

**PENINGKATAN KOMPETENSI TEKNIS SISWA MELALUI PELATIHAN
DESAIN PLTS MENGGUNAKAN HELIOSCOPE**

***IMPROVING STUDENTS' TECHNICAL COMPETENCE THROUGH
HELIOSCOPE-BASED PHOTOVOLTAIC SYSTEM DESIGN TRAINING***

Ahmad Dani^{1*}, Dino Erivianto²

^{1*2} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pembangunan panca Budi, Medan

^{1*}ahmad.kartasmita@gmail.com , ²derivianto@gmail.com

Article History:

Received: May 15th 2026

Revised: June 10th, 2026

Published: June 15th, 2026

Keywords: *HelioScope, photovoltaic system, vocational education, technical competency, community service.*

Abstract: *This community service program aimed to improve the technical competence of students at SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan in designing Photovoltaic (PV) systems using **HelioScope**, an industry-standard solar design software. The training employed a combination of lectures, demonstrations, hands-on practice, case studies, and pre-test/post-test evaluations. Participants were introduced to the fundamentals of photovoltaic systems, PV system modeling, module and inverter configuration, and simulation-based performance analysis using HelioScope. The results indicated a significant improvement in students' knowledge and practical skills in operating the software and interpreting simulation outputs to produce optimal PV system designs. The training also enhanced students' understanding of professional PV design practices and increased their readiness to meet the competency requirements of the renewable energy industry. This program demonstrates that industry-oriented software training can effectively bridge the gap between vocational education and workforce demands in the renewable energy sector.*

Abstrak

Pelatihan desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berbasis software HelioScope dilaksanakan di SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan sebagai upaya meningkatkan kompetensi teknis siswa Program Keahlian Teknik Ketenagalistrikan. Kegiatan ini bertujuan membekali siswa dengan kemampuan merancang sistem PLTS menggunakan perangkat lunak yang umum digunakan di industri. Metode pelaksanaan meliputi penyampaian materi, demonstrasi, praktik langsung, studi kasus, serta evaluasi melalui pre-test dan post-test. Selama pelatihan, peserta mempelajari konsep dasar PLTS, pemodelan sistem, penentuan konfigurasi modul dan inverter, serta analisis hasil simulasi. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan pemahaman dan keterampilan peserta dalam mengoperasikan HelioScope serta menginterpretasikan hasil simulasi untuk menghasilkan desain PLTS yang optimal. Pelatihan ini juga meningkatkan kesiapan siswa menghadapi kebutuhan industri energi baru terbarukan melalui penguasaan perangkat lunak profesional yang relevan dengan dunia kerja.

PENDAHULUAN

Transisi menuju energi bersih menjadi salah satu agenda utama pembangunan global sebagai upaya mengurangi emisi gas rumah kaca dan meningkatkan ketahanan energi. Indonesia melalui berbagai kebijakan nasional juga terus mendorong pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT), khususnya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), untuk mendukung target bauran energi nasional. Peningkatan implementasi PLTS pada sektor rumah tangga, industri, fasilitas pendidikan, maupun bangunan komersial menyebabkan kebutuhan terhadap sumber daya manusia yang memiliki kompetensi dalam perencanaan dan desain sistem PLTS semakin meningkat (Anjarani et al., 2023; Dani & Erivianto, 2024).

Perkembangan industri energi surya tidak hanya membutuhkan kemampuan dalam pemasangan instalasi, tetapi juga kompetensi pada tahap perancangan (design engineering). Sebelum suatu sistem PLTS dibangun, diperlukan proses analisis kebutuhan energi, penentuan kapasitas modul surya, pemilihan inverter, analisis bayangan (*shading*), simulasi produksi energi, hingga evaluasi kelayakan teknis dan ekonomi (Dani & Erivianto, 2022a). Kesalahan pada tahap desain dapat menyebabkan penurunan performa sistem, investasi yang tidak efisien, serta tidak tercapainya target produksi energi (Ahmad Dani & Dino Erivianto, 2024). Oleh karena itu, penguasaan perangkat lunak desain PLTS menjadi salah satu kompetensi penting yang harus dimiliki oleh calon tenaga kerja di bidang ketenagalistrikan (Mubarok et al., 2022).

Salah satu perangkat lunak yang banyak digunakan oleh industri adalah HelioScope (Rahmaniar et al., 2023). Perangkat lunak berbasis *cloud* ini mampu melakukan simulasi dan perancangan sistem PLTS secara komprehensif, mulai dari pemodelan lokasi, analisis iradiasi matahari, evaluasi *shading*, penentuan konfigurasi modul dan inverter, hingga estimasi produksi energi tahunan (Dani & Erivianto, 2022b). Dibandingkan dengan perhitungan manual, HelioScope memberikan hasil simulasi yang lebih cepat, akurat, dan sesuai dengan kondisi lapangan sehingga banyak dimanfaatkan oleh perusahaan konsultan, kontraktor EPC (*Engineering, Procurement and Construction*), maupun pengembang proyek PLTS (Junior et al., 2022).

Namun demikian, kompetensi penggunaan perangkat lunak desain PLTS di lingkungan pendidikan vokasi masih relatif terbatas. Proses pembelajaran pada sebagian sekolah menengah kejuruan maupun perguruan tinggi masih didominasi oleh penyampaian konsep dasar sistem tenaga surya, sementara praktik menggunakan perangkat lunak profesional belum banyak diterapkan. Akibatnya, lulusan memiliki pemahaman teoritis yang cukup, tetapi belum memiliki pengalaman melakukan desain PLTS sesuai standar industri. Kesenjangan kompetensi ini menjadi salah satu tantangan dalam menghasilkan lulusan yang siap memasuki dunia kerja pada sektor energi terbarukan (Taneza et al., 2024).

Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan mitra, diketahui bahwa siswa Program Keahlian Teknik Ketenagalistrikan memiliki minat yang tinggi terhadap teknologi energi surya, namun belum pernah memperoleh pelatihan mengenai penggunaan perangkat lunak HelioScope sebagai media perancangan PLTS (Tuan et al., 2024). Selama ini proses pembelajaran masih berfokus pada perhitungan dasar kapasitas panel surya dan pengenalan komponen PLTS tanpa disertai simulasi desain berbasis perangkat lunak profesional. Kondisi tersebut menyebabkan siswa belum memahami tahapan desain sistem PLTS secara menyeluruh, mulai dari analisis lokasi, pemilihan konfigurasi sistem, hingga interpretasi hasil simulasi produksi energi (Naim, 2017).

Untuk menjawab kebutuhan tersebut, diperlukan kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa pelatihan penggunaan perangkat lunak HelioScope yang mengintegrasikan penyampaian

konsep dasar PLTS dengan praktik langsung merancang sistem pembangkit listrik tenaga surya. Melalui pendekatan teori dan praktik, peserta diharapkan mampu memahami alur perancangan PLTS sesuai kebutuhan industri, mengoperasikan perangkat lunak HelioScope secara mandiri, serta melakukan interpretasi terhadap hasil simulasi untuk menentukan desain sistem yang optimal. Pendekatan pelatihan yang mengombinasikan pemaparan konsep dan praktik langsung terbukti efektif dalam meningkatkan kompetensi peserta pada berbagai bidang teknik vokasi. (Sari & Murdianto, 2023; Sartika et al., 2023)

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi teknis siswa dalam merancang sistem PLTS menggunakan perangkat lunak HelioScope. Secara khusus, kegiatan ini diarahkan untuk meningkatkan pemahaman peserta mengenai prinsip kerja sistem PLTS, mengenalkan fitur-fitur utama HelioScope, melatih kemampuan melakukan simulasi desain PLTS berdasarkan kondisi nyata, serta meningkatkan kesiapan siswa menghadapi kebutuhan dunia industri energi terbarukan. Diharapkan setelah mengikuti pelatihan, peserta tidak hanya memahami konsep perancangan PLTS secara teoritis, tetapi juga memiliki keterampilan praktis dalam menggunakan perangkat lunak profesional sehingga mampu meningkatkan daya saing lulusan pada era transisi energi menuju pemanfaatan energi bersih.

METODE

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) dengan judul "Pelatihan Desain PLTS Berbasis Software HelioScope sebagai Upaya Peningkatan Kompetensi Teknis Siswa" dilaksanakan di SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. Kegiatan ini ditujukan kepada siswa Program Keahlian Teknik Ketenagalistrikan sebagai upaya meningkatkan kompetensi dalam perancangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menggunakan perangkat lunak HelioScope. Metode pelaksanaan dirancang menggunakan pendekatan partisipatif (*Participatory Training*) yang mengombinasikan penyampaian materi, demonstrasi, praktik langsung (*hands-on training*), diskusi, dan evaluasi pembelajaran sehingga peserta tidak hanya memahami konsep dasar PLTS, tetapi juga mampu mengaplikasikan perangkat lunak HelioScope dalam proses perancangan sistem PLTS.

Pelaksanaan kegiatan dibagi menjadi tiga tahapan utama, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan pelatihan, dan tahap evaluasi.

1. Tahap Persiapan: Tahap persiapan dilakukan untuk memastikan seluruh kebutuhan pelatihan telah tersedia sehingga kegiatan dapat berlangsung secara efektif. Kegiatan pada tahap ini meliputi:
 - a. Koordinasi dengan Mitra: Tim pelaksana melakukan koordinasi dengan pihak SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan untuk menentukan waktu pelaksanaan, jumlah peserta, ruang laboratorium komputer yang digunakan, serta kesiapan fasilitas pendukung berupa komputer, jaringan internet, LCD proyektor, dan perangkat lunak HelioScope.
 - b. Analisis Kebutuhan Peserta: Sebelum pelatihan dilaksanakan, dilakukan identifikasi kompetensi awal peserta melalui diskusi dengan guru produktif Teknik Ketenagalistrikan. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa siswa telah memperoleh materi dasar mengenai energi surya dan komponen PLTS, namun belum pernah menggunakan perangkat lunak profesional untuk melakukan desain sistem PLTS.
 - c. Penyusunan Modul Pelatihan: Tim menyusun modul pelatihan yang berisi materi teori mengenai sistem PLTS, pengenalan software HelioScope, langkah-langkah perancangan sistem PLTS, analisis hasil simulasi, serta latihan studi kasus sederhana yang disesuaikan

dengan kemampuan peserta.

2. Tahap Pelaksanaan Pelatihan: Pelaksanaan pelatihan dilaksanakan melalui kombinasi metode ceramah, demonstrasi, praktik langsung, dan diskusi interaktif. Kegiatan dibagi menjadi dua sesi utama.

- a. Sesi Teori: Sesi teori bertujuan memberikan pemahaman konseptual mengenai sistem PLTS dan proses desain menggunakan HelioScope. Materi yang diberikan meliputi:
 - Konsep dasar Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).
 - Komponen utama sistem PLTS (modul surya, inverter, baterai, *mounting system*, dan sistem proteksi).
 - Prinsip kerja sistem PLTS On-Grid, Off-Grid, dan Hybrid.
 - Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi energi surya.
 - Pengenalan antarmuka (*user interface*) software HelioScope.
 - Tahapan desain PLTS berbasis simulasi.

Pada akhir sesi teori dilakukan diskusi interaktif untuk memberikan kesempatan kepada peserta menyampaikan pertanyaan maupun permasalahan yang berkaitan dengan desain sistem PLTS.

- b. Sesi Praktikum: Sesi praktikum merupakan inti kegiatan pelatihan. Setiap peserta menggunakan komputer yang telah terhubung ke internet dan memiliki akun HelioScope sehingga dapat mengikuti seluruh tahapan desain secara mandiri dengan pendampingan dari tim pelaksana. Praktikum dilakukan melalui beberapa langkah berikut.
 - 1) Membuat Proyek Baru: Peserta mempelajari cara membuat proyek baru pada HelioScope, menentukan lokasi proyek menggunakan peta satelit, serta memasukkan data lokasi instalasi.
 - 2) Membuat Layout Modul Surya: Peserta melakukan penempatan modul surya pada bidang atap (*roof layout*) sesuai kondisi bangunan, menentukan orientasi panel, sudut kemiringan (*tilt angle*), dan arah pemasangan (*azimuth*).
 - 3) Pemilihan Peralatan: Peserta memilih jenis modul fotovoltaik dan inverter yang tersedia pada basis data HelioScope sesuai kapasitas sistem yang dirancang.
 - 4) Konfigurasi Sistem: Peserta menyusun konfigurasi string modul, menentukan jumlah panel pada setiap string, serta melakukan koneksi ke inverter sesuai rekomendasi perangkat lunak.
 - 5) Simulasi Produksi Energi: Peserta menjalankan proses simulasi untuk memperoleh estimasi produksi energi tahunan, Performance Ratio (PR), Specific Yield, rugi-rugi sistem (*system losses*), dan analisis bayangan (*shading analysis*).
 - 6) Analisis Hasil Simulasi: Peserta mempelajari cara membaca laporan hasil simulasi, mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kehilangan energi, serta mengevaluasi kemungkinan perbaikan desain agar menghasilkan produksi energi yang lebih optimal.Selama kegiatan praktikum, peserta didampingi oleh instruktur sehingga setiap tahapan dapat dilakukan secara benar sesuai prosedur perancangan PLTS yang berlaku di industri.

3. Tahap Evaluasi: Evaluasi dilakukan untuk mengetahui efektivitas pelatihan dalam meningkatkan kompetensi peserta.

- a. Pre-test: Sebelum pelatihan dimulai, seluruh peserta mengerjakan pre-test yang bertujuan mengukur tingkat pengetahuan awal mengenai sistem PLTS dan software HelioScope.

- b. Observasi Praktik: Selama sesi praktikum, tim pelaksana melakukan observasi terhadap kemampuan peserta dalam:
 - membuat proyek desain;
 - menyusun layout panel surya;
 - memilih komponen sistem;
 - menjalankan simulasi;
 - menginterpretasikan hasil desain.
- c. Post-test: Setelah seluruh materi selesai diberikan, peserta mengikuti post-test dengan materi yang setara dengan pre-test untuk mengetahui peningkatan kompetensi setelah mengikuti pelatihan.
- d. Kuesioner Kepuasan Peserta : Peserta juga diminta mengisi kuesioner yang mencakup aspek:
 - kualitas materi;
 - kompetensi narasumber;
 - kemudahan penggunaan HelioScope;
 - manfaat pelatihan terhadap kompetensi siswa;
 - kesiapan menerapkan ilmu yang diperoleh.

HASIL

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) dilaksanakan di SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan dengan melibatkan siswa Program Keahlian Teknik Ketenagalistrikan sebagai mitra kegiatan. Program ini dirancang untuk menjawab kebutuhan peningkatan kompetensi siswa dalam bidang perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang selama ini masih didominasi oleh pembelajaran teoritis dan belum banyak memanfaatkan perangkat lunak desain yang digunakan di dunia industri. Oleh karena itu, pelatihan difokuskan pada penguasaan software HelioScope sebagai media pembelajaran sekaligus sarana peningkatan kompetensi teknis siswa.

Pelaksanaan kegiatan diawali dengan koordinasi bersama pihak sekolah untuk mengidentifikasi kondisi awal peserta, kesiapan laboratorium komputer, serta penyusunan jadwal pelatihan. Berdasarkan hasil diskusi dengan guru produktif Teknik Ketenagalistrikan, diperoleh informasi bahwa siswa telah mengenal konsep dasar PLTS melalui mata pelajaran di sekolah, namun belum memiliki pengalaman dalam melakukan simulasi maupun perancangan sistem menggunakan perangkat lunak profesional. Kondisi tersebut menjadi dasar penyusunan materi pelatihan agar sesuai dengan kebutuhan peserta.

Tahap berikutnya adalah penyampaian materi mengenai perkembangan teknologi energi baru terbarukan, prinsip kerja sistem PLTS, komponen utama sistem, serta tahapan perancangan PLTS yang diterapkan pada proyek-proyek industri. Penyampaian materi dilakukan secara interaktif sehingga peserta tidak hanya menerima informasi, tetapi juga diberikan kesempatan untuk berdiskusi mengenai implementasi PLTS pada bangunan rumah tinggal, fasilitas pendidikan, maupun sektor industri. Diskusi berlangsung aktif karena sebagian besar peserta menunjukkan ketertarikan terhadap peluang penerapan energi surya di Indonesia yang terus berkembang.



Gambar 1. Penyampaian Materi Dasar Sistem PLTS dan Pengenalan Software HelioScope



Gambar 2. Pendampingan Praktik Desain Sistem PLTS Menggunakan Software HelioScope

Setelah memperoleh pemahaman konseptual, kegiatan dilanjutkan dengan demonstrasi penggunaan software HelioScope. Tim pengabdian memperagakan tahapan pembuatan proyek baru, penentuan lokasi instalasi menggunakan citra satelit, penempatan modul fotovoltaik pada bidang atap, pemilihan spesifikasi modul surya dan inverter, penyusunan konfigurasi string, hingga proses simulasi produksi energi. Demonstrasi dilakukan secara bertahap agar setiap peserta dapat mengikuti seluruh proses sebelum mempraktikkannya secara mandiri.

Tahapan inti kegiatan berupa praktik langsung (*hands-on training*), di mana setiap peserta didampingi dalam merancang sistem PLTS menggunakan komputer yang telah terhubung ke internet. Pendampingan dilakukan secara intensif untuk memastikan peserta mampu mengoperasikan setiap fitur HelioScope dengan benar. Selama proses tersebut, tim pengabdian memberikan bimbingan mengenai teknik menentukan orientasi panel, sudut kemiringan (*tilt angle*), konfigurasi modul, serta pemilihan inverter yang sesuai dengan kapasitas sistem yang

dirancang. Pendekatan pendampingan secara langsung memungkinkan peserta memperoleh umpan balik secara cepat ketika mengalami kendala dalam proses simulasi.

Selanjutnya peserta diberikan studi kasus berupa desain PLTS pada bangunan pendidikan. Setiap kelompok diminta menyusun rancangan sistem berdasarkan kondisi atap yang tersedia, kemudian menjalankan simulasi untuk memperoleh estimasi produksi energi listrik tahunan. Hasil simulasi dianalisis bersama dengan membandingkan beberapa alternatif konfigurasi sistem sehingga peserta memahami bahwa perubahan orientasi panel, luas area pemasangan, maupun pemilihan komponen dapat memengaruhi kinerja sistem secara keseluruhan. Kegiatan ini mendorong peserta untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan mengambil keputusan berdasarkan data hasil simulasi.



Gambar 3. Penjelasan Praktik Desain Sistem PLTS Menggunakan Software HelioScope

Selama proses pendampingan terlihat adanya peningkatan partisipasi peserta. Pada awal kegiatan sebagian besar siswa masih bergantung pada arahan instruktur dalam mengoperasikan perangkat lunak. Namun setelah beberapa sesi praktik, peserta mulai mampu melakukan desain secara mandiri, mengeksplorasi berbagai konfigurasi sistem, serta mendiskusikan hasil simulasi dengan anggota kelompoknya. Perubahan tersebut menunjukkan bahwa metode pelatihan berbasis praktik langsung mampu meningkatkan kepercayaan diri dan keterampilan teknis peserta dalam menggunakan perangkat lunak desain PLTS.

Selain peningkatan kemampuan teknis, kegiatan ini juga menghasilkan perubahan pada pola pembelajaran siswa. Sebelum pelatihan, proses belajar mengenai PLTS lebih banyak dilakukan melalui penjelasan teori dan perhitungan manual. Setelah mengikuti pelatihan, siswa memperoleh pengalaman menggunakan perangkat lunak yang umum digunakan oleh praktisi dan perusahaan di bidang energi surya. Pengalaman tersebut memberikan pemahaman yang lebih aplikatif mengenai proses desain sistem PLTS sehingga peserta dapat menghubungkan konsep teoritis dengan implementasi di lapangan.

Dari sisi sekolah, pelaksanaan kegiatan memberikan kontribusi terhadap penguatan pembelajaran berbasis teknologi dan industri. Guru memperoleh referensi baru mengenai pemanfaatan software HelioScope sebagai media pembelajaran, sedangkan siswa mendapatkan pengalaman menggunakan perangkat lunak profesional yang relevan dengan kebutuhan dunia

kerja. Sinergi antara perguruan tinggi dan sekolah melalui kegiatan pengabdian ini diharapkan dapat menjadi langkah awal dalam pengembangan pembelajaran energi terbarukan yang lebih adaptif terhadap perkembangan teknologi.

Secara keseluruhan, pelaksanaan program tidak hanya menghasilkan peningkatan pengetahuan dan keterampilan penggunaan software HelioScope, tetapi juga mendorong perubahan sosial berupa meningkatnya motivasi belajar siswa terhadap bidang energi baru terbarukan, tumbuhnya budaya belajar berbasis praktik dan pemecahan masalah, serta meningkatnya kesiapan peserta untuk menghadapi tuntutan kompetensi di dunia industri. Dengan demikian, kegiatan pengabdian ini berhasil menciptakan proses transfer pengetahuan dan teknologi yang memberikan manfaat nyata bagi mitra sekaligus mendukung penguatan kompetensi lulusan Sekolah Menengah Kejuruan di bidang desain sistem PLTS.

PEMBAHASAN

Pelatihan desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berbasis software HelioScope yang dilaksanakan di SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis praktik (*hands-on training*) efektif dalam meningkatkan kompetensi teknis siswa. Sebelum kegiatan dilaksanakan, proses pembelajaran PLTS di sekolah lebih banyak berfokus pada konsep dasar, pengenalan komponen, dan perhitungan manual, sehingga siswa belum memperoleh pengalaman menggunakan perangkat lunak yang umum diterapkan dalam proses perencanaan PLTS di dunia industri. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara kompetensi yang diperoleh di sekolah dengan kebutuhan kompetensi di dunia kerja.

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa integrasi perangkat lunak HelioScope ke dalam proses pembelajaran mampu menjembatani kesenjangan tersebut. Peserta tidak hanya memahami konsep dasar sistem PLTS, tetapi juga mampu mengimplementasikan pengetahuan tersebut dalam proses desain, mulai dari menentukan lokasi instalasi, menyusun konfigurasi modul fotovoltaik dan inverter, hingga menganalisis estimasi produksi energi berdasarkan hasil simulasi. Temuan ini sejalan dengan teori *experiential learning* yang dikemukakan oleh Kolb, bahwa pengetahuan akan lebih mudah dipahami ketika peserta didik memperoleh pengalaman langsung melalui praktik, observasi, refleksi, dan penerapan terhadap suatu permasalahan nyata.

Pendampingan yang dilakukan selama pelatihan juga memperlihatkan bahwa proses belajar menjadi lebih aktif dan kolaboratif. Pada tahap awal, sebagian besar peserta masih memerlukan arahan dalam mengoperasikan perangkat lunak. Namun setelah mengikuti demonstrasi dan praktik secara bertahap, siswa mulai mampu mengeksplorasi berbagai alternatif desain secara mandiri serta berdiskusi dalam kelompok untuk menentukan konfigurasi sistem yang paling optimal. Dinamika tersebut menunjukkan terjadinya pergeseran dari pembelajaran yang berpusat pada instruktur (*teacher-centered learning*) menuju pembelajaran yang berpusat pada peserta (*student-centered learning*), di mana instruktur berperan sebagai fasilitator dalam proses konstruksi pengetahuan.

Dari perspektif pendidikan vokasi, penggunaan HelioScope sebagai media pembelajaran memberikan pengalaman yang lebih kontekstual dibandingkan metode pembelajaran konvensional. Visualisasi desain berbasis citra satelit, simulasi produksi energi, analisis bayangan (*shading analysis*), serta evaluasi rugi-rugi sistem memungkinkan siswa memahami hubungan antara teori yang dipelajari di kelas dengan implementasi nyata di lapangan. Dengan demikian, pembelajaran tidak lagi terbatas pada aspek konseptual, tetapi berkembang menjadi proses pemecahan masalah (*problem solving*) berbasis data dan teknologi. Temuan ini mendukung konsep *Teaching Factory* dan *link and match*, yang menekankan pentingnya penyelarasan kompetensi

lulusan dengan kebutuhan industri melalui penggunaan teknologi dan perangkat kerja yang relevan.

Selain menghasilkan peningkatan kompetensi teknis, kegiatan pengabdian ini juga memunculkan perubahan sosial pada lingkungan mitra. Siswa menunjukkan peningkatan motivasi untuk mempelajari teknologi energi baru terbarukan dan memiliki kepercayaan diri yang lebih tinggi dalam menggunakan perangkat lunak profesional. Di sisi lain, guru memperoleh alternatif media pembelajaran yang dapat diintegrasikan ke dalam kegiatan praktik di sekolah sehingga proses pembelajaran menjadi lebih adaptif terhadap perkembangan teknologi. Perubahan tersebut menunjukkan bahwa transfer pengetahuan yang dilakukan tidak hanya berdampak pada peningkatan kemampuan individu, tetapi juga berkontribusi terhadap penguatan budaya belajar berbasis teknologi di lingkungan sekolah.

Secara teoritis, kegiatan ini memperlihatkan bahwa peningkatan kompetensi tidak hanya dipengaruhi oleh penyampaian materi, tetapi juga oleh proses pendampingan yang berkelanjutan, praktik langsung, serta keterlibatan aktif peserta dalam menyelesaikan studi kasus. Kombinasi ketiga aspek tersebut menciptakan proses pembelajaran yang mampu mengembangkan pengetahuan, keterampilan, dan sikap profesional secara bersamaan. Dengan demikian, pelatihan berbasis software HelioScope dapat menjadi model pengabdian masyarakat yang efektif dalam mendukung peningkatan kualitas pendidikan vokasi, khususnya pada bidang energi terbarukan, sekaligus memperkuat kesiapan lulusan SMK dalam menghadapi kebutuhan kompetensi di era transisi energi dan Revolusi Industri 4.0.

KESIMPULAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat berupa Pelatihan Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Menggunakan Software HelioScope di SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan telah berhasil meningkatkan kompetensi teknis siswa dalam perancangan sistem PLTS berbasis simulasi. Melalui metode pelatihan yang mengombinasikan penyampaian materi, demonstrasi, praktik langsung, dan pendampingan, peserta mampu memahami konsep dasar PLTS, mengoperasikan software HelioScope, menyusun konfigurasi sistem, serta menginterpretasikan hasil simulasi sebagai dasar pengambilan keputusan dalam proses desain.

Pelaksanaan kegiatan juga memberikan dampak positif terhadap proses pembelajaran di sekolah. Siswa menunjukkan peningkatan motivasi belajar, kepercayaan diri dalam menggunakan perangkat lunak profesional, serta kemampuan berpikir analitis dan pemecahan masalah melalui studi kasus yang diberikan. Selain itu, guru memperoleh alternatif media pembelajaran yang lebih sesuai dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan industri energi baru terbarukan.

Secara keseluruhan, program ini tidak hanya meningkatkan pengetahuan dan keterampilan teknis peserta, tetapi juga mendorong perubahan budaya belajar menuju pembelajaran yang lebih aplikatif, berbasis teknologi, dan berorientasi pada kebutuhan dunia kerja. Oleh karena itu, pelatihan serupa perlu dilaksanakan secara berkelanjutan dengan materi yang lebih mendalam serta didukung implementasi proyek nyata dan kolaborasi antara perguruan tinggi, sekolah, dan industri untuk memperkuat kompetensi lulusan SMK di bidang energi terbarukan.

DAFTAR REFERENSI

Ahmad Dani, & Dino Erivianto. (2024). Potential of rooftop solar electric energy on campus buildings high school of technology Sinar Husni using helioscope software. *Jurnal Info Sains : Informatika Dan Sains*, 14(01), 219–231.

- <https://ejournal.seaninstitute.or.id/index.php/InfoSains/article/view/3839>
- Anjarani, W., Huda, A., & Said, F. (2023). DESAIN PLTS ATAP MENGGUNAKAN HELIOSCOPE BERBASIS WEB PADA SMA NEGERI 3 MALINAU. *Power Elektronik : Jurnal Orang Elektro*, 12(2). <https://doi.org/10.30591/polektro.v12i2.4950>
- Dani, A., & Erivianto, D. (2022a). Studi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid Skala Rumah Tangga pada Daerah Bagan Deli Menggunakan Pvsyst. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 3(09), 961–972. <https://doi.org/10.59141/JIST.V3I09.496>
- Dani, A., & Erivianto, D. (2022b). STUDI SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA OFF GRID SKALA RUMAH TANGGA PADA DAERAH BAGAN DELI MENGGUNAKAN Pvsyst. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 3(9), 961. <https://doi.org/10.36418/JIST.V3I9.496>
- Dani, A., & Erivianto, D. (2024). Potential of rooftop solar electric energy on campus buildings high school of technology Sinar Husni using helioscope software. *Jurnal Info Sains : Informatika Dan Sains*, 14(01), 219–231. <https://ejournal.seaninstitute.or.id/index.php/InfoSains/article/view/3839>
- Junior, S., Nyoman, I., Kumara, S., Ayu, I., & Giriantari, D. (2022). PERKEMBANGAN PEMANFAATAN PLTS DI DKI JAKARTA MENUJU TARGET 13,8 MW TAHUN 2025. *Jurnal SPEKTRUM*, 9(1), 62–71. <https://doi.org/10.24843/SPEKTRUM.2022.V09.I01.P8>
- Mubarak, H., Brado Frasetyo, M., & Nur'aini, E. (2022). Analisis Dampak Perubahan Iklim Terhadap Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya FTI UII. *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, 4(2), 51–61. <https://doi.org/10.12928/BISTE.V4I2.6487>
- Naim, M. (2017). Rancangan Sistem Kelistrikan Plts Off Grid 1000 Watt Di Desa Mahalona Kecamatan Towuti. *Dinamika : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 9(1), 27–32. <http://ojs.uho.ac.id/index.php/dinamika/article/view/3216>
- Rahmaniar, Khairul, Junaidi, A., & Keumala Sari, D. (2023). *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional) Analysis of Shadow Effect on Solar PV Plant using Helioscope Simulation Technology in Palipi Village*. 9(1). <https://doi.org/10.24036/jtev.v9i1.122372>
- Sari, R. D. J. K., & Murdianto, A. (2023). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Skala Industri Berbasis PVsyst. *Journal of Electrical Engineering and Computer (JEECOM)*, 5(2), 171–179. <https://doi.org/10.33650/jeeecom.v4i2>
- Sartika, L., Mado, I., Budiman, A., Huda, A., & Muis Prasetya, A. (2023). Peningkatan Kompetensi Masyarakat Melalui Pelatihan Dan Perancangan Instalasi Listrik Panel Surya. *J-Dinamika : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 8(1), 47–52. <https://doi.org/10.25047/j-dinamika.v8i1.3280>
- Taneza, E., Nrratha, I. M. A., Nababan, S., & Hasibuan, A. (2024). Simulasi dan Analisis Unjuk Kerja Plts Atap Off-Grid Terinstal Supercapacitor. *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal*, 5(2), 136–146. <https://doi.org/10.38038/VOCATECH.V5I2.173>
- Tuan, H. B., Dani, A., & Erivianto, D. (2024). Studi Optimalisasi Sudut Kemiringan dan Azimut Panel Surya Terhadap Output PLTS Menggunakan Perangkat Lunak PVSyst. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(6), 83–95. <https://doi.org/10.31004/INNOVATIVE.V4I6.16114>