

**ANALISIS KUALITAS IMPLEMENTASI PELATIHAN SOFTWARE PVSYSYD UNTUK
PENINGKATAN KOMPETENSI SISWA SMKN 1 KEMANG BOGOR**

Ferdyanto^{1*}, Muhamad Alif Razi², Armansyah³, Asfa Abiyu Hadi⁴,
Liemalasantasari⁵, Seno Oktariadi⁶, Umar Fatahillah⁷, Tiara Evidia Wati⁸,
Putri Setyarini⁹

¹⁻⁹Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta

Email Korespondensi: ferdy@upnvj.ac.id

Disubmit: 26 November 2025 Diterima: 05 Februari 2026 Diterbitkan: 01 Maret 2026
Doi: <https://doi.org/10.33024/jkpm.v9i3.23672>

ABSTRAK

Peningkatan kebutuhan energi dan rendahnya pemanfaatan potensi energi surya di Indonesia menuntut penguatan kompetensi teknis pada bidang Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Kegiatan pengabdian pada masyarakat ini tujuannya untuk meningkatkan pemahaman serta keterampilan siswa SMKN 1 Kemang Bogor dalam perancangan sistem PLTS melalui pelatihan penggunaan *software* PVSyst. Metode pelaksanaan mencakup penyuluhan, pelatihan langsung, pre-test dan post-test, serta analisis kuesioner menggunakan pendekatan kualitatif dengan uji binomial dan skala Likert. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan nilai rata-rata dari 67,21 menjadi 88,66 setelah pelatihan, serta penilaian positif terhadap efektivitas dan relevansi pelatihan. Dengan demikian, pelatihan PVSyst terbukti efektif dalam meningkatkan kompetensi siswa pada bidang Teknik Energi Terbarukan dan disarankan agar integrasi *software* PVSyst dijadikan bagian dari kurikulum pembelajaran Teknik Energi Terbarukan di SMKN 1 Kemang Bogor untuk menunjang kesiapan siswa menghadapi kebutuhan industri.

Kata Kunci: PVSyst, PLTS, Simulasi, Pembelajaran, Energi Terbarukan.

ABSTRACT

The increasing demand for energy and the low utilization of solar energy potential in Indonesia require the strengthening of technical competencies in the field of Solar Power Plants (SPP). This community service activity aims to improve the understanding and skills of students at SMKN 1 Kemang Bogor in designing PLTS systems through training in the use of PVSyst software. The implementation methods include counseling, hands-on training, pre-tests and post-tests, and questionnaire analysis using a qualitative approach with binomial tests and a Likert scale. The results of the activity showed an increase in the average score from 67.21 to 88.66 after the training, as well as positive assessments of the effectiveness and relevance of the training. Thus, PVSyst training has proven to be effective in improving students' competencies in the field of Renewable Energy Engineering, and it is recommended that the integration of PVSyst software be made part of the Renewable Energy Engineering learning curriculum at SMKN 1 Kemang Bogor to support students' readiness to meet industry needs.

Keywords: PVSyst, PV Systems, Simulation, Learning, Renewable Energy.

1. PENDAHULUAN

Selama beberapa dekade terakhir, penggunaan listrik di Indonesia telah meningkat secara signifikan. Peningkatan ini tidak terlepas dari perkembangan teknologi digital, ekspansi sektor industri, dan pola aktivitas masyarakat yang semakin bergantung pada berbagai perangkat elektronik dalam kehidupan sehari-hari (Setyawan et al., 2022). Saat ini, listrik tidak hanya menjadi kebutuhan dasar, tetapi juga menjadi pilar utama dalam mendukung produktivitas, konektivitas, dan modernisasi berbagai bidang. Berdasarkan proyeksi dari Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM (2021), pertumbuhan permintaan listrik nasional diperkirakan berada pada kisaran 4,8% hingga 5,2% per tahun hingga tahun 2060. Pertumbuhan ini menunjukkan bahwa kebutuhan listrik bisa kian naik seiring dengan berkembangnya sektor industri, infrastruktur, transportasi berbasis listrik, serta digitalisasi layanan publik maupun privat (Kementerian ESDM, 2022).

Pada tahun 2024, konsumsi listrik per kapita tercatat mencapai 1.154 kWh, meningkat sekitar 5% dibandingkan tahun sebelumnya (PLN, 2024). Angka ini mengindikasikan bahwa masyarakat Indonesia semakin intens dalam memanfaatkan teknologi dan perangkat elektronik, baik untuk kebutuhan rumah tangga, pendidikan, maupun aktivitas ekonomi. Namun demikian, pembangkit listrik berbahan bakar batu bara, minyak, serta gas alam terus menyediakan sebagian besar listrik yang dibutuhkan untuk memenuhi lonjakan permintaan ini. Ketergantungan tersebut menimbulkan tantangan yang cukup serius, terutama terkait dengan ketersediaan sumber daya fosil yang tidak terbarukan dan semakin berkurang ketersediaannya, serta dampak emisi karbon yang berkontribusi pada berubahnya iklim serta pencemaran lingkungan (IRENA, 2023). Maka, tidak lagi mungkin untuk menunda kebutuhan nasional yang mendesak untuk beralih ke sumber energi yang lebih bersih serta berkesinambungan.

Dalam konteks ini, Indonesia memiliki keunggulan alamiah dalam pengembangan energi surya. Indonesia menerima banyak sinar matahari sepanjang tahun karena letaknya yang dekat dengan khatulistiwa. Menurut data, intensitas radiasi matahari harian rata-rata di Indonesia berkisar antara 3,6 hingga 6 kWh/m², dengan potensi produksi energi tahunan sebesar 1.170 hingga 1.530 kWh per kWp (Handayani & Ariyanti, 2020). Sementara itu, laporan terbaru dari World Bank tahun 2023 menegaskan bahwa Indonesia menerima radiasi surya rata-rata 4,8 kWh/m² per hari, angka yang termasuk tinggi apabila dibandingkan dengan banyak negara lainnya di dunia. Berdasarkan estimasi Kementerian ESDM tahun 2022, potensi pengembangan energi surya di Indonesia mencapai sekitar 207.898 MW, yang menjadikannya salah satu sumber energi terbarukan paling menjanjikan untuk dikembangkan secara luas (Kementerian ESDM, 2022).

Tapi, besarnya kemungkinan ini belum sepenuhnya dimanfaatkan. Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) masih menghadapi sejumlah tantangan baik dari sisi teknis, kebijakan, maupun kesiapan sumber daya manusia. Salah satu hambatan yang paling menonjol adalah keterbatasan kompetensi dalam proses perencanaan dan simulasi teknis sistem PLTS menggunakan perangkat lunak khusus yang diperlukan untuk merancang dan mengevaluasi performa sistem secara akurat (Prastowo & Widodo, 2022). Merancang PLTS bukan sekadar memasang panel surya dan inverter, tetapi memerlukan analisis mendalam mengenai intensitas radiasi, sudut kemiringan panel, *shading*, kapasitas baterai (jika menggunakan

sistem penyimpanan), serta proyeksi produksi energi pada berbagai kondisi lingkungan (Yudha & Sari, 2021). Tanpa kemampuan analisis yang baik, sistem PLTS berisiko tidak efisien, mengalami kerugian energi (*losses*) yang tinggi, dan tidak mencapai target produksi daya.

SMKN 1 Kemang Bogor sebagai salah satu sekolah menengah kejuruan di Kabupaten Bogor memiliki program keahlian Teknik Energi Terbarukan yang bertujuan untuk membekali siswa dengan keterampilan praktis dalam teknologi energi bersih, termasuk PLTS. Program ini secara konsep memiliki peran strategis dalam menyiapkan tenaga kerja muda yang siap mendukung transisi energi di Indonesia. Namun, berdasarkan hasil observasi, kegiatan pembelajaran di sekolah tersebut masih lebih banyak berfokus pada praktik instalasi dan pemahaman dasar perangkat keras, sementara penguasaan perangkat lunak simulasi seperti PVSyst belum diterapkan secara optimal dalam kurikulum. Kondisi ini menunjukkan ketidakcocokan antara keterampilan yang diajarkan di sekolah dan kebutuhan dunia usaha, yang lebih menekankan pada kemampuan perencanaan berbasis simulasi (Rahmat & Susilo, 2023). Jika kesenjangan ini tidak diatasi, maka lulusan berpotensi mengalami hambatan dalam memasuki dunia kerja atau melanjutkan studi di bidang energi terbarukan.

PVSyst ialah suatu perangkat lunak yang kerap dipakai secara global dalam perencanaan, analisis, dan optimasi sistem PLTS, baik untuk kebutuhan skala rumah tangga, komersial, maupun industri (Putri et al., 2025). *Software* ini menyediakan fitur analisis radiasi surya, pemodelan shading, estimasi kehilangan energi, hingga perhitungan proyeksi produksi energi dalam jangka panjang (Sharma et al., 2020). Dengan menggunakan PVSyst, perancang sistem dapat mengidentifikasi potensi masalah desain sejak tahap awal sehingga sistem yang dihasilkan dapat bekerja secara efisien dan memiliki performa yang stabil. Oleh karena itu, penguasaan PVSyst menjadi kompetensi penting untuk tenaga teknis maupun calon teknisi di bidang energi terbarukan, terutama dalam konteks meningkatnya permintaan tenaga ahli energi surya (Kumar & Singh, 2021).

Dengan demikian, integrasi pembelajaran berbasis *software* PVSyst dalam kurikulum Teknik Energi Terbarukan di SMKN 1 Kemang Bogor diharapkan tidak sekadar meningkatkan kemampuan teknis siswa, namun pula memperkuat daya saing mereka dalam dunia kerja yang semakin berorientasi pada teknologi dan analisis sistem berbasis komputer. Selain itu, penguasaan perangkat lunak ini dapat menjadi nilai tambah yang signifikan bagi lulusan dalam mengikuti sertifikasi atau pelatihan lanjutan, serta menjadi kontribusi nyata dalam mempercepat penerapan energi surya di masyarakat (Wahyudi et al., 2022). Pada akhirnya, meningkatkan kualitas SDM melalui pendidikan yang relevan serta adaptif akan menjadi kunci keberhasilan transisi energi dan pembangunan berkelanjutan di Indonesia (Nurdiansah & Pratama, 2023).

2. MASALAH DAN RUMUSAN PERTANYAAN

Pembelajaran yang efektif biasanya diidentifikasi dan diukur berdasarkan sejauh mana mayoritas siswa mencapai tujuan pembelajaran. Pembelajaran yang efektif meliputi 2 aspek utama, yakni waktu belajar aktif '*active learning*' serta kualitas pembelajaran '*quality of instruction*' (Fentari et al., 2013).

Menurut temuan studi situasi serta diskusi dengan mitra, ditemukan sejumlah persoalan utama yang dihadapi SMKN 1 Kemang Bogor dalam pembelajaran pada program keahlian Teknik Energi Terbarukan. Masalah ini meliputi kurangnya pemahaman dan akses terhadap perangkat lunak yang relevan seperti PVSyst, kebutuhan akan tenaga kerja yang kompeten di bidang energi terbarukan, serta fasilitas dan modul pendukung pembelajaran berbasis teknologi yang kurang memadai.

Beberapa rumusan pertanyaan pada kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini ialah:

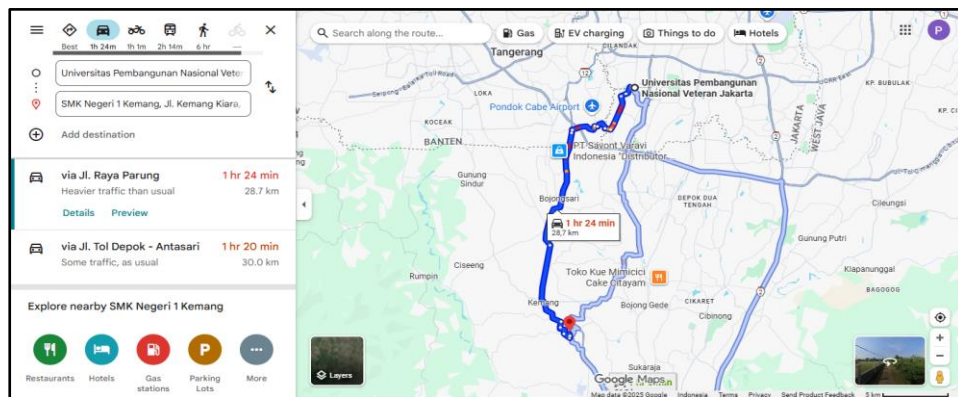
- 1) Bagaimana efektivitas pelatihan perangkat lunak PVSyst dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa SMKN 1 Kemang Bogor mengenai perencanaan dan optimasi sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)?
- 2) Sejauh mana partisipasi dan pemahaman siswa terhadap materi pelatihan PVSyst dapat meningkatkan minat mereka pada karir di industri energi terbarukan?
- 3) Bagaimana pengembangan dan implementasi modul atau panduan pelatihan PVSyst dapat memenuhi kebutuhan kurikulum di jurusan Teknik Energi Terbarukan SMKN 1 Kemang Bogor?

Permasalahan ini dipilih karena berdampak langsung pada kemampuan siswa untuk memenuhi kebutuhan industri dan mendukung visi sekolah sebagai institusi yang menghasilkan lulusan kompeten di bidang energi terbarukan. Permasalahan ini juga sesuai dengan fokus Renstra PKM UPNVJ dalam penerapan teknologi untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Untuk itu, solusi yang ditawarkan adalah memperkenalkan *software* PVSyst sebagai alat pendukung pembelajaran yang akan meningkatkan kompetensi siswa. Solusi ini dirancang untuk mengatasi permasalahan tersebut melalui pendekatan inovatif dan aplikatif.

Peta Lokasi

Pengabdian Kepada Masyarakat ini dilaksanakan di SMKN 1 Kemang Bogor yang berlokasi di Jl. Kemang Kiara, Kemang, Kecamatan Kemang, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Sekolah ini memiliki Program Studi Teknik Energi Terbarukan (TET) dengan jurusan TESH (Teknik Energi Surya, Hidro, dan Angin) yang berfokus pada pembelajaran dan penerapan teknologi energi terbarukan. Jurusan ini memiliki relevansi langsung dengan tema kegiatan PKM yang berorientasi pada peningkatan pemahaman dan keterampilan dalam pemanfaatan energi alternatif, khususnya energi surya.

Pelaksanaan kegiatan PKM ini bertujuan untuk mendukung penguatan kompetensi siswa di bidang Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), baik melalui penambahan pengetahuan teoritis maupun praktik penggunaan perangkat lunak simulasi pendukung. Kegiatan ini juga menjadi bentuk kolaborasi antara UPN Veteran Jakarta dan SMKN 1 Kemang Bogor dalam upaya meningkatkan kualitas pendidikan vokasi agar lebih adaptif terhadap perkembangan industri energi terbarukan.



Gambar 1. Peta Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat

3. TINJAUAN PUSTAKA

a. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

PLTS adalah sistem pembangkit energi listrik yang menggunakan energi radiasi matahari. Energi matahari dikonversi menjadi energi listrik melalui sel surya (*solar cell*) yang terdapat pada panel. Sel surya bekerja dengan memanfaatkan bahan semikonduktor yang terdapat pada panel surya untuk menghasilkan aliran elektron ketika terkena cahaya matahari. PLTS umumnya diterapkan di daerah yang memiliki intensitas penyinaran matahari cukup tinggi dan belum terhubung ke jaringan listrik konvensional dari PLN. Selain bersifat terbarukan, sumber energi matahari juga tersedia melimpah sepanjang tahun, sehingga menjadikannya alternatif solusi dalam pemenuhan kebutuhan energi yang berkelanjutan.

Beberapa kondisi lingkungan memengaruhi seberapa baik panel surya menghasilkan energi listrik.

- 1) Jumlah listrik yang dapat dihasilkan meningkat seiring dengan kekuatan gelombang radiasi matahari.
- 2) Temperatur, karena peningkatan suhu panel yang terlalu tinggi dapat menurunkan efisiensinya.
- 3) Faktor bayangan (*shading*) seperti daun, bangunan, atau kotoran yang menutup sebagian permukaan panel dapat sangat menurunkan output energi. Oleh karena itu, penempatan panel surya harus direncanakan secara optimal untuk meminimalkan kerugian energi (*losses*).

Secara umum, sistem PLTS terdiri dari lima komponen utama yang saling terkait, yaitu:

a. Panel Surya (*Photo Voltaic/PV*)

Elemen utama yang dapat menyerap energi matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik dalam bentuk arus searah (DC) adalah panel surya. Panel-panel ini terdiri dari sel fotovoltaik yang peka terhadap cahaya dan menggunakan bahan semikonduktor.

b. *Solar Charge Controller (SCC)*

Solar Charge Controller ialah perangkat yang mengelola proses pengisian baterai. SCC berfungsi untuk mencegah baterai mengalami kelebihan muatan (*overcharging*) maupun kekurangan muatan (*over*

discharging), sehingga membuat baterai tahan lama dan sistem tetap bekerja stabil.

c. Baterai

Baterai berfungsi sebagai media penyimpanan energi listrik. Energi yang disimpan dalam bentuk kimia ini dapat digunakan di malam hari ataupun ketika cuaca mendung ketika panel surya tidak menghasilkan listrik secara optimal. Baterai memungkinkan sistem PLTS tetap dapat menyalurkan energi secara berkelanjutan.

d. Inverter.

Perangkat elektronik yang disebut inverter mengubah arus searah (DC) yang dihasilkan oleh baterai atau panel surya menjadi arus bolak-balik (AC). Inverter sangat penting untuk memastikan bahwasannya listrik dari pembangkit listrik tenaga surya dapat digunakan secara langsung, karena sebagian besar peralatan rumah tangga dan industri menggunakan arus bolak-balik (AC).

e. Beban (*Load*)

Beban merupakan peralatan atau perangkat listrik yang memanfaatkan energi listrik yang dihasilkan oleh sistem PLTS, seperti lampu, alat elektronik, peralatan rumah tangga, hingga peralatan industri berskala kecil.

Cara kerja PLTS adalah dengan menggunakan panel surya untuk mengumpulkan sinar matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik. Elektron dalam sel surya semikonduktor silikon bergerak sebagai respons terhadap sinar matahari, menghasilkan arus listrik searah. Sel surya semikonduktor silikon (SCC) kemudian mengontrol arus ini untuk mengisi baterai dan mencegah *overcharging* ataupun *undercharging*. Energi listrik yang tersimpan di baterai dapat digunakan kapanpun termasuk pada malam hari atau saat intensitas cahaya matahari rendah. Sebelum digunakan untuk peralatan rumah tangga maupun industri, arus searah tersebut diubah menjadi arus bolak-balik (AC) oleh inverter agar dapat digunakan oleh berbagai peralatan listrik.

Terdapat 3 jenis sistem PLTS:

1) Sistem PLTS *On Grid*

PLTS *On-Grid* atau PLTS terinterkoneksi ialah sistem PLTS yang terkoneksi langsung dengan jaringan PLN.

2) Sistem PLTS *Off Grid*

PLTS *Off-Grid* atau *Stand Alone System* adalah sistem PLTS yang berdiri sendiri dan tidak terkoneksi pada jaringan PLN.

3) Sistem PLTS *Hybrid*

PLTS *Hybrid* ialah gabungan dari sistem *On-Grid* dan *Off-Grid*.

b. PVSyst

PVSyst merupakan perangkat lunak (*software*) yang disusun khusus guna melakukan simulasi, analisis, serta penyusunan sistem PLTS. *Software* ini dikembangkan oleh André Mermoud di Universitas Jenewa, Swiss, dan hingga kini digunakan oleh para peneliti, konsultan energi, teknisi, serta akademisi dalam bidang energi surya. PVSyst menyediakan lingkungan kerja yang komprehensif untuk mengevaluasi performa sistem PLTS, baik dalam skala kecil seperti sistem rumah tangga, maupun sistem berskala besar seperti sektor industri dan pembangkit komersial.

Di dalam PVSyst tersedia berbagai komponen penting yang terdapat pada sistem PLTS, seperti panel surya, inverter, baterai, hingga komponen pendukung lainnya. Setiap komponen tersebut dilengkapi dengan data spesifikasi teknis dari berbagai merek dan kapasitas yang beredar di pasaran. Hal ini memungkinkan pengguna untuk memilih perangkat yang sesuai dengan kebutuhan desain serta melakukan perbandingan performa antarperangkat dalam berbagai kondisi operasional. PVSyst mendukung pemodelan berbagai konfigurasi sistem PLTS, termasuk PLTS *On-Grid* (terhubung jaringan), PLTS *Off-Grid* (berdiri sendiri), serta PLTS *Hybrid* yang menggabungkan PLTS dengan sumber energi lain misalnya generator atau baterai cadangan.

Selain berfungsi sebagai alat pemodelan, PVSyst juga mampu mengestimasi produktivitas dan kinerja sistem PLTS berdasarkan data geografis dan kondisi iklim pada lokasi pemasangan. Perangkat lunak ini memanfaatkan parameter seperti radiasi matahari harian/ bulanan, suhu lingkungan, *shading* (bayangan), sudut orientasi panel, serta karakteristik modul dan inverter yang digunakan. Dari data tersebut, PVSyst akan menghasilkan analisis menyeluruh mengenai energi yang dihasilkan, tingkat kehilangan daya (*losses*), efisiensi sistem, hingga prediksi performa jangka panjang. Dengan demikian, PVSyst berperan penting dalam membantu pengguna menentukan perancangan yang paling optimal sebelum sistem PLTS dibangun di lapangan.

Dalam konteks dunia pendidikan, khususnya pada pembelajaran energi terbarukan, PVSyst dapat digunakan sebagai media simulasi interaktif untuk membantu siswa memahami konsep kerja PLTS secara lebih mendalam. Siswa dapat mempelajari bagaimana sudut kemiringan panel (*tilt angle*), arah orientasi panel, intensitas radiasi matahari, serta faktor *shading* mempengaruhi produksi energi yang dihasilkan. Penerapan PVSyst dalam pembelajaran tidak hanya meningkatkan pemahaman teoritis, tetapi juga mendorong siswa untuk memiliki keterampilan praktis dalam analisis sistem PLTS. Hal ini sangat relevan dengan kebutuhan dunia kerja saat ini, dimana penguasaan perangkat lunak analisis energi menjadi salah satu kompetensi yang banyak dibutuhkan di industri energi terbarukan.

4. METODE

Metode Pelaksanaan

Konseling dan pelatihan teknis merupakan dua cara utama dalam pelaksanaan kegiatan pelayanan masyarakat ini. Pertama, diberikan bimbingan mengenai konsep dasar, operasional, dan penerapan praktis pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Tujuan dari bimbingan ini adalah untuk meningkatkan kesadaran dan pemahaman siswa tentang energi terbarukan, khususnya energi surya sebagai sumber energi ramah lingkungan. Dengan fokus pada Departemen Teknik Energi Surya, Hidro, dan Angin (TESHA), kegiatan ini dirancang untuk siswa kelas 11 yang terdaftar dalam Program Studi Teknik Energi Terbarukan di SMKN 1 Kemang Bogor.

Selanjutnya, kegiatan dilanjutkan dengan pelatihan penggunaan perangkat lunak PVSyst, yaitu sebuah *software* yang digunakan untuk melakukan simulasi dan analisis desain sistem PLTS. Pelatihan ini diberikan secara langsung dengan metode demonstrasi dan pendampingan, sehingga

siswa-siswi dapat memahami prosedur penggunaan *software* mulai dari proses perancangan sistem hingga analisis performa.

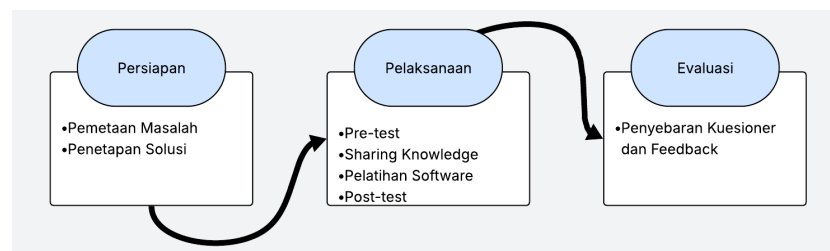
Setelah seluruh kegiatan selesai dilaksanakan, diberikan kuesioner kepada peserta sebagai instrumen evaluasi untuk mengetahui tingkat pemahaman, minat, dan respon mereka terhadap kegiatan yang telah dilakukan. Data kuesioner tersebut kemudian dianalisis menggunakan pendekatan kualitatif untuk menilai keberhasilan kegiatan serta mengidentifikasi sejauh mana penyuluhan dan pelatihan yang diberikan mampu memenuhi kebutuhan pembelajaran peserta, sekaligus memberikan gambaran mengenai efektivitas program dalam meningkatkan kompetensi siswa terkait energi terbarukan.

Target Sasaran

Sasaran utama dari pelaksanaan kegiatan Pengabdian pada Masyarakat ini ialah siswa-siswi kelas XI yang berasal dari Program Studi Teknik Energi Terbarukan (TET) pada SMKN 1 Kemang Bogor, khususnya mereka yang berada di jurusan TESHA. Pemilihan kelompok sasaran tersebut didasarkan pada relevansi materi kegiatan dengan kompetensi dasar dan arah pembelajaran yang sedang mereka tempuh, sehingga kegiatan harapannya bisa memberikan nilai tambah baik dengan teoritis ataupun praktis dalam mendukung proses pendidikan di bidang energi terbarukan.

Secara keseluruhan, banyaknya peserta yang terlibat pada kegiatan ini mencapai 97 orang siswa-siswi. Jumlah tersebut menunjukkan antusiasme dan partisipasi yang cukup tinggi dari pihak sekolah dan peserta didik, sekaligus mencerminkan adanya kebutuhan dan minat terhadap pengetahuan serta keterampilan terkait Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan pemanfaatan teknologi pendukungnya.

Tahapan Pelaksanaan



Gambar 2. *Flowchart* Tahapan Pelaksanaan

Seperti yang telah tertuang dalam diagram alir pedoman pelaksanaan PKM, penerapan teknologi PVSyst dimulai dari melakukan survei ke lokasi mitra yaitu SMKN 1 Kemang Bogor. Survei ini bertujuan untuk menggali permasalahan yang menghambat proses pemanfaatan teknologi energi terbarukan dan efisiensi sistem pembangkit listrik tenaga surya di sekolah tersebut. Sesudah penyelesaian survei, masalah-masalah yang dianggap sebagai hambatan potensial dalam pembelajaran optimal tentang energi terbarukan dipetakan. Metode diagram tulang ikan digunakan untuk memetakan masalah ini berdasarkan tingkat urgensi dan skala prioritas. Analisis dilakukan untuk memastikan bahwa permasalahan utama teridentifikasi dengan jelas dan solusinya dapat dirumuskan dengan tepat.

Perolehan dari pemetaan masalah selanjutnya dituntaskan melalui sosialisasi serta *awareness* kepada pihak SMKN 1 Kemang Bogor. Sosialisasi ini mencakup pengenalan dasar *software* PVSyst, manfaatnya, dan implementasi aplikatifnya untuk merancang sistem fotovoltaik. Kegiatan ini melibatkan tim pelaksana PKM yang tersusun atas dosen serta mahasiswa selaku fasilitator, dengan fokus pada pengembangan keterampilan teknis dan simulasi praktis. Untuk memastikan keberhasilan program, tim pelaksana melakukan pelatihan intensif kepada siswa-siswi SMKN 1 Kemang Bogor Program Studi TET (Teknik Energi Terbarukan) dengan jurusan TESH. Pelatihan ini mencakup instalasi *software*, pengoperasian fitur dasar, hingga simulasi desain sistem fotovoltaik yang relevan dengan kebutuhan sekolah. Tahapan pelatihan disertai dengan uji coba aplikasi langsung menggunakan data aktual dari lokasi sekolah. Selain melakukan pelatihan, tim teknis juga membuat modul untuk mempermudah pelatihan *software* PVSyst.

Dalam teknis pelaksanaannya, untuk mengetahui tingkat pemahaman mahasiswa mengenai penggunaan perangkat lunak PVSyst, kegiatan dimulai dengan *pre-test*. Dilanjutkan dengan *sharing knowledge* mengenai PLTS mulai dari potensi energi surya, komponen PLTS, prinsip kerja PLTS, hingga klasifikasi sistem PLTS. Setelah itu, kegiatan dilanjutkan dengan pelatihan *software* PVSyst mulai dari pengenalan hingga pengaplikasiannya menggunakan data aktual dari lokasi sekolah. Setelah itu, dilakukan pemberian *post-test* untuk mengetahui apakah *sharing knowledge* dan pelatihan *software* PVSyst dapat meningkatkan pemahaman siswa-siswi mengenai penggunaan *software* PVSyst. Selanjutnya, diadakan penyebaran kuesioner form kepuasan dan *feedback* untuk mengetahui apakah kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini relevan untuk diaplikasikan di SMKN 1 Kemang Bogor berlandaskan perspektif dari siswa-siswi kelas 11 TET (Teknik Energi Terbarukan).

Analisis Data

Pada awalnya semua data yang terkumpul dilakukan Uji Binomial (*Binomial test*). Uji Binomial ialah suatu uji statistik non-parametrik yang dipakai guna menguji proporsi atau peluang dari dua kemungkinan hasil pada suatu data kategorik. Uji ini termasuk dalam kelompok *non-parametric tests* karena tidak memerlukan asumsi distribusi normal terhadap data. Secara umum, uji binomial digunakan untuk menentukan apakah proporsi kejadian yang diamati pada suatu sampel berbeda secara signifikan dari proporsi yang diharapkan atau diasumsikan dalam populasi (Ghozali, 2016).

Uji Binomial biasanya diterapkan ketika data yang dianalisis berbentuk dikotomi atau dua kategori (misalnya *ya/tidak*, *setuju/tidak setuju*, atau >3 dan ≤ 3). Dalam penelitian sosial atau pendidikan, uji ini sering digunakan untuk melihat apakah jumlah responden yang memberikan jawaban tertentu secara signifikan berbeda dari proporsi teoritis (misalnya 50%).

Secara matematis, uji binomial didasarkan pada distribusi binomial dengan fungsi probabilitas:

$$P(X = k) = \binom{n}{k} p^k (1 - p)^{n-k}$$

Di mana:

$P(X = k)$ = peluang terjadinya keberhasilan sebanyak k kali dalam n percobaan

N = jumlah total sampel

k = jumlah kejadian sukses

p = probabilitas keberhasilan yang diharapkan (biasanya 0,5)

(n, k) = kombinasi dari n diambil k .

Pada tahap akhir analisis, metode skala Likert digunakan untuk mengetahui hubungan antarvariabel penelitian yang telah ditentukan sejak awal. Dengan menyediakan beberapa tingkat persetujuan, skala Likert merupakan alat untuk mengukur sikap, pendapat, atau interpretasi seseorang terhadap suatu pernyataan. Agar semua pernyataan pada skala ini saling terhubung dan membentuk gambaran penilaian yang komprehensif, setiap pernyataan menjelaskan aspek yang berbeda dari sikap terhadap subjek yang sedang diteliti (Ferdyanto, 2025). Dengan demikian, pemakaian skala Likert membantu peneliti dalam menarik kesimpulan akhir berdasarkan data yang diperoleh. Adapun contoh penggunaan skala Likert ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Skala Likert

	Sangat Tidak Setuju	Tidak Setuju	Cukup	Setuju	Sangat Setuju
Skala	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Seperti yang terlihat pada gambar berikut, kegiatan Pengabdian Masyarakat dimulai dengan sambutan dan pidato pembukaan sebelum dilanjutkan dengan *pre-test*.



Gambar 3. Sesi *Pre-test*

Setelah melaksanakan *pre-test*, kegiatan dilanjutkan dengan sesi *sharing knowledge* dan sesi pelatihan *software* PVSyst kepada siswa-siswi yang hadir pada kegiatan seperti yang terlihat pada gambar berikut:



Gambar 4. Sesi *Sharing Knowledge*



Gambar 5. Sesi Pelatihan *Software* PVSyst

Sharing knowledge yang diadakan berisi materi mengenai PLTS mulai dari potensi energi surya, pengenalan PLTS, komponen yang ada di PLTS, prinsip kerja PLTS, hingga klasifikasi sistem PLTS. Setelah sesi *sharing knowledge*, kegiatan dilanjutkan dengan sesi pelatihan *software* PVSyst. Pelatihan ini mencakup instalasi *software*, pengoperasian fitur dasar, hingga simulasi desain sistem fotovoltaik yang relevan dengan kebutuhan sekolah. Tahapan pelatihan disertai dengan uji coba aplikasi langsung oleh peserta menggunakan data aktual agar mereka lebih memahami penggunaan *software* PVSyst.

Selanjutnya setelah sesi *sharing knowledge* dan sesi pelatihan, kegiatan dilanjutkan dengan pelaksanaan *post-test* untuk mengukur pemahaman peserta.

Nilai atau hasil dari *pre-test* dan *post-test* yang diperoleh dari siswa sebagai pengukuran pemahaman ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Pre-test dan Post-test

Nilai	Jumlah Peserta	
	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>
20	1	-
30	4	-
40	7	2
50	13	2
60	21	1
70	19	6
80	12	16
90	10	34
100	10	36
Jumlah	97	97

Berdasarkan data hasil *pre-test* yang didapatkan, dapat diketahui bahwa terdapat 32 siswa-siswi yang mendapatkan nilai di atas 70 dengan rata-rata nilai 67.2165. Sementara itu, masih ada total 65 siswa-siswi yang mendapatkan nilai di bawah 70. Hal ini mengindikasikan bahwa 67% dari total siswa belum terlalu memahami tentang *software* PVSyst dan penggunaannya.

Berdasarkan hasil *post-test* yang didapatkan, dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan setelah sesi *sharing knowledge* dan pelatihan *software* PVSyst dibandingkan dengan hasil *pre-test* dengan rata-rata 88.66. Terdapat 86 siswa-siswi yang mendapatkan nilai di atas 70. Sementara itu, masih ada 11 siswa-siswi yang masih mendapatkan nilai di bawah 70.

Setelah melaksanakan *post-test*, kegiatan dilanjutkan dengan pengisian kuesioner form kepuasan dan *feedback*. Ada beberapa pertanyaan yang diajukan kepada para responden untuk mengetahui tingkat keberhasilan kegiatan pelatihan *software* PVSyst.



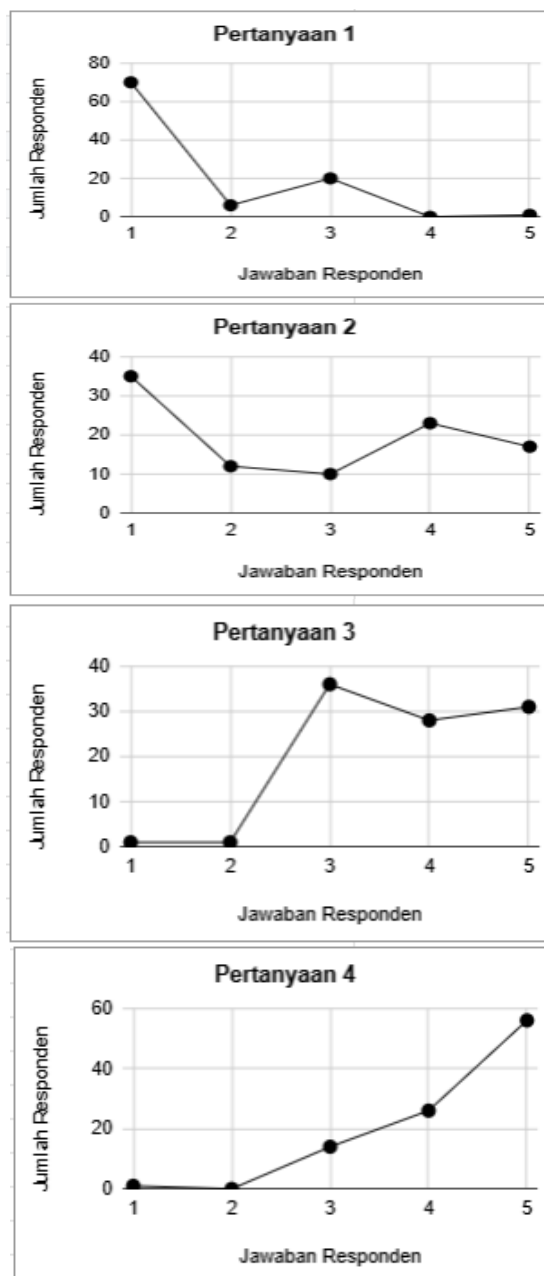
Gambar 6. Sesi Pengisian Kuesioner

Berikut beberapa pertanyaan yang terdapat didalam kuesioner tersebut.

1. Menurut Anda, pernahkah Anda menggunakan perangkat lunak (*software*) untuk simulasi sistem PLTS sebelum pelatihan ini?
2. Menurut Anda, apa kendala utama yang Anda alami dalam mempelajari sistem PLTS sebelum mengenal *software* PVSyst?

3. Menurut Anda, seberapa efektif pelatihan *software* PVSyst dalam membantu pemahaman Anda tentang sistem PLTS?
4. Menurut Anda, apakah pelatihan *software* PVSyst ini bermanfaat terhadap kesesuaian materi yang Anda sudah pelajari pada jurusan Anda?
5. Menurut Anda, apakah Anda akan menggunakan *software* PVSyst setelah pelatihan ini untuk mendukung proses pembelajaran yang sesuai dengan jurusan Anda?

Data yang telah didapatkan dari hasil kuesioner diolah menjadi grafik untuk memahami keputusan terkait hipotesis diatas maka didapatkan data berupa nilai-nilai statistik pada *Binomial test*. Berikut merupakan grafik hasil kuesionernya:





Gambar 7. Jawaban Responden Terhadap Kuesioner

Berdasarkan gambar 7, dapat diketahui bahwa sebagian besar peserta belum pernah ataupun belum familiar dengan menggunakan *software* untuk simulasi PLTS sebelumnya. Setelah dilakukan pelatihan, para peserta merasa pemahaman mereka meningkat mengenai PLTS melalui penggunaan *software* PVSyst sehingga pelatihan ini dapat dinyatakan efektif. Dengan tingginya efektivitas pelatihan *software* PVSyst yang dirasakan oleh peserta, peserta merasa adanya relevansi yang kuat antara materi pelatihan dengan kurikulum yang dijalani mahasiswa, sehingga kegiatan pelatihan mendukung penguatan capaian pembelajaran program studi dan bermanfaat. Setelah dilaksanakannya kegiatan pelatihan, para peserta cenderung akan menggunakan *software* PVSyst ini sesekali ketika diperlukan. Tetapi, terdapat juga peserta yang akan cukup sering bahkan rutin untuk menggunakan *software* PVSyst. Walaupun para peserta merasa pelatihan ini efektif dan bermanfaat, terdapat beberapa kendala yang dirasakan peserta untuk menggunakan *software* PVSyst lagi. Beberapa kendalanya adalah sulitnya memahami teori dari PLTS dan terdapat keterbatasan *device*.

Selanjutnya, data yang didapat akan diolah menggunakan *Binomial Test*. Berikut merupakan tabel hasil *Binomial Test* yang sudah dilakukan:

Tabel 3. Hasil Uji *Binomial Test*

<i>Binomial Test</i>						
		Category	N	Observed Prop.	Test Prop.	Exact Sig.
Jawaban Pertanyaan 1	Group 1	<=3	96	0.9897	0.5	~0.0
	Group 2	>3	1	0.0103		
	Total			97	1.0000	
Jawaban Pertanyaan 2	Group 1	<=3	57	0.5876	0.5	0.0670
	Group 2	>3	40	0.4124		

		2				
		Total	97	1.0000		
Jawaban Pertanyaan 3	Group 1	<=3	38	0.39175		
	Group 2	>3	59	0.60825	0.5	0.0209
		Total	97	1.00000		
Jawaban Pertanyaan 4	Group 1	<=3	15	0.1546		
	Group 2	>3	82	0.8454	0.5	-0.0
		Total	97	1.0000		
Jawaban Pertanyaan 5	Group 1	<=3	61	0.6289		
	Group 2	>3	36	0.3711	0.5	0.0079
		Total	97	1.0000		

Berdasarkan hasil dari *Binomial test*, sesuai dengan keputusan diatas jika $Exact Sig. (2-tailed) < \frac{\alpha}{2} = \frac{0.5}{2} = 0.025$, maka H_0 ditolak. Pada Tabel 3 diketahui bahwa pada pertanyaan pertama, nilai *Exact Sig* sangat rendah hingga mendekati 0 sehingga dapat disimpulkan bahwa mayoritas peserta benar-benar baru mengenal *software* PVSyst melalui kegiatan sosialisasi dan pelatihan ini. Selanjutnya pada pertanyaan ketiga, diperoleh hasil *Exact Sig* sebesar 0.021 yang nilainya lebih rendah dari 0.025. Ini menunjukkan adanya perbedaan signifikan dan mengindikasikan bahwa sebagian besar responden menilai pelatihan *software* PVSyst efektif dalam meningkatkan pemahaman mereka mengenai PLTS. Kemudian pada pertanyaan keempat, diperoleh hasil yang sangat signifikan dengan nilai *Exact Sig* mendekati 0. Hal ini menunjukkan bahwa pelatihan PVSyst dinilai sangat bermanfaat dan relevan dengan bidang keilmuan yang mereka pelajari. Terakhir pada pertanyaan kelima, diperoleh hasil *Exact Sig* sebesar 0,008 (<0,025). Meskipun hasilnya signifikan, proporsi responden yang memberikan jawaban positif (37,11%) masih lebih rendah dibandingkan yang ragu atau kurang setuju. Hal ini berkaitan dengan hasil pertanyaan kedua dimana terdapat tantangan bagi peserta untuk menggunakan *software* PVSyst setelah pelatihan seperti ketersediaan *device*, tidak adanya visualisasi sistem, dan kurangnya pelatihan praktis.

Analisis dilanjutkan dengan penggunaan skala Likert untuk mengetahui kesimpulan yang didapat dari hasil penyebaran kuesioner kepada para guru. Hasil analisis penggunaan skala Likert dapat terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisis Skala Likert

	N	Mean	Kesimpulan
Jawaban Pertanyaan 1	97	1.515	Belum Pernah
Jawaban Pertanyaan 2	97	2.742	Netral
Jawaban Pertanyaan 3	97	3.896	Efektif
Jawaban Pertanyaan 4	97	4.402	Sangat Bermanfaat
Jawaban Pertanyaan 5	97	3.432	Cukup Sering

Pada pertanyaan 1, sebagian besar peserta belum memiliki pengalaman atau pemahaman awal yang baik terkait penggunaan *software* simulasi PLTS sebelum pelatihan dilaksanakan. Selanjutnya pada pertanyaan 2, sebagian peserta menghadapi kendala atau kesulitan tertentu sebelum mengenal *software* PVSyst, namun masih dalam tingkat yang tidak terlalu berat. Kemudian untuk pertanyaan 3 dan 4, peserta merasa kegiatan pelatihan ini efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta terhadap sistem PLTS menggunakan PVSyst dan juga sangat bermanfaat untuk mendukung pembelajaran peserta. Terakhir untuk pertanyaan 5, peserta memiliki niat dan kecenderungan yang kuat untuk menerapkan *software* PVSyst dalam kegiatan belajar atau penelitian ke depannya tetapi masih memiliki tantangan seperti keterbatasan *device* dan kurangnya fasilitas yang ada.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, peneliti berasumsi bahwa peningkatan nilai *post-test* yang signifikan tidak hanya dipengaruhi oleh penyampaian materi secara teoritis, tetapi juga oleh pendekatan praktik langsung melalui simulasi menggunakan *software* PVSyst. Namun demikian, peneliti juga mengasumsikan bahwa keberlanjutan penggunaan PVSyst sangat bergantung pada ketersediaan *device* dan dukungan kurikulum sekolah. Oleh karena itu, efektivitas jangka panjang pelatihan ini tidak hanya ditentukan oleh hasil statistik jangka pendek, tetapi juga oleh kesiapan institusi dalam mengadopsi teknologi simulasi sebagai bagian permanen dari proses pembelajaran.

6. KESIMPULAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) yang dilakukan di SMKN 1 Kemang Bogor melalui pelatihan penggunaan *software* PVSyst menunjukkan hasil yang positif dalam meningkatkan kemampuan serta pemahaman siswa mengenai sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Hal ini terlihat dari hasil *pre-test* dan *post-test*, dimana nilai rata-rata siswa meningkat dari 67,21 menjadi 88,66, yang menandakan adanya perkembangan signifikan dalam penguasaan konsep maupun penerapan simulasi PLTS.

Selain itu, berdasarkan analisis kuesioner dengan uji binomial, diketahui bahwa sebagian besar siswa belum pernah menggunakan *software* simulasi PLTS sebelum pelatihan tersebut. Namun setelah mengikuti

kegiatan, para peserta menilai pelatihan ini sangat efektif dalam memperdalam pemahaman dan memberikan manfaat yang besar terhadap proses pembelajaran pada bidang Teknik Energi Terbarukan. Temuan ini juga didukung oleh hasil penilaian skala Likert, dimana rata-rata respon menunjukkan adanya dampak positif pelatihan terhadap kemampuan analisis sistem energi surya.

Dengan hasil tersebut, penggunaan PVSyst layak direkomendasikan sebagai salah satu media dan sumber pembelajaran dalam kurikulum program keahlian Teknik Energi Terbarukan, karena terbukti dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran, memperkuat relevansi materi, serta membantu mempersiapkan siswa menghadapi kebutuhan dunia industri energi terbarukan.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan dapat mengembangkan model integrasi *software* PVSyst secara sistematis ke dalam kurikulum berbasis proyek (*project-based learning*), serta melakukan perbandingan efektivitas dengan metode pembelajaran konvensional tanpa simulasi.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Alkahtani, M. M., Kamari, N. A. M., Zainuri, M. A. A. M., & Syam, F. A. (2024). Design Of Grid-Connected Solar Pv Power Plant In Riyadh Using Pvsyst. *Energies*, 17(24), 6229.
- Amin, S., & Nurtiyanto, W. A. (2024). Analysis Of House Roof Plts Based On The Pvsyst Application In Housing In Banjar Serang District. *Saluttack Journal Of Scientech Research And Development*, 6(1), 735-754.
- Fentari, R., Ermawati, E., & Primawati, Y. (2023). Meningkatkan Kualitas Pembelajaran Pendidik Melalui Model Kooperatif Tipe Picture And Picture. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran (Jrpp)*, 6(4), 3618-3626.
- Ferdyanto, F., Marbawi, I., Jannah, M., Patrick, J., Otavia, N. T., Firdaus, T. F., & Tua, L. M. (2025). Awareness Metode Pembelajaran Pasca Pandemi Covid-19 Di Smkn 12 Jakarta. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (Pkm)*, 8(2), 485
- Ghozali, I. (2016). *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program Ibm Spss 23*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Handayani, R., & Ariyanti, R. (2020). *Potensi Energi Surya Di Indonesia: Analisis Radiasi Dan Implementasi Plts*. *Jurnal Energi Terbarukan Indonesia*, 3(2), 45-53.
- Irena. (2023). *Renewable Power Generation Costs In 2023*. International Renewable Energy Agency.
- Kementerian Esdm. (2022). *Statistik Energi Baru Terbarukan Dan Konservasi Energi 2022*. Jakarta: Direktorat Jenderal Ebtke.
- Khan, M. M., Ahmad, S., Raza, A., Sikandar, H., Hassan, R. G., & Shafi, M. A. (2024). Performance Analysis Of Pvsyst Based Grid Connected Photovoltaic Systems In Pakistan Compared To Saarc Countries. *Mehran University Research Journal Of Engineering And Technology*, 43(2), 112-122.
- Kumar, P., & Singh, R. (2021). Performance Analysis Of Grid-Connected Pv Systems Using Pvsyst. *International Journal Of Renewable Energy Research*, 11(2), 1058-1066.

- Mohammadi, S. A. D., & Gezegin, C. (2022). Design And Simulation Of Grid-Connected Solar Pv System Using Pvsyst, Pvgis And Homer Software. *International Journal Of Pioneering Technology And Engineering*, 1(1), 36-41.
- Pln. (2024). *Laporan Statistik Ketenagalistrikan Nasional 2024*. Pt Pln (Persero).
- Prastowo, A., & Widodo, A. (2022). Integrasi Simulasi Plts Dalam Pembelajaran Energi Terbarukan Di Sekolah Menengah Kejuruan. *Jurnal Pendidikan Vokasi Teknik Elektro*, 10(1), 33-42.
- Putri, N., Tanjung, R., & Nabila, F. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based Learning) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Pembelajaran Ipa. *Edu Curio: Journal Of Education*, 2(1), 86-94.
- Rahmat, D., & Susilo, H. (2023). Kebutuhan Kompetensi Digital Di Sektor Energi Terbarukan. *Jurnal Teknologi Dan Vokasi*, 14(2), 112-120.
- Setyawan, E., Suryanto, A., & Nugroho, P. (2022). Analisis Kebutuhan Energi Listrik Nasional. *Jurnal Keteknikan Energi*, 9(3), 56-64.
- Sharma, S., Singh, N., & Gupta, R. (2020). Simulation Of Pv System Using Pvsyst Software For Performance Evaluation. *International Journal Of Emerging Technology And Advanced Engineering*, 10(8), 57-63.
- Siregar, M., Pardosi, C. H., Bachri, K. O., Nur, T., & Pandjaitan, L. W. (2024). Comparison Of Actual Results And Pvsyst Simulation In The Design Of Off-Grid Solar Power Generation System (Plts) In Karuni Village, Southwest Sumba. *Jurnal Elektro*, 17(1).
- Wahyudi, R., Putra, A., & Sari, N. (2022). Penguatan Kompetensi Siswa Smk Melalui Pelatihan Software Simulasi Energi Terbarukan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Energi*, 5(1), 22-30.
- World Bank. (2023). *Solar Energy Resource Atlas For Indonesia*. Washington Dc: World Bank Group.
- Yudha, S., & Sari, D. (2021). Evaluasi Efisiensi Plts Menggunakan Simulasi Software Pvsyst. *Jurnal Energi Dan Listrik Terapan*, 8(2), 71-80.