

**PENGEMBANGAN MODUL BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING*
(PJBL) BERBANTUAN *ASSEMBLR EDU* PADA MATA KULIAH
RANGKAIAN ELEKTRONIKA**

SKRIPSI



OLEH

IVAN FRANZTAVIA SITUMEANG

NIM A1C321023

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA

JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS JAMBI

2025

**PENGEMBANGAN MODUL BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING*
(PJBL) BERBANTUAN *ASSEMBLR EDU* PADA MATA KULIAH
RANGKAIAN ELEKTRONIKA**

SKRIPSI

Diajukan Kepada Universitas Jambi

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Menyelesaikan

Program Sarjana Pendidikan Fisika



OLEH

IVAN FRANZTAVIA SITUMEANG

NIM A1C321023

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA

JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS JAMBI

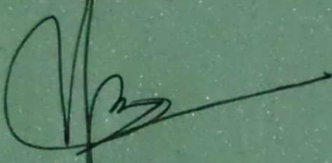
2025

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi yang berjudul *Pengembangan Modul Berbasis Project Based Learning (PjBL) Berbantuan Assemblr Edu pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika*; Skripsi Program Studi Pendidikan Fisika, yang disusun oleh Ivan Franztavia Situmeang, Nomor Induk Mahasiswa A1C321023 telah diperiksa dan disetujui untuk diuji.

Jambi, Juni 2025

Pembimbing I

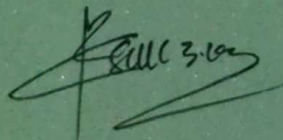


Nehru, S.Si., M.T.

NIP.197602082001121002

Jambi, Juni 2025

Pembimbing II



Dr. Cicyn Riantoni, M.Pd.

NIP.199210122023211017

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul *Pengembangan Modul Berbasis Project Based Learning (PjBL) Berbantuan Assemblr Edu pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika*; Skripsi, Program Studi Pendidikan Fisika, yang disusun oleh Ivan Franztavia Situmeang, Nomor Induk Mahasiswa A1C321023 telah dipertahankan di depan tim penguji pada Rabu, 2 Juli 2025.

Tim Penguji

1. Nehru, S.Si., M.T.

NIP.197602082001121002

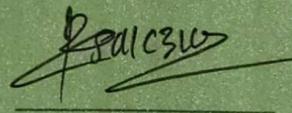
Ketua



2. Dr. Cicyn Riantoni, M.Pd.

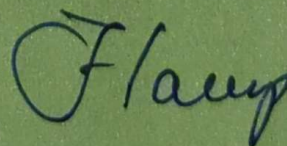
NIP.199210122023211017

Sekretaris



Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Fisika



Dr. Haerul Pathoni, S.Pd., M.PFis.

NIP.198511012012121001

MOTTO

“Percayalah kepada Tuhan dengan segenap hatimu, dan janganlah bersandar kepada pengertianmu sendiri. Akuilah Dia dalam segala lakumu, maka Ia akan meluruskan jalanmu”

(Amsal 3:5-6)

Saya persembahkan skripsi ini untuk Ayah dan Ibu saya tercinta serta kedua adik saya tercinta, Ferdinand dan Anita. Terimakasih atas segala doa, perjuangan, bimbingan serta bantuan kepada saya untuk meraih gelar sarjana pendidikan. Semoga kiranya Tuhan memberikan perlindungan serta kesehatan kepada kedua orang tua saya dan kedua adik saya.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ivan Franztavia Situmeang

NIM : A1C321023

Program Studi : Pendidikan Fisika

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini benar-benar karya sendiri dan bukan merupakan jiplakan dari hasil penelitian pihak lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa skripsi ini merupakan jiplakan atau plagiat, saya bersedia menerima sanksi dicabut gelar dan ditarik ijazah.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran dan tanggung jawab.

Jambi, 2 Juli 2025

Yang membuat pernyataan,



Ivan Franztavia Situmeang

NIM A1C321023

ABSTRAK

Situmeang, Ivan Franztavia. 2025. *Pengembangan Modul Berbasis Project Based Learning (PjBL) Berbantuan Assemblr Edu pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika*: Skripsi, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pendidikan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jambi. Pembimbing : (I) Nehru, S,Si., M.T. (II) Cicyn Riantoni, M.Pd.

Kata Kunci: Pengembangan, Modul, *Project Based Learning* (PjBL).

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kurangnya tingkat pemahaman mahasiswa karena bahan ajar buku maupun modul yang digunakan dalam pembelajaran elektronika masih dalam jumlah yang sangat terbatas. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sebuah modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan aplikasi *Assemblr Edu* pada mata kuliah Rangkaian Elektronik. Tujuan lain dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui proses pengembangan modul, tingkat kelayakan modul, dan repon mahasiswa terhadap modul yang dikembangkan.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (R&D) dengan model ADDIE yang dibatasi sampai tahap pengembangan (*Develop*). Penelitian ini dilakukan di Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jambi. Uji coba dilakukan kepada 34 mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Angkatan 2022. Data penelitian diperoleh melalui studi literatur, validasi ahli media dan validasi ahli materi, serta angket persepsi mahasiswa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul yang telah dikembangkan dinyatakan sangat layak. Validasi ahli media diperoleh dengan persentase sebesar 90,9% dan validasi ahli materi diperoleh dengan persentase sebesar 82,14%. Hasil respon atau persepsi mahasiswa ditinjau dari 3 aspek yaitu, aspek perwajahan dengan persentase sebesar 93%, aspek kemenarikan dengan persentase 89%, dan aspek kelayakan isi 93%. Berdasarkan hasil tersebut, ketiga berada pada kriteria sangat baik. sehingga, dapat disimpulkan bahwa modul berbasis *Project Based Learning* berbantuan *Assemblr Edu* cocok dan layak digunakan sebagai bahan ajar pada mata kuliah Rangkaian Elektronika

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, hidayah, serta karunia-Nya, sehingga proposal skripsi dengan judul *“Pengembangan Modul Berbasis Project based Learning (PjBL) Berbantuan Assemblr Edu Pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika”*. Penulisan skripsi ini merupakan bagian dari perjalanan akademik dalam memperoleh gelar sarjana pendidikan dalam program studi Pendidikan Fisika, Universitas Jambi.

Dalam penyusunan skripsi ini telah banyak memperoleh bantuan dan saran dari berbagai pihak. Maka dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Yth. Bapak Prof. Dr. Supian, S.Ag., M.Ag. selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jambi
2. Yth Ibu Dr. Dra. Evita Anggereini, M.Si. selaku ketua jurusan PMIPA Universitas Jambi
3. Yth Bapak Dr. Haerul Pathoni, S.P., M.PFis. selaku ketua prodi Pendidikan Fisika Universitas Jambi
4. Yth. Bapak Nehru, S.Si., M.T. selaku Dosen Program Studi Pendidikan Fisika dan dosen pembimbing 1
5. Yth. Bapak Dr. Cicyn Riantoni., M.Pd. selaku Dosen Program Studi Pendidikan Fisika dan Dosen Pembimbing 2
6. Yth. Ibu Dr. Nova Susanti, S.Pd., M.Si. selaku Dosen Program Studi Pendidikan Fisika dan Dosen Penguji 1
7. Yth. Bapak Jules Nurhatmi, M.Pd. selaku Dosen Program Studi Pendidikan Fisika dan Dosen Penguji 2

8. Yth. Ibu Neneng Lestari, S.Pd., M.Pd. selaku Dosen Program Studi Pendidikan Fisika dan Dosen Penguji 3
9. Seluruh Staff Dosen dan Karyawan Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jambi
10. Kedua orang tua tercinta yaitu Ayah Harri Alan Situmeang dan Ibu Martina Simbolon yang telah memberikan dukungan penuh kepada peneliti.
11. Adik tercinta yaitu Ferdinand dan Anita yang selalu memberikan dukungan kepada peneliti.
12. Pendidikan Fisika 21A selaku teman seperjuangan yang selalu ada dalam mendukung peneliti.

Dalam penulisan proposal skripsi ini, penulis menyampaikan bahwa masih banyak kekurangan-kekurangan yang terdapat dalam skripsi ini, maka dari itu diperlukan kritik dan saran agar kedepannya skripsi ini bisa bermanfaat bagi para pembaca dan pengembangan ilmu pengetahuan

Jambi, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Pengembangan	6
1.4 Spesifikasi Pengembangan.....	7
1.5 Pentingnya Pengembangan	7
1.6 Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan	8
1.7 Definisi Istilah.....	9

BAB II KAJIAN TEORITIK

2.1 Kajian Teoritik dan Hasil Penelitian yang Relevan	10
2.2 Kerangka Berpikir.....	59

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Model Pengembangan.....	60
3.2 Prosedur Pengembangan	62
3.3 Subjek Uji Coba	67
3.4 Jenis Data dan Sumber Data	68
3.5 Instrumen Pengumpulan Data.....	68

3.6 Teknik Analisis Data.....	71
-------------------------------	----

BAB IV HASIL PENGEMBANGAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengembangan.....	74
4.2 Pembahasan.....	104

BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN

5.1 Simpulan	112
5.2 Implikasi.....	113
5.3 Saran.....	113

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Perbedaan Bahan Ajar (Media Ajaar)	18
2.2 Hasil Penelitian yang relevan.....	50
3.1 Kisi-kisi Lembar Validasi Ahli Media	69
3.2 Kisi-kisi Lembar Validasi Ahli Materi	70
3.3 Kisi-kisi Lembar Persepsi Mahasiswa	70
3.4 Kategori Penskoran Skala Likert	72
3.5 Kriteria Penilaian Validator Ahli Media dan Ahli Materi	72
3.6 Kriteria Skala Likert Persepsi Mahasiswa	73
3.7 Kriteria Interpretasi Persepsi Mahasiswa	73
4.1 Capaian Pembelajaran Mata Kuliah dan Sub-CPMK	76
4.2 <i>Storyboard</i> Pengembangan	77
4.3 Hasil Validasi Ahli Media Tahap I	94
4.4 Hasil Analisis Validasi Media Tahap I	94
4.5 Komentar dan Saran.....	94
4.6 Hasil Revisi	95
4.7 Hasil Validasi Ahli Media Tahap II	96
4.8 Hasil Analisis Validasi Media Tahap II	97
4.9 Hasil Validasi Ahli Materi Tahap I.....	97
4.10 Hasil Analisis Validasi Materi Tahap I.....	98
4.11 Komentar dan Saran.....	98
4.12 Hasil Revisi	99
4.13 Hasil Validasi Ahli Materi Tahap II.....	99

4.14 Hasil Analisis Validasi Materi Tahap II.....	100
4.15 Komentar dan Saran.....	100
4.16 Hasil Revisi	101
4.17 Hasil Validasi Ahli Materi Tahap III	102
4.18 Hasil Analisis Validasi Materi Tahap II.....	102
4.19 Hasil Persepsi Mahasiswa	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Tampilan awal assemblr edu	35
2.2 Simbol nodal referensi, (a) common ground, (b) ground, (chasis ground)	38
2.3 Rangkaian dengan nodal referensi dan tegangan nodal	39
2.4 Representasi ulang rangkaian untuk penerapan KCL	39
2.5 Rangkaian dengan sebuah supernodal	41
2.6 Penerapan KVL pada suatu supernodal	43
2.7 Rangkaian dnegan dua mesh	45
2.8 Rangkaian dengan sumber arus.....	47
2.9 (a) Rangkaian dua mesh yang memiliki sumber arus yang sama, (b) Rangkaian supermesh, dibuat dengan mengabaikan sumber arus	48
2.10 Kerangka berpikir.....	59
3.1 Model pengembangan ADDIE.....	61
3.2 Prosedur pengembangan <i>Analyze, Design, Development</i>	63
4.1 Sampul depan (<i>cover</i>)	82
4.2 Kata pengantar	83
4.3 Daftar Isi.....	84
4.4 Datar gambar	84
4.5 Daftar tabel.....	85
4.6 Peta konsep	85
4.7 Glosariun	86
4.8 Pendahuluan	86
4.9 Petunjuk penggunaan modul	87

4.10 Kegiatan belajar	87
4.11 Judul proyek	88
4.12 Pertanyaan mendasar.....	89
4.13 Penyusunan rancangan proyek.....	90
4.14 Penyusunan jadwal proyek.....	90
4.15 Monitor kemajuan proyek	91
4.16 Penilaian.....	92
4.17 Evaluasi	93
4.18 Daftar pustaka	93
4.19 Diagram batang persentase validasi ahli media	107
4.20 Diagram batang persentase validasi ahli materi.....	108
4.21 Diagram lingkaran persentase persepsi mahasiswa	109

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Penelitian	122
2. Surat Keterangan Melaksanakan Penelitian.....	123
3. Lembar Validasi Media.....	124
4. Hasil Lembar Validasi Media	127
5. Lembar Validasi Materi	133
6. Hasil Lembar Validasi Ahli Materi.....	136
7. Angket Persepsi Mahasiswa.....	145
8. Hasil Angket Persepsi Mahasiswa	147
9. Dokumentasi Penelitian	151
10. RPS Rangkaian Elektronika.....	152

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Fisika adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang memerlukan logika berpikir yang kuat untuk dipelajari. Dalam fisika, akan dipelajari gejala-gejala alam melalui serangkaian proses ilmiah yang hasilnya terwujud dalam beberapa komponen yaitu konsep, prinsip dan teori yang menjadi dasar dari teknologi yang ada saat ini (Haspen & Syafriani, 2022). Dengan mempelajari fisika, manusia dapat mengembangkan teknologi modern yang bermanfaat bagi kehidupan. Salah satu bidang studi penting dalam fisika yang perlu dipelajari adalah elektronika.

Elektronika adalah suatu bidang ilmu yang secara khusus mempelajari alat-alat listrik yang beroperasi dengan arus lemah. Alat-alat ini bekerja melalui pengendalian aliran elektron atau partikel bermuatan listrik dalam perangkat-perangkat seperti komputer, termokopel, semikonduktor, dan berbagai peralatan elektronik lainnya. Penguasaan ilmu ini sangat penting karena elektronika memiliki peran krusial dalam berbagai aspek kehidupan modern, dari komunikasi hingga industri. Sebagai cabang dari ilmu fisika, elektronika menjembatani teori dasar fisika dengan aplikasi praktis dalam teknologi, membuatnya menjadi salah satu disiplin ilmu yang sangat relevan dalam perkembangan teknologi masa kini (Cahyono, 2022). Oleh karena itu, pembelajaran elektronika harus lebih ditingkatkan dari dasar-dasar elektronika.

Pembelajaran elektronika merupakan proses yang menuntut pemahaman mendalam tentang prinsip-prinsip dasar dan aplikasinya dalam berbagai perangkat

dan sistem elektronik. Salah satu mata kuliah dasar yang mengajar prinsip-prinsip dasar dan aplikasinya dalam berbagai perangkat dan sistem elektronik adalah Rangkaian elektronika. Menurut Ikhwanudin (2018), menjelaskan Mata kuliah ini menuntut peserta didik untuk berperan aktif dan berpikir kreatif dalam mengikuti proses pembelajaran, terutama melalui praktik langsung. Dalam mencapai tujuan ini, bahan ajar memegang peran penting sebagai sumber referensi utama yang menyajikan teori, konsep, dan contoh aplikasi secara sistematis. Melalui bahan ajar yang disusun dengan baik, mahasiswa dapat lebih mudah memahami topik-topik kompleks dalam elektronika.

Salah satu bahan ajar yang dikembangkan oleh dosen yaitu modul. Modul merupakan bentuk bahan ajar yang disusun secara sistematis dan terstruktur untuk memfasilitasi proses pembelajaran (Siregar, Solfitri, & Anggraini, 2022). Selama proses pembelajaran berlangsung mahasiswa dan dosen membutuhkan modul untuk membantu memberikan panduan dalam proses pembelajaran agar jelas dan terarah, dan modul juga memungkinkan mahasiswa untuk belajar secara mandiri, memberikan mereka kebebasan untuk mengeksplorasi dan menguasai materi sesuai dengan tingkat pemahaman masing-masing.

Menurut Nuridiyanti (2023), tingkat pemahaman mahasiswa terhadap materi elektronika yang rendah dikarenakan saat ini bahan ajar buku maupun modul yang digunakan dalam pembelajaran rangkaian elektronika masih dalam jumlah yang sangat terbatas. Menurut Setyawan & Zamtinah (2018), keterlibatan mahasiswa dalam pembelajaran belum dapat tercipta secara optimal dikarenakan metode pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran elektronika dasar masih kurang bervariasi dan bersifat monoton yaitu dominan menggunakan metode

ceramah dan keaktifan peserta didik dalam pembelajaran elektronika dasar. Berdasarkan hasil pengamatan, sebagian besar mahasiswa lebih mudah memahami materi apabila disajikan secara visual dan kontekstual, seperti melalui gambar atau proyek yang berkaitan dengan kehidupan nyata.

Dalam penelitian ini, solusi yang ditawarkan oleh peneliti terdahulu yaitu dengan mengembangkan sebuah bahan ajar berupa yang inovatif, efektif, mudah dipahami, dan dapat dipelajari secara mandiri untuk mengatasi masalah peserta didik dalam mempelajari rangkaian elektronika (Wahyuni, Windi, Wandini, & Hutagalung, 2021). Solusi lainnya yang ditawarkan untuk mengatasi permasalahan dalam pembelajaran elektronika yaitu pemilihan model pembelajaran yang tepat guna mendukung terciptanya proses pembelajaran yang efektif, sehingga penerapan model pembelajaran PjBL menjadi alternatif yang relevan karena menekankan pada partisipasi aktif peserta didik melalui pelaksanaan proyek nyata sebagai sarana untuk memahami konsep dan keterampilan secara mendalam. (Permana, Nurhayata, & Sutaya, 2018).

Berdasarkan temuan tersebut, peneliti menawarkan solusi berupa pengembangan bahan ajar dalam bentuk modul berbantuan *assembler edu* untuk mengatasi masalah peserta didik dalam mempelajari rangkaian elektronika dan memilih model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL). Modul dipilih sebagai media pembelajaran karena memiliki struktur yang lebih lengkap dibandingkan bahan ajar lainnya seperti LKPD maupun handout. Modul tidak hanya menyajikan materi pembelajaran secara sistematis, tetapi juga dilengkapi dengan bagian awal, bagian pendahuluan, bagian pembelajaran, bagian evaluasi, serta aktivitas yang dapat dilakukan secara mandiri oleh peserta didik. Keunggulan

lain dari modul adalah fleksibilitasnya dalam mengakomodasi model pembelajaran berbasis proyek, karena di dalam modul dapat dimasukkan langkah-langkah pelaksanaan proyek secara terstruktur. Dengan demikian, modul tidak hanya berfungsi sebagai sumber belajar, tetapi juga sebagai panduan lengkap yang mendukung keterlibatan aktif peserta didik selama proses pembelajaran.

Project Based Learning (PjBL) merupakan sebuah metode pengajaran berbasis penyelidikan yang melibatkan mahasiswa dalam konstruksi pengetahuan dengan membimbing mahasiswa dalam menyelesaikan suatu proyek yang bermakna dan mengembangkan produk dunia nyata (Guo, Saab, Post, & Wilfried, 2020). *Assemblr edu* merupakan sebuah platform pembelajaran yang memungkinkan untuk membantu mahasiswa dalam memahami konsep abstrak seperti Rangkaian Elektronika (Fitria, Hasan, & Sasmita, 2024). Dengan *assembler edu*, peneliti dapat merancang kegiatan belajar yang melibatkan berbagai jenis konten seperti teks dan gambar melalui visualisasi 3D.

Project Based Learning (PjBL) dipilih karena model ini terbukti efektif dalam meningkatkan keterlibatan mahasiswa selama proses pembelajaran. Melalui model pembelajaran berbasis proyek, mahasiswa tidak hanya menjadi penerima materi, tetapi juga berperan aktif dalam merancang, mengelola, dan menyelesaikan proyek yang relevan dengan kehidupan nyata. Keterlibatan ini muncul karena mahasiswa diberi kesempatan untuk bekerja sama dan memecahkan masalah secara mandiri maupun berkelompok. Dengan demikian, PjBL mampu menciptakan suasana belajar yang lebih partisipatif dan bermakna, serta mendorong mahasiswa untuk lebih termotivasi dan bertanggung jawab dalam mengikuti setiap tahapan pembelajaran.

Assemblr Edu memiliki berbagai keunggulan, seperti menyajikan video, animasi, dan audio, tanpa memerlukan keahlian pemrograman. Kontennya dapat ditayangkan dari berbagai sudut pandang dalam format tiga dimensi, serta bisa ditayangkan di mana saja sesuai kebutuhan.. Selain itu, *Assemblr Edu* juga didukung oleh *Assemblr Studio*, sebuah fitur yang memberikan fleksibilitas bagi pengguna untuk mengedit konten serta mengimpor objek tiga dimensi (3D) dari berbagai sumber eksternal dengan format file .fbx dan .obj (Sugiarto, 2022). Selain itu, *Assemblr* juga dapat membantu dalam menciptakan pengalaman belajar yang lebih dinamis dan interaktif.

Assemblr Edu dipilih karena mampu menghadirkan pengalaman belajar yang interaktif melalui visualisasi 3D berbasis *Augmented Reality* (AR). Platform ini memungkinkan peserta didik melihat objek pembelajaran seolah-olah hadir di dunia nyata, sehingga lebih mudah memahami konsep abstrak secara visual dan kontekstual. Berbeda dengan aplikasi seperti *Tinkercad*, yang meskipun menyediakan fitur simulasi rangkaian elektronik, tampilannya masih terbatas dalam format 2D. Sehingga, *Tinkercad* kurang mendukung keterlibatan visual yang mendalam. Hal ini membuat *Assemblr Edu* memiliki nilai tambah dengan menggabungkan pembelajaran konseptual dan eksploratif yang sesuai untuk pembelajaran berbasis proyek.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini fokus pada pengembangan modul berbasis *project based learning* (PjBL) berbantuan *assemblr edu* pada mata kuliah rangkain elektronika.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, permasalahan dalam penelitian pengembangan ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pengembangan modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan *Assemblr Edu* yang sesuai untuk mata kuliah Rangkaian Elektronika?
2. Bagaimana kelayakan modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan *Asemblr Edu* dalam memenuhi standar pembelajaran dan kebutuhan mahasiswa pada mata kuliah Rangkaian Elektronika?
3. Bagaimana persepsi mahasiswa terhadap penggunaan modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan *assemblr edu* pada mata kuliah Rangkaian Elektronika?

1.3 Tujuan Pengembangan

Berdasarkan rumusan masalah pada penelitian pengembangan ini, tujuan dari penelitian pengembangan ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengembangkan modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan *Assembler Edu* yang sesuai untuk mata kuliah Rangkaian Elektronika.
2. Untuk menilai kelayakan modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan *Assemblr Edu* dalam memenuhi standar pembelajaran dan kebutuhan mahasiswa pada mata kuliah Rangkaian Elektronika.
3. Untuk mengetahui dan menganalisis persepsi mahasiswa mengenai penggunaan modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan *assemblr edu* pada mata kuliah Rangkaian Elektronika.

1.4 Spesifikasi Pengembangan

Adapun spesifikasi pengembangan dalam penelitian ini yaitu :

1. Modul yang dikembangkan mengambil materi pada mata kuliah rangkaian elektronika, dengan materi utama yang disajikan meliputi analisis rangkaian DC dengan metoda nodal dan mesh.
2. Modul yang dikembangkan menggunakan model pembelajaran *project based learning* (PjBL) yang menggabungkan teori dan pelaksanaan proyek dalam satu kegiatan pembelajaran.
3. Modul yang dikembangkan dilengkapi dengan bantuan aplikasi *assemblr edu* yang menyediakan visualisasi 3D dan diakses melalui barcode pada modul dosen untuk mempermudah pelaksanaan proyek serta mendukung proses pembelajaran rangkaian elektronika secara lebih interaktif dan kontekstual.
4. Modul yang dikembangkan terdiri dari dua jenis, yaitu modul dosen dan modul mahasiswa. Modul dosen berfungsi sebagai panduan mengajar, materi, instruksi proyek lengkap, jawaban soal evaluasi dan penilaian. Sementara itu, modul mahasiswa terdiri dari materi dan langkah-langkah proyek secara mandiri seperti pertanyaan mendasar, penyusunan rancangan proyek, penyusunan jadwal proyek, pengisian kemajuan proyek serta mengisi soal evaluasi untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan analitis mahasiswa.

1.5 Pentingnya Pengembangan

Adapun beberapa alasan mengapa pengembangan ini sangat penting adalah sebagai berikut:

1. Mendukung Pembelajaran Mandiri
2. Memfasilitasi Penggunaan Teknologi dalam Pembelajaran

3. Mengatasi Keterbatasan Pembelajaran Konvensional
4. Meningkatkan Keterlibatan Mahasiswa
5. Menghasilkan model pembelajaran inovatif
6. Penelitian dan perkembangan pendidikan

1.6 Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

Adapun terdapat beberapa asumsi dan keterbatasan pengembangan dalam penelitian pengembangan ini adalah sebagai berikut:

1.6.1 Asumsi pengembangan

1. Ketersediaan Konten: Diasumsikan bahwa konten yang dikembangkan dalam modul valid dan akurat secara teknis serta relevan dengan topik rangkaian elektronika, berdasarkan sumber informasi terkini dan pengetahuan ahli di bidangnya
2. Efektivitas Konsep PjBL: Diasumsikan bahwa model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dalam modul merupakan model pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran.

1.6.2 Keterbatasan pengembangan

1. Keterbatasan Model Pengembangan: Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE, namun prosedur pengembangannya hanya sebatas tahap *Analyze*, *Design*, dan *Develop*.
2. Keterbatasan sumber daya dan waktu: Pengembangan modul membutuhkan waktu, tenaga dan sumber finansial. Keterbatasan dalam aspek waktu dan sumber daya ini dapat berdampak pada kualitas pengembangan

3. Keterbatasan Materi: materi yang disampaikan pada modul hanya sebatas pada materi analisis rangkaian DC dengan metoda nodal dan mesh.

1.7 Defenisi Istilah

Adapun terdapat beberapa definisi istilah yang relevan dalam penelitian pengembangan ini adalah sebagai berikut:

1. Modul: modul merupakan salah satu bentuk bahan ajar yang disusun secara sistematis dan terstruktur guna menunjang efektivitas proses pembelajaran. Terdiri dari berbagai komponen seperti tujuan pembelajaran, materi, latihan, serta dilengkapi dengan evaluasi.
2. *Project based learning* (PjBL): suatu model pembelajaran yang menekankan keterlibatan aktif mahasiswa dalam menyelesaikan proyek-proyek yang kompleks dan bersifat autentik, sebagai sarana utama untuk membangun pemahaman konsep serta mengembangkan keterampilan mahasiswa.
3. *Assembler Edu*: *assembler edu* merupakan sebuah platform pembelajaran berbasis teknologi yang memungkinkan pendidik untuk membuat dan membagikan materi pembelajaran interaktif secara mudah.
4. Elektronika: elektronika adalah cabang ilmu dan teknologi yang mempelajari dan memanfaatkan aliran listrik dan elektron dalam berbagai perangkat dan sistem.

BAB II

KAJIAN TEORITIK

2.1 Kajian Teoritik

2.1.1 Pembelajaran

2.1.1.1 Pengertian Pembelajaran

Pembelajaran merupakan suatu proses perubahan yang dilakukan secara sadar dan disengaja serta mengacu pada adanya kegiatan yang sistematis untuk membawa perubahan pada diri individu menjadi lebih baik. Dalam proses belajar siswa dilibatkan dalam berbagai hal yang berkaitan dengan pembelajaran, namun semua perubahan yang terjadi bukan berarti sebagai pembelajaran, dan perubahan dalam pembelajaran dikatakan perubahan kearah yang lebih baik (Setiawan, 2017).

Istilah pembelajaran memiliki keterkaitan yang erat dengan konsep belajar dan mengajar, di mana ketiganya saling berhubungan dan sering kali berlangsung secara bersamaan. Belajar merupakan aktivitas internal yang dapat terjadi secara mandiri, tanpa keterlibatan langsung dari guru maupun proses pembelajaran formal. Sementara itu, mengajar mencakup seluruh tindakan yang dilakukan oleh guru di dalam kelas, yang bertujuan untuk menciptakan suasana pembelajaran yang efektif, bermakna, dan etis. Kegiatan mengajar juga mencerminkan upaya guru dalam mengimplementasikan kurikulum melalui strategi dan pendekatan tertentu. Adapun pembelajaran dipahami sebagai suatu proses terencana yang melibatkan pemanfaatan pengetahuan dan kompetensi profesional guru untuk mencapai tujuan kurikulum secara optimal (Suardi, 2018).

2.1.1.2 Proses Pembelajaran

Proses pembelajaran merupakan suatu aktivitas yang bertujuan membimbing peserta didik menuju perubahan ke arah yang lebih baik. Faktor internal dan eksternal menjadi pendorong utama peningkatan mutu pembelajaran, karena keduanya berperan dalam membentuk kesiapan belajar serta respons peserta didik terhadap lingkungan belajar. Pembelajaran yang efektif dilandasi oleh hubungan interpersonal yang harmonis, baik antara guru dan siswa maupun antarsiswa. Hubungan tersebut memiliki kedudukan penting dalam membentuk kondisi sosioemosional yang kondusif. Selain itu, lingkungan sosial dan suasana kelas juga merupakan faktor psikologis yang berperan signifikan dalam memengaruhi pencapaian akademik peserta didik (Nugraha, 2018).

Proses pembelajaran yang dilakukan oleh guru dan siswa terjadi ketika mereka menyadari bahwa mereka mempunyai minat yang sama dan sekaligus mempunyai pengetahuan dan pengendalian diri yang cukup untuk memuaskan minat tersebut. Menyadari adanya kepentingan bersama dan adanya organisasi merupakan fakta penting bagi keberhasilan proses pembelajaran antara guru dan siswa (Ina, Noor, & Salim, 2019).

2.1.1.3 Pembelajaran di Universitas

Menurut Shoffa, et al. (2021), seiring dengan perkembangan karakteristik mahasiswa dan dinamika global, pendidikan tinggi dihadapkan pada berbagai tantangan baru dalam upaya memenuhi tuntutan pembelajaran abad ke-21. Perguruan tinggi kini merasakan tekanan yang signifikan terhadap sistem pendidikan yang mereka terapkan. Terdapat empat aspek utama yang perlu mendapatkan perhatian dan perbaikan, yaitu:

- 1) Meningkatnya kebutuhan akan bimbingan formal serta penguasaan keterampilan esensial baru, seperti literasi informasi, literasi visual, dan literasi teknologi
- 2) Adanya perbedaan karakteristik mahasiswa masa kini, sementara pendekatan pendidikan dan fondasi keilmuan masih mengalami perubahan yang lambat
- 3) Integrasi antara pembelajaran akademik dengan pengalaman dunia nyata masih terbatas dan seringkali tidak berkelanjutan; serta
- 4) Pada era abad ke-21, terdapat kesadaran yang tinggi akan pentingnya adopsi teknologi baru dalam aktivitas pembelajaran sehari-hari, namun implementasinya masih menghadapi berbagai kendala.

Kehadiran teknologi menjadi solusi potensial untuk mengatasi berbagai permasalahan yang ada. Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran, baik di dalam maupun di luar kelas, memungkinkan mahasiswa beradaptasi secara mandiri terhadap alat dan sumber belajar digital, yang kini dikenal sebagai pembelajaran jarak jauh (*distance learning*). Untuk mendukung hal tersebut, mahasiswa perlu memiliki akses yang adil terhadap jaringan internet dan platform digital. Dosen juga dituntut untuk mengikuti pengembangan profesional agar mampu menggunakan teknologi secara efektif. Hal ini mencakup kemampuan mengintegrasikan aplikasi berbasis web 2.0 dalam pembelajaran, serta menerapkan pendekatan yang didasarkan pada praktik terbaik, hasil penelitian, dan strategi pengajaran yang berkualitas.

Salah satu indikator utama mutu pengajaran di perguruan tinggi adalah capaian hasil belajar mahasiswa. Kualitas hasil belajar tersebut sangat dipengaruhi oleh efektivitas proses pembelajaran yang berlangsung. Namun, dalam praktiknya,

proses belajar mengajar di perguruan tinggi masih didominasi oleh pembelajaran yang berpusat pada institusi atau dosen. Dosen cenderung mengandalkan bahan ajar yang tercantum dalam silabus dan menerapkannya dalam metode pengajaran klasikal kepada sekelompok besar mahasiswa. Akibatnya, mahasiswa sering kali harus menerjemahkan atau memahami sendiri isi dari bahan ajar yang tersedia berdasarkan interpretasi pribadi terhadap silabus (Samar & Ramadani, 2022)

2.1.2. Bahan Ajar

2.1.2.1 Pengertian Bahan Ajar

Bahan ajar merupakan segala bentuk sumber belajar yang digunakan oleh pendidik maupun peserta didik untuk mendukung kelancaran proses pembelajaran. Bahan ajar dapat hadir dalam berbagai bentuk, seperti buku bacaan, lembar kerja siswa (LKS), media audio visual, surat kabar, bahan digital, hingga objek nyata seperti foto. Selain itu, interaksi langsung dengan narasumber, instruksi dari pendidik, tugas tertulis, kartu pembelajaran, maupun diskusi antarpeserta didik juga dapat dikategorikan sebagai bahan ajar. Oleh karena itu, bahan ajar mencakup berbagai media dan aktivitas yang dipandang mampu meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan pengalaman belajar peserta didik secara bermakna (Kosasih, 2021).

Bahan ajar mencakup informasi cetak dan elektronik yang digunakan peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran. Hal ini mencakup materi ajar untuk tujuan pembelajaran umum (mengajarkan standar kompetensi dan keterampilan dasar yang ditentukan) dan berbagai materi tambahan untuk penguatan atau pengajaran individual. bahan ajar adalah segala sesuatu yang diberikan guru kepada siswa untuk mempelajari suatu kemampuan atau

keterampilan tertentu. Pencapaian ketuntasan belajar biasanya memerlukan konten berupa pengetahuan yang dicatat dalam buku teks, karya referensi, atau bahan lain yang relevan dengan kebutuhan siswa (Cahyadi, 2019).

Pada umumnya, dalam kegiatan pembelajaran dosen hanya menggunakan bahan ajar cetak, salah satunya buku ajar atau buku. Buku ajar dalam dunia pendidikan merupakan suatu kebutuhan pokok baik bagi guru maupun mahasiswa sebagai pedoman dalam kegiatan pembelajaran sehingga dapat mencapai kompetensi yang diharapkan. Selain itu, beberapa sekolah tinggi juga menerapkan bahan ajar mandiri atau lebih dikenal dengan modul. Tidak jauh berbeda dengan buku teks, modul juga dirancang secara sistematis dan juga berdasarkan kurikulum yang berlaku sehingga dapat mencapai kompetensi yang diharapkan. Modul lebih bersifat mandiri artinya dengan adanya modul siswa mahasiswa dapat belajar tanpa harus tatap muka dengan dosen. Mahasiswa dapat belajar sendiri atau berkelompok yang berpedoman kepada modul tersebut sehingga ketuntasan belajar mahasiswa dapat dilihat dari ketercapaiannya dalam mempelajari materi yang ada di modul (Wahyuni, Rifmasari, & Adriantoni, 2018).

2.1.2.2 Jenis-jenis Bahan Ajar

Menurut Izzah, Asrizal, & Festiyed (2021), jenis bahan ajar berdasarkan pendekatan pembelajaran dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Bahan ajar yang dirancang untuk pembelajaran, yaitu bahan yang disusun secara sistematis sesuai dengan tujuan pembelajaran seperti buku teks, handout, lembar kerja peserta didik, dan modul.

2. Bahan ajar yang tidak dirancang untuk pembelajaran tetapi dapat dimanfaatkan dalam proses belajar, seperti koran, film, iklan, dan berbagai media lainnya yang relevan dengan materi pembelajaran.

Bahan ajar memiliki peran penting dalam menunjang proses pembelajaran, baik bagi pendidik maupun peserta didik. Bagi pendidik, bahan ajar berfungsi sebagai acuan dalam merancang dan melaksanakan aktivitas pembelajaran, serta menjadi pedoman mengenai materi yang perlu disampaikan kepada peserta didik. Sementara itu, bagi peserta didik, bahan ajar berperan sebagai panduan dalam memahami materi yang harus dipelajari selama proses pembelajaran berlangsung. Selain itu, bahan ajar juga mendukung pelaksanaan pembelajaran individual, karena memungkinkan peserta didik untuk mengatur dan mengawasi sendiri proses pemerolehan informasi. Salah satu bentuk bahan ajar yang memenuhi fungsi tersebut adalah modul, yang dirancang untuk membantu peserta didik menguasai tujuan pembelajaran serta menjadi sarana belajar mandiri sesuai dengan kecepatan belajar masing-masing (Aisyah, Noviyanti, & Triyanto, 2020).

Bahan ajar merupakan salah satu komponen penting dalam sistem pendidikan, selain pendidik, peserta didik, sarana, dan unsur pendukung lainnya. Suatu bahan ajar dapat dikategorikan berkualitas apabila mampu meningkatkan motivasi belajar peserta didik serta mendorong pengembangan potensi mereka secara optimal. Pendidik memiliki peran strategis dalam mengembangkan bahan ajar, baik dalam bentuk modul, buku ajar, handout, maupun bahan lain yang mendukung literasi pendidikan. Melalui penyediaan bahan ajar yang beragam, peserta didik diharapkan memiliki lebih banyak sumber pengetahuan yang dapat diakses dan dipelajari secara mandiri. Keberadaan bahan ajar juga berkontribusi

pada peningkatan kualitas proses pembelajaran, karena mampu merangsang aktivitas berpikir serta menghadirkan pembelajaran yang konkret dan bermakna (Nora, Bukhori, & Saputra, 2023).

Salah satu bentuk bahan ajar mandiri yang disusun guna memfasilitasi peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran secara optimal adalah modul. Selain itu, terdapat pula model pembelajaran yang dapat menunjang efektivitas proses belajar, yaitu pembelajaran berbasis proyek. Model ini merupakan strategi pembelajaran yang mengintegrasikan penggunaan teknologi dengan permasalahan nyata dalam kehidupan sehari-hari atau dikaitkan dengan kegiatan akademik di sekolah maupun perguruan tinggi, sehingga lebih kontekstual dan relevan bagi peserta didik (Oksa & Soenarto, 2020).

2.1.2.3 Karakteristik Bahan Ajar

Menurut Iqbaluddin & Aisa (2020), setidaknya terdapat tiga komponen utama yang menjadi karakteristik bahan ajar, yaitu:

- 1) Komponen inti, yaitu informasi atau topik utama yang menjadi fokus pembelajaran dan harus dikuasai oleh peserta didik.
- 2) Komponen pelengkap, yaitu informasi tambahan yang mendukung pemahaman peserta didik terhadap materi inti. Komponen ini dapat berupa materi pengayaan, bacaan tambahan, jadwal pembelajaran, silabus, serta bahan ajar pendukung dalam bentuk noncetak.
- 3) Komponen evaluasi hasil belajar, yaitu instrumen penilaian berupa tes maupun non-tes yang dapat digunakan dalam evaluasi formatif maupun sumatif selama proses pembelajaran berlangsung.

2.1.2.4 Fungsi dan Manfaat Bahan Ajar

Menurut Sugiarni (2022), fungsi bahan ajar secara umum dapat diklasifikasikan ke dalam dua kelompok utama, yaitu fungsi bagi pendidik dan fungsi bagi peserta didik:

- 1) Fungsi bahan ajar bagi guru, sebagai pedoman dalam mengarahkan semua aktivitas atau kegiatan selama pembelajaran berlangsung. Selain itu, bahan ajar juga berfungsi sebagai sumber utama dalam menyampaikan substansi kompetensi yang harus dikuasai peserta didik, serta menjadi alat evaluasi dalam menilai tingkat pencapaian hasil belajar.
- 2) Fungsi bahan ajar bagi peserta didik, sebagai pedoman bagi peserta didik dalam mengarahkan aktivitas atau kegiatan selama pembelajaran. Bahan ajar memberikan gambaran mengenai kompetensi yang harus dipelajari dan dikuasai, serta memungkinkan peserta didik untuk belajar secara mandiri. Melalui bahan ajar yang disusun secara sistematis, peserta didik dapat mengatur waktu dan tempat belajar secara fleksibel.

Menurut Legendari & Raharjo (2016), manfaat bahan ajar dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu bagi pendidik dan bagi peserta didik:

1. Manfaat bahan ajar bagi pendidik mencakup tersedianya sumber belajar yang sesuai dengan tuntutan kurikulum dan kebutuhan peserta didik, sehingga tidak bergantung sepenuhnya pada buku teks yang terkadang sulit diakses. Selain itu, proses pengembangan bahan ajar dapat memperluas pengetahuan dan pengalaman pendidik dalam merancang perangkat pembelajaran. Bahan ajar juga membantu membangun komunikasi pembelajaran yang lebih efektif, karena peserta didik akan lebih percaya dan termotivasi saat guru menyajikan

materi. Pengembangan bahan ajar dengan mengacu pada berbagai referensi juga turut memperkaya wawasan pendidik.

2. Manfaat bahan ajar bagi peserta didik antara lain menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan menyenangkan, memberikan kesempatan untuk belajar secara mandiri tanpa bergantung sepenuhnya pada kehadiran guru, serta mempermudah dalam memahami dan menguasai setiap kompetensi yang ditargetkan dalam proses pembelajaran.

2.1.2.5 Perbedaan Bahan Ajar Modul, LKPD dan Handout.

Modul adalah salah satu bahan ajar yang disusun secara sistematis dan terstruktur, yang berisi tujuan pembelajaran, petunjuk penggunaan, uraian materi, evaluasi, serta umpan balik guna mendukung proses belajar yang mandiri dan terarah bagi peserta didik (Triyono, 2021). Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan lembaran berisi tugas yang harus diselesaikan oleh peserta didik, biasanya dilengkapi dengan petunjuk atau langkah-langkah kerja yang dirancang secara sistematis, serta mengacu pada pencapaian kompetensi dasar yang telah ditetapkan (Anggraeini, Djuwita, & Muktadir, 2022). Handout merupakan bahan ajar yang disusun secara ringkas oleh pendidik, bersumber dari berbagai literatur yang relevan dengan kompetensi dasar dan materi pokok yang akan disampaikan kepada peserta didik (Salina, Daningsih, & Marlina, 2021).

Tabel 2.1 Perbedaan Bahan Ajar (Media Ajar)

Aspek Pembeda	Modul	LKPD	Handout
Definisi	Bahan ajar dalam bentuk cetak yang digunakan peserta didik untuk belajar mandiri dan memaparkan materi	Lembaran-lembaran yang digunakan sebagai pedoman dalam proses pembelajaran dan berisi tugas-tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik dalam mempelajari suatu kajian tertentu.	Bahan ajar yang disusun secara ringkas oleh pendidik, mengacu sejumlah referensi yang sesuai dengan capaian kompetensi dasar dan pokok bahasan yang akan diajarkan kepada peserta didik.

Struktur	• Halaman sampul. • Daftar isi. • Kata Pengantar • Peta konsep. • Glosarium • I. Peendahuluan • Deskripsi • Prasarat • Petunjuk penggunaan modul • Kompetensi • II. Pembelajaran • Rencana belajar siswa • Kegiatan belajar • III. Evaluasi • Evaluasi • Kunci jawaban • Penilaian • Daftar Pustaka	• Judul • Petunjuk belajar • Kompetensi yang dicapai • Informasi pendukung • Tugas dan langkah-langkah kerja • penilaian	Tidak ada struktur
Tujuan	• Bahan ajar mandiri. • Pengganti fungsi pendidik • Sebagai alat evaluasi • Sebagai sumber belajar yang digunakan dalam proses pembelajaran peserta didik. • Membantu peserta didik belajar secara lebih terarah dan sistematis • Mendorong peserta didik untuk mencapai penguasaan kompetensi yang telah ditetapkan dalam pembelajaran	Membimbing siswa melatih menemukan sendiri pembelajaran	• Untuk memperlancar dan memberikan bantuan informasi atau materi pembelajaran sebagai pegangan bagi peserta didik • Untuk memperkaya pengetahuan peserta didik • Untuk mendukung bahan ajar lainnya atau penjelasan dari pendidik.
Memuat model pembelajaran	Ada	Ada	Tidak
<i>Self Instructional</i>	Ada	Ada	Tidak
<i>Self Contained</i>	Ada	Tidak	Tidak
<i>Stand Alone</i>	Ada	Tidak	Tidak
<i>Adaptive</i>	Ada	Ada	Ada

2.1.3. Modul pembelajaran

2.1.3.1 Pengertian Modul Pembelajaran

Modul merupakan salah satu bentuk bahan ajar yang disusun secara ringkas dan tepat, dengan tujuan untuk membantu mahasiswa mencapai kompetensi tertentu melalui serangkaian kegiatan terstruktur yang mencakup materi, media pembelajaran, dan evaluasi. Modul adalah bahan pelajaran yang disiapkan guru

atau dosen untuk menunjang atau melengkapi proses belajar mengajar. Modul ini dirancang untuk memungkinkan mahasiswa belajar secara mandiri sesuai dengan tingkat kemampuan mereka dalam memahami dan menyerap materi pembelajaran. Modul merupakan alat atau sarana pembelajaran yang disusun secara sistematis dan menarik, memuat materi, metode, batasan, serta cara evaluasi yang dirancang untuk membantu peserta didik mencapai kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya (Aji, Hudha, & Rismawati, 2017).

2.1.3.2 Kriteria Modul Pembelajaran

Menurut Maulida (2022), adapun beberapa kriteria yang harus dipenuhi dalam modul pembelajaran yaitu:

- 1) Esensial, yaitu setiap mata pelajaran dirancang berdasarkan konsep-konsep inti yang diperoleh melalui pengalaman belajar dan melibatkan lintas disiplin ilmu, sehingga memperkaya pemahaman peserta didik secara menyeluruh.
- 2) Menarik, bermakna, dan menantang, yaitu modul mampu menumbuhkan minat belajar serta mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran. Isi modul disesuaikan dengan tingkat perkembangan kognitif dan pengalaman yang dimiliki, tidak terlalu kompleks namun juga tidak terlalu sederhana untuk usia tertentu.
- 3) Relevan dan kontekstual, yaitu materi yang disajikan berkaitan langsung dengan pengalaman sebelumnya serta sesuai dengan kondisi waktu, tempat, dan lingkungan belajar peserta didik.
- 4) Berkesinambungan, yaitu setiap kegiatan pembelajaran dalam modul memiliki keterkaitan antarfase perkembangan belajar, seperti fase awal, tengah, dan lanjutan, sehingga mendukung keberlanjutan proses belajar.

- 5) Penyajian, yaitu modul disusun menggunakan bahasa yang sederhana, visual yang menarik, serta disajikan dengan cara yang mudah dipahami guna mendukung ketercapaian tujuan pembelajaran secara optimal.
- 6) Kelengkapan yaitu memuat seluruh komponen yang dibutuhkan

2.1.3.3 Fungsi Modul Pembelajaran

Menurut Mahadiraja & Syamsuarnis (2020), adapun fungsi modul dalam kegiatan pembelajaran dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Bahan ajar mandiri, yaitu modul berfungsi untuk meningkatkan kemampuan peserta didik dalam belajar secara mandiri tanpa bergantung pada kehadiran pendidik. Penyusunan modul memungkinkan peserta didik mengelola proses belajarnya sesuai dengan kecepatan dan gaya belajar masing-masing.
2. Pengganti fungsi pendidik, yaitu modul dirancang sedemikian rupa agar mampu menyampaikan materi pembelajaran sistematis dan komunikatif, sejalan dengan kapasitas kognitif serta tahapan perkembangan peserta didik, sehingga modul dapat mengambil alih sebagian peran pendidik dalam menyampaikan materi ajar.
3. Alat evaluasi, yaitu modul memfasilitasi peserta didik untuk melakukan penilaian terhadap tingkat penguasaan materi secara mandiri, baik melalui soal-soal latihan, tugas, maupun instrumen evaluasi lainnya yang tersedia dalam modul.
4. Bahan rujukan, yaitu modul berisi materi-materi yang perlu dipelajari dan dikuasai oleh peserta didik, sehingga dapat difungsikan sebagai sumber belajar utama dalam pelaksanaan pembelajaran.

2.1.3.4 Kerangka Modul Pembelajaran

Menurut Jalinus, Syahril, Sukardi, & Haq (2023), pengembangan kerangka modul diurakan sebagai berikut:

- 1) Bagian depan, terdiri atas:
 - a. Halaman sampul, terdiri atas logo Tut Wuri Handayani, logo Universitas, judul modul, gambar ilustrasi, penyusun dan tahun.
 - b. Kata pengantar.
 - c. Daftar isi, terdiri atas *Outline* modul beserta halaman.
 - d. Peta konsep, terdiri atas topik inti dari materi.
 - e. Glosarium, terdiri atas istilah-istilah penting yang digunakan pada modul
- 2) Bagian pendahuluan, terdiri atas
 - a. Deskripsi, terdiri atas penjelasan umum mengenai isi, ruang lingkup, dan tujuan modul.
 - b. Prasyarat, berisi berbagai syarat-syarat awal sebelum mempelajari modul
 - c. Petunjuk penggunaan modul, berisi panduan atau pedoman atau tata cara menggunakan modul
 - d. Tujuan akhir, berisikan spesifikasi kinerja yang diharapkan untuk dikuasai setelah mengikuti kegiatan belajar.
 - e. Kompetensi, berisi uraian seperti kompetensi dan sub kompetensi.
 - f. Cek kemampuan, daftar pertanyaan-pertanyaan yang harus dijawab, dalam rangka mengukur sejauh mana pemahaman pra-penggunaan modul.
- 3) Bagian pembelajaran, terdiri atas:
 - a. Rencana pembelajaran, berupa jenis kegiatan, tanggal, waktu dan lokasi pembelajaran

- b. Kegiatan belajar, yaitu serangkaian proses belajar yang diorganisasikan dalam satuan aktivitas belajar.
- 4) Bagian evaluasi, terdiri atas,
 - a. Evaluasi, mencakup aspek penguasaan pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang sesuai dengan kriteria unjuk kerja yang ditetapkan dalam standar kompetensi.
 - b. Kunci jawaban, berisi jawaban dari soal-soal evaluasi yang terdapat pada modul.
 - c. Penilaian, meliputi pemberian skor sesuai kriteria yang telah ditetapkan.
- 5) Daftar Pustaka, yang memuat berbagai sumber-sumber atau referensi yang digunakan sebagai sumber acuan penyusunan dan penulisan modul.

2.1.3.5 Karakteristik Modul Pembelajaran

Menurut Raqzitya & Agung (2022), adapun karakteristik modul pembelajaran pada umumnya mencakup hal-hal berikut:

- 1) *Self instruction*, yaitu modul dirancang untuk memungkinkan peserta didik belajar secara mandiri tanpa ketergantungan pada pendamping atau tenaga pendidik dalam memahami materi.
- 2) *Self contained*, yaitu modul dirancang agar mencakup seluruh materi pembelajaran secara menyeluruh, sehingga peserta didik dapat mempelajari dan menyelesaikan materi tersebut secara mandiri sesuai dengan ruang lingkup dan kedalaman yang telah ditetapkan.
- 3) *Stand alone*, yaitu modul disusun agar dapat berdiri sendiri tanpa harus bergantung pada bahan ajar lain. Peserta didik dapat memahami isi modul tanpa perlu membuka sumber tambahan lainnya.

- 4) *Adaptable*, yaitu modul memiliki fleksibilitas dalam penggunaannya, dapat diakses kapan saja dan di mana saja, serta mampu menyesuaikan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.
- 5) *User friendly*, yaitu modul disajikan dengan bahasa yang komunikatif, menggunakan istilah yang mudah dipahami, serta petunjuk yang jelas sehingga memudahkan peserta didik dalam menggunakannya secara efektif.

2.1.3.6 Jenis-jenis Modul Pembelajaran

Menurut Rahayu (2024), jenis-jenis modul dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama, yaitu:

1. Berdasarkan penggunaannya, modul dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:
 - a) Modul untuk peserta didik, yang dirancang sebagai bahan ajar mandiri guna membantu siswa memahami materi secara bertahap dan sistematis.
 - b) Modul untuk pendidik, yang berfungsi sebagai panduan dalam pelaksanaan pembelajaran, mencakup strategi penyampaian materi, metode evaluasi, serta pengelolaan kegiatan belajar.
2. Berdasarkan tujuan penyusunannya, modul juga terbagi menjadi dua jenis, yaitu:
 - a) Modul inti, yang berisi pokok-pokok materi utama yang harus dikuasai peserta didik sesuai dengan kompetensi dasar.
 - b) Modul pengayaan, yang disusun untuk memperluas wawasan dan mendalami materi tambahan bagi peserta didik yang telah menguasai modul inti.

2.1.3.7 Kelebihan dan Kekurangan Modul Pembelajaran

2.1.3.7.1 Kelebihan Modul Pembelajaran

Menurut Rahmi, Ibrahim, & Kusumawardani (2021), kelebihan modul pembelajaran adalah sebagai berikut:

- 1) Mahasiswa dapat menyelesaikan materi sesuai dengan kecepatan belajarnya masing-masing, sehingga memberikan fleksibilitas dalam memahami dan menguasai kompetensi yang ditetapkan.
- 2) Modul disusun sebagai paket pembelajaran yang terpadu, mencakup tujuan pembelajaran, materi, kegiatan belajar, dan evaluasi dalam satu kesatuan yang utuh dan terstruktur.
- 3) Modul yang digunakan telah melalui proses validasi dan pengujian sebelum didistribusikan. Dengan tingginya minat pengguna, pihak pengembang memiliki dasar kuat untuk melakukan investasi dalam penelitian serta pengembangan kurikulum secara berkelanjutan

2.1.3.7.2 Kekurangan Modul Pembelajaran

Menurut Rahmi, Ibrahim, & Kusumawardani (2021), selain memiliki sejumlah kelebihan, modul pembelajaran juga memiliki beberapa kelemahan sebagai berikut:

1. Materi dalam modul cenderung mengandung tingkat verbalisme yang tinggi, sehingga dapat menyulitkan peserta didik dalam memahami konsep secara konkret.
2. Proses pembelajaran melalui modul menuntut konsentrasi yang tinggi dan usaha yang intensif dari pembacanya untuk dapat menyerap materi secara menyeluruh.

3. Penyajian isi modul bersifat statis, sehingga tidak dapat diperbarui atau disesuaikan secara fleksibel setelah dicetak.
4. Tidak semua jenis pengetahuan atau keterampilan dapat dijabarkan secara efektif melalui modul, khususnya yang memerlukan interaksi langsung atau praktik lapangan.
5. Proses penyusunan modul relatif lebih kompleks dan memerlukan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan pengembangan materi pembelajaran berbasis elektronik.
6. Modul yang dicetak dengan bahan dasar kertas memiliki daya tahan yang rendah dan rentan terhadap kerusakan fisik, seperti robek atau rusak akibat kelembapan.

2.1.4. Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL)

2.1.4.1 Pengertian *Project Based Learning*

Project Based Learning merupakan suatu model pembelajaran yang menempatkan peserta didik sebagai pusat utama dalam kegiatan pembelajaran., dengan penekanan pada pencapaian hasil akhir berupa produk konkret. Model ini memberikan kebebasan kepada peserta didik untuk merancang dan mengelola aktivitas belajarnya secara mandiri, serta mendorong kolaborasi dalam menyelesaikan proyek pembelajaran hingga menghasilkan produk yang sesuai. Oleh karena itu, kinerja siswa sangat mempengaruhi keberhasilan pembelajaran ini (Alhayat, Mukhidin, Utami, & Yustikarini, 2023).

Pembelajaran berbasis proyek merupakan salah satu strategi pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memperoleh pengetahuan dan pemahaman baru melalui proses pengamatan dan penyajian dalam

berbagai bentuk presentasi. Ciri utama dari model ini adalah keterlibatan aktif peserta didik dalam mengeksplorasi ide-ide penting serta mengajukan pertanyaan yang relevan dengan topik pembelajaran. Selama proses pengerjaan proyek, peserta didik membangun pemahaman berdasarkan kebutuhan dan minat masing-masing, mengembangkan produk sebagai hasil akhir, serta dilatih untuk berpikir kreatif, kritis, dan terampil dalam menyelidiki informasi, menarik kesimpulan, serta mengaitkan materi pembelajaran dengan permasalahan nyata yang bersifat kontekstual, otentik, dan berkaitan dengan isu-isu actual (Sinta, Sakdiah, Novita, Ginting, & Syafrizal, 2022).

Model pembelajaran Project Based Learning dipandang sebagai model pembelajaran yang memanfaatkan permasalahan nyata sebagai inti dari proses pembelajaran, dengan tujuan untuk memfasilitasi pemahaman dan penyerapan konsep secara lebih mendalam oleh peserta didik. Model ini menerapkan pembelajaran kontekstual yang menempatkan peserta didik dalam situasi yang relevan dengan kehidupan nyata, serta mendorong pengembangan kemampuan berpikir kritis. Melalui proses tersebut, peserta didik dilatih untuk mempertimbangkan berbagai alternatif dan mengambil keputusan yang tepat dalam rangka menyelesaikan permasalahan yang dihadapi selama kegiatan pembelajaran berlangsung (Anggraini, 2021).

Model pembelajaran berbasis proyek adalah model pembelajaran yang memungkinkan peserta didik menggali pengetahuan serta membangun kemampuan melalui proses penyelidikan mendalam terhadap suatu permasalahan nyata. Dalam konteks praktikum elektronika dasar, model ini diterapkan melalui aktivitas yang mendorong mahasiswa untuk terlibat aktif mulai dari merancang, melakukan

penyelidikan, hingga membuat produk sederhana yang sesuai dengan prinsip kerja rangkaian elektronika. Melalui kegiatan tersebut, mahasiswa tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari. Proses ini dilakukan secara bertahap dan kolaboratif, sehingga melatih kemandirian serta kemampuan bekerja dalam tim (Muslim, Zulherman, & Ariska, 2024).

2.1.4.2 Karakteristik PjBL

Menurut Amin & Sumendap (2022), karakteristik dari model pembelajaran *project based learning* (PjBL) antara lain:

- 1) Peserta didik diberikan keleluasaan untuk mengambil keputusan dalam merancang kerangka kerja pembelajaran yang akan dilaksanakan.
- 2) Proses pembelajaran diawali dengan adanya permasalahan atau tantangan yang harus diselesaikan oleh peserta didik.
- 3) Peserta didik merancang langkah-langkah atau proses yang diperlukan untuk menemukan solusi terhadap permasalahan atau tantangan yang diberikan.
- 4) Tanggung jawab untuk mengakses, mengelola, dan menganalisis informasi dalam rangka pemecahan masalah dilakukan secara kolaboratif oleh peserta didik.
- 5) Evaluasi terhadap proses pembelajaran dilakukan secara berkelanjutan untuk memantau kemajuan dan efektivitas kegiatan.
- 6) Peserta didik secara berkala melakukan refleksi terhadap kegiatan yang telah dilaksanakan, guna menilai pencapaian dan mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki.

- 7) Produk akhir yang dihasilkan dalam proses pembelajaran dievaluasi secara kualitatif berdasarkan kriteria yang telah ditentukan.
- 8) Lingkungan pembelajaran dibangun dalam suasana yang terbuka dan toleran terhadap kesalahan maupun perubahan, guna mendorong kreativitas dan inovasi.

2.1.4.3 Tujuan dan Manfaat PjBL

Penerapan model pembelajaran PjBL bertujuan untuk memberikan pengetahuan dan keterampilan baru kepada peserta didik melalui pengalaman belajar yang bersifat kontekstual. Model ini juga bertujuan untuk meningkatkan kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan proyek, mendorong keterlibatan aktif dalam menyelesaikan tugas-tugas kompleks yang menghasilkan produk nyata, baik berupa barang maupun jasa. Selain itu, PjBL dirancang untuk mengembangkan keterampilan dalam mengelola berbagai sumber, bahan, dan alat yang diperlukan dalam pelaksanaan proyek, serta memperkuat kemampuan kolaboratif, terutama dalam konteks pembelajaran berbasis kelompok (Ariyanto, Sutama, & Markhamah, 2022).

Menurut Fathihani et al. (2023), penerapan PjBL memiliki manfaat yang signifikan sebagai berikut:

- 1) Meningkatkan keterampilan sosial: peserta didik bekerja sama dalam kelompok untuk menyelesaikan proyek. Sehingga hal ini dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam bekerja sama, berkomunikasi, menghargai perbedaan pendapat, dan memecahkan masalah bersama.
- 2) Meningkatkan keterampilan teknis: peserta didik dituntut untuk melakukan penelitian, analisis, dan sintesis informasi untuk menyelesaikan proyek.

Sehingga hal ini dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam keterampilan teknis, seperti pemecahan masalah, pengambilan keputusan, dan pemecahan masalah.

- 3) Memperkenalkan peserta didik pada dunia kerja yang kompleks: peserta didik diberi kesempatan untuk memperoleh pengalaman dalam menyelesaikan proyek yang berbasis pada kebutuhan dunia kerja yang kompleks. Sehingga hal ini dapat mempersiapkan peserta didik untuk menghadapi tantangan dunia kerja di masa depan.
- 4) Meningkatkan motivasi belajar peserta didik: peserta didik memiliki kesempatan untuk menentukan sendiri proyek yang ingin dikerjakan, sehingga mereka merasa memiliki tanggung jawab dan memiliki kebebasan untuk mengekspresikan diri dalam belajar. Sehingga hal ini dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik.
- 5) Meningkatkan kreativitas peserta didik: peserta didik dituntut untuk berpikir kreatif dan menghasilkan hasil yang orisinal dan inovatif dalam menyelesaikan proyek. Sehingga hal ini dapat meningkatkan kreativitas peserta didik

2.1.4.4 Kelebihan dan Kekurangan PjBL

2.1.4.4.1 Kelebihan PjBL

Menurut Nugraha, Supriadi, & Firmansyah (2023), adapun kelebihan dari *Project Based Learning* adalah sebagai berikut:

- 1) Meningkatkan motivasi belajar peserta didik, karena mendorong keterlibatan aktif dan menstimulasi kemampuan berpikir kreatif melalui tantangan yang diberikan selama proses pembelajaran.

- 2) Mengembangkan kemampuan pemecahan masalah, dengan melibatkan peserta didik secara aktif dalam menghadapi dan menyelesaikan permasalahan kompleks yang muncul dalam pelaksanaan proyek.
- 3) Meningkatkan kemampuan kolaboratif, melalui pentingnya kerja sama dalam kelompok proyek, sehingga peserta didik dapat mengembangkan serta mempraktikkan keterampilan komunikasi dan kerja tim secara efektif.
- 4) Meningkatkan keterampilan dalam mengelola sumber daya, karena pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek yang terstruktur memberikan pengalaman nyata kepada peserta didik dalam merencanakan, mengorganisasi, serta mengalokasikan waktu dan sumber daya, termasuk perlengkapan, untuk menyelesaikan tugas secara optimal.

2.1.4.4.2 Kekurangan PjBL

Menurut Novianti (2021), adapun beberapa kekurangan dalam penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* antara lain:

1. Tingginya tingkat keaktifan peserta didik dalam berdiskusi dapat menciptakan suasana kelas yang kurang kondusif. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan waktu diskusi yang terstruktur, dengan memberikan ruang beberapa menit khusus untuk kegiatan diskusi kelompok. Setelah waktu tersebut selesai, proses analisis dapat dilanjutkan dalam suasana yang lebih terkendali.
2. Meskipun alokasi waktu telah dirancang untuk masing-masing kelompok, pelaksanaan kegiatan pembelajaran berbasis proyek masih berpotensi menimbulkan gangguan terhadap kelancaran proses pengajaran secara keseluruhan. Dalam hal ini, pendidik perlu mengambil peran aktif dalam

mengatur durasi kegiatan dengan memberikan tambahan waktu secara bergiliran bagi tiap kelompok sesuai kebutuhan.

2.1.4.5 Sintaks PjBL

Menurut Lestari & Yuwono (2022), langkah-langkah pelaksanaan model Project Based Learning (PjBL) umumnya terdiri atas enam tahapan sistematis sebagai berikut:

1) Pertanyaan mendasar

Tahap awal dimulai dengan pemberian pertanyaan mendasar yang bersifat kontekstual dan menantang, yang mampu mengarahkan peserta didik pada eksplorasi materi pembelajaran melalui proyek yang akan dikerjakan. Pertanyaan ini bertujuan untuk membangkitkan rasa ingin tahu dan memfokuskan perhatian pada permasalahan yang akan diselesaikan.

2) Penyusunan rancangan proyek

Selanjutnya, peserta didik bersama dosen menyusun rencana proyek secara terstruktur. Pada tahap ini ditentukan jenis kegiatan, langkah-langkah pelaksanaan, serta tujuan dari proyek yang akan diselesaikan. Dosen berperan sebagai fasilitator dalam membantu peserta didik merancang strategi yang tepat dari awal hingga akhir pelaksanaan proyek.

3) Penyusunan jadwal proyek

Peserta didik menyusun jadwal pelaksanaan kegiatan proyek secara mandiri berdasarkan perencanaan yang telah dibuat. Dalam tahap ini, dosen berperan sebagai pembimbing, sementara peserta didik belajar memahami pentingnya manajemen waktu yang sistematis guna menjamin keberhasilan pelaksanaan proyek.

4) Monitor kemajuan proyek

Selama pelaksanaan proyek berlangsung, peserta didik bekerja secara mandiri sesuai dengan rencana dan jadwal yang telah disusun, dengan tetap berada dalam pengawasan dan bimbingan dosen. Monitoring dilakukan untuk memastikan bahwa setiap tahapan proyek berjalan sesuai yang telah ditetapkan.

5) Penilaian hasil proyek

Setelah proyek diselesaikan, dosen melakukan proses asesmen terhadap hasil kerja peserta didik. Penilaian ini menekankan pada asesmen autentik yang tidak hanya melihat produk akhir, tetapi juga mempertimbangkan proses, partisipasi, kreativitas, dan ketercapaian kompetensi selama pengerjaan proyek.

6) Evaluasi

Kegiatan evaluasi ini merupakan akhir dari pembelajaran. Dalam kegiatan ini dosen akan memberikan soal untuk mengetahui sejauh mana pengetahuan mahasiswa dan melakukan refleksi selama melaksanakan proyek.

2.1.5 Keterkaitan Antara Modul dan Model Pembelajaran PjBL

Modul adalah sumber belajar berbasis elektronik yang dirancang untuk menyediakan materi pembelajaran yang terstruktur dan bisa disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran individu atau kelompok. Modul dapat berupa dokumen elektronik, presentasi multimedia, video pembelajaran, simulasi interaktif, atau kombinasi dari berbagai jenis media. *Project Based Learning* merupakan suatu strategi pembelajaran yang dirancang untuk melibatkan peserta didik melalui eksplorasi aktif dan pengerjaan proyek nyata yang menuntut keterampilan kritis seperti pemecahan masalah, komunikasi, kolaborasi, dan pemikiran kreatif.

Adapun keterkaitan antara Modul dan model pembelajaran PjBL dapat dilihat dari beberapa aspek sebagai berikut:

1) Fleksibilitas dan Aksesibilitas

Modul menyediakan akses fleksibel terhadap materi pembelajaran yang dapat dipelajari secara mandiri sesuai dengan waktu dan tempat yang dipilih oleh peserta didik. Sehingga sejalan dengan PjBL yang sering kali melibatkan proyek yang memerlukan waktu dan upaya yang tidak selalu sesuai dengan jadwal pembelajaran konvensional. Dengan modul, siswa dapat mengakses informasi, panduan, dan sumber daya. Kemudahan akses ini memungkinkan siswa untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan kapan saja dan di mana saja, sehingga mendukung kelancaran proyek.

2) Kolaborasi dan Komunikasi

PjBL melibatkan kerja kelompok dan kolaborasi yang efektif. Modul dapat mendukung aspek ini dengan menyediakan platform komunikasi dan kolaborasi seperti forum diskusi. Fitur-fitur ini memungkinkan siswa untuk berkomunikasi dan berkolaborasi secara efektif dalam kelompok mereka, berbagi ide, dan mengelola tugas proyek secara terorganisir. Selain itu, modul dapat menyediakan panduan atau template untuk memfasilitasi perencanaan dan pengelolaan proyek, yang penting dalam PjBL.

3) Umpan Balik

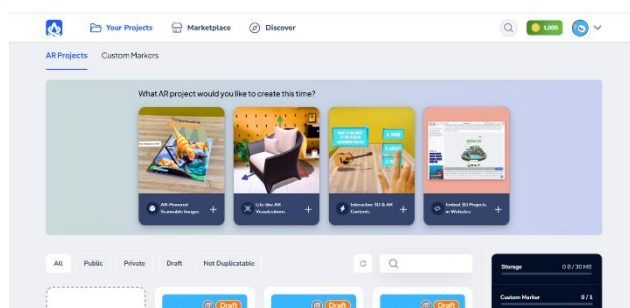
Modul sering dilengkapi dengan fitur evaluasi seperti kuis dan penilaian otomatis. Dalam konteks PjBL, umpan balik yang cepat dan konstruktif adalah penting untuk perbaikan berkelanjutan. Dengan modul, guru dapat memberikan umpan balik terhadap pekerjaan siswa selama proyek. Ini

memungkinkan siswa untuk mengetahui kekuatan dan kelemahan mereka, serta melakukan perbaikan sebelum tahap akhir proyek.

2.1.6 *Assemblr Edu*

2.1.6.1 Pengertian *Assemblr Edu*

Assemblr Edu adalah sebuah aplikasi yang dirancang untuk mendukung proses pembelajaran dengan menyediakan sarana bagi pendidik dan peserta didik dalam mengembangkan serta memanfaatkan konten berbasis tiga dimensi (3D) yang dapat diintegrasikan dalam teknologi *Augmented Reality* (AR). Pemanfaatan AR melalui *Assemblr Edu* memungkinkan pendidik untuk menampilkan model 3D secara langsung di lingkungan pembelajaran, sehingga materi dapat dijelaskan dari berbagai sudut pandang. Dengan demikian, penyajian materi menjadi lebih dinamis dan interaktif, yang pada akhirnya membantu peserta didik dalam memahami konsep dengan lebih cepat dan efektif (Naimah, Siskawati, & Mujib, 2024).



Gambar 2.1 Tampilan awal *assemblr edu*

Sumber: (<https://studio.assemblrworld.com/projects>)

2.1.6.2 Kelebihan dan Kekurangan *Assemblr Edu*

Menurut Chairudin, et al. (2023), adapun beberapa kelebihan dari aplikasi *Assemblr Edu* adalah sebagai berikut:

- 1) Dapat membangun keluaran pembelajaran berbasis visual dalam format tiga dimensi (3D), yang mampu menarik perhatian serta meningkatkan rasa ingin tahu peserta didik.
- 2) Membantu dalam menyederhanakan penyampaian konsep-konsep abstrak dengan menyajikannya dalam bentuk visual yang konkret, sehingga mempermudah pemahaman peserta didik.
- 3) Menyediakan berbagai konten siap pakai yang dapat dimanfaatkan oleh pendidik, berupa model, diagram, hingga simulasi yang relevan dengan materi pembelajaran.
- 4) Memberikan fleksibilitas bagi pendidik untuk mengembangkan konten pembelajaran secara mandiri dari awal sesuai yang diinginkan.
- 5) Meningkatkan makna dalam aktivitas pembelajaran, salah satunya melalui fitur *scan to see* yang memungkinkan terjadinya interaksi dua arah antara.

Menurut Sari, Afriadi, Simanungkalit, Mailani, & Manurung (2024), adapun beberapa kekurangan *Assemblr Edu* adalah sebagai berikut:

- 1) Penggunaan fitur Augmented Reality (AR) dalam aplikasi terkadang mengalami kendala teknis yang menyulitkan pengguna, terutama bagi pemula.
- 2) Proses pemuatan konten dapat memerlukan waktu yang cukup lama, khususnya saat mempersiapkan materi pembelajaran.
- 3) Akses terhadap fitur-fitur lanjutan dalam aplikasi memerlukan pembelian paket berlangganan, sehingga membatasi pengguna yang hanya mengandalkan versi gratis.
- 4) Aplikasi terkadang mengalami gangguan dalam pengoperasiannya, seperti menutup secara otomatis atau tidak stabil saat digunakan.

- 5) Kebutuhan terhadap koneksi internet menjadi hal yang wajib, sehingga dapat menjadi kendala di lingkungan dengan akses internet terbatas atau tidak stabil.

2.1.7 Analisis Nodal dan Analisis Mesh

2.1.7.1 Analisis Nodal

2.1.7.1.1 Analisis Rangkaian Nodal

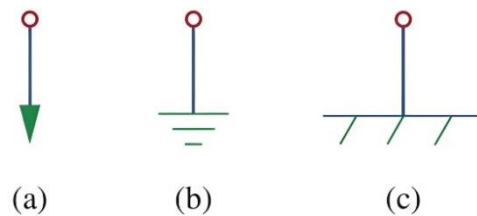
Analisis nodal adalah metode matematis yang digunakan untuk menentukan distribusi tegangan dalam rangkaian listrik dengan mengukur tegangan di antara simpul-simpul (*nodal*) dalam rangkaian. Metode yang digunakan untuk menentukan tegangan dan arus dalam rangkaian nodal yaitu dengan menggunakan Hukum Arus Kirchhoff (KCL). Metode ini sangat berguna untuk menganalisis rangkaian yang kompleks, di mana banyak komponen terhubung satu sama lain. Dalam analisis ini, kita fokus pada ***nodal*** atau titik sambungan di mana dua atau lebih elemen bertemu.

Analisis *nodal* didasarkan pada prinsip Hukum Kirchhoff I atau *Kirchhoff Current Law* (KCL), yang menyatakan bahwa jumlah arus yang masuk ke dan keluar dari suatu titik percabangan dalam rangkaian listrik adalah nol. Metode ini umumnya lebih efisien digunakan ketika rangkaian memiliki pencatu berupa sumber arus. Selain itu, analisis *nodal* dapat diterapkan baik pada rangkaian dengan sumber arus searah (DC) maupun sumber arus bolak-balik (AC).

Tujuan utama dalam analisis rangkaian nodal adalah menentukan tegangan pada setiap nodal dalam suatu rangkaian. Jika suatu rangkaian memiliki nodal tanpa sumber tegangan, maka analisis nodal dilakukan dengan mengikuti tiga tahapan berikut:

1. Menentukan salah satu nodal sebagai nodal referensi. Tegangan $v_1, v_2, \dots, v_{n-1}$ diberikan pada nodal lainnya, dengan tegangan yang diukur relatif terhadap nodal referensi.
2. Menerapkan Hukum Arus Kirchhoff (KCL) pada $n - 1$ nodal yang bukan merupakan nodal referensi, kemudian menggunakan Hukum Ohm untuk menyatakan arus cabang dalam bentuk tegangan pada nodal.
3. Menyelesaikan sistem persamaan simultan yang diperoleh untuk menentukan nilai tegangan pada nodal yang belum diketahui.

Tahap pertama dalam analisis nodal adalah memilih nodal referensi atau datum nodal, yang umumnya disebut sebagai *ground*. Karena nodal referensi memiliki tegangan nol, simbol yang digunakan dapat berupa salah satu dari tiga bentuk yang ditunjukkan pada gambar 2.2.



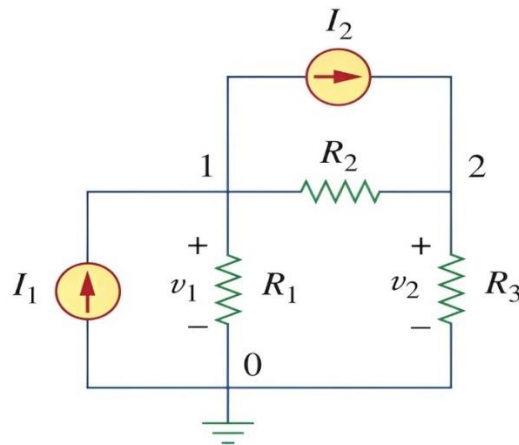
Gambar 2.2 Simbol umum untuk menunjukkan nodal referensi, (a) common ground, (b) ground, (c) chassis ground

Sumber: (Alexander & Sadiku, 2013)

Jenis ground yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 (c) disebut sebagai *chassis ground*, yaitu jenis *ground* yang memanfaatkan sasis, penutup, atau casing perangkat sebagai titik referensi tegangan bagi keseluruhan rangkaian. Jika yang digunakan adalah *earth ground*, maka simbol yang sesuai adalah sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.2 (a) atau 2.2 (b).

Setelah nodal referensi ditentukan, tegangan diberikan pada nodal lainnya. Sebagai contoh, pada rangkaian yang ditunjukkan dalam gambar 2.3, nodal 0 dipilih

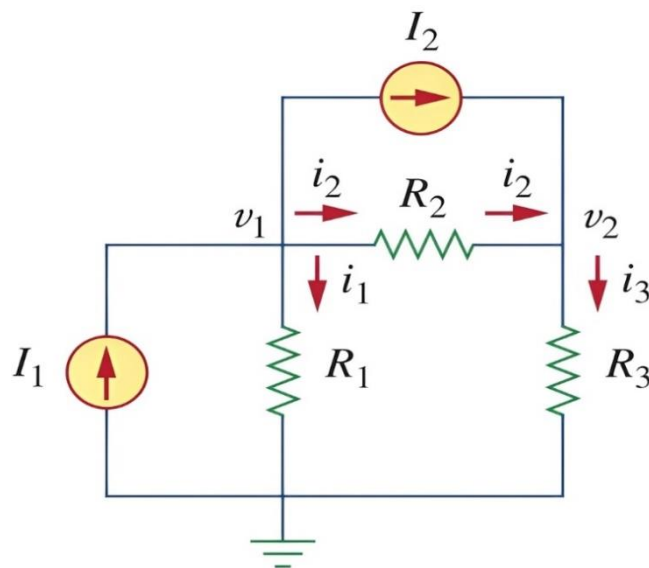
sebagai nodal referensi ($v = 0$), sedangkan nodal 1 dan nodal 2 diberikan tegangan v_1 dan v_2 secara berturut-turut. Tegangan ini diukur terhadap nodal referensi.



Gambar 2.3 Rangkaian dengan nodal referensi dan tegangan nodal
Sumber: (Alexander & Sadiku, 2013)

Pada gambar 2.3, tegangan pada setiap nodal merupakan tegangan yang diukur terhadap nodal referensi, bukan tegangan antara dua nodal secara langsung.

Pada tahap kedua, Hukum Arus Kirchhoff (KCL) diterapkan pada setiap nodal selain nodal referensi dalam rangkaian. Untuk memudahkan pemahaman, rangkaian pada gambar 2.3 direpresentasikan kembali dalam gambar 2.4, di mana arus i_1 , i_2 dan i_3 mengalir melalui resistor R_1 , R_2 dan R_3 secara berurutan.



Gambar 2.4 Representasi ulang rangkaian untuk penerapan KCL
Sumber: (Alexander & Sadiku, 2013)

Pada nodal 1, penerapan KCL menghasilkan:

$$I_1 = I_2 + i_1 + i_2 \quad (1.1)$$

Pada nodal 2, penerapan KCL menghasilkan:

$$I_2 + i_2 = i_3 \quad (1.2)$$

Selanjutnya, Hukum Ohm diterapkan untuk menyatakan arus i_1 , i_2 dan i_3 dalam bentuk tegangan nodal. Prinsip utama yang perlu diperhatikan adalah bahwa arus selalu mengalir dari tegangan yang lebih tinggi menuju tegangan yang lebih rendah melalui suatu resistor.

Persamaan dasar dari prinsip ini dinyatakan sebagai berikut:

$$i = \frac{v_{higher} - v_{lower}}{R} \quad (1.3)$$

Dengan menerapkan prinsip tersebut, sistem persamaan untuk rangkaian yang ditunjukkan pada gambar 2.4 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} i_1 &= \frac{v_1 - 0}{R_1} = G_1 v_1 \\ i_2 &= \frac{v_1 - v_2}{R_2} = G_2 (v_1 - v_2) \\ i_3 &= \frac{v_2 - 0}{R_3} = G_3 v_2 \end{aligned} \quad (1.4)$$

Mensubsitusikan persamaan (1.4) ke dalam persamaan (1.1) dan (1.2) menghasilkan:

$$I_1 = I_2 + \frac{v_1}{R_1} + \frac{v_1 - v_2}{R_2} \quad (1.5)$$

$$I_2 + \frac{v_1 - v_2}{R_2} = \frac{v_2}{R_3} \quad (1.6)$$

Dalam bentuk konduktansi, persamaan (1.5) dan (1.6) menjadi:

$$I_1 = I_2 + G_1 v_1 + G_2 (v_1 - v_2) \quad (1.7)$$

$$I_2 + G_2(v_1 - v_2) = G_3v_2 \quad (1.8)$$

Langkah ketiga dalam analisis nodal adalah menyelesaikan tegangan pada setiap nodal. Dengan menerapkan Hukum Arus Kirchhoff (KCL) pada $n - 1$ nodal yang bukan merupakan nodal referensi, diperoleh $n - 1$ persamaan simultan seperti persamaan (1.5) dan (1.6) atau (1.7) dan (1.8). Untuk rangkaian pada gambar 3, penyelesaian persamaan (1.5) dan (1.6) atau (1.7) dan (1.8) digunakan untuk menentukan nilai tegangan v_1 dan v_3 menggunakan berbagai metode, seperti metode substitusi, metode eliminasi, aturan Cramer, atau inversi matriks.

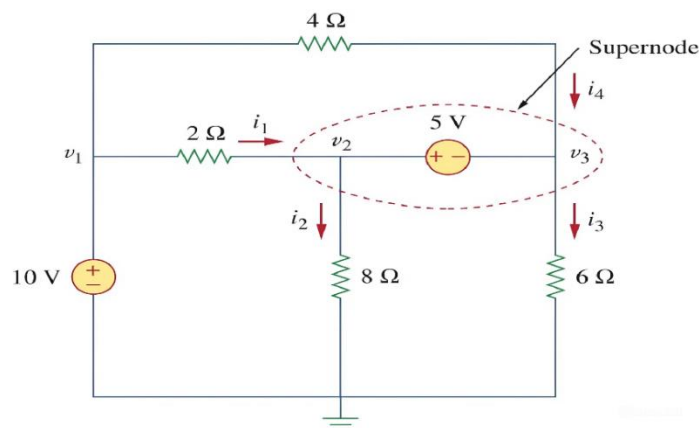
Agar dapat menggunakan aturan Cramer atau inversi matriks, sistem persamaan diubah terlebih dahulu ke dalam bentuk matriks. Sebagai contoh, Persamaan (1.7) dan (1.8) dapat dituliskan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} G_1 + G_2 & -G_2 \\ -G_2 & G_2 + G_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_1 - I_2 \\ I_2 \end{bmatrix} \quad (1.9)$$

Persamaan ini dapat diselesaikan untuk mendapatkan nilai v_1 dan v_2 .

2.1.7.1.2 Supernodal

Supernodal membahas bagaimana sumber tegangan memengaruhi analisis nodal. Rangkaian pada gambar 2.5 digunakan sebagai ilustrasi. Dua kemungkinan berikut perlu dipertimbangkan:



Gambar 2.5 Rangkaian dengan sebuah supernodal
Sumber: (Alexander & Sadiku, 2013)

- **Kasus 1**

Jika suatu sumber tegangan terhubung antara nodal referensi dan nodal non-referensi, maka tegangan pada nodal non-referensi tersebut cukup ditetapkan sama dengan tegangan dari sumber tegangan tersebut. Pada gambar 2.5, sebagai contoh:

$$v_1 = 10 \text{ V} \quad (1.10)$$

Dengan demikian, analisis menjadi lebih sederhana dengan adanya pengetahuan mengenai tegangan pada nodal ini.

- **Kasus 2**

Jika sumber tegangan terhubung antara dua nodal non-referensi, maka kedua nodal non-referensi tersebut membentuk sebuah nodal gabungan atau supernodal. Hukum Arus Kirchhoff (KCL) dan Hukum Tegangan Kirchhoff (KVL) kemudian diterapkan untuk menentukan tegangan pada nodal-nodal tersebut.

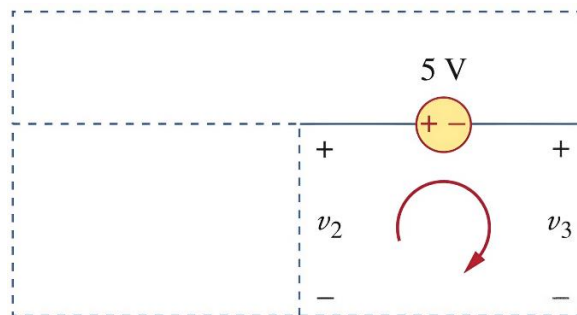
Pada gambar 2.5, v_2 dan v_3 membentuk sebuah supernodal. Rangkaian yang memiliki supernodal dianalisis dengan menggunakan tiga langkah yang sama seperti pada bagian sebelumnya, tetapi perlakuan terhadap supernodal dilakukan secara berbeda. Hal ini disebabkan karena salah satu komponen penting dalam analisis nodal adalah penerapan Hukum Arus Kirchhoff (KCL), yang mengharuskan untuk mengetahui nilai arus yang melalui setiap elemen. Akan tetapi, tidak terdapat cara langsung untuk mengetahui arus yang melewati suatu sumber tegangan. Namun demikian, hukum KCL tetap harus dipenuhi pada supernodal sebagaimana pada simpul biasa. Oleh karena itu, pada supernodal yang terdapat dalam gambar 2.5 berlaku persamaan:

$$i_1 + i_4 = i_2 + i_3 \quad (1.11a)$$

Atau,

$$\frac{v_1 - v_2}{2} + \frac{v_1 - v_3}{4} = \frac{v_2 - 0}{8} + \frac{v_3 - 0}{6} \quad (1.11b)$$

Untuk menerapkan Hukum Tegangan Kirchhoff (KVL) pada supernodal dalam gambar 2.5, rangkaian digambarkan ulang sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Penerapan KVL pada suatu supernodal
Sumber: (Alexander & Sadiku, 2013)

Dengan melintasi loop secara searah jarum jam, diperoleh:

$$-v_2 + 5 + v_3 = 0 \quad \rightarrow \quad v_2 - v_3 = -5 \quad (1.12)$$

Berdasarkan persamaan (1.10), (1.11b), dan (1.12), maka nilai tegangan pada setiap nodal dapat ditentukan.

Karakteristik dari supernodal antara lain::

1. Sumber tegangan di dalam supernodal memberikan sebuah persamaan pembatas yang diperlukan dalam menyelesaikan tegangan simpul.
2. Sebuah supernodal tidak memiliki tegangan tersendiri.
3. Supernodal memerlukan penerapan gabungan dari Hukum Arus Kirchhoff (KCL) dan Hukum Tegangan Kirchhoff (KVL).

2.1.7.2 Analisis Mesh

2.1.7.2.1 Analisis Rangkaian Mesh

Analisis mesh merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis rangkaian listrik dengan menjadikan arus mesh sebagai variabel utama dalam penyusunan persamaan rangkaian. Metode ini lebih efisien dibandingkan dengan

penggunaan arus pada setiap elemen karena dapat mengurangi jumlah persamaan simultan yang harus diselesaikan. Mesh adalah lintasan tertutup yang tidak mengandung lintasan tertutup lain di dalamnya.

Dalam analisis nodal, Hukum Arus Kirchhoff (KCL) diterapkan pada nodal nonreferensi dari sirkuit. Selanjutnya, akan dibahas tentang analisis mesh, metode yang menggunakan Hukum Tegangan Kirchhoff (KVL) pada loop tertentu dalam rangkaian untuk menentukan arus. Hukum ini menyatakan bahwa jumlah tegangan dalam suatu loop tertutup dalam rangkaian harus sama dengan nol.

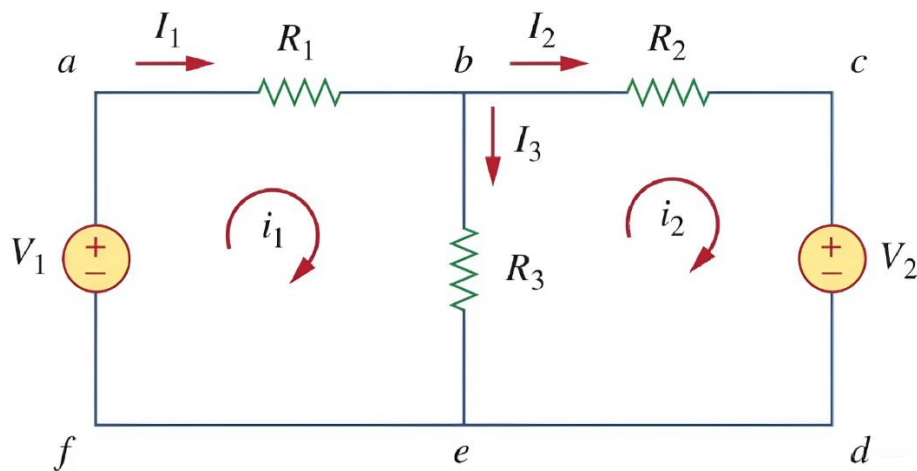
Analisis mesh ini diterapkan pada rangkaian planar, yaitu rangkaian yang dapat digambar pada permukaan datar tanpa kabel atau elemen yang saling bersilangan. Rangkaian planar ini membagi bidang gambar menjadi beberapa area tertutup yang disebut mesh. Mesh adalah bentuk khusus dari loop, yaitu jalur elemen tertutup yang tidak melewati nodal atau elemen lebih dari satu kali, dan tidak mengandung elemen lain di dalamnya. Tujuan utama dari analisis mesh adalah untuk menghitung arus yang tidak diketahui dalam rangkaian listrik.

Pada rangkaian nonplanar, mesh tidak bisa didefinisikan, sehingga analisis mesh tidak dapat diterapkan. Walaupun analisis mesh tidak seumum analisis nodal, yang tidak memiliki batasan ini, metode berbasis KVL masih bisa digunakan pada rangkaian nonplanar melalui analisis loop umum. Sebagian besar rangkaian listrik yang dianalisis dalam praktik adalah rangkaian planar.

Adapun beberapa langkah-langkah untuk melakukan analisis rangkaian mesh sebagai berikut:

1. Identifikasi Mesh: Tentukan semua mesh dalam rangkaian dan beri label pada masing-masing mesh, misalnya i_1 , i_2 , dan seterusnya.

2. Tentukan Arah Arus: Pilih arah arus untuk setiap mesh, biasanya searah jarum jam.
3. Terapkan KVL: Untuk setiap mesh, tuliskan persamaan berdasarkan KVL, yang menyatakan bahwa jumlah tegangan dalam loop tertutup harus sama dengan nol.
4. Selesaikan Persamaan: Setelah mendapatkan persamaan untuk setiap mesh, selesaikan sistem persamaan tersebut untuk menemukan nilai arus yang tidak diketahui.



Gambar 2.7 Rangkaian dengan dua mesh
Sumber: (Alexander & Sadiku, 2013)

Pada gambar 2.7, jalur abefa dan bcdeb merupakan mesh, sedangkan jalur abcdefa bukan merupakan mesh. Meskipun demikian, KVL tetap berlaku. Proses ini dikenal sebagai mesh current. Dalam analisis mesh, yang menjadi perhatian utama adalah penerapan KVL untuk menentukan arus mesh pada suatu rangkaian.

Untuk mengilustrasikan langkah-langkah tersebut, perhatikan rangkaian pada gambar 2.7. Langkah pertama mengharuskan arus mesh i_1 dan i_2 ditetapkan pada mesh 1 dan 2. Meskipun arus mesh dapat ditetapkan pada setiap mesh dalam arah yang tidak tertentu, secara konvensional diasumsikan bahwa setiap arus mesh mengalir searah jarum jam.

Sebagai langkah ketiga, diterapkan Hukum Tegangan Kirchhoff (KVL) pada setiap mesh. Dengan menerapkan KVL pada mesh 1 sebagai berikut:

$$-V_1 + R_1 i_1 + R_3 (i_1 - i_2) = 0$$

Atau dapat ditulis kembali sebagai:

$$(R_1 + R_3) i_1 - R_3 i_2 = V_1 \quad (2.1)$$

Untuk mesh 2, persamaan KVL diterapkan sebagai berikut:

$$R_2 i_2 + V_2 + R_3 (i_1 - i_2) = 0$$

Atau,

$$-R_3 i_1 + (R_2 + R_3) i_2 = -V_2 \quad (2.2)$$

Dapat diperhatikan bahwa pada Persamaan (2.1), koefisien i_1 merupakan jumlah dari resistansi dalam mesh 1, sedangkan koefisien i_2 adalah negatif dari resistansi yang dimiliki bersama oleh mesh 1 dan mesh 2. Hal yang sama berlaku untuk persamaan (2.2).

Langkah terakhir adalah menyelesaikan sistem persamaan untuk mendapatkan nilai arus mesh dengan menyusun persamaan (2.1) dan (2.2) ke dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} R_1 + R_3 & -R_3 \\ -R_3 & R_2 + R_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_1 \\ -V_2 \end{bmatrix} \quad (2.3)$$

Persamaan ini dapat diselesaikan untuk memperoleh nilai i_1 dan i_2 . Jika suatu rangkaian memiliki n nodal, b branch, dan l loop independen, maka jumlah persamaan simultan yang diperlukan untuk menyelesaikan analisis mesh adalah:

$$l = b - n + 1$$

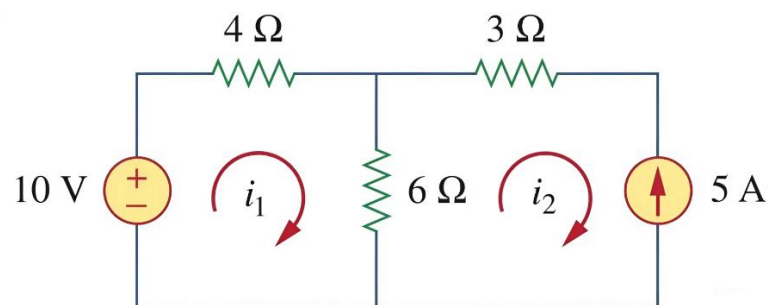
Dengan kata lain, jumlah loop independen menentukan jumlah persamaan yang harus diselesaikan dalam analisis mesh.

Perlu diperhatikan bahwa arus cabang berbeda dari arus mesh kecuali jika mesh tersebut terisolasi. Untuk membedakan kedua jenis arus tersebut, digunakan i untuk arus mesh dan I untuk arus branch. Elemen arus I_1, I_2 dan I_3 merupakan jumlah aljabar dari arus mesh. Hal ini dapat dirangkum dalam persamaan berikut:

$$I_1 = i_1, \quad I_2 = i_2, \quad I_3 = i_1 - i_2 \quad (2.4)$$

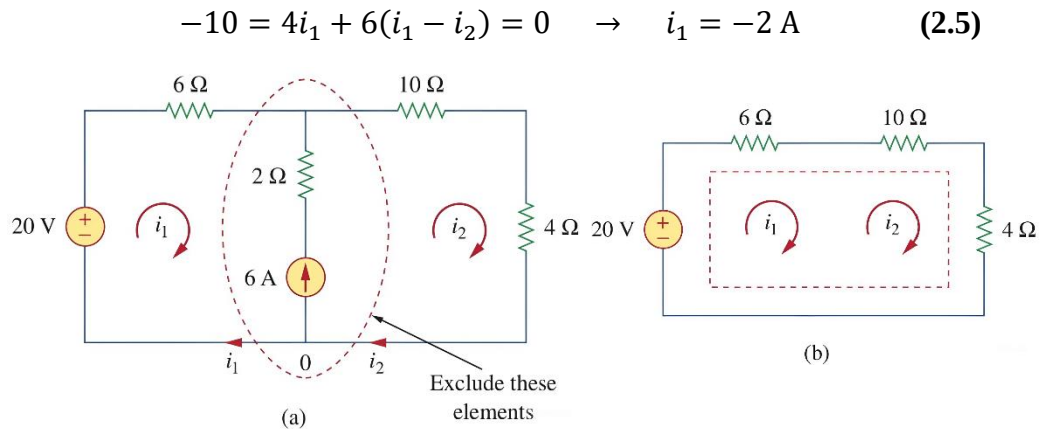
2.1.7.2.2 Supermesh

Menerapkan analisis mesh pada rangkaian yang memiliki sumber arus, baik yang dependen maupun independen, mungkin terlihat rumit. Namun sebenarnya, proses ini justru lebih sederhana dibandingkan metode yang digunakan sebelumnya. Hal ini karena adanya sumber arus dapat mengurangi jumlah persamaan yang perlu diselesaikan.



Gambar 2.8 Rangkaian dengan sumber arus
Sumber: (Alexander & Sadiku, 2013)

Jika sumber arus hanya terdapat pada satu mesh, seperti rangkaian pada gambar 2.8, ditetapkan nilai $i_2 = 5 \text{ A}$ dan menulis persamaan mesh untuk mesh lainnya dengan cara yang biasa, yaitu:



Gambar 2.9 (a) Rangkaian Dua mesh yang memiliki sumber arus yang sama,
 (b) Rangkaian supermesh, dibuat dengan mengabaikan sumber arus
 Sumber: (Alexander & Sadiku, 2013)

Jika sumber arus berada di antara dua mesh, seperti pada rangkaian di Gambar 2.9(a), maka langkah yang dilakukan adalah membentuk supermesh dengan mengabaikan sumber arus dan elemen yang berada satu jalur dengannya, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.9(b). jadi, Supermesh terbentuk ketika dua mesh memiliki sumber arus (dependen atau independen) yang sama.

Pada gambar 2.9(b), supermesh dibuat dengan menggabungkan dua mesh menjadi satu jalur tertutup yang lebih besar, dan dianalisis dengan pendekatan yang berbeda dari mesh biasa. Karena, analisis mesh menggunakan hukum tegangan kirchhoff (KVL), yang membutuhkan nilai tegangan di setiap cabang. Namun, tegangan pada sumber arus biasanya tidak diketahui secara langsung. Dalam menganalisis supermesh juga harus memenuhi KVL seperti mesh biasa, tetapi proses analisisnya dilakukan dengan cara yang sedikit berbeda. Oleh karena itu, penerapan KVL ke supermesh pada gambar 2.9(b), menghasilkan:

$$-20 + 6i_1 + 10i_2 + 4i_2 = 0$$

Atau,

$$6i_1 + 14i_2 = 20 \quad (2.6)$$

Hukum arus kirchhoff (KCL) diterapkan pada sebuah nodal di cabang tempat dua mesh saling berpotongan. Dengan menerapkan KCL pada nodal 0 pada gambar 2.9(a), diperoleh:

$$i_2 = i_1 + 6 \quad (2.7)$$

Dengan menyelesaikan persamaan (2.6) dan (2.7), diperoleh hasil:

$$i_1 = -3,2 \text{ A}, \quad i_2 = 2,8 \text{ A} \quad (2.8)$$

Karakteristik dari supermesh antara lain:

1. Sumber arus dalam supermesh memberikan persamaan kendala yang diperlukan untuk menyelesaikan arus mesh.
2. Supermesh tidak memiliki arusnya sendiri.
3. Supermesh memerlukan penerapan kedua hukum Kirchoff, yaitu hukum tegangan kirchoff (KVL) dan hukum arus kirchoff (KCL).

2.1.8 Hasil Penelitian Yang Relevan

Berdasarkan kajian literatur yang telah dilakukan, berikut adalah beberapa penelitian yang relevan yang dapat menjadi sumber dalam penelitian ini, yaitu :

Tabel 2.2 Hasil penelitian yang relevan

No	Penulis	Judul	Metode	Hasil	Keterbatasan
1	Triyanti & Sulistiyono (2023)	Pengembangan Modul IPA Berbasis <i>Project Based Learning</i> (Pjbl) Untuk Meningkatkan Pengetahuan Faktual dan Konseptual Siswa SMP Kelas VIII	Penelitian ini menggunakan metode penelitian pengembangan (<i>Research and Development</i> atau R&D). Model pengembangan yang diterapkan adalah model 4-D, yang terdiri atas empat tahapan utama, yaitu tahap pendefinisian (<i>Define</i>), perancangan (<i>Design</i>), pengembangan (<i>Develop</i>), dan penyebaran (<i>Disseminate</i>).	Hasil validasi yang dilakukan oleh para ahli terhadap modul IPA berbasis <i>Project Based Learning</i> (PjBL) mencakup tiga aspek, yaitu materi, media, dan bahasa. Pada aspek materi diperoleh skor sebesar 55 yang termasuk dalam kategori “baik”. Aspek media memperoleh skor sebesar 45 yang juga berada dalam kategori “baik”, sedangkan pada aspek bahasa diperoleh skor sebesar 30 dengan kategori yang sama. Berdasarkan hasil tersebut, modul IPA berbasis PjBL pada materi sistem tata surya dinyatakan layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran	Keterbatasan dalam jurnal tersebut mencakup masalah pada saat kegiatan eksperimen belum dilakukan secara maksimal, dan kegiatan mengkomunikasikan juga belum optimal. Selain itu, siswa masih merasa malu untuk menyampaikan pendapat, dan kegiatan mengamati terbatas pada gambar di buku. Peningkatan pemahaman faktual dan konseptual siswa hanya mencapai kategori sedang, yang disebabkan oleh kurangnya latihan soal dan ketidakbiasaan siswa dalam mengikuti pembelajaran dengan model <i>Project Based Learning</i> (PjBL)
2	Yuliana, prasetyo & Hastuti (2018)	Pengembangan Modul IPA Berbasis <i>Project Based Learning</i> Untuk Menumbuhkan Kreativitas	Penelitian ini menggunakan metode <i>Research and Development</i> (R&D) dengan menerapkan model pengembangan 4D,	Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul IPA berbasis <i>Project Based Learning</i> (PjBL) memperoleh respons yang sangat positif dari peserta didik,	Keterbatasan peneliti dalam jurnal tersebut yaitu pada tahap <i>disiminate</i> dilakukan modul hanya dilakukan secara terbatas pada guru di SMP Negeri 2 Piyungan

		Peserta Didik Kelas VIII SMP		dengan tingkat keterlaksanaan mencapai 94,44%. Selain itu, terjadi peningkatan tingkat kreativitas siswa yang diidentifikasi melalui hasil tes dan observasi sebelum dan sesudah penggunaan modul. Terdapat selisih peningkatan kreativitas masing-masing sebesar 22,92% dan 32,55%, yang tergolong dalam kategori pertumbuhan kreativitas sedang. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa modul IPA berbasis PjBL efektif dalam mengembangkan kreativitas peserta didik dan layak untuk diimplementasikan dalam proses pembelajaran.	dan SMP Negeri 3 Prambanan karena keterbatasan dana untuk mencetak modul
3	Triwoelandari et al (2023)	Pengembangan Modul Pembelajaran Ipa Berbasis <i>Project Based Learning</i> Untuk Meningkatkan Kemampuan Kolaborasi Siswa Kelas 5 SD/MI	Penelitian ini menggunakan metode <i>Research and Development</i> (R&D) dengan mengadopsi model pengembangan 4D.	Validasi terhadap modul pembelajaran IPA berbasis <i>Project Based Learning</i> (PjBL) menunjukkan bahwa penilaian dari ahli materi memperoleh persentase sebesar 78,9%, dari ahli bahasa sebesar 82,1%, dan dari ahli media sebesar 73,3%. Berdasarkan hasil tersebut, modul dikategorikan sebagai layak digunakan, dengan tingkat kevalidan yang tergolong valid hingga sangat valid. Selanjutnya, uji coba lapangan dilakukan melalui penyebaran angket	Keterbatasan peneliti dalam jurnal tersebut yaitu keterbatasan waktu yang dialami selama proses pengembangan dan pengujian modul pembelajaran berbasis <i>Project Based Learning</i> (PjBL) sehingga dapat mempengaruhi kedalaman analisis dan evaluasi yang dilakukan. Selain itu, keterbatasan lainnya dalam penelitian tersebut yaitu jumlah subjek penelitian yang terbatas hanya pada siswa kelas 5 di satu sekolah, yaitu SDIT Al-Madinah sehingga dapat mengurangi

				kepada siswa guna menilai tanggapan terhadap penggunaan modul. Hasil uji perorangan pada aspek kolaborasi menunjukkan skor sebesar 91%, uji kelompok kecil sebesar 83%, dan uji kelompok besar juga sebesar 83%. Dengan demikian, modul pembelajaran IPA berbasis PjBL memperoleh kategori “sangat baik” dan dinyatakan layak untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran.	generalisasi hasil penelitian ke populasi yang lebih luas.
4	Aulia et al (2024)	Pengembangan Modul Berbasis Project Based Learning Kurikulum Merdeka Pada Materi Ekologi dan Keanekaragaman Hayati Indonesia Dalam Pembelajaran IPA di SMP Negeri 24 Banjarmasin	Penelitian ini menggunakan metode penelitian pengembangan (R&D). Model pengembangan yang diterapkan adalah model ADDIE, yang terdiri atas lima tahapan, yaitu analisis (<i>Analyze</i>), perancangan (<i>Design</i>), pengembangan (<i>Development</i>), implementasi (<i>Implementation</i>), dan evaluasi (<i>Evaluation</i>).	Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan memiliki tingkat validitas tinggi dengan skor 3,33, serta tingkat kepraktisan sebesar 82,24%, yang mengindikasikan modul tersebut sangat praktis untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Selain itu, analisis terhadap hasil belajar peserta didik menunjukkan peningkatan yang signifikan, dengan nilai <i>n-gain</i> sebesar 0,75. Temuan ini menunjukkan bahwa modul berbasis PjBL efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi ekologi dan keanekaragaman hayati Indonesia dalam pembelajaran IPA.	Dalam proses pembelajaran IPA di SMP Negeri 24 Banjarmasin hanya sebatas menggunakan LKS atau buku pelajaran sehingga membuat siswa akan merasa bosan, siswa masih tampak kurang terlibat dan bersemangat dalam mempelajari IPA dan prestasi pendidikan peserta didik belum sepenuhnya memuaskan

5	Marhamah et al (2024)	Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis <i>Project Based Learning</i> pada Materi Jenis –jenis Usaha Ekonomi Masyarakat Kelas V SD	Penelitian ini menggunakan metode <i>Research and Development</i> (R&D) dengan menerapkan model pengembangan ADDIE.	Hasil validasi yang dilakukan oleh para ahli menunjukkan bahwa modul pembelajaran berbasis <i>Project Based Learning</i> pada materi jenis jenis usaha ekonomi masyarakat untuk kelas V SD memperoleh rata rata skor sebesar 93,3 persen dan termasuk dalam kategori sangat valid. Uji kepraktisan yang dilakukan melalui uji coba perorangan dan kelompok kecil menghasilkan skor rata rata sebesar 92 persen dengan kategori sangat praktis. Selain itu, uji efektivitas berdasarkan hasil belajar siswa menunjukkan rata rata nilai gain score sebesar 0,90 yang tergolong dalam kategori sangat efektif. Berdasarkan ketiga aspek tersebut yaitu validitas, kepraktisan, dan efektivitas, modul ini dinyatakan layak digunakan dalam pembelajaran IPS di tingkat sekolah dasar.	Keterbatasan dalam penelitian tersebut adalah modul tidak dapat menampilkan gerak seperti video, animasi yang dapat menjelaskan materi, biaya percetakan yang mahal karena modul berwarna-warni, memiliki ilustrasi gambar, serta modul cetak rentan terhadap kerusakan fisik seperti hilang, sobek, atau basah yang membuat materi pembelajaran di dalam modul menjadi terpengaruh.
6	Zarman et al (2023)	Pengembangan Modul Ajar IPAS Berbasis PjBL Untuk Meningkatkan Kreativitas Belajar Siswa di Sekolah Dasar	Penelitian ini menggunakan metode <i>Research and Development</i> (R&D) dengan menerapkan model pengembangan 4D.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul ajar berbasis <i>Project Based Learning</i> (PjBL) memiliki tingkat kelayakan yang sangat tinggi berdasarkan validasi dari para ahli dan respons siswa. Validasi oleh ahli media/desain memperoleh skor	Keterbatasan dalam penelitian ini terletak pada kurangnya kreativitas pendidik dalam menciptakan situasi pembelajaran yang mampu mengarahkan peserta didik untuk mengintegrasikan pengalaman hidup sehari-hari dengan

				74 dari maksimum 90 (82,22%), oleh ahli kebahasaan sebesar 47 dari 50 (94%), oleh ahli materi IPA sebesar 72 dari 75 (96%), dan oleh ahli materi IPS sebesar 68 dari 75 (85,3%); seluruhnya berada dalam kategori “sangat valid”. Uji coba skala kecil menunjukkan respons siswa sebesar 138 dengan persentase 95,8%, sedangkan pada skala besar diperoleh skor 3.050 dengan persentase 99%, yang keduanya termasuk dalam kategori “sangat merespon”. Rata-rata tingkat kesesuaian modul mencapai 95%, yang dikategorikan sebagai “sangat baik”. Berdasarkan keseluruhan hasil validasi dan uji coba, dapat disimpulkan bahwa modul ajar berbasis PjBL sangat efektif dalam meningkatkan keterampilan peserta didik dan layak digunakan dalam proses pembelajaran.	pengetahuan yang diperoleh di kelas. Selain itu, pengemasan pembelajaran IPAS yang bertujuan untuk membangun pemahaman dan keterampilan berkarya melalui proyek belum dirancang secara sistematis. Kondisi ini mengakibatkan pencapaian tujuan pembelajaran IPAS menjadi kurang optimal, serta proses pembelajaran masih didominasi oleh peran pendidik, yang pada akhirnya berdampak pada rendahnya tingkat kreativitas belajar peserta didik.
7	Sugianto, Ahied, Hadi, & Wulandari (2018)	Pengembangan Modul IPA Berbasis Proyek Terintegrasi STEM Pada Materi Tekanan	Penelitian ini menggunakan metode penelitian pengembangan (R&D) dengan menerapkan model pengembangan ADDIE.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul IPA berbasis proyek yang terintegrasi dengan pendekatan STEM pada materi tekanan dinyatakan layak dan sangat baik untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Kelayakan tersebut didukung	Keterbatasan peneliti dalam jurnal tersebut yaitu terbatasnya pelaksanaan uji coba yang hanya dilakukan pada satu kelas, sehingga hasilnya belum mewakili populasi yang lebih luas. Selain itu, penilaian modul hanya difokuskan pada aspek

				oleh hasil validasi dari ahli materi dan ahli media, dan guru IPA. Validitas aspek materi mencapai 87,7% dan reliabilitas 97,19%, keduanya berada dalam kategori sangat valid dan sangat baik, sedangkan validitas aspek media memperoleh skor 93,8% dengan reliabilitas 95,5%, yang juga termasuk dalam kategori sangat baik. Selain itu, hasil penilaian keterbacaan modul menunjukkan rata-rata skor 80,67%, yang berarti modul mudah dipahami oleh siswa dan memiliki struktur bahasa yang sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik. Pada aspek respon siswa, diperoleh rata-rata skor 84,73%, yang menunjukkan kategori sangat baik. Siswa merasa tertarik dengan modul dan mengaku lebih mudah memahami konsep tekanan melalui kegiatan proyek yang dikembangkan. Modul ini tidak hanya menarik secara visual dan isi, tetapi juga mampu mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam pembelajaran, serta memfasilitasi pemahaman yang lebih mendalam terhadap materi	validitas, keterbacaan, dan respon siswa, tanpa disertai analisis terhadap peningkatan hasil belajar. Peneliti juga hanya menggunakan instrumen angket tertutup, sehingga belum mampu menggambarkan pengalaman belajar siswa secara lebih mendalam.
--	--	--	--	--	--

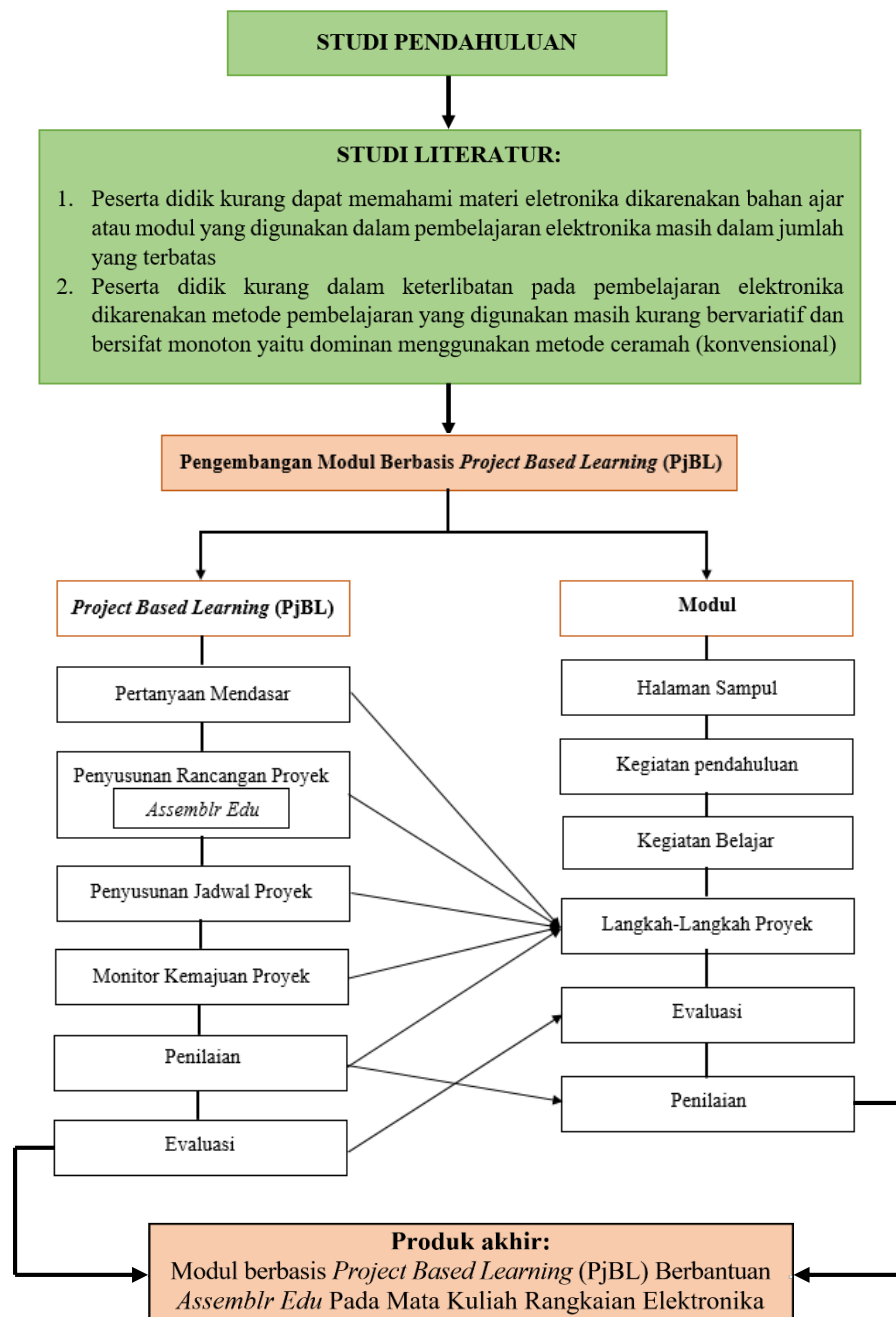
				IPA melalui pengalaman kontekstual	
8	Oktaviona & Jasril (2022)	Pengembangan Media Pembelajaran Menggunakan AR <i>Assemblr Edu</i> Pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian pengembangan (R&D). Proses pengembangan modul dilakukan dengan menggunakan model 4-D.	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan media pembelajaran berbasis aplikasi web Augmented Reality (AR) menggunakan <i>Assemblr Edu</i> pada mata pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika untuk kelas XI di SMK Negeri 1 Kecamatan Guguk menghasilkan media yang valid dan praktis. Hasil validasi oleh ahli media menunjukkan tingkat validitas sebesar 86%, sementara validasi oleh ahli materi mencapai 90,5%; keduanya berada dalam kategori “sangat valid”. Media ini dinilai praktis karena menyajikan materi pembelajaran secara interaktif dalam bentuk teks, gambar, video, dan evaluasi, sehingga memudahkan peserta didik untuk belajar secara mandiri. Selain itu, media dirancang agar kompatibel dengan berbagai perangkat, seperti komputer dan smartphone, sehingga mendukung pelaksanaan pembelajaran berbasis teknologi secara optimal. Berdasarkan temuan tersebut, media	Keterbatasan dalam jurnal tersebut yaitu peneliti melakukan penelitian hanya pada tahap ketiga dari model 4-D, yaitu tahap pengembangan. Pada tahap penyebaran (<i>disseminate</i>) tidak dilakukan.

				pembelajaran ini dinilai layak dan relevan untuk digunakan dalam menunjang proses belajar mengajar di sekolah.	
9	Ilyas et al (2019)	Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Proyek (<i>Project Based Learning</i>) Untuk Meningkatkan Life Skills Peserta Didik Kelas Xi Ipa Sma Negeri 18 Bone Studi Pada Materi Pokok Koloid	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian pengembangan (R&D) dengan menggunakan model ADDIE.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan telah divalidasi oleh dua ahli dan mendapatkan kategori sangat valid, dengan nilai rata-rata 1,83 untuk keterlaksanaan modul dan 3,66 untuk kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran. Respon positif dari guru mencapai 95%, menandakan bahwa modul tersebut memenuhi kriteria praktis. Dalam uji coba lapangan, tingkat keberhasilan belajar siswa mencapai 83,3%, didukung oleh respon siswa yang sangat positif dengan nilai rata-rata 92,67%. Selain itu, terdapat peningkatan signifikan dalam keterampilan berpikir, sosial, dan akademik siswa setelah mengikuti pembelajaran menggunakan modul tersebut.	Keterbatasan penelitian dalam jurnal tersebut terletak pada pelaksanaan uji coba lapangan pada pertemuan pertama, di mana peserta didik masih mengalami kesulitan dalam mengubah kebiasaan belajar yang telah terbentuk sebelumnya. Kesulitan tersebut terutama terlihat saat mereka melakukan aktivitas kelompok dalam menggali dan menemukan informasi dari modul, mengingat peserta didik belum terbiasa untuk belajar secara mandiri menggunakan modul pembelajaran yang disediakan.
10	Natalia et al (2023)	Pengembangan Modul IPAS Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Kreativitas Belajar Peserta Didik	Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (R&D) yang menggabungkan pendekatan kuantitatif dan kualitatif, serta menggunakan model pengembangan ADDIE.	Hasil rekapitulasi angket menunjukkan bahwa tingkat kemenarikan modul IPAS berbasis proyek pada uji kelompok besar mencapai skor 84,5%, yang termasuk dalam	Keterbatasan peneliti dalam jurnal tersebut yaitu kurangnya sumber daya yang memadai, termasuk akses terhadap bahan ajar dan fasilitas penelitian yang terbatas. Hal ini dapat menyebabkan

				kategori “menarik” dan mudah dipahami. Skor ini relatif konsisten dengan hasil yang diperoleh pada uji coba kelompok perorangan dan kelompok kecil. Dari sisi efektivitas, penggunaan produk yang dikembangkan menghasilkan rerata <i>gain</i> ternormalisasi sebesar 0,6297, yang termasuk dalam kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa modul berbasis proyek efektif dalam meningkatkan kreativitas belajar peserta didik dengan tingkat efektivitas sedang. Berdasarkan temuan tersebut, modul IPAS berbasis proyek dinyatakan menarik dan layak untuk digunakan dalam pembelajaran.	kesulitan dalam mengembangkan perangkat pembelajaran yang efektif dan inovatif, seperti yang terlihat dalam penelitian di SMK Negeri 1 Gedongtataan, di mana lebih dari 50% siswa mengalami kesulitan belajar akibat minimnya sumber belajar cetak. Selain itu, keterbatasan waktu dan dukungan sekolah juga menjadi faktor penghambat, dimana peneliti harus menyelesaikan proyek dalam batas waktu yang ketat tanpa dukungan yang cukup dari sekolah
--	--	--	--	--	---

2.2 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir disusun dengan tujuan untuk memberikan gambaran logis berdasarkan studi penelitian terdahulu dan hubungan antara *Project Based Learning* (PjBL) dan variabel modul.



Gambar 2.10 Kerangka Berpikir

BAB III

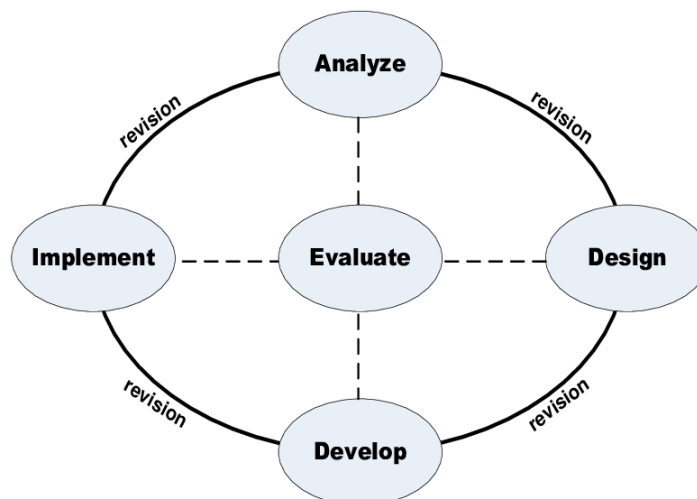
METODE PENELITIAN

3.1 Model Pengembangan

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode penelitian dan pengembangan (R&D). Penelitian pengembangan adalah penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan produk yang ada menggunakan model pengembangan tertentu (Fitri, Desnita, & Handoko, 2015). Hasil dari penelitian *Research and Development* adalah solusi dari masalah dalam penelitian ini.

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model ADDIE, yang mencakup tahap *Analyze, Design, Develop, Implement, dan Evaluate*. Model ini dipilih karena mampu memfasilitasi proses pengembangan secara sistematis dan bertahap. Pendekatan ini juga memungkinkan peneliti untuk memastikan setiap langkah berjalan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Penelitian hanya sampai pada tahap *develop* karena fokus utamanya adalah pada proses pengembangan produk pembelajaran yang valid dan layak digunakan, bukan pada uji efektivitas secara luas. Dalam konteks ini, tujuan penelitian lebih menekankan pada bagaimana merancang dan menghasilkan produk seperti modul atau media pembelajaran yang telah melalui tahap perencanaan, desain, dan pengembangan secara sistematis. Tahap *implement* dan *evaluate* memang penting, namun sering kali memerlukan waktu, sumber daya, dan cakupan yang lebih luas. Oleh karena itu, penelitian ini dibatasi sampai tahap *develop* untuk memastikan produk sudah layak secara isi, tampilan, dan struktur berdasarkan validasi para ahli sebelum diuji lebih lanjut.

Menurut Branch (2009), Istilah ADDIE merupakan akronim dari lima tahap utama, yaitu *Analyze*, *Design*, *Develop*, *Implement*, dan *Evaluate*. Pendekatan ADDIE digunakan dalam perancangan pembelajaran yang bersifat disengaja (*intentional learning*), dengan tujuan membimbing mahasiswa dalam membangun pengetahuan dan keterampilan melalui pengalaman belajar yang autentik dan relevan. Proses ini menggunakan paradigma *Input-Process-Output*, yang menggambarkan bahwa setiap tahap menerima masukan, memproses informasi, dan menghasilkan keluaran yang menjadi dasar bagi tahap selanjutnya. Adapun tahapan model pengembangan ADDIE dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Model pengembangan ADDIE
Sumber: (Branch, 2009)

Masing-masing tahap memiliki tujuan, prosedur, dan hasil yang spesifik, sebagaimana dijelaskan berikut ini.

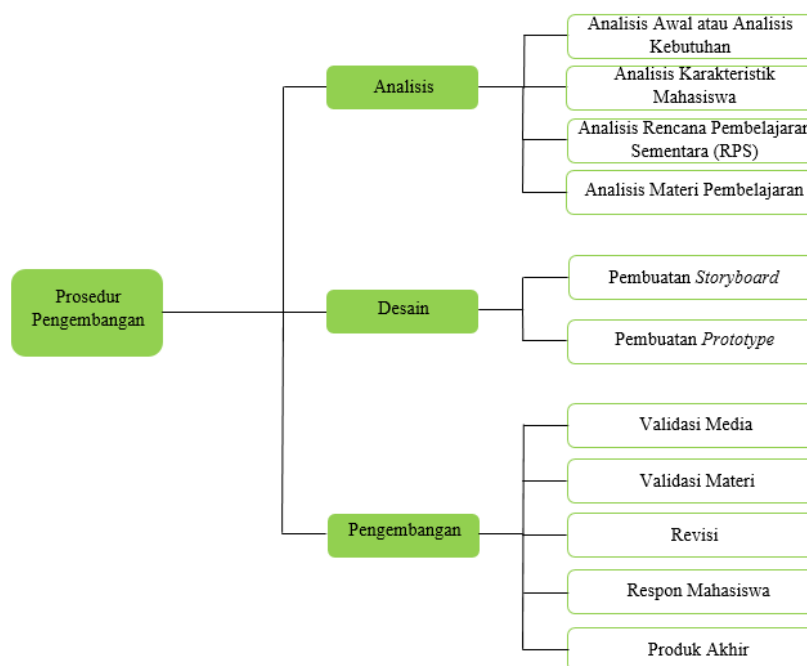
1. *Analyze* (Analisis): Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi kemungkinan penyebab terjadinya kesenjangan kinerja. Kegiatan yang dilakukan meliputi memvalidasi kesenjangan tersebut, menetapkan tujuan instruksional, mengidentifikasi sasaran pembelajaran, menentukan sumber daya yang diperlukan, serta menyusun rencana manajemen proyek.

2. *Design* (Perancangan): Pada tahap ini, perancang memverifikasi hasil kinerja yang diharapkan serta metode evaluasi yang sesuai. Kegiatan mencakup penyusunan inventarisasi tugas, perumusan tujuan pembelajaran, pengembangan strategi pengujian, dan perhitungan tingkat pengembalian investasi (*return on investment*). Produk dari tahap ini disebut *design brief*.
3. *Develop* (Pengembangan): Tahap ini difokuskan pada pengembangan dan validasi sumber daya pembelajaran yang diperlukan. Kegiatan utama meliputi pembuatan materi pembelajaran, pemilihan atau pengembangan media pendukung, penyusunan panduan bagi pendidik dan peserta didik, pelaksanaan revisi formatif. Hasil akhirnya berupa seluruh sumber daya pembelajaran.
4. *Implement* (Pelaksanaan): Tahap ini bertujuan untuk mempersiapkan lingkungan belajar serta melibatkan peserta didik secara aktif. Kegiatan yang dilakukan antara lain menyiapkan pendidik dan peserta didik agar pembelajaran dapat berlangsung secara efektif. Produk dari tahap ini adalah strategi pelaksanaan (*implementation strategy*).
5. *Evaluate* (Evaluasi): Tahap terakhir ini bertujuan untuk menilai kualitas produk dan proses pembelajaran, baik sebelum maupun setelah pelaksanaan. Evaluasi dilakukan melalui penetapan kriteria, pemilihan alat ukur, serta pelaksanaan proses evaluasi. Hasilnya berupa rencana evaluasi (*evaluation plan*).

3.2 Prosedur Pengembangan

Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, dan Evaluate*). Fokus utama penelitian ini adalah mengembangkan modul berbasis *Project Based Learning* berbantuan *Assemblr Edu* pada mata kuliah Rangkaian Elektronika, sehingga penelitian ini hanya dilakukan

sampai pada tahap *develop* (pengembangan). Prosedur pengembangan dari model ADDIE diuraikan pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Prosedur Pengembangan Analisis, Desain dan Pengembangan

3.2.1 *Analyze* (Analisis)

Penelitian dimulai dari tahap analisis, analisis dilakukan untuk mengetahui kebutuhan pembelajaran dan mengidentifikasi permasalahan. Tahap analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab sebuah kesenjangan dalam pembelajaran. Tahap analisis terdiri dari 4 tahapan yaitu, analisis awal atau analisis kebutuhan, analisis karakteristik mahasiswa, analisis rancangan pembelajaran sementara (RPS) dan analisis materi pembelajaran

3.2.1.1 Analisis Awal atau Analisis Kebutuhan

Pada penelitian ini, tahap analisis awal atau analisis kebutuhan dilakukan melalui studi literatur guna mengidentifikasi berbagai permasalahan yang dihadapi mahasiswa serta menggambarkan kondisi lingkungan belajar dalam mata kuliah rangkaian elektronika.

3.2.1.2 Analisis Karakteristik Mahasiswa

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik mahasiswa yang meliputi latar belakang pendidikan, tingkat pemahaman terhadap materi, maupun kebiasaan belajar mahasiswa. Tujuan dari analisis ini adalah untuk memastikan bahwa modul yang dikembangkan sesuai dengan tingkat pemahaman, kemampuan, dan gaya belajar mahasiswa, sehingga hasil pembelajaran yang diharapkan dapat tercapai secara optimal. Pada tahap ini, peneliti melakukan pengamatan langsung terhadap mahasiswa sebagai bagian dari proses analisis.

3.2.1.3 Analisis Rancangan Pembelajaran Sementara (RPS)

Analisis ini dilakukan guna memastikan bahwa materi dan strategi pembelajaran yang dirancang telah sejalan dengan sub Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (sub-CPMK) yang tercantum dalam RPS. Melalui proses analisis tersebut, peneliti memperoleh pemahaman mengenai CPMK dan sub-CPMK yang menjadi target capaian mahasiswa. Selain itu, peneliti juga mengidentifikasi keterkaitan antara sub-CPMK dengan aktivitas berbasis proyek yang dirancang dalam modul pembelajaran.

3.2.1.4 Analisis Materi Pembelajaran

Analisis materi pembelajaran dilakukan untuk memastikan modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) disusun dengan baik dan sesuai, sehingga dapat mendukung tercapainya kompetensi yang diharapkan. Dalam tahap ini, peneliti memilih bagian-bagian materi dari mata kuliah rangkaian elektronika yang paling tepat untuk dijadikan modul berbasis proyek yang sesuai dengan isi materi tersebut.

3.2.2 *Design* (desain)

Desain dalam model pengembangan merujuk pada perencanaan sistematis dari proses pengembangan produk. Desain ini mencakup berbagai elemen seperti tujuan pembelajaran, materi yang disajikan, strategi pengajaran, metode evaluasi, dan pengalaman belajar siswa. Desain pembelajaran berfungsi untuk memastikan bahwa proses pembelajaran berlangsung secara efektif, efisien, dan menarik.

3.2.2.1 Pembuatan Storyboard

Storyboard merupakan rancangan awal yang digunakan untuk menggambarkan alur dan struktur penyajian modul, sebelum dikembangkan secara utuh. *Storyboard* berisi tentang poin-poin penting yang sudah dirancang dan dikerjakan. Sehingga, secara umum *storyboard* belum menginformasikan semua proses pengembangan secara detail melainkan hanya berupa sketsa.

3.2.2.2 Pembuatan Prototype

Prototype merupakan model awal dari pengembangan modul yang mempresentasikan tampilan modul. *Prototype* ini disusun berdasarkan *storyboard* yang telah dibuat sebelumnya, sehingga setiap bagian dalam modul sesuai dengan format penyajian yang telah direncanakan secara sistematis. Pembuatan *prototype* bertujuan untuk memastikan bahwa modul yang dikembangkan sudah sesuai dengan kebutuhan pembelajaran sebelum dilakukan validasi.

3.2.3 *Development* (pengembangan)

Pada tahap pengembangan berarti melakukan pengujian dan penilaian yang sistematis terhadap model atau produk yang dikembangkan untuk memastikan bahwa model tersebut sudah memiliki kelayakan dan keefektifan yang cukup. Pada tahap ini melibatkan berbagai tahapan, seperti pengembangan spesifikasi model,

metode dan validasi. Validasi adalah proses untuk memastikan bahwa suatu produk yang dikembangkan memenuhi persyaratan dan tujuan yang telah ditetapkan. Menurut Slamet (2022), ada beberapa dalam tahapan pengembangan, yaitu: (1) *expert appraisal* (penilaian ahli), (2) Revisi, (3) *developmental testing* (uji coba pengembangan).

1. *Expert appraisal* (penilaian ahli)

Expert appraisal merupakan teknik yang digunakan untuk memvalidasi atau menilai kelayakan rancangan produk sebelum digunakan secara lebih luas. Terdapat dua jenis validasi ahli yang umum dilakukan, yaitu validasi ahli materi dan ahli media. Validasi oleh ahli materi merupakan kegiatan dimana ahli materi akan memberikan masukan serta rekomendasi terkait isi materi pembelajaran rangkaian elektronika yang terdapat dalam modul tersebut. Dalam penelitian ini, ahli materi menilai 2 aspek yaitu kelayakan isi dan penyajian materi. Sedangkan untuk validasi oleh ahli media sepenuhnya dilakukan oleh ahli media. validasi ahli media ini memiliki tujuan untuk memastikan bahwa media yang dikembangkan efektif, menarik, serta mendukung proses pembelajaran secara optimal. Dalam penelitian ini, ahli media menilai 4 aspek yaitu keterpaduan, warna, tampilan, dan *Assemblr Edu*.

2. Revisi

Setelah modul yang telah dikembangkan divalidasi, peneliti menemukan kelemahan atau kekurangan dari produk yang dikembangkan. Kemudian kelemahan atau kekurangan tersebut diperbaiki sesuai dengan komentar dan saran dari para ahli.

3. *Developmental testing* (uji coba pengembangan)

Developmental testing merupakan tahap pengujian rancangan produk (uji coba) pada subjek sasaran. Dalam konteks pengembangan bahan ajar seperti modul, tahap ini dilakukan dengan menguji isi dan tingkat keterbacaan modul kepada mahasiswa melalui penyebaran angket persepsi.

3.3 Subjek Uji Coba

3.3.1 Subjek Uji Coba Tahap Analisis (*Analyze*)

Pada tahap analisis, peneliti melakukan penelitian melalui studi literatur, sehingga tidak melibatkan subjek ujicoba secara langsung

3.3.2 Subjek Uji Coba Tahap Desain (*Design*)

Pada tahap desain, tidak diperlukan subjek uji coba karena pada tahap ini, terfokus pada proses merancang dan menyusun produk secara menyeluruh, bukan pada pengujian atau impleentasinya.

3.3.3 Subjek Uji Coba Tahap Pengembangan (*Development*)

Pada tahap pengembangan, peneliti melakukan uji coba kepada validator media, validator materi, serta mahasiswa pendidikan fisika Universitas Jambi angkatan 2022. Uji coba oleh validator media dan materi bertujuan untuk menilai kelayakan modul berbasis *Project Based Learning* (PJBL) berbantuan *Assembler Edu* pada mata kuliah Rangkaian Elektronika. Sementara itu, uji coba dilakukan kepada mahasiswa Pendidikan Fisika angkatan 2022 dengan tujuan untuk memperoleh persepsi mereka mengenai efektivitas modul *Project Based Learning* (PJBL) berbantuan *Assembler Edu* dalam mendukung proses pembelajaran pada mata kuliah tersebut.

3.4 Jenis Data dan Sumber Data

3.4.1 Jenis Data

Penelitian ini menggunakan dua jenis data yaitu data kuantitatif dan data kualitatif. Dalam penelitian ini menggunakan kedua jenis data tersebut, dimana data kualitatif diperoleh dari komentar ataupun saran yang diberikan oleh ahli atau validator yang menilai kelayakan produk sedangkan untuk data kuantitatif diperoleh dari hasil penskoran validasi ahli media, ahli materi dan persepsi mahasiswa.

3.4.2 Sumber Data

Sumber data yang diperoleh dalam penelitian ini meliputi hasil uji coba melalui persepsi mahasiswa yang disebarkan kepada mahasiswa pendidikan fisika angkatan 2022 Universitas Jambi yang telah mempelajari mata kuliah rangkaian elektronika dan validasi dari ahli media dan ahli materi.

3.5 Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data bertujuan untuk mengumpulkan informasi atau data yang relevan dan akurat yang dibutuhkan selama proses pengembangan. Pada penelitian ini instrumen yang digunakan adalah instrumen lembar validasi ahli media, materi, dan angket persepsi mahasiswa.

3.5.1 Instrumen Pengumpulan Data Tahap Analisis (*Analyze*)

Pada tahap analisis, instrumen pengumpulan data tidak dibutuhkan karena peneliti melakukan penelitian melalui studi literatur

3.5.2 Instrumen Pengumpulan Data Tahap Desain (*Design*)

Instrumen pengumpulan data tidak dibutuhkan pada tahap desain, karena tahap ini lebih berfokus pada perancangan struktur, format, dan tampilan modul.

3.5.3 Instrumen Pengumpulan Data Tahap Pengembangan (*Development*)

Pada tahap pengembangan, data dikumpulkan menggunakan tiga instrumen utama, yaitu lembar validasi oleh ahli media, lembar validasi oleh ahli materi, serta angket persepsi mahasiswa.

Tujuan instrumen validasi ahli media ini untuk memastikan bahwa produk yang digunakan dapat mendukung pemahaman dan keterlibatan mahasiswa dalam proses belajar. Proses validasi media dilakukan dengan menilai 4 aspek yaitu keterpaduan, warna, tampilan dan *Assemblr Edu*. Berikut merupakan kisi-kisi instrumen validasi ahli media

Tabel 3.1 Kisi-kisi Lembar Validasi Ahli Media

No	Aspek	Indikator	Butir Soal
1	Keterpaduan	Kesesuaian urutan antar halaman dalam modul	1
		Kesesuaian petunjuk dalam modul	2
		Kesesuaian tata letak dalam modul	3
2	Warna	Kombinasi warna cover sesuai	4
		Gradasi warna background sesuai	5
3	Tampilan	Kejelasan tampilan huruf pada modul	6
		Jenis huruf yang digunakan menarik	7
4	<i>Assemblr Edu</i>	<i>Assemblr Edu</i> dalam modul mudah digunakan dan dipahami	8
		<i>Assemblr Edu</i> membantu mahasiswa dalam memahami proyek yang akan dilaksanakan	9
		<i>Assemblr Edu</i> dapat diakses di berbagai perangkat (PC, laptop, smartphone, tablet)	10
		Gambar 3D dapat diputar, diperbesar atau diperkecil dengan mudah	11

Validasi Materi ini dilakukan bertujuan agar materi yang diberikan kepada mahasiswa merupakan materi berkualitas dan mampu meningkatkan pemahaman mahasiswa. Selain itu, validasi materi ini juga bertujuan untuk dapat memastikan materi yang digunakan mendukung tercapainya tujuan pembelajaran yang diharapkan. Sehingga dengan validasi materi ini bisa membantu memastikan bahwa tidak ada kesalahan dalam penyampaian materi atau konsep yang bisa menyebabkan kesalahpahaman

Tabel 3.2 Kisi-kisi Lembar Validasi Ahli Materi

No	Aspek	Indikator	Butir Soal
1	Kelayakan Isi	Kesesuaian CPMK dalam mata kuliah rangkaian elektronika	1
		Kesesuaian sub CPMK pembelajaran dengan CPMK	2
		Materi yang disajikan sesuai dengan standar kurikulum yang berlaku	3
		Kesesuaian pemilihan materi dengan pendekatan <i>Project Based Learning</i> (PjBL)	4
		Materi yang disajikan secara runtut dan lengkap	5
		Modul memudahkan peserta didik menerapkan <i>Project Based Learning</i> (PjBL)	6
		Modul menambah wawasan mahasiswa dalam materi analisis rangkaian nodal dan analisis rangkaian mesh	7
		Prosedur yang disajikan dalam modul sudah sistematis, urut dan mudah diikuti	8
2	Penyajian	Penyajian materi dalam modul sistematis dan mudah dipahami	10
		Penyajian gambar sesuai dengan materi analisis rangkaian nodal dan analisis rangkaian mesh	11
		Modul mengawali pembelajaran dengan pertanyaan yang relevan dengan materi analisis rangkaian nodal dan analisis rangkaian mesh	12
		Modul memiliki intruksi yang jelas pada setiap tahapan <i>Project Based Learning</i> (PjBL)	13
		Modul menyediakan bagian evaluasi untuk menilai dan meningkatkan pemahaman mahasiswa	14

Instrumen angket respon atau persepsi mahasiswa bertujuan untuk mengetahui bagaimana tanggapan mengenai modul yang telah dikembangkan efektif dalam mendukung proses belajar rangkaian elektronika. Berikut merupakan kisi-kisi instrumen persepsi mahasiswa terhadap modul yang dikembangkan

Tabel 3.3 Kisi-kisi Lembar Persepsi Mahasiswa

No	Aspek	Indikator	Butir Soal
1	Perwajahan	Tampilan cover dan susunan materi pada modul menarik	1
		Kombinasi warna, font, dan tata letak dalam modul memudahkan mahasiswa dalam membaca dan memahami materi	2

2	Kemenarikan	Susunan modul memudahkan mahasiswa mengikuti alur pembelajaran	3
		Modul mampu memfasilitasi mahasiswa untuk belajar secara mandiri	4
		Modul membantu mahasiswa melaksanakan kegiatan percobaan dengan lebih terarah, efektif dan efisien	5
		Barcode video penjelasan materi mudah diakses dan membantu mahasiswa memahami materi dengan lebih jelas	6
3	Kelayakan Isi	Petunjuk penggunaan modul berbasis <i>Project Based Learning</i> jelas dan mudah untuk dipahami	7
		Materi yang disajikan dalam modul mudah dipahami	8
		Penyajian gambar sesuai dengan materi	9
		Soal evaluasi dalam modul sesuai dengan materi	10
		Konsistensi penggunaan simbol dan istilah teknis	11
		Intruksi dalam modul mudah dipahami dan diikuti	12
		Modul mengandung tahapan <i>Project Based Learning</i> secara sistematis	13

3.6 Teknik Analisis Data

3.6.1 Teknik Analisis Data Tahap Pengembangan (*Development*)

Pada tahap pengembangan, peneliti melakukan teknik analisis data yang meliputi teknik analisis data hasil validasi ahli media dan hasil validasi ahli materi dan juga persepsi mahasiswa

A. Analisis Data Hasil Validasi Ahli Media dan Validasi Materi

Dalam penelitian ini, terdapat dua jenis analisis data yang digunakan, yaitu analisis kuantitatif dan analisis kualitatif. Data yang akan dianalisis diperoleh dari dua sumber utama, yaitu angket validasi dan angket responden. Hasil dari angket validasi dianalisis dengan pendekatan kuantitatif, yang didasarkan pada evaluasi validasi oleh para ahli, meliputi ahli materi dan ahli media. Proses analisis ini menggunakan skala Likert sebagai instrumen penilaian. Tabel berikut menunjukkan kategori penilaian berdasarkan skala Likert.

Tabel 3.4 Kategori Penskoran Skala Likert

No	Kriteria Interpretasi	Skala
1	Sangat Setuju (SS)	4
2	Setuju (S)	3
3	Tidak Setuju (TS)	2
4	Sangat Tidak Setuju (STS)	1

Sumber: (Sulastri et al, 2024)

Untuk menguji angket ahli materi dan ahli media dapat menggunakan jumlah skor responden dengan jumlah skor ideal. Perhitungan skor validasi yang diperoleh dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{\Sigma R}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Presentase skor (dibulatkan)

ΣR = Jumlah keseluruhan skor jawaban yang diberikan tiap responden

N = Jumlah skor maksimal

Sehingga, untuk mengetahui kelayakan modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL), hasil persentase dari proses validasi perlu dicocokkan dengan kriteria penilaian yang digunakan dalam validitas aspek materi dan media. Kriteria tersebut tersaji dalam tabel 3.5, yang memuat kategori persentase skor sebagai acuan untuk menentukan tingkat kelayakan modul.

Tabel 3.5 Kriteria Interpretasi Validator Ahli media dan Ahli Materi

No.	Penilaian (%)	Kriteria Interpretasi
1	76 – 100	Sangat Layak
2	51-75	Layak
3	26-50	Tidak Layak
4	0-25	Sangat Tidak Layak

Sumber: (Sulastri et al, 2024)

Berdasarkan tabel tersebut, suatu produk media yang dikembangkan dapat dinyatakan layak apabila memperoleh hasil validasi dengan kategori minimal “layak” atau memiliki persentase skor minimal sebesar 51%.

B. Analisis Data Persepsi Mahasiswa

Pada analisis angket persepsi mahasiswa, penilaian dilakukan dengan menggunakan skala likert. Tabel berikut menunjukkan kategori penilaian berdasarkan skala likert.

Tabel 3.6 Kriteria Skala Likert Persepsi Mahasiswa

No	Kriteria Interpretasi	Skala
1	Sangat Setuju (SS)	4
2	Setuju (S)	3
3	Tidak Setuju (TS)	2
4	Sangat Tidak Setuju (STS)	1

Sumber: (Sulastri et al, 2024)

Data kemudian diolah melalui perhitungan persentase berdasarkan skor yang diberikan oleh responden. Perhitungan ini dilakukan menggunakan rumus

$$\text{Persentase(\%)} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

Sehingga, untuk mengetahui persepsi mahasiswa terhadap modul berbasis *Project Based Learning*. Maka hasil persentasenya dicocokkan dengan kriteria yang disajikan pada tabel 3.7.

Tabel 3.7 Kriteria Interpretasi Persepsi Mahasiswa

No	Kriteria	Persentase (%)
1	Sangat Baik	76-100
2	Baik	51-75
3	Tidak Baik	26-50
4	Sangat Tidak Baik	0-25

Sumber: (Sulastri et al, 2024)

BAB IV

HASIL PENGEMBANGAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengembangan

Penelitian pengembangan ini menghasilkan produk bahan ajar berupa modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi analisis nodal dan analisis mesh. Proses validasi modul dilakukan melalui penilaian dari 2 para ahli yaitu validasi ahli media dan ahli materi, sementara persepsi mahasiswa terhadap produk yang dikembangkan diperoleh melalui penyebaran angket. Pengembangan modul ini menggunakan model ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate*). Penelitian ini hanya difokuskan sampai pada tahap *Develop* (Pengembangan), hal ini karena tahap *implement* dan *evaluate* memerlukan waktu, sumber daya, dan cakupan yang lebih luas. Oleh karena itu, penelitian ini dibatasi sampai tahap *develop* untuk memastikan produk sudah layak secara isi, tampilan, dan struktur berdasarkan validasi para ahli sebelum diuji lebih lanjut.

4.1.1 Tahapan Analisis

4.1.1.1 Analisis Awal atau Kebutuhan

Berdasarkan studi literatur, pembelajaran elektronika masih menghadapi berbagai kendala, di antaranya keterbatasan bahan ajar seperti buku dan modul yang relevan serta rendahnya tingkat keterlibatan mahasiswa dalam proses pembelajaran. Menurut Nuridiyanti (2023), minimnya ketersediaan bahan ajar menyebabkan rendahnya pemahaman mahasiswa terhadap materi elektronika. Menurut Setyawan & Zamtinah (2018), metode pembelajaran yang digunakan dalam perkuliahan cenderung bersifat monoton dan didominasi oleh ceramah, yang berdampak pada kurangnya partisipasi aktif mahasiswa serta rendahnya pemahaman mahasiswa

terhadap materi. Selain itu, belum tersedianya bahan ajar berupa modul berbasis proyek yang relevan dengan kebutuhan pembelajaran menjadi salah satu hambatan dalam pelaksanaan proses belajar mengajar yang efektif. Oleh karena itu, peneliti menawarkan pengembangan berupa modul untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa serta mengatasi ketersediaan bahan ajar dan menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) untuk meningkatkan keterlibatan mahasiswa serta mengatasi metode pembelajaran yang masih ceramah atau konvensional.

4.1.1.2 Analisis Karakteristik Mahasiswa

Mahasiswa yang menjadi subjek dalam penelitian ini berasal dari Program Studi Pendidikan Fisika angkatan 2022 yang memiliki latar belakang akademik beragam, di mana tidak semua mahasiswa memiliki pemahaman dasar tentang konsep elektronika. Berdasarkan hasil pengamatan, sebagian besar mahasiswa lebih mudah memahami materi apabila disajikan secara visual dan kontekstual, seperti melalui gambar atau proyek yang berkaitan dengan kehidupan nyata. Selain itu, mahasiswa cenderung tertarik terhadap pembelajaran berbasis kerja kelompok, tetapi tetap memerlukan bimbingan serta pendampingan dalam memahami tahapan pelaksanaan proyek. Oleh karena itu peneliti menawarkan penggunaan *Assemblr Edu* untuk memfasilitasi dalam penyajian materi secara visual dan kontekstual.

4.1.1.3 Analisis Rencana Pembelajaran Sementara (RPS)

Analisis terhadap Rencana Pembelajaran Semester (RPS) dilakukan untuk mengevaluasi kesesuaian antara materi ajar, strategi pembelajaran, dan capaian hasil belajar yang ditargetkan. Dalam konteks ini, peneliti mengembangkan modul pembelajaran berbasis *Project Based Learning* (PjBL) dengan fokus pada materi

analisis rangkaian nodal dan mesh. Perancangan ini ditujukan untuk mengarahkan proses pembelajaran agar sejalan dengan Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) dan Sub-CPMK yang telah ditetapkan. Tujuannya agar mahasiswa tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu menguasai keterampilan praktis dalam melakukan analisis dan mengerjakan proyek. Hasil analisis menunjukkan bahwa pendekatan PjBL efektif dalam menghubungkan teori dengan praktik serta dapat meningkatkan keterlibatan siswa melalui kegiatan proyek. Adapun isi CPMK dan Sub-CPMK yang menjadi dasar dalam penyusunan modul disajikan dalam tabel 4.1.

Tabel 4.1 Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) dan Sub-CPMK

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah	Sub-CPMK
- Memiliki rasa ingin tahu yang tinggi, disiplin, rasa tanggung jawab, sikap kritis dan kerjasama dalam memecahkan berbagai masalah yang berhubungan materi Elektronika Dasar dan mampu mengkomunikasikannya berdasarkan etika sebagai masyarakat ilmiah. - Menguasai konsep teoretis tentang komponen dasar elektronika, hukum-hukum dasar elektronika, rangkaian arus searah, rangkaian arus bolak balik, dioda, Op Amp, dan transistor. - Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora yang sesuai dengan bidang keahliannya - Mahasiswa mengaplikasikan rangkaian arus searah, rangkaian arus bolak-balik, rangkaian penyearah gelombang (dioda), dan rangkaian penguat rangkaian, penguat operasional dan osilator, dalam penyelesaian masalah di bidang elektronika. Mampu menganalisis rangkaian transformator sederhana	Mahasiswa Mampu menganalisis metode analisis rangkaian nodal dan analisis rangkaian mesh

4.1.1.4 Analisis Materi Pembelajaran

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis rangkaian nodal dan analisis rangkaian mesh. Kedua materi dipilih karena memiliki tingkat

kompleksitas yang cukup tinggi bagi mahasiswa dan membutuhkan pemahaman konseptual serta keterampilan analitis yang kuat. Materi ini diajarkan pada mata kuliah Rangkaian Elektronika yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam menganalisis sistem rangkaian listrik menggunakan prinsip hukum dasar seperti Hukum Ohm, Hukum Kirchoff, serta metode matematis lainnya. Oleh karena itu, peneliti memilih model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) karena pendekatan ini dinilai relevan untuk membantu mahasiswa memahami materi kompleks melalui keterlibatan langsung dalam proyek, sehingga mampu mengasah keterampilan analitis serta penerapan konsep secara nyata.

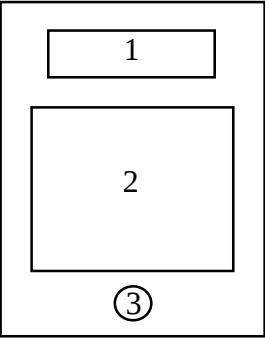
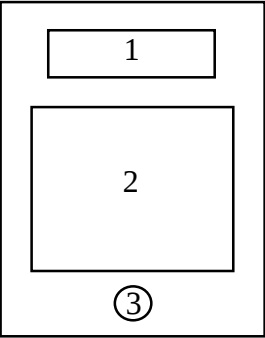
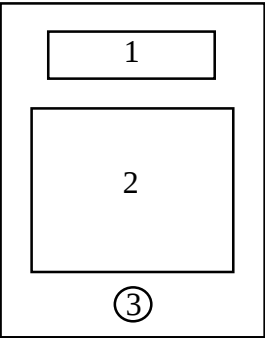
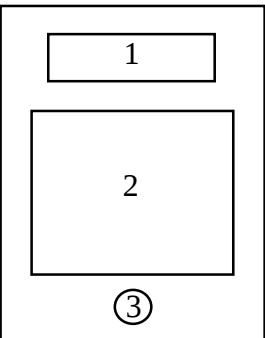
4.1.2 Tahapan Desain

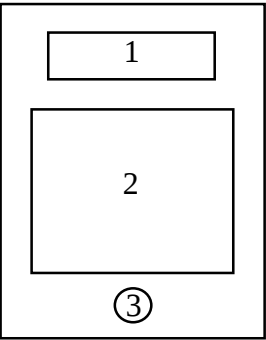
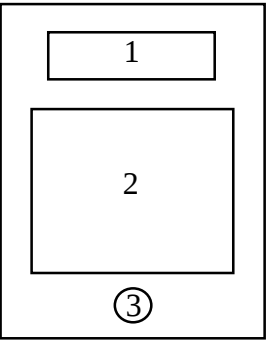
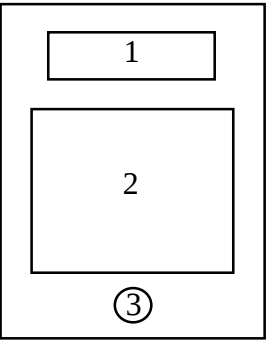
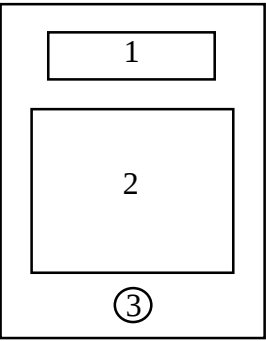
4.1.2.1 Pembuatan Storyboard

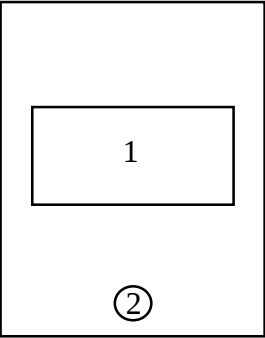
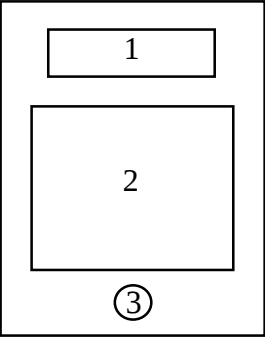
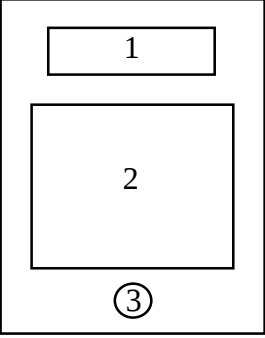
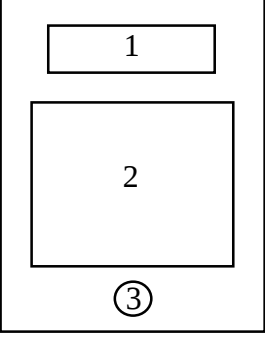
Kerangka *storyboard* modul yang akan diimplementasikan terdiri dari 17 bagian antara lain, sampul depan (*cover*), kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, peta konsep, glosarium, pendahuluan, kegiatan belajar, judul proyek, pertanyaan mendasar, penyusunan rancangan proyek, penyusunan jadwal proyek, monitor kemajuan proyek, penilaian, evaluasi dan daftar pustaka. *Storyboard* yang telah dibuat disajikan dalam tabel 4.2.

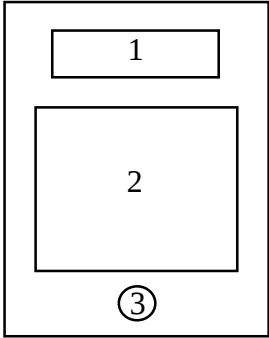
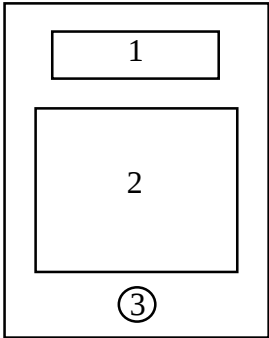
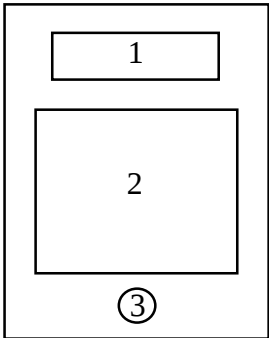
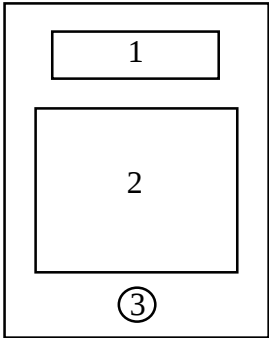
Tabel 4.2 *Storyboard* Pengembangan

No	Bagian	Sketsa	Keterangan
1	Sampul depan (Cover)		1. Logi Tut Wuri Handayani 2. Logo Universitas Jambi 3. Judul modul 4. Judul materi 5. Gambar rangakain elektronika 6. Anggota kelompok 7. Nama penyusun modul 8. Nama pembimbing modul 9. Identitas program studi, fakultas, universitas dan tahun pembuatan

2	Kata Pengantar		1. Tulisan “kata pengantar” 2. Isi kata pengantar 3. Nomor halaman
3	Daftar Isi		1. Tulisan “daftar isi” 2. Isi daftar isi 3. Nomor halaman
4	Daftar Gambar		1. Tulisan “daftar gambar” 2. Isi daftar gambar 3. Nomor halaman
5	Daftar Tabel		1. Tulisan “daftar tabel” 2. Isi daftar tabel 3. Nomor halaman

6	Peta Konsep		1. Tulisan “peta konsep” 2. Gambar peta konsep 3. Nomor halaman
7	Glosarium		1. Tulisan “glosarium” 2. Isi glosarium 3. Nomor halaman
8	Pendahuluan		1. Tulisan “pendahuluan” 2. Isi dari pendahuluan: deskripsi singkat, kompetensi prasyarat, petunjuk penggunaan modul 3. Nomor halaman
9	Kegiatan Belajar		1. Tulisan materi “kegiatan belajar” 2. Isi dari kegiatan belajar: CPMK, sub-CPMK dan materi 3. Nomor halaman

10	Judul Proyek		1. Judul proyek 2. Nomor halaman
11	Pertanyaan Mendasar		1. Tulisan “pertanyaan mendasar” 2. Isi pertanyaan mendasar 3. Nomor halaman bagian kosong untuk mahasiswa menjawab sesuai perintah
12	Penyusunan Rancangan Proyek		1. Tulisan “penyusunan rancangan proyek” 2. Bagian kosong untuk mahasiswa menjawab sesuai perintah 3. Nomor halaman
13	Penyusunan Jadwal Proyek		1. Tulisan “penyusunan jadwal proyek” 2. Bagian kosong untuk mahasiswa menjawab sesuai perintah 3. Nomor halaman

14	Monitor Kemajuan Proyek		1. Tulisan “monitor kemajuan proyek” 2. Isi monitor kemajuan proyek 3. Nomor halaman
15	Penilaian		1. Tulisan “penilaian” 2. Isi penilaian 3. Nomor halaman
16	Evaluasi		1. Tulisan “evaluasi” 2. Isi soal evaluasi 3. Nomor halaman
17	Daftar Pustaka		1. Tulisan “daftar pustaka” 2. Isi daftar pustaka dengan style APA (<i>American Psychological Association</i>) 3. Nomor halaman

4.1.2.2 Pembuatan Prototype

Prototype modul dibangun sebagaimana konsep yang tertuang dalam sketsa *storyboard* yang sudah dirancang pada tabel 4.2. Berikut merupakan tampilan produk yang dikembangkan

1. Tampilan sampul depan (*cover*)

Tampilan awal dalam modul berupa *cover* modul, pada *cover* ini meliputi beberapa elemen, yakni: logo Tut Wuri Handayani, logo Universitas Janbi, judul modul dengan menggunakan *font Clarendon BT* ukuran 50 dan ukuran 16, dan judul materi dengan menggunakan *font Rockwell Extra Bold* ukuran 21. Selain itu, juga terdapat sebuah gambar rangkaian elektronika pada *cover* modul, nama kelompok dengan menggunakan *font Rockwell Extra Bold* ukuran 21, nama penyusun serta pembimbingan dengan menggunakan *font Times New Roman* ukuran 15, dan identitas Universitas, Fakultas, dan Program Studi dengan menggunakan *font Clarendon BT* ukuran 22.

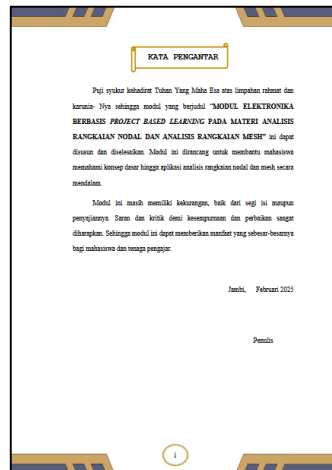


Gambar 4.1 Sampul depan (*cover*)

2. Tampilan halaman kata pengantar

Halaman kata pengantar berisi mengenai ucapan rasa syukur terhadap produk yang telah dikembangkan. Pada judul “kata pengantar” ditulis dengan

menggunakan *font Merriweather* ukuran 16, serta isi dari kata pengantar dan halaman ditulis dengan menggunakan *font* yang sama yakni *Times New Roman* ukuran 12.



Gambar 4.2 Kata pengantar

3. Tampilan halaman daftar isi

Halaman daftar isi pada modul menampilkan informasi mengenai materi atau subbab yang akan dibahas serta urutan penyajiannya, sehingga memudahkan dosen dan mahasiswa sebagai pengguna dalam memahami struktur serta alur pembelajaran. Desain yang digunakan pada halaman daftar isi serupa dengan desain pada halaman sebelumnya. Judul “daftar isi” ditulis dengan *font Merriweather* ukuran 16, serta isi dari daftar isi dan halaman ditulis dengan menggunakan *font* yang sama yakni *Times New Roman* ukuran 12.

DAFTAR ISI		DAFTAR ISI	
KATA PENGANTAR.....	i	KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii	DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iii	DAFTAR GAMBAR.....	iii
DAFTAR TABEL.....	iv	DAFTAR TABEL.....	iv
PETA KONSEP.....	v	PETA KONSEP.....	v
GLOSARIUM.....	vi	GLOSARIUM.....	vi
PENDAHULUAN.....		PENDAHULUAN.....	
A. Deskripsi Singkat Modul.....	1	A. Deskripsi Singkat Modul.....	1
B. Kompetensi Prasyarat.....	1	B. Kompetensi Prasyarat.....	1
C. Petunjuk Penggunaan Modul.....	2	C. Petunjuk Penggunaan Modul.....	2
KEGIATAN BELAJAR.....		KEGIATAN BELAJAR.....	
A. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah.....	3	A. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah.....	3
B. Sub-CPAK.....	3	B. Sub-CPAK.....	3
C. Urutan Materi.....	3	C. Urutan Materi.....	3
LATIHAN PROYEK.....	26	LATIHAN PROYEK.....	26
SOAL EVALUASI.....	36	SOAL EVALUASI.....	31
PENILAIAN.....	41	DAFTAR PUSTAKA.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42		

Gambar 4.3 Daftar isi

4. Tampilan halaman daftar gambar

Daftar gambar memuat informasi mengenai keterangan setiap gambar yang digunakan serta nomor halaman gambar tersebut dengan tujuan untuk memudahkan dosen maupun mahasiswa dalam menemukan gambar-gambar yang terdapat dalam modul. Pada judul “daftar gambar” ditulis dengan menggunakan *font Merriweather* ukuran 16, serta isi dari daftar gambar dan halaman ditulis dengan menggunakan *font* yang sama yakni *Times New Roman* ukuran 12.

DAFTAR GAMBAR	
Gambar 1. Struktur atom model elektron.....	6
Gambar 2. Diagram dengan simbol referensi dan tegangan acak.....	8
Gambar 3. Representasi diagram regangan untuk pasangan elektron.....	8
Gambar 4. Diagram dengan simbol referensi dan tegangan acak.....	8
Gambar 5. Diagram dengan simbol referensi dan tegangan acak.....	9
Gambar 6. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 7. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 8. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 9. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 10. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 11. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 12. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 13. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 14. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 15. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 16. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 17. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 18. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 19. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 20. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 21. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 22. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 23. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 24. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 25. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 26. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 27. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 28. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 29. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 30. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 31. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 32. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 33. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 34. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 35. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 36. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 37. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 38. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 39. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 40. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 41. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 42. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 43. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 44. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 45. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 46. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 47. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 48. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 49. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 50. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 51. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 52. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 53. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 54. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 55. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 56. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 57. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 58. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 59. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 60. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 61. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 62. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 63. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 64. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 65. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 66. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 67. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 68. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 69. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 70. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 71. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 72. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 73. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 74. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 75. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 76. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 77. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 78. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 79. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 80. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 81. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 82. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 83. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 84. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 85. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 86. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 87. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 88. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 89. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 90. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 91. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 92. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 93. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 94. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 95. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 96. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 97. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 98. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 99. Diagram dengan simbol referensi.....	11
Gambar 100. Diagram dengan simbol referensi.....	11

Gambar 4.4 Daftar gambar

5. Tampilan halaman daftar tabel

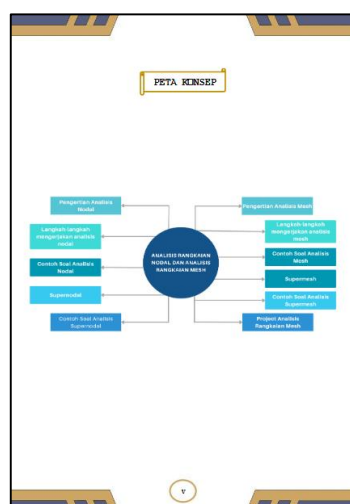
Daftar tabel memuat informasi mengenai keterangan setiap tabel yang ada dalam modul dan nomor halaman tabel tersebut. Pada judul “daftar tabel” ditulis dengan menggunakan *font Merriweather* ukuran 16, serta isi dari daftar tabel dan

halaman ditulis dengan menggunakan *font* yang sama yakni *Times New Roman* ukuran 12.

Gambar 4.5 Daftar tabel

6. Tampilan halaman peta konsep

Peta konsep memberikan informasi terkait pokok bahasan dalam modul *project based learning* (PjBL). Peta konsep ini disusun secara sistematis untuk membantu pembaca memahami alur dan keterkaitan antar materi, sehingga mempermudah proses pembelajaran. Pada judul “peta konsep” ditulis dengan menggunakan *font Merriweather* ukuran 16 dan halaman ditulis dengan menggunakan *font Times New Roman* ukuran 12.

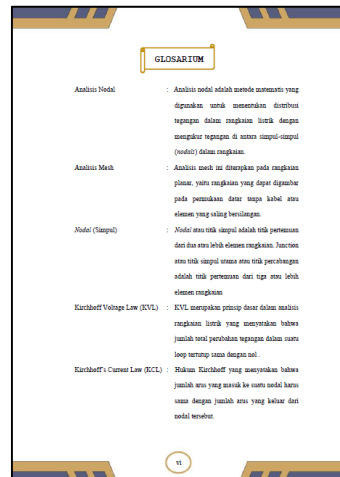


Gambar 4.6 Peta konsep

7. Tampilan halaman glosarium

Halaman glosarium berisi istilah-istilah yang ada didalam modul. Glosarium bertujuan untuk membantu dosen dan mahasiswa dalam memahami

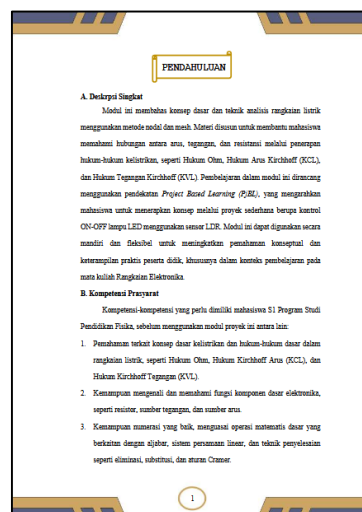
makna dari istilah-istilah yang ada. Format penulisan untuk bagian ini meliputi: judul "glosarium" menggunakan font *Merriweather* ukuran 16, sementara isi dari glosarium ditulis dengan font *Times New Roman* ukuran 12.



Gambar 4.7 Glosarium

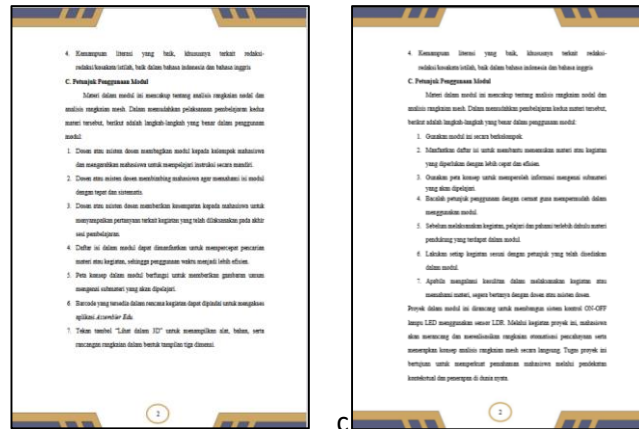
8. Tampilan halaman pendahuluan

Halaman pendahuluan berisi . Pada judul “pendahuluan” ditulis dengan menggunakan font *Merriweather* ukuran 16, serta isi dari petunjuk penggunaan modul dan halaman ditulis dengan menggunakan font yang sama yakni *Times New Roman* ukuran 12.



Gambar 4.8 Pendahuluan

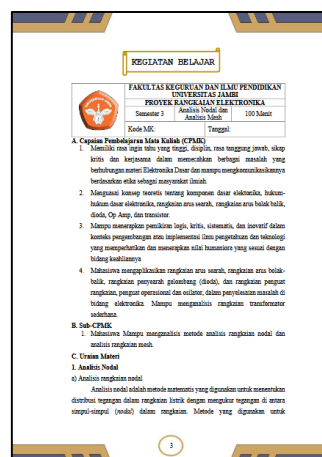
Petunjuk penggunaan modul berisi mengenai langkah-langkah yang harus dilakukan oleh dosen dan mahasiswa dalam menggunakan modul.



Gambar 4.9 Petunjuk penggunaan modul

9. Tampilan kegiatan belajar

Halaman kegiatan belajar berisi mengenai CPMK dari mata kuliah, sub capaian pembelajaran, materi analisis nodal dan analisis mesh serta kegiatan proyek. Format penulisan judul “kegiatan belajar” ditulis dengan menggunakan font *Merriweather* ukuran 16, dan isi dari kegiatan belajar yaitu CPMK, sub-CPMK dan materi serta halaman ditulis dengan menggunakan *font* yang sama yakni *Times New Roman* ukuran 12.

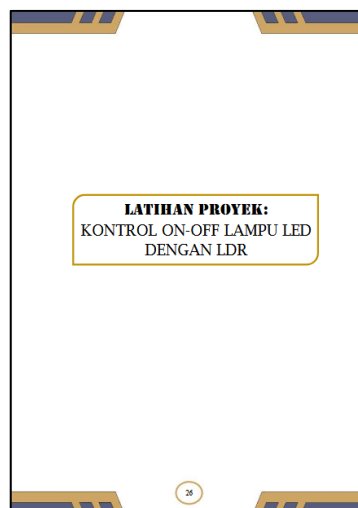


Gambar 4.10 Kegiatan belajar

Kegiatan proyek berisikan mengenai tahapan proyek yang disusun berdasarkan tahapan atau sintaks dari *Project Based Learning*. Adapun kegiatan proyek yang disusun dalam modul ini adalah sebagai berikut:

a. Tampilan halaman judul proyek

Halaman judul proyek berisi mengenai kegiatan dari proyek yang akan dilakukan oleh mahasiswa. Format penulisan judul “latihan proyek” ditulis dengan menggunakan font *Stencil* ukuran 28 dan judul proyek ditulis dengan menggunakan font *Lucida Bright* ukuran 24.



Gambar 4.11 Judul proyek

b. Tampilan halaman pertanyaan mendasar

Pertanyaan mendasar merupakan sintak pertama dari model *Project Based Learning*. Pada tahap ini, mahasiswa mengidentifikasi permasalahan yang berkaitan dengan materi analisis rangkaian nodal dan analisis rangkaian mesh. Format penulisan pada bagian pertanyaan mendasar adalah sebagai berikut: judul “pertanyaan mendasar” ditulis dengan menggunakan font *Merriweather* ukuran 16, sedangkan isi pertanyaan mendasar ditulis menggunakan font *Times New Roman* ukuran 12.

PERTANYAAN MENDASAR

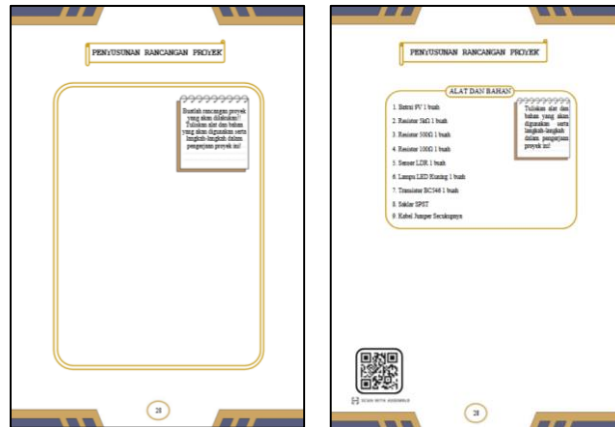
1. Bagaimana perbedaan utama antara metode analisis rangkaian nodal dan analisis rangkaian mesh?
Jawaban:
2. Bagaimana analisis mesh digunakan untuk menentukan tegangan dan arus dalam rangkaian kontrol LED dengan LDR?
Jawaban:
3. Bagaimana cara memilih metode analisis rangkaian yang paling tepat untuk merancang sistem kontrol ON-OFF lampu LED dengan LDR agar lebih efisien dan akurat?
Jawaban:

27

Gambar 4.12 Pertanyaan mendasar

c. Tampilan halaman penyusunan rancangan proyek

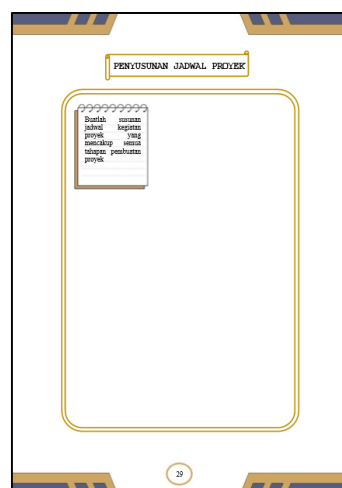
Penyusunan rancangan proyek merupakan sintak atau tahapan kedua dalam model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL). Tahapan penyusunan rancangan proyek bertujuan membimbing mahasiswa untuk merancang proyek secara terstruktur, mulai dari pemilihan alat dan bahan yang diperlukan dalam pembuatan proyek, langkah kerja, hingga desain proyek. Dalam tahap ini, penggunaan platform *Assemblr Edu* tidak dicantumkan secara langsung dalam modul mahasiswa, melainkan hanya disediakan dalam modul dosen. Pendekatan ini bertujuan untuk mendorong mahasiswa agar lebih kreatif dan mandiri dalam merancang desain proyek mereka sendiri. Informasi yang terdapat dalam barcode *Assemblr Edu* mencakup detail mengenai alat dan bahan, serta desain rangkaian yang digunakan dalam proyek. Adapun format penulisan untuk bagian ini meliputi: judul "penyusunan rancangan proyek" menggunakan font *Merriweather* ukuran 16, sementara isi perintah ditulis dengan font *Times New Roman* ukuran 12.



Gambar 4.13 Penyusunan rancangan proyek

d. Tampilan halaman penyusunan jadwal proyek

Penyusunan jadwal proyek merupakan sintak atau tahapan ketiga dalam model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL). Pada tahapan penyusunan jadwal proyek ini mahasiswa diminta untuk menyusun jadwal secara sistematis. Penyusunan jadwal proyek ini bertujuan untuk melatih keterampilan manajemen waktu serta memastikan proyek diselesaikan tepat waktu dan sesuai dengan alur kerja yang dirancang. Adapun format penulisan untuk bagian ini meliputi: judul "penyusunan jadwal proyek" menggunakan font *Merriweather* ukuran 16, sementara isi perintah ditulis dengan font *Times New Roman* ukuran 12.



Gambar 4.14 Penyusunan jadwal proyek

e. Tampilan halaman monitor kemajuan proyek

Monitor kemajuan proyek merupakan sintak atau tahapan keempat dalam model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL). Monitoring kemajuan proyek bertujuan ini untuk memastikan proyek berjalan sesuai dengan rencana. Pada tahapan monitoring kemajuan proyek mahasiswa diminta untuk memberikan tanda centang (✓) pada salah satu kolom pada tabel kegiatan proyek mulai dari persiapan, pelaksanaan, hingga evaluasi. Adapun format penulisan untuk bagian ini meliputi: judul "monitor kemajuan proyek" menggunakan font *Merriweather* ukuran 16, sementara isi monitoring kemajuan proyek ditulis dengan font *Times New Roman* ukuran 12.

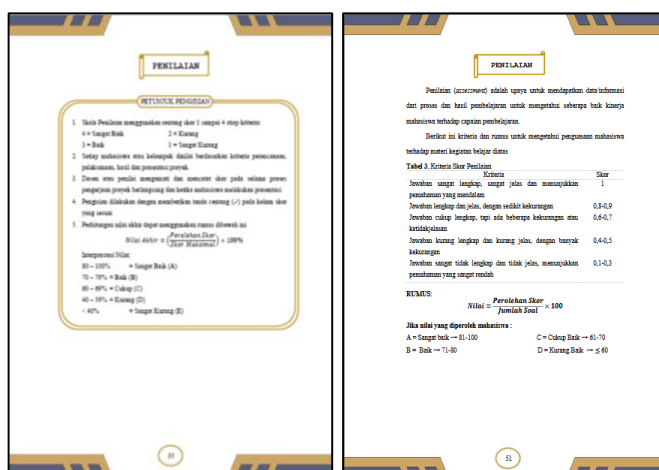
No	Jenis Kegiatan	Keterangan
		S B
1	Persiapan	
	Masing-masing anggota kelompok mendapat tugas sesuai dengan pembagiannya	
	Mahasiswa membuat desain proyek yang sesuai kebutuhan kelompok proyek yang akan dibuat	
	Mahasiswa menyusun rencana proyek dengan menentukan alat dan bahan yang dibutuhkan serta langkah-langkah pengerjaannya	
	Mahasiswa melakukan persiapan: jadwal kegiatan proyek untuk memastikan pelaksanaan setiap proyek dapat berjalan dengan baik	
2	Pelaksanaan	
	Mahasiswa melaksanakan proyek berdasarkan rencana kegiatan yang telah disusun	
	Mahasiswa melakukan dokumentasi setiap tahapan pembuatan proyek melalui foto dan video	
	Mahasiswa melakukan pengujian untuk memastikan proyek berjalan sesuai yang diharapkan	
3	Evaluasi	
	Mahasiswa menguraikan masalah apa kendala yang terjadi selama proses pembuatan proyek	
	Mahasiswa memberikan solusi apa yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang ditemukan	

Gambar 4.15 Monitor kemajuan proyek

f. Tampilan halaman penilaian

Penilaian merupakan sintak atau tahapan kelima dalam model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL). Pada tahap ini, penilaian dilakukan dalam dua bentuk, yaitu penilaian terhadap hasil akhir proyek dan penilaian evaluasi. Seluruh komponen penilaian ini dicantumkan secara khusus dalam modul milik dosen. Hal ini dilakukan untuk membantu mahasiswa agar lebih fokus dalam menyelesaikan proyek tanpa tekanan penilaian yang dapat menghambat kreativitas mereka. Selain

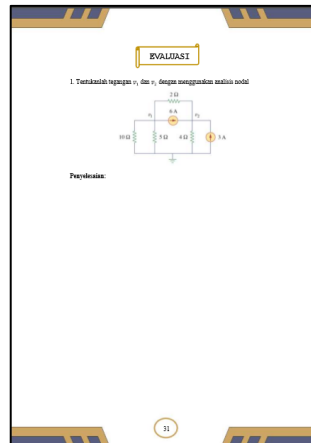
itu, hal ini memungkinkan dosen untuk melakukan penilaian secara objektif berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Adapun format penulisan untuk bagian ini meliputi: judul "penilaian" menggunakan font *Merriweather* ukuran 16, sementara isi dari penilaiannya ditulis dengan font *Times New Roman* ukuran 12.



Gambar 4.16 Penilaian

g. Tampilan halaman evaluasi

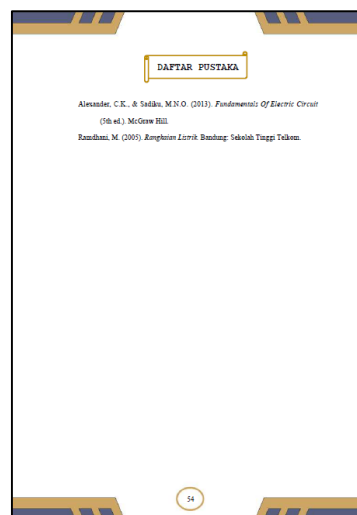
Evaluasi merupakan sintak atau tahapan keenam dalam model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL). Pada tahapan evaluasi ini terdiri dari 10 soal uraian sebagai alat ukur sejauh mana pemahaman mahasiswa terhadap materi analisis rangkaian nodal dan analisis rangkaian mesh. Setelah menyelesaikan seluruh soal yang telah diberikan, mahasiswa diminta untuk memaparkan hasil proyek yang telah mereka selesaikan melalui kegiatan presentasi. Adapun format penulisan untuk bagian ini meliputi: judul "evaluasi" menggunakan font *Merriweather* ukuran 16, sementara isi dari evaluasi ditulis dengan font *Times New Roman* ukuran 12.



Gambar 4.17 Evaluasi

10. Tampilan halaman daftar pustaka

Daftar pustaka memuat berbagai sumber-sumber materi yang digunakan penulis dalam menyusun modul. Format penulisan untuk bagian ini meliputi: judul "daftar pustaka" menggunakan font *Merriweather* ukuran 16, sementara isi dari daftar pustaka dibuat dengan menggunakan gaya penulisan APA (*American Psychological Association*) versi 7.



Gambar 4.18 Daftar pustaka

4.1.3 Tahapan Pengembangan

4.1.3.1 Data Hasil Validasi Ahli Media

Validasi oleh ahli media merupakan proses penilaian terhadap kualitas sarana pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian, dengan tujuan

memastikan bahwa produk atau modul tersebut telah memenuhi standar kelayakan sebagai sarana pembelajaran yang efektif. Adapun tim ahli media yang menjadi validator yaitu bapak Jules Nurhatmi, M.Pd. Hasil validasi oleh ahli media pada tahap pertama disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Validasi Ahli Media Tahap I

No	Aspek Penilaian	Butir Soal	Skor Penilaian Validator
1	Keterpaduan	1	4
		2	3
		3	4
		Jumlah	11
2	Warna	4	4
		5	2
		Jumlah	6
3	Tampilan	6	3
		7	3
		Jumlah	6
4	Assemblr Edu	8	3
		9	3
		10	4
		11	4
		Jumlah	14

Hasil persentase pada setiap aspek penilaian didapatkan dengan mengonversi total skor pada masing-masing aspek ke dalam bentuk persentase. Hasil persentase setiap aspek penilain tersebut disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Analisis Validasi Media Tahap I

Aspek Penilaian	Jumlah soal	Skor Total	Skor Maksimal	Persentase	Predikat
Keterpaduan	3	11	12	91,66%	Sangat layak
Warna	2	6	8	75%	Layak
Tampilan	2	6	8	75%	Layak
<i>Assemblr Edu</i>	4	14	16	87,5%	Sangat layak
Rerata Persentase				84,1%	Sangat layak

Setelah validator melakukan validasi media tahap I, maka didapatkan hasil persentase 84,1% berada pada kategori “sangat layak” dan produk masih harus dilakukan beberapa revisi sesuai dengan komentar dan saran yang diberikan validator. Adapun komentar dan saran dapat dilihat pada tabel tabel 4.5.

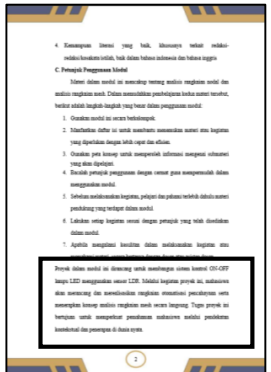
Table 4.5 Komentar dan Saran

No	Komentar dan Saran yang diberikan
1	Buat paragraf lebih inovatif terutama dibagian paragraf yang menjelaskan tentang tugas proyek

- 2 Bedakan warna antara cover modul untuk dosen dan mahasiswa agar mudah dibedakan secara visual
- 3 Perbaiki kualitas gambar dengan mempertajam resolusinya. Misalnya pada gambar rangkaian, banyak teks terlihat buram dan kurang menarik sehingga tidak informatif
- 4 Beberapa halaman terdapat visual yang berlebihan sehingga mengganggu pembaca. Sederhanakan agar lebih mudah dibaca dan terlihat menarik

Peneliti melakukan sebuah revisi berdasarkan komentar dan saran dari validator ahli media. Hasil revisi yang telah dilakukan disajikan dalam tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Revisi

No	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi	Keterangan
1			Hasil revisi yang dilakukan adalah menambahkan paragraf yang menjelaskan tugas proyek
2			Hasil revisi yang telah dilakukan membedakan warna cover modul untuk dosen dan mahasiswa

3

Gambar 4. Rangkaian dengan tegangan pada jembatan BCL.
Sumber: (Chandrasekhar & Subbar, 2015)

Pada kondisi 1, jembatan BCL seimbang karena:

$$I_1 = I_2 + I_3 + I_4 = I_5 \quad (3.3)$$

Sebaliknya, Hukum Ohm diterapkan untuk menentukan arus I_1 , I_2 , I_3 , dan I_4 dalam bentuk tegangan acak. Prinsip utama yang perlu diperhatikan adalah bahwa arus selalu mengalir dari tegangan yang lebih tinggi menuju tegangan yang lebih rendah melalui arus acak.

Persamaan dasar dari program ini diberikan sebagai berikut:

$$I = \frac{V_{\text{Sumber}} - V_{\text{Meter}}}{R} \quad (3.4)$$

Dengan menggunakan prinsip tersebut, semua persamaan untuk tegangan yang ditunjukkan pada gambar 1 sebagai berikut:

$$I_1 = \frac{V_{\text{Sumber}}}{R_1} = \frac{V_1}{R_1} \quad (3.5)$$

$$I_2 = \frac{V_{\text{Sumber}}}{R_2} = \frac{V_2}{R_2} \quad (3.6)$$

$$I_3 = \frac{V_{\text{Sumber}}}{R_3} = \frac{V_3}{R_3} \quad (3.7)$$

tegangan acak referensi ($V = 0$), sehingga kondisi 1 dan kondisi 2 diberikan tegangan V_1 dan V_2 secara berturut-turut. Tegangan acak diberikan tegangan acak referensi.

Gambar 5. Rangkaian dengan tegangan pada jembatan BCL.
Sumber: (Chandrasekhar & Subbar, 2015)

Pada gambar 2, tegangan pada setiap acak merupakan tegangan yang diberikan tegangan acak referensi, bukan tegangan antara dua acak secara langsung.

Pada tahap kedua, Hukum Arus Kirchhoff (BCL) diberikan pada setiap acak acak referensi dalam rangkaian. Untuk memudahkan pemahaman, tegangan pada gambar 2 digambarkan kembali dalam gambar 3, di mana arus I_1 dan I_2 mengalir melalui resistor R, R, dan R secara berturut-turut.

Gambar 3. Rangkaian dengan tegangan pada jembatan BCL.
Sumber: (Chandrasekhar & Subbar, 2015)

Hasil revisian yang telah dilakukan adalah memperbaiki kualitas gambar dengan mempertajam resolusi dan diperbesar

4

MONITOR KEMAJUAN PROYEK

Pengantar program:

1. Buatlah media cetak (C) pada salah satu proyek yang ada yang sedang dilakukan.
2. Kembangkan 1 = Total, B = Bekas.

No	Jenis Kegiatan	Keterangan
1	Pengantar	
2	Pengantar	
3	Pengantar	
4	Pengantar	
5	Pengantar	
6	Pengantar	
7	Pengantar	
8	Pengantar	
9	Pengantar	
10	Pengantar	
11	Pengantar	
12	Pengantar	
13	Pengantar	
14	Pengantar	
15	Pengantar	
16	Pengantar	
17	Pengantar	
18	Pengantar	
19	Pengantar	
20	Pengantar	
21	Pengantar	
22	Pengantar	
23	Pengantar	
24	Pengantar	
25	Pengantar	
26	Pengantar	
27	Pengantar	
28	Pengantar	
29	Pengantar	
30	Pengantar	

MONITOR KEMAJUAN PROYEK

Pengantar program:

1. Buatlah media cetak (C) pada salah satu proyek yang ada yang sedang dilakukan.
2. Kembangkan 1 = Total, B = Bekas.

No	Jenis Kegiatan	Keterangan
1	Pengantar	
2	Pengantar	
3	Pengantar	
4	Pengantar	
5	Pengantar	
6	Pengantar	
7	Pengantar	
8	Pengantar	
9	Pengantar	
10	Pengantar	
11	Pengantar	
12	Pengantar	
13	Pengantar	
14	Pengantar	
15	Pengantar	
16	Pengantar	
17	Pengantar	
18	Pengantar	
19	Pengantar	
20	Pengantar	
21	Pengantar	
22	Pengantar	
23	Pengantar	
24	Pengantar	
25	Pengantar	
26	Pengantar	
27	Pengantar	
28	Pengantar	
29	Pengantar	
30	Pengantar	

Hasil revisian yang telah dilakukan adalah mengurangi visual yang berlebihan sehingga lebih sederhana

Setelah dilakukannya beberapa revisi berdasarkan komentar dan saran dari validator ahli media pada tahap I, proses validasi oleh ahli media dilanjutkan tahap II. Adapun pada tabel 4.7 Merupakan hasil validasi ahli media tahap II.

Tabel 4.7 Hasil Validasi Ahli Media Tahap II

No	Aspek Penilaian	Butir Soal	Skor Penilaian Validator
1	Keterpaduan	1	4
		2	3
		3	4
		Jumlah	11
2	Warna	4	4
		5	3
		Jumlah	7
3	Tampilan	6	4
		7	3
		Jumlah	7
4	Assemblr Edu	8	3
		9	4
		10	4
		11	4
		Jumlah	15

Hasil persentase pada setiap aspek penilaian didapatkan dengan mengonversi total skor pada masing-masing aspek ke dalam bentuk persentase. Hasil persentase setiap aspek penilaian tersebut disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Analisis Validasi Media Tahap II

Aspek Penilaian	Jumlah soal	Skor Total	Skor Maksimal	Persentase	Predikat
Keterpaduan	3	11	12	91,66%	Sangat layak
Warna	2	7	8	87,5%	Sangat layak
Tampilan	2	7	8	87,5%	Sangat layak
<i>Assemblr Edu</i>	4	15	16	93,75%	Sangat layak
Rerata Persentase				90,9%	Sangat layak

Tahap validasi kedua merupakan proses validasi ahli media terakhir dalam pengembangan produk. Hasil validasi media tahap II disajikan pada Tabel 4.8, dengan total skor sebesar 40 dan persentase sebesar 90,9% yang berada pada kategori “sangat layak”. Sehingga, hasil ini menunjukkan bahwa produk dinyatakan layak untuk diuji coba.

4.1.3.2 Data Hasil Validasi Ahli Materi

Validasi Materi ini dilakukan bertujuan agar materi yang diberikan kepada mahasiswa merupakan materi berkualitas dan mampu meningkatkan pemahaman mahasiswa. Selain itu, validasi materi ini juga bertujuan untuk dapat memastikan materi yang digunakan mendukung tercapainya Sub-CPMK. Adapun tim ahli materi yang menjadi validator yaitu bapak Cicyn Riantoni, M.Pd. Hasil validasi ahli materi pada tahap I disajikan dalam tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Validasi Ahli Materi Tahap I

No	Aspek Penilaian	Butir Soal	Skor Penilaian Validator
1	Kelayakan Isi	1	3
		2	3
		3	3
		4	2
		5	2
		6	3
		7	2
		8	2
		Jumlah	20
2	Penyajian	9	2
		10	3

	11	2
	12	3
	13	2
	14	3
	Jumlah	15

Hasil persentase pada setiap aspek penilaian didapatkan dengan mengonversi total skor pada masing-masing aspek ke dalam bentuk persentase. Hasil persentase setiap aspek penilain tersebut disajikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Analisis Validasi Ahli Materi Tahap I

Aspek Penilaian	Jumlah soal	Skor Total	Skor Maksimal	Persentase	Predikat
Kelayakan Isi	8	20	32	62,5%	Layak
Penyajian	6	15	24	62,5%	Layak
Rerata Persentase				62,5%	Layak

Setelah validator melakukan validasi materi tahap I, maka didapatkan hasil persentase 62,5% berada pada kategori “layak” dan produk masih harus dilakukan beberapa revisi sesuai dengan komentar dan saran yang diberikan validator. Adapun komentar dan saran disajikan dalam tabel 4.11.

Tabel 4.11 Komentar dan Saran

No	Komentar dan Saran yang diberikan
1.	Penyesuaian CPMK dan sub-CPMK dengan materi
2.	Penyajian materi masih kurang lengkap, sehingga perlu menambahkan langkah-langkah pengerjaan dalam disesuaikan dengan buku alexander

Peneliti melakukan sebuah revisi berdasarkan komentar dan saran yang diberikan oleh validator ahli materi. Hasil revisi yang telah dilakukan disajikan dalam tabel 4.12

Tabel 4.12 Hasil Revisi

No	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi	Keterangan
1			Revisi yang telah dilakukan adalah menyesuaikan CPMK dan sub-CPMK dengan materi analisis nodal dan mesh.
2			Revisi yang telah dilakukan adalah menambahkan langkah-langkah pengerjaan analisis nodal dan analisis mesh.

Setelah dilakukannya beberapa revisi berdasarkan komentar dan saran yang diberikan oleh validator pada tahap I, proses validasi oleh ahli materi dilanjutkan tahap II. Adapun pada tabel 4.13 Merupakan hasil validasi ahli materi tahap II.

Tabel 4.13 Hasil Validasi Ahli Materi Tahap II

No	Aspek Penilaian	Butir Soal	Skor Penilaian Validator
1	Kelayakan Isi	1	4
		2	4
		3	3
		4	3
		5	2
		6	3
		7	3
		8	3
		Jumlah	25

2	Penyajian	9	3
		10	3
		11	3
		12	3
		13	2
		14	3
		Jumlah	17

Hasil persentase pada setiap aspek penilaian didapatkan dengan mengonversi total skor pada masing-masing aspek ke dalam bentuk persentase. Hasil persentase setiap aspek penilaian tersebut disajikan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Hasil Analisis Validasi Ahli Materi Tahap II

Aspek Penilaian	Jumlah soal	Skor Total	Skor Maksimal	Persentase	Predikat
Kelayakan Isi	8	25	32	78,12%	Sangat layak
Penyajian	6	17	24	70,83%	layak
Rerata Persentase				75%	layak

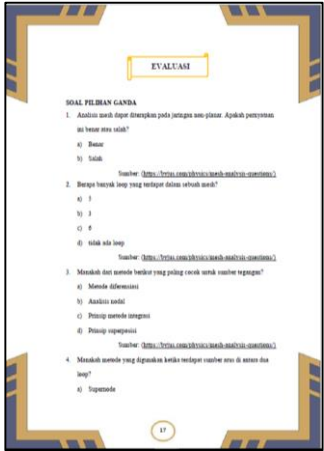
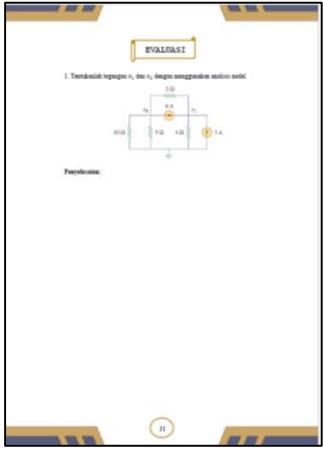
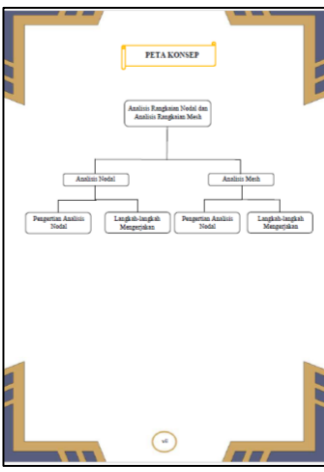
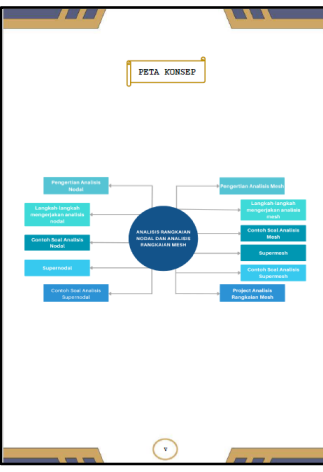
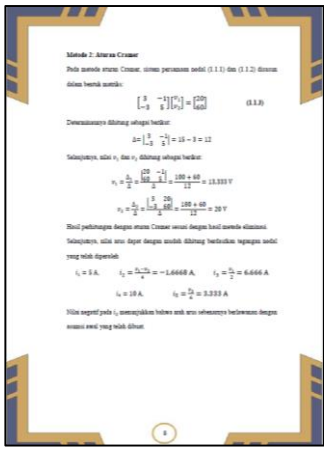
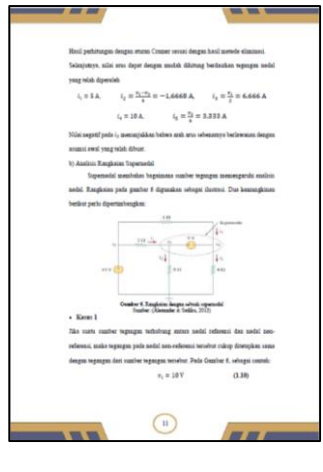
Setelah validator melakukan validasi materi tahap II, maka didapatkan hasil persentase 74,48% berada pada kategori “layak” dan produk masih harus dilakukan beberapa revisi sesuai dengan komentar dan saran yang diberikan validator. Adapun komentar dan saran disajikan dalam tabel 4.15.

Tabel 4.15 Komentar dan Saran

No	Komentar dan Saran yang diberikan
1	Tambahkan soal evaluasi menjadi 10 soal uraian
2	Tambahkan peta konsep untuk gambaran materi
3	Tambahkan supernodal dan supermesh beserta contoh soal

Peneliti melakukan sebuah revisi berdasarkan komentar dan saran yang diberikan oleh validator ahli materi. Hasil revisi yang telah dilakukan disajikan dalam tabel 4.16.

Tabel 4.16 Hasil Revisi

No	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi	Keterangan
1			Revisi yang telah dilakukan adalah menambahkan soal evaluasi menjadi 10 soal uraian.
2			Revisi yang telah dilakukan adalah menambahkan isi dari peta konsep
3			Revisi yang telah dilakukan adalah menambahkan materi supernodal dan supernode beserta contoh soalnya

Setelah dilakukannya beberapa revisi berdasarkan komentar dan saran yang diberikan oleh validator pada tahap II, proses validasi oleh ahli materi dilanjutkan tahap II. Adapun pada tabel 4.17 merupakan hasil validasi ahli materi tahap III.

Tabel 4.17 Hasil Validasi Ahli Materi Tahap III

No	Aspek Penilaian	Butir Soal	Skor Penilaian Validator
1	Kelayakan Isi	1	4
		2	4
		3	3
		4	3
		5	3
		6	3
		7	3
		8	3
		Jumlah	26
2	Penyajian	9	3
		10	3
		11	3
		12	3
		13	4
		14	4
		Jumlah	20

Hasil persentase pada setiap aspek penilaian didapatkan dengan mengonversi total skor pada masing-masing aspek ke dalam bentuk persentase. Hasil persentase setiap aspek penilain tersebut disajikan pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Hasil Analisis Validasi Ahli Materi Tahap III

Aspek Penilaian	Jumlah soal	Skor Total	Skor Maksimal	Persentase	Predikat
Kelayakan Isi	8	26	32	81,25%	Sangat layak
Penyajian	6	20	24	83,33%	Sangat layak
Rerata Persentase				82,14%	Sangat layak

Tahap validasi ketiga merupakan proses validasi akhir dalam pengembangan produk. Hasil validasi materi tahap III disajikan pada Tabel 4.17, dengan total skor penilaian sebesar 46 dan persentase 82,14% yang berada pada kategori “sangat layak” yang menunjukkan bahwa produk dinyatakan layak untuk diuji coba.

4.1.3.3 Data Hasil Uji Coba

Setelah tahap validasi selesai, modul yang telah dikembangkan kemudian diuji coba kepada mahasiswa. Dalam proses uji coba, peneliti terlebih dahulu memberikan penjelasan mengenai hasil produk yang telah dikembangkan yaitu modul. Setelah itu, file modul dibagikan peneliti kepada mahasiswa melalui aplikasi WhatsApp. Selanjutnya, peneliti membagikan angket persepsi kepada mahasiswa dan meminta mereka untuk mengisi angket tersebut. Data yang diperoleh dari angket kemudian dianalisis untuk menentukan kategori kualitas modul yang dikembangkan. Hasil analisis persepsi mahasiswa disajikan pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Hasil Persepsi Mahasiswa

No	Aspek Penilaian	Butir Soal	Nilai
1	Perwajahan	1	93%
		2	94%
		3	93%
		Persentase	93%
2	Kemenarikan	4	90%
		5	88%
		6	90%
		Persentase	89%
3	Kelayakan isi	7	95%
		8	88%
		9	95%
		10	93%
		11	92%
		12	94%
		13	96%
		Persentase	93%
Rerata Persentase			92%

Berdasarkan tabel 4.19, merupakan hasil persentase persepsi mahasiswa terhadap modul PjBL yang telah dibuat dan memperoleh hasil rerata persentase sebesar 92% yang berada pada kategori “sangat baik”.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Hasil Pengembangan Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL)

Berbantuan *Assemblr Edu* yang Sesuai Pada Mata Kuliah Elektronika

Penelitian ini merupakan jenis penelitian yang berfokus pada pengembangan atau dikenal dengan istilah Research and Development (R&D), yang bertujuan untuk menghasilkan produk berupa modul pembelajaran berbasis *Project Based Learning* dan berbantuan *software Assemblr Edu*. Modul ini dikembangkan secara khusus untuk digunakan dalam mata kuliah Rangkaian Elektronika. Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate*). Penelitian ini hanya difokuskan sampai tahapan *Develop* (pengembangan), hal ini karena tujuan penelitian yaitu mengembangkan atau menghasilkan sebuah produk.

Tahap *Analyze* diawali dengan kajian kebutuhan melalui studi literatur yang menunjukkan adanya berbagai permasalahan dalam pembelajaran elektronika. Nuridiyanti (2023) menyatakan bahwa rendahnya tingkat pemahaman mahasiswa terhadap materi elektronika salah satunya disebabkan oleh keterbatasan bahan ajar yang tersedia, baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Selain itu, belum tersedianya modul berbasis proyek yang dirancang sesuai dengan kebutuhan pada mata kuliah Rangkaian Elektronika juga menjadi kendala tambahan dalam proses pembelajaran. Permana, Nurhayata & Sutaya (2018) menyatakan bahwa pengembangan media dengan menggunakan pendekatan *Project Based Learning* (PjBL) dapat menjadi solusi dalam mengatasi kesulitan tersebut karena pendekatan ini mahasiswa dapat menghubungkan konsep teori dengan penerapan praktik secara langsung. Berdasarkan hasil pengamatan, peneliti mendapati bahwa

mahasiswa menunjukkan tingkat antusiasme yang lebih tinggi dan pemahaman materi yang lebih baik saat aktif mengikuti kegiatan proyek yang terkait dengan kehidupan sehari-hari serta disajikan secara visual.

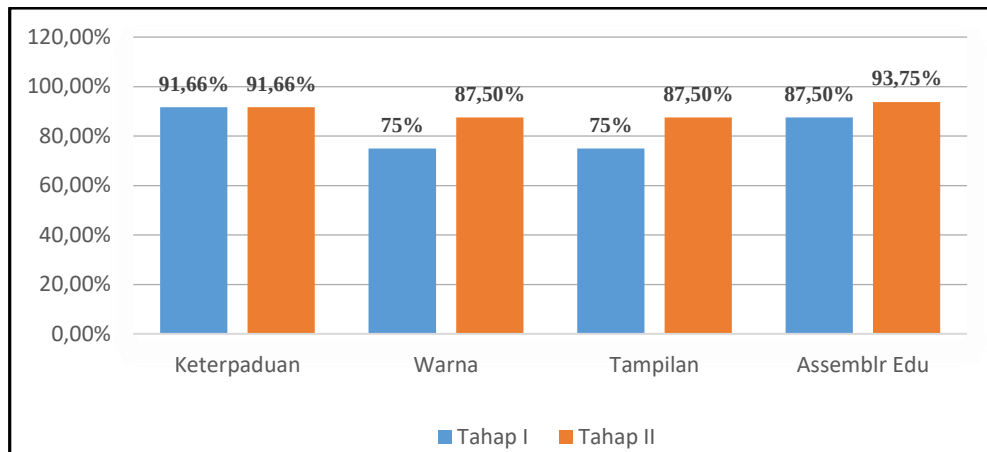
Berdasarkan temuan tersebut, peneliti melakukan sebuah pengembangan modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan *Assemblr Edu* pada materi analisis nodal dan mesh. Pendekatan *Project Based Learning* (PjBL) dipilih karena pendekatan ini mendorong mahasiswa untuk berpikir kreatif dan keterlibatan aktif melalui pelaksanaan proyek nyata sebagai sarana dalam memahami konsep materi dan keterampilan secara mendalam (Fathihani et al, 2023). Selain itu, *Assemblr Edu* dianggap mampu untuk membantu dalam menyampaikan konsep-konsep abstrak menjadi lebih nyata melalui visual dalam bentuk 3D sehingga memudahkan mahasiswa dalam memahami konsep-konsep abstrak (Chairudin, et al, 2023). Dengan demikian, pengembangan modul dengan menggunakan pendekatan PjBL dan berbantuan media *Assemblr Edu* dinilai tepat dan sesuai untuk diterapkan dalam pembelajaran pada mata kuliah Rangkaian Elektronika

Dalam proses perancangan modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan *Assemblr Edu* pada mata kuliah Rangkaian Elektronika, peneliti memulai dengan merancang kegiatan proyek yang selaras dengan materi *analisis* rangkaian nodal dan mesh. Selanjutnya, peneliti mengembangkan elemen visual interaktif yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek menggunakan platform *Assemblr Edu*, seperti komponen-komponen rangkaian dan desain rangkaian dengan visualisasi 3D dan dimasukkan dalam modul yang dapat diakses melalui *QR Code*. Untuk memastikan alur dan isi modul tersusun secara sistematis, peneliti

menyusun *storyboard* sebagai pedoman konseptual dan visual dalam pengembangan modul. Tahap akhir dilakukan dengan menyusun desain akhir modul menggunakan aplikasi Canva, dengan menyesuaikan tata letak dan penyusunan konten berdasarkan rancangan *storyboard*.

4.2.2 Validasi dan Persepsi Mahasiswa terhadap Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Berbantuan *Asemblr Edu* Dalam Memenuhi Standar Pembelajaran Dan Kebutuhan Mahasiswa Pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika

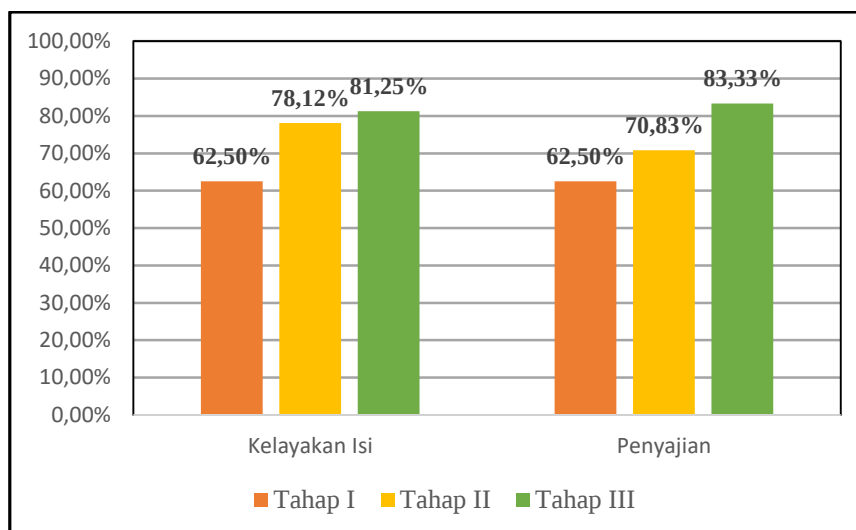
Setelah melakukan tahap desain, tahap selanjutnya yang dilakukan oleh peneliti yaitu validasi ahli media dan validasi ahli materi dengan melibatkan dua (2) dosen pendidikan fisika sebagai validator. Proses validasi dilakukan beberapa tahap penilaian, yang dimana pada validasi ahli media dilakukan dua (2) kali tahap penilaian atau sampai tahap II, sedangkan validasi ahli materi dilakukan sampai tiga (3) kali tahap penilaian atau sampai tahap III. Validasi dilakukan dengan menyebarkan sebuah angket dengan jumlah butir pernyataan untuk validasi ahli media 11 butir soal dan untuk validasi ahli materi 14 butir soal, dengan instrumen angket yang dapat dilihat pada tabel 3.1 dan 3.2. Kemudian, masing-masing validator melakukan penilaian dan memberikan beberapa komenar dan saran terhadap modul yang telah dikembangkan sebagai bahan penyempurnaan produk tersebut. Berdasarkan hasil validasi yang telah dilakukan baik validasi media maupun materi, modul dinyatakan sangat layak dan dapat diujicobakan kepada mahasiswa. Hasil persentase setiap aspek penilain validasi ahli media tahap I dan tahap II disajikan dalam bentuk diagram batang yang dapat dilihat pada gambar 4.19.



Gambar 4.19 Diagram Batang Persentase Validasi Ahli Media

Aspek penilaian media ditinjau dari 4 aspek seperti keterpaduan, warna, tampilan dan *Assemblr Edu*. Berdasarkan hasil proses validasi, dapat dilihat diagram batang pada gambar 4.19 mengalami peningkatan pada setiap tahap penilaian yang dilakukan oleh para ahli yang menunjukkan bahwa kualitas produk meningkat. Peningkatan persentase tersebut merupakan hasil dari revisi yang dilakukan berdasarkan masukan dan saran yang diberikan oleh validator. Pada tahap akhir validasi ahli media, modul memperoleh total skor sebesar 40 dan persentase skor uji coba kelayakan media sebesar 90,9%. Dengan demikian, hasil validasi ahli media berada pada kategori kelayakan “sangat layak”.

Persentase hasil dari setiap aspek penilaian validasi oleh ahli materi pada tahap I, II, dan III disajikan dalam bentuk diagram batang yang ditampilkan pada Gambar 4.20.

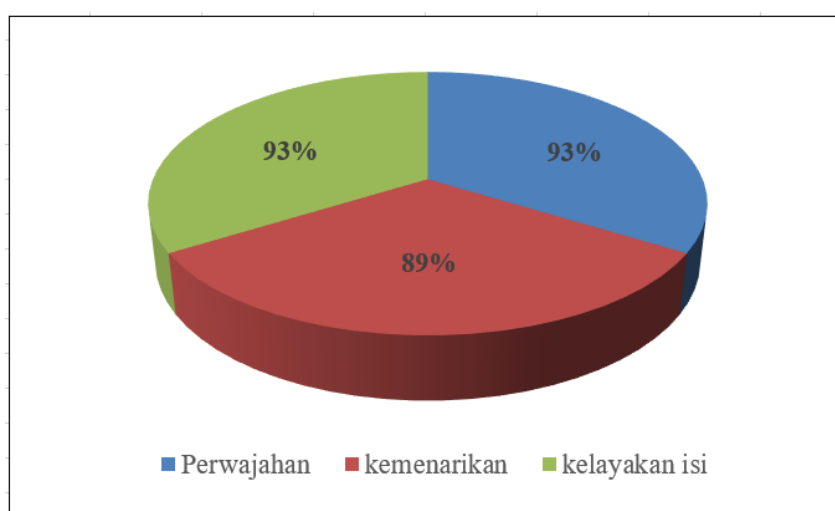


Gambar 4.20 Diagram batang persentase validasi ahli materi

Aspek penilaian materi ditinjau dari 2 aspek seperti kelayakan isi dan penyajian. Berdasarkan hasil proses validasi, dapat dilihat diagram batang pada gambar 4.20 mengalami peningkatan pada setiap tahap penilaian yang dilakukan oleh para ahli yang menunjukkan bahwa kualitas produk meningkat. Pada tahap akhir validasi ahli materi, modul memperoleh total skor sebesar 46 dan persentase skor uji coba kelayakan materi sebesar 82,14%. Dengan demikian, hasil validasi ahli materi berada pada kategori kelayakan “sangat layak”. Sehingga, modul dinyatakan sangat layak dan dapat dilakukan uji coba.

Hasil ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh zarman et al. (2023), yang melakukan pengembangan modul ajar IPAS berbasis PjBL untuk meningkatkan kreativitas belajar siswa di sekolah dasar. Dalam penelitian tersebut, validasi media/desain memperoleh nilai 74 dengan persentase 82,22% dan validasi ahli materi memperoleh nilai 72 dengan persentase 96%, kedua hasil validasi berada pada kategori “sangat valid”. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan model pembelajaran PjBL dalam membuat sebuah modul memiliki potensi besar untuk menghasilkan bahan ajar yang berkualitas.

Setelah dilakukannya tahap validasi ahli media dan materi, maka modul yang telah dikembangkan dinyatakan layak dan bisa untuk dilakukan uji coba produk. Uji coba produk dilakukan kepada mahasiswa program studi pendidikan fisika angkatan 2022, yang dipilih karena telah menyelesaikan mata kuliah rangkaian elektronika. Adapun tujuan dari uji coba ini dilakukan yaitu untuk mengetahui respon dan pandangan mereka terhadap modul PjBL yang telah dikembangkan. Hasil persentase setiap aspek persepsi mahasiswa disajikan dalam bentuk diagram lingkaran yang dapat dilihat pada gambar 4.21



Gambar 4.21 Diagram lingkaran persentase persepsi mahasiswa

Aspek persepsi mahasiswa ditinjau dari 3 aspek seperti perwajahan, kemenarikan dan kelayakan isi. Aspek perwajahan mendapatkan persentase sebesar 93% dengan kategori “sangat baik”. Aspek kemenarikan mendapatkan persentase sebesar 89% dan termasuk dalam kategori “sangat baik”. Aspek kelayakan isi mendapatkan persentase sebesar 93% dan berada pada kategori “sangat baik”. Rerata persentase persepsi mahasiswa terhadap modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) sebesar 92% dengan kriteria “sangat baik”. Melalui hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) mendapatkan penilaian yang sangat baik dari mahasiswa.

Hasil atau temuan ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Sugianto, Ahied, Hadi, & Wulandari (2018), yang mengembangkan Pengembangan Modul IPA Berbasis Proyek Terintegrasi STEM Pada Materi Tekanan. Hasil penelitian menunjukkan, pada respon siswa diperoleh rata-rata skor 84,73%, yang menunjukkan kategori sangat baik. Respon positif dari peserta didik menandakan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis proyek yang diterapkan dalam modul dapat membantu peserta didik dalam memahami materi tekanan melalui kegiatan proyek yang dirancang dalam pembelajaran dan mendorong keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran.

4.2.3 Keterbatasan Penggunaan *Assemblr Edu* Pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika

Penggunaan *assemblr edu* terbukti membantu dalam menyampaikan materi pembelajaran secara menarik dan interatif, terutama melalui tampilan visual berbasis teknologi *Augmented Reality* (AR). Namun, saat melakukan penelitian, peneliti menemukan beberapa kendala teknis dalam penggunaan aplikasi *assemblr edu* terutama pada saat merancang proyek rangkaian elektronika. Adapun kendala yang ditemukan yaitu ukuran gambar komponen elektronika yang tidak proporsional, sehingga menyulitkan penyusunan visual dari suatu rangkaian yang utuh. Beberapa komponen seperti resistor, kapasitor, LED, dan kabel jumper tidak dapat saling terhubung dengan baik dalam satu rangkaian, yang pada akhirnya menjadi hambatan dalam melakukan pembelajaran berbasis proyek ini.

Keterbatasan ini menunjukkan bahwa meskipun memiliki kelebihan dari segi visual tetapi *assemblr edu* ini belum sepenuhnya dapat memenuhi kebutuhan teknis dalam pembelajaran yang memerlukan keterampilan praktis seperti

elektronika. Sehingga, kendala ini membuat mahasiswa atau peserta didik sulit untuk dapat menyusun dan memahami rangkaian secara menyeluruh dan membuat pembelajaran menjadi kurang maksimal. Solusi mengatasi keterbatasan ini, peneliti menggunakan platform tambahan untuk desain proyek dengan menggunakan aplikasi seperti tinkercad untuk mengatasi keterbatasan dari *assemblr edu* tersebut.

Berdasarkan kendala yang ada dalam penelitian ini, bisa menjadi acuan untuk kedepannya dalam memilih kesesuaian platform pembelajaran digital terhadap materi yang diajarkan. Dalam hal ini, *assemblr edu* lebih tepat digunakan hanya pada pengenalan konsep dasar, bukan pada implementasi teknis yang kompleks. Oleh karena itu, pemilihan platform yang sesuai dengan karakteristik materi pelajaran menjadi hal yang sangat penting guna mendukung tercapainya tujuan pembelajaran secara optimal dan efektif.

BAB V

SIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Proses pengembangan modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan *Assemblr Edu* menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implement, dan Evaluate*) tetapi dalam penelitian ini hanya terdiri dari 3 tahap yaitu *Analyze* (analisis), *Design* (desain), dan *Development* (pengembangan). Pada tahapan analisis terdiri dari, analisis awal atau kebutuhan, analisis karakteristik mahasiswa, analisis rancangan pembelajaran sementara (RPS), dan analisis materi pembelajaran. Pada tahapan desain terdiri dari, pembuatan *storyboard* dan pembuatan *prototype*. Tahapan pengembangan meliputi validasi yang dilakukan oleh ahli media dan ahli materi, serta penyebaran angket untuk memperoleh informasi mengenai tingkat kelayakan dan respon atau persepsi mahasiswa terhadap modul yang dikembangkan.
2. Hasil validasi menunjukkan bahwa modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) yang dikembangkan berada pada kategori “sangat layak” yang diartikan bahwa modul layak digunakan sebagai bahan ajar. Validasi ahli media memperoleh rerata persentase sebesar 90,9% dan validasi ahli materi memperoleh rerata persentase sebesar 82,14%.
3. Hasil persepsi mahasiswa berada pada kriteria “sangat baik” yang artinya Modul ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan ajar dalam mendukung proses

pembelajaran pada mata kuliah Rangkaian Elektronika. Penilaian dilakukan pada 3 aspek yaitu, perwajahan dengan persentase 93%, kemenarikan dengan persentase 89%, dan kelayakan isi dengan persentase 93%. Keseluruhan aspek persepsi mahasiswa memperoleh rerata persentase 92%.

5.2 Implikasi

Penelitian ini memberikan gambaran bahwa penggunaan modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan media interaktif seperti Assemblr Edu dapat menjadi inovasi yang relevan dalam pembelajaran di era digital. Implikasi dari temuan ini juga tidak hanya berdampak pada peningkatan pemahaman mahasiswa terhadap materi rangkaian elektronika, tetapi juga mendorong terciptanya pembelajaran yang lebih aktif, kolaboratif, dan kontekstual. Hasil penelitian pengembangan ini juga bisa digunakan untuk penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan penerapan PjBL menggunakan bantuan platform digital guna meningkatkan proses pembelajaran dikelas.

5.3 Saran

1. Bagi dosen, modul berbasis proyek ini dapat digunakan sebagai acuan dalam merancang sebuah bahan pembelajaran yang lebih aplikatif dan menarik, terutama pada materi yang sulit dipahami.
2. Bagi mahasiswa, modul ini diharapkan dapat digunakan secara maksimal sebagai sumber belajar yang mempermudah pemahaman materi, meningkatkan keterlibatan dalam kegiatan kelompok, serta melatih keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah mahasiswa melalui penyelesaian proyek baik secara mandiri maupun kolaboratif.

3. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk melanjutkan pengembangan modul ini hingga tahap evaluasi agar efektivitasnya dapat secara menyeluruh. Selain itu, penelitian selanjutnya juga dapat melakukan pengembangan modul elektronika lainnya atau mata kuliah serupa, guna memperluas penerapan pendekatan pembelajaran berbasis proyek dalam meningkatkan proses pembelajaran elektronika.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, S., Noviyanti, E., & Triyanto. (2020). Bahan Ajar Sebagai Bagian dalam Kajian Problematika Pembelajaran Bahasa Indonesia. *Jurnal Salaka*, 02(01), 62-65.
- Aji, S. D., Hudha, M. N., & Rismawati, A. Y. (2017). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika. *Science Education Jurnal*, 36-51.
- Alexander, C. N., & Sadiku, M. N. O. (2013). *Foundamentals of elekctric circuit* (5th ed.). McGraw-Hill
- Alhayat, A., Mukhidin, Utami, T., & Yustikarini, R. (2023). The Relevance of the Project-Based Learning (PjBL) Learning Model with Kurikulum Merdeka Belajar. *DWIJA CENDIKIA: Jurnal Riset Pendagogik*, 07(01), 105-116.
- Amin, & Sumendap, L. Y. (2022). *164 Model Pembelajaran Kontemporer*. Bekasi: Pusat Penerbitan LPPM.
- Anggraeini, S. O., Djuwita, P., & Muktadir, A. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)Terintegrasi Model Kooperatif Tipe Think Pair Share dan Dampaknya Terhadap Sikap Peduli Sosial pada Pembelajaran PPKn. *JP3D (Jurnal Pembelajaran dan Pengajaran Pendidikan Dasar)*, 05(02), 306-317.
- Anggraini, P. D. (2021). Analisis Penggunaan Model Pembelajaran Project Based Learning. *Jurnal Pendidikan Administrasi dan Perkantoran*, 09(01), 292-299.
- Ariyanto, A., Utama, & Markhamah. (2022). Pembelajaran Project Based Learning (PJBL) untuk Penguatan Karakter Kemandirian. *Jurnal Mitra Swara Ganesha*, 09(02), 101-116.
- Aulia, M., Khairunnisa, Y., & Sari, M. M. (2024). Pengembangan Modul Berbasis Project Based Learning Kurikulum Merdeka Pada Materi Ekologi dan Keanekaragaman Hayati Indonesia Dalam Pembelajaran IPA di SMP Negeri 24 Banjarmasin. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 03(07), 2205-2218.

- Branch, R. M. (2009). *Intruactional Design: The ADDIE Approach*. USA: Departement of Educational Psychology and Intruactional Technology University of Georgia
- Cahyadi, R. A. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis ADDIE Model. *Halaqa: Islamic Education Journal*, 03(01), 35-43.
- Cahyono, Y. A. (2022). Komponen Elektronika dan Cara Kerjanya. *Jurnal Portal Data*, 02(04), 01-11.
- Chairudin, M., Nurhanifa, Yustianingsih, T., Aidah, Z., Atoillah, & Hadi, M. S. (2023). Studi Literatur Pemanfaatan Aplikasi Assemblr Edu Sebagai Media Pembelajaran Matematika Jenjang SMP/MTS. *Community Development Journal : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 04(02), 1312-1318.
- Fathihani, Subroto, D. E., Hayati, R., Nurlely, L., Agustina, P., Dewi, N. K., . . . Pohan, S. H. (2023). *Inovasi Pendidikan*. Serang: Sada Kurnia Pustaka.
- Fitri, U. R., Desnita, & Handoko, E. (2015). Pengembangan Modul Berbasis Discovery-Inquiry untuk Fisika SMA Kelas XII Semester 2. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 01(01), 47-54.
- Fitria, R. Y., Hasan, H. A., & Sasmita, F. E. (2024). Efektivitas Media Pembelajaran Assemblr Edu Berbasis Augmented Reality (AR) Dalam Pembelajaran Diferensiasi Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Pada Mata Pelajaran IPAS Kelas IV di MIS Thoriqussalam Sidoarjo. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 09(03), 76-87.
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Wilfried, A. (2020). A Riview of Project Based Learning in Higher Education: Student Outcomes and Measures. *International Journal of Educational Research*, 102, 01-13.
- Haspen, C. D., & Syafriani. (2022). Praktikalitas dan Efektivitas E-Modul Fisika SMA Berbasis Inkuiri Terbimbing Terintegrasi Etnosains Untuk Mneningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, 08(01), 10-16.
- Ikhwanudin, D. P. (2018). Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Trainer Elektronika Terhadap Hasil Belajar Mahasiswa pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika. *JUPITER (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro)*, 03(02), 19-22.

- Ilyas, A., Wijaya, M., & Muhammad, D. (2019). Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based Learning) Untuk Meningkatkan Life Skills Peserta Didik Kelas Xi Ipa Sma Negeri 18 Bone Studi Pada Materi Pokok Koloid. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 02(02), 16-39.
- Ina, I., Noor, A. S., & Salim, I. (2019). Analisis Interaksi Pendidikan Antara Guru Dan Siswa dalam Proses Pembelajaran IPS Terpadu pada Kelas VIII. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 08(11), 01-14.
- Iqbaluddin, D., & Aisa, A. (2020). Asas Pengembangan Bahan Ajar Bahasa Arab (Sosial Budaya, Psikologi, Kebahasaan dan Pendidikan). *El-Wasathiya: Jurnal Studi Agama*, 08(01), 99-112.
- Izzah, N., Asrizal, & Festiyed. (2021). Meta Analisis Effect Size Pengaruh Bahan Ajar IPA dan Fisika Berbasis STEM Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 09(01), 114-132.
- Jalinus, N., Syahril, Sukardi, & Haq, S. (2023). *Pendidagogi Kejuruan: Kompetensi Guru dan Kompleksitasnya*. Yogyakarta: CV Budi Utama.
- Kosasih, E. (2021). *Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Legendari, M. A., & Raharjo, H. (2016). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Audio Visual Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Pokok Bangun Ruang Kubus dan Balok Kelas VIII di SMP N 1 Ciledug. *Jurnal Eduma: Mathematics Education Learning and Teaching*, 05(01), 70-78.
- Lestari, S., & Yuwono, A. A. (2022). *Choaching Untuk Meningkatkan Kemampuan Guru Dalam Menerapkan Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based Learning)*. Yogyakarta: Kun Fayakun.
- Mahadiraja, D., & Syamsuarnis. (2020). Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Daring pada Mata Pelajaran Instalasi Penerangan Listrik Kelas XI Teknik Instalasi Tenaga Listrik T.P 2019-2020 di SMK Negeri 1 Pariaman. *Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional*, 06(01), 01-07.
- Marhamah, S. f., Idris, M., & Irawan, D. B. (2024). Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Project Based Learning pada Materi Jenis –jenis Usaha Ekonomi Masyarakat Kelas V SD. *Indonesian Research Journal on Education*, 02(04), 587-595.

- Maulida, U. (2022). Pengembangan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka. *Tarbawi: Jurnal Pemikiran dan Pendidikan Islam*, 05(02), 130-138.
- Muslim, M., Zulherman, & Ariska, M. (2024). Pengembangan Modul Praktikum Elektronika Dasar Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Mahasiswa Pendidikan Fisika. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 07(02), 111-117.
- Naimah, S. J., Siskawati, F. S., & Mujib, A. (2024). Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Assemblr EDU Berbasis Augmented Reality Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *SIGMA: Kajian Ilmu Pendidikan Matematika*, 09(02), 149-154.
- Natalia, D., Herpratiwi, N. M., & Riswandi. (2023). Pengembangan Modul IPAS Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Kreativitas Belajar Peserta Didik. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 08(02), 327-338.
- Nora, E., Bukhori, I., & Saputra, I. N. (2023). Pengembangan Skill Guru-guru Di SMK PGRI Sooko Kabupaten Mojokerto dengan Edukasi Desain dan Pembuatan Bahan Ajar Berbasis Online dan Offline. *SAFARI : Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 03(04), 140-147.
- Noviati, M. D. (2021). Application of the Project Based Learning Model (PJBL). *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series*, 04(06), 644-647.
- Nugraha, I. R., Supriadi, U., & Firmansyah, M. I. (2023). Efektivitas Strategi Pembelajaran Project Based Learning dalam Meningkatkan Kreativitas Siswa. *Jurnal Penelitian dan Pendidikan IPS*, 17(01), 39-47.
- Nugraha, M. (2018). Manajemen Kelas Dalam Meningkatkan Proses Pembelajaran. *Tarbawi: Jurnal Keilmuan Manajemen Pendidikan*, 04(01), 27-44.
- Nuridiyanti. (2023). Analisis kebutuhan pengembangan media pembelajaran pada mata kuliah elektronika daya. *Jurnal Media Elektrik*, 20(02), 154-158.
- Oksa, S., & Soenarto, S. (2020). Pengembangan E-Modul Berbasis Proyek Untuk Memotivasi Belajar Siswa Sekolah Kejuruan. *Jurnal Kependidikan*, 04(01), 99-111.

- Oktaviona, R., & Jasril, I. R. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Menggunakan AR Assemblr Edu Pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika. *Jurnal Voteteknika*, 11(02), 178-186.
- Permana, G. S., Nurhayata, I. G., & Sutaya, I. W. (2018). Penerapan Model Project Based Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika Kelas XI TAV di SMK Negeri 3 Singaraja. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*, 07(03), 134-1
- Rahayu, S. (2024). *Media Pembelajaran Konsep Dasar, Teknologi dan Implementasi Dalam Model Pembelajaran*. Medan: UMSU Press.
- Raqzitya, F. A., & Agung, A. A. (2022). E-Modul Berbasis Pendidikan Karakter Sebagai Sumber Belajar IPA Siswa Kelas VII. *Jurnal Edutech Undiksha*, 10(01), 108-116.
- Salina, N., Daningsih, E., & Marlina, R. (2021). Kelayakan Handout struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan dengan Tambahan Distribusi Stomata dan Laju Tranpirasi. *Edu Naturalia: Jurnal Biologi dan Kependidikan Biologi*, 02(01), 20-28.
- Samar, & Ramadani, S. (2022). Efektivitas Pelayanan dalam Proses Pembelajaran di Kampus Institut Ilmu Sosial dan Ilmu Politik (IISIP) Yapis Biak. *Journal Governance and Politics (JGP)*, 02(02), 78-88.
- Sari, D. M., Afriadi, P., Simanungkalit, E., Mailani, E., & Manurung, I. F. (2024). The Effect Of Assemblr Edu Learning Media On Social Science Learning Outcomes. *Mahir: Jurnal Ilmu Pendidikan dan Pembelajaran*, 03(02), 292-300.
- Setiawan, M. A. (2017). *Belajar dan Pembelajaran*. Palangka Raya: Uwais Inspirasi Indonesia.
- Setyawan, E., & Zamtinah. (2018). Penerapan Snowball Throwing Untuk Meningkatkan Keaktifan dan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Dasar Listrik dan Elektronika. *Jurnal Pendidikan Elektro*, 08(01), 47-53.
- Shoffa, S., Holisin, L., Palandi, J. F., Cacik, S., Indriyani, D., Supriyanto, E. E., . . . Giap, Y. C. (2021). *Pengembangan Media Pembelajaran di Perguruan Tinggi*. Bojonegoro: Agrapana Media

- Siregar, H. M., Solfitri, T., & Anggraini, R. (2022). Analisis Kebutuhan Modul Kalkulus Integral Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis. *GAUSS: Jurnal Pendidikan Matematika*, 05(01), 16-26.
- Suardi, M. (2018). *Belajar dan Pembelajaran*. Yogyakarta: Deepublish.
- Sugianto, D. S., Ahied, M., Hadi, W. P., & Wulandari, A. Y. (2018). Pengembangan Modul IPA Berbasis Proyek Terintegrasi STEM Pada Materi Tekanan. *Journal of Natural Science Education Reseach*, 01(01), 28-13.
- Sugiarni. (2022). *Bahan Ajar, Media dan Teknologi Pembelajaran*. Tangerang : Pascal Books.
- Sugiarto, A. (2022). Penggunaan Media Augmented Reality Assemblr Edu Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Peredaran Darah. *Madaris: Jurnal Guru Inovatif*, 01(02), 1-13.
- Triwoelandari, r., Rahmawati, P., & Gustiawati, S. (2023). Pengembangan Modul Pembelajaran Ipa Berbasis Project Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Kolaborasi Siswa Kelas 5 SD/MI. *Attadib: Journal of Elementary Education*, 07(03), 23-34.
- Triyanti, M., & Sulistiyono. (2023). Pengembangan Modul IPA Berbasis Project Based Learning (Pjbl) Untuk Meningkatkan Pengetahuan Faktual dan Konseptual Siswa SMP Kelas VIII. *Jurnal Perspektif Pendidikan*, 17(02), 270-280.
- Triyono, S. (2021). *Dinamika Penyusunan E-Modul*. Indramayu: Adab.
- Wahyuni, S., Rifmasari, Y., & Adriantoni. (2018). Penggunaan E-Modul Sebagai Bahan Ajar Terhadap Hasil Belajar Mahasiswa Pada mata Kuliah Konsep Dasar IPA 2 di STKIP Padang. *E-Tech: Jurnal Ilmiah Teknologi Pendidikan*, 06(02), 01-05.
- Wahyuni, A., Windi, R. J., Wandini, R. R., & Hutagalung, S. A. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Aktivitas Materi Rangkaian Listrik untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar. *El-Ibtidaiy: Journal of Primary Education*, 04(02), 144-151.

- Yuliana, Prasetyo, Z. K., & Hastuti, P. W. (2018). Pengembangan Modul IPA Berbasis Project Based Learning Untuk Menumbuhkan Kreativitas Peserta Didik Kelas VIII SMP. *Journal Technological Pedagogical Content Knowledge*, 07(04), 121-126.
- Zarman, A., Wazni, M. K., & Nuraini. (2023). Pengembangan Modul Ajar IPAS Berbasis PjBL Untuk Meningkatkan Kreativitas Belajar Siswa di Sekolah Dasar. *Jurnal Suluh Edukasi*, 04(01), 96-104.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jalan Raya Jambi - Ma. Bulian KM 15 Mendalo Indah, Kode Pos 36361
laman : <https://fkip.unja.ac.id>

Nomor : 1607/UN21.3/PT.01.04/2025
Perihal : Permohonan Izin Penelitian

Jambi, 29 April 2025

Yth. Kepala Lab FKIP UNJA Program Studi Pendidikan Fisika
Jl. Jambi-Muara Bulian No. KM. 15, Mendali Darat, Kec. Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro
Jambi, Jambi

Dengan hormat,
Sehubungan dengan penelitian tugas akhir/skripsi mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika,
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu
Pendidikan Universitas Jambi sebagai berikut:

Nama : IVAN FRANZTAVIA SITUMEANG
N I M : A1C321023
No. HP : 085213946371
Judul Penelitian : Pengembangan Modul Berbasis Project Based Learning
(PjBL) Berbantuan Assemblr Edu pada Mata Kuliah
Rangkaian Elektronika

Bersama ini kami mohon kesediaan Bapak/Ibu berkenan memberikan izin kepada mahasiswa
tersebut untuk melaksanakan penelitian tugas akhir pada unit/instansi yang Bapak/Ibu pimpin yang
akan dilaksanakan pada tanggal 29 April 2025 s.d 29 Mei 2025.

Demikian disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kerja Sama
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,



Delita Sartika, S.S., M.ITS., Ph.D.
NIP 198110232005012002

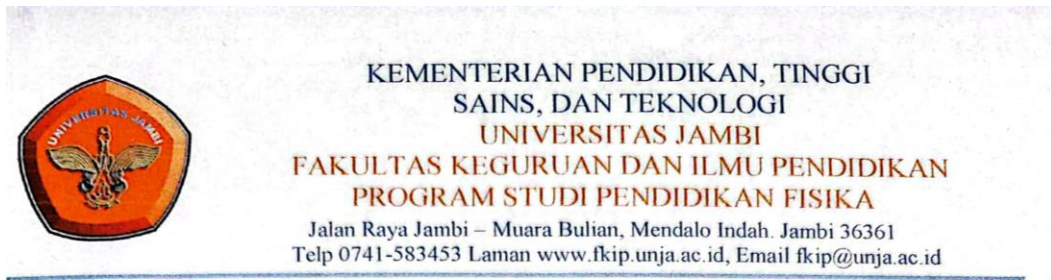


Balai
Sertifikasi
Elektronik

Catatan:

1. UU ITE No 11 tahun 2008 pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau Dokumen Elektronik hasil cetaknya merupakan alat bukti yang sah"
2. Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan Sertifikat Elektronik yang diterbitkan oleh Balai Sertifikasi Elektronik (BSrE), Badan Siber dan Sandi Negara (BSSN)

Lampiran 2. Surat Keterangan Melaksanakan Penelitian



SURAT KETERANGAN MELAKSANAKAN PENELITIAN

Nomor: 39/UN21.3.6.2/EP/2025

Ketua Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jambi menerangkan bahwa:

Nama : Ivan Franztavia Situmeang
NIM : A1C321023
Program Studi : Pendidikan Fisika
Jurusan : PMIPA

Telah melaksanakan penelitian di Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jambi pada tanggal 29 April 2025 s.d 29 Mei 2025 dalam rangka penyusunan skripsi yang berjudul **“Pengembangan Modul Berbasis *Project Based Learning* (PJBL) Berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika”**

Demikian surat keterangan ini diberikan, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jambi, 27 Mei 2025
Ketua Prodi Pendidikan Fisika


Dr. Haerul Pathoni, S.Pd., M.PFis.
NIP. 198511012012121001.

Lampiran 3. Lembar Validasi Media**ANGKET VALIDASI AHLI MEDIA****Identitas Validator**

Nama : Jules Nurhatmi, M.Pd
 Ahli Bidang : Media
 Instansi : Universitas Jambi

A. Judul

“Pengembangan Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika”

B. Penyusun

Nama : Ivan Franztavia Situmeang
 NIM : A1C321023

C. Pembimbing

1. Nehru, S. Si., M.T.
2. Cicyn Riantoni., M.Pd.

D. Petunjuk

1. Berilah tanda $\sqrt{\quad}$ pada kolom nilai sesuai penilaian bapak/ibu terhadap modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika.
2. Gunakan indikator penilaian pada lampiran sebagai pedoman penilaian.

Skor 4	= Sangat Setuju (SS)
Skor 3	= Setuju (S)
Skor 2	= Tidak Setuju (TS)
Skor 1	= Sangat Tidak Setuju (STS)
3. Komentar dan saran mohon diberikan pada kolom “Komentar dan Saran”.

No	Pernyataan	Alternatif Pilihan			
		4	3	2	1
Keterpaduan					
1	Kesesuaian urutan antar halaman dalam modul				
2	Kesesuaian petunjuk dalam modul				
3	Kesesuaian tata letak dalam modul				
Warna					
4	Kombinasi warna cover sesuai				
5	Gradasi warna background sesuai				
Tampilan					
6	Kejelasan tampilan huruf pada modul				
7	Jenis huruf yang digunakan menarik				
Assemblr Edu					
8	Assemblr Edu dalam modul mudah digunakan dan dipahami				
9	Assemblr Edu membantu mahasiswa dalam memahami proyek yang akan dilaksanakan				
10	Assemblr Edu dapat diakses di berbagai perangkat (PC, laptop, smartphome, tablet)				
11	Gambar 3D dapat diputar, diperbesar atau diperkecil dengan mudah				

Komentar dan Saran

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Kesimpulan

Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika ini dinyatakan:

1. Layak untuk digunakan tanpa revisi.
 2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran.
 3. Tidak layak digunakan.
- *) Lingkari salah satu nomor

Jambi, Mei 2025
Validator Ahli Media

Jules Nurhatmi, M.Pd
NIP: 198705212023211022

Lampiran 4. Hasil Lembar Validasi Media

ANGKET VALIDASI AHLI MEDIA

Identitas Validator

Nama : Jules Nurhatmi, M.Pd
 Ahli Bidang : Media
 Instansi : Universitas Jambi

A. Judul

“Pengembangan Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika”

B. Penyusun

Nama : Ivan Franztavia Situmeang
 NIM : A1C321023

C. Pembimbing

1. Nehru, S. Si., M.T.
2. Cicyn Riantoni., M.Pd.

D. Petunjuk

1. Berilah tanda $\sqrt{}$ pada kolom nilai sesuai penilaian bapak/ibu terhadap modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika.
2. Gunakan indikator penilaian pada lampiran sebagai pedoman penilaian.

Skor 4	= Sangat Setuju (SS)
Skor 3	= Setuju (S)
Skor 2	= Tidak Setuju (TS)
Skor 1	= Sangat Tidak Setuju (STS)
3. Komentar dan saran mohon diberikan pada kolom “Komentar dan Saran”.

No	Pernyataan	Alternatif Pilihan			
		4	3	2	1
Keterpaduan					
1	Kesesuaian urutan antar halaman dalam modul	✓			
2	Kesesuaian petunjuk dalam modul		✓		
3	Kesesuaian tata letak dalam modul	✓			
Warna					
4	Kombinasi warna cover sesuai	✓			
5	Gradasi warna background sesuai			✓	
Tampilan					
6	Kejelasan tampilan huruf pada modul		✓		
7	Jenis huruf yang digunakan menarik		✓		
Assemblr Edu					
8	Assemblr Edu dalam modul mudah digunakan dan dipahami		✓		
9	Assemblr Edu membantu mahasiswa dalam memahami proyek yang akan dilaksanakan		✓		
10	Assemblr Edu dapat diakses di berbagai perangkat (PC, laptop, smartphone, tablet)	✓			
11	Gambar 3D dapat diputar, diperbesar atau diperkecil dengan mudah	✓			

Komentar dan Saran

1. Buat paragraf lebih naratif terutama di bagian paragraf yang menjelaskan tentang tugas proyek.
2. Bedakan warna antara cover untuk dosen dan mahasiswa agar mudah dibedakan secara visual.
3. Perbaiki kualitas gambar dengan menyesuaikan resolusi. Misal pada gambar tampilan banyak teks terlihat buram dan kurang menarik serta tidak informatif, sehingga

④ beberapa halaman terdapat visual yang berlebihan sehingga mengganggu pembacaan. Sederhanakan agar lebih mudah dibaca dan terlihat menarik.

Kesimpulan

Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika ini dinyatakan:

1. Layak untuk digunakan tanpa revisi.
- ② Layak digunakan dengan revisi sesuai saran.
3. Tidak layak digunakan.

*) Lingkari salah satu nomor

Jambi, 28 April 2025

Validator Ahli Media



Jules Nurhatni, M.Pd
NIP: 198705212023211022

ANGKET VALIDASI AHLI MEDIA

Identitas Validator

Nama : Jules Nurhatmi, M.Pd
 Ahli Bidang : Media
 Instansi : Universitas Jambi

A. Judul

“Pengembangan Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika”

B. Penyusun

Nama : Ivan Franztavia Situmeang
 NIM : A1C321023

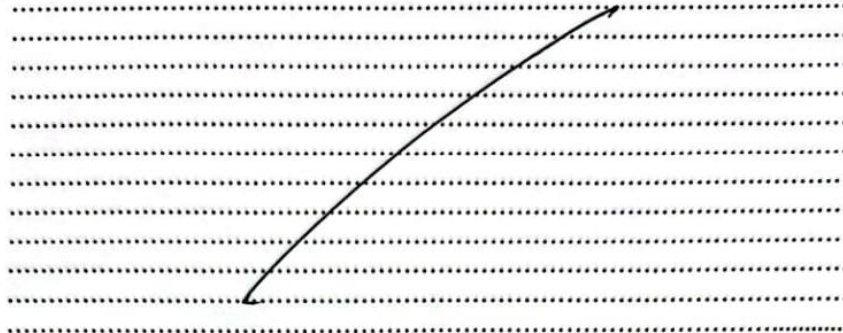
C. Pembimbing

1. Nehru, S. Si., M.T.
2. Cicyn Riantoni., M.Pd.

D. Petunjuk

1. Berilah tanda $\sqrt$ pada kolom nilai sesuai penilaian bapak/ibu terhadap modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika.
2. Gunakan indikator penilaian pada lampiran sebagai pedoman penilaian.

Skor 4	= Sangat Setuju (SS)
Skor 3	= Setuju (S)
Skor 2	= Tidak Setuju (TS)
Skor 1	= Sangat Tidak Setuju (STS)
3. Komentar dan saran mohon diberikan pada kolom “Komentar dan Saran”.



Kesimpulan

Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika ini dinyatakan:

- ① Layak untuk digunakan tanpa revisi.
 2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran.
 3. Tidak layak digunakan.
- *) Lingkari salah satu nomor

Jambi, 2 Mei 2025

Validator Ahli Media

Jules Nurhatmi, M.Pd

NIP: 198705212023211022

Lampiran 5. Lembar Validasi Materi**ANGKET VALIDASI AHLI MATERI****Identitas Validator**

Nama : Cicyn Riantoni, M.Pd.
 Ahli Bidang : Materi
 Instansi : Universitas Jambi
 Hari/Tanggal :

E. Judul

“ Pengembangan Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika”

F. Penyusun

Nama : Ivan Franztavia Situmeang
 NIM : A1C321023

G. Pembimbing

3. Nehru, S. Si., M.T.
4. Cicyn Riantoni, M.Pd.

H. Petunjuk

4. Berilah tanda $\sqrt{\quad}$ pada kolom nilai sesuai penilaian bapak/ibu terhadap Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika
5. Gunakan indikator penilaian pada lampiran sebagai pedoman penilaian.

Skor 4 = Sangat Setuju (SS)

Skor 3 = Setuju (S)

Skor 2 = Tidak Setuju (TS)

Skor 1 = Sangat Tidak Setuju (STS)
6. Komentar dan saran mohon diberikan pada kolom “Komentar dan Saran”.

No	Pernyataan	Alternatif Pilihan			
		4	3	2	1
Kelayakan isi					
1	Kesesuaian CPMK dalam mata kuliah rangkaian elektronika				
2	Kesesuaian sub CPMK pembelajaran dengan CPMK				
3	Materi yang disajikan sesuai dengan standar kurikulum yang berlaku				
4	Kesesuaian pemilihan materi dengan pendekatan <i>Project Based Learning</i> (PjBL)				
5	Materi yang disajikan secara runtut dan lengkap				
6	Modul memudahkan peserta didik menerapkan <i>Project Based Learning</i> (PjBL)				
7	Modul menambah wawasan mahasiswa dalam materi analisis rangkaian nodal dan analisis rangkaian mesh				
8	Prosedur yang disajikan dalam modul sudah sistematis, urut dan mudah diikuti				
Penyajian					
9	Penyajian materi dalam modul sistematis dan mudah dipahami				
10	Penyajian gambar sesuai dengan materi analisis rangkaian nodal dan analisis rangkaian mesh				
11	Modul mengawali pembelajaran dengan pertanyaan yang relevan dengan materi analisis rangkaian nodal dan analisis rangkaian mesh				
12	Modul memiliki intruksi yang jelas pada setiap tahapan <i>Project Based Learning</i> (PjBL)				
13	Modul menyediakan bagian evaluasi untuk menilai dan meningkatkan pemahaman mahasiswa				
14	Modul berbasis <i>Project Based Learning</i> (PjBL) memfasilitasi mahasiswa untuk belajar secara mandiri				

[illegible]

Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika ini dinyatakan:

4. Layak untuk digunakan tanpa revisi.
 5. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran.
 6. Tidak layak digunakan.
- *) Lingkari salah satu nomor

Validator Ahli Materi

NIP:199210122023211017

Lampiran 6. Hasil Lembar Validasi Materi

ANGKET VALIDASI AHLI MATERI

Identitas Validator

Nama : Cicyn Riantoni, M.Pd.
 Ahli Bidang : Materi
 Instansi : Universitas Jambi
 Hari/Tanggal :

A. Judul

“ Pengembangan Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika”

B. Penyusun

Nama : Ivan Franztavia Situmeang
 NIM : A1C321023

C. Pembimbing

1. Nehru, S. Si., M.T.
2. Cicyn Riantoni, M.Pd.

D. Petunjuk

1. Berilah tanda $\sqrt{\quad}$ pada kolom nilai sesuai penilaian bapak/ibu terhadap Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika
2. Gunakan indikator penilaian pada lampiran sebagai pedoman penilaian.

Skor 4 = Sangat Setuju (SS)
 Skor 3 = Setuju (S)
 Skor 2 = Tidak Setuju (TS)
 Skor 1 = Sangat Tidak Setuju (STS)
3. Komentar dan saran mohon diberikan pada kolom “Komentar dan Saran”.

No	Pernyataan	Alternatif Pilihan			
		4	3	2	1
Kelayakan isi					
1	Kesesuaian CPMK dalam mata kuliah rangkaian elektronika		✓		
2	Kesesuaian sub CPMK pembelajaran dengan CPMK		✓		
3	Materi yang disajikan sesuai dengan standar kurikulum yang berlaku		✓		
4	Kesesuaian pemilihan materi dengan pendekatan <i>Project Based Learning</i> (PjBL)			✓	
5	Materi yang disajikan secara runtut dan lengkap			✓	
6	Modul memudahkan peserta didik menerapkan <i>Project Based Learning</i> (PjBL)		✓		
7	Modul menambah wawasan mahasiswa dalam materi analisis rangkaian nodal dan analisis rangkaian mesh			✓	
8	Prosedur yang disajikan dalam modul sudah sistematis, urut dan mudah diikuti			✓	
Penyajian					
9	Penyajian materi dalam modul sistematis dan mudah dipahami			✓	
10	Penyajian gambar sesuai dengan materi analisis rangkaian nodal dan analisis rangkaian mesh		✓		
11	Modul mengawali pembelajaran dengan pertanyaan yang relevan dengan materi analisis rangkaian nodal dan analisis rangkaian mesh			✓	
12	Modul memiliki intruksi yang jelas pada setiap tahapan <i>Project Based Learning</i> (PjBL)		✓		
13	Modul menyediakan bagian evaluasi untuk menilai dan meningkatkan pemahaman mahasiswa			✓	
14	Modul berbasis <i>Project Based Learning</i> (PjBL) memfasilitasi mahasiswa untuk belajar secara mandiri		✓		

Komentar dan Saran

1. EPMK disesuaikan dengan materi
2. Sub-CPMK — II —
3. Langkah pengerjaan disesuaikan dengan Paku Alexander

Kesimpulan

Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika ini dinyatakan:

1. Layak untuk digunakan tanpa revisi.
 - ② Layak digunakan dengan revisi sesuai saran.
 3. Tidak layak digunakan.
- *) Lingkari salah satu nomor

Jambi, 27 Maret 2025

Validator Ahli Materi



Cicyn Riantoni, M.Pd.

NIP:199210122023211017

ANGKET VALIDASI AHLI MATERI

Identitas Validator

Nama : Cicyn Riantoni, M.Pd.
 Ahli Bidang : Materi
 Instansi : Universitas Jambi
 Hari/Tanggal :

A. Judul

“ Pengembangan Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika”

B. Penyusun

Nama : Ivan Franztavia Situmeang
 NIM : A1C321023

C. Pembimbing

1. Nehru, S. Si., M.T.
2. Cicyn Riantoni, M.Pd.

D. Petunjuk

1. Berilah tanda $\sqrt{\quad}$ pada kolom nilai sesuai penilaian bapak/ibu terhadap Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika
2. Gunakan indikator penilaian pada lampiran sebagai pedoman penilaian.

Skor 4	= Sangat Setuju (SS)
Skor 3	= Setuju (S)
Skor 2	= Tidak Setuju (TS)
Skor 1	= Sangat Tidak Setuju (STS)
3. Komentar dan saran mohon diberikan pada kolom “Komentar dan Saran”.

No	Pernyataan	Alternatif Pilihan			
		4	3	2	1
Kelayakan isi					
1	Kesesuaian CPMK dalam mata kuliah rangkaian elektronika	✓			
2	Kesesuaian sub CPMK pembelajaran dengan CPMK	✓			
3	Materi yang disajikan sesuai dengan standar kurikulum yang berlaku		✓		
4	Kesesuaian pemilihan materi dengan pendekatan <i>Project Based Learning</i> (PjBL)		✓		
5	Materi yang disajikan secara runtut dan lengkap			✓	
6	Modul memudahkan peserta didik menerapkan <i>Project Based Learning</i> (PjBL)		✓		
7	Modul menambah wawasan mahasiswa dalam materi analisis rangkaian nodal dan analisis rangkaian mesh		✓		
8	Prosedur yang disajikan dalam modul sudah sistematis, urut dan mudah diikuti		✓		
Penyajian					
9	Penyajian materi dalam modul sistematis dan mudah dipahami		✓		
10	Penyajian gambar sesuai dengan materi analisis rangkaian nodal dan analisis rangkaian mesh		✓		
11	Modul mengawali pembelajaran dengan pertanyaan yang relevan dengan materi analisis rangkaian nodal dan analisis rangkaian mesh		✓		
12	Modul memiliki intruksi yang jelas pada setiap tahapan <i>Project Based Learning</i> (PjBL)		✓		
13	Modul menyediakan bagian evaluasi untuk menilai dan meningkatkan pemahaman mahasiswa			✓	
14	Modul berbasis <i>Project Based Learning</i> (PjBL) memfasilitasi mahasiswa untuk belajar secara mandiri		✓		

Komentar dan Saran

1. Tambahkan soal evaluasi
2. Tambahkan peta konsep untuk gambaran materi
3. Tambahkan sketsa Super model dan supermess beserta contoh soal
4. pahami materi

Kesimpulan

Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika ini dinyatakan:

1. Layak untuk digunakan tanpa revisi.
 - ② Layak digunakan dengan revisi sesuai saran.
 3. Tidak layak digunakan.
- *) Lingkari salah satu nomor

Jambi, 14 April 2025

Validator Ahli Materi



Cicyn Riantoni, M.Pd.

NIP:199210122023211017

ANGKET VALIDASI AHLI MATERI

Identitas Validator

Nama : Cicyn Riantoni, M.Pd.
 Ahli Bidang : Materi
 Instansi : Universitas Jambi
 Hari/Tanggal :

A. Judul

“ Pengembangan Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika”

B. Penyusun

Nama : Ivan Franztavia Situmeang
 NIM : A1C321023

C. Pembimbing

1. Nehru, S. Si., M.T.
2. Cicyn Riantoni, M.Pd.

D. Petunjuk

1. Berilah tanda $\sqrt{\quad}$ pada kolom nilai sesuai penilaian bapak/ibu terhadap Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika
2. Gunakan indikator penilaian pada lampiran sebagai pedoman penilaian.

Skor 4	= Sangat Setuju (SS)
Skor 3	= Setuju (S)
Skor 2	= Tidak Setuju (TS)
Skor 1	= Sangat Tidak Setuju (STS)
3. Komentar dan saran mohon diberikan pada kolom “Komentar dan Saran”.

No	Pernyataan	Alternatif Pilihan			
		4	3	2	1
Kelayakan isi					
1	Kesesuaian CPMK dalam mata kuliah rangkaian elektronika	✓			
2	Kesesuaian sub CPMK pembelajaran dengan CPMK	✓			
3	Materi yang disajikan sesuai dengan standar kurikulum yang berlaku		✓		
4	Kesesuaian pemilihan materi dengan pendekatan <i>Project Based Learning</i> (PjBL)		✓		
5	Materi yang disajikan secara runtut dan lengkap		✓		
6	Modul memudahkan peserta didik menerapkan <i>Project Based Learning</i> (PjBL)		✓		
7	Modul menambah wawasan mahasiswa dalam materi analisis rangkaian nodal dan analisis rangkaian mesh		✓		
8	Prosedur yang disajikan dalam modul sudah sistematis, urut dan mudah diikuti		✓		
Penyajian					
9	Penyajian materi dalam modul sistematis dan mudah dipahami		✓		
10	Penyajian gambar sesuai dengan materi analisis rangkaian nodal dan analisis rangkaian mesh		✓		
11	Modul mengawali pembelajaran dengan pertanyaan yang relevan dengan materi analisis rangkaian nodal dan analisis rangkaian mesh		✓		
12	Modul memiliki intruksi yang jelas pada setiap tahapan <i>Project Based Learning</i> (PjBL)		✓		
13	Modul menyediakan bagian evaluasi untuk menilai dan meningkatkan pemahaman mahasiswa	✓			
14	Modul berbasis <i>Project Based Learning</i> (PjBL) memfasilitasi mahasiswa untuk belajar secara mandiri	✓			

Lampiran 7. Angket Persepsi Mahasiswa

ANGKET PERSEPSI MAHASISWA TERHADAP PENGEMBANGAN MODUL BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING* (PJBL) BERBANTUAN *ASSEMBLR EDU* PADA MATA KULIAH RANGKAIAN ELEKTRONIKA

Nama :
NIM :

A. Judul

“Pengembangan Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika”

B. Penyusun

Nama : Ivan Franztavia Situmeang
NIM : A1C321023

C. Pembimbing

5. Nehru, S. Si., M.T.
6. Cicyn Riantoni., M.Pd.

D. Petunjuk

7. Berilah tanda $\sqrt{}$ pada kolom nilai sesuai penilaian terhadap Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Berbantuan *Assemblr Edu* pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronika.
8. Gunakan indikator penilaian pada lampiran sebagai pedoman penilaian.
 Skor 4 = Sangat Setuju (SS)
 Skor 3 = Setuju (S)
 Skor 2 = Tidak Setuju (TS)
 Skor 1 = Sangat Tidak Setuju (STS)
9. Komentar dan saran mohon diberikan pada kolom “Komentar dan Saran”.

No	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan			
		4	3	2	1
Perwajahan					
1	Tampilan cover dan susunan materi pada modul menarik				
2	Kombinasi warna, font, dan tata letak dalam modul memudahkan mahasiswa dalam membaca dan memahami materi				
3	Susunan modul memudahkan mahasiswa mengikuti alur pembelajaran				
Kemenarikan					
4	Modul mampu memfasilitasi mahasiswa untuk belajar secara mandiri				

Lampiran 8. Hasil Angket Persepsi Mahasiswa

1. Data Persepsi Mahasiswa Perpertanyaan

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	M1	3	4	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3	45
2	M2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	52
3	M3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	52
4	M4	3	4	3	4	3	3	4	3	4	3	4	3	4	45
5	M5	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	42
6	M6	4	4	3	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	46
7	M7	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4	3	3	4	46
8	M8	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	48
9	M9	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	44
10	M10	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	47
11	M11	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	42
12	M12	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	4	4	46
13	M13	3	3	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	46
14	M14	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	50
15	M15	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	48
16	M16	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	52
17	M17	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	50
18	M18	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	50
19	M19	3	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	3	4	46
20	M20	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	49
21	M21	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	49
22	M22	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	49
23	M23	4	4	3	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	47
24	M24	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	51
25	M25	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	51

26	M26	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	49
27	M27	4	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	49
28	M28	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	48
29	M29	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	52
30	M30	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	40
31	M31	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	50
32	M32	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	51
33	M33	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	49
34	M34	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	51
Jumlah		126	128	126	123	119	123	129	119	129	127	125	128	130	1632
Persentaase (%) Setiap Pertanyaan		93%	94%	93%	90%	88%	90%	95%	88%	95%	93%	92%	94%	96%	92%

Akumulasi persentase rata-rata	92%
Akumulasi rata-rata	3,692308

2. Data Persepsi Mahasiswa Perindikator

No	Nama	Perwajahan			Total	Kemenarikan			Total	Kelayakan Isi							Total
		1	2	3		4	5	6		7	8	9	10	11	12	13	
1	M1	3	4	4	11	3	3	3	9	4	3	4	4	4	3	3	45
2	M2	4	4	4	12	4	4	4	12	4	4	4	4	4	4	4	52
3	M3	4	4	4	12	4	4	4	12	4	4	4	4	4	4	4	52
4	M4	3	4	3	10	4	3	3	10	4	3	4	3	4	3	4	45
5	M5	3	3	4	10	3	3	3	9	3	3	4	3	3	4	3	42
6	M6	4	4	3	11	3	3	3	9	4	3	4	3	4	4	4	46
7	M7	4	4	3	11	4	3	3	10	4	3	4	4	3	3	4	46
8	M8	4	4	3	11	4	3	4	11	3	4	4	4	3	4	4	48
9	M9	4	4	3	11	3	3	3	9	4	4	4	3	3	3	3	44
10	M10	3	3	4	10	4	4	4	12	3	4	4	3	3	4	4	47
11	M11	3	3	3	9	4	4	3	11	3	3	4	3	3	3	3	42
12	M12	4	4	3	11	3	4	3	10	4	3	3	4	3	4	4	46
13	M13	3	3	4	10	4	3	4	11	4	4	3	3	3	4	4	46
14	M14	4	4	4	12	4	3	4	11	4	3	4	4	4	4	4	50
15	M15	3	3	4	10	3	3	4	10	4	4	4	4	4	4	4	48
16	M16	4	4	4	12	4	4	4	12	4	4	4	4	4	4	4	52
17	M17	4	4	4	12	4	4	4	12	4	3	3	4	4	4	4	50
18	M18	3	3	4	10	4	4	4	12	4	4	4	4	4	4	4	50
19	M19	3	4	3	10	4	3	4	11	4	3	3	4	4	3	4	46
20	M20	4	4	4	12	3	3	4	10	4	4	4	4	4	3	4	49
21	M21	4	4	4	12	3	3	4	10	4	3	4	4	4	4	4	49
22	M22	4	4	4	12	4	3	3	10	4	4	4	4	3	4	4	49
23	M23	4	4	3	11	3	4	3	10	4	3	4	4	3	4	4	47
24	M24	4	4	4	12	4	4	4	12	4	4	3	4	4	4	4	51
25	M25	4	4	4	12	4	4	4	12	4	3	4	4	4	4	4	51
26	M26	4	4	4	12	4	3	4	11	3	3	4	4	4	4	4	49

27	M27	4	3	4	11	4	4	4	12	3	3	4	4	4	4	4	49
28	M28	4	4	4	12	3	4	4	11	4	3	3	3	4	4	4	48
29	M29	4	4	4	12	4	4	4	12	4	4	4	4	4	4	4	52
30	M30	4	3	3	10	3	3	3	9	3	3	3	3	3	3	3	40
31	M31	4	4	4	12	3	4	3	10	4	4	4	4	4	4	4	50
32	M32	4	4	4	12	4	4	3	11	4	4	4	4	4	4	4	51
33	M33	4	4	4	12	3	3	4	10	4	4	4	4	4	4	3	49
34	M34	3	4	4	11	4	4	4	12	4	4	4	4	4	4	4	51
Jumlah					380				365								887
Rata-rata					11, 18				10,74								26,09
Persentase					93%				89%								93%

Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian



Menjelaskan kepada mahasiswa kelas reguler A 2022 mengenai isi modul yang dikembangkan



Menyebarkan angket persepsi mahasiswa kelas reguler A 2022



Menjelaskan kepada mahasiswa kelas reguler B 2022 mengenai isi modul yang dikembangkan



Menyebarkan angket persepsi mahasiswa kelas reguler B 2022

Lampiran 10. RPS (Rancangan Pembelajaran Sementara) Rangkaian Elektronika

	UNIVERSITAS JAMBI Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Program Studi Pendidikan Biologi					Kode Dokumen
RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)						
MATA KULIAH (MK)	KODE	Rumpun MK	Sifat MK	BOBOT (sks)	SEMESTER	Tgl Penyusunan
Rangkaian Elektronika	MPK323	Keilmuan dan / atau keahlian	Wajib Fakultas (Sains)	2	3	8 Agustus 2024
OTORISASI Prodi Pendidikan Biologi	Pengembang RPS		Dosen Pengampu Mata Kuliah		Ketua Prodi	
	1. Nehru S.Si., M.T 2. Cicyn Riantoni, S.Pd., M.Pd. 3. Suharli A. J, S.Pd., M.Sc		4. Nehru S.Si., M.T 5. Cicyn Riantoni, S.Pd., M.Pd. 6. Suharli A. J, S.Pd., M.Sc		Haerul Pathoni, S.Pd., M.PFis	
Capaian Pembelajaran (CP)	Kode (SN Dikti 2020)	CPL Prodi Pendidikan Fisika yang dibebankan pada Mata Kuliah Rangkaian Elektronik				
	S	SIKAP				
	S2	Menjunjung tinggi nilai kemanusiaan dalam menjalankan tugas berdasarkan agama, moral, dan etika; Berkontribusi dalam peningkatan mutu kehidupan bermasyarakat, berbangsa, bernegara, dan kemajuan peradaban berdasarkan Pancasila.				
	P	PENGETAHUAN				
	P4	Menguasai konsep fisika, pola pikir keilmuan fisika berdasarkan fenomena alam yang mendukung pembelajaran fisika di sekolah dan pendidikan lanjut				
	KU	KETERAMPILAN UMUM				
	KU1	Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilm				

		pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora yang sesuai dengan bidang keahlianny
	KK	KETERAMPILAN KHUSUS
	KK1	Mampu merancang dan mengeloal pembelajaran fisika dengan memanfaatkan IPTEKS yang relevan dan berorientasi pada kecakapan hidup
		Mampu menganalisis rangkaian transformator sederhana
Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)	CPMK1	Memiliki rasa ingin tahu yang tinggi, disiplin, rasa tanggung jawab, sikap kritis dan kerjasama dalam memecahkan berbag masalah yang berhubungan materi Elektronika Dasar dan mampu mengkomunikasikannya berdasarkan etika sebagai masyarakat ilmiah.
	CPMK 2	Menguasai konsep teoretis tentang komponen dasar elektonika, hukum- hukum dasar elektronika, rangkaian arus searah, rangkaian arus bolak balik, dioda, Op Amp, dan transistor.
	CPMK 3	Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora yang sesuai dengan bidang keahliannya
	CPMK 4	Mampu mengaplikasikan rangkaian arus searah, rangkaian arus bolak balik, rangkaian penyearah gelombang (dioda) dan rangkaian penguat rangkaian, penguat operasional, dan osilator, dalam penyelesaian masalah di bidang elektronika.
		Mampu menganalisis rangkaian transformator sederhana
Deskripsi MK		Mata kuliah ini merupakan mata kuliah wajib program studi pendidikan fisika. Setelah mengikuti perkuliahan ini diharapkan mahasiswa memahami tentang komponen dasar elektronika, hukum- hukum dasar elektronika, rangkaian arus searah, arus bolak balik, Op Amp, transistor dan diode serta dapat mengaplikasikannya sesuai dengan perkembangan sains dan teknologi.
Sub Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub CPMK)		
Sub CPMK 1		Mahasiswa mampu menganalisis konsep komponen dasar elektronika, hukum- hukum dasar elektronika, rangkaian arus searah, rangkaian arus bolak- balik dioda Op Amp dan transistor
Sub CPMK 2		Mahasiswa mampu menganalisis dan memecahkan berbagai masalah yang berhubungan dengan elektronika dasar sehingga memiliki rasa ingin tahu yang tinggi disiplin, rasa tanggung jawab, sikap kritis dan kerjasama
Sub CPMK 3		Mahasiswa mampu mengimplementasikan konsep- konsep dasar elektronika dasar dalam kehidupan sehari-hari sehingga menghasilkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif

Materi Bahan Kajian	Untuk mencapai learning outcome mata kuliah rangkaian elektronika, maka bahan kajian yang dipilih meliputi; 1. Komponen dasar elektronika: Komponen aktif dan pasif 2. Arus searah : Seri dan paralel, Pembagi arus dan tegangan, Node, Braches dan loops 3. Hukum kirchoff dan transformasi Wye - Delta 4. Metode analisis rangkaian : Nodal dan Mesh 5. Teorema rangkaian : Teorema Thevenin dan Norton 6. Rangkaian RC dan RLC 7. Kapasitor dan Induktor : Kapasitor seri dan parallel dan Induktor seri dan parallel 8. Karakteristik diode Zener 9. Penguat resistor bipolar 10. Rangkaian arus bolak- balik : Sinusoidal, fasor dan hubungan fasor terhadap rangkaian 11. Transistor efek medan (FET dan JFET) 12. Penguat gandengan RC pada daerah frekuensi rendah dan tinggi untuk penguat asatu tahap 13. Teori karakteristik penguat Op- Amp 14. Jenis- jenis penguat operasional Op- Amp 15. Teori karakteristik osilator RC dan LC 16. Teori karakteristik osilatir relaksasi
PUSTAKA	1. Sutrisno. (1986). Elektonika: Teori dasar dan penerapannya. Jilid I. Bandung: Penerbit ITB. 2. Sutrisno. (1986). Elektonika: Teori dasar dan penerapannya. Jilid II. Bandung: Penerbit ITB. 3. Blocher, Richard. (2004). Dasar elektronika. Yogyakarta: Andi Offset 4. Pujiono. (2012). Rangkaian elektronika analog. Yogyakarta: Graha Ilmu 5. Sarjono, Herman Dwi. (2007). Elektronika: Teori dan Penerapan. Jember: Tim Cerdas Ulet Kreatif

	6. Alexsander, Charles K and Sadiku, Matthen N.O.(2012). Fundamentals of Electric Circuit, New York : McGraw- Hill	
MEDIA PEMBELAJARAN	Perangkat Lunak: Moodle E-Learning UNJA, PowerPoint, e-book, Video YouTube, Zoom Meeting	Perangkat Keras: Buku/ e-book, <i>Smart board</i>/ LCD Proyektor & Papan Tulis

A. RANCANGAN PEMBELAJARAN

MG KE -	KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN (SUB CPMK)	INDIKATOR PENCAPAIAN	MATERI PERKULIAHAN/ POKOK BAHASAN	MODEL PEMBELAJARAN/ SINTAKS	KEGIATAN PEMBELAJARAN	KRITERIA PENILAIAN	WAKT U
1	Mahasiswa mampu menjelaskan jenis, karakteristik, dan fungsi dari komponen aktif dan pasif.	a. Mampu menjelaskan jenis, karakteristik dan fungsi dari komponen aktif b. Mampu menjelaskan jenis, karakteristik dan fungsi dari komponen aktif	Komponen dasar elektronika : komponen aktif dan pasif	Direct Instruction 1. Menyampaikan tujuan pembelajaran & menyiapkan mahasiswa supaya fokus belajar 2. Mendemonstrasikan pengetahuan & keterampilan 3. Membimbing pemahaman 4. Mengecek pemahaman dan umpan balik. 5. Memberikan kesempatan untuk pelatihan lanjutan dan penerapan	a. Menyampaikan kontrak perkuliahan b. Mengecek kehadiran mahasiswa c. Menyampaikan topik materi perkuliahan (16x pertemuan). d. Menyampaikan tujuan pembelajaran dan menyiapkan mahasiswa supaya fokus belajar e. Apersepsi materi (menyamakan konsep pemahaman) f. Mendemonstrasikan pengetahuan dan keterampilan yang disampaikan dengan menjelaskan materi secara langsung g. Membimbing pemahaman materi h. Mengecek pemahaman dan memberikan umpan balik, i. Memberikan kesempatan untuk pelatihan lanjutan dan penerapan melalui	a. Keaktifan partisipatif b. Proses diskusi/ tanya jawab (SGD) c. Tugas	2x50 menit

MG KE -	KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN (SUB CPMK)	INDIKATOR PENCAPAIAN	MATERI PERKULIAHAN/ POKOK BAHASAN	MODEL PEMBELAJARAN/ SINTAKS	KEGIATAN PEMBELAJARAN	KRITERIA PENILAIAN	WAKT U
				Metode: SCL Demonstrasi, umpan balik (<i>feed back</i>)	pemberian tugas untuk mereview literatur dari buku, <i>e-book</i> dan jurnal.		
2	Mampu menganalisis rangkaian arus searah, pembagi arus dan tegangan, Node, braches, dan loops	a. Mampu menganalisa rangkaian arus searah b. Mampu menganalisa pembagi arus dan tegangan c. Mampu menganalisis Node, braches dan loops	a. Rangkaian arus searah b. Pembagi arus dan tegangan c. Node, braches dan loops	Group Investigation: 1. Menggorganis asikan kelompok kooperatif & mengidentifik asi topik 2. Perencanaan Kelompok 3. Mengimpleme ntasikan penyelidikan (investigasi) Metode: Ceramah, Diskusi, SGD, Brainstorming	a. Membentuk Small Group b. Membuat perencanaan kerja/ investigasi c. Mengarahkan materi sehingga muncul identifikasi masalah d. Menampilkan berbagai aplikasi rangkaian elektronika sederhana e. Mengimplementasikan penyelidikan (investigasi) f. Melakukan Brainstorming g. Mengarahkan materi sehingga muncul identifikasi masalah h. Membentuk Small Group Discusion (SGD) i. Menampilkan rangkaian elektronika sederhana	a. Proses diskusi b. Keaktifan partisipatif	2x50 menit
3	Mampu menganalisis hukum	a. Mampu menganalisa hukum kirchoff	a. Hukum Kirchoff	4. Menganalisis hasil penyelidikan	a. Menampilkan rangkaian dari hukum kirchoff b. Melakukan Brainstorming	c. Proses diskusi d. Keaktifan partisipatif	2x50 menit

MG KE -	KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN (SUB CPMK)	INDIKATOR PENCAPAIAN	MATERI PERKULIAHAN/ POKOK BAHASAN	MODEL PEMBELAJARAN/ SINTAKS	KEGIATAN PEMBELAJARAN	KRITERIA PENILAIAN	WAKT U
	kirchoff dan tranformasi Wye - Delta	b. Mampu menganalisa konversi Delta ke Wye c. Mampu menganalisis konversi Wye ke Delta	b. Transformasi Wye - delta	dan menyiapkan laporan Metode: Kasus dan investigasi	c. Menganalisis hasil penyelidikan	a. Quiz	
4	Mampu menganalisis metode analisis rangkaian : Nodal dan Mesh	a. Mampu menganalisis metode analisis rangkaian nodal b. Mampu menganalisis metode analisis rangkaian Mesh	a. Analisis rangkaian Nodal b. Analisis rangkaian Mesh	5. Mempresentasikan hasil penyelidikan Metode: Presentasi	a. Mengorganisasi kelompok b. Mempresentasikan hasil penyelidikan c. Memantau keaktifan mahasiswa selama melaksanakan proyek d. kesimpulan bersama.	a. Hasil investigasi/ penyelidikan b. Presentasi kelompok c. Proses diskusi d. Keaktifan partisipasi	2x50 menit
5	Mampu menganalisis teorema rangkaian Thevenin dan Northon	a. Mampu menganalisis rangkaian Thevenin b. Mampu menganalisis rangkaian Northon	a. Teorema rangkaian Thevenin b. Teorema rangkaian Northon	<i>Problem Based Learning</i> 1. Mengorientasikan peserta didik pada masalah 2. Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar	a. Mengorientasikan peserta didik pada masalah b. Menampilkan rangkaian seri dan parallel sederhana c. Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar d. Membuat focus group discussion e. Mengkondisikan peserta didik dalam kelompok	a. Proses diskusi b. Keaktifan partisipasi	2x50 menit

MG KE -	KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN (SUB CPMK)	INDIKATOR PENCAPAIAN	MATERI PERKULIAHAN/ POKOK BAHASAN	MODEL PEMBELAJARAN/ SINTAKS	KEGIATAN PEMBELAJARAN	KRITERIA PENILAIAN	WAKT U
				Metode: Diskusi, tanya jawab, <i>feedback</i> , pemecahan kasus			
6	Mampu menganalisis rangkaian RC dan RLC	a. Mampu menganalisis rangkaian RC b. Mampu menganalisis rangkaian RLC	a. Rangkaian RC b. Rangkaian RLC	<i>Problem Based Learning</i> 3. Membimbing penyelidikan individu maupun kelompok 4. Mengembangk an dan menyajikan hasil karya 5. Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah Metode: Investigasi, diskusi, pemecahan masalah kasus	a. Membimbing proses penyelidikan individu maupun kelompok b. Menganalisis rangkaian Thevenin dan Northon c. Mengaktifkan diskusi di kelas d. Mencatat keaktifan e. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya f. Merefleksi/ Menarik kesimpulan bersama	a. Presentasi kelompok b. Proses diskusi c. Keaktifan partisipatif	2x50 menit

MG KE -	KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN (SUB CPMK)	INDIKATOR PENCAPAIAN	MATERI PERKULIAHAN/ POKOK BAHASAN	MODEL PEMBELAJARAN/ SINTAKS	KEGIATAN PEMBELAJARAN	KRITERIA PENILAIAN	WAKT U
7	Mampu menganalisis rangkaian kapasitor dan induktor	a. Mampu menganalisis rangkaian kapasitor b. Mampu menganalisis rangkaian induktor	a. Rangkaian kapasitor b. Rangkaian induktor	Problem Based Learning 3. Membimbing penyelidikan individu maupun kelompok 4. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya 5. Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah Metode: Investigasi, diskusi, pemecahan masalah kasus, presentasi	a. Menampilkan berbagai rangkaian elektronika b. Membimbing proses presentasi/ pemaparan hasil diskusi c. Mengaktifkan diskusi di kelas d. Mencatat keaktifan e. Menanggapi hasil penyelesaian kasus f. Mengukur ketercapaian standar g. Merefleksi/ Menarik kesimpulan bersama	a. Tugas menganalisis rangkaian b. Presentasi kelompok c. Proses diskusi a. Keaktifan partisipasi	2x50 menit
8	Ujian Tengah Semester			Test tertulis		<i>Test essay</i>	
9	Mampu menjelaskan karakteristik diode zener	a. Mampu menjelaskan karakteristik diode zener	a. Diode Zener b. Perencanaan penyetabil tegangan	Direct Instruction Models 1. Menyampaikan tujuan	a. Mengecek kehadiran mahasiswa b. Menyampaikan topik materi perkuliahan	a. Keaktifan partisipatif	2x50 menit

MG KE -	KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN (SUB CPMK)	INDIKATOR PENCAPAIAN	MATERI PERKULIAHAN/ POKOK BAHASAN	MODEL PEMBELAJARAN/ SINTAKS	KEGIATAN PEMBELAJARAN	KRITERIA PENILAIAN	WAKT U
	dan aplikasinya	b. Mampu menjelaskan aplikasi dari diode ziner	c. Rangkaian pelipat tegangan	pembelajaran & menyiapkan mahasiswa suapaya fokus belajar 2. Mendemonstras ikan pengetahuan & keterampilan 3. Membimbing pemahaman 4. Mengecek pemahaman dan umpan balik. 5. Memberikan kesempatan untuk pelatihan lanjutan dan penerapan Metode: Ceramah, Demonstrasi, umpan balik (<i>feed back</i>)	c. Menyampaikan tujuan pembelajaran dan menyiapkan mahasiswa suapaya fokus belajar d. Mendemonstrasikan pengetahuan dan keterampilan yang disampaikan dengan menjelaskan materi secara langsung e. Membimbing pemahaman materi f. Mengecek pemahaman dan memberikan umpan balik, Memberikan kesempatan untuk pelatihan lanjutan dan penerapan melalui pemberian tugas untuk membuat paper/ makalah yang bersumber dari buku, <i>e-book</i> dan jurnal.	b. Proses diskusi/ tanya jawab (SGD) Tugas	

MG KE -	KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN (SUB CPMK)	INDIKATOR PENCAPAIAN	MATERI PERKULIAHAN/ POKOK BAHASAN	MODEL PEMBELAJARAN/ SINTAKS	KEGIATAN PEMBELAJARAN	KRITERIA PENILAIAN	WAKT U
10	Mampu mendeskrpsi kan karakteristik transistor dwi kutub dan penguat basis ditanahkan	a. Mampu mendeskrpsikan transistor bipolar b. Mampu mendeskrpsikan penguat basis ditanahkan	a. Transistor bipolar b. Penguat basis ditanahkan	Group Investigation: 1. Menggorganis asikan kelompok kooperatif & mengidentifik asi topik 2. Perencanaan Kelompok 3. Mengimpleme ntasikan penyelidikan (investigasi) Metode: Ceramah, Diskusi, SGD, Brainstorming	a. Membentuk Small Group b. Membuat perencanaan kerja/ investigasi problema & permasalahan c. Mengarahkan materi sehingga muncul identifikasi masalah d. Menampilkan gambar/ video transistor dwi kutub dan penguat basis ditanahkan e. Mengimplementasikan penyelidikan (investigasi) f. Melakukan Brainstorming g. Mengarahkan materi sehingga muncul identifikasi masalah h. Membentuk Small Group Discusion (SGD)	a. Proses diskusi b. Keaktifan partisipatif	2x50 menit
11	Mampu menganalisis rangkaian arus bolak balik	a. Mampu menganalisis rangkaian sinusoidal b. Mampu menganalisis rangkaian fasor c. Mampu menganalisis	a. Rangkaian sinusoidal b. Rangkaian fasor c. Hubungan fasor terhadap rangkaian	4. Menganalisis hasil penyelidikan dan menyiapkan laporan	a. Menganalisis hasil penyelidikan tentang problema & permasalahan b. Menampilkan rangkaian arus bolak balik c. Melakukan Brainstorming d. Menganalisis hasil penyelidikan	a. Proses diskusi b. Keaktifan partisipatif d. Quiz	2x50 menit

MG KE -	KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN (SUB CPMK)	INDIKATOR PENCAPAIAN	MATERI PERKULIAHAN/ POKOK BAHASAN	MODEL PEMBELAJARAN/ SINTAKS	KEGIATAN PEMBELAJARAN	KRITERIA PENILAIAN	WAKT U
		hubungan fasor terhadap rangkaian		Metode: Kasus dan investigasi	e. Menyimpulkan solusi dari masalah yang ada		
12	Mampu mendeskriskan karakteristik Transistor Efek Medan (FET dan JFET)	Mampu mendeskriskan transistor efek medan (FET dan JFET)	a. Transistor efek medan (FET dan JFET)	5. Mempresentasikan hasil penyelidikan Metode: Presentasi, diskusi	a. Mempresentasikan hasil penyelidikan b. Memantau keaktifan mahasiswa selama melaksanakan proyek a. kesimpulan bersama.	a. Hasil investigasi/ penyelidikan b. Presentasi kelompok c. Proses diskusi d. Keaktifan partisipasi	2x50 menit
13	Mampu menjelaskan penguat dengan gandengan RC pada daerah frekuensi rendah dan tinggi untuk pengaut satu tahap	a. Mampu menjelaskan penguat dengan dua transistor dihubungkan langsung b. Mampu menjelaskan tanggapan panjar balik c. Mampu menjelaskan hubungan darlington	a. Penguat gandengan RC pada daerah frekuensi rendah untuk penguat satu tahap b. Penguat gandengan RC pada daerah frekuensi tinggi untuk penguat satu tahap	Student Active Learning (<i>Project Based Learning/ CM</i>) Sintaks: 1. Pertanyaan mendasar 2. Mendesain perencanaan produk Metode: Ceramah, diskusi, tanya jawab, Project	a. Menampilkan gambar penguat dengan gandengan RC b. Mengajukan pertanyaan c. Merumuskan cara memecahkan masalah d. Memberikan tugas mencari dan mereview literatur terkait topik dan menganalisis pemecahan masalah e. Membentuk kelompok f. Memastikan setiap mahasiswa mempunyai kelompok	a. Proses diskusi b. Keaktifan partisipatif c. Rencana Project	2x50 menit

MG KE -	KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN (SUB CPMK)	INDIKATOR PENCAPAIAN	MATERI PERKULIAHAN/ POKOK BAHASAN	MODEL PEMBELAJARAN/ SINTAKS	KEGIATAN PEMBELAJARAN	KRITERIA PENILAIAN	WAKT U
					g. Menyampaikan materi perkuliahan dan topik project h. Membuat desain perencanaan project (Membuat analisis Transformator sederhana)		
14	Mampu menjelaskan karakteristik dan jenis- jenis penguat Operasional	a. Mampu menjelaskan sifat - sifat Op- Amp Idela b. Mampu memahami dasar- dasar penguat menggunakan Op- Amp c. Mampu menjelaskan perbandingan Op- Amp d. Mampu memahami pengintegrasian lain Op- Amp e. Mampu memahami pendeferensial Op- Amp f. Mampu memahami Op- Amp IC	a. Karakteristik penguat operasional b. Jenis- jenis penguat operasional	<i>Project Based Learning</i> 3. Menyusun jadwal pembuatan produk 4. Memonitor Keaktifan dan Perkembangan Proyek Metode: diskusi, tanya jawab, penugasan proyek	a. Memastikan setiap kelompok paham terhadap topik proyek b. Menyusun dan menyepakati kriteria project/ produk yang diharapkan c. Memastikan semua kelompok dapat membuat dan menganalisis produk yang akan dihasilkan d. Menyusun jadwal pembuatan produk e. Membuat kesepakatan tentang jadwal pembuatan proyek (tahapan-tahapan dan pengumpulan) f. Memonitor Keaktifan dan Perkembangan Proyek	a. Proses diskusi b. Keaktifan partisipatif c. Perkembangan Project	2x50 menit

MG KE -	KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN (SUB CPMK)	INDIKATOR PENCAPAIAN	MATERI PERKULIAHAN/ POKOK BAHASAN	MODEL PEMBELAJARAN/ SINTAKS	KEGIATAN PEMBELAJARAN	KRITERIA PENILAIAN	WAKT U
15	Mampu menjelaskan karakteristik osilator RC dan LC dan karakteristik osilator relaksasi	a. Mampu menjelaskan karakteristik osilator RC b. Mampu menjelaskan karakteristik osilator LC c. Mampu menjelaskan karakteristik osilator kristal d. Mampu menjelaskan karakteristik Osilator relaksasi	a. Karakteristik osilator RC dan LC b. Karakteristik osilator kristal dan relaksasi	<i>Project Based Learning</i> 4. Memonitor Keaktifan dan Perkembangan Proyek 5. Menguji Hasil Produk 6. Evaluasi Pengalaman Belajar Metode: diskusi, tanya jawab, penugasan proyek, <i>feedback</i> , presentasi	a. Mengorganisasi kelompok b. Memantau keaktifan mahasiswa selama melaksanakan proyek c. Memantau realisasi perkembangan project d. Membimbing mahasiswa/ kelompok yang mengalami kesulitan e. Mendiskusikan tentang prototipe proyek f. Membimbing proses presentasi/ pemaparan hasil project g. Menanggapi hasil project h. Menguji hasil produk i. Mengukur ketercapaian standar. j. Merefleksi/ Menarik kesimpulan bersama.	a. Proses diskusi b. Keaktifan partisipatif c. Hasil Project d. Presentasi kelompok	2x50 menit
16	Ujian Akhir Semester			Test tertutup		<i>Test essay</i>	