

Edukasi Energi Bersih dan Penerapan Panel Surya di lingkungan HKBP Aek Bolon, Balige, Kabupaten Toba

Verdinand Robertua¹, Arthuur Jeverson Maya², Sinta Herindrasti³, Adrianus Lengu Wene⁴

^{1,2,3,4}Universitas Kristen Indonesia, Jakarta, Indonesia

verdinand.robertua@uki.ac.id; arthuur.jmaya@uki.ac.id; valentina.herindrasti@uki.ac.id;
adrianus.wene@uki.ac.id

Abstrak

Program Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) berjudul "EDUKASI ENERGI BERSIH DAN PENERAPAN SOLAR PANEL DI GEREJA HKBP AEK BOLON" di Desa Aek Bolon Julu, Kecamatan Balige, Kabupaten Toba, menunjukkan komitmen tim PKM dalam meningkatkan kesadaran dan pemanfaatan energi surya. Fokus utama program ini mencakup kerjasama yang strategis dengan komunitas adat Pomparan Oppu Jaenna Siahaan serta dampak sosial dan ekonomi yang dihasilkan. Kerjasama dengan komunitas adat Pomparan Opung Jaenna Siahaan memberikan dukungan finansial dan logistik yang signifikan, termasuk pembiayaan pembangunan tiang fondasi lampu panel surya, izin lokasi, serta transportasi dan akomodasi bagi tim pelaksana PKM. Dampaknya tidak hanya terlihat dalam penghematan biaya listrik bagi Gereja dan jemaat, tetapi juga dalam optimalisasi aset aula Gereja yang kini dapat digunakan secara lebih efektif pada malam hari. Sebelum adanya penerangan panel surya, ketakutan dan keterbatasan akses ke Gereja pada malam hari menjadi kendala utama. Melalui kegiatan edukasi seperti ceramah pada hari ibadah, tim PKM berhasil meningkatkan kesadaran masyarakat Gereja terhadap solusi berkelanjutan. Program ini tidak hanya memberikan peningkatan sarana dan prasarana, tetapi juga menciptakan lingkungan yang aman dan nyaman, mencerminkan dampak positif yang dapat dirasakan langsung oleh masyarakat di sekitar Gereja HKBP AEK BOLON

Kata Kunci: Energi Bersih; HKBP Aek Bolon; Balige; Tujuan Pembangunan Berkelanjutan

Abstract

The Community Service Program (PKM) entitled "CLEAN ENERGY EDUCATION AND SOLAR PANEL APPLICATION AT THE HKBP AEK BOLON CHURCH" in the Aek Bolon Julu Village, Balige District, Toba Regency, demonstrated the commitment of the PKM team to raise awareness and utilize solar energy. Cooperation with the Pomparan Opung Jaenna Siahaan indigenous community provided significant financial and logistical support, including funding for the construction of solar panel lamp foundation poles, location permits, as well as transportation and accommodation for the PKM implementation team. The impact was not only seen in cost savings for the Church and its congregation but also in optimizing the Church hall asset, which could then be used more effectively at night. Before the solar panel lighting, fear and limited access to the Church at night were the main obstacles. Through educational activities such as lectures during worship days, the PKM team succeeded in increasing the Church community's awareness of sustainable solutions. This program not only provided improvements in infrastructure but also created a safe and comfortable environment, reflecting the positive impact directly felt by the community around the HKBP AEK BOLON Church.

Keywords: Clean Energy; HKBP Aek Bolon; Balige; Sustainable Development Goals

PENDAHULUAN

Indonesia, sebagai negara tropis dengan insolasi matahari yang cukup tinggi sepanjang tahun, memiliki potensi energi bersih dari tenaga surya yang luar biasa besar. Namun, penggarapan potensi ini belum maksimal dan dihadapkan pada berbagai tantangan yang perlu diatasi. Artikel ini akan membahas potensi energi bersih dari tenaga surya di Indonesia serta tantangan yang dihadapi dalam pemanfaatannya.

Indonesia memiliki potensi energi surya yang melimpah, terutama di wilayah-wilayah dengan radiasi matahari tinggi seperti Pulau Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Sulawesi, dan Kalimantan (Wahyuni & Ardiansyah, 2022). Menurut data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), rata-rata radiasi matahari di Indonesia mencapai sekitar 4,8 - 5,4 kWh/m²/hari, dengan puncaknya terjadi pada bulan-bulan musim kemarau (Silalahi, et al., 2021). Potensi ini sangat besar dan dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan energi nasional, baik untuk sektor rumah tangga, industri, maupun komersial.

Indonesia memiliki potensi tinggi untuk energi terbarukan, termasuk hidro, panas bumi, bioenergi, energi

surya, dan energi angin, dengan kapasitas total potensial diperkirakan mencapai 419 gigawatt. Negara ini telah mengalami peningkatan konsumsi energi, yang menuntut pergeseran ke sumber energi terbarukan untuk memenuhi kebutuhan secara berkelanjutan (Pambudi et al., 2023).

Negara ini memiliki jumlah sumber daya energi terbarukan yang belum dimanfaatkan yang signifikan. Misalnya, energi surya tersedia hampir sepanjang tahun, dan sumber daya yang besar tersedia dari energi panas bumi dan biomassa (Abdullah, 2002). Studi terbaru menyarankan bahwa Indonesia dapat mencapai 100% listrik terbarukan, khususnya menggunakan fotovoltaik surya yang dikombinasikan dengan penyimpanan energi hidro, yang dapat menyediakan pasokan energi yang hemat biaya dan berkelanjutan (Silalahi et al., 2023).

Ada tantangan dalam mencapai target energi terbarukan karena faktor geografis, institusional, dan investasi. Keterlibatan pemangku kepentingan dan kerangka kebijakan yang jelas sangat penting untuk memfasilitasi transisi ke sumber energi terbarukan (Maulidia et al., 2019).

Meskipun potensi energi surya di Indonesia sangat besar, pemanfaatannya masih menghadapi sejumlah tantangan yang perlu diatasi:

1. Keterbatasan Infrastruktur: Infrastruktur yang terbatas, terutama di daerah terpencil dan pulau-pulau kecil, menjadi salah satu tantangan utama dalam pemanfaatan energi surya. Keterbatasan aksesibilitas dan jaringan listrik yang belum merata membuat distribusi panel surya menjadi sulit dan mahal.
2. Biaya Investasi Awal yang Tinggi: Biaya investasi awal yang tinggi untuk pengadaan dan pemasangan panel surya menjadi hambatan bagi masyarakat, terutama bagi mereka yang berpenghasilan rendah. Meskipun harga panel surya telah turun dalam beberapa tahun terakhir, namun masih menjadi kendala bagi sebagian besar masyarakat.
3. Regulasi yang Belum Optimal: Regulasi terkait dengan pemanfaatan energi surya di Indonesia belum sepenuhnya mendukung perkembangan industri energi terbarukan. Kebijakan yang tidak konsisten dan prosedur yang rumit dalam perizinan proyek

energi surya seringkali menjadi penghambat bagi investor dan pengembang proyek.

4. Kurangnya Kesadaran dan Pendidikan: Kurangnya kesadaran dan pemahaman masyarakat tentang manfaat energi surya serta cara memanfaatkannya secara efektif juga menjadi hambatan dalam pengembangan energi surya di Indonesia. Pendidikan dan sosialisasi yang kurang mengenai teknologi dan manfaatnya dapat menghambat adopsi energi surya oleh masyarakat (Tambunan, et al., 2020).

Selain faktor-faktor di atas, beberapa studi menyoroti berbagai hambatan dan khususnya dalam dimensi tantangan Geografis dan Institusional. Sifat kepulauan Indonesia menyajikan tantangan geografis untuk implementasi proyek energi terbarukan. Ini diperparah oleh hambatan institusional seperti regulasi yang kompleks dan kurangnya perencanaan dan kerangka strategis yang terkoordinasi di tingkat nasional dan regional (Maulidia et al., 2019).

Sektor energi di Indonesia menderita dari investasi yang tidak mencukupi dan lingkungan regulasi yang menantang, yang menghambat

potensi penuh dari energi terbarukan. Kebutuhan akan regulasi yang lebih jelas, terutama mengenai hak atas tanah dan kepemilikan asing, sangat penting untuk menarik investasi yang diperlukan (Dutu, 2016).

Menggandeng sektor swasta sangat penting untuk pengembangan energi terbarukan. Kurangnya kerangka kebijakan yang jelas yang memfasilitasi investasi sektor swasta telah menjadi hambatan yang signifikan. Kebijakan perlu jelas dan mendukung untuk mendorong partisipasi dan investasi sektor swasta dalam sektor energi terbarukan (Yudha & Tjahjono, 2019).

Ada kekurangan studi komprehensif tentang kelayakan ekonomi teknologi energi terbarukan di Indonesia. Kesenjangan penelitian termasuk penilaian ekonomi terperinci tentang potensi energi terbarukan dan efektivitas biaya dari berbagai teknologi di berbagai lokasi di seluruh negeri (Silalahi et al., 2021).

Pemerintah telah menetapkan Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) melalui Peraturan Presiden Nomor 73 tahun 2023. RUEN menjadi landasan bagi pembangunan sektor energi nasional dengan tujuan utama mencapai kemandirian energi,

keberlanjutan, dan ketahanan energy (Republik Indonesia, 2023). RUEN menguraikan visi pemerintah dalam mengembangkan energi secara holistik, mencakup sumber daya energi konvensional dan terbarukan. Dokumen ini mengakui pentingnya diversifikasi sumber energi untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, sambil meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan seperti matahari, angin, air, dan biomassa.

Salah satu poin utama dalam RUEN adalah peningkatan kontribusi energi terbarukan dalam pemenuhan kebutuhan energi nasional. RUEN menetapkan target ambisius untuk meningkatkan porsi energi terbarukan dalam bauran energi nasional hingga mencapai persentase tertentu pada tahun-tahun mendatang. Pemerintah telah menetapkan Long-term Strategy for Low Carbon and Climate Resilience (LTS-LCCR) dimana Indonesia akan mencapai kondisi net-zero emission pada tahun 2060 atau lebih awal (Republik Indonesia, 2024; Indonesia Research Institute for Decarbonization, 2024). Target ini harus diterjemahkan dalam Kebijakan Energi Nasional yang sebelumnya diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 79 tahun 2014 (Republik Indonesia, 2014).

Lembaga keagamaan memiliki akses yang luas ke masyarakat dan seringkali dianggap sebagai pusat informasi dan otoritas moral. Mereka dapat memainkan peran yang signifikan dalam menyebarkan pesan tentang pentingnya energi bersih dan tanggung jawab untuk menjaga lingkungan. Melalui khotbah, ceramah, dan kegiatan sosial, lembaga keagamaan dapat memberikan edukasi kepada umatnya tentang pentingnya penggunaan energi bersih dan dampak positifnya bagi lingkungan dan masyarakat.

Huria Kristen Batak Protestan (HKBP) adalah gereja Protestan terbesar di Indonesia dan di Asia Tenggara dengan jumlah jemaat 4.133.000 jiwa yang tersebar di Indonesia serta berbagai Resort di Asia dan Amerika Serikat. Saat ini HKBP dipimpin oleh Ephorus Pdr. Dr. Robinson Butarbutar. HKBP juga mempromosikan perlindungan lingkungan hidup melalui ajaran-ajaran agamanya, seperti tanggung jawab moral terhadap alam semesta yang diberikan oleh Tuhan. Mereka mendorong umatnya untuk menjaga keberlanjutan sumber daya alam, mengurangi polusi, dan mendukung praktik hidup yang berkelanjutan.

Gereja HKBP AEK BOLON di Desa Aek Bolon Julu, Kecamatan Balige, Kabupaten Toba, menjadi pusat aktivitas keagamaan dan kebersamaan masyarakat. Namun, kondisi minimnya pengetahuan mengenai energi surya dan dampak positifnya serta kurangnya penerangan pada malam hari menghambat pemanfaatan maksimal sarana dan prasarana gereja. Oleh karena itu, tim PKM memandang penting untuk menjembatani kesenjangan ini melalui program "PkM EDUKASI ENERGI BERSIH DAN PENERAPAN SOLAR PANEL."

Program ini didukung oleh landasan teori yang menggarisbawahi pentingnya energi bersih sebagai langkah konkrit dalam mengatasi isu pemanasan global. Teori ini mengaitkan penggunaan energi surya dengan tujuan pembangunan berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs), khususnya dalam konteks peningkatan akses terhadap energi yang bersih dan terbarukan.

Melalui interaksi dengan pimpinan gereja dan masyarakat, tim PKM mengidentifikasi minimnya informasi terkait energi surya dan keberlanjutan di lingkungan gereja. Kendala akses pada malam hari juga mempengaruhi

kegiatan keagamaan dan sosial masyarakat. Sehingga, analisis situasi ini menjadi dasar untuk mengembangkan program yang bersifat inklusif dan memberikan solusi konkret.

Dengan dukungan landasan teori dan analisis situasi, tujuan utama program ini adalah meningkatkan kesadaran masyarakat dan pimpinan gereja terkait pemanfaatan energi surya. Penerapan solar panel di gereja diharapkan tidak hanya mengoptimalkan penggunaan sarana prasarana gereja pada malam hari, namun juga memberikan keamanan dan kenyamanan bagi masyarakat sekitar. Selain itu, melalui edukasi dan sosialisasi, program ini bertujuan mendorong pengembangan sumber energi alternatif di desa dan meningkatkan partisipasi dalam upaya mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan.

METODE

Pelaksanaan PkM membutuhkan tiga komponen penting yaitu lampu jalan tenaga surya, tiang penopang lampu jalan tenaga surya dan fondasi tiang. Untuk lampunya, tim PkM menggunakan lampu jalan yang bahan bodinya terbuat dari ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) dan penutup PC

(Polikarbonat). Ukurannya adalah 48 * 20,5 * 7cm. Lampunya menggunakan baterai lithium fosfat besi 3,2V 15,0Ah, dilengkapi dengan 688 lampu permata 2835. Panel suryanya memiliki daya 6V 18W. Dukungan lampu memiliki diameter $\phi 48 * 490$. Waktu penerangan bisa mencapai 24-36 jam.

Tiang lampu yang dipakai berukuran 5 meter dengan bahan besi sedangkan fondasi tiang menggunakan bahan dasar batu kali dengan campuran semen.



Gambar 1: Pemasangan Panel Surya

Seperti yang terlihat dalam gambar di atas, tim PkM telah memilih lokasi yang terkena sinar matahari maksimal selama sepanjang hari untuk memaksimalkan efisiensi pengisian daya panel surya. Terdapat tujuh titik pemasangan panel surya yang memiliki

titik maksimal sinar matahari dan sudah disepakati dengan HKBP Aek Bolon.

Tim PkM membangun fondasi bagi tiang lampu secara kokoh dan aman. Selain itu, dukungan tiang tersebut sejajar dan stabil untuk menopang beban lampu dan panel surya. Tim PkM sudah menghubungkan lampu dengan baterai dan memastikan semua koneksi elektrik aman dan sesuai dengan petunjuk pemasangan. Selain itu, daya baterai dan pastikan baterai telah diisi daya sebelum penggunaan pertama kali.

Berdasarkan observasi tim PkM, saat matahari tenggelam di wilayah Desa Aek Bolon, lampu-lampu mulai menyala satu per satu. Proses pengukuran kecerahan dilakukan dengan menggunakan lux meter. Hasil pengukuran kecerahan menunjukkan tingkat kecerahan yang memenuhi dan standar yang diharapkan. Jalan-jalan yang sebelumnya gelap menjadi terang benderang, menciptakan rasa keamanan bagi jemaat HKBP Aek Bolon.

Selain pemasangan lampu jalan tenaga surya, tim PkM juga melaksanakan kegiatan sosialisasi penggunaan energi bersih bagi jemaat HKBP Aek Bolon. Di dalam ibadah raya

hari Minggu 14 Januari 2024, tim PkM yang diwakili oleh Arthuur Jeverson Maya menjelaskan mengenai visi Program Studi Hubungan Internasional Universitas Kristen Indonesia dan tujuan pelaksanaan PkM.

Dalam presentasinya, Arthuur Jeverson Maya menekankan manfaat penggunaan panel surya sebagai berikut:

- (1) Pengurangan Emisi Karbon:** Lampu panel surya menggunakan sumber energi terbarukan, mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil yang dapat menciptakan emisi gas rumah kaca. Ini mendukung upaya global untuk mengatasi perubahan iklim.
- (2) Efisiensi Energi:** Lampu panel surya cenderung lebih efisien secara energi dibandingkan lampu konvensional. Dengan mengadopsi teknologi ini, komunitas dapat menghemat energi dan mengurangi biaya operasional jangka panjang.
- (3) Pemberdayaan Ekonomi Lokal:** Implementasi proyek seperti ini dapat menciptakan peluang ekonomi lokal, seperti pemasangan dan pemeliharaan sistem panel surya. Ini dapat menciptakan lapangan kerja baru dan meningkatkan keterampilan teknis di komunitas.

(4) Pendidikan dan Kesadaran: Proyek ini tidak hanya tentang implementasi teknologi, tetapi juga melibatkan edukasi masyarakat tentang manfaat energi bersih. Dengan meningkatkan kesadaran, masyarakat dapat lebih mudah menerima dan mengadopsi perubahan menuju energi yang lebih berkelanjutan.

(5) Kontribusi terhadap Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs): Proyek ini dapat dihubungkan langsung dengan beberapa SDGs, seperti SDG 7 (Energi Terbarukan dan Terjangkau), SDG 13 (Tindakan untuk Perubahan Iklim), dan SDG 8 (Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi).

PEMBAHASAN

Edukasi yang dilakukan Arthuur Jeverson Maya di HKBP Aek Bolon menunjukkan peran Gereja di dalam promosi energi bersih. Selain itu, Gereja juga menjadi wadah untuk melakukan pendidikan lingkungan khususnya terkait energi bersih.

Penelitian Gangmei (2016) sangat detail mengeksplorasi peranan gereja-gereja Kristen dalam mempromosikan pendidikan dan kesadaran lingkungan, dengan tujuan mengubah individu menjadi "ECO-MAN", yang mengintegrasikan

kesadaran lingkungan dengan nilai-nilai Kristen. Meskipun gereja memiliki pengaruh besar sebagai lembaga sosial, masih sangat sedikit penelitian yang fokus pada interaksi antara pendidikan lingkungan melalui badan keagamaan.

Bumi adalah milik Tuhan (Mazmur 24:1) dan ayat Alkitab ini sering digunakan dalam gereja untuk berdoa memohon berkat dari Tuhan. Saatnya ayat ini digunakan untuk memotivasi anggota gereja agar menjaga, merawat, dan melindungi lingkungan dari kerusakan dan kehancuran. Materi kurikulum gereja telah menekankan tentang pengelolaan, dan gereja juga mengadakan minggu pengelolaan dengan penekanan besar pada uang dan pemberian. Namun, pengelolaan lingkungan belum mendapatkan perhatian yang cukup (Areo, 2020).

Hitzhuzen (2012) sudah membangun sebuah kerangka kerja yang dapat dipakai oleh para pengajar lingkungan hidup untuk konteks Gereja. Banyak teolog dan pemimpin agama berusaha menghubungkan kekhawatiran tentang lingkungan dengan iman mereka. Mereka berupaya menunjukkan bahwa masalah seperti perubahan iklim, polusi udara, atau kehilangan biodiversitas

bukan hanya isu ilmiah atau politik, tetapi juga isu spiritual. Namun, banyak penganut yang tidak sepenuhnya setuju dengan pandangan ini, dan seringkali hubungan antara iman mereka dengan lingkungan kurang erat. Berdasarkan hasil wawancara kelompok fokus dengan gereja dan penelitian dengan organisasi lingkungan Kristen, Harmannij (2018) mengidentifikasi tiga masalah utama yang menghalangi masalah lingkungan menjadi bagian dari kehidupan gereja: ketidakpedulian dan polarisasi terhadap isu lingkungan di kalangan jemaat, kurangnya keterlibatan dengan lingkungan di gereja lokal, dan penurunan kekristenan yang terinstitusionalisasi. Makalah ini juga mengusulkan solusi agar isu lingkungan mendapatkan tempat yang lebih sentral dalam kehidupan gereja, yaitu dengan melibatkan jemaat secara langsung oleh orang-orang yang mereka kenal dan percayai, bukan hanya oleh teolog dan pemimpin agama yang jauh. Pendeta dan jemaat yang peduli lingkungan perlu terlibat secara terbuka, tulus, dan pribadi dengan sesama jemaat dalam konteks gereja lokal mereka agar isu lingkungan tidak hanya menjadi proyek

elit beberapa pemimpin agama dan aktivis lingkungan.

Meskipun manfaatnya yang jelas, masih ada beberapa tantangan yang perlu diatasi dalam mendorong penggunaan panel surya. Berdasarkan informasi yang diperoleh tim PkM, Biaya awal yang tinggi seringkali menjadi hambatan utama bagi masyarakat untuk beralih ke energi surya. Namun, dengan inovasi teknologi dan peningkatan efisiensi produksi, biaya panel surya terus menurun, membuatnya lebih terjangkau bagi lebih banyak orang. Selain itu, dukungan dari pemerintah dan program insentif juga dapat membantu mengurangi biaya investasi awal bagi individu dan komunitas. Anggaran pemerintah untuk pengadaan panel surya akan terus membesar sehingga menciptakan peluang pemanfaatan energi surya bagi masyarakat.

Program Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) yang berjudul "EDUKASI ENERGI BERSIH DAN PENERAPAN SOLAR PANEL DI GEREJA HKBP AEK BOLON" di Desa Aek Bolon Julu, Kecamatan Balige, Kabupaten Toba, adalah sebuah inisiatif yang menggabungkan komitmen, kerjasama strategis dengan

komunitas adat Pomparan Oppu Jaenna Siahaan, dan dampak positif pada aspek sosial dan ekonomi masyarakat.

Program ini bermula dari kesadaran akan pentingnya energi bersih dan keberlanjutan di tengah-tengah masyarakat, khususnya di lingkungan gereja. Tim PKM memilih Gereja HKBP AEK BOLON sebagai lokus utama pelaksanaan program, yang merupakan tempat ibadah bagi masyarakat setempat. Desa Aek Bolon Julu, dengan kecamatan Balige dan Kabupaten Toba, menjadi lokasi yang tepat untuk menjalankan proyek ini.

Fokus utama dari program ini adalah penerapan teknologi solar panel sebagai solusi untuk menghasilkan energi bersih. Namun, yang membuat program ini semakin istimewa adalah adanya kerjasama yang erat dengan komunitas adat Pomparan Oppu Jaenna Siahaan. Kerjasama ini tidak hanya sebatas dukungan moral, tetapi juga mencakup dukungan finansial dan logistik yang signifikan, mencakup pembiayaan pembangunan tiang fondasi lampu panel surya, izin lokasi, serta transportasi dan akomodasi bagi tim pelaksana PKM.

Dalam kerjasama ini, terlihat bahwa tim PKM tidak hanya melibatkan

diri dalam kegiatan teknis terkait pemasangan panel surya, tetapi juga membangun kemitraan yang kuat dengan komunitas adat. Dukungan yang diberikan oleh Pomparan Oppu Jaenna Siahaan tidak hanya bersifat materiil, tetapi juga mencakup aspek-aspek non-materiil seperti pemahaman budaya dan persetujuan masyarakat setempat. Hal ini menciptakan landasan kuat untuk keberlanjutan program dan integrasi yang lebih baik dengan masyarakat setempat.

Pentingnya kerjasama dengan komunitas adat juga tercermin dalam pengelolaan izin lokasi. Tim PKM tidak hanya memasang panel surya tanpa memperhitungkan aspek hukum dan sosial di lingkungan sekitar. Sebaliknya, melalui kerjasama yang baik dengan Pomparan Oppu Jaenna Siahaan, izin lokasi diperoleh dengan dukungan penuh dari masyarakat adat setempat. Hal ini menciptakan keberlanjutan program dan mencegah potensi konflik di masa depan.

Pengembangan kerjasama dengan masyarakat adat dalam peningkatan akses ke energi terbarukan ternyata sudah dilakukan di berbagai negara. Garcia (2020) telah meneliti tentang pengenalan panel surya bagi komunitas adat di Peru.

Pengenalan panel surya telah mempengaruhi persepsi tentang modernitas dan kewarganegaraan (García, 2020).

Selain Peru, sebuah *best practice* yang dapat menjadi perbandingan adalah proyek "Layanan Tenaga Surya untuk Komunitas Aborigin Terpencil" di Australia. Inisiatif ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem layanan tenaga surya yang bergerak, yang disesuaikan khusus untuk komunitas Aborigin nomaden kecil. Pendekatannya adalah menyediakan komunitas ini dengan utilitas penting yang sepenuhnya ditenagai oleh energi surya (James, 1986)

Kerjasama dengan masyarakat adat dalam implementasi energi bersih adalah salah satu manfaat dari Indigenous Knowledge System (IKS). IKS mencakup kearifan holistik berbasis komunitas yang diturunkan secara turun-temurun, disesuaikan dengan lingkungan dan praktik lokal. IKS menghadapi tantangan seperti marginalisasi dan kurangnya pengakuan formal, memerlukan integrasi ke dalam agenda pembangunan modern untuk solusi yang berkelanjutan dan menghormati budaya (Tharakan, 2015).

Di Zimbabwe, IKS pun dimanfaatkan dalam peningkatan penggunaan energi bersih. Sebuah studi meneliti Lembah Honde di Zimbabwe dan membahas tentang pemanfaatan IKS untuk mendorong pertumbuhan ekonomi berkelanjutan. Hal ini berpotensi diterapkan pada proyek energi berkelanjutan termasuk integrasi energi terbarukan dengan kendaraan listrik (Kanjanda et al., 2017).

Berbagai studi pemanfaatan IKS menunjukkan bahwa pemanfaatan energi bersih dan terbarukan sejalan dengan keinginan masyarakat adat. PkM yang sudah dilaksanakan di Balige ini menunjukkan dukungan logistik dari komunitas adat juga mencakup transportasi dan akomodasi bagi tim pelaksana PKM. Faktor ini sangat penting karena Desa Aek Bolon Julu mungkin memiliki akses terbatas, dan dukungan ini memastikan bahwa tim PKM dapat beroperasi secara efektif dan efisien. Ini mencerminkan pentingnya keterlibatan dan dukungan penuh dari masyarakat setempat dalam menjalankan program ini.

Dampak program ini tidak hanya terbatas pada aspek teknis penggunaan energi bersih, tetapi juga mencakup dampak sosial dan ekonomi

yang signifikan. Salah satu dampak terlihat dalam penghematan biaya listrik bagi Gereja dan jemaat. Dengan menggunakan energi matahari sebagai sumber daya utama, Gereja dapat mengurangi ketergantungan pada listrik konvensional dan menghasilkan penghematan biaya yang signifikan.

Optimalisasi aset aula Gereja pada malam hari adalah satu lagi dampak positif yang terjadi melalui program ini. Sebelum pemasangan panel surya, keterbatasan penerangan menjadi kendala utama, dan ketakutan serta keterbatasan akses ke Gereja pada malam hari mengurangi aktivitas di lingkungan gereja. Dengan adanya penerangan panel surya, tidak hanya memberikan kenyamanan dan keamanan, tetapi juga meningkatkan penggunaan ruang aula gereja pada malam hari. Hal ini menciptakan lingkungan yang lebih efektif dan memberikan manfaat nyata bagi masyarakat setempat.

Kegiatan edukasi seperti ceramah pada hari ibadah juga merupakan komponen penting dari program ini. Tim PKM berhasil meningkatkan kesadaran masyarakat Gereja terhadap solusi berkelanjutan melalui kegiatan ini. Peningkatan kesadaran ini bukan hanya terbatas pada penggunaan

energi bersih, tetapi juga mencakup pemahaman mengenai keberlanjutan dan dampak positif yang dapat dihasilkan oleh masyarakat.

Melalui upaya edukasi, tim PKM tidak hanya memberikan solusi teknis, tetapi juga menciptakan kesadaran masyarakat terhadap tanggung jawab bersama terhadap lingkungan. Dengan meningkatnya pemahaman tentang keberlanjutan, diharapkan masyarakat setempat dapat menjadi agen perubahan yang lebih aktif dalam mendukung inisiatif berkelanjutan di masa depan.

Selain dampak sosial, program ini juga memberikan dampak ekonomi yang positif. Pemberian dukungan finansial dan logistik oleh komunitas adat Pomparan Oppu Jaenna Siahaan menciptakan sinergi yang menguntungkan kedua belah pihak. Masyarakat adat terlibat dalam sebuah proyek yang memberikan manfaat langsung bagi mereka sendiri, sementara tim PKM mendapatkan dukungan yang diperlukan untuk berhasil menjalankan program.

SIMPULAN

Sebagai simpulan, Program Pengabdian Kepada Masyarakat ini bukan hanya tentang penerapan teknologi solar panel di Gereja HKBP

AEK BOLON. Lebih dari itu, program ini mencerminkan komitmen tim PKM dalam membangun kemitraan strategis dengan komunitas adat, Pomparan Oppu Jaenna Siahaan. Dampak positif dari program ini tidak hanya terlihat dalam penghematan biaya listrik, tetapi juga dalam meningkatkan efektivitas penggunaan aset gereja, menciptakan lingkungan yang aman dan nyaman, serta meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap solusi berkelanjutan. Program ini menjadi contoh bagaimana kolaborasi yang baik antara akademisi dan masyarakat dapat menghasilkan perubahan positif yang signifikan di tingkat lokal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Program Studi Hubungan Internasional Universitas Kristen Indonesia berterima kasih atas kerjasama bantuan pendanaan yang diberikan Pomparan Opung Jaenna Siahaan dan Universitas Kristen Indonesia sehingga kegiatan PkM ini dapat terlaksana

REFERENSI

Areo, O. (2020). Enhancing Environmental Stewardship through the Church's Curriculum. *Journal of Environmental Education*, 2, 420-425.

<https://doi.org/10.36346/SARJHS.S.2020.V02I05.009>.

Dutu, R. (2016). Challenges and policies in Indonesia's energy sector. *Energy Policy*, 98, 513-519.

<https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2016.09.009>.

Garcia, D.W. (2020). Trading solar panels for grid power: An ethnography of rural energy service in Peru. *Journal of Rural Studies*, 78, 254-261.

Gangmei, A. (2016). THE ROLE OF THE CHURCH (RELIGIOUS INSTITUTIONS) IN ENVIRONMENTAL EDUCATION. *International Educational Scientific Research Journal*, 2.

Harmannij, D. (2018). Is It Possible to Give Environmental Issues a More Prominent Role in Church Life?. *Sustainability and the Humanities*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95336-6_6.

Hitzhusen, G. (2012). Going Green and Renewing Life: Environmental Education in Faith Communities.. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 2012, 35-44.

- <https://doi.org/10.1002/ACE.2000>
5.
Indonesia Research Institute for Decarbonization. (2024). *Mengenal Net-Zero Emission*. Jakarta: IRID.
- James, W. (1986). Solar Powered Services for Remote Aboriginal Communities. , 301-307. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-033423-3.50046-0>.
- Kanjanda, O., Chiparange, G., & Saruchera, K. (2017). Turning Zimbabwe's indigenous knowledge social systems for economic growth: A case of Honde Valley in Manicaland Province. *International Open and Distance Learning Journal*, 3.
- Maulidia, M., Dargusch, P., Ashworth, P., & Ardiansyah, F. (2019). Rethinking renewable energy targets and electricity sector reform in Indonesia: A private sector perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2018.11.005>.
- Pambudi, N., Firdaus, R., Rizkiana, R., Ulfa, D., Salsabila, M., , S., & , S. (2023). Renewable Energy in Indonesia: Current Status, Potential, and Future Development. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su15032342>.
- Prodi HI UKI. (2020). *Rencana Strategis Program Studi Hubungan Internasional Universitas Kristen Indonesia*. Jakarta: UKI Press.
- Republik Indonesia. (2014). *Peraturan Pemerintah Nomor 79 tahun 2014*. Jakarta: Republik Indonesia.
- Republik Indonesia. (2023). *Peraturan Presiden Nomor 73 tahun 2023*. Jakarta: Republik Indonesia.
- Republik Indonesia. (2024). *Nationally Determined Contribution*. Jakarta: Republik Indonesia.
- Silalahi, D. F., Blakers, A., Stocks, M., Lu, B., Cheng, C., & Hayes, L. (2021). Indonesia's Vast Energy Potential. *Energies*, 1-24.
- Tambunan, H. B., Hakam, D. F., Prahastono, I., Pharmatrisanti, A., Purnomoadi, A. P., Aisyah, S., . . . Sandy, I. G. (2020). The Challenges and Opportunities of Renewable Energy Source (RES) Penetration in Indonesia: Case Study of Java-Bali Power System. *Energies*, 1-22.

- Tharakan, J. (2015). Indigenous knowledge systems – a rich appropriate technology resource. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 7, 52 - 57.
- Wahyuni, E., & Ardiansyah, H. (2022). Indonesia's National Strategy and Commitment towards Transition to Renewable Energy. In H. Ardiansyah, & P. Ekadewi, *Indonesia post-pandemic outlook: Strategy towards net-zero emissions by 2060 from the renewables and carbon-neutral energy perspectives* (pp. 9-22). Jakarta: BRIN Publishing.
- Yudha, S., & Tjahjono, B. (2019). Stakeholder Mapping and Analysis of the Renewable Energy Industry in Indonesia. *Energies*. <https://doi.org/10.3390/EN12040602>.