

Sewagati Dharma: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat

E-ISSN: 3110 6226 (*Online*) & P-ISSN: - (*Print*)

DOI: [10.61510/sd.v1i2.49](https://doi.org/10.61510/sd.v1i2.49)

This is an open access article under the [CC BY-NC](#) license

Langkah-Langkah Efisiensi di Sekolah Berbasis Green Energy

Ukkasyah Sabbit Aqdamana Lubis¹, Musri Kona², Jemmy Victor Palpialy³, Mulyadi Nur⁴, Andi Batari Toja⁵

¹Politeknik Penerbangan Jayapura, Jayapura, Indonesia, email: ukkasyah_sabbit@kemenhub.go.id

²Politeknik Penerbangan Jayapura, Jayapura, Indonesia, email: musri_kona@dephub.go.id

³Politeknik Penerbangan Jayapura, Jayapura, Indonesia, email: jemi_victor@dephub.go.id

⁴Politeknik Penerbangan Jayapura, Jayapura, Indonesia, email: mulyadi_nur@dephub.go.id

⁵Politeknik Penerbangan Jayapura, Jayapura, Indonesia, email: bataritoja24@yahoo.co.id

Corresponding Author: ukkasyah_sabbit@kemenhub.go.id

Abstract: *Amid the urgency of climate change and the need for energy security, the vocational education sector has a crucial role in supporting energy efficiency. Strategic steps to achieve energy efficiency and adopt green energy at SMK Negeri 3 Jayapura can realize a sustainable school. The purpose of this study is to describe a series of comprehensive implementation guidelines. The method used is a systematic literature review with a qualitative descriptive approach, analyzing scientific journals, international agency reports, government policy documents, and related case studies. The results of the synthesis identify five main pillars: (1) Comprehensive energy audits as a priority determinant, (2) Utilization of renewable energy, especially rooftop Solar Power Plants (PLTS), (3) Optimization of energy use through technology and smart practices, (4) Education and active involvement of the school community as a foundation for behavioral sustainability, and (5) Continuous monitoring and maintenance. The discussion shows that this implementation not only produces significant ecological benefits, but also enriches the vocational curriculum and improves student competencies, making SMK Negeri 3 Jayapura a center for clean energy education and demonstration in Jayapura. The conclusion confirms that this transformation is a multifunctional investment that forms a competent and responsible generation for global sustainability.*

Keyword: *efficiency, energy, schools.*

Abstrak: Di tengah urgensi perubahan iklim dan kebutuhan ketahanan energi, sektor pendidikan vokasi memiliki peran krusial dalam mendukung efisiensi energi. Langkah-langkah strategis untuk mencapai efisiensi energi dan mengadopsi energi hijau di SMK Negeri 3 Jayapura guna mewujudkan sekolah berkelanjutan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menguraikan serangkaian panduan implementasi yang komprehensif. Metode yang digunakan adalah kajian literatur sistematis (systematic literature review) dengan pendekatan deskriptif kualitatif, menganalisis jurnal ilmiah, laporan lembaga internasional, dokumen kebijakan pemerintah, serta studi kasus terkait. Hasil sintesis mengidentifikasi lima pilar utama: (1) Audit energi menyeluruh sebagai penentu prioritas, (2) Pemanfaatan energi terbarukan, khususnya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap, (3) Optimalisasi penggunaan energi melalui teknologi dan praktik cerdas, (4) Edukasi dan pelibatan aktif komunitas sekolah sebagai fondasi keberlanjutan perilaku, dan (5) Pemantauan dan pemeliharaan berkelanjutan. Pembahasan menunjukkan bahwa implementasi ini tidak hanya menghasilkan manfaat ekologis yang

signifikan, tetapi juga memperkaya kurikulum vokasi dan meningkatkan kompetensi siswa, menjadikan SMK Negeri 3 Jayapura sebagai pusat edukasi dan demonstrasi energi bersih di Jayapura. Kesimpulan menegaskan bahwa transformasi ini merupakan investasi multifungsi yang membentuk generasi kompeten dan bertanggung jawab terhadap keberlanjutan global.

Kata Kunci: efisiensi, energi, sekolah.

PENDAHULUAN

Di era modern ini, tantangan global terkait perubahan iklim dan kebutuhan mendesak akan ketahanan energi telah menempatkan isu keberlanjutan pada posisi sentral dalam agenda pembangunan kontemporer (IPCC, 2023). Dalam konteks ini, sektor pendidikan memiliki peran strategis yang esensial, tidak hanya sebagai penyedia pengetahuan, tetapi juga sebagai agen transformatif dalam mempromosikan praktik berkelanjutan. Lembaga pendidikan, khususnya sekolah menengah kejuruan (SMK), memiliki kapasitas untuk mengintegrasikan prinsip-prinsip keberlanjutan melalui penerapan efisiensi energi dan adopsi energi hijau. SMK Negeri 3 Jayapura, sebagai salah satu institusi pendidikan vokasi terkemuka di Papua, memiliki potensi signifikan untuk bertransformasi menjadi model sekolah yang efisien energi dan berbasis green energy.

Sekolah berbasis green energy mencakup penciptaan lingkungan belajar yang tidak hanya unggul secara akademik, tetapi juga mandiri secara energi dan berkomitmen pada kelestarian lingkungan. Implementasi prinsip-prinsip efisiensi energi dan pemanfaatan sumber daya terbarukan di lingkungan sekolah menawarkan beragam keuntungan. Secara finansial, inisiatif ini dapat menghasilkan pengurangan substansial pada biaya operasional, yang kemudian dapat dialokasikan untuk peningkatan kualitas fasilitas pembelajaran dan pengembangan program inovatif (IRENA, 2024; Ramadhan & Hasan, 2022). Lebih jauh, secara ekologis, upaya ini secara langsung berkontribusi pada mitigasi emisi gas rumah kaca dan mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) Perserikatan Bangsa-Bangsa, khususnya SDG 7 (Energi Bersih dan Terjangkau) dan SDG 13 (Penanganan Perubahan Iklim) (United Nations, 2015). Dari perspektif pedagogis, adopsi praktik ini secara efektif menanamkan kesadaran lingkungan, inovasi, dan tanggung jawab sosial pada seluruh sivitas akademika, termasuk siswa, guru, dan staf (Wijaya & Astuti, 2023).

Sehubungan dengan tantangan-tantangan tersebut, Politeknik Penerbangan Jayapura sebagai salah satu Perguruan Tinggi terdekat dengan lokasi tersebut memiliki Tridharma Perguruan Tinggi yang salah satunya adalah Pengabdian Kepada Masyarakat. Program Pengabdian Kepada Masyarakat bertujuan untuk memberdayakan masyarakat dengan keilmuan yang diimplementasikan oleh Politeknik Penerbangan Jayapura. Program Studi Teknik Listrik Bandara adalah pelaksana dari Pengabdian Kepada masyarakat berupa langkah-langkah Efisiensi Energi di Sekolah Berbasis Green Energy di SMK 3 Jayapura.

Penelitian ini bertujuan untuk menguraikan langkah-langkah strategis dan sistematis yang dapat digunakan sebagai referensi oleh institusi pendidikan, khususnya SMK Negeri 3 Jayapura, dalam transisi menuju model operasional yang lebih efisien energi dan berbasis green energy. Dengan mengintegrasikan temuan-temuan dari kajian literatur dan studi kasus relevan, artikel ini berupaya menyajikan panduan komprehensif yang dapat mendukung SMK Negeri 3 Jayapura untuk menjadi pusat inovasi dan teladan dalam pembangunan berkelanjutan.

KAJIAN PUSTAKA

Kajian teori ini membahas landasan konsep yang mendukung efisiensi energi dan pemanfaatan sumber energi hijau di lingkungan sekolah, khususnya relevansinya bagi SMK

Negeri 3 Jayapura. Pembahasan mencakup definisi kunci, prinsip-prinsip dasar, serta kerangka teoretis yang relevan sebagai dasar pemahaman implementasi sekolah berbasis *green energy*.

Efisiensi Energi dan Konservasi Energi

Efisiensi energi didefinisikan sebagai upaya untuk mengurangi jumlah energi yang dibutuhkan untuk menghasilkan *output* tertentu tanpa mengurangi kualitas atau kuantitas *output* tersebut (IEA, 2023). Konsep ini berbeda dari konservasi energi, yang merujuk pada pengurangan total konsumsi energi melalui perubahan perilaku atau pembatasan penggunaan. Dalam konteks SMK Negeri 3 Jayapura, aplikasi efisiensi energi dapat diilustrasikan melalui penggantian sistem pencahayaan konvensional di bengkel praktik dengan lampu *Dioda Pemancar Cahaya* (LED), yang memberikan intensitas penerangan serupa dengan konsumsi daya listrik yang jauh lebih rendah (Sari & Putri, 2019).

Implementasi efisiensi energi memberikan manfaat multidimensional. Secara ekonomi, teridentifikasi potensi pengurangan biaya operasional yang signifikan, suatu aspek krusial bagi pengelolaan anggaran institusi pendidikan (IRENA, 2024). Penghematan finansial ini memungkinkan alokasi sumber daya untuk peningkatan kualitas sarana-prasarana dan program pendidikan. Secara lingkungan, efisiensi energi berkontribusi pada mitigasi emisi gas rumah kaca, sehingga mendukung upaya global dalam mengatasi perubahan iklim (IPCC, 2023). Selain itu, peningkatan efisiensi termal dan visual di dalam gedung sekolah dapat meningkatkan kenyamanan lingkungan belajar, yang secara tidak langsung berkorelasi positif dengan konsentrasi dan produktivitas siswa (Baker & Steemers, 2021).

Energi Hijau (Energi Terbarukan)

Energi hijau, atau energi terbarukan, merupakan bentuk energi yang berasal dari sumber daya alam yang secara inheren dan berkelanjutan dapat diperbarui dalam skala waktu yang relevan dengan kehidupan manusia. Sumber-sumber ini mencakup energi surya, angin, hidro, biomassa, dan panas bumi. Untuk aplikasi di lingkungan sekolah, energi surya melalui sistem fotovoltaik (PV) seringkali menjadi pilihan yang paling aplikatif dan efisien, mengingat ketersediaan sinar matahari yang melimpah di wilayah tropis seperti Jayapura, maturitas teknologi PV, dan kemudahan integrasinya dengan infrastruktur bangunan (Solar Energy Industries Association, 2023).

Adopsi energi hijau merupakan pilar fundamental dalam mencapai keberlanjutan. Sistem energi terbarukan menghasilkan emisi gas rumah kaca yang minimal atau nihil selama operasionalnya, menjadikannya alternatif yang superior dibandingkan bahan bakar fosil yang berkontribusi pada degradasi lingkungan dan perubahan iklim. Selain itu, penggunaan energi terbarukan meningkatkan ketahanan energi institusi dengan mengurangi ketergantungan pada jaringan listrik eksternal yang rentan terhadap fluktuasi harga dan pasokan. Dari perspektif edukasi, implementasi langsung teknologi energi hijau memberikan pengalaman belajar praktis bagi siswa, memungkinkan mereka memahami prinsip kerja dan kontribusi teknologi ini dalam solusi masalah lingkungan global (Chang, 2019).

Konsep Sekolah Hijau (*Green School*)

Konsep Sekolah Hijau (*Green School*) merepresentasikan pendekatan holistik terhadap keberlanjutan yang melampaui efisiensi energi bangunan. Ini adalah kerangka kerja komprehensif yang mengintegrasikan prinsip-prinsip lingkungan ke dalam seluruh spektrum operasional sekolah, mulai dari desain dan pengelolaan infrastruktur fisik, pengembangan kurikulum, hingga partisipasi aktif seluruh komunitas sekolah (UNESCO, 2020). Tujuan utama sekolah hijau adalah menciptakan lingkungan belajar yang sehat, aman, dan berkelanjutan, meminimalkan dampak ekologis, serta membekali siswa dengan kompetensi untuk menjadi agen perubahan yang sadar lingkungan.

Pilar-pilar esensial dari konsep sekolah hijau mencakup (a) bangunan dan fasilitas berkelanjutan. Desain arsitektur yang mengoptimalkan pencahayaan alami, ventilasi silang, dan penggunaan material bangunan yang ramah lingkungan, serta sistem pengelolaan limbah yang efektif (Hadi & Rahayu, 2022). SMK Negeri 3 Jayapura dapat mengadopsi desain bengkel untuk penerangan alami maksimal atau pengembangan sistem pengelolaan limbah praktik yang terintegrasi. (b) Efisiensi Sumber Daya. Upaya sistematis untuk mengurangi konsumsi listrik, air, dan material melalui praktik efisiensi dan konservasi yang terencana dan terukur. (c) Kurikulum Berbasis Lingkungan. Integrasi isu-isu lingkungan, keberlanjutan, dan energi hijau ke dalam kurikulum inti dan kegiatan ekstrakurikuler. Pada SMK Negeri 3 Jayapura, ini dapat berupa integrasi modul energi surya dalam mata pelajaran kejuruan terkait kelistrikan atau elektronika (Astuti & Prasetyo, 2021). (d) Partisipasi Komunitas. Pelibatan aktif seluruh pemangku kepentingan—siswa, guru, staf, orang tua, dan masyarakat—dalam perencanaan, implementasi, dan pemantauan inisiatif keberlanjutan (KLHK, 2013).

Peran Edukasi dan Perilaku dalam Efisiensi Energi

Investasi pada teknologi dan infrastruktur efisien merupakan prasyarat, keberhasilan jangka panjang inisiatif efisiensi energi sangat bergantung pada peran perilaku manusia. Studi menunjukkan bahwa perubahan kebiasaan sederhana, seperti mematikan perangkat listrik saat tidak digunakan atau mengelola phantom load, dapat menghasilkan penghematan energi substansial (Stern, 2000; Bulunga & Thondhlana, 2018).

Edukasi lingkungan dan program peningkatan kesadaran di sekolah sangat vital. Melalui integrasi materi energi terbarukan dan efisiensi ke dalam kurikulum, penyelenggaraan kampanye internal, dan pembentukan tim "Green Squad" yang melibatkan siswa secara langsung dalam pemantauan energi, sekolah dapat menanamkan kebiasaan hemat energi dan tanggung jawab lingkungan sejak dini (Wijaya & Astuti, 2023; Rahayu & Hidayat, 2019). Pendekatan ini tidak hanya mengurangi konsumsi energi di lingkungan sekolah tetapi juga memberdayakan siswa untuk menjadi agen perubahan di lingkungan rumah dan komunitas mereka, memicu efek domino kesadaran energi yang lebih luas dan mendukung pencapaian SDGs (United Nations, 2015).

METODE

Metode penelitian ini menjelaskan pendekatan partisipan yang digunakan untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi dalam menyusun artikel "Langkah-Langkah Efisiensi di SMK Negeri 3 Jayapura Berbasis Green Energy". Mengingat sifat artikel ini yang berfokus pada penyajian panduan dan tinjauan komprehensif, pendekatan yang paling sesuai adalah kajian literatur sistematis (systematic literature review) dan analisis deskriptif.

Jenis Penelitian

Penelitian ini mengadopsi pendekatan deskriptif kualitatif melalui metode kajian literatur sistematis. Pendekatan kualitatif dipilih untuk memahami secara mendalam konsep, strategi, dan praktik terbaik dalam efisiensi energi serta penerapan green energy di lingkungan pendidikan, bukan untuk menguji hipotesis kuantitatif. Kajian literatur sistematis memungkinkan identifikasi, evaluasi kritis, dan sintesis bukti-bukti relevan dari berbagai sumber terpercaya, sehingga memberikan landasan empiris yang kuat untuk rekomendasi implementasi di SMK Negeri 3 Jayapura.

Prosedur Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilaksanakan melalui tahapan sistematis untuk memastikan relevansi dan komprehensivitas informasi:

1. Pencarian Basis Data Ilmiah: Melakukan pencarian komprehensif di berbagai basis data ilmiah dan mesin pencari akademik seperti Google Scholar, ScienceDirect, Scopus, DOAJ, ResearchGate, dan Semantic Scholar. Pencarian juga diperluas ke situs web resmi lembaga pemerintah, organisasi internasional, dan asosiasi industri terkait.
2. Seleksi dan Penyaringan Sumber: Hasil pencarian disaring secara ketat berdasarkan relevansi judul, abstrak, dan tahun publikasi. Prioritas diberikan pada publikasi dalam kurun waktu 10 tahun terakhir untuk memastikan relevansi teknologi dan kebijakan terkini; namun, sumber seminal atau dasar teoretis yang lebih tua juga dipertimbangkan apabila masih memiliki relevansi fundamental.
3. Pengambilan dan Pembacaan Mendalam: Dokumen yang terpilih diunduh dan dibaca secara menyeluruh. Proses pembacaan ini dilakukan secara aktif dengan menyoroti poin-poin penting, metodologi yang digunakan, dan temuan kunci.
4. Ekstraksi dan Klasifikasi Informasi: Informasi esensial diekstraksi dan diklasifikasikan ke dalam kategori-kategori tematik yang telah ditentukan, seperti: definisi konsep, metodologi audit energi, jenis teknologi green energy yang diterapkan, manfaat ekonomi dan lingkungan, tantangan implementasi, peran pendidikan dan perilaku, serta studi kasus keberhasilan. Informasi ini dicatat dalam format terstruktur untuk memudahkan analisis dan sintesis.

Teknik Analisis Data

Data yang telah terkumpul dianalisis menggunakan teknik analisis isi kualitatif (qualitative content analysis) dan sintesis naratif.

1. Analisis Isi Kualitatif: Melakukan identifikasi tema-tema berulang, konsep-konsep kunci, dan pola-pola yang muncul dari berbagai sumber. Tujuan utama adalah untuk mengidentifikasi praktik terbaik dan rekomendasi yang paling sering muncul dan didukung secara empiris.
2. Sintesis Naratif: Mengintegrasikan temuan-temuan dari berbagai sumber ke dalam sebuah narasi yang koheren dan logis. Proses ini mencakup:
 - a) Perbandingan Lintas Studi: Membandingkan temuan dari berbagai studi untuk mengidentifikasi konsistensi atau perbedaan dalam hasil dan rekomendasi. Ini membantu dalam mengidentifikasi praktik universal versus yang bersifat kontekstual, khususnya untuk penerapan di SMK Negeri 3 Jayapura.
 - b) Penggabungan Informasi: Menggabungkan data dari berbagai sumber yang saling melengkapi untuk membangun pemahaman yang lebih komprehensif tentang topik, terutama dalam konteks implementasi di sekolah kejuruan.
 - c) Interpretasi dan Kontekstualisasi: Menarik kesimpulan dan implikasi praktis dari bukti yang ditemukan, khususnya dalam konteks aplikasi di SMK Negeri 3 Jayapura. Interpretasi ini mempertimbangkan kekhasan sekolah kejuruan, jurusan yang tersedia, serta kondisi geografis dan sosial di Jayapura.
 - d) Identifikasi Kesenjangan: Mengidentifikasi area di mana informasi masih terbatas atau di mana penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memperkuat rekomendasi.

Melalui metode yang sistematis ini, artikel ini bertujuan untuk menyajikan panduan yang terinformasi dan berbasis bukti mengenai langkah-langkah strategis untuk mewujudkan SMK Negeri 3 Jayapura yang efisien energi dan berbasis green energy, sekaligus memberikan kontribusi pada literatur terkait sekolah hijau di Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil sintesis dari kajian literatur sistematis mengenai langkah-langkah efisiensi energi dan pemanfaatan green energy di lingkungan sekolah, diikuti dengan pembahasan mendalam mengenai implementasi dan relevansinya, khususnya untuk SMK Negeri 3 Jayapura.

Hasil

Berdasarkan analisis literatur yang komprehensif, teridentifikasi serangkaian langkah strategis dan terintegrasi yang konsisten muncul sebagai pilar utama dalam mewujudkan sekolah berbasis green energy dan efisiensi.



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 1. Pemaparan Langkah-langkah Efisiensi

Langkah-langkah ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis-infrastruktur, tetapi juga melibatkan dimensi manajerial, edukasi, dan partisipasi komunitas yang sangat relevan untuk konteks SMK Negeri 3 Jayapura. Aspek efisiensi energi tidak hanya terbatas pada sumbernya, tetapi juga pada bagaimana energi tersebut dikonsumsi dan dikelola. Hasil sintesis menyoroti pentingnya:

1. **Pencahayaan Efisien:** Penggantian lampu konvensional (misalnya, lampu neon T8) dengan lampu LED yang hemat energi dan memiliki masa pakai lebih lama di seluruh area sekolah, termasuk ruang kelas, laboratorium, dan terutama bengkel praktik yang membutuhkan penerangan memadai (Sari & Putri, 2019).



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 2. Implementasi Efisiensi di Sekolah

Memaksimalkan pencahayaan alami melalui desain arsitektur yang cerdas (misalnya, penggunaan jendela besar, skylight) juga dapat mengurangi ketergantungan pada pencahayaan buatan di siang hari. Implementasi sensor gerak di area seperti koridor atau toilet yang jarang digunakan juga sangat direkomendasikan.

2. Manajemen Sistem HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning): Penggunaan pendingin ruangan dengan rating efisiensi energi tinggi (EER/SEER), pengaturan suhu yang optimal (misalnya, 24-26C), perawatan rutin (pembersihan filter), dan optimasi ventilasi alami untuk mengurangi beban kerja AC, terutama di iklim panas Jayapura (Sukma & Nurdin, 2020). Desain bangunan yang memungkinkan aliran udara silang dapat mengurangi kebutuhan AC secara signifikan.
3. Peralatan Elektronik Hemat Daya: Pemilihan perangkat elektronik di kantor, laboratorium komputer, dan terutama peralatan praktik di bengkel dengan label efisiensi energi yang tinggi (misalnya, Energy Star). Selain itu, pembentukan kebiasaan mematikan atau mencabut steker peralatan saat tidak digunakan sangat krusial untuk menghindari phantom load atau "daya hantu" yang terus mengonsumsi listrik meskipun perangkat mati.
4. Sistem Manajemen Energi Bangunan (EMS): Meskipun seringkali membutuhkan investasi lebih besar, EMS dapat secara otomatis mengontrol dan memantau penggunaan energi di berbagai zona sekolah, memberikan data real-time untuk pengambilan keputusan yang lebih baik, identifikasi area pemborosan yang lebih cepat, dan jadwal operasional peralatan yang optimal.

Langkah-langkah teknis tidak akan berkelanjutan tanpa dukungan dan perubahan perilaku manusia. Literatur secara konsisten menekankan peran krusial pendidikan dan pelibatan aktif seluruh komunitas sekolah (Wijaya & Astuti, 2023; Rahayu & Hidayat, 2019). Bagi SMK Negeri 3 Jayapura, ini mencakup:

1. Integrasi Kurikulum: Memasukkan materi tentang energi terbarukan, efisiensi energi, dan keberlanjutan ke dalam mata pelajaran yang relevan, khususnya pada kompetensi keahlian Teknik Pembangkit Tenaga Listrik, Teknik Elektronika Industri, Teknik Otomotif, atau jurusan lain yang terkait. Siswa dapat mempelajari

- instalasi dan pemeliharaan PLTS, audit energi sederhana, atau desain sistem hemat energi sebagai bagian dari praktik vokasi mereka (Astuti & Prasetyo, 2021).
2. Kampanye Kesadaran dan Edukasi Internal: Mengadakan lokakarya, seminar, atau kampanye internal secara rutin untuk mengedukasi siswa, guru, dan staf tentang pentingnya hemat energi dan cara-cara praktis. Ini bisa dilakukan melalui mading sekolah, media sosial sekolah, atau acara khusus seperti "Hari Hemat Energi SMK Negeri 3 Jayapura".
 3. Partisipasi Aktif Siswa: Membentuk tim "Green Squad" atau duta lingkungan yang terdiri dari siswa dari berbagai jurusan. Tim ini bertanggung jawab untuk memantau penggunaan energi, mengampanyekan perilaku hemat energi, dan bahkan mengimplementasikan proyek-proyek kecil efisiensi energi di lingkungan sekolah (Pratama et al., 2021). Ini juga menjadi wadah praktik langsung yang berharga bagi siswa jurusan terkait, memungkinkan mereka menerapkan ilmu yang dipelajari.

Efisiensi energi adalah proses berkelanjutan yang membutuhkan manajemen proaktif. Hasil penelitian menunjukkan pentingnya pemantauan konsumsi energi secara berkala menggunakan smart meter atau sistem pencatatan manual (Ramadhan & Hasan, 2022). Data ini kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi anomali, tren, dan peluang perbaikan.



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 3. Pemanfaatan Green Energi di Sekolah

Bagi SMK Negeri 3 Jayapura, ini juga dapat menjadi kesempatan praktik bagi siswa jurusan kelistrikan atau elektronika untuk terlibat dalam pemantauan, analisis data, dan pelaporan kinerja energi. Selain itu, pemeliharaan rutin terhadap semua sistem (PLTS, AC, pencahayaan, peralatan bengkel) sangat vital untuk memastikan kinerja optimal, efisiensi jangka panjang, dan memperpanjang masa pakai peralatan. Evaluasi berkala terhadap efektivitas program juga diperlukan untuk melakukan penyesuaian dan inovasi.

Pembahasan

Penerapan langkah-langkah efisiensi dan green energy merupakan komponen integral dari kerangka Sekolah Hijau (*Green School*) yang lebih luas. Konsep sekolah hijau (UNESCO,

2020) menekankan integrasi keberlanjutan pada aspek fisik, kurikulum, dan partisipasi komunitas. Dalam konteks SMK Negeri 3 Jayapura, audit energi dan instalasi PLTS merupakan manifestasi dari pilar "Bangunan dan Fasilitas Berkelanjutan" serta "Efisiensi Sumber Daya". Ini sekaligus menjadi sarana pembelajaran praktis yang tak ternilai bagi siswa dari berbagai jurusan, khususnya yang terkait dengan energi, kelistrikan, dan elektronika. Mereka dapat belajar mengenai sistem PV surya dari awal hingga akhir siklus hidup, melakukan audit energi, atau bahkan merancang sistem manajemen energi. Pendidikan dan pelibatan komunitas, termasuk kurikulum yang mengintegrasikan energi terbarukan, merupakan inti dari pilar "Kurikulum Berbasis Lingkungan" dan "Partisipasi Komunitas". Hal ini menegaskan bahwa upaya energi di SMK Negeri 3 Jayapura tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga menciptakan budaya keberlanjutan yang holistik, selaras dengan semangat pendidikan vokasi yang berorientasi pada praktik dan relevansi industri.

Meskipun manfaat implementasi green energy dan efisiensi jelas, terdapat tantangan yang perlu diantisipasi. Biaya investasi awal untuk teknologi seperti PLTS atau penggantian sistem pencahayaan secara massal seringkali menjadi hambatan utama, terutama bagi sekolah di daerah yang mungkin memiliki akses terbatas ke sumber pendanaan. Bagi SMK Negeri 3 Jayapura, ini dapat diatasi melalui eksplorasi model pembiayaan inovatif (misalnya, power purchase agreement dengan penyedia surya), program hibah dari pemerintah pusat atau daerah (misalnya, melalui Dinas Pendidikan dan Dinas ESDM Provinsi Papua), atau kemitraan strategis dengan sektor swasta dan organisasi non-pemerintah yang peduli lingkungan atau pengembangan energi di Papua.

Kurangnya pengetahuan dan kesadaran awal juga dapat menjadi tantangan, baik di kalangan siswa, guru, maupun staf. Di sinilah peran edukasi dan kampanye kesadaran menjadi krusial, dengan memanfaatkan semangat belajar dan berinovasi yang melekat pada lingkungan SMK. Peluang terbesar terletak pada potensi SMK Negeri 3 Jayapura sebagai pusat edukasi dan demonstrasi energi terbarukan dan efisiensi energi di Jayapura dan kawasan Papua. Dengan berhasil mengimplementasikan green energy dan efisiensi, sekolah tidak hanya menghemat sumber daya, tetapi juga menjadi contoh hidup yang menginspirasi siswa untuk berkarir di sektor energi hijau yang berkembang pesat, serta menginspirasi orang tua dan masyarakat luas untuk mengadopsi praktik serupa di rumah dan lingkungan mereka. Ini merupakan investasi jangka panjang dalam pembentukan perilaku dan pola pikir yang berkelanjutan (Wijaya & Astuti, 2023), sekaligus peningkatan relevansi lulusan SMK Negeri 3 Jayapura di pasar kerja yang semakin mengarah ke sektor ekonomi hijau. Kompetensi siswa dalam instalasi dan pemeliharaan PLTS, audit energi, atau manajemen energi bangunan akan menjadi nilai tambah yang signifikan.

Hasil penelitian ini memiliki implikasi signifikan bagi pembuat kebijakan di Provinsi Papua dan Kota Jayapura, serta praktisi pendidikan vokasi. Pemerintah daerah perlu memperkuat kerangka kebijakan dan insentif untuk mendorong sekolah, khususnya SMK, agar berinvestasi dalam efisiensi energi dan energi terbarukan. Ini dapat diwujudkan melalui program hibah khusus, penyediaan pinjaman lunak, penyederhanaan perizinan untuk instalasi PLTS, atau bahkan pengembangan modul kurikulum energi terbarukan yang standar dan terintegrasi untuk pendidikan vokasi. Bagi pengelola SMK Negeri 3 Jayapura, ini adalah panduan praktis untuk memulai perjalanan menuju keberlanjutan, dimulai dengan audit yang cermat, diikuti dengan implementasi teknologi yang tepat dan terintegrasi dengan mata pelajaran vokasi, serta didukung oleh program edukasi yang kuat dan pemantauan

berkelanjutan. Kemitraan dengan industri energi lokal juga dapat menjadi kunci untuk mendukung implementasi dan memberikan peluang magang yang relevan bagi siswa.

KESIMPULAN

Transformasi SMK Negeri 3 Jayapura menjadi institusi berbasis efisiensi energi dan *green energy* bukan lagi sekadar idealisme lingkungan, melainkan sebuah keharusan strategis untuk menghadapi tantangan perubahan iklim global dan fluktuasi harga energi, sekaligus meningkatkan kualitas pendidikan vokasi yang relevan dengan kebutuhan industri masa depan. Artikel ini telah menguraikan serangkaian langkah komprehensif yang, jika diterapkan secara sinergis, dapat membawa SMK Negeri 3 Jayapura menuju masa depan yang lebih hijau, mandiri, dan berkelanjutan.

Audit energi menyeluruh merupakan fondasi awal yang krusial, menyediakan data objektif untuk mengidentifikasi area pemborosan dan potensi penghematan di seluruh fasilitas sekolah, termasuk unit-unit bengkel praktik yang intensif energi. Setelah identifikasi, pemanfaatan energi terbarukan, khususnya pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), muncul sebagai solusi paling efektif untuk mengurangi ketergantungan pada energi konvensional dan memangkas biaya operasional jangka panjang, memanfaatkan optimal potensi radiasi matahari di Jayapura. Namun, implementasi teknologi semata tidaklah cukup. Optimalisasi penggunaan energi melalui adopsi pencahayaan LED, manajemen sistem HVAC yang cerdas, dan penggunaan peralatan hemat daya adalah langkah esensial untuk memaksimalkan efisiensi operasional.

Yang terpenting, keberhasilan inisiatif ini sangat bergantung pada pendidikan dan pelibatan aktif seluruh komunitas sekolah, meliputi siswa, guru produktif, dan staf administrasi. Dengan mengintegrasikan kesadaran lingkungan dan praktik energi bersih ke dalam kurikulum kejuruan, mengadakan kampanye edukasi yang berkelanjutan, dan melibatkan siswa secara langsung dalam program *green squad* atau proyek energi terbarukan, SMK Negeri 3 Jayapura tidak hanya menghemat energi tetapi juga menanamkan nilai-nilai keberlanjutan dan tanggung jawab sosial pada generasi penerus yang kompeten di bidang energi. Terakhir, pemantauan dan pemeliharaan berkelanjutan merupakan elemen vital yang memastikan bahwa upaya efisiensi tetap optimal dan memberikan manfaat jangka panjang.

Secara keseluruhan, SMK Negeri 3 Jayapura yang berbasis *green energy* merupakan investasi yang menghasilkan keuntungan finansial, ekologis, dan edukatif yang signifikan. Ini adalah cetak biru untuk menciptakan lingkungan belajar yang inspiratif, ekonomis, dan bertanggung jawab terhadap planet ini. Dengan menerapkan langkah-langkah ini, SMK Negeri 3 Jayapura tidak hanya dapat menjadi contoh nyata bagi sekolah lain di Papua, tetapi juga mencetak lulusan yang siap berkontribusi pada sektor energi bersih di masa depan, memperkuat kapasitas daerah dalam menghadapi tantangan energi dan lingkungan.

REFERENSI

- Astuti, R., & Prasetyo, B. (2021). Tingkat pengetahuan masyarakat sekitar tentang energi surya di lingkungan sekolah: Studi kasus di Kota Kudus. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Vokasi*, 9(1), 30–44.
- Bulunga, N., & Thondhlana, G. (2018). Barriers to and drivers of household energy-saving behaviour: A case study of Makana, South Africa. *Energy Research & Social Science*, 40, 186–193.
- Chang, V. (2019). Integrating solar photovoltaic energy in the teaching and learning of physics. *Journal of Physics Education*, 6(1), 15–28.
- Hadi, S., & Rahayu, P. (2022). Material lokal dalam arsitektur berkelanjutan: Studi kasus pada bangunan sekolah di Bali. *Jurnal Teknik Arsitektur*, 11(3), 45–59.

- IEA (International Energy Agency). (2023). *Energy Efficiency 2023: Analysis and Forecasts to 2028*. IEA Publications.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC.
- IRENA (International Renewable Energy Agency). (2024). *Renewable Power Generation Costs in 2023*. IRENA Publications.
- Perdana, R., Pratama, D., & Santoso, A. (2020). Analisis ekonomi penggunaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) di Kota Yogyakarta. *Jurnal Energi Terbarukan*, 8(1), 30–44.
- Pratama, D., Nugroho, T., & Widodo, R. (2021). Analisis tingkat pengetahuan dan kesadaran masyarakat tentang pemanfaatan energi terbarukan di sekolah. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 8(2), 120–135.
- Rahayu, S., & Hidayat, R. (2019). Persepsi siswa terhadap penggunaan energi surya di sekolah. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 7(1), 45–58.
- Ramadhan, F., & Hasan, I. (2022). Analisis Kelayakan Ekonomi Pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap di Sekolah Menengah Atas X. *Jurnal Energi Terbarukan dan Lingkungan*, X(Y), pp-pp.
- Sari, D. P., & Putri, A. (2019). Studi Komparasi Efisiensi Energi Antara Lampu LED dan Lampu Pijar pada Ruang Kelas. *Jurnal Teknik Elektro*, 5(2), 78-85.
- Satria, A., & Susilo, B. (2019). Penerapan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sebagai sumber energi bersih dan ramah lingkungan di sekolah. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro (SNTE)*, 1–6.
- Stern, P. C. (2000). Toward a coherent theory of environmentally significant behavior. *Journal of Social Issues*, 56(3), 407-424.
- Sukma, R., & Nurdin, N. (2020). Analisis Efisiensi Energi Sistem Pendingin Udara di Gedung Pendidikan. *Jurnal Rekayasa Energi*, 13(1), 1-10.
- UNESCO. (2020). *Education for Sustainable Development: A Roadmap*. UNESCO Publishing.
- United Nations. (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. United Nations.
- Utami, W., & Putri, R. (2021). Audit Energi Gedung Sekolah: Identifikasi Potensi Penghematan Listrik. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 9(1), 1-10.
- Wijaya, S., & Astuti, R. D. (2023). Integrasi Pendidikan Lingkungan Hidup melalui Program Efisiensi Energi di Sekolah. *Jurnal Pendidikan Berkelanjutan*, A(B), pp-pp.