yang ditunjukkan oleh pabrikan, daya yang dimiliki motor ini adalah 1.5 *kilowatt* atau setara dengan 2 tenaga kuda (*horsepower*), motor ini dirancang untuk bekerja pada frekuensi 50 Hertz, motor ini dapat beroperasi pada dua tegangan yang berbeda yaitu 220 volt atau 380 volt, pada tegangan 220 V, arus yang diperlukan adalah 6.3 Ampere, sedangkan pada 380 V, arus yang diperlukan adalah 3.7 Ampere, kecepatan putaran motor adalah 1400 rotasi per menit, motor ini memiliki derajat perlindungan IP 44, yang berarti motor ini terlindungi dari benda padat yang lebih besar dari 1 mm dan percikan air dari segala arah, dengan informasi tersebut, kita bisa mengetahui spesifikasi teknis dan kemampuan operasional motor induksi tiga fasa ini.

Mesin induksi tiga fasa (*asynchronous machine*) pada dasarnya dapat beroperasi sebagai motor maupun sebagai generator. Ketika motor dioperasikan dibawah kecepatan sinkronnya (N_s) maka motor akan beroperasi sebagai motor. Namun jika mesin induksi dioperasikan melebihi N_s maka mesin induksi akan beroperasi sebagai generator.

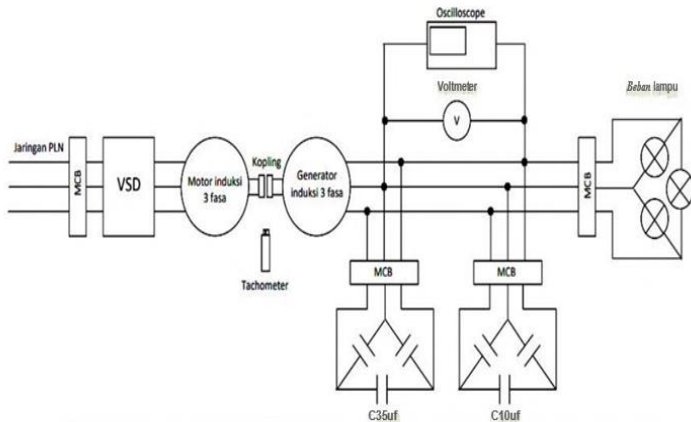


Gambar 2. 3 wilayah pengoperasian mesin induksi²³

Berdasarkan Gambar 2.3. Nilai N_s suatu mesin induksi bervariasi tergantung jumlah kutubnya, nilai tersebut dapat ditemukan pada *nameplate* mesin tersebut, untuk membuat rangkaian generator induksi tiga fasa terhubung grid, generator induksi tiga fasa diputar di atas kecepatan sinkron yang dimiliki oleh mesin induksi tiga fasa. Pada saat mesin induksi digerakkan oleh penggerak utama di atas kecepatan sinkron, maka mesin induksi bekerja menjadi generator. Pada generator induksi tiga fasa, tegangan *output* dari generator juga dipengaruhi oleh besar dan jenis bebannya. Generator induksi SEIG mempunyai rugi tegangan dan persentase

²³ Bhakti. (2021, June 21). *Induction generator.Circuit Globe*. Dari Situs: <https://circuitglobe.com/induction-generator.html>

regulasi tegangan yang lebih besar karena harga parameter belitan nya lebih besar. Untuk menstabilkan tegangan *output* generator, dapat dilaksanakan dengan mengatur besarnya arus eksitasi dan kecepatan dari kedua generator induksi tersebut.



Gambar 2.4. Rangkaian Generator Induksi 3 Fasa

Tegangan masuk berasal dari sumber listrik PLN tiga fasa. Kemudian, tegangan output akan dialirkan ke beban. Dari sumber tegangan PLN, terhubung ke VSD ATV 312. Dari VSD ATV 312, tegangan dialirkan ke motor induksi tiga fasa yang porosnya terhubung dengan generator induksi tiga fasa. Setelah melalui generator induksi tiga fasa, tegangan ini kemudian terhubung ke MCB 3 fasa. Penting untuk dicatat bahwa generator induksi 3 fasa dapat beroperasi sebagai generator dengan memutar rotor pada kecepatan di atas

kecepatan sinkron, menghasilkan tegangan listrik. Setelah melewati MCB, tegangan dialirkan ke beban yang sudah dipersiapkan di dalam *trainer*. Selanjutnya, MCB tiga fasa ini juga terhubung dengan kapasitor 3 ,5 uF dan 10 uF. Setelah semua komponen terpasang, generator induksi tiga fasa pada *trainer* dapat menghasilkan arus listrik untuk menghidupkan beban sesuai dengan instruksi dari prosedur praktikum.

C. Efektivitas Pembelajaran

Efektivitas adalah ukuran sejauh mana tujuan yang telah ditetapkan dapat tercapai. Dalam konteks umum, efektivitas mengacu pada kemampuan suatu tindakan, proses, atau sistem untuk mencapai hasil yang diinginkan dengan cara yang efisien dan optimal. Efektivitas sering diukur berdasarkan hasil yang dicapai dibandingkan dengan tujuan yang telah ditetapkan. Menurut Robbins dan Coulter (2016), efektivitas adalah sejauh mana suatu organisasi mencapai tujuannya dengan menggunakan sumber daya yang tersedia secara optimal.²⁴ Efektivitas juga dapat dilihat dari hasil belajar siswa yang mencerminkan kemampuan mereka dalam memahami dan menerapkan materi yang diajarkan. Menurut Felder dan Brent

²⁴ Robbins, S. P., & Coulter, M. (2016). Management. Pearson Education.

(2016), pemahaman konsep yang mendalam dapat dicapai melalui pembelajaran yang melibatkan pengalaman langsung dan aplikasi praktis.²⁵ Dalam konteks pendidikan, efektivitas mengacu pada sejauh mana proses pembelajaran berhasil mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Menurut Susanto (2016), efektivitas pembelajaran dapat diukur dari pencapaian tujuan pembelajaran yang mencakup berbagai aspek seperti pemahaman konsep, keterampilan praktis, motivasi belajar, dan keterlibatan aktif mahasiswa.²⁶

Pembelajaran adalah proses interaksi antara peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Pembelajaran bertujuan untuk mengembangkan potensi peserta didik agar memiliki pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang diperlukan untuk menghadapi tantangan di masa depan. Menurut Susanto (2016), pembelajaran adalah proses yang kompleks yang melibatkan berbagai komponen seperti tujuan pembelajaran, materi, metode, media, dan evaluasi.²⁷ Pembelajaran yang efektif harus mampu mengakomodasi berbagai gaya belajar siswa dan

²⁵ Felder, R. M., & Brent, R. (2016). *Teaching and Learning STEM: A Practical Guide*. Jossey-Bass.

²⁶ Susanto, A. (2016). *Teori Belajar dan Pembelajaran di Sekolah*. Prenamedia Grup.

²⁷ Susanto, A. (2016). *Teori Belajar dan Pembelajaran di Sekolah*. Prenamedia Grup.

menyediakan berbagai metode dan media yang sesuai untuk membantu siswa mencapai tujuan pembelajaran. Felder dan Brent (2016) menyatakan bahwa pembelajaran yang melibatkan pengalaman langsung dan aplikasi praktis dapat meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan praktis siswa.²⁸ Adapun Indikator-Indikator Efektivitas Pembelajaran sebagai berikut:

1. Peningkatan Pemahaman Konsep: Mengukur sejauh mana siswa memahami dan dapat menjelaskan konsep-konsep yang diajarkan.
2. Keterlibatan Aktif: Melihat partisipasi aktif siswa dalam proses pembelajaran, termasuk diskusi, tanya jawab, dan kegiatan praktikum.
3. Keterampilan Praktis: Menilai kemampuan siswa dalam menerapkan teori ke dalam praktik nyata, terutama dalam konteks teknik elektro.
4. Motivasi Belajar: Mengukur tingkat motivasi dan minat dalam mengikuti pembelajaran, yang dapat dilihat dari kehadiran, partisipasi, dan antusiasme.
5. Keterampilan Berpikir Kritis: Menilai kemampuan dalam menganalisis, mengevaluasi, dan membuat keputusan berdasarkan informasi yang diberikan.

²⁸ Felder, R. M., & Brent, R. (2016). Teaching and Learning STEM: A Practical Guide. Jossey-Bass.

6. Kepuasan belajar: Mengukur tingkat kepuasan terhadap metode pembelajaran yang digunakan, yang dapat diperoleh melalui kuesioner atau survei.
7. Hasil Belajar: Melihat hasil akhir dari proses pembelajaran, seperti nilai ujian, proyek, dan tugas.

Dengan demikian efektivitas pembelajaran dapat disimpulkan sebagai sejauh mana proses pembelajaran berhasil mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Efektivitas ini mencakup berbagai aspek atau indikator efektivitas pembelajaran yaitu peningkatan pemahaman, keterlibatan aktif, keterampilan praktis, dan motivasi belajar. Dalam desain penelitian pre-eksperimen tipe one group pretest-posttest, efektivitas pembelajaran dapat diukur melalui kombinasi instrumen kuantitatif dan persepsi siswa. Metode Pengukuran Efektivitas yang digunakan yaitu metode termasuk tes tertulis, observasi, dan kuesioner.

