

Proyeksi Perencanaan Solar PV Di Mushola Al Ikhlas Bagan Besar Timur, Dumai Sebagai Solusi Energi Terbarukan

Arbi¹, Tengku Reza Suka Alaqa², Muhammad Sayid Altof³, Aulia Muhammad Farhan⁴, Lutvi Nabilla Safka⁵, Melati Ardila⁶, Juliana⁷, Fadilah⁸, Ewil Lindasari⁹, Annisa Zahra¹⁰, Hamsah Maulana¹¹

^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11} Universitas Islam Negeri Suska Riau, Indonesia

Corresponding Author

Nama Penulis: Tengku Reza Suka Alaqa

E-mail: 12150511389@students.uin-suska.ac.id

Abstrak

Penelitian ini menyoroti kebutuhan mendesak bagi Indonesia untuk beralih dari bahan bakar fosil ke energi terbarukan, khususnya energi surya, mengingat potensinya yang besar dan keuntungan geografis negara tersebut. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan rencana pemanfaatan PV surya di Mushola Al Ikhlas di Bagan Besar Timur, Dumai, sebagai bagian dari KKN pengabdian masyarakat oleh mahasiswa UIN Suska Riau. Menggunakan metode perangkat lunak PVsyst, penelitian ini melibatkan penyusunan basis data meteorologi, pengumpulan data radiasi matahari dan suhu, serta merancang sistem PV surya yang terhubung ke jaringan listrik. Hasil penelitian menyoroti perencanaan modul PV dan sistem inverter, dengan tujuan mencapai kinerja optimal dan integrasi ke dalam infrastruktur jaringan yang ada. Data output energi menunjukkan variasi yang signifikan sepanjang tahun, dengan produksi puncak pada bulan Maret karena radiasi matahari yang tinggi dan output lebih rendah pada bulan November karena tingkat radiasi yang berkurang. Total tahunan radiasi global horizontal sebesar 1606,1 kWh/m², dengan output energi efektif sebesar 31,925 MWh dan energi yang dimasukkan ke jaringan mencapai 29,904 MWh. Rasio kinerja (PR) sebesar 0,775 mencerminkan efisiensi sistem dalam mengubah energi surya menjadi tenaga listrik. Inisiatif ini tidak hanya mendukung adopsi energi terbarukan, tetapi juga berfungsi sebagai aplikasi praktis teknologi surya dalam pengabdian masyarakat.

Kata kunci - Desain Sistem PV Surya, Transisi Energi Terbarukan, Pengabdian Masyarakat

Abstract

The study addresses the pressing need for Indonesia to transition from fossil fuels to renewable energy, particularly solar energy, given its substantial potential and the country's geographic advantage. The objective is to develop a plan for utilizing solar PV at Mushola Al Ikhlas in Bagan Besar Timur, Dumai, as part of a community service initiative by UIN Suska Riau students. Using PVsyst software, the research involves setting up a meteorological database, collecting solar irradiation and temperature data, and designing a grid-connected solar PV system. The results highlight the planning of PV modules and inverter systems, aiming for optimal performance and integration into the existing grid infrastructure. The energy output data reveals considerable variation throughout the year, with peak production in March due to high solar irradiation and lower output in November due to reduced irradiation levels. The annual total global horizontal irradiation was 1606.1 kWh/m², with an effective energy output of 31.925 MWh and energy injected into the grid totaling 29.904 MWh. The performance ratio (PR) of 0.775 reflects the system's efficiency in converting solar energy into electrical power. This initiative not only supports renewable energy adoption but also serves as a practical application of solar technology in community service.

Keywords - Solar PV System Design, Renewable Energy Transition, Community Service

PENDAHULUAN

Indonesia harus mengurangi ketergantungannya pada bahan bakar fosil dengan beralih ke energi terbarukan, sejalan dengan kebijakan global yang secara bertahap meninggalkan bahan bakar fosil. Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang signifikan, terutama dalam energi surya yang memiliki potensi sebesar 3.295 GW. Namun saat ini hanya 0,27 GW yang dimanfaatkan, menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (Negara, n.d).

Cadangan minyak global diperkirakan akan habis dalam 23 tahun, gas dalam 62 tahun, dan batu bara dalam 146 tahun. Sebaliknya, Indonesia dapat menghasilkan energi surya yang substansial di seluruh area seluas 2 juta km², sebesar 5,10 mW atau 4,8 kWh/m²/hari yang setara dengan 112.000 GWp. Oleh karena itu, energi surya memiliki keunggulan yang jelas dibandingkan bahan bakar fosil (Panulisan et al., 2023). Sebagai kota pesisir di Pulau Sumatra, Dumai sangat cocok untuk penggunaan panel surya (Demeianto et al., 2021). Hal ini disebabkan oleh letak geografis Indonesia di sepanjang khatulistiwa yang memberikan negara Indonesia potensi yang besar untuk pemanfaatan energi surya (Lagsmana et al., 2022).

Meningkatnya permintaan energi dan menipisnya cadangan bahan bakar fosil menekankan pentingnya meneliti sumber energi terbarukan yang tersedia (EBT) (Kariongan & Joni, 2022). Menanggapi tantangan ini, mahasiswa dari UIN Suska Riau akan mengembangkan proyeksi perencanaan untuk menerapkan solar PV di Mushola Al Ikhlas di Bagan Besar Timur, Dumai sebagai bagian dari pengabdian masyarakat selama Kuliah Kerja Nyata.

Penelitian sebelumnya yang membahas tentang pengabdian masyarakat yang melibatkan solar PV meliputi pelatihan dan pendirian Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk penerangan jalan umum yang dilakukan oleh Politeknik Energi dan Mineral Akamigas (PEM Akamigas) melalui Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (UPPM), serta melibatkan dosen dan mahasiswa (Pujiyanto et al., 2022). Penelitian lain melibatkan lokakarya tentang penerapan energi hijau fotovoltaik surya atap untuk UKM maju di Kota Madiun. Hal ini mengatasi masalah seperti kerusakan makanan selama pemadaman listrik, dengan mengusulkan energi surya sebagai sumber daya cadangan (Setiawan et al., 2022).

Selanjutnya, terdapat penelitian upaya untuk memasang Sistem Panel Surya Off-Grid untuk kemandirian energi di Yayasan Pendidikan Islam Dayah Miftahul Jannah yang dipimpin oleh tim pengabdian masyarakat Teknik Elektro dari Fakultas Teknik Unimal. Hal ini bertujuan untuk mempromosikan konservasi energi dan kemandirian dengan menggunakan sistem panel surya 100 WP (Putri et al., 2020). Selain itu, penerapan dan sosialisasi prototipe panel surya 30 WP di SMK Khazanah Kebajikan Pondok Cabe Pamulang, Tangerang Selatan, berhasil mengintegrasikan teknologi surya ke dalam pendidikan sekolah kejuruan (Tiyanto et al., 2022). Terakhir, terdapat penelitian untuk mempromosikan pemahaman dan aplikasi sel surya di Sekolah Menengah Kejuruan Dirgantara yang bertujuan untuk penerapan pengetahuan praktis dan teoretis di antara siswa (Koswara et al., 2024).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini akan mengembangkan rencana untuk Proyeksi Pemanfaatan Solar PV di Mushola Al Ikhlas di Bagan Besar Timur, Dumai, sebagai Solusi Energi Terbarukan. Perencanaan ini akan menjadi proyek pengabdian masyarakat bagi mahasiswa yang mengikuti Kuliah Kerja Nyata.

METODE

Mahasiswa dari UIN Suska Riau akan mengembangkan proyeksi perencanaan untuk menerapkan solar PV di Mushola Al Ikhlas di Bagan Besar Timur, Dumai sebagai bagian dari pengabdian masyarakat selama Kuliah Kerja Nyata (KKN). Berikut langkah-langkah metodologi yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Studi Literatur

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah melakukan studi literatur untuk melihat berbagai literatur terkait perencanaan solar PV. Penelitian sebelumnya mengenai penggunaan dan implementasi solar PV dianalisis untuk mendapatkan gambaran yang jelas mengenai teknologi, tantangan, dan manfaatnya.

2. Penentuan Lokasi

Lokasi perencanaan ditentukan di Mushola Al Ikhlas di Bagan Besar Timur, Dumai. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada keberadaan posko KKN mahasiswa UIN Suska Riau yang berada tepat di depan mushola ini, sehingga memudahkan akses dan koordinasi dalam pelaksanaan proyek.

3. Survei Lokasi

Survei lokasi dilakukan untuk mengumpulkan data lapangan yang relevan, seperti kondisi geografis, potensi sinar matahari, serta kebutuhan energi mushola. Data ini sangat penting untuk merencanakan sistem solar PV yang efisien dan efektif.

4. Tahap Perencanaan

Dalam tahap ini, mahasiswa menggunakan metodologi perancangan dengan memanfaatkan perangkat lunak PVsyst. Penelitian sebelumnya telah menggunakan perangkat lunak PVsyst, termasuk karya Amin dan Nurtiyanto (2024), Dani dan Erivianto (2022), Wijata (2023), Siregar et al. (2024), Alfan et al. (2022), Sechan et al. (2024), Sofyan et al. (2024), Hasan dan Hiiendro (2024), Saputri et al. (2023), dan Sumarno et al. (2024). Studi kasus dilakukan di Mushola Al Ikhlas di Bagan Besar Timur, Dumai, di mana para peneliti melakukan kunjungan lapangan sebagai bagian dari upaya pengabdian masyarakat. Data yang diperoleh dari survei lokasi digunakan dalam PVsyst untuk mensimulasikan dan mengoptimalkan desain sistem solar PV yang sesuai dengan kebutuhan energi mushola. Proses perencanaan meliputi analisis kebutuhan energi, pemilihan komponen sistem, perhitungan potensi energi surya dan manfaat.

5. Sosialisasi Hasil Perencanaan

Setelah perencanaan selesai, hasil dari perencanaan sistem solar PV akan disosialisasikan kepada masyarakat sekitar dan pengurus Mushola Al Ikhlas. Sosialisasi ini bertujuan untuk memberikan pemahaman mengenai manfaat energi surya, cara kerja sistem yang direncanakan, serta langkah-langkah yang diperlukan untuk implementasi dan pemeliharaan sistem tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi kasus ini dilakukan di Mushola Al Ikhlas yang terletak di Bagan Besar Timur, Dumai. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada keberadaan posko KKN mahasiswa UIN Suska Riau yang berada tepat di depan mushola, sehingga memudahkan akses dan koordinasi dalam pelaksanaan proyek. Lokasi ini juga dipilih karena potensi energi surya yang tinggi di kawasan Dumai, yang terletak di sepanjang garis khatulistiwa.

Setelah menentukan lokasi, survei lokasi dilakukan untuk mengumpulkan data lapangan yang relevan. Hasil survei lokasi disesuaikan dengan set up data melalui software Pvsyst dimana hasilnya adalah sebagai berikut:

1. Pengaturan Data Meteorologi

Pengaturan data meteorologi didasarkan pada koordinat geografis kota Dumai yang diperoleh dari Global Solar Atlas, dengan lintang 1.6436, bujur 101.4148, dan ketinggian 3 meter di atas permukaan laut. Parameter ini sangat penting untuk penilaian sumber daya surya yang akurat dan desain sistem menggunakan alat seperti PVsyst. Lintang menentukan sudut di mana sinar matahari mencapai permukaan bumi sepanjang tahun, mempengaruhi orientasi panel surya. Bujur mempengaruhi perhitungan waktu lokal yang penting untuk memprediksi pola penyinaran surya dengan akurat. Ketinggian mempengaruhi kondisi atmosfer, seperti kepadatan udara dan suhu, yang dapat mempengaruhi kinerja panel surya.

2. Pengumpulan Data

Setelah mengatur basis data meteorologi, data radiasi horizontal global tahunan diperoleh. Data ini sangat penting untuk menilai kelayakan implementasi sistem PV surya.

Tabel 1.
Radiasi Horizontal Global Tahunan di Lokasi Pengabdian

| Bulan | Radiasi Horizontal (kWh/m ² /hari) |
|-----------|---|
| Januari | 4.41 |
| Februari | 5.08 |
| Maret | 4.87 |
| April | 4.46 |
| Mei | 4.36 |
| Juni | 4.20 |
| Juli | 4.27 |
| Agustus | 4.44 |
| September | 4.39 |
| Oktober | 4.32 |
| November | 3.91 |
| Desember | 4.15 |

Tabel 2.
Radiasi Horizontal Difus Bulanan Rata-Rata (kWh/m²) dari Januari hingga Desember

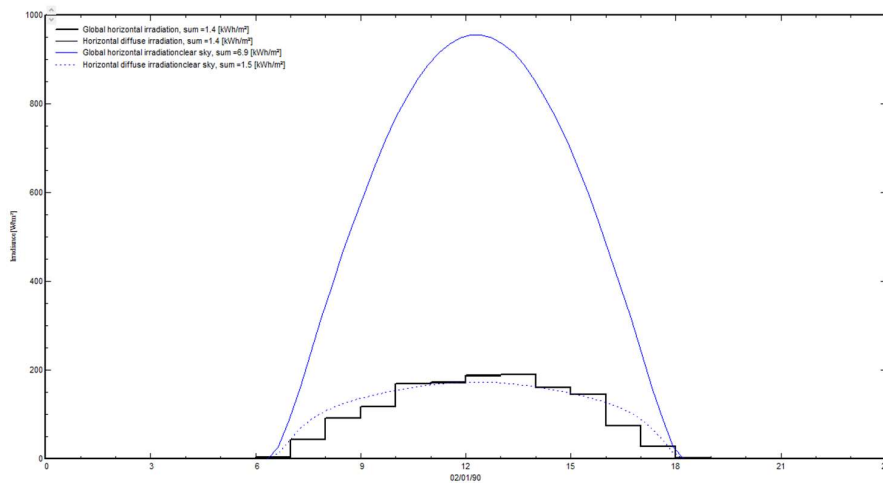
| Bulan | Radiasi Horizontal Difus (kWh/m ² /hari) |
|-----------|---|
| Januari | 2.53 |
| Februari | 3.07 |
| Maret | 3.00 |
| April | 2.48 |
| Mei | 2.51 |
| Juni | 2.65 |
| Juli | 2.51 |
| Agustus | 2.66 |
| September | 2.66 |
| Oktober | 2.74 |
| November | 2.29 |
| Desember | 2.20 |

Tabel 3.
Data Suhu Bulanan Rata-Rata di Lokasi Studi dari Januari hingga Desember

| Bulan | Suhu (°C) |
|----------|-----------|
| Januari | 26.9 |
| Februari | 27.6 |
| Maret | 27.7 |
| April | 27.4 |
| Mei | 28.3 |
| Juni | 27.6 |
| Juli | 27.6 |
| Agustus | 27.6 |

| | |
|-----------|------|
| September | 27.1 |
| Oktober | 27.5 |
| November | 26.7 |
| Desember | 26.9 |

Berikut adalah Gambar 1 menggambarkan parameter meteorologi yang dicatat di lokasi studi Mushola Al Ikhlas di Bagan Besar Timur, Dumai. Radiasi horizontal global rata-rata adalah 1.4 kWh/m² yang mewakili total energi surya yang diterima pada permukaan horizontal sepanjang tahun. Selain itu, radiasi horizontal difus rata-rata tercatat sebesar 1.4 kWh/m², menunjukkan radiasi matahari yang tersebar yang diterima.



Gambar 1.
Data Meteorologi Studi Kasus



Gambar 2.
Tampilan Aerial Atap Mushola Al Ikhlas yang Ditangkap Melalui Google Earth

Langkah selanjutnya melibatkan orientasi data untuk sistem. Data yang diperlukan mencakup kemiringan pesawat 10 derajat yang diperlukan untuk pembersihan efektif selama hujan dan sudut azimuth 180 derajat. Orientasi ini memastikan sistem memaksimalkan efisiensi dan mempertahankan kinerja optimal selama kondisi cuaca yang bervariasi.

Tabel 4.

Orientasi Kemiringan Plane dan Sudut Azimuth untuk Kinerja Optimal

| Parameter Lapangan | Derajat (°) |
|--------------------|-------------|
| Kemiringan Plane | 10 |
| Sudut Azimuth | 180 |

Setelah menentukan data di atas, langkah selanjutnya adalah membahas perencanaan dan desain sistem PV surya di Mushola Al Ikhlas. Seperti pemilihan panel surya PV dan inverter yang sesuai, serta merancang tata letak array. Dikarenakan ini adalah sistem yang terhubung ke jaringan, maka tidak perlu ada penyimpanan energi. Fokusnya adalah memastikan sistem ini terintegrasi secara efisien ke dalam infrastruktur jaringan yang ada dan memberikan energi yang andal dan berkelanjutan untuk mushola.

3. Perencanaan Modul PV

Sebelum merencanakan modul PV, langkah pertama adalah menghitung luas atap menggunakan pengukuran dari Google Earth. Pengukuran menunjukkan luas atap sebesar 126 m². Dengan memasukkan data ini ke dalam perangkat lunak, keluaran daya yang direncanakan secara otomatis dihitung menjadi 26,1 kWp. Dengan informasi ini, langkah selanjutnya adalah merencanakan modul PV sesuai spesifikasi yang dijelaskan pada Tabel 5.

Tabel 5.

Jenis Modul PV dan Lembar Data-Detail dan spesifikasi modul PV yang dipilih untuk sistem

| Jenis Modul PV | Data Sheet |
|---|---------------------|
| Modul PV | Si-mono |
| Model | LR4-72 HPH 450 M G2 |
| Produsen | Longi Solar |
| Jumlah PV Seri | 9 modul |
| Jumlah PV Paralel | 6 strings |
| Total Modul PV | 54 modul |
| Daya Nominal Satuan | 450 Wp |
| Daya Global Array Nominal (STC) | 24,30 kWp |
| Daya Global Array pada Kondisi Operasi (50°C) | 22,22 kWp |
| Karakteristik Operasi Array (50°C) | 335 V, 66 A |
| Total Area | |
| Area Modul | 117 m ² |
| Area Sel | 107 m ² |

Longi Solar LR4-72 HPH 450 M G2 merupakan modul PV berkinerja tinggi dengan peningkatan teknologi dan manufaktur yang signifikan. Sebagai modul silikon monokristalin, modul ini menawarkan daya nominal 450 Wp, menjadikannya salah satu panel surya terbaik dalam hal efisiensi. Konfigurasi sistem mencakup 54 modul yang diatur dalam 9 seri dan 6 paralel, menghasilkan keluaran daya global total 24,30 kWp pada kondisi uji standar (STC). Konfigurasi ini dirancang untuk mengoptimalkan produksi energi dan kinerja sistem.

Keandalan yang ditingkatkan dari LR4-72 HPH 450 M G2 disebabkan oleh desain canggihnya yang mampu menahan berbagai kondisi lingkungan. Konstruksi modul memungkinkan tahan terhadap suhu ekstrem, kelembaban tinggi, dan angin kencang, memastikan daya tahan dan umur

panjang. Fitur-fitur ini penting untuk mempertahankan kinerja konsisten sepanjang masa operasional modul, terutama di wilayah yang rentan terhadap cuaca ekstrem. Peningkatan teknologi dan proses manufaktur berkontribusi pada kekokohnya, menjadikannya pilihan yang andal untuk instalasi surya di berbagai iklim.

Spesifikasi teknis lebih lanjut melihat efisiensi dan kesesuaian modul untuk sistem surya berkinerja tinggi. Dengan tegangan operasi (U_{mpp}) sebesar 335 V dan arus operasi (I_{mpp}) sebesar 66 A, modul ini menunjukkan kemampuan menghasilkan energi yang substansial. Total luas array sebesar 117 m², dengan luas modul sebesar 107 m², mencerminkan kemampuannya menghasilkan daya yang signifikan dengan mempertahankan jejak yang baik. Karakteristik ini menegaskan kemampuan LR4-72 HPH 450 M G2 untuk menghasilkan energi surya yang andal dan efisien sesuai dengan kebutuhan sistem fotovoltaik modern.

4. Perencanaan Inverter

Setelah menyelesaikan perencanaan modul PV, langkah berikutnya adalah fokus pada perencanaan sistem inverter. Inverter adalah komponen penting dari sistem energi surya yang bertanggung jawab untuk mengubah arus searah (DC) yang dihasilkan oleh modul PV menjadi arus bolak-balik (AC) yang dapat digunakan oleh jaringan listrik atau untuk konsumsi di tempat. Dalam fase ini, pemilihan model inverter yang tepat dan konfigurasi sistem yang sesuai dengan kebutuhan daya dan karakteristik operasional array PV sangat diperhatikan.

Tabel 6.

Sistem Inverter-Spesifikasi dan Konfigurasi Sistem Inverter SunPower SPR-3300X

| Jenis Inverter | Data Sheet |
|---------------------|------------|
| Model | SPR-3300X |
| Produsen | SunPower |
| Daya Nominal Satuan | 3,30 kWac |
| Tegangan Operasi | 195-550 V |
| Kapasitas Total | 19,8 kWac |
| Rasio Pnom | 1,23 |
| Jumlah Inverter | 6 unit |
| Total Daya | 20 kWac |
| Rasio Pnom | 1,23 |

Untuk proyek ini, model inverter yang dipilih adalah SunPower SPR-3300X. Inverter ini dengan keluaran daya nominal 3,30 kWac, dirancang untuk beroperasi dalam rentang tegangan 195-550 V. Sistem inverter dikonfigurasi dengan kapasitas daya total 19,8 kWac dan mencakup enam unit, masing-masing berkontribusi pada efisiensi dan keandalan sistem secara keseluruhan. Rasio daya nominal (P_{nom} ratio) untuk konfigurasi ini adalah 1,23, memastikan sistem inverter dapat menangani energi yang dihasilkan oleh modul PV secara efektif.

Tahap perencanaan ini juga melibatkan penilaian kebutuhan daya total dan memastikan sistem inverter dapat menampung keluaran yang diharapkan. Dengan kapasitas daya total 20 kWac, sistem inverter ini sangat cocok untuk menangani energi yang dihasilkan oleh array PV yang menyediakan integrasi yang efisien ke dalam sistem energi surya secara keseluruhan. Pendekatan ini memastikan sistem beroperasi secara optimal dan memenuhi ekspektasi kinerja yang ditetapkan selama fase perencanaan PV.

5. Faktor Kehilangan Array PV

Setelah menyelesaikan perencanaan dan konfigurasi sistem inverter, langkah selanjutnya melibatkan pemeriksaan mendetail terhadap faktor kehilangan array PV.

Tabel 7.
Faktor Kehilangan Array PV

| Faktor Kehilangan Array PV (Losses Array PV) | Nilai |
|--|------------------------------|
| Kehilangan Kotoran pada Array | |
| Fraksi Kehilangan | 3,0 % |
| Faktor Kehilangan Termal | |
| Uc (konstan) | 20,0 W/m ² K |
| Uv (angin) | 0,0 W/m ² K / m/s |
| Kehilangan Ohmik Kabel | |
| Resistansi Array Global | 83 mΩ |
| Fraksi Kehilangan | 1,5 % pada STC |
| LID - Degradasi Akibat Cahaya | |
| Fraksi Kehilangan | 2,0 % |
| Kehilangan Kualitas Modul | |
| Fraksi Kehilangan | -0,4 % |
| Kehilangan Ketidakcocokan Modul | |
| Fraksi Kehilangan | 1,0 % pada MPP |
| Kehilangan Ketidakcocokan Strings | |
| Fraksi Kehilangan | 0,10 % |

Analisis faktor kehilangan array PV bertujuan untuk memahami efisiensi dan kinerja keseluruhan sistem tenaga surya. Beberapa faktor berkontribusi terhadap kehilangan energi dalam sistem PV masing-masing mempengaruhi keluaran sistem dengan cara yang berbeda. Kehilangan (losses) pada array adalah faktor signifikan dengan fraksi kehilangan sebesar 3,0%. Kehilangan ini terjadi karena debu, kotoran, dan partikel lainnya menumpuk di modul PV, mengurangi efisiensinya dengan menghalangi sinar matahari. Strategi pembersihan dan pemeliharaan yang efektif sangat penting untuk meminimalkan kehilangan ini dan mempertahankan produksi energi yang optimal.

Kehilangan termal dipengaruhi oleh suhu modul PV. Faktor kehilangan termal didefinisikan oleh konstan U_c sebesar 20,0 W/m²K, yang mencerminkan karakteristik pelepasan panas dari modul, dan U_v , yang memperhitungkan efek angin terhadap pendinginan. Dalam hal ini, U_v adalah 0,0 W/m²K / m/s, menunjukkan bahwa angin tidak berpengaruh terhadap pendinginan dalam konteks ini. Suhu operasi yang lebih tinggi umumnya menyebabkan peningkatan kehilangan termal, yang dapat dikurangi dengan mengoptimalkan penempatan modul dan ventilasi.

Kehilangan ohmik kabel terjadi akibat resistansi pada sambungan listrik dalam sistem. Resistansi array global adalah 83 mΩ, dan kehilangan ini berkontribusi pada penurunan efisiensi sebesar 1,5% pada kondisi uji standar (STC). Desain kabel dan sambungan yang tepat dapat mengurangi kehilangan resistif ini dan meningkatkan kinerja sistem keseluruhan.

Degradasi akibat cahaya (LID) menyebabkan fraksi kehilangan sebesar 2,0% karena paparan modul PV terhadap sinar matahari seiring waktu, yang mengurangi kinerja modul. Degradasi ini adalah karakteristik bawaan dari teknologi surya, dan dampaknya harus diperhitungkan dalam penilaian kinerja jangka panjang.

Kehilangan kualitas modul adalah faktor sebesar -0,4%, mencerminkan potensi peningkatan daripada kehilangan karena proses manufaktur berkualitas tinggi yang melebihi ekspektasi standar. Kehilangan ketidakcocokan modul berkontribusi pada fraksi kehilangan sebesar 1,0% pada titik daya

maksimum (MPP), yang muncul dari variasi kinerja modul dalam array. Ketidacocokan ini dapat diminimalkan melalui pemilihan dan konfigurasi modul yang tepat.

Kehilangan ketidakcocokan strings mencakup fraksi kehilangan sebesar 0,10%, yang disebabkan oleh perbedaan kinerja di antara strings modul. Desain dan penyesuaian sistem yang tepat dapat membantu mengurangi ketidakcocokan ini. Terakhir, pengubah sudut kejadian (IAM) yang didefinisikan oleh profil yang ditentukan pengguna, mempengaruhi jumlah sinar matahari yang jatuh pada modul, mempengaruhi keseluruhan penangkapan energi.

6. Produksi Energi Solar PV

Pada Tabel 8 menunjukkan gambaran komprehensif tentang produksi energi dari sistem PV yang dipasang di Mushola Al Ikhlas. Tabel ini menggambarkan radiasi global efektif bulanan, output energi efektif array, energi yang dimasukkan ke jaringan, dan rasio kinerja. Dari Januari hingga Desember, output energi menunjukkan variasi yang signifikan, mencerminkan perubahan musiman dalam radiasi matahari dan suhu.

Produksi energi tertinggi terjadi pada bulan Maret, dengan output energi efektif sebesar 2.979 MWh dan energi yang dimasukkan ke jaringan sebesar 2.833 MWh. Hal ini disebabkan oleh tingginya radiasi global efektif selama bulan ini. Sebaliknya, produksi energi terendah diamati pada bulan November, dengan output energi efektif sebesar 2.224 MWh dan energi yang dimasukkan ke jaringan sebesar 2.112 MWh, akibat rendahnya tingkat radiasi. Total tahunan radiasi global efektif mencapai 1501.3 kWh/m², dengan output energi efektif tahunan sebesar 31.925 MWh dan energi yang dimasukkan ke jaringan sebesar 29.904 MWh.

Tabel 8.
Matriks Produksi Energi Bulanan dan Tahunan Mushola Al Ikhlas

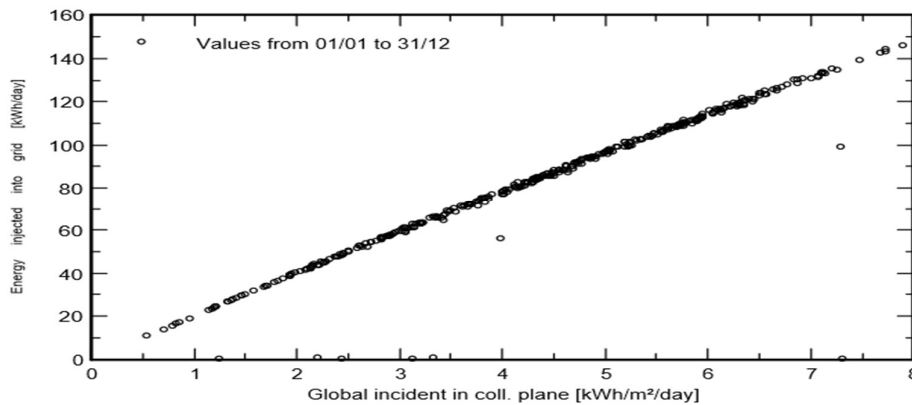
| Bulan | Radiasi Global Efektif (kWh/m ²) | Output Efektif Array (MWh) | Energi ke Jaringan (MWh) |
|--------------|--|----------------------------|--------------------------|
| Januari | 119.6 | 2.564 | 2.437 |
| Februari | 128.6 | 2.733 | 2.601 |
| Maret | 140.7 | 2.979 | 2.833 |
| April | 128.8 | 2.717 | 2.582 |
| Mei | 133.0 | 2.809 | 2.447 |
| Juni | 124.7 | 2.659 | 2.382 |
| Juli | 130.6 | 2.776 | 2.569 |
| Agustus | 133.5 | 2.835 | 2.695 |
| September | 124.0 | 2.636 | 2.505 |
| Oktober | 122.4 | 2.608 | 2.479 |
| November | 103.8 | 2.224 | 2.112 |
| Desember | 111.5 | 2.383 | 2.263 |
| Tahun | 1501.3 | 31.925 | 29.904 |

Sedangkan pada Tabel 9 merupakan rasio kinerja (PR) sebesar 77.5% menunjukkan efisiensi sistem dengan rasio mencerminkan kinerja aktual relatif terhadap output maksimum teoritis. Nilai ini menunjukkan tingkat efisiensi yang tinggi, menunjukkan sistem PV secara efektif mengubah energi surya menjadi tenaga listrik yang dapat digunakan.

Tabel 9.

Rasio Kinerja Bulanan dan Tahunan Produksi Energi Mushola Al Ikhlas

| Bulan | Rasio Kinerja (%) |
|--------------|-------------------|
| Januari | 78.7 |
| Februari | 78.6 |
| Maret | 78.4 |
| April | 78.2 |
| Mei | 71.7 |
| Juni | 74.5 |
| Juli | 76.7 |
| Agustus | 78.7 |
| September | 78.7 |
| Oktober | 78.8 |
| November | 78.9 |
| Desember | 78.4 |
| Tahun | 77.5 |



Gambar 3.

Input dan Output Harian PV Surya di Mushola Al Ikhlas, Bagan Besar Timur, Dumai

7. Sosialisasi Hasil Perencanaan

Setelah perencanaan selesai, hasil penelitian dan perencanaan sistem PV surya akan disosialisasikan kepada masyarakat sekitar mengenai Perencanaan Solar PV Mushola Al Ikhlas.



Gambar 4.

Sosialisasi Perencanaan Solar PV di Mushola Al Ikhlas

Sosialisasi ini bertujuan untuk memberikan pemahaman mengenai manfaat energi surya, cara kerja sistem yang direncanakan, serta langkah-langkah yang diperlukan untuk implementasi dan pemeliharaan sistem tersebut. Sosialisasi dilakukan oleh mahasiswa UIN Suska Riau yang sedang melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Kelurahan Bagan Besar Timur sebagai bentuk pengabdian masyarakat.

KESIMPULAN

Berdasarkan data dari proyeksi pengabdian masyarakat yang bertujuan memproyeksikan pemanfaatan PV Surya di Mushola Al Ikhlas di Bagan Besar Timur, Dumai, dapat disimpulkan bahwa solusi energi terbarukan memiliki potensi besar dalam memenuhi kebutuhan energi lokal. Melalui perencanaan dan desain yang diteliti, termasuk penggunaan perangkat lunak PVsyst dan data meteorologi yang akurat, proyek ini memastikan kinerja optimal dan integrasi sistem PV surya. Modul PV yang dipilih yakni Longi Solar LR4-72 HPH 450 M G2 yang menunjukkan fitur teknologi yang meningkatkan keandalan dan efisiensinya dalam berbagai kondisi lingkungan. Integrasi modul ini dengan inverter SunPower SPR-3300X mendukung kemampuan sistem untuk menyediakan energi yang konsisten dan berkelanjutan.

Dari Januari hingga Desember, output energi menunjukkan variasi yang signifikan dimana mencerminkan perubahan musiman dalam radiasi matahari dan suhu. Produksi energi tertinggi terjadi pada bulan Maret, dengan output energi efektif sebesar 2.979 MWh dan energi yang dimasukkan ke jaringan sebesar 2.833 MWh, dengan nilai radiasi global horizontal dan radiasi global efektif yang tinggi selama bulan tersebut. Sebaliknya, produksi energi terendah terjadi pada bulan November, dengan output energi efektif sebesar 2.224 MWh dan energi yang dimasukkan ke jaringan sebesar 2.112 MWh, disebabkan oleh penurunan tingkat radiasi.

Total tahunan radiasi global horizontal mencapai 1606,1 kWh/m², dengan output energi efektif tahunan sebesar 31,925 MWh dan energi yang dimasukkan ke jaringan sebesar 29,904 MWh. Rasio kinerja (PR) sebesar 77,5% menunjukkan efisiensi sistem, dengan rasio ini mencerminkan kinerja aktual dibandingkan dengan output maksimum teoritis. Nilai ini menunjukkan tingkat efisiensi yang tinggi, mengonfirmasi bahwa sistem PV secara efektif mengubah energi surya menjadi tenaga listrik yang dapat digunakan. Setelah perencanaan ini didapatkan selanjutnya melakukan sosialisasi kepada warga sekitar terkait sosialisasi perencanaan solar PV sebagai bentuk pengabdian masyarakat dalam Kuliah Kerja Nyata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Kelurahan Bagan Besar Timur yang telah menerima kami sangat baik dalam KKN Reguler UIN Suska Riau 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfanz, R., Otong, M., Zaidan, F., Rosadi, I., & Ferdinant, P. F. (2022, February). Initial Planning and Estimation of 2.4 Kw Solar Power Plant Using Pvsyst Software in Faculty of Engineering, Sultan Ageng Tirtayasa University–Cilegon Banten Province. *In Conference on Broad Exposure to Science and Technology 2021 (BEST 2021)* (pp. 173-177). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/aer.k.220131.029>
- Amin, S., & Nurtiyanto, W. A. (2024). Analisa Plts Atap Rumah Berbasis Aplikasi Pvsyst Di Perumahan Banjar Serang Regency. *Journal of Scientech Research and Development*, 6(1), 735-754. <https://doi.org/10.56670/jsrd.v6i1.389>
- Dani, A., & Erivianto, D. (2022). 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>

- Demeianto, B., Yaqin, R. I., Arkham, M. N., Imawan, B., Bastian, K., & Mulyani, I. (2021). Edukasi Teknologi Panel Surya Sebagai Sumber Energi Listrik Aquaponik Di Kelurahan Tanjung Palas Kota Dumai. *Al Khidmat*, 4(2), 86-93. <https://doi.org/10.15575/jak.v4i2.12287>
- Hasan, Y., & Hiiendro, A. Design of Solar Photovoltaic System at Language Center of Tanjungpura University using PVsyst. *Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology (J3EIT)*, 11(3), 136-144. <https://dx.doi.org/10.26418/j3eit.v11i3.68683>
- Kariongan, Y., & Joni, J. (2022). Perencanaan dan Analisis Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop dengan Sistem On Grid sebagai Catu Daya Tambahan pada RSUD Kabupaten Mimika. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 3763-3773. <https://doi.org/10.31004/jptam.v6i1.3453>
- Koswara, I., Desryanto, N., Widiarto, H., Putra, A. A., & Subiantoro, R. (2024). Sosialisasi Dan Pemahaman Solar Cell Di Sekolah Menengah Kejuruan Penerbangan Dirgantara. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(1), 1674-1679. <https://doi.org/10.31004/cdj.v5i1.25438>
- Lagsmana, T., Rozi, T. F., Demeianto, B., Abrori, M. Z. L., Umar, M. L., & Yaqin, R. I. (2022). Model Empiris Performansi Panel Surya Terhadap Radiasi Matahari Di Kota Dumai. In *Semantech (Seminar Nasional Teknologi, Sains dan Humaniora)* (Vol. 4, No. 1, pp. 352-361). <https://doi.org/10.30869/semantech.v4i1.1001>
- Negara, D. J. K. (n.d.). *Transisi Energi Menuju Energi Baru dan Terbarukan*. <https://www.djkn.kemenkeu.go.id/kpknl-jambi/baca-artikel/16932/Transisi-Energi-Menuju-Energi-Baru-dan-Terbarukan.html>
- Panulisan, B. S., Suzanti, W., Handayani, Y. S., Permana, B. R. S., Khaerudin, D., Rini, A. S., & Rahmatullah, A. (2023). Kelayakan Potensi Sumber Daya Energi Terbarukan Sebagai Solusi Keterbatasan Daya Listrik Di Pedesaan Dengan Metode Sel Surya. *Indonesian Journal of Thousand Literacies*, 1(3), 279-288. <https://doi.org/10.57254/ijtl.v1i3.38>
- Pujianto, P., Wardhana, A. S., & Dewi, A. K. (2022). Pelatihan dan pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk penerangan jalan di masyarakat. *Jurnal ESDM*, 11(1), 37-43. <https://doi.org/10.25047/j-dinamika.v6i2.2662>
- Putri, R., Meliala, S., & Zuraida, Z. (2020). Penerapan Instalasi Panel Surya Off Grid Menuju Energi Mandiri Di Yayasan Pendidikan Islam Dayah Miftahul Jannah. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 5(3), 117-120. Retrieved from <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/view/3546>
- Saputri, F. R., Pranata, N., & Dwiputra, F. (2023, February). Analysis of Solar Power Plant Design Using RETScreen and PVSyst in Pekanbaru-Indonesia. In *2023 13th International Conference on Power, Energy and Electrical Engineering (CPEEE)* (pp. 496-500). IEEE. <https://doi.org/10.21831/dinamika.v8i2.67281>
- Sechan, M., Ramadhan, D. V., & Soeroto, W. M. (2024). Analisis Kelayakan Investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Dengan Sistem Off-Grid Pada Indekos Di Kota Surabaya. *Action Research Literate*, 8(4), 716-724. <https://doi.org/10.46799/ar.v8i4.309>
- Setiawan, A., Duanaputri, R., Ridzki, I., Heryanto, I., Prasajo, R. A., & Amaral, H. D. F. (2022). Workshop Penerapan Green Energy Berbasis Rooftop Solar Photovoltaic Pada UMKM Maju Lancar Kota Madiun. *Jurnal Pengabdian Polinema Kepada Masyarakat*, 9(2), 173-177. <https://doi.org/10.33795/jppkm.v9i2.167>
- Siregar, M., Pardosi, C. H., Bachri, K. O., Nur, T., & Pandjaitan, L. W. (2024). Comparison of Actual Results and PVSyst Simulation in the Design of Off-Grid Solar Power Generation System (PLTS) in Karuni Village, Southwest Sumba. *Jurnal Elektro* Vol, 17(1). <https://doi.org/10.25170/jurnalelektro.v17i1.5419>
- Sofyan, A. C., Nawawi, I., & Kurniawan, A. A. (2024). Telaah Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Lahan Budidaya Anggur. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 2(8), 396-410. Retrieved from <https://jurnal.kolibi.org/index.php/scientica/article/view/2279>

- Sumarno, R. N., Muntasiroh, L., & Mariani, D. (2024). Study of the potential for solar power plant at At Taqwa Mosque Using PV Syst. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 6(1), 47-51. <https://doi.org/10.37905/jjeee.v6i1.23081>
- Triyanto, A., Firasanto, G., Marfin, M., Mualim, E., Ardianto, D. A., & Utomo, L. (2022). Implementasi dan sosialisasi prototipe panel surya 30 wp sebagai pembelajaran di lab smk khazanah kebajikan pondok cabe pamulang, tangerang selatan. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, 2(6), 1849-1856. <https://doi.org/10.54082/jamsi.554>
- Wijata, M. B. T. (2023). Simulasi Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Gedung Advance Research Laboratory Universitas Udayana. *ETNIK: Jurnal Ekonomi dan Teknik*, 2(5), 389-398. <https://doi.org/10.54543/etnik.v2i5.186>