

**PENYUSUNAN MODUL AJAR SISTEM TENAGA
SURYA *OFF GRID* PADA MATA KULIAH
*RENEWABLE ENERGY***

SKRIPSI

Diajukan oleh:

Iqbal Maulana

NIM. 210211016

Mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Elektro

Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh



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

**PENYUSUNAN MODUL AJAR SISTEM TENAGA
SURYA OFF GRID PADA MATA KULIAH
RENEWABLE ENERGY**

SKRIPSI

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

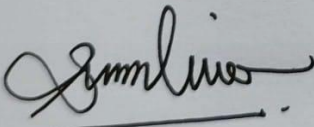
Oleh

Iqbal Maulana
NIM : 210211016

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

Disetujui Oleh :

Pembimbing



Sadrina, S.T M.Sc
NIP. 198309272023212021

Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Elektro



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

**PENYUSUNAN MODUL AJAR SISTEM
TENAGA SURYA OFF GRID PADA MATA
KULIAH RENEWABLE ENERGY**

SKRIPSI

Telah Diuji dan Dipertahankan di Depan Tim Penguji
Munaqasyah Skripsi

Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-
Raniry Banda Aceh

untuk Memperoleh Gelar Sarjana Bidang
Pendidikan Teknik Elektro

Pada Hari/Tanggal : Selasa / 26 Agustus 2025M
3 Rabiul Awwal 1447H

Tim Penguji Munaqasyah Skripsi

Ketua

Sadrina, S.T M.Sc

NIP. 198309272023212021

Penguji I

M. Ikhsan, M.T

NIP. 198610232023211028

Sekretaris

Rahmayanti, M.Pd

NIP. 198704162025212013

Penguji II

Zahriah, M.Pd

NIP. 199004132019032012

Mengetahui,

Dekan Fakultas Tarbiyah da Keguruan

UIN Ar-Raniry Banda Aceh



Prof. Safrul Muluk, S. Ag., M.A., M.Ed., Ph.D. |

NIP. 197301021997031003

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA
ILMIAH/SKRIPSI/ARTIKEL**

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama	: Iqbal Maulana
NIM	: 210211016
Prodi	: Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas	: Tarbiyah dan Keguruan
Judul Skripsi	: Penyusunan Modul Ajar Sistem Tenaga Surya Off Grid Pada Mata Kuliah Renewable Energy

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

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

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya dan telah melalui pembuktian yang dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah

dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

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

Banda Aceh, 26 Agustus 2025

Yang Menyatakan,



Iqbal Maulana

NIM. 210211016

ABSTRAK

Nama : Iqbal Maulana
Nim : 210211016
Fakultas / Prodi : Tarbiyah dan Keguruan / Pendidikan Teknik Elektro
Judul Skripsi : Penyusunan Modul Ajar Sistem Tenaga Surya *Off Grid* Pada Mata Kuliah *Renewable Energy*
Tebal Skripsi : 150 Halaman
Pembimbing Skripsi : Sadrina, S.T., M.Sc.
Kata Kunci : Bahan Ajar, PLTS, Sistem *Off Grid*, *Renewable Energy*, Validasi Ahli

Penelitian ini bertujuan merancang serta menguji kelayakan bahan ajar sistem tenaga surya *off grid* pada mata kuliah *Renewable Energy*, dengan fokus pada pemahaman perancangan PLTS *off grid* guna mendukung keterampilan mahasiswa. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Proses perancangan meliputi analisis kebutuhan dan kurikulum, penyusunan struktur modul, serta validasi oleh dua ahli materi, dua ahli media, dan dua ahli Bahasa (*develop*). Berdasarkan hal tersebut permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah cara desain penyusunan modul ajar sistem tenaga surya *Off Grid* pada mata kuliah *renewable energy* dan mengetahui kelayakan dari penyusunan modul ajar sistem tenaga surya *off grid* pada mata kuliah

renewable energy. Hasil validasi menunjukkan kelayakan sangat tinggi, yaitu 86% dari ahli materi, 82% dari ahli media, dan 95% dari ahli bahasa. Modul ini berisi materi konseptual serta evaluasi yang terintegrasi dan dirancang untuk mendukung pembelajaran aktif maupun mandiri, sehingga diharapkan menjadi solusi inovatif dalam perkuliahan *Renewable Energy*.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini dengan judul **“Penyusunan Modul Ajar Sistem Tenaga Surya Off Grid Pada Mata Kuliah *Renewable Energy*”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Penyusunan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Sadrina, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, motivasi, dan bimbingan selama penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Hari Anna Lastya, S.T, M.T. selaku ketua prodi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry .
3. Bapak/Ibu dosen di Pendidikan Teknik Elektro, atas ilmu dan wawasan yang telah diberikan selama masa perkuliahan.

4. Kedua orang tua serta keluarga peneliti, atas doa, dukungan, dan kasih sayang yang tiada henti.
5. Teman-teman seperjuangan dan semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung.

Peneliti menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, peneliti membuka diri terhadap kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dan penyempurnaan skripsi yang akan datang.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi peneliti sendiri maupun bagi pembaca dan pihak-pihak yang berkepentingan.

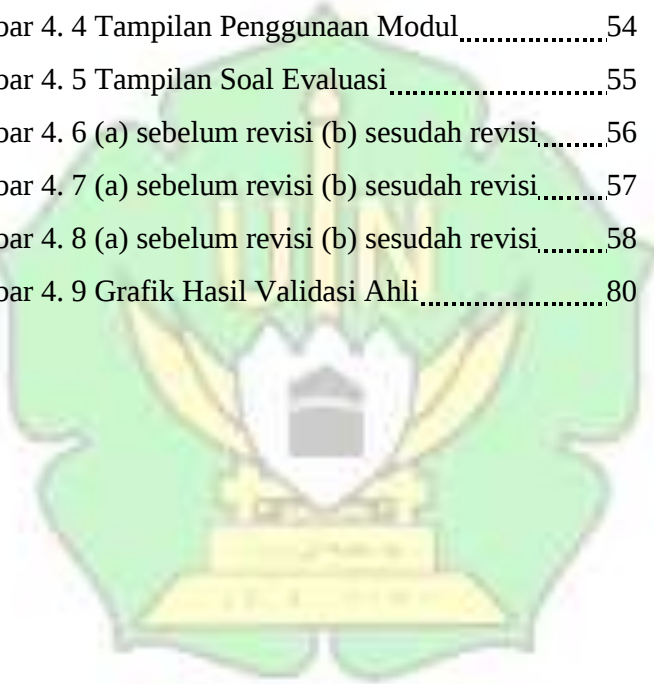
Banda Aceh, 26 Agustus 2025

Peneliti

Iqbal Maulana

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian.....	28
Gambar 4. 1 Tampilan Aplikasi Canva.....	52
Gambar 4. 2 Tampilan Cover Modul Ajar.....	53
Gambar 4. 3 Tampilan Tinjauan Mata Kuliah.....	54
Gambar 4. 4 Tampilan Penggunaan Modul.....	54
Gambar 4. 5 Tampilan Soal Evaluasi.....	55
Gambar 4. 6 (a) sebelum revisi (b) sesudah revisi.....	56
Gambar 4. 7 (a) sebelum revisi (b) sesudah revisi.....	57
Gambar 4. 8 (a) sebelum revisi (b) sesudah revisi.....	58
Gambar 4. 9 Grafik Hasil Validasi Ahli.....	80



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Instrumen Validasi Ahli Materi.....	34
Tabel 3.2 Instrumen Indikator Validasi Ahli Materi.....	36
Tabel 3.3 Instrumen Validasi Ahli Media.....	37
Tabel 3. 4 Instrumen Indikator Validasi Ahli Media.....	39
Tabel 3. 5 Instrumen Validasi Ahli Bahasa.....	40
Tabel 3. 6 Instrumen Per Indikatoran Ahli Bahasa.....	40
Tabel 3. 7 Kategori Persentase Hasil Kelayakan.....	45
Tabel 4. 1 Tahapan Analisis Kebutuhan.....	47
Tabel 4. 2 Kerangka Perancangan Modul.....	50
Tabel 4. 3 Hasil Penilaian Ahli Materi.....	61
Tabel 4. 4 Hasil Penilaian Ahli Media.....	66
Tabel 4. 5 Hasil Penilaian Modul Ajar Ahli Bahasa.....	71

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	
LEMBAR PENGESAHAN SIDANG	
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR ISI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	6
E. Definisi Operasional	8
F. Kajian Penelitian Terdahulu	10
BAB II LANDASAN TEORI	14
A. Modul Ajar	14
B. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	23
C. PLTS Sistem <i>Off Grid</i>	23
D. Renewable Energy	24
BAB III METODE PENELITIAN	26
A. Rancangan Penelitian	26
B. Instrumen Pengumpulan Data	33
C. Teknik Pengumpulan Data	42
D. Teknik Analisa Data	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	46
A. Hasil Penelitian	46
B. Pembahasan	74
BAB V PENUTUP	84
A. Kesimpulan	84
B. Saran	85

DAFTAR PUSTAKA.....	87
----------------------------	-----------



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan tinggi vokasi memiliki peran penting dalam menyiapkan sumber daya manusia yang unggul, khususnya dalam menghadapi tantangan revolusi industri dan transisi energi global. Dalam ranah pendidikan vokasional, mahasiswa tidak hanya dituntut untuk menguasai teori, tetapi juga keterampilan praktis yang aplikatif sesuai kebutuhan industri. Oleh karena itu, kurikulum dan proses pembelajaran di pendidikan tinggi vokasi harus diarahkan untuk membekali mahasiswa dengan kompetensi yang relevan, salah satunya melalui pemanfaatan teknologi tepat guna dalam mata kuliah - mata kuliah terapan seperti *Renewable Energy*. Di Indonesia, kurikulum pendidikan khususnya di pendidikan vokasi atau kejuruan, kini berfokus pada pembangunan kompetensi dan karakter pada diri peserta didik dengan mengintegrasikan pengetahuan, keterampilan, dan sikap sebagai bentuk pemahaman peserta didik terhadap konsep yang dipelajarinya.¹ Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi, pendidikan vokasi diarahkan untuk menyiapkan peserta didik menjadi tenaga

¹ Purnawati,dkk. *Model Pembelajaran PENDIDIKAN Vokasi Keteknikan Ahad 21*, Makassar, CV. Tohar Media, 2019, Hal.15.

kerja yang profesional serta mampu mengembangkan dan menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi.²

Dalam rangka mendukung proses pembelajaran yang efektif, penyusunan modul pembelajaran menjadi elemen penting dalam sistem pendidikan, terutama pada mata kuliah terapan. Modul pembelajaran merupakan bahan ajar yang disusun secara sistematis untuk digunakan secara mandiri oleh peserta didik dalam memahami materi tertentu. Modul tidak hanya membantu dosen dalam menyampaikan materi, tetapi juga menjadi panduan praktikum bagi mahasiswa untuk melakukan eksperimen atau proyek kecil berbasis teknologi. Modul yang baik harus kontekstual, aplikatif, dan sesuai dengan kondisi lapangan. Modul pembelajaran yang dirancang dengan pendekatan praktik langsung akan mempermudah proses transfer pengetahuan dan keterampilan kepada mahasiswa.³

Modul yang baik tidak hanya menyampaikan materi secara teoritis, tetapi juga menyajikan kegiatan praktik yang mendekati situasi dunia nyata. Modul kontekstual yang dirancang sesuai dengan permasalahan lapangan, seperti

² Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi.

³ Majid, A. (2011). *Perencanaan Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.

penerapan sistem tenaga surya *Off Grid* yang mampu meningkatkan minat belajar dan keterampilan pemecahan masalah mahasiswa. Modul Pembelajaran yang dirancang secara langsung berdasarkan studi kasus atau kebutuhan masyarakat, tetapi juga menumbuhkan kepedulian sosial dan semangat inovasi dalam menghadirkan solusi energi terbarukan yang aplikatif.⁴

Sistem tenaga surya *Off Grid* adalah sistem pembangkit listrik tenaga surya yang berdiri sendiri dan tidak terhubung ke jaringan listrik PLN. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya disimpan ke dalam baterai, kemudian disalurkan ke beban seperti lampu, pompa air, atau peralatan rumah tangga. Dalam praktiknya, sistem tenaga surya *Off Grid* sepenuhnya mandiri menggunakan energi matahari, yang sangat cocok untuk pendesaan yang belum memiliki akses listrik, karena lebih hemat biaya jangka panjang dan ramah lingkungan.⁵

Energi terbarukan atau *renewable energy* menjadi salah satu solusi strategis dalam menjawab tantangan keterbatasan

⁴ Nurhayati, S. (2021). Pengembangan Modul Ajar Berbasis Kontekstual Dalam Pembelajaran Pendidikan Tinggi. *Jurnal Pendidikan Teknologi*, Vol.5, No.2 hal. 45-53.

⁵ Suwanto, D., Ramadhan, F. (2020). Analisis Pemanfaatan Energi Terbarukan di Daerah Terpencil. *Jurnal Energi dan Lingkungan*, Vol.12, No.1, Hal.15-24.

energi fosil dan kebutuhan listrik di daerah terpencil. Energi surya adalah salah satu bentuk energi terbarukan yang paling banyak dikembangkan di Indonesia karena sumbernya yang melimpah dan ramah lingkungan. Pemanfaatan energi surya dalam skala kecil seperti sistem *Off Grid*. Namun demikian, sistem berbasis tenaga surya umumnya masih menggunakan baterai sebagai media penyimpanan energi, yang memiliki keterbatasan umur dan biaya perawatan tinggi. Oleh karena itu, pengembangan sistem tenaga surya langsung tanpa baterai (*nirbaterai*) menjadi inovasi yang potensial untuk mengurangi biaya dan meningkatkan keberlanjutan sistem energi.⁶

Berdasarkan hasil angket yang diisi oleh mahasiswa pada mata kuliah *Renewable Energy*, mayoritas responden menyatakan bahwa proses pembelajaran berjalan dengan baik, namun tetap menunjukkan adanya kebutuhan terhadap media dan modul pembelajaran untuk menunjang pemahaman materi. Hampir seluruh responden sepakat bahwa modul sistem tenaga surya *Off Grid* perlu disusun secara relevan untuk dipelajari dalam perkuliahan dan penting diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, sebagian besar mahasiswa mengaku

⁶ Rachman, F. & Hidayat, T. "Pemanfaatan Energi Surya Tanpa Baterai Untuk Sistem Penerangan Jalan." *Jurnal Energi dan Kelistrikan Terbarukan*, Vol.5, No.2, 2019.

mengalami kesulitan dalam memahami konsep sistem energi terbarukan tanpa bantuan modul atau media pembelajaran tambahan, serta sebagian besar belum pernah menggunakan modul yang membahas topik tersebut sebelumnya. Mereka juga menilai bahwa penting bagi modul tersebut untuk dilengkapi dengan simulasi atau proyek langsung guna meningkatkan pemahaman dan keterampilan praktis. Temuan ini menunjukkan urgensi pengembangan modul ajar yang kontekstual dan aplikatif dalam mendukung pembelajaran energi terbarukan di perguruan tinggi vokasi.⁷

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penyusunan modul sistem tenaga surya *Off Grid* menjadi sangat relevan untuk dikembangkan sebagai bahan ajar dalam mata kuliah *renewable energy*. Modul ini tidak hanya mendukung pencapaian kompetensi teknis mahasiswa, tetapi juga menjadi sarana edukatif dalam menerapkan prinsip ramah lingkungan. Oleh sebab itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul pembahasan **“Penyusunan Modul Ajar Sistem Tenaga Surya *Off Grid* Pada Mata Kuliah *Renewable Energy*”**.

⁷ Hasil Angket Observasi Kepada Mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro yang Mengambil Mata Kuliah Renewable Energy Pada Tanggal 13 Juli – 14 Juli.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka masalah dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana desain penyusunan modul ajar sistem tenaga surya *Off Grid* pada mata kuliah *renewable energy*?
2. Bagaimana kelayakan dari penyusunan modul ajar sistem tenaga surya off grid pada mata kuliah *renewable energy*?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Untuk mendesain penyusunan modul ajar sistem tenaga surya *off grid* pada mata kuliah *renewable energy*.
2. Untuk diketahui kelayakan modul ajar sistem tenaga surya *off grid* pada mata kuliah *renewable energy*.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Bagi Mahasiswa

Dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa agar dapat memahami penerapan langsung konsep energi

terbarukan, khususnya tenaga surya, dalam sistem praktis tanpa menggunakan baterai dan mengembangkan kemampuan menyusun modul pembelajaran yang aplikatif dan kontekstual yang nantinya bisa digunakan sebagai media pembelajaran di sekolah atau pelatihan.

2. Manfaat Bagi Dosen

Dapat memberikan manfaat bagi dosen dalam penyampaian materi yang lebih terstruktur dan berbasis teknologi modern. Modul yang dikembangkan dapat menjadi alat bantu dalam proses pembelajaran, sehingga dosen dapat memberikan materi dengan pendekatan yang lebih inovatif dan efektif.

3. Manfaat Bagi Prodi

Dapat memberikan manfaat bagi Prodi dalam meningkatkan kualitas pembelajaran dengan menyediakan bahan ajar yang lebih relevan dengan perkembangan teknologi. Dengan adanya modul ini, program studi dapat memperbarui metode pengajaran agar lebih sesuai dengan kebutuhan industri dan perkembangan teknologi terkini.

E. Definisi Operasional

Untuk memastikan bahwa istilah-istilah yang digunakan dalam tulisan ini tidak digunakan dengan salah, peneliti harus menjelaskan istilah-istilah tersebut, yang meliputi:

1. Modul Pembelajaran

Modul adalah bahan ajar yang dirancang secara sistematis berdasarkan kurikulum tertentu dan dikemas dalam bentuk satuan pembelajaran terkecil dan memungkinkan dipelajari secara mandiri dalam satuan waktu tertentu agar mahasiswa menguasai kompetensi yang diajarkan.⁸

2. PLTS

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atau *Solar Power Plant* (SPP) adalah sebuah sistem yang digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek *Photovoltaic*. *Photovoltaic* merupakan fenomena fisika yang terjadi pada permukaan sel surya ketika

⁸ Sitti Fatimah, *Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Keterampilan Literasi*, Volume VI, Nomor 2, Tahun 2017, Hal. 320

menerima cahaya matahari. Selanjutnya, cahaya yang diterima diubah menjadi energi listrik.⁹

3. Sistem *Off Grid*

PLTS sistem Off Grid umumnya dikenal sebagai PLTS mandiri yang menggambarkan kenyataan bahwa sistem ini hanya bergantung pada energi dari sinar matahari yang dikelola oleh panel surya tanpa dukungan dari generator lainnya. Biasanya, sistem PLTS *Off-Grid* digunakan untuk menyediakan kebutuhan listrik bagi wilayah terpencil atau yang sulit diakses oleh jaringan PLN.¹⁰

4. *Renewable Energy*

Renewable Energy merupakan suatu sumber energi yang disediakan oleh alam dengan potensi pemanfaatan secara bebas dan dapat digunakan secara terus menerus. Dunia saat ini sedang membutuhkan

⁹ Nurul Maula,dkk. (2024). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off Grid Menggunakan Baterai Lithium –Ion Untuk Perkebunan Di Desa Blang Pie, Jurnal Elektro, Vol.8, No.2. Hal.249.

¹⁰ Abdul Manab, Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Off-Grid di Desa Bungku Kecamatan Bajubang Kabupaten Batanghari Jambi, *Journal of Electrical Power Control and Automation*, Vol. 5, No. 2, Tahun 2022

energi baru yang melimpah dan lebih bersahabat dengan lingkungan sekitar guna menghadapi tantangan perubahan iklim, adanya keamanan energi, hingga stabilisasi perekonomian sebagai beberapa desakan untuk mengganti sumber daya fosil dan beralih menggunakan sumber daya energi yang baru.¹¹

F. Kajian Penelitian Terdahulu

1. Penelitian yang dilakukan Amanatus Syarifah pada tahun 2025 yang berjudul “ Penyusunan Modul Praktikum SQL Injeksi Di SMK Negeri 5 Takengon”. Adapun metode yang diterapkan pada penelitian ini menggunakan metode *research and development* (R&D) dengan pendekatan ADDIE. Proses pengembangannya melibatkan pengumpulan data melalui instrumen validasi oleh validator serta angket siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi di SMK Negeri 5 Takengon juga memperlihatkan peningkatan signifikan dalam hasil

¹¹ Reinhart Jordan Sianipar, Analisis Pemetaan dan Realisasi Energi Baru Terbarukan (EBT) dengan Determinan Konsumsi dan Metode Grouping Analysis EBT di Indonesia, *Jurnal Energi Baru & Terbarukan* , Vol. 5, No. 2, Tahun 2024

belajar siswa, dengan rata-rata pretest 53, meningkat menjadi 92 pada posttest setelah penggunaan modul.¹²

2. Penelitian yang dilakukan oleh Yusran Fuazi pada tahun 2024 yang berjudul “Desain Alat Peraga Dan Modul Pembelajaran Untuk Perencanaan PLTB Pada Mata Kuliah *Renewable Energy*”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat hasil rancangan alat peraga dan hasil validasi ahli dari alat peraga untuk perancangan PLTB dan untuk mengetahui hasil validasi rancangan modul pembelajaran untuk perencanaan PLTB pada mata kuliah *renewable energy*. Adapun metode yang diterapkan pada penelitian ini menggunakan metode *research and development* (R&D). Hasil penelitian validitas oleh validator 2 ahli media mendapat persentase rata-rata 89% dengan kategori “sangat layak” sedangkan hasil dari 2 validator materi mendapat presentase rata-rata 86%

¹² Amanatus Syarifah, Penyusunan Modul Praktikum SQL Injeksi Di SMK Negeri 5 Takengon, *JURNAL Skripsi*, 2025.

dengan kategori “sangat layak” untuk digunakan pada pembelajaran mata kuliah *renewable energy*.¹³

3. Penelitian yang dilakukan oleh Nurul Maula,dkk. pada tahun 2024 yang berjudul “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Off Grid* Menggunakan Baterai *Lithium-Ion* Untuk Perkebunan Di Desa Blang Pie”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diperlukan sistem PLTS yang dapat menyediakan daya efektif sebesar 330 Watt dan total pemakaian energi per hari adalah 1.960 Wh atau setara dengan 1,960 kWh. Menggunakan 4 panel surya monocrystalline dengan kapasitas 175 Wp per panel, dengan mempertimbangkan efisiensi sistem yang dapat digunakan sebanyak 80% dan menghasilkan daya sebesar 2.240 Wh per hari. 1 unit *Solar Charge Controller* (SCC) dengan kapasitas 30A dan tegangan 24 V sudah cukup untuk mengelola total beban sistem PLTS. Dari 6 unit baterai *Lithium-Ion* dengan kapasitas 12 V dan 100 Ah per unit, 2 dirangkai seri dan 3

¹³ Yusran Fuazi, Desain Alat Peraga Dan Modul Pembelajaran Untuk Perencanaan PLTB Pada Mata Kuliah Renewable Energy, *Jurnal Skripsi*, 2024.

diparalelkan. Dan 1 *inverter sine wave* dengan kapasitas 2.400 Watt.¹⁴

Perbedaan antara penelitian peneliti dengan peneliti sebelumnya adalah bahwa Penelitian Amanatus Syarifah (2025) berfokus pada penyusunan modul praktikum berbasis SQL Injeksi untuk siswa SMK di bidang teknologi informasi, sedangkan penelitian peneliti menitikberatkan pada modul ajar *Renewable Energy* khususnya sistem tenaga surya *Off Grid*. Penelitian Yusran Fuazi (2024) mengembangkan alat peraga dan modul untuk perencanaan PLTB dengan validasi ahli media dan materi, sementara penelitian peneliti lebih menekankan pada desain serta kelayakan modul ajar yang bersifat aplikatif untuk pembelajaran tenaga surya. Adapun penelitian Nurul Maula dkk. (2024) berfokus pada perencanaan teknis PLTS *Off Grid* menggunakan baterai *Lithium-Ion* untuk kebutuhan energi perkebunan, berbeda dengan penelitian ini yang tidak menekankan aspek desain teknis lapangan, melainkan penyusunan modul pembelajaran yang kontekstual dan dapat digunakan langsung dalam perkuliahan.

¹⁴ Nurul Maula,dkk. (2024). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off Grid Menggunakan Baterai Lithium –Ion Untuk Perkebunan Di Desa Blang Pie, Jurnal Elektro, Vol.8, No.2. Hal.249-255

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Modul Pembelajaran

1. Pengertian Modul Pembelajaran

Modul merupakan informasi alat dan teks yang diperlukan untuk merencanakan dan menelaah implementasi pembelajaran. Modul diharapkan dapat membantu pendidik dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar di kelas. Di dalam proses pembelajaran, pendidik sebagai pemegang peranan dan tanggung jawab yang besar dalam rangka membantu meningkatkan keberhasilan mahasiswa dipengaruhi oleh kualitas pengajaran dan faktor internal dari siswa itu sendiri. Modul dapat didefinisikan sebagai salah satu bentuk bahan ajar yang dikemas secara utuh dan sistematis, di dalamnya memuat seperangkat pengalaman belajar yang terencana dan didesain untuk membantu peserta didik menguasai tujuan belajar yang spesifik.¹⁵

a. Tujuan Perancangan Modul

¹⁵ Sidqon Famulaqih, Pengembangan Bahan Ajar Modul Pembelajaran, *Jurnal Riset Ilmu Pendidikan Islam*, Vol. 1, No. 2, Tahun 2024

- 1) Agar mahasiswa dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan pendidik.
 - 2) Agar peran pendidik tidak terlalu dominan dan otoriter dalam kegiatan pembelajaran.
 - 3) Sebagai bahan rujukan bagi mahasiswa dengan mengandung berbagai materi yang harus dipelajari oleh peserta didik, maka modul juga memilih fungsi sebagai bahan rujukan bagi mahasiswa.¹⁶
2. Langkah-langkah Penyusunan Modul

a. Analisis Kebutuhan Modul

Analisis kebutuhan merupakan tahap awal dalam penyusunan modul yang bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran, kompetensi yang harus dicapai, serta karakteristik mahasiswa. Melalui analisis ini, penyusun modul dapat menentukan arah pengembangan materi yang sesuai dengan konteks dan kebutuhan pembelajaran di lapangan.

¹⁶ Anggun Hadi Rakhmawati, *Pengembangan Modul Pembelajaran Pada Kompetensi Dasar Mempersiapkan Dasar Mempersiapkan Pertemuan/Rapat Kelas XXI APK 2 SMN 1 Sarabaya*,

b. Desain Modul

Desain modul adalah tahap perencanaan struktur dan isi modul secara sistematis. Pada tahap ini, penyusun menentukan tujuan pembelajaran, memilih materi ajar yang relevan, menyusun langkah-langkah kegiatan belajar, serta merancang instrumen penilaian. Desain yang tepat akan memudahkan pelaksanaan pembelajaran dan meningkatkan efektivitas pencapaian kompetensi mahasiswa.

c. Implementasi

Implementasi merupakan tahap pelaksanaan atau penerapan modul dalam proses pembelajaran. Modul yang telah dirancang digunakan oleh pendidik dan mahasiswa dalam kegiatan belajar mengajar. Tahap ini juga berfungsi sebagai uji coba awal untuk menilai sejauh mana modul dapat diaplikasikan secara efektif di lapangan.

d. Penilaian

Penilaian adalah proses untuk mengukur hasil belajar mahasiswa setelah menggunakan modul. Penilaian dilakukan melalui berbagai instrumen, seperti tes, tugas, atau kuis, yang dirancang untuk menilai penguasaan terhadap materi pembelajaran. Hasil penilaian menjadi indikator efektivitas modul dalam mendukung pencapaian tujuan pembelajaran.¹⁷

e. Evaluasi dan Validasi

Evaluasi dan validasi merupakan tahap akhir dalam penyusunan modul. Evaluasi dilakukan untuk meninjau kembali isi, struktur, bahasa, dan tampilan modul berdasarkan hasil implementasi. Selanjutnya, validasi dilakukan oleh para ahli atau pakar untuk menilai kelayakan modul dari segi isi, kebahasaan, dan desain pembelajaran. Hasil dari proses ini

¹⁷ Margaretha Octavia Salsabila Putri, Pengembangan Modul IPA Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Bagi Siswa SMP, *Jurnal Pendidikan MIPA*, Volume 14, Nomor 1, Tahun 2024

digunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi modul agar layak digunakan secara lebih luas.¹⁸

3. Karakteristik Modul

a. *Self Instructional*

Self Instructional adalah melalui modul tersebut mahasiswa belajar mandiri, tidak tergantung pada pihak lain. Untuk memenuhi karakter self instructional, maka dalam modul harus berisi tujuan yang dirumuskan dengan jelas seperti materi pembelajaran yang dikemas ke dalam unit-unit kecil/ spesifik sehingga memudahkan belajar secara tuntas, menyediakan contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran, dan menampilkan soal-soal latihan, tugas dan sejenisnya.

b. *Self containend*

Seluruh materi pembelajaran dari satu unit kompetensi atau sub kompetensi yang dipelajari

¹⁸ Komara Nur Ikhsan, Implementasi dan Pengembangan Kurikulum, *Jurnal Ilmiah EDUKASI*, Volume. 6, Nomor. 1, Tahun 2018

terdapat di dalam satu modul secara utuh. Tujuan dari konsep ini adalah memberikan kesempatan pembelajar mempelajari materi pembelajaran yang tuntas, karena materi dikemas ke dalam satu kesatuan yang utuh. Jika harus dilakukan pembagian atau pemisahan materi dari satu unit kompetensi harus dilakukan dengan hati-hati dan memperhatikan keluasan kompetensi yang harus dikuasai.

c. *Stand Alone*

Modul yang dikembangkan tidak tergantung pada media lain atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan media pembelajaran lain. Jika masih menggunakan dan bergantung pada media lain selain modul yang digunakan, maka media tersebut tidak dikategorikan sebagai media yang berdiri sendiri.

d. *Adaptive*

Modul hendaknya memiliki daya adaptif yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi. Dikatakan adaptif jika modul dapat menyesuaikan

perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta fleksibel digunakan. Dengan memperhatikan percepatan perkembangan ilmu dan teknologi pengembangan modul multimedia hendaknya tetap “up to date”. Modul yang adaptif adalah jika isi materi pembelajaran dapat digunakan sampai dengan kurun waktu tertentu.

e. *User Friendly*

Modul hendaknya bersahabat dengan pemakainya. Setiap instruksi dan paparan informasi yang tampil bersifat membantu dan bersahabat dengan pemakainya, termasuk kemudahan pemakai dalam merespon, mengakses sesuai dengan keinginan. Penggunaan bahasa yang sederhana, mudah dimengerti serta menggunakan istilah yang umum digunakan merupakan salah satu bentuk *user friendly*.¹⁹

4. Struktur Modul

¹⁹ Fifit Firmandani, Pengembangan Modul Mata Kuliah Manajemen Pendidikan Berbasis Hots, *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, Volume 3, Nomor 2, Tahun 2020

Struktur penulisan suatu modul sering dibagi menjadi tiga bagian yaitu bagian pembuka, bagian isi, dan bagian penutup.

a. Bagian pembuka

- 1) Judul modul disusun secara menarik dan mampu memberikan gambaran mengenai materi yang dibahas serta mencerminkan isi pembelajaran di dalamnya.
- 2) Daftar isi menampilkan rangkaian topik yang akan dibahas dalam modul.
- 3) Peta informasi berupa kaitan antara topik-topik yang dibahas Daftar tujuan kompetensi.
- 4) Daftar tujuan kompetensi.
- 5) Tes awal.

b. Bagian inti

- 1) Pendahuluan/tinjauan umum materi.
- 2) Hubungan dengan materi atau pelajaran yang lain.
- 3) Uraian materi uraian materi merupakan penjelasan secara terperinci tentang materi pembelajaran yang disampaikan dalam modul.

c. Bagian penutup

- 1) *Glossary* atau daftar istilah, *Glossary* berisikan definisi-definisi konsep yang dibahas dalam

modul. Definisi disusun secara singkat dengan tujuan membantu mengingat kembali konsep yang telah dipelajari sebelumnya.

- 2) Tes Akhir, latihan ini dirancang untuk dikerjakan oleh peserta didik setelah mempelajari suatu bagian dalam modul. Secara umum, aturan untuk tes akhir adalah bahwa waktu pengerjaannya tidak melebihi 20% dari total waktu yang dibutuhkan untuk mempelajari modul. Artinya, jika modul dapat diselesaikan dalam tiga jam, maka peserta didik seharusnya dapat menyelesaikan tes akhir dalam waktu sekitar tiga puluh menit.
- 3) Indeks, indeks berisi istilah-istilah penting yang terdapat dalam modul beserta nomor halaman tempat istilah tersebut ditemukan. Keberadaan indeks dalam modul bertujuan untuk memudahkan pembelajar dalam menemukan topik yang ingin mereka pelajari. Oleh karena itu, indeks sebaiknya mencakup kata kunci yang kemungkinan besar akan dicari oleh pembelajar.²⁰

²⁰ Meilani Safitri, *Pelatihan Pembuatan Modul Pembelajaran Bagi Guru-Guru Sd Negeri 121 Palembang*, Transformasi Pendidikan

B. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit listrik tenaga surya. PLTS merupakan salah satu jenis energi baru terbarukan, PLTS mengonversikan energi foton dari surya menjadi energi listrik melalui sel PV. Sistem PLTS memerlukan area terbuka dan bebas dari benda atau bayangan yang dapat menghalangi panel surya dalam menyerap dan menerima radiasi matahari, sehingga untuk keperluan penempatan panel surya dapat dilakukan dengan memanfaatkan atap bangunan.²¹

C. PLTS Sistem *Off Grid*

Sistem PLTS *off-grid* merupakan sistem PLTS yang tidak terhubung dengan jaringan listrik PLN. Sistem ini disebut juga *System Stand Alone* karena sistem ini hanya mengandalkan energi matahari sebagai satu-satunya sumber energi utama dengan menggunakan rangkaian modul surya untuk

Berbasis Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat di Era Merdeka Belajar, 24 September 2022

²¹ Argo Tri Winnarni, Perancangan dan Analisis Tekno Ekonomi PLTS On-Grid System sebagai Supply Energi Listrik Masjid Al-Istiqamah Politeknik Negeri Jember, *Jurnal Sistem Kelistrikan*, Vol. 11 No. 3, Tahun 2024

menghasilkan energi listrik sesuai dengan kebutuhan.²² Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Off Grid* merupakan sistem pembangkit listrik alternatif untuk daerah-daerah terpencil atau daerah-daerah pedesaan yang tidak terjangkau jaringan listrik PLN. Sistem PLTS *Off Grid* menggunakan energi matahari sebagai sumber utama listrik sehingga ramah lingkungan dan tidak menimbulkan polusi udara. Teknologi ini menjadi alternatif terbaik untuk menyediakan energi listrik di wilayah terpencil dengan cara mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Selain itu, sistem ini mudah dioperasikan dan dirawat, serta mampu berfungsi hingga 10 tahun tanpa memerlukan penggantian peralatan.²³

D. Renewable Energy

Renewable energy adalah energi yang berasal dari sumber energi terbarukan. Sumber energi terbarukan adalah sumber

²² Aas Wasri Hasanah, Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid 6,4 Kwp Untuk 1 Unit Rumah Tinggal, *Energi dan Kelistrikan: Jurnal Ilmiah*, Vol. 13, No. 1, Tahun 2021

²³ Muhammad Naim, RANCANGAN SISTEM KELISTRIKAN PLTS OFF GRID 1000 WATT DI DESA LOEHA KECAMATAN TOWUTI, *Vertex Elektro*, Vol. 12, No. 01, Tahun 2020

energi yang dihasilkan dari sumber daya energi berkelanjutan jika dikelola dengan baik, termasuk panas bumi, angin, bioenergi, sinar matahari, aliran air, dan air terjun, serta pergerakan dan perbedaan suhu lapisan laut. Energi terbarukan, menurut *International Energy Agency* (IEA), dapat dijelaskan sebagai sumber energi yang dapat diperbarui secara terus-menerus melalui proses alami. Contohnya termasuk energi yang dihasilkan secara langsung maupun tidak langsung dari sinar matahari atau energi panas bumi. IEA mengklasifikasikan energi terbarukan sebagai energi surya, energi angin, biomassa, energi panas bumi, energi hidro, energi laut, biofuel, dan hidrogen.²⁴

²⁴ Tika Maidasari, Renewable Energy as A Green Economy Stimulus In Indonesia, *JEBT: Jurnal Energi Baru & Terbarukan*, Vol. 4, No. 3, Hal. 183-191, Tahun 2023

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini peneliti melakukan penelitian menggunakan rancangan *research and development* (R&D), metode yang digunakan peneliti adalah pendekatan 4D. Alasan peneliti memilih model 4D karena lebih ringkas dan efisien dibandingkan model lain seperti Borg & Gall yang memiliki 10 langkah atau Dick & Carey yang cukup kompleks, model ini juga dirancang untuk mengembangkan perangkat pembelajaran (*learning materials*). Karena penelitian ini berfokus pada penyusunan modul ajar tenaga surya *off-grid*, maka model ini menjadi pilihan paling relevan secara metodologis dibanding model lain seperti ADDIE yang lebih umum untuk desain instruksional. Alasan lainnya peneliti menggunakan model 4D karena memudahkan peneliti untuk melakukan uji kelayakan dan model ini lebih realistis diterapkan dibandingkan Borg & Gall yang memerlukan biaya, waktu, dan sampel yang besar. Penggunaan metode penelitian dan pengembangan merupakan metode penelitian yang dapat menghasilkan suatu produk tertentu dan menguji tingkat keefektifan produk tersebut. Produk yang sedang peneliti kembangkan adalah modul pembelajaran sistem tenaga surya *off grid* pada mata kuliah *renewable energy*. Jadi ada 4 tahapan

dalam metode ini yaitu, *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *development* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebaran). Pemanfaatan model 4D ini lebih praktis diterapkan dalam strategi belajar, sebab setiap langkah dari proses pengembangan dijabarkan secara rinci.²⁵

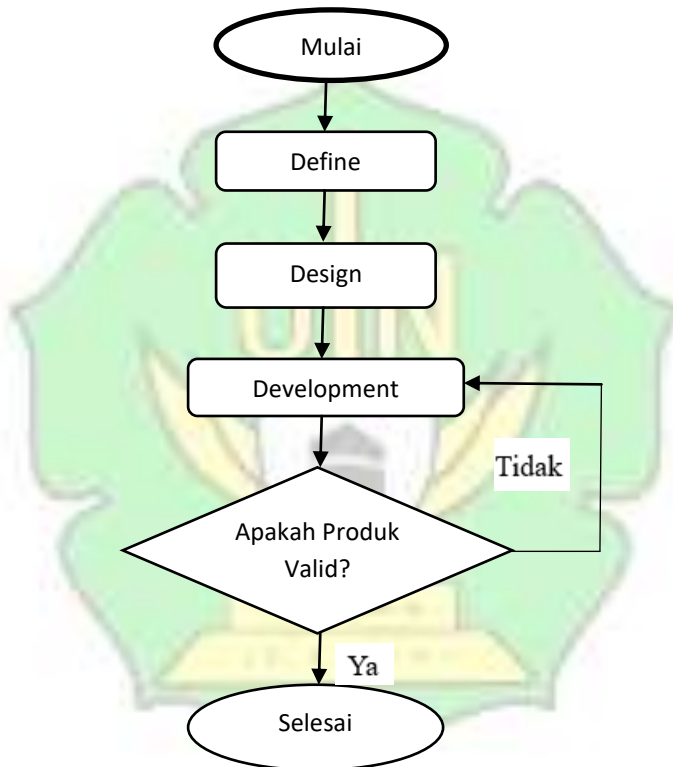
Model 4D bisa menjadi salah satu pilihan dalam pengembangan produk atau model di sektor pendidikan. Setiap tahapannya berkaitan dengan elemen-elemen pengembangan inovasi dalam dunia pendidikan, terutama yang berhubungan dengan kurikulum pembelajaran, manajemen pendidikan, kebijakan pendidikan, dan kepemimpinan di bidang pendidikan.²⁶ Pada penelitian kali ini model 4D ini disederhanakan menjadi tiga tahapan saja yaitu, *define*, *design*, dan *development*. Penelitian ini di sederhanakan oleh beberapa faktor seperti singkatnya waktu dan kurangnya biaya.

²⁵ Al-Lika Fadia Arta, Perancangan Media Animasi Interaktif pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika Kelas XI Teknik Audio Vidio Di SMKN 1 Sumatera Barat, *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, volume 4, Nomor. 6, Tahun 2022

²⁶ Zamsiwaya, Model Pengembangan 4D (Define, Design, Develop, dan Disseminate) dalam Pembelajaran Pendidikan Islam, *Journal of Islamic Education El Madani*, Volume. 4, Nomer 1, Tahun 2024



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

Gambar 3.2 *Flowchart* Pembuatan Modul Ajar Sistem Tenaga Surya *Off Grid*

1. Define (pendefinisian)

Tahap ini bertujuan untuk menentukan serta merumuskan kebutuhan dalam proses pembelajaran. Pada tahap define (pendefinisian), dilakukan analisis dan identifikasi permasalahan guna memperoleh informasi yang relevan terkait dengan produk yang akan dikembangkan. Penelitian ini telah berada pada tahap pendefinisian, yang dilakukan melalui penyebaran angket kepada mahasiswa dengan tujuan memperoleh data awal untuk kebutuhan perancangan modul.

2. Design (perancangan)

Tahap ini bertujuan untuk menyusun rancangan perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan, sehingga dihasilkan sebuah prototipe. Secara umum, proses perancangan ini mencakup tiga langkah utama, yaitu menentukan media yang digunakan, memilih format media, serta membuat desain awal media.

Penyusunan Modul Ajar Sistem Tenaga Surya Off Grid pada Mata Kuliah Renewable Energy” disusun menggunakan media canva dalam format modul cetak. Modul pembelajaran perlu mencantumkan identitas yang terdiri dari nama modul,

penulis, lembaga, serta tujuan penggunaannya, agar pembaca dapat mengerti konteks bahan ajar tersebut. Di samping itu, modul harus menunjukkan hasil pembelajaran yang sesuai dengan kurikulum, serta mencakup tujuan pembelajaran yang merinci keterampilan dan pengetahuan yang diharapkan dikuasai oleh siswa setelah mengikuti pelajaran ini. Untuk memperjelas konten, modul juga harus menyertakan gambaran singkat mengenai materi yang akan diajarkan dan hubungannya dengan kehidupan sehari-hari atau dunia kerja. Diperlukan petunjuk penggunaan yang baik untuk mahasiswa dan dosen, sehingga memudahkan dalam proses belajar mandiri maupun terstruktur. Materi ajar disusun secara sistematis, dilengkapi ilustrasi, table, diagram, maupun contoh kontekstual agar lebih mudah dipahami. Modul ajar juga dilengkapi latihan dan tugas berupa soal untuk melatih kemampuan peserta didik dalam mengaplikasikan konsep. Untuk memperkuat pemahaman, modul ajar di lengkapi dengan rangkuman yang berisi inti pokok pembahasan, dan terakhir modul ajar wajib menyertakan daftar Pustaka yang memuat sumber rujukan ilmiah seperti buku, artikel, jurnal,

maupun standar yang relevan. Modul ini dicetak menggunakan kertas ukuran A4 (210 mm x 297 mm) dengan margin standar, yaitu atas 4 cm, bawah 3 cm, kiri 4 cm, dan kanan 3 cm. Jenis huruf yang digunakan adalah Times New Roman, dengan ukuran font 14 pt tebal untuk judul bab dan subbab, serta 12 pt untuk isi paragraf dengan spasi 1,5 dan perataan teks rata kiri-kanan (justified). Untuk elemen visual seperti tabel dan gambar, digunakan ukuran font minimal 10 pt yang disertai dengan penomoran sistematis dan keterangan gambar.

Secara keseluruhan, modul ini dirancang memiliki panjang sekitar 30 hingga 50 halaman, disesuaikan dengan kedalaman materi, serta dilengkapi dengan gambar, diagram, soal latihan, dan ringkasan materi untuk menunjang pemahaman mahasiswa. Tata letak modul dibuat sistematis, dengan penambahan header dan penomoran halaman agar memudahkan navigasi isi. Struktur modul mencakup bagian-bagian seperti sampul, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan, tujuan pembelajaran, materi inti, contoh soal dan latihan, rangkuman, evaluasi, dan daftar pustaka. Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif,

sesuai kaidah Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PUEBI), dan mudah dipahami oleh mahasiswa, serta didukung oleh ilustrasi dan diagram yang relevan dengan materi pembelajaran.

3. *Development* (pengembangan)

Tujuan tahap ini adalah menghasilkan produk yang sudah direvisi berdasarkan masukan dan saran dari para ahli. Diketahui dari hasil validasi ahli kemudian dilakukan revisi sampai produk layak dan dapat digunakan sebagai bahan ajar. Penilaian atau validasi oleh ahli dapat ditentukan dengan kriteria kelayakan yang didapat dari rerata skor responden. Nilai rata-rata skor responden yang telah didapat kemudian dikonversikan sesuai tabel konversi kelayakan untuk mengetahui tingkat kelayakan modul pembelajaran menurut responden.²⁷

²⁷ Aprilia Rahmi, pengembangan Media Pembelajaran Multimedia Interaktif Lectora Inspire Pelajaran Pekerjaan Dasar Elektromekanik, *Journal of Electrical Vocational Teacher Education*, Vol. 1, No. 2, Nopember 2021

B. Instrumen Pengumpulan Data

Produk yang telah dikembangkan di uji kelayakannya menggunakan instrumen penelitian. Dalam penelitian ini, data dikumpulkan melalui kuesioner dengan skala likert lima tingkat (1 hingga 5). Terdapat tiga jenis lembar validasi yang digunakan sebagai alat bantu evaluasi, yaitu lembar validasi dari ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa.

Tujuan dari lembar validasi adalah untuk menilai kelayakan rancangan perangkat pembelajaran dari segi isi dan media sebelum diterapkan. Lembar validasi ini berfungsi sebagai instrumen dalam penelitian dan diisi oleh para ahli sesuai bidangnya. Penilaian dilakukan dengan cara memberikan tanda centang pada pilihan jawaban yang paling sesuai dengan kriteria yang tersedia. Skala Likert digunakan untuk mengukur persepsi para ahli, dengan pilihan jawaban mulai dari “sangat sesuai” hingga “sangat tidak sesuai” terhadap materi pembelajaran. Tabel 3.1 menampilkan alternatif jawaban skala likert beserta penjelasan untuk tiap skor.

1. Validasi Ahli Materi

Angket validasi ahli materi digunakan sebagai instrumen untuk menilai ketepatan dan kelengkapan

bahan yang digunakan dalam pembuatan modul. Rincian angket ini dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Indikator	Butir Pertanyaan
Kesesuaian materi	1. Modul sesuai dengan materi energi surya <i>off grid</i> pada mata kuliah <i>reneweble energy</i>
	2. Modul sesuai dengan konsep pembelajaran energi surya <i>off grid</i> pada mata kuliah <i>reneweble energy</i>
	3. Modul menampilkan materi tentang energi surya <i>off grid</i> dengan sangat rinci dan jelas.
Keefektifan materi	4. Modul berperan dalam mempercepat proses penyelesaian tugas oleh peserta didik
	5. Modul ini menyajikan panduan belajar yang mudah dipahami
	6. Modul ini sudah dilengkapi dengan soal latihan yang dapat dikerjakan oleh mahasiswa
	7. Modul ini membantu mahasiswa lebih mudah memahami cara kerja panel sistem energi <i>off grid</i> surya pada mata kuliah <i>reneweble energy</i>
	8. Keberadaan modul memudahkan

	pengajar dalam menyampaikan materi mengenai panel surya <i>off grid</i> pada mata kuliah <i>renewable energy</i>
	9. Adanya modul membuat proses pembelajaran menjadi lebih sederhana dan membantu mahasiswa lebih memahami materi mengenai energi surya
Pencapaian tujuan pembelajaran	10. Materi yang disampaikan sudah selaras dengan tujuan pembelajaran yang ditetapkan, yaitu memahami panel surya
	11. Modul telah menyampaikan capaian (CPMK) pada mata kuliah <i>renewable energy</i>
	12. Modul ini memberikan mahasiswa pengetahuan yang lebih relevan dengan materi terkait energi surya
	13. Materi yang terdapat pada modul relevan dan bermanfaat untuk mata kuliah <i>renewable energy</i>.
ketertarikan	14. Materi dalam modul disajikan dengan poin-poin yang menarik perhatian pembaca
	15. Modul ini mampu menunjang proses pembelajaran pada mata kuliah

	<i>renewable energy</i>
--	-------------------------

Adapun instrument validasi ahli materi per indikator dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut.

Tabel 3. 1 Instrumen per Indikator Validasi Ahli Materi

Indikator	No Butir	Jawaban					Jumlah
		1	2	3	4	5	
Kesesuaian Materi	1						
	2						
	3						
Keefektifan materi	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
Pencapaian tujuan pembelajaran	11						
	12						
	13						
	14						
ketertarikan	15						
	16						
Jumlah Skor dan Persentase Total							

2. Validasi Ahli Media

Instrumen validasi dari ahli media ditujukan kepada para profesional yang memahami konsep pengembangan produk pembelajaran. Untuk menilai aspek warna, pencetakan, dan desain dari modul yang telah dibuat, digunakan lembar validasi media yang diserahkan kepada ahli media. Adapun instrumen ahli media yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 3. 3 Instrumen Validasi Ahli Media

Indikator	Butir Pertanyaan
Cover	1. Ketepatan tampilan proporsi <i>layout</i> .
	2. Ilustrasi cover yang disajikan sesuai dengan isi/materi.
	3. Tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi jenis huruf
Tata letak	4. Penyajian tata letak sesuai dengan urutan modul
	5. Ukuran huruf yang digunakan tepat dan mudah dibaca.
Kata pengantar	6. Pemilihan font huruf menarik dan mudah dibaca
	7. Meminimalisirkan kombinasi jenis huruf
	8. Penggunaan margin kanan dan

	kiri sama
Daftar isi	9. Penyajian daftar isi sesuai dengan isi
	10. Membuktikan pencarian halaman dan judul modul
	11. Penggunaan spasi konsisten di setiap barisnya
Pendahuluan	12. Petunjuk penggunaan modul jelas
	13. Menggambarkan isi keseluruhan dari modul
Konsep	14. Menampilkan keterkaitan materi dengan sub bab materi
	15. Menampilkan kerapian tata letak
	16. Penyajian hubungan antara konsep jelas dan logis
Pembelajaran	17. Menyajikan tampilan gambar yang berkualitas
	18. Menyajikan gambar sesuai dengan isi materi
	19. Menunjukkan kesinambungan antara rumus matematis dengan pembelajaran
	20. Penyajian contoh soal sesuai dengan isi materi
Uji kompetensi	21. Menyajikan soal yang dapat melatih mahasiswa
	22. Menyajikan soal yang sesuai dengan materi pembelajaran
	23. Mengukur kemampuan mahasiswa.

Instrumen validasi ahli media pada penelitian ini menggunakan lembar penilaian berbentuk angket

dengan skala Likert 5 poin. Setiap indikator pada aspek cover, tata letak, konsep dan lain-lain dirumuskan dalam bentuk pernyataan yang harus dinilai oleh ahli media. Adapun instrumen per indikator pada ahli media dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3. 2 Instrumen per Indikator Validasi Ahli Media

Indikator	No Butir	Kriteria Nilai					Jumlah
		1	2	3	4	5	
Cover	1						
	2						
	3						
Tata Letak	4						
	5						
Kata Pengantar	6						
	7						
	8						
Daftar Isi	9						
	10						
	11						
Pendahuluan	12						
	13						
Konsep	14						
	15						
	16						
Pembelajaran	17						
	18						
	19						

	20					
Uji Kompetisi	21					
	22					
	23					
	Jumlah Skor Persentase Total					

3. Validasi Ahli Bahasa

Validasi ahli bahasa adalah proses penilaian yang dilakukan oleh pakar kebahasaan untuk memastikan bahwa bahasa yang digunakan dalam suatu produk pembelajaran, seperti modul, telah sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar. Penilaian ini mencakup berbagai aspek kebahasaan, seperti ketepatan struktur kalimat, kesesuaian ejaan menurut PUEBI. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 3. 3 Instrumen Validasi Ahli Bahasa

Indikator	Butir Pertanyaan
Ketepatan Bahasa	1. Penggunaan struktur kalimat sesuai kaidah bahasa Indonesia
	2. Kalimat menggunakan SPOK yang benar
Kesesuaian Ejaan	3. Ejaan sudah sesuai dengan Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PUEBI)

	4. Tanda baca digunakan dengan tepat
Kejelasan Makna	5. Kalimat tidak menimbulkan makna ganda atau ambigu
	6. Tidak terjadi tumpang tindih makna
Keterbacaan	7. Kalimat mudah dipahami oleh pembaca sasaran (mahasiswa)
	8. Susunan paragraf logis dan mudah dipahami
Konsistensi Istilah	9. Istilah yang digunakan konsisten dan sesuai dengan konteks
	10. Tidak ada istilah yang berubah-ubah penulisannya
Keefektifan Kalimat	11. Kalimat tidak bertele-tele dan langsung pada pokok bahasan
	12. Tidak ada pengulangan yang tidak perlu
Gaya Bahasa	13. Bahasa bersifat ilmiah tetapi tetap komunikatif
	14. Tidak terlalu kaku, tetap komunikatif
Kesesuaian dengan Karakter Modul	15. Bahasa sesuai dengan karakter pembelajaran dalam pendidikan vokasi
	16. Relevan dengan konteks mahasiswa dan mata kuliah teknis

Adapun instrumen per indikatoran pada ahli bahasa dapat dilihat pada tabel 3.6 berikut.

Tabel 3. 4 Instrumen Per Indikatoran Ahli Bahasa

Indikator	No Butir	Kriteria Nilai					Jumlah
		1	2	3	4	5	
Ketepatan Bahasa	1						
	2						
Kesesuaian Ejaan	3						
	4						
Kejelasan Makna	5						
	6						
Keterbacaan	7						
	8						
Konsistensi Istilah	9						
	10						
Keefektifan Istilah	11						
	12						
Gaya Bahasa	13						
	14						
Kesesuaian Karakter Modul	15						
	16						
Jumlah Skor Persentase Total							

C. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data kuantitatif, di mana data yang diperoleh berupa angka-angka statistik yang dapat dianalisis secara numerik. Peneliti dalam

penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data berupa Lembar Validasi untuk mempermudah di analisis data.

Lembar validasi merupakan salah satu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberikan sejumlah pernyataan atau pertanyaan tertulis kepada validator untuk diisi. Dalam penelitian ini, lembar validasi diberikan kepada dua orang validator, yaitu ahli media dan ahli materi.

D. Teknik Analisa Data

Teknik analisis data dari hasil validasi ahli digunakan untuk menilai kelayakan modul yang telah disampaikan kepada ahli materi, ahli media dan ahli bahasa, di mana masing-masing ahli menerima lembar validasi. Untuk menghitung skor ideal secara keseluruhan dalam menilai kelayakan modul berdasarkan lembar validasi materi, media dan ahli bahasa digunakan rumus sebagai berikut.

$$P = \frac{\sum x}{\sum i} \times 100$$

Keterangan :

P = persentase (%)

$\sum x$ = jumlah nilai keseluruhan

$\sum i$ = jumlah nilai maksimum

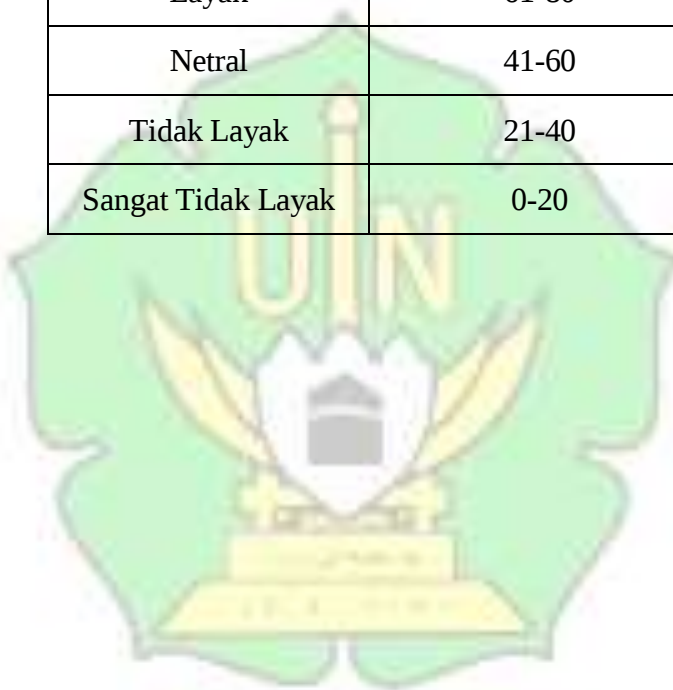
Dalam studi ini, lembar validasi digunakan sebagai instrumen penelitian yang diisi oleh para ahli media, ahli materi dan ahli bahasa. Lembar validasi materi khususnya bertujuan untuk menilai keakuratan materi yang terdapat dalam media pembelajaran yang telah disusun. Dalam validasi materi, tersedia 10 pernyataan instrumen dengan skor maksimum masing-masing sebesar 5. Dengan melibatkan 6 validator, apabila setiap pernyataan memperoleh skor 5, maka skor ideal total dari indikator tersebut adalah 150.

Lembar validasi media berfungsi untuk mengevaluasi tingkat kepraktisan media pembelajaran yang telah dikembangkan. Validasi ini mencakup 12 butir pernyataan yang diberikan kepada ahli media, dengan nilai maksimum setiap item sebesar 5. Proses penilaian melibatkan dua orang validator dari kalangan ahli media. Apabila seluruh pernyataan memperoleh skor tertinggi, maka skor ideal total yang diperoleh dari indikator adalah 60.

Persentase yang menunjukkan tingkat kelayakan modul pembelajaran sistem pengisian tandon air berbasis tenaga surya nirbaterai pada mata kuliah *renewable energy* dapat dilihat pada tabel 3.7

Tabel 3. 7 Kategori Persentase Hasil Kelayakan

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



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini penulis akan membahas hasil dari perancangan modul ajar, hasil pengujian validasi ahli media dan ahli materi untuk menentukan kelayakan dari modul ajar yang akan digunakan untuk pembelajaran pada mata kuliah *renewable energy*.

A. Hasil Penelitian

1. Perancangan Bahan Ajar Sistem Tenaga Surya *OffGrid* pada Mata Kuliah Renewable Energi

Dalam penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah produk bahan ajar yang berupa modul sistem tenaga surya Off Grid yang sering disebut stand alone system pada mata kuliah renewable energy. Perancangan modul ajar sistem tenaga surya Off Grid ini dirancang dengan model 3D yang mana memiliki 3 tahapan yaitu pendefinisian (define), desain (design), dan pengembangan (development). Ketiga tahapan ini dikonstruksikan menjadi satu modul ajar dengan menyajikan materi tentang tenaga surya Off Grid. Berikut ini merupakan tahapan perancangan yang dilakukan.

a. *Define* (pendefinisian)

Tahapan pertama yang peneliti lakukan yaitu melakukan evaluasi kebutuhan mahasiswa dan pengkajian karakteristik mahasiswa. Tahapan ini terdiri dari tahapan analisis kebutuhan, identifikasi dan menemukan permasalahan mahasiswa dalam pembelajaran Renewable Energy di UIN Ar-Raniry. Peneliti melakukan analisa data awal dengan melakukan pra observasi dengan beberapa Mahasiswa angkatan 2021 yang sudah mengambil Mata Kuliah Renewable Energy tentang kebutuhan dan permasalahan dalam memahami beberapa materi dalam pembelajaran mata kuliah Renewable Energy. Hal ini dilakukan untuk menentukan ruang lingkup perancangan bahan ajar dan analisis materi yang sesuai.

Berikut ini beberapa temuan yang menjadi landasan penyusunan modul ajar sistem tenaga surya off grid pada mata kuliah renewable energy yang dapat dilihat dalam Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Tahapan Analisis Kebutuhan

Menentukan Ruang Lingkup	Mengidentifikasi Mahasiswa	Analisa Materi
Sasaran	Pemahaman	Perlunya modul

Mahasiswa program studi pendidikan teknik elektro semester 7	mahasiswa semester 7 tentang materi sistem tenaga surya <i>off grid</i>	ajar sistem tenaga surya <i>off grid</i> pada mata kuliah renewable energy untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan memfasilitasi pembelajaran yang lebih aktif
Dosen atau guru dituntut memiliki kemampuan dalam merancang dan mengembangkan materi yang lebih interaktif terintegrasi teknologi sesuai dengan perkembangan dunia pendidikan.	Sebagian besar mahasiswa masih bergantung pada penjelasan dosen dan belum terbiasa dengan pembelajaran berbasis proyek.	Materi sistem tenaga surya <i>off grid</i> merupakan salah satu materi pada mata kuliah renewable energy. Materi ini membutuhkan visualisasi, praktik langsung, dan pendekatan lintas disiplin agar lebih mudah dipahami.
Kurangnya bahan ajar yang menyajikan materi dasar dari renewable energy khususnya tentang sistem tenaga surya <i>off grid</i>	Mahasiswa kesulitan dalam pembelajaran sistem mikroprosesor pada proses simulasi secara langsung karena kurangnya pengetahuan tentang dasar-	Modul ajar harus dapat memfasilitasi eksplorasi konsep melalui tahapan EDP (<i>Engineering Design Process</i>): <i>Ask, Imagine, Plan, Create, Improve.</i>

	dasar dan komponen- komponen sistem tenaga surya <i>off grid</i>	
--	---	--

Lalu selanjutnya peneliti melanjutkan tahapan dengan menganalisis kurikulum seperti RPS yang digunakan dosen pengampu mata kuliah *Renewable Energi*, menyesuaikan dengan CPL (Capaian Pembelajaran Lulusan), CPMK (Capaian Pembelajaran Mata Kuliah), dan sub CPMK berdasarkan RPS tersebut. Kemudian peneliti melakukan analisis materi dan sumber bahan ajar berdasarkan RPS yang didapat, terdapat 12 materi yang akan dipelajari dalam mata kuliah *Renewable Energy* ini, lalu peneliti memilih materi sistem tenaga surya *Off Grid* sebagai materi dalam modul ajar yang akan dirancang. Materi tersebut dipilih karena materi tersebut merupakan salah satu materi *Renewable Energy* apabila ada modul ajar yang membahas tentang materi ini dapat memudahkan mahasiswa untuk belajar dan memahami secara individu untuk mendapatkan pengetahuan dasar sebelum melanjutkan materi lebih jauh.

Berdasarkan analisis kebutuhan diatas terdapat beberapa temuan yang menjadi dasar perancangan

sistem tenaga surya *Off Grid* untuk mata kuliah *Renewable Energy*.

Berdasarkan analisa materi, mahasiswa mengalami kendala dalam memahami materi yang bersifat abstrak yang apabila hanya disajikan melalui ceramah atau teks. Salah satu materi yang sulit dipahami Adalah sistem tenaga surya *Off Grid*. Mahasiswa dengan latar belakang Sekolah Menengah Atas (SMA) cenderung lebih sulit memahami tentang sistem tenaga surya *Off Grid*.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan tersebut pula dapat dilakukan perumusan perencanaan bahan ajar sistem tenaga surya dalam bentuk modul ajar dengan berpedoman pada RPS (Rancangan Pembelajaran Semester) yang digunakan dosen pengampu mata kuliah sistem *Renewable Energi* yang dapat dilihat dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Kerangka Perancangan Modul Ajar Sisten Tenaga Surya Off Grid

Judul	Penyusunan Modul Ajar Sistem Tenaga Surya <i>Off Grid</i> Pada Mata Kuliah <i>Renewable Energy</i>
Sasaran	Mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Semester 7
Capaian Pembelajaran	Mampu menguasai konsep pemanfaatan tenaga listrik serta konsep elektronika

Lulusan	daya agar terampil melaksanakan perancangan, perakitan, pengujian, perawatan, perbaikan sistem tenaga listrik secara mandiri dan bermutu dengan perilaku jujur, dan dapat bertanggung jawab.
Materi	Perancangan Sistem Kelistrikan dari sumber energi surya untuk memenuhi kebutuhan energi Listrik off grid
Bab I	Pendahuluan Materi Sistem Tenaga Surya
Bab II	Perancangan Sistem Tenaga Surya Off Grid (Stand Alone System)
Bab III	Aspek Lingkungan dan Ekonomi
Evaluasi	Soal untuk mengukur ketercapaian pemahaman dalam kegiatan pembelajaran praktikum
Daftar Pustaka	Daftar sumber rujukan yang digunakan dalam sebuah karya tulis.

b. Desain

Setelah tahapan *define* selanjutnya adalah tahapan desain. Tahapan Desain adalah kegiatan setelah melakukan *Define*. Dalam tahap ini modul ajar dirancang mulai dari penyajian desain tampilan berupa ukuran modul, jenis tulisan, dan desain bahasa dengan penyesuaian bahasa untuk tingkat mahasiswa. Rancangan isi bahan ajar yang dihasilkan disusun secara sistematis, dengan memperhitungkan berbagai sumber tambahan seperti percobaan praktikum dan materi

pelengkap dari buku-buku dan bahan ajar yang dipakai di tingkat Universitas. Dengan demikian pendekatan yang komprehensif ini memastikan bahwa materi yang dirancang kaya akan konten namun juga berbasis pada metodologi yang teruji dan relevan. Rancangan isi modul ajar yang telah dirancang disusun dengan mendesain template yang sesuai melalui aplikasi canva sebagai berikut.



Gambar 4.1 Tampilan Aplikasi *Canva*

Tahapan ini peneliti menentukan kerangka unsur-unsur dan karakteristik yang dibutuhkan. Menetapkan materi, capaian pembelajaran lulusan, perangkat dan metode evaluasi yang dirancang secara konseptual. Penetapan materi disesuaikan dengan RPS, CPL, dan CPMK.

Pada tahap ini peneliti juga merancang lembar validasi ahli media, ahli materi, dan ahli bahasa. Penyusunan

lembar instrument validasi tersebut dilakukan penilaian terhadap kesesuaian tata bahasa oleh ahli sebelum dilakukan penilaian. Hal ini dilakukan untuk memperoleh keakuratan dan ketepatan instrument penilaian.

Adapun desain awal dari modul ajar sistem tenaga surya *off grid* yang telah dirancang sebelum melakukan proses uji validasi sebagai berikut.

1) Halaman Sampul

Halaman sampul/*cover* mencerminkan isi yang akan dibahas didalam modul ajar.



Gambar 4.2. Tampilan *Cover* Modul Ajar

2) Tinjauan Mata Kuliah

Tinjauan Mata Kuliah memuat tentang identitas mata kuliah, penjelasan mata kuliah secara singkat dan capaian mata kuliah yang

telah ditetapkan sesuai dengan RPS yang digunakan oleh dosen pengampu mata kuliah sistem renewable energi.



Gambar 4. 3 Tampilan Tinjauan Mata Kuliah

3) Petunjuk Penggunaan Modul

Petunjuk Penggunaan Modul memuat tentang tata cara penggunaan modul ajar baik untuk mahasiswa maupun untuk dosen pengampu mata kuliah.



Gambar 4.4 Tampilan Penggunaan Modul

4) Evaluasi

Soal evaluasi adalah salah satu instrumen yang digunakan dosen untuk mengukur tercapai/tidaknya sebuah pembelajaran pada mata kuliah tersebut. Peneliti menyajikan evaluasi agar dosen dapat mengukur tingkat pemahaman mahasiswa.



Gambar 4.5 Tampilan Soal Evaluasi

c. *Development* (Pengembangan)

Tahap pengembangan ini bertujuan untuk menghasilkan modul ajar yang direvisi berdasarkan saran dan penilaian dari para validator ahli media, ahli materi, dan ahli bahasa. Kegiatan pada tahap ini terdiri dari memodifikasi dan merevisi modul sesuai dengan saran dan masukan yang diberikan oleh validator.

Setelah mendapatkan hasil validasi dari validator ahli media dan validator ahli materi modul ajar yang telah dirancang untuk mata kuliah Renewable Energi, selanjutnya dilanjutkan dengan melakukan revisi sesuai dengan komentar dan saran yang ditulis oleh validator. Adapun komentar dan saran validator sebagai berikut.

1. Revisi Ahli Materi

Peneliti mendapatkan komentar dan saran sebagai berikut:

a) Rumus Matematika



(a)

(b)

Gambar 4. 6 (a) sebelum revisi (b) sesudah

revisi

Terdapat perhitungan pada modul ajar bab 3, rumus dan cara untuk penyelesaian dibuat dengan lebih rinci agar mahasiswa dapat lebih memahami dengan baik.

b) Penambahan materi pada perancangan

Memberikan rancangan yang jelas supaya mahasiswa bisa memahami sistem tenaga surya *off grid* dengan lebih baik.

2. Revisi Ahli media

Setelah validasi ahli materi penulis mendapat komentar dan saran sebagai berikut:

a) Penggunaan gambar yang lebih baik



(a)

(b)

Gambar 4. 7 (a) sebelum revisi (b) sesudah revisi

Menggunakan gambar dengan kualitas yang bagus supaya mahasiswa memiliki referensi bentuk objek yang sedang di pelajari, hal ini memungkinkan mahasiswa

dapat memahami konsep materi dengan lebih baik.

b) Menambahkan Skema Gambar



(a)

(b)

Gambar 4.8 (a) sebelum revisi (b) sesudah revisi

Penambahan skema adalah salah satu unsur paling penting dalam pembuatan modul ajar. Skema membantu mahasiswa untuk mengetahui struktur suatu objek dengan lebih mendetail, skema sendiri memiliki beragam macam bentuk, mulai dari skema umum yang menampilkan rancangan dari satu objek ke objek lain seperti beda gambar 4.7 (b) ataupun yang menunjukkan struktur suatu objek dengan mendetail

3. Revisi Ahli Bahasa

Pada bagian validasi ahli bahasa penulis masih memiliki kesalahan penulisan pada kata-kata bahasa asing seperti *off grid*, kata-kata yang menggunakan bahasa asing harus di miringkan untuk membedakan bahwasanya itu adalah berasal dari bahasa asing. Adapun kesalahan lainnya adalah penggunaan kata hubung pada awal kalimat, kata hubung sebaiknya tidak di gunakan di awal kalimat.

2. **Penilaian Kelayakan Bahan Ajar Sistem Tenaga Surya Off Grid Pada Mata Kuliah Renewable Energi**

Validasi produk yang dilakukan untuk memperoleh penilaian kelayakan dari modul ajar yang dirancang dengan tujuan dapat digunakan dalam proses pembelajaran pada mata kuliah renewable energy. Proses validasi modul ajar dilakukan dengan cara mengisi lembar validasi yang disusun oleh penulis kemudian diserahkan kepada validator ahli media, validator ahli materi dan ahli bahasa.

Kelayakan perancangan bahan ajar dalam penelitian ini berbentuk modul ajar ditentukan berdasarkan hasil penilaian validator ahli. Validator tersebut terdiri dari 2

validator ahli media, 2 validator ahli materi dan 2 validator ahli bahasa. validator ahli media, validator ahli materi dan ahli bahasa mengisi lembar validasi dan menilai modul ajar sistem tenaga surya off grid yang telah didesain. Penilaian kelayakan bertujuan mendapatkan nilai kelayakan, saran dan masukan dari validator. Berikut hasil uji kelayakan oleh validator.

a. Analisis Kelayakan Modul Ajar dari Penilaian Ahli Materi

Validasi dilakukan dengan ahli materi yang bertujuan untuk mendapatkan informasi, kritik dan saran dari validator ahli materi yang berkaitan dengan kelayakan modul ajar agar memenuhi uji kelayakan dari segi materi. Validasi materi pada modul ajar ini diuji oleh 2 validator ahli materi yaitu Muhammad Rizal Fachri, M.T., dengan latar belakang Dosen Pendidikan Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Ar Raniry dan Suardi Nur M. Sc, PhD dengan latar belakang Dosen Saintek Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Analisis Kelayakan modul ajar juga dilakukan berdasarkan penilaian ahli materi yang ditinjau dari aspek kelayakan isi, kelayakan kebahasaan

dan penyajian. Hasil dari analisis kelayakan substansi materi dalam modul ajar ini dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.13 Hasil Penilaian Modul Ajar oleh Ahli Materi

Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Penilaian	
		V1	V2
Kesesuaian Materi	Modul sesuai dengan materi energi surya <i>off grid</i> pada mata kuliah <i>renewable energy</i>	4	4
	Modul sesuai dengan konsep pembelajaran energi surya <i>off grid</i> pada mata kuliah <i>renewable energy</i>	4	4
	Modul menampilkan materi tentang energi surya <i>off grid</i> dengan sangat rinci dan jelas.	4	3
Kefektifan Materi	Modul berperan dalam mempercepat proses penyelesaian tugas oleh peserta didik	5	5
	Modul ini menyajikan panduan belajar yang mudah dipahami	4	4
	Modul ini sudah	5	5

	dilengkapi dengan soal latihan yang dapat dikerjakan oleh mahasiswa		
	Modul ini membantu mahasiswa lebih mudah memahami cara kerja panel surya <i>off grid</i> pada mata kuliah <i>renewable energy</i>	4	4
	Keberadaan modul memudahkan pengajar dalam menyampaikan materi mengenai energi surya <i>off grid</i> pada mata kuliah <i>renewable energy</i>	5	3
	Adanya modul membuat proses pembelajaran menjadi lebih sederhana dan membantu mahasiswa lebih memahami materi mengenai energi surya <i>off grid</i>	5	4
Pencapaian Tujuan Pembelajaran	Materi yang disampaikan sudah selaras dengan tujuan pembelajaran yang ditetapkan, yaitu memahami	5	3

	energi surya <i>off grid</i>		
	Modul telah menyampaikan capaian (CPMK) pada mata kuliah <i>renewable energy</i>	5	4
	Modul ini memberikan mahasiswa pengetahuan yang lebih relevan dengan materi terkait energi surya <i>off grid</i>	5	4
	Materi yang terdapat pada modul relevan dan bermanfaat untuk mata kuliah <i>renewable energy</i> .	5	5
Ketertarikan	Materi dalam modul disajikan dengan poin-poin yang menarik perhatian pembaca	4	4
	Modul ini mampu menunjang proses pembelajaran pada mata kuliah <i>renewable energy</i> .	5	4
Jumlah Keseluruhan		69	60
Persentase		86%	
Kelayakan		Sangat layak	

Berdasarkan tabel 4.3 menunjukkan bahwa persentase keseluruhan materi adalah 86%,

perhitungan persentase kelayakan dihitung dengan rumus (3.1).

Sebelum menghitung kelayakan modul ajar menggunakan rumus tersebut, terlebih dahulu dihitung nilai Skala tertinggi penilaian untuk kelayakan modul ajar menggunakan rumus mencari skala tertinggi penilaian menggunakan rumus Skala Tertinggi Penilaian :

Skala Tertinggi Penilaian = jumlah validator x jumlah pertanyaan x skor tertinggi.

Skala tertinggi penilaian untuk kelayakan modul ajar sistem tenaga surya *off grid* pada validasi ahli materi adalah ($2 \times 15 \times 5 = 150$) yang mana 2 adalah jumlah validator, 15 adalah jumlah butir pertanyaan, 5 adalah nilai jawaban tertinggi, dan 150 adalah skala tertinggi penilaian dari keseluruhan indikator.

Setelah mendapatkan skala tertinggi penilaian selanjutnya, total jumlah skor yang diperoleh dari semua validator ahli materi (129), dibagi dengan skala tertinggi penilaian (150) dan dikalikan

dengan 100%. Sehingga diperoleh hasil 86% dan modul ajar mendapatkan kriteria “Sangat Layak” yang merujuk pada kriteria kelayakan pada Tabel 3.3 sehingga modul ajar dapat digunakan untuk mahasiswa dalam proses pembelajaran pada mata kuliah *Renewable Energy*.

b. Hasil Validasi dari Ahli Media

Validasi dilakukan dengan ahli media yang bertujuan untuk mendapatkan informasi, kritik dan saran dari validator ahli media yang berkaitan dengan kelayakan modul ajar agar memenuhi uji kelayakan dari segi media. Validasi media pada modul ajar sistem tenaga surya diuji oleh 2 validator ahli media yaitu Muhammad Ikhsan, M.T., dengan latar belakang Dosen Pendidikan Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Ar Raniry Banda Aceh. Mursyidin, M.T., dengan latar belakang Dosen Pendidikan Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Analisis kelayakan dari ahli media ini dilakukan berdasarkan penilaian yang diberikan

oleh validator yang ditinjau dari aspek ukuran modul, desain cover modul, dan desain isi modul. Hasil dari analisis kelayakan substansi media dalam modul ajar ini dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut

Tabel 4. 4 Hasil Penilaian Modul Ajar Oleh Ahli Media

Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Penilaian	
		V1	V2
Cover	Ketepatan tampilan proporsi layout.	4	4
	Ilustrasi cover yang disajikan sesuai dengan isi/materi.	5	4
	Tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi jenis huruf	5	5
Tata Letak	Penyajian tata letak sesuai dengan urutan modul	3	5
	Ukuran huruf yang digunakan tepat dan mudah dibaca.	4	5
Kata Pengantar	Pemilihan font huruf menarik dan mudah dibaca	4	4

	Meminimalisirkan kombinasi jenis huruf	5	5
	Penggunaan margin kanan dan kiri sama	5	4
Daftar Isi	Penyajian daftar isi sesuai dengan isi	5	5
	Membuktikan pencarian halaman dan judul modul	5	3
	Penggunaan spasi konsisten di setiap barisnya	5	5
Pendahuluan	Petunjuk penggunaan modul jelas	5	4
	Menggambarkan isi keseluruhan dari modul	3	3
Konsep	Menampilkan keterkaitan materi dengan sub bab materi	5	4
	Menampilkan kerapian tata letak	5	4
	Penyajian hubungan antara konsep jelas dan logis	3	4
Pembelajaran	Menyajikan tampilan gambar yang berkualitas	3	5
	Menyajikan gambar sesuai dengan isi materi	3	5
	Menunjukkan kesinambungan	5	5

	antara rumus matematis dengan pembelajaran		
	Menyajikan soal yang sesuai dengan materi pembelajaran	5	5
Uji Kompetensi	Menyajikan soal yang dapat melatih mahasiswa	4	4
	Menyajikan soal yang sesuai dengan materi pembelajaran	4	4
	Mengukur kemampuan mahasiswa	5	4
Jumlah Keseluruhan		90	100
Persentase		82%	
Kelayakan		Sangat Layak	

Berdasarkan hasil yang dilihat dari tabel 4.4 menunjukkan bahwa persentase keseluruhan media adalah 82%, perhitungan persentase kelayakan.

Sebelum menghitung kelayakan modul ajar menggunakan rumus tersebut, terlebih dahulu dihitung nilai Skala tertinggi penilaian untuk kelayakan modul ajar menggunakan rumus mencari skala tertinggi penilaian menggunakan rumus Skala Tertinggi Penilaian :

Skala Tertinggi Penilaian = jumlah validator x jumlah pertanyaan x skor tertinggi.

Skala tertinggi penilaian untuk kelayakan modul ajar pada validasi ahli media adalah ($2 \times 23 \times 5 = 230$) yang mana 2 adalah jumlah validator, 23 adalah jumlah butir pertanyaan, 5 adalah nilai jawaban tertinggi, dan 190 adalah skala tertinggi penilaian dari keseluruhan indikator.

Setelah mendapatkan skala tertinggi penilaian selanjutnya, total jumlah skor yang diperoleh dari semua validator (190), dibagi dengan skala tertinggi penilaian (230) dan dikalikan dengan 100%. Sehingga diperoleh hasil 82% dan modul ajar mendapatkan kriteria “Sangat Layak” yang merujuk pada kriteria kelayakan pada Tabel 3.3 sehingga modul ajar dapat digunakan untuk mahasiswa dalam proses pembelajaran pada mata kuliah *renewable energy*.

- c. Analisis Kelayakan Modul Ajar dari Penilaian Ahli Bahasa

Validasi dilakukan dengan ahli bahasa yang bertujuan untuk mendapatkan informasi, kritik dan saran dari validator ahli bahasa yang berkaitan dengan kelayakan modul ajar agar memenuhi uji kelayakan dari segi bahasa. Validasi bahasa pada modul ajar sistem tenaga surya off grid diuji oleh validator ahli bahasa yaitu Arusman, M.Pd., dengan latar belakang Dosen Pendidikan Fisika Universitas Islam Negeri Ar Raniry. Baihaqi, M.T., dengan latar belakang Dosen Pendidikan Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Analisis Kelayakan modul ajar juga dilakukan berdasarkan penilaian ahli bahasa yang ditinjau dari aspek ketepatan tata bahasa, kejelasan kalimat, dan kerapian ejaan. Hasil dari analisis kelayakan substansi bahasa dalam modul ajar ini dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut.

Tabel 4. 2 Hasil Penilaian Modul Ajar oleh Ahli Bahasa

Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Penilaian	
		V1	V2
Ketepatan Bahasa	Penggunaan struktur kalimat sesuai kaidah bahasa Indonesia	5	5
	Kalimat menggunakan SPOK yang benar	5	5
Kesesuaian Ejaan	Ejaan sudah sesuai dengan Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PUEBI)	5	5
	Tanda baca digunakan dengan tepat	5	4
Kejelasan Makna	Kalimat tidak menimbulkan makna ganda atau ambigu	5	5
	Tidak terjadi tumpang tindih makna	5	4
Keterbacaan	Kalimat mudah dipahami oleh pembaca sasaran (mahasiswa)	5	5
	Susunan paragraf logis dan mudah dipahami	5	5
Konsistensi Istilah	Istilah yang digunakan konsisten dan sesuai dengan	5	5

	konteks		
	Tidak ada istilah yang berubah-ubah penulisannya	5	4
Keefektifan Kalimat	Kalimat tidak bertele-tele dan langsung pada pokok bahasan	5	5
	Tidak ada pengulangan yang tidak perlu	5	4
Gaya Bahasa	Bahasa bersifat ilmiah tetapi tetap komunikatif	4	5
	Tidak terlalu kaku, tetap komunikatif	4	5
Kesesuaian dengan Karakter Modul	Bahasa sesuai dengan karakter pembelajaran dalam pendidikan vokasi	4	5
	Relevan dengan konteks mahasiswa dan mata kuliah teknis	5	4
Jumlah Keseluruhan		77	75
Persentase		95%	
Kelayakan		Sangat Layak	

Berdasarkan tabel 4.5 menunjukkan bahwa persentase keseluruhan materi adalah 95%.

Sebelum menghitung kelayakan modul ajar menggunakan rumus tersebut, terlebih dahulu

dihitung nilai Skala tertinggi penilaian untuk kelayakan modul ajar sistem tenaga surya *off grid* menggunakan rumus mencari skala tertinggi penilaian menggunakan rumus Skala Tertinggi Penilaian :

Skala Tertinggi Penilaian = jumlah validator x jumlah pertanyaan x skor tertinggi.

Skala tertinggi penilaian untuk kelayakan modul ajar pada validasi ahli materi adalah ($2 \times 16 \times 5 = 160$) yang mana 2 adalah jumlah validator, 16 adalah jumlah butir pertanyaan, 5 adalah nilai jawaban tertinggi, dan 152 adalah skala tertinggi penilaian dari keseluruhan indikator.

Setelah mendapatkan skala tertinggi penilaian selanjutnya, total jumlah skor yang diperoleh dari semua validator ahli materi (152), dibagi dengan skala tertinggi penilaian (160) dan

dikalikan dengan 100%. Sehingga diperoleh hasil 95% dan modul ajar mendapatkan kriteria “Sangat Layak” yang merujuk pada kriteria kelayakan pada Tabel 3.3 sehingga modul ajar dapat digunakan untuk mahasiswa dalam proses pembelajaran pada mata kuliah *Renewable Energy*.

B. Pembahasan

1. Perancangan Bahan Ajar Sistem Tenaga Surya Off Grid pada Mata Kuliah Renewable Energy

Perancangan bahan ajar Sistem Tenaga Surya *Off Grid* pada mata kuliah *renewable energy* merupakan serangkaian proses sistematis dimulai dari tahapan pendefinisian (*Define*), desain (*Design*), dan pengembangan (*Development*). Tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

a. Tahapan Pendefinisian (*Define*)

Pada tahap awal penyusunan bahan ajar Sistem Tenaga Surya *Off Grid* untuk mata kuliah *renewable energy*, dilakukan identifikasi kebutuhan mahasiswa guna memperoleh gambaran

mengenai kondisi, karakteristik, serta hambatan yang dialami selama proses pembelajaran. Temuan dari analisis tersebut disajikan pada Tabel 4.1 dan dijadikan landasan dalam merancang bahan ajar yang sesuai serta aplikatif.

Dalam tahapan ini ditetapkan ruang lingkup pembelajaran pada mata kuliah renewable energi, dengan penekanan pada sistem tenaga surya *off grid*. Pemilihan materi tersebut didasarkan pada perannya sebagai dasar dalam memahami konsep sistem tenaga surya *off grid*.

Tahap berikutnya adalah melakukan analisis materi guna memastikan bahwa bahan ajar yang disusun dapat menjawab kebutuhan mahasiswa, khususnya dalam mengatasi kesulitan memahami konsep yang bersifat abstrak. Banyak mahasiswa mengalami kendala saat mempelajari sistem tenaga surya *off grid* apabila hanya disampaikan melalui metode ceramah, sehingga dibutuhkan pendekatan yang lebih kontekstual serta aplikatif. Penyusunan modul ajar dipandang relevan sebagai solusi, karena mampu mengintegrasikan konsep

sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam suatu pembelajaran yang utuh dan terpadu.

b. Tahapan Desain (*Design*)

Setelah analisis kebutuhan selesai pada tahap pendefinisian, tahap berikutnya adalah tahap desain. Pada tahap ini, peneliti mulai menyusun struktur dan isi modul ajar yang akan dikembangkan. Perancangan modul dilakukan dengan memperhatikan aspek visual, alur penyajian materi ke dalam setiap bagian materi.

Desain modul disusun secara sistematis, dimulai dari sampul, kata pengantar, petunjuk penggunaan, hingga materi pembelajaran yang dilengkapi dengan kegiatan praktikum dan evaluasi.

Selain itu, pada tahap desain ini peneliti juga menyusun lembar validasi sebagai instrumen untuk menguji kelayakan modul. Lembar validasi ini dirancang untuk menilai aspek isi, kebahasaan serta penyajian visual oleh para ahli media, materi dan bahasa. Secara keseluruhan, tahap desain berfungsi sebagai pondasi untuk pengembangan produk akhir modul ajar yang tidak hanya layak secara isi, namun

juga menarik secara visual dan praktis untuk diimplementasikan dalam perkuliahan.

c. Tahapan Pengembangan (*Development*)

Tahap pengembangan merupakan tahap berikutnya setelah modul ajar awal selesai dirancang. Pada tahap ini, bahan ajar yang telah disusun dievaluasi melalui proses validasi oleh para ahli guna menilai kelayakannya sebelum digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Proses validasi dilakukan oleh tiga kelompok validator, yaitu ahli media, ahli materi dan ahli bahasa, masing-masing terdiri dari dua dosen yang memiliki keahlian dalam bidang pendidikan teknik elektro.

Proses pengembangan ini tidak hanya meliputi penyusunan modul ajar secara lengkap, tetapi juga mencakup evaluasi dan perbaikan berdasarkan masukan dari para validator. Modul yang dikembangkan memuat komponen-komponen penting, termasuk tujuan pembelajaran, materi pokok, kegiatan proyek atau praktikum, panduan penggunaan, serta instrumen evaluasi pembelajaran.

Hasil validasi dari ahli materi menunjukkan bahwa isi materi dalam modul telah sesuai dengan

kurikulum, capaian pembelajaran, dan mampu mengintegrasikan rancangan sistem tenaga surya off grid secara utuh. Persentase penilaian dari ahli materi mencapai 86%, yang juga termasuk dalam kategori “Sangat Layak”.

Hasil validasi dari ahli media menunjukkan bahwa modul ajar memenuhi kriteria dari segi desain visual, tata letak, ilustrasi, dan navigasi isi. Persentase hasil penilaian mencapai 86%, yang termasuk dalam kategori “Sangat Layak”. Hal ini menunjukkan bahwa modul tersebut secara visual telah memenuhi standar kelayakan dan siap digunakan oleh mahasiswa dalam proses pembelajaran.

Hasil validasi dari ahli bahasa menunjukkan bahwa modul ajar memenuhi kriteria dari segi ketepatan tata bahasa, kejelasan kalimat, dan kerapian ejaan. Persentase hasil penilaian mencapai 95%, yang termasuk dalam kategori “Sangat Layak”.

Penilaian modul mencakup aspek kelayakan isi, kualitas bahasa, kesesuaian penyajian dengan tingkat pemahaman mahasiswa, serta efektivitas

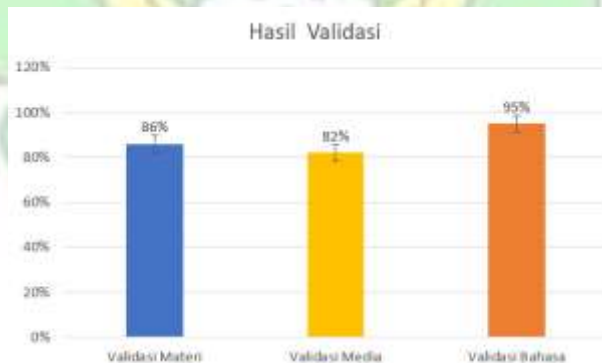
modul dalam menghubungkan teori dengan praktik. Selain penilaian kuantitatif, para validator juga memberikan masukan kualitatif berupa saran perbaikan, antara lain:

- 1) Menambahkan aspek matematika berupa rumus dan perhitungan,
- 2) Menambahkan informasi pada gambar atau ilustrasi teknis,
- 3) Menyesuaikan ukuran font agar seragam sesuai standar,
- 4) Menambahkan skema yang sesuai dengan materi

Seluruh saran dan masukan yang diberikan oleh para validator telah dijadikan acuan dalam proses revisi modul ajar. Revisi dilakukan secara menyeluruh pada bagian-bagian yang dianggap kurang atau membutuhkan penyempurnaan, baik dari segi tampilan visual maupun isi materi. Dengan demikian, modul ajar akhir yang dihasilkan pada tahap pengembangan ini telah memenuhi kriteria kelayakan dan siap digunakan dalam kegiatan pembelajaran di kelas.

2. Pembahasan Hasil Validasi Ahli Media dan Ahli Materi

Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan bahan ajar Sistem Tenaga Surya *Off Grid* untuk mata kuliah *Renewable Energy*. Bahan ajar yang dikembangkan berupa modul yang memuat materi tentang sistem tenaga surya *off grid*, dengan menggunakan pendekatan penelitian R&D (*Research and Development*). Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menghasilkan modul ajar yang valid dan layak digunakan dalam pembelajaran mata kuliah *renewable energy*



Gambar 4.9 Grafik Hasil Validasi Ahli Media, Ahli Materi dan ahli Bahasa

Proses validasi merupakan tahap penting untuk memastikan kualitas dan kelayakan bahan ajar yang

dikembangkan. Dalam penelitian ini, validasi dilakukan oleh tiga kelompok ahli, yaitu ahli media, ahli materi, dan ahli Bahasa masing-masing terdiri dari dua orang. Penilaian validasi menggunakan instrumen berbasis skala Likert dengan lima tingkatan, mulai dari 1 (sangat kurang) hingga 5 (sangat baik), yang dapat dilihat pada tabel 3.1 dan tabel 3.2.

Penilaian oleh ahli materi mencakup kesesuaian isi modul dengan kurikulum (RPS dan CPMK), kelengkapan materi, penggunaan bahasa dan keterpaduan konsep. Hasil validasi menunjukkan bahwa modul memperoleh skor 129 dari skor maksimum 150, dengan rata-rata persentase 86%, sehingga masuk dalam kategori “Sangat Layak”. Masukan dari para validator materi difokuskan pada penguatan keseimbangan antara teori dan isi, penggunaan bahasa yang lebih komunikatif, serta peningkatan penerapan aspek matematika dalam pengerjaan soal.

Penilaian oleh ahli media menitikberatkan pada aspek visual modul, termasuk tata letak, desain, kesesuaian elemen grafis, navigasi konten, serta daya tarik modul secara keseluruhan. Hasil validasi

menunjukkan bahwa modul memperoleh nilai total 190 dari skor maksimum 230, dengan rata-rata persentase 82%, sehingga masuk kategori “Sangat Layak”. Temuan ini mengindikasikan bahwa modul telah memenuhi standar desain grafis yang edukatif, mudah dibaca, dilengkapi ilustrasi pendukung yang jelas, dan memiliki *layout* yang memudahkan mahasiswa menavigasi isi. Beberapa saran dari validator, seperti perbaikan ukuran huruf, peningkatan kontras warna pada sampul, serta konsistensi gaya ilustrasi, telah ditindaklanjuti dalam proses revisi modul.

Hasil validasi dari ahli bahasa menunjukkan bahwa modul ajar memenuhi kriteria dari segi ketepatan tata bahasa, kejelasan kalimat, dan kerapian ejaan. Dari hasil validasi diperoleh nilai total 152 dari skor maksimal 150, dengan rata-rata persentase 95%, yang masuk dalam kategori “Sangat Layak”. Masukan dari validator Bahasa difokuskan pada penggunaan Bahasa yang lebih komunikatif tidak kaku dan mudah di pahami.

Berdasarkan Gambar 4.9, Tabel 4.3, Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 hasil validasi media yang diuji oleh ahli materi memperoleh nilai presentase sebesar 86%

sedangkan hasil dari validasi media memperoleh nilai presentase 82% dan hasil dari validasi Bahasa memperoleh nilai presentase 95%. Maka dari segi media, materi dan bahasa, kelayakan modul ajar dengan materi sistem tenaga surya *off grid* mendapat kategori "Sangat layak" untuk diterapkan pada mata kuliah *Renewable energy*.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Safarena Salsabella, Tuti Iriani dan Rosmawita Saleh (2022), Arif Harjanto, Andi Rustandi dan Joyce Anasthasya Caroline (2022), serta A. Rafida, Abd. Aziz Ahmad dan Ali Ahmad Muhdy (2022), yang menunjukkan bahwa penyusunan modul ajar *Sistem Tenaga Surya Off Grid* menggunakan model 4D memperoleh penilaian kelayakan yang valid dari ahli materi, ahli media dan ahli bahasa. Penelitian-penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa perancangan modul ajar melatih kemampuan mahasiswa dalam mengaplikasikan konsep.

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai perancangan bahan ajar sistem tenaga surya off grid pada mata kuliah Renewable Energy, dapat disimpulkan bahwa proses perancangan bahan ajar telah dirancang secara terstruktur dan bertujuan untuk menghasilkan modul ajar yang sesuai dengan karakteristik mahasiswa serta mendukung ketercapaian capaian pembelajaran. Penelitian ini menjawab dua fokus utama, yaitu bagaimana tahapan perancangan bahan ajar dilakukan dan bagaimana tingkat kelayakan bahan ajar hasil rancangan tersebut berdasarkan penilaian para ahli. Melalui model pengembangan 4D (Define, Design, Develop, dan Disseminate).

1. Perancangan bahan ajar sistem tenaga surya off grid dilakukan secara sistematis dengan mengacu pada tahapan model 4D yang dimulai dari menganalisis kebutuhan mahasiswa dan pemetaan capaian pembelajaran (define), penyusunan modul ajar dilanjutkan dengan desain isi dan struktur modul yang mencakup rancangan sistem tenaga surya off grid (design), pengembangan modul ajar yang divalidasi oleh para validator ahli materi, ahli media, dan ahli

bahasa (development), seluruh proses ini menghasilkan modul ajar yang sesuai dengan karakteristik mahasiswa, khususnya dalam pembelajaran sistem tenaga surya Off Grid pada mata kuliah Renewable Energy yang menuntut pemahaman yang mengacu pada kurikulum, capaian pembelajaran, serta kebutuhan mahasiswa.

2. Hasil validasi menunjukkan bahwa bahan ajar yang dirancang telah memenuhi kriteria kelayakan. Validasi oleh ahli materi menghasilkan persentase kelayakan sebesar 86% yang termasuk kategori “Sangat Layak”, sedangkan hasil validasi oleh ahli media memperoleh persentase sebesar 86% yang juga berada pada kategori “Sangat Layak”, dan validasi oleh ahli bahasa memperoleh persentase sebesar 95% yang juga berada pada kategori “Sangat Layak”. Hal ini menunjukkan bahwa modul ajar telah sesuai secara substansi, tampilan visual, kebahasaan, dan penyajian materi.

B. SARAN

Setelah peneliti melakukan penelitian, terdapat beberapa masalah dimana tahap implementasi tidak dapat diterapkan dikarenakan keterbatasan waktu dan biaya. Disarankan untuk peneliti selanjutnya untuk melanjutkan penelitian ini kepada

tahap implementasi serta menguji efektivitasnya secara langsung terhadap peningkatan hasil belajar mahasiswa. Diharapkan juga untuk penelitian selanjutnya untuk menerapkan praktikum untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap materi yang dipelajari.

Sebagai saran untuk pengembangan modul ajar ini ke depannya, disarankan agar rancangan modul dapat dijelaskan dengan lebih mendetail, sehingga setiap langkah dan prosedur pembelajaran menjadi lebih jelas bagi mahasiswa. Selain itu, disarankan untuk menambahkan tugas dan latihan yang disesuaikan dengan indikator capaian pembelajaran yang tercantum dalam Rencana Pembelajaran Semester (RPS), sehingga modul tidak hanya memberikan pengetahuan, tetapi juga secara sistematis melatih keterampilan mahasiswa sesuai dengan tujuan pembelajaran yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arta, A.-L. F. (2022). Perancangan Media Animasi Interaktif pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika Kelas XI Teknik Audio Vidio Di SMKN 1 Sumatera Barat. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 4.
- AULIA, R. (2024). *Alat Peraga Miniatur Sistem Pengisian Tandon Air Berbasis Tenaga Surya Nirbaterai*. Banda Aceh: UIN Ar-Raniry.
- Barus, S. (2020). Rancangan Pemanfaatan Aliran Tandon Air Gedung Bertingkat Sebagai Pembangkit Listrik Mikro Hidro. *Seminar of Social Sciences Engineering & Humaniora*, 548.
- Estefani, Y. (2023). Penggunaan Energi Bersih Menggunakan Panel Surya Di India. *Jurnal Energi Baru & Terbarukan*, 4.
- Rachman. F . (2019). Pemanfaatan Energi Surya Tanpa Taterai Untuk Sistem Penerangan Jalan. *Jurnal Energi dan Kelistrikan Terebarukan*, 5.
- Fatimah, S. (2017). Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Keterampilan Literasi. 4, 320.
- Firmandani, F. (2020). Pengembangan Modul Mata Kuliah Manajemen Pendidikan Berbasis Hots. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, 3.

- Fuazi, Y. (2024). Desain Alat Peraga Dan Modul Pembelajaran Untuk Perencanaan PLTB Pada Mata Kuliah Renewable Energy . *Jurnal Skripsi*.
- Ikhsan, K. N. (2018). Implementasi dan Pengembangan Kurikulum. *Jurnal Ilmiah EDUKASI*, 6.
- Indonesia, R. J. (n.d.). Jurnal Energi Baru .
- Kasi, Y. W. (2025). Perancangan Sistem Kendali Pengisian Tandon Air Secara Otomatis Berbasis Arduino Uno. *Prosiding Keteknikan*, 1, 41-46.
- Purnamawati, S. A. (2022). *MODEL PEMBELAJARAN*. makasar: CV. Tohar Media.
- Putri, M. O. (2024). Pengembangan Modul IPA Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Bagi Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14.
- Rahmi, A. (2021). pengembangan Media Pembelajaran Multimedia Interaktif Lectora Inspire Pelajaran Pekerjaan Dasar Elektromekanik. *Journal of Electrical Vocational Teacher Education*, 1.
- Rakhmawati, A. H. Pengembangan Modul Pembelajaran Pada Kompetensi Dasar Mempersiapkan Pertemuan/Rapat Kelas XXI APK 2 SMN 1 Surabaya.

- Safitri, M. (2020). PELATIHAN PEMBUATAN MODUL PEMBELAJARAN BAGI GURU-GURU SD NEGERI 121 PALEMBANG. In *Transformasi Pendidikan Berbasis Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat di Era Merdeka Belajar*.
- sani, M. (2015). PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK PADA MATA PEMELIHARAAN DAN PERBAIKAN MESIN LISTRIK DI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 04, 259-267.
- Santoso, P. P. (2022). Pengaruh Bentuk Rangkaian Panel Surya Terhadap Kuat Arus, Tegangan dan Daya. 6.
- Sianipar. R. (2024). Analisis Pemetaan dan Realisasi Energi Baru Terbarukan (EBT) dengan Determinan Konsumen dan Metode Grouping Analisis EBT di Indonesia. *Jurnal Energi Baru & Terbarukan*, 5.
- Sidqon Famulaqih. (2024). Pengembangan Bahan Ajar Modul Pembelajaran. *Jurnal Riset Ilmu Pendidikan Islam*, 1.
- Suryani, E. (2023). Pengembangan Modul Pembelajaran IPA Berbasis Problem Based Learning. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 6.

- Syarifah, 2. A. (2025). Penyusunan Modul Praktikum SQL Injeksi Di SMK Negeri 5 Takengon. *Jurnal Skripsi*.
- widodo, b. (2022). Peningkatan Energi Listrik Serta Daya Keluaran Pada Panel Surya Dengan Penambahan Sistem Pendingin Heatsink dan Reflektor Aluminium Foil. *JURNAL TEKNIK ELEKTRO DAN KOMPUTER*, 9.
- Zamsiwaya. (2024). Model Pengembangan 4D (Define, Design, Develop, dan Disseminate) dalam Pembelajaran Pendidikan Islam. *Journal of Islamic EducationEl Madani*, 4.

