

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Transisi energi global dari sumber energi fosil menuju energi baru terbarukan (EBT) merupakan agenda strategis yang terus didorong oleh berbagai negara, termasuk Indonesia. Peningkatan pemanfaatan energi terbarukan tidak hanya bertujuan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, tetapi juga untuk menjamin ketahanan energi nasional dan mendukung pembangunan berkelanjutan. International Renewable Energy Agency (IRENA) menyatakan bahwa pengembangan sektor energi terbarukan berpotensi menciptakan jutaan lapangan kerja baru di berbagai bidang, khususnya pada sektor pembangkitan listrik tenaga surya (PLTS) yang mengalami pertumbuhan paling pesat secara global (IRENA, 2021; IRENA, 2022). Kondisi ini menunjukkan bahwa kebutuhan tenaga kerja yang kompeten di bidang EBT akan terus meningkat seiring dengan percepatan transisi energi.

Namun, ketersediaan sumber daya manusia (SDM) yang memiliki kompetensi spesifik di bidang energi baru terbarukan masih tergolong terbatas, terutama di negara berkembang. (Zambak, 2023) menegaskan bahwa salah satu tantangan utama dalam transisi energi adalah kesenjangan antara kebutuhan industri energi terbarukan dengan kualitas dan kuantitas tenaga kerja yang tersedia. Widodo dan Sutopo (2020) juga menyatakan bahwa lulusan pendidikan teknik masih menghadapi kesulitan dalam memenuhi tuntutan kompetensi industri energi terbarukan, khususnya pada aspek pemahaman sistem, instalasi, dan pengujian teknologi energi surya.

Rendahnya kompetensi tersebut tidak terlepas dari tingkat penguasaan konsep dan keterampilan praktis energi terbarukan yang masih belum optimal. Dalam konteks pembelajaran, penguasaan kompetensi EBT tidak hanya menuntut pemahaman teori, tetapi juga kemampuan melakukan perangkaian, pengukuran, serta analisis kinerja sistem pembangkit listrik tenaga surya. Nurjaman dan Purnama (2022) menjelaskan bahwa pemahaman prinsip kerja sistem fotovoltaik

akan lebih efektif apabila didukung dengan pembelajaran berbasis praktik dan pengamatan langsung terhadap komponen serta parameter listrik yang dihasilkan.

Pada jenjang pendidikan tinggi, khususnya pada mata kuliah Energi Baru Terbarukan di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, hasil belajar mahasiswa pada materi PLTS masih menunjukkan kecenderungan yang belum optimal. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan pengalaman praktik mahasiswa dalam mengaplikasikan konsep-konsep yang telah dipelajari secara teoritis. Sanjaya (2016) menekankan bahwa pembelajaran yang efektif harus memberikan pengalaman belajar langsung agar mahasiswa mampu membangun pemahaman yang bermakna dan aplikatif.

Berdasarkan survei di laboratorium, dan hasil kuesioner yang disebar kepada mahasiswa angkatan 2022 dan 2023 Prodi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro dengan responden sebanyak 34 orang, tingkat pemahaman terkait pengoperasian PLTS, dengan persentase jawaban 40,5 % sangat paham, 46,3 % cukup paham, dan 13,2 % tidak paham. Fasilitas penunjang pembelajaran tentang PLTS di laboratorium, diperoleh persentase jawaban 77,1 % belum memadai, 22,9 % cukup memadai, dan untuk pertanyaan apakah diperlukan *Trainer* PLTS sebagai penunjang pembelajaran diperoleh jawaban dengan persentase sebanyak 77,1 % sangat diperlukan, dan 22,9 % cukup diperlukan. Ketersediaan alat penunjang praktikum atau *trainer* di Laboratorium Teknik Elektro untuk konversi energi terbarukan, khususnya energi matahari, masih belum tersedia. Kondisi ini merupakan salah satu kekurangan yang sedang dihadapi. Penyediaan peralatan tersebut sangat krusial karena dapat berfungsi sebagai media yang memperjelas penyampaian materi atau informasi, sehingga memperlancar proses pembelajaran.

Salah satu faktor penting yang memengaruhi rendahnya hasil belajar dan penguasaan kompetensi mahasiswa adalah keterbatasan media pembelajaran praktik yang relevan. Media pembelajaran memiliki peran strategis dalam menjembatani konsep abstrak dengan kondisi nyata di lapangan. Arsyad (2017) menyatakan bahwa penggunaan media pembelajaran yang tepat dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran, memperjelas penyampaian materi, serta meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Nurseto (2011) juga menegaskan

bahwa media pembelajaran yang menarik dan kontekstual mampu meningkatkan keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran.

Dalam pembelajaran keteknikan, penggunaan *trainer* sebagai media praktik terbukti mampu meningkatkan pemahaman dan hasil belajar. Fitrianto dan Rakhmawati (2014) menyatakan bahwa *trainer* berfungsi sebagai media simulasi yang dapat merepresentasikan sistem nyata dengan biaya yang lebih terjangkau dan aman digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Hal ini diperkuat oleh Rahmadiyah dan Sumbawati (2018) yang menemukan bahwa penggunaan *trainer* secara signifikan berpengaruh terhadap peningkatan hasil belajar pada mata pelajaran kelistrikan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu media pembelajaran praktik yang mampu mendukung pembelajaran mata kuliah Energi Baru Terbarukan secara komprehensif, khususnya pada materi Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Oleh karena itu, rancang bangun *trainer* PLTS sederhana sebagai media pembelajaran menjadi solusi yang relevan untuk menjembatani kesenjangan antara kebutuhan kompetensi tenaga kerja EBT dengan kondisi pembelajaran di perguruan tinggi. *Trainer* PLTS ini diharapkan dapat membantu mahasiswa memahami prinsip kerja sistem PLTS, melakukan perangkaian dan pengujian, serta menguasai keterampilan pengukuran parameter listrik secara aplikatif, sehingga mampu meningkatkan kompetensi dan kesiapan lulusan dalam menghadapi tantangan industri energi terbarukan.

1.2 Identifikasi Masalah

Dengan mempertimbangkan uraian latar belakang di atas, peneliti merumuskan identifikasi masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Kompetensi dan hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah Energi Baru Terbarukan, khususnya materi PLTS, masih belum optimal.
2. Keterbatasan fasilitas dan media pembelajaran praktik PLTS menyebabkan pembelajaran belum mampu menjembatani teori dan praktik secara efektif.
3. Belum tersedia *trainer* PLTS yang dirancang secara khusus dan terintegrasi sebagai media pembelajaran sesuai kebutuhan kurikulum.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini memiliki arah yang jelas serta mempertimbangkan keterbatasan peneliti dalam hal waktu, tenaga, dan biaya, maka ruang lingkup permasalahan difokuskan pada:

1. Penelitian ini dibatasi pada pengembangan media pembelajaran berupa *trainer* PLTS sederhana untuk mata kuliah Energi Baru Terbarukan di Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro FT UNJ.
2. Pengembangan *trainer* difokuskan pada peningkatan pemahaman konsep dan keterampilan praktik mahasiswa dalam perangkaian, pengujian, dan pengukuran parameter listrik sistem PLTS.
3. Penelitian ini tidak membahas secara mendalam aspek ekonomi, kebijakan energi, maupun implementasi PLTS skala industri, tetapi terbatas pada konteks pembelajaran di perguruan tinggi.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang bangun *Trainer* Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang layak digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Energi Baru Terbarukan di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro FT UNJ?
2. Bagaimana unjuk kerja *Trainer* Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Energi Baru Terbarukan?
3. Bagaimana kelayakan *Trainer* PLTS yang dikembangkan sebagai media pembelajaran?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkan dari hasil penelitian ini mengacu pada masalah yang telah disebutkan diatas yaitu:

1. Menghasilkan *trainer* PLTS sederhana sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Energi Baru Terbarukan di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro FT UNJ.
2. Mengetahui unjuk kerja *trainer* PLTS sesuai spesifikasi teknis *trainer*.
3. Mengetahui kelayakan *trainer* PLTS yang dikembangkan ditinjau dari aspek materi, media, dan teknis sebagai media pembelajaran.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat pengembangan dalam bentuk produk yang dikembangkan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan keilmuan di bidang pendidikan teknik elektro, khususnya dalam pengembangan media pembelajaran berbasis energi baru terbarukan. Penelitian ini juga dapat menjadi referensi akademis terkait rancang bangun *trainer* Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Energi Baru Terbarukan.

2. Manfaat Praktis

2.1 Bagi Peneliti

Penelitian ini memberikan pengalaman dan pemahaman dalam merancang, membangun, serta menguji kelayakan *trainer* PLTS sebagai media pembelajaran, sekaligus meningkatkan kompetensi peneliti di bidang energi baru terbarukan dan pengembangan media pembelajaran teknik.

2.2 Bagi Dosen

Trainer PLTS yang dikembangkan dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran praktik untuk mendukung proses pembelajaran mata kuliah Energi Baru Terbarukan, sehingga membantu dosen dalam menjelaskan konsep secara lebih konkret dan aplikatif.

2.3 Bagi Mahasiswa

Penggunaan *trainer* PLTS diharapkan dapat meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan praktik mahasiswa dalam mempelajari sistem

energi surya, khususnya pada aspek perangkaian, pengujian, dan pengukuran parameter listrik pada sistem PLTS sederhana.

1.7 Spesifikasi *Trainer*

Trainer PLTS yang dikembangkan dalam penelitian ini merupakan media pembelajaran praktik yang dirancang untuk mendukung pembelajaran mata kuliah Energi Baru Terbarukan pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro FT UNJ. *Trainer* ini digunakan sebagai sarana untuk membantu mahasiswa memahami prinsip kerja sistem PLTS, melakukan perangkaian, pengujian, serta pengukuran parameter listrik secara langsung dan aplikatif.

Trainer PLTS ini ditujukan bagi mahasiswa sebagai pengguna utama, dengan ruang lingkup penggunaan dalam kegiatan praktikum pembelajaran sistem energi surya skala kecil. Melalui penggunaan *trainer*, mahasiswa diharapkan mampu mengaitkan konsep teoritis dengan praktik lapangan secara sistematis dan terstruktur.

Secara teknis, *trainer* PLTS dirancang untuk merepresentasikan sistem pembangkit listrik tenaga surya sederhana dengan tegangan kerja rendah yang aman digunakan dalam lingkungan pembelajaran. Sistem yang dikembangkan mencakup konfigurasi dasar PLTS, baik untuk sistem off-grid maupun sistem hybrid, dengan memperhatikan aspek keselamatan, efisiensi, dan kemudahan pengoperasian. Komponen utama yang digunakan dalam *trainer* ini meliputi panel surya, solar charge controller, baterai, inverter, perangkat pengaman (MCB/fuse), alat ukur listrik, serta beban DC dan AC.

Dari segi desain, *trainer* disusun dalam bentuk panel praktik yang dilengkapi dengan layout komponen yang tertata rapi dan mudah diakses oleh pengguna. Rangka *trainer* dibuat dari bahan yang kokoh dan ringan, seperti aluminium dan akrilik, sehingga mudah dipindahkan dan digunakan dalam kegiatan praktikum. Panel depan *trainer* dilengkapi dengan terminal, sakelar, indikator, serta alat ukur untuk memudahkan mahasiswa dalam melakukan pengamatan dan pengukuran.

Sistem kerja *trainer* PLTS dimulai dari konversi energi cahaya matahari oleh panel surya menjadi energi listrik arus searah (DC). Energi listrik tersebut kemudian

dikendalikan oleh solar charge controller sebelum disimpan ke dalam baterai. Energi yang tersimpan dapat digunakan langsung untuk beban DC atau diubah menjadi arus bolak-balik (AC) melalui inverter untuk menyuplai beban AC. Alur kerja ini memungkinkan mahasiswa untuk mempelajari proses pembangkitan, penyimpanan, konversi, dan pemanfaatan energi listrik pada sistem PLTS secara menyeluruh.

Prosedur penggunaan *trainer* meliputi tahap persiapan, perangkaian komponen, pengoperasian sistem, pengukuran parameter listrik, serta pemadaman sistem secara aman. Mahasiswa diarahkan untuk mengikuti langkah-langkah penggunaan sesuai petunjuk agar kegiatan praktikum berjalan efektif dan sesuai dengan tujuan pembelajaran.

Dalam aspek keselamatan kerja, *trainer* dilengkapi dengan perangkat pengaman seperti MCB atau fuse, serta dilengkapi dengan petunjuk penggunaan yang menekankan pentingnya pengoperasian sesuai prosedur, khususnya dalam hal pemasangan polaritas, pengukuran arus dan tegangan, serta pengamanan beban. Hal ini bertujuan untuk meminimalkan risiko kesalahan penggunaan dan menjaga keselamatan pengguna selama kegiatan praktikum.

Pemeliharaan *trainer* dilakukan secara berkala, meliputi pemeriksaan kondisi panel surya, kabel, sambungan, serta kapasitas baterai. Perawatan rutin bertujuan untuk menjaga kinerja *trainer* tetap optimal dan memperpanjang umur pakai komponen.

Secara pedagogis, *trainer* PLTS ini dirancang selaras dengan capaian pembelajaran mata kuliah Energi Baru Terbarukan, khususnya dalam mengembangkan kompetensi mahasiswa dalam memahami sistem energi surya, melakukan perangkaian dan pengujian sistem, serta menganalisis parameter listrik yang dihasilkan. Dengan demikian, *trainer* ini tidak hanya berfungsi sebagai alat simulasi, tetapi juga sebagai media pembelajaran praktik yang mampu meningkatkan kualitas pembelajaran dan kesiapan mahasiswa dalam menghadapi tantangan di bidang energi baru terbarukan.