

ANALISIS PLTS ATAP ON GRID 618,8 KWP PADA GEDUNG UNIVERSITAS HKBP NOMENSEN

Satria Helmi Putra¹, Muhammad Fitra Zambak², Suwarno³, Rohana⁴

¹²³⁴Program Studi Magister Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Jln. Kapt. Mukhtar No. 3 Medan, Sumatera Utara, 20238

¹satriahelmi06@gmail.com, ²mhdfitra@umsu.ac.id, ³suwarno@umsu.ac.id,

⁴rohana.elektro.umsu@gmail.com

Abstract

Indonesia is currently highly dependent on fossil fuels whose availability is limited and has an emission effect on the environment, for the sustainability of the availability of electrical energy, alternative energy sources are needed in the form of new renewable energy, one of which is the Solar Power Plant (PLTS). This study discusses the analysis of rooftop PLTS on the 618.8 Kwp network at HKBP Nommensen University Medan using data from the Fusion Solar application. To analyze the effect of PLTS injection into the electricity network. The process of collecting UHN PLTS electricity data and measuring progress on changes that focus on the PLTS process and output was carried out from August 1 to August 31, 2023. The data collection in question is solar energy data that emits light and heat (irradiance) which can be utilized as an energy source through Photo Voltaic which produces certain electrical power. Furthermore, the activity to check or investigate the condition of the PLTS through the data above is to find out the actual condition of the PLTS. Data can be observed from and until the date above, and produces a total energy for consumption of 34.81 MWH and for export of 25.75 MWH with a total PLTS production of 60.56 MWH. And import data that occurred during August 2023 with a total of 0.3 KWH. With the injection of PLTS power into the grid, it can increase the large voltage on the bus that is directly connected to the PV.

Keywords : Power, PLTS, Roof On Grid 618,8 KWP

Abstrak

Indonesia masih sangat bergantung pada energi fosil, yang ketersediaannya terbatas dan berdampak negatif pada lingkungan melalui emisi yang dihasilkan. Untuk memastikan ketersediaan energi listrik yang berkelanjutan, sumber energi alternatif seperti Energi Baru Terbarukan (EBT) sangat diperlukan, dan salah satu pilihan yang relevan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Pada penelitian ini membahas tentang analisa PLTS atap on grid 618,8 Kwp di Universitas HKBP Nommensen Medan menggunakan data dari aplikasi Fusion Solar. Untuk analisis efek injeksi PLTS ke grid. proses pengumpulan data kelistrikan dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Universitas HKBP Nommensen (UHN) serta pengukuran kemajuan terkait perubahan yang fokus pada proses dan hasil keluaran PLTS dilakukan dalam periode 1 Agustus hingga 31 Agustus 2023. Pengumpulan data yang dimaksud mencakup data energi matahari khususnya terkait sinar dan panas (irradiance) yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi melalui sel Photovoltaic (PV) untuk menghasilkan daya listrik. Memeriksa atau menyelidiki kondisi PLTS dengan menggunakan data irradiance yang telah dikumpulkan. Tujuan dari investigasi ini adalah untuk mengetahui kondisi sebenarnya dari PLTS dan memahami sejauh mana sistem bekerja sesuai dengan perencanaannya. Data dapat diamati sejak dan sampai tanggal di atas, dan menghasilkan total energi untuk konsumsi sebesar 34,81 MWH dan untuk ekspor sebesar 25,75 MWH dengan total produksi PLTS sebesar 60,56 MWH. Dan data impor yang terjadi selama bulan Agustus 2023 dengan total adalah sebesar 0,3 KWH. dengan adanya injeksi daya PLTS ke grid dapat meningkatkan besar tegangan pada bus yang terhubung langsung ke PV.

Kata kunci : Daya, PLTS, Atap On Grid 618,8 KWP

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan listrik di universitas nomensen sekitar 488.835 kwh, hal ini disebabkan karena penambahan jumlah mahasiswa setiap tahun dengan adanya peningkatan jumlah Gedung dan laboratorium sebagai tempat belajar. Pemakaian energi listrik sudah menjadi masalah yang cukup serius dalam masyarakat, permintaan energi listrik pada skala global telah berlipat ganda sepanjang 40 tahun ke belakang dan diperkirakan akan berlipat ganda kembali pada tahun 2030. Penggunaan energi listrik yang boros dan berlebihan juga akan berdampak pada kerusakan lingkungan, sehingga diperlukan untuk menghemat konsumsi listrik[1,2].

Listrik telah menjadi kebutuhan vital dalam kehidupan manusia modern, dan kebutuhan ini dipenuhi oleh berbagai unit pembangkit listrik yang terhubung dalam suatu sistem tenaga listrik. Salah satu aspek penting dari sistem ini adalah biaya operasionalnya, yang merupakan bagian terbesar dari pengeluaran perusahaan listrik [3,4]. Jumlah listrik yang dihasilkan oleh sistem tenaga listrik sangat bergantung pada permintaan pelanggan, yang selalu mengalami fluktuasi dari waktu ke waktu. Energi listrik telah menjadi kebutuhan primer bagi semua orang, namun pasokan energi listrik di Indonesia masih sangat bergantung pada energi fosil. Hingga Februari 2023, sekitar 86% dari sumber energi listrik di Indonesia berasal dari bahan bakar fosil, seperti minyak bumi dan batubara.

Energi fosil telah menjadi pendorong utama pertumbuhan ekonomi karena kemampuannya menyediakan energi dalam jumlah besar dengan biaya relatif rendah. Namun, pemanfaatannya juga membawa dampak negatif yang signifikan bagi lingkungan, seperti, emisi karbon, efek rumah kaca, polusi udara, dan kerusakan ekosistem. Dampak negatif dari pembakaran energi fosil telah mendorong perhatian global dan mendorong pemerintah, termasuk di Indonesia, untuk mengalihkan fokus pada energi bersih. Energi bersih, yang tidak menghasilkan emisi atau polusi berbahaya, menjadi harapan bagi masyarakat sebagai sumber daya utama di masa depan untuk memenuhi kebutuhan energi secara berkelanjutan [5,6]. Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT), khususnya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), terus didorong dalam upaya transisi energi di Indonesia. Rencana ini sejalan dengan Rancangan Umum Energi Nasional (RUEN), yang menetapkan target ambisius untuk meningkatkan proporsi EBT dalam bauran energi

nasional. Proyeksi pemanfaatan energi surya di Indonesia, yang ditargetkan mencapai 6,5 GW pada tahun 2025 dan 45 GW pada tahun 2050. Ini mencerminkan langkah strategis untuk memanfaatkan potensi energi surya yang sangat besar, yang diperkirakan mencapai 207,9 GW. Dengan perencanaan dan implementasi yang tepat, Indonesia dapat mencapai target-target ini, meningkatkan penggunaan energi terbarukan, dan berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan dan keamanan energi di masa depan [5].

Energi surya sebagai salah satu sumber dari energi baru terbarukan yang memiliki potensi energi dan iradiasi yang cukup besar. Berikut adalah beberapa poin penting yang dapat disoroti ialah potensi energi surya, dan kontribusi terhadap *green energy*. Sistem *on grid* untuk pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dianggap lebih ekonomis dibandingkan dengan sistem *off grid* atau *standalone*. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *on grid* atau *grid connected*, yang memungkinkan sistem ini untuk terhubung dengan jaringan listrik Perusahaan Listrik Negara (PLN). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berdasarkan lokasi pemasangannya, yaitu atap (*rooftop*) dan *ground mounted*. Sedangkan PV *groundmounted* membutuhkan lahan yang kosong untuk tempat pembangkitannya[7].

Jenis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap (*Rooftop Solar PV*) dalam penelitian ini. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap diintegrasikan ke dalam jaringan listrik yang ada. Berikut adalah penjelasan mengenai masalah yang mungkin timbul, serta dampaknya terhadap stabilitas, keandalan, dan kualitas daya. Melakukan simulasi aliran daya menggunakan software ETAP (*Electrical Transient Analyzer Program*) adalah langkah yang sangat penting dalam menganalisis dampak sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap terhadap profil tegangan dalam jaringan listrik. Data yang digunakan sebanyak dua, yaitu *weekday* dan *weekend*[9]. Fluktuasi iradiasi matahari dan perbedaan beban antara hari kerja (*weekday*) dan akhir pekan (*weekend*) dapat mempengaruhi profil tegangan di gedung yang menggunakan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) [8,9].

2. STUDI LITERATUR

2.1. Menganalisis Kelayakan PLTS

Pada tahun 2023, Fatur Rahman melakukan penelitian dengan fokus mengevaluasi studi kelayakan PLTS Atap *on grid* dan dampaknya terhadap profil tegangan di Jaringan Tegangan Rendah (JTR). Penelitian ini bertujuan untuk

merencanakan instalasi PLTS Atap on grid di Gedung Rektorat Poltekkes Tanjungkarang, menganalisis kelayakan PLTS di Gedung tersebut, dan menilai pengaruh PLTS terhadap profil tegangan di jaringan tegangan rendah[1,10].

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perencanaan instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)atap *on grid* di Gedung Rektorat Poltekkes Tanjungkarang menghasilkan output energi yang signifikan. Ini menandakan bahwa PLTS mampu menyuplai sebagian besar kebutuhan energi gedung. Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap on grid di Gedung Rektorat Poltekkes Tanjungkarang dinyatakan layak dengan memenuhi tiga parameter ekonomis, yaitu $NPV > 0$, $IRR > MARR$, dan $Payback\ Period < Lifetime$. Hal ini menunjukkan bahwa investasi dalam PLTS memiliki potensi pengembalian ekonomi yang baik[2,9,11].

Penelitian menunjukkan bahwa **semakin** besar daya yang diinjeksikan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ke dalam jaringan, tegangan pada bus yang terhubung akan mengalami kenaikan. Berikut adalah penjelasan mengenai temuan ini dan implikasinya Hal ini mengindikasikan perlunya penanganan khusus terhadap efek tersebut untuk menjaga stabilitas jaringan tegangan rendah. Temuan-temuan ini memberikan landasan kuat untuk mendukung implementasi PLTS Atap on grid sebagai sumber energi terbarukan yang layak di Gedung Rektorat Poltekkes Tanjungkarang, dengan memperhitungkan aspek teknis, ekonomis, dan dampak terhadap profil tegangan di jaringan tegangan rendah[2,13]

2.2. Dampak Panel Surya Terhadap Integrasi Energi Surya dalam Jaringan Distribusi Tegangan Rendah

Pada tahun 2020, Joannes I. Laveyne membahas dampak orientasi panel surya terhadap integrasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada jaringan tegangan rendah.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh meningkatnya penggunaan PLTS Atap di Belgia dan negara-negara lain, yang menimbulkan berbagai tantangan bagi operator jaringan distribusi tegangan rendah. Kestabilan tegangan dalam jaringan menjadi salah satu tantangan utama yang perlu diatasi. Penelitian ini mencoba mengatasi tantangan tersebut. Dampak penempatan panel surya pada kemiringan dan Sudut Azimuth yang Berbeda. Hal ini bertujuan untuk menggeser profil produksi daya agar lebih

sejalan dengan profil konsumsi daya di perumahan. Untuk mendekati kondisi kehidupan nyata, penelitian menggunakan data iradiasi nyata dan model jaringan yang ada[14].

Dua model yang dikembangkan sebagai hasil dampak jaringan dievaluasi. Profil produksi daya dari panel surya digunakan sebagai input untuk simulasi jaringan, di mana penelitian menentukan output PV tahunan, energi PV yang dibatasi karena kondisi tegangan berlebih di jaringan, kerugian jaringan, dan faktor ketidakseimbangan tegangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk memaksimalkan keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), untuk memaksimalkan keluaran PV adalah dengan azimuth 0° (menghadap ke selatan) dan sudut kemiringan $34,5^\circ$. Meskipun orientasi optimal panel surya dengan azimuth 0° dan sudut kemiringan $34,5^\circ$ menghasilkan keluaran energi maksimum, ada beberapa dampak negatif yang perlu diperhatikan, khususnya terkait tegangan berlebih dan kerugian dalam jaringan distribusi. Penelitian ini memberikan wawasan penting mengenai pengoptimalan orientasi panel surya untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada jaringan tegangan rendah [15]

2.3. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah sistem yang dirancang untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Sistem ini menggunakan teknologi fotovoltaik (PV) untuk menangkap sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Komponen kunci dari PLTS adalah panel surya fotovoltaik, yang berfungsi mengubah energi matahari menjadi energi listrik untuk kebutuhan sehari-hari. Arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya ini berupa arus searah (DC), sehingga diperlukan inverter untuk mengubahnya menjadi arus bolak-balik (AC). Di Indonesia, banyak pengguna listrik tradisional yang beralih ke PLTS atau PLTS Atap, dan jumlah pengguna ini terus meningkat seiring waktu. Pembangkit listrik tenaga surya menggunakan dua metode, yaitu fotovoltaik dan pemusatan energi surya[8].



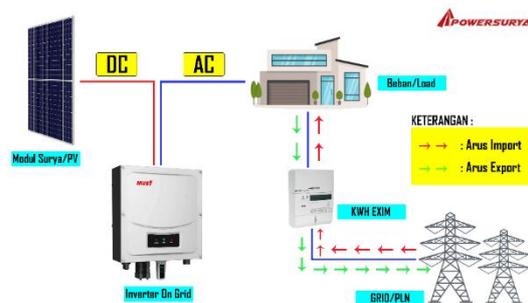
Gambar 1. Solar Cel[8]

2.4. Sistem Kelistrikan PLTS On Grid

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On Grid dengan Back Up Battery merupakan solusi energi hijau yang cocok untuk penduduk perkotaan, termasuk perumahan, perkantoran, atau fasilitas 456system. Sistem ini memanfaatkan modul surya (Photovoltaic Module) sebagai sumber listrik ramah lingkungan dan bebas emisi. Penggunaan 456system ini dapat mengurangi tagihan listrik dari PLN dan secara bersamaan berkontribusi pada pelestarian lingkungan dengan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil untuk pembangkitan energi listrik[16]

PLTS ON GRID atau PLTS ATAP merujuk pada 456system pembangkit listrik tenaga surya yang terhubung atau terinterkoneksi dengan jaringan PLN (Listrik Negara). Sistem PLTS On Grid lebih cocok untuk daerah perkotaan yang telah memiliki infrastruktur jaringan PLN. Dalam konfigurasi ini, PLTS ON GRID tidak dilengkapi dengan baterai, sehingga hanya beroperasi saat terdapat cahaya matahari. Tujuan utamanya adalah untuk mengurangi ketergantungan pada listrik dari PLN, dengan harapan dapat menghemat biaya tagihan listrik[11]

PLTS On Grid ini juga berfungsi sebagai cadangan energi listrik untuk menjaga kelangsungan operasional peralatan elektronik. Dalam situasi pemadaman listrik PLN, 456system ini memungkinkan peralatan elektronik tetap beroperasi tanpa gangguan dalam jangka waktu tertentu. Keunggulan dari 456system ini melibatkan produksi energi listrik mandiri dan pengurangan tagihan listrik PLN, pengurangan penggunaan bahan bakar fosil untuk mengurangi polusi atau emisi, kebersihan, ketiadaan kebisingan, pemanfaatan energi matahari secara gratis sepanjang tahun, penyediaan cadangan listrik untuk beban penting saat terjadi gangguan PLN pada periode tertentu, dan tidak memerlukan biaya operasional yang besar serta 456system yang mudah dalam pengoperasian dan perawatan.[10,11,16]



Gambar 2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya[10]

2.5. Sistem Kelistrikan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off Grid

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off Grid adalah solusi energi yang dirancang untuk daerah-daerah terpencil atau pedesaan yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik PLN. Sistem ini memungkinkan penggunaan energi matahari secara langsung untuk memenuhi kebutuhan listrik, tanpa tergantung pada koneksi ke jaringan listrik umum. Keterbatasan akses dan kesulitan mobilitas ke lokasi tertentu menjadi tantangan signifikan dalam pengembangan infrastruktur listrik, terutama di daerah terpencil atau pedesaan. Berikut adalah penjelasan lebih mendalam mengenai masalah ini dan solusi yang mungkin diterapkan, termasuk peran Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off Grid [9].

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off Grid mengandalkan energi matahari sebagai satu-satunya sumber daya listrik, sehingga bebas dari polusi dan tidak merusak kualitas udara. Solusi ini menjadi opsi terbaik untuk memenuhi kebutuhan listrik di daerah terpencil, menggunakan energi matahari yang diubah menjadi daya listrik untuk memenuhi kebutuhan penduduk. Sistem ini memiliki operasional dan pemeliharaan yang sangat sederhana, mampu beroperasi selama 10 tahun tanpa perlu mengganti peralatan. Keputusan untuk memilih Sistem PLTS Off Grid didasarkan pada beberapa pertimbangan, seperti penyebaran pola pemukiman yang cukup luas, sulitnya akses transportasi darat, tidak memerlukan integrasi dengan pembangkit lain, kemampuan modular dan pengembangan yang mudah, kapasitas kecil untuk instalasi yang mudah, harga yang terjangkau, ketersediaan radiasi matahari yang mencukupi sebagai sumber energi, dan tidak tergantung pada bahan bakar minyak[6,17]

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian

Tahapan Penelitian Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS):

- Studi Literatur

Pada tahap awal penelitian ini, penulis memfokuskan diri pada **studi literatur** untuk memahami dasar-dasar teori mengenai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) on grid tahap.

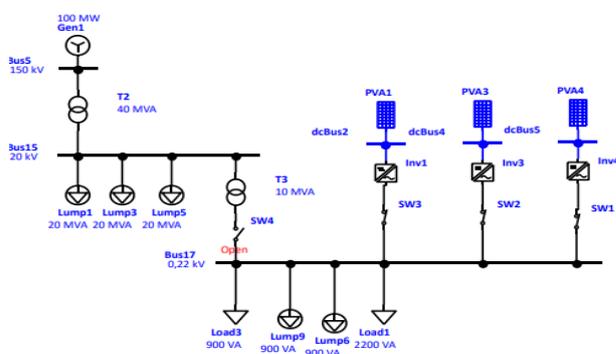
- Lokasi Penelitian

Pada tahapan ini, penulis melakukan penelitian langsung di Gedung Universitas Nomensen HKBP dengan tujuan untuk mengumpulkan data yang diperlukan terkait

perencanaan dan instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap

- Tujuan Simulasi Aliran Daya Dalam PLTS

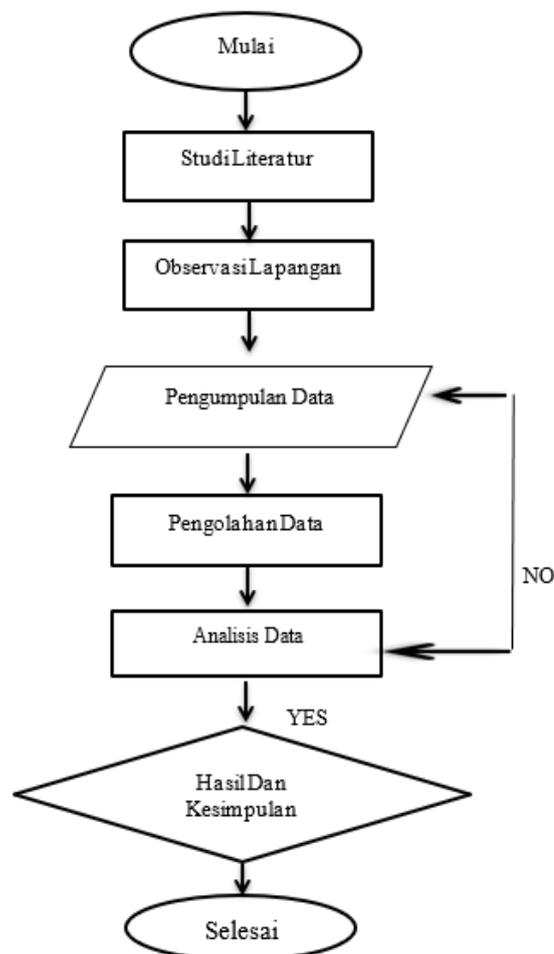
Pada tahap ini, penelitian membahas dampak dari injeksi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ke jaringan listrik (grid) setelah sistem terhubung. Setelah mendesain sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap dan menghitung daya yang mampu dihasilkan, langkah selanjutnya adalah melakukan simulasi analisis aliran daya. Tujuan dari simulasi ini adalah untuk memahami dampak injeksi daya PLTS terhadap profil tegangan dalam jaringan distribusi, serta untuk mengevaluasi perubahan yang terjadi sebelum dan sesudah injeksi. Adapun analisa aliran daya ini dilakukan menggunakan bantuan dengan metode Newton Raphson.



Gambar 3. Simulasi Aliran Daya Menggunakan Etab

- Penulisan Laporan

Pada tahap akhir penelitian ini, penulis menyusun laporan yang menyajikan hasil penelitian mengenai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap di Universitas HKBP Nommensen. Laporan ini bertujuan untuk menyampaikan temuan-temuan penelitian, menganalisis kelayakan investasi, serta memberikan rekomendasi untuk pengembangan sistem energi terbarukan di institusi tersebut



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

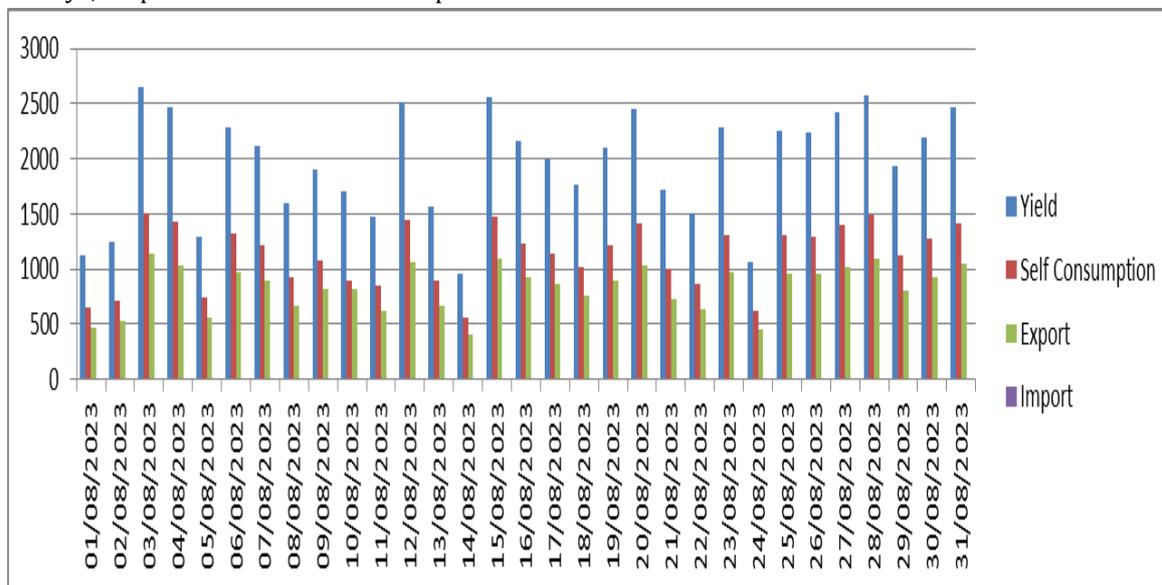
4.1. Profil Beban di Gedung Universitas Nommensen Medan

Dari analisis yang sudah dilakukan untuk mendapatkan data yang dihasilkan PLTS setiap hari nya, dapat diketahui keadaan apakah PLTS bekerja dengan normal atau tidak, serta mengetahui jumlah energy yang dihasilkan dalam berbagai kondisi cuaca , Data-data yang didapatkan tersebut di kumpulkan dan disatukan dalam table yang berisikan Yield ,Consumption , ekspor dan import. Yield adalah Jumlah Eney yang dihasilkan oleh PLTS dalam hitungan 1 hari ,Consumption adalah Jumlah energi yang dipakai oleh beban dalam hitungan 1 hari ,export adalah jumlah energi yang di transfer ke PLN/ energi yang berlebih yang dihasilkan PLTS, Import adalah Jumlah energi yang diambil dari PLN/Energi yang berkekurangan dariPLTS. Kampus UHN menggunakan energi yang dihasilkan PLTS sebagai prioritas sebelum menggunakan daya dari PLN, dan hanya akan menggunakan daya dari PLN bila terjadinya

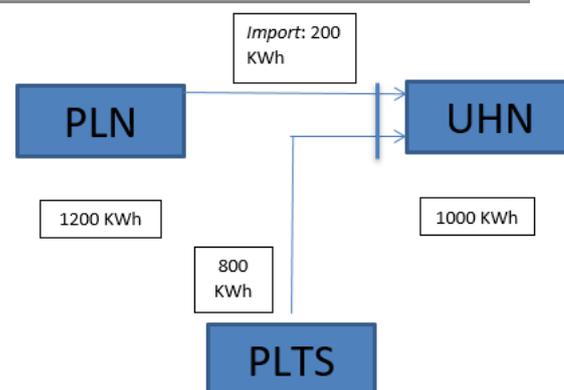
kekurangan daya atau terjadinya pemakaian daya dalam skala yang besar saja cara kerjanya dapat diilustrasikan sebagai berikut

Dari analisis yang sudah dilakukan untuk mendapatkan data yang dihasilkan PLTS setiap harinya, dapat diketahui keadaan apakah PLTS

KWh maka enery PLTS akan dipakai akan sesuai dengan jumlah beban dan sisanya akan dialirkan ke PLN sebesar 200KWh.

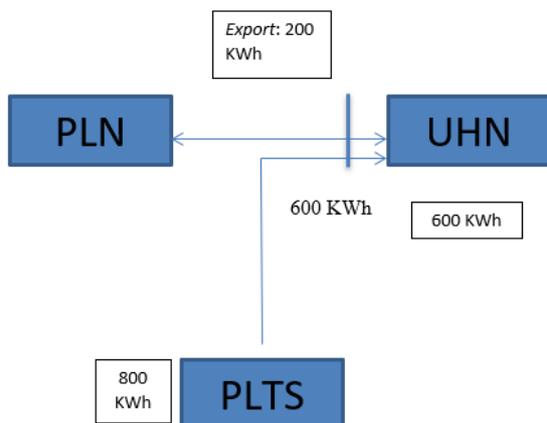


bekerja dengan normal atau tidak, serta mengetahui jumlah energy yang dihasilkan dalam berbagai kondisi cuaca , Data-data yang didapatkan tersebut di kumpulkan dan disatukan dalam table yang berisikan Yield ,Consumption , ekspor dan import. Yield adalah Jumlah Eney yang dihasilkan oleh PLTS dalam hitungan 1 hari ,Consumption adalah Jumlah energi yang dipakai oleh beban dalam hitungan 1 hari ,export adalah jumlah energi yang di transfer ke PLN/ energi yang berlebih yang dihasilkan PLTS, Import adalah Jumlah energi yang diambil dari PLN/Energi yang berkekurangan dari PLTS 1.



Gambar 6. import

Pada gambar ini dapat disimpulkan bahwa terjadinya kekurangan daya sebesar 200 KWh yang diakibatkan besar nya daya beban melebihi jumlah energi yang dihasilkan PLTS sebesar 800 KWh maka daya yang berkekurangan tersebut diambil dari PLN sebesar 200 KWh , inilah yang disebut proses import.



Gambar 5. Import

Pada Gambar 5. diatas dapat disimpulkan hasilnya bahwa bila energi yang dihasilkan PLTS adalah 800 KWh dan Beban yang dipakai sebesar 600

Gambar 7. Profil energi agustus Pada bulan agustus

Pada tanggal 1 agustus jumlah energi yang dihasilkan PLTS adalah 1130 KWh sementara pada tanggal 3 agustus jumlah energi yang dihasilkan adalah 2650 KWh hal ini terjadi dikarenakan pengaruh iradiansi matahari terhadap jumlah energi yang dapat dihasilkan PLTS , dimana Yield adalah merupakan jumlah energi yang dihasilkan oleh PLTS setiap

harinya ,Self Consumption adalah jumlah pemakaian energi oleh pihak UHN ,Export adalah jumlah energi sisa yang dialirkan ke PLN dan Import adalah jumlah energi yang berasal dari PLN berdasarkan besar jumlah export, maka untuk memanfaatkan kegunaan dari PLTS secara maksimal perlu dinaikkan jumlah nilai Self Consumption dan mengurangi nilai export karena export merupakan energi sisa yang tidak terpakai dan terbuang ke PLN sementara pembayaran PLTS berdasarkan jumlah nilai Yield yang dihasilkan

Nilai irradiansi matahari menggunakan Global Horizontal Irradiation yang didapatkan dari aplikasi Fusion Solar yang ada pada Universitas HKBP Nomensen. Nilai GHI rata rata nya adalah sebesar 4,79 Kwh/m².



Gambar 8. Aplikasi Fusion Solar

4.1. Perhitungan Area Array (Photovoltaic Area)

Perlu diketahui jumlah energi yang harus di sediakan ketika mengevaluasi pembangkit listrik hal yang sama. Berlaku untuk pembangkit tenaga surya kapasitas PLTS yang akan dibangkitkan adalah pemakaian energi mulai pukul 08.00-17.00 wib dan spesifikasi nya dapat di lihat pada tabel dibawah ini

TABLE I. SPESIFIKASLI PLTS

Spesifikasi	Keterangan
-------------	------------

Nominal Max Power (Pmax)	540 W
Opt. Operating Voltage (Vm p)	40,2 V
Opt. Operating Current (Imp)	11,04 A
Open Circuit Voltage(Voc)	48,8 V
Short Circuit Current (Isc)	11,04 A
Efisiensi Panel Surya	18,9 %

Nilai μ_{pv} adalah efisiensi panel Surya yaitu 18,9 % dan μ_{out} adalah efisiensi Inverter, kotoran pada permukaan panel surya, batrai kabel,dan lain lain. Untuk nilai efisiensi inverter 95% dengan asumsi efisiensi batrai dan pencemaran pada permukaan panel surya 95% maka nilai μ_{out} adalah

$$\mu_{out} = 0,95 \times 0,95 \times 0,95 = 0,85$$

Suhu standart yang dapat digunakan panel surya adalah 25°C. Suhu rata rata tertinggi di kota medan mencapai 28,52°C kemudian kenaikan suhu dari 25°C jadi 28,52°C adalah 3,52°C

$$P \text{ saat } t \text{ naik } ^\circ C = 0,5\% \times \Delta t \times P_{mpp} \\ = 0,5\% \times 3,52 \% ^\circ C \times 540 \text{ watt}$$

$$= 9,504 \text{ watt}$$

Oleh karena itu daya yang di lepaskan panel surya adalah

$$P_{mpp} \text{ saat naik menjadi } t^\circ C = P_{mpp} - P_{\text{saat } t \text{ naik } ^\circ C}$$

$$= 540 \text{ watt} - 9,504$$

$$= 530,496 \text{ watt}$$

Untuk mengetahui hasi dari temperatur Correction Factor (TCF) adalah :

$$TCF = \frac{P_{mpp} \text{ saat naik menjadi } t^\circ C}{P_{mpp}}$$

$$TCF = \frac{530,496 \text{ watt}}{540 \text{ watt}} \\ = 0,9824$$

Nilai Psh, μ_{pf} , μ_{out} dan TCF disubsitusikan dengan rumus

$$PV \text{ area} = \frac{E_l}{P_{SH} \times \mu_{pv} \times TCF \times \mu_{p} \text{ Out}}$$

$$Pv \text{ Area} = \frac{31,814}{4,79 \times 0,189 \times 0,9824 \times 0,85} \\ = \frac{31,814}{0,75597} \\ = 42,083,68 \text{ m}^2 \\ = 42084 \text{ m}^2$$

Dengan luas array sebesar 42084 m² maka menghasilkan daya rata rata sebesar 174,328 Kw dengan besar Iridiasi rata rata setiap hari adalah 587,505 W/m².

4.2. Mengitung Daya PLTS (Watt Peak) dan Jumlah Panel Surya

Kapasitas daya setiap modul surya yang digunakan adalah 540 watt peak. Data Dengan rincian pada gedung 1 terdapat 580 PV, gedung L

terdapat 242 Pv dan pada fakultas kedokteran terdapat 324 PV sehingga total jumlah PV yang terpasang adalah 1146 PV (Photo voltaic). Berdasarkan nilai tersebut dapat di gunakan untuk menghitung daya yang di bangkitkan PLTS (watt peak) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_{\text{watt peak}} &= \text{jumlah panel surya} \times P_{\text{mpp}} \\ &= 1.146 \text{ PV} \times 540 \text{ Wp} \\ &= 618.800 \text{ Wp} \\ &= 618,8 \text{ Kwp} \end{aligned}$$

Sehingga total daya maksimal PLTS yang di hasilkan adalah 618,8 Kwp. Dengan menggunakan perhitungan total daya PLTS tersebut pihak kampus Universitas HKBP Nomensen menggunakan 4 unit Inverter dengan kapasitas 100 Kw (tiga unit) dan 60 Kw 1 Unit yang bekerja rata rata 12 jam setiap hari nya dari sejak terbit matahari sampai terbenam nya matahari:

4.3. Tipe Modul Surya

$$\begin{aligned} \text{Jumlah modul seri per string} &= \frac{V_{\text{min inverter}}}{V_{\text{oc modul}}} \\ &= \frac{200 \text{ v}}{48,8 \text{ v}} = 4,098 \text{ v} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maksimal modul seri per string} &= \frac{V_{\text{max inverter}}}{V_{\text{mp modul}}} \\ &= \frac{1100 \text{ v}}{40,0 \text{ v}} = 27,63 \text{ v} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Minimal modul paralel per string} &= \frac{I_{\text{max inverter}}}{I_{\text{mp modul}}} \\ &= \frac{260 \text{ a}}{10,45} = 24,88 \text{ v} \end{aligned}$$

4.3. Profil Jaringan Tegangan Rendah Setelah Injeksi PLTS

Maka hasil perbandingan energi selama 7 hari di power house 1 dengan hasil Profil pada aplikasi adalah sebagai berikut :

15 Agustus 2023 = 93,28%

16 Agustus 2023 = 93,88%

18 Agustus 2023 = 91,39%

19 Agustus 2023 = 95,09%

21 Agustus 2023 = 95,48%

22 Agustus 2023 = 94,38%

25 Agustus 2023 = 92,05%

Rata rata persentasi ke tujuh hari adalah 93,65% dan mencapai batas minimum 90% maka dapat disimpulkan bahwa pengukuran manual dengan aplikasi cukup akurat dan tidak terjadi perbedaan nilai energi yang drastis maka PLTS dapat dinyatakan bekerja dengan normal.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Rata rata Persentasi energi ketujuh hari adalah 93,65% sehingga dapat disimpulkan bahwa PLTS masih bekerja dengan baik selama bulan Januari 2023 sampai bulan Agustus 2023
- Secara Teknis, PLTS Atap on grid di Universitas HKBP Nomensen. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut tentang hasil penelitian mengenai output energi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan pengaruhnya terhadap kebutuhan energi gedung total output energi sebesar 488.835 KWh/tahun. Sedangkan total suplai energi PLTS ke beban gedung sebesar 38.3 MWh/tahun dari total kebutuhan energi gedung sebesar 282.154 KWh/tahun dan jumlah energi sisa dari PLTS akan dialirkan ke PLN
- Pemakaian energi /self consumption yang ideal adalah 85%-90% dari total energi yang di hasilkan sehingga dengan menambah atau meningkatkan tingkat pemakaian energi dapat memaksimalkan pemanfaatan PLTS
- Semakin daya yang di injeksi ke grid maka tegangan yang terhubung akan mengalami kenaikan

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Prodi Magister Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan Universitas HKBP Nomensen atas dukungan untuk melaksanakan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang terlibat dalam penelitian ini serta kepada tim Jurnal Electron

Daftar Pustaka:

- [1] P. Tegangan, D. I. Jaringan, and T. Rendah, "STUDI KELAYAKAN PLTS ATAP ON GRID DAN EFEK TERHADAP," 2023.
- [2] O. Rausyan and H. Jurusan, "ANALISA COMMISSIONING PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA KAPASITAS 20.5 kWp ON GRID PT. QUICKPRINT OFFICE (Skripsi)," 2023.
- [3] V. M. J Mamangkey, G. M. Ch Mangindaan, and L. S. Patras, "POTENSI PENGEMBANGAN PLTS DI LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SAM RATULANGI." [Online]. Available: <http://www.aurorasolarenergy.com>

- [4] F. Hidayat, B. Winardi, and A. Nugroho, "ANALISIS EKONOMI PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) DI DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS DIPONEGORO." <http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE>
- [5] J. I. Laveyne, D. Bozalakov, G. Van Eetvelde, and L. Vandeveld, "Impact of Solar Panel Orientation on the Integration of Solar Energy in Low-Voltage Distribution Grids," *International Journal of Photoenergy*, vol. 2020, 2020, doi: 10.1155/2020/2412780.
- [6] M. Naim, S. Pengajar, T. Mesin, and A. T. Sorowako, "RANCANGAN SISTEM KELISTRIKAN PLTS OFF GRID 1000 WATT DI DESA LOEHA KECAMATAN TOWUTI."
- [7] M. Farhan, J. Raya, T. No, K. Gedong, P. Rebo, and J. Timur, "PERANCANGAN SISTEM INVENTORI DAN PENJUALAN PAKAIAN DI KONVEKSI AULIA COLLECTION," *Jurnal Riset dan Aplikasi Mahasiswa Informatika*, vol. 01, 2020.
- [8] H. Satria and S. Syafii, "Sistem Monitoring Online dan Analisa Performansi PLTS Rooftop Terhubung ke Grid PLN," *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, vol. 14, no. 2, Aug. 2018, doi: 10.17529/jre.v14i2.11141.
- [9] O. Rausyan and H. Jurusan, "ANALISA COMMISSIONING PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA KAPASITAS 20.5 kWp ON GRID PT. QUICKPRINT OFFICE (Skripsi)," 2023.
- [10] A. S. Sampeallo et al., "ANALISIS RUGI DAYA INSTALASI JARINGAN TEGANGAN RENDAH LABORATORIUM RISET TERPADU LAHAN KERING KEPULAUAN UNDANA," *Jurnal Media Elektro*, vol. VII, no. 2.
- [11] U. A. Pringsewu, R. Maulana, and I. Abdi Bangsa, "Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Pada Gedung UPHB PT Pembangkit Jawa Bali Unit Muara Karang", [Online]. Available: <http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE>
- [12] P. Gunoto, "PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK PROYEKTOR DI RUANG A102 FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS RIAU KEPULAUAN," *Sigma Teknika*, vol. 2, no. 2, pp. 131–136, 2019.
- [13] N. Febriana Pratiwi, A. Pudim, and W. B. Mursanto, "Perancangan plts atap on grid kapasitas 163,8 kwp untuk suplai daya industri tekstil," *Pros. Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, vol. 13, no. 1, pp. 13–14, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.polban.ac.id/ojs-3.1.2/proceeding/article/view/4278>
- [14] N. H. Sudarjo, M. Haddin, and A. Suprajitno, "Analisa Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap dengan Sistem Hybrid di PT. Koloni Timur," *ElektriKa*, vol. 14, no. 1, p. 20, 2022, doi: 10.26623/elektriKa.v14i1.3784.
- [15] D. Almanda and M. A. Z. Muttaqin, "Analisa dan Perbandingan PLTS on Grid yang Terpasang di Atap Gedung Utama PT Subur Semesta dengan Plts On Grid yang Bergerak Mengikuti Arah Matahari," *Resist (Elektronika Kendali Telekomun. Tenaga List Komputer)*, vol. 3, no. 2, p. 57, 2020, doi: 10.24853/resistor.3.2.57-60.
- [16] H. H. N. Jannah, U. I. F. Styana, A. Kurniawan, and F. Hindarti, "Analisis Teknik dan Ekonomi Perencanaan PLTS Rooftop Sistem On-Grid di SDN 1 Temuwuh," *Prosising Webinar ITY Green Technol.*, pp. 55–69, 2023.
- [17] Karuniawan Eriko Arvin, Sugiono Friska Ayu Fitriani, Larasati Pangestuningtyas Diah, and Pramurti Adeguna Ridlo, "Analisis Potensi Daya Listrik PLTS Atap di Gedung Direktorat Politeknik Negeri Semarang Dengan Perangkat Lunak PVSYST," *J. Energy Electr. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 75–80, 2023