

Kajian Penentuan Kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada Laboratorium Fakultas Teknik UMSU

Muhammad Fitra Zambak¹, Kurniawan Lubis², Ade Faisal³

^{1,2,3} Magister Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Jl. Denai No.217, Tegal Sari Mandala II, Kec. Medan Denai, Kota Medan, Sumatera Utara

E-mail: mhdfitra@umsu.ac.id¹

Abstract

To install a solar power plant (PLTS), of course, we must first determine the capacity of the PLTS we want to use. This is needed so that the PLTS that we install is able or has enough power to supply the load we want. This often goes unnoticed, causing the installed PLTS to be unable to supply the maximum load or the existing PLTS to be much larger than the load used, this causes losses because considering the price of PLTS is also relatively expensive. To make things easier, we can also use the PVSyst software to determine the required solar cell capacity for the load. The level of sunlight intensity at the research location according to the PVSyst application is 4.5 kWh/m²/day. The total load on the engineering faculty laboratory every day is 36 kWh/m². To overload the total load in the UMSU engineering faculty laboratory, a PLTS with a capacity of 13.44 kWp is needed, consisting of 40 units of solar panels with a capacity of 280 wp with 40 units of 100 Ah batteries. To realize the planned PLTS, it can be installed on the roof top of the engineering faculty laboratory. According to the HelioScope software, the research location's rooftop can accommodate PLTS up to 99 kWp with an area of 1000m².

Keywords: Solar Cell, Generator, PLTS

Abstrak

Untuk memasang sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) tentunya kita harus terlebih dahulu menentukan kapasitas PLTS yang ingin kita gunakan. Hal ini dibutuhkan agar PLTS yang kita pasang sanggup atau memiliki daya yang cukup untuk mensuplai beban yang kita inginkan. Hal ini seringkali tidak diperhatikan sehingga menyebabkan PLTS yang dipasang tidak sanggup mensuplai beban secara maksimal ataupun PLTS yang ada jauh lebih besar dibanding beban yang digunakan, hal ini menyebabkan kerugian karena mengingat harga dari PLTS juga relatif mahal. Untuk mempermudah kita juga dapat menggunakan *software* PVSyst untuk menentukan kapasitas *solar cell* yang dibutuhkan beban. Tingkat intensitas cahaya matahari pada lokasi penelitian menurut aplikasi PVSyst adalah sebesar 4.5 kWh/m²/hari. Beban total pada laboratorium fakultas teknik setiap harinya adalah sebesar 36 kWh/m². Untuk membebani total beban yang ada pada laboratorium fakultas teknik UMSU maka diperlukan PLTS dengan kapasitas 13,44 kWp yang terdiri dari 40 Unit panel surya berkapasitas 280 wp dengan baterai 100 ah sebanyak 40 unit. Untuk merealisasikan PLTS yang telah direncanakan, dapat dipasang pada *roof top* laboratorium fakultas teknik. Menurut *software* HelioScope *rooftop* lokasi penelitian dapat menampung PLTS hingga 99 kWp dengan luas area 1000m².

Kata kunci: Solar Cell. Pembangkit, PLTS

1. Pendahuluan

Sebagai Negara berkembang, Indonesia memiliki kebutuhan energi yang terus meningkat. Kenaikan rata-rata kebutuhan energi ini mencapai 7 % pertahun. Sebagiaian besar atau sekitar 75 %

dari kebutuhan energi ini dipasok oleh bahan bakar fosil seperti batu bara dan minyak bumi. Akan tetapi, ketersediaan bahan bakar fosil terus berkurang dan menimbulkan polusi yang berbahaya bagi lingkungan. Mengingat kebutuhan energi yang terus meningkat dan mendesak serta

pentingnya menjaga kelestarian lingkungan, maka pemanfaatan energi terbarukan seperti energi matahari, panas bumi, biomassa dan angin menjadi solusi yang tepat untuk memenuhi kebutuhan energi ini [1].

Salah satu kebutuhan energi yang sangat dasar adalah energi listrik. Energi listrik memegang peranan penting dalam memenuhi kebutuhan hidup. Kebutuhan energi listrik diperkirakan mengalami peningkatan rata-rata 6,5% pertahun hingga tahun 2020. Hal ini karena penggunaan jumlah peralatan elektronika yang mengkonsumsi energi listrik semakin hari semakin bertambah mulai dari sektor rumah tangga, instansi pemerintah hingga sektor industri. Sehingga menyebabkan kebutuhan energi listrik semakin besar[2].

Demikian juga kebutuhan energi listrik di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara setiap tahun selalu bertambah yang disebabkan oleh bertambahnya infrastruktur sarana prasarana perkuliahan. Selama ini kebutuhan energi listrik di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dipasok oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN). Oleh karena itu untuk mengurangi ketergantungan terhadap PLN, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara harus memanfaatkan energi terbarukan sebagai energi alternatif. Salah satu sumber energi alternatif yang jumlahnya sangat melimpah dan ramah lingkungan adalah energi matahari [3].

Energi matahari yang diterima oleh permukaan bumi mencapai 3×10^{24} joule pertahun. Potensi energi matahari di Indonesia cukup tinggi karena secara geografis Indonesia mendapatkan radiasi matahari sepanjang tahun dengan lama penyinaran 6-8 jam per hari. Nilai rata-rata insolasi (radiasi matahari persatuan luas dan waktu) di Indonesia sekitar 4 kWh/m². Pemanfaatan energi matahari (energi foton) menjadi energi listrik salah satunya melalui solar cell atau sel surya. Sel surya terbuat dari material semikonduktor yang memiliki nilai energi gap tertentu. Jika energi foton yang datang melebihi nilai energi gap, maka elektron - elektron pada pita valensi akan berpindah ke pita konduksi. Sampai saat ini penelitian tentang sel surya masih terus berkembang terutama rekayasa material untuk menghasilkan efisiensi yang tinggi[4].

Untuk memasang sebuah pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) tentunya kita harus terlebih dahulu menentukan kapasitas PLTS yang ingin kita gunakan. Hal ini dibutuhkan agar PLTS yang kita pasang sanggup atau memiliki daya yang cukup untuk mensuplai beban yang kita inginkan. Hal ini seringkali tidak diperhatikan sehingga menyebabkan PLTS yang dipasang tidak sanggup mensuplai beban secara maksimal ataupun PLTS

yang ada jauh lebih besar dibanding beban yang digunakan, hal ini menyebabkan kerugian karena mengingat harga dari PLTS juga relatif mahal[5]. Penelitian tentang panel surya atau *solar cell* telah banyak dilakukan terkhusus di Indonesia. Ada berbagai macam jenis penelitian, mulai dari merancang alat, membandingkan atau bahkan ada yang membuat panel surya dengan ide sendiri. Seperti penelitian yang dilakukan oleh penelitian ini berkaitan dengan intensitas cahaya. Peneliti menganalisa intensitas cahaya yang ada guna membuat suatu modul *solar cell* yang efisien digunakan[6].

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh penelitian ini bertujuan untuk menghitung jumlah potensi energi matahari sebagai potensi energi listrik terbarukan pada wilayah laut sewu. Adapun Proses perhitungan daya dilakukan dengan metode distribusi probabilitas Rayleigh untuk mengetahui nilai optimal yang dihasilkan oleh modul surya yang kemudian disesuaikan dengan kebutuhan daya untuk penerangan dan navigasi pada kapal feri eksisting. Penelitian diawali dengan pengambilan data dari beban yang ada. Hasil penelitian menunjukkan bahwa satu unit panel surya menghasilkan daya sebesar 2.62 kWh per unit. Sehingga dengan menggunakan 56 unit panel surya sesuai dengan space yang tersedia di kapal feri eksisting, dapat menghasilkan daya sebesar 200.08 kWh yang dapat digunakan untuk suplai kebutuhan listrik untuk penerangan dan navigasi[7].

Adapun penelitian tentang intensitas cahaya matahari, pada penelitian ini penulis menganalisa intensitas cahaya matahari terhadap keluaran daya modul *solar cell*. Metode penelitian ini adalah pengukuran intensitas matahari secara real dan pengukuran daya keluaran panel sel surya tersebut, adapun bahan yang digunakan adalah lumen meter digunakan untuk mengukur intensitas cahaya matahari, multimeter digunakan untuk mengukur tegangan dan arus, *battery charge regulator* dengan kapasitas 10 A, Panel sel surya dengan kapasitas 100 Wp, dan *battery* 7 Ah. Pengujian dilakukan selama 6 hari, setiap hari pengujian dimulai dari jam 07.00 – 18.00. Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas cahaya matahari tertinggi terjadi antara jam 11.00 – 13.00 dengan nilai intensitas cahaya matahari sebesar 99.900 lux – 115.800 lux, sedangkan daya keluaran sel surya tertinggi sebesar 15,53 watt dengan intensitas cahaya matahari terukur 115.800 lux [8].

Analisis perspektif *plotting* untuk mengetahui pengaruh pergerakan matahari dan orientasi *plotting* terhadap besar produksi energi listrik juga dilakukan. Dari hasil simulasi, didapatkan besar pengurangan energi iradiasi matahari pada

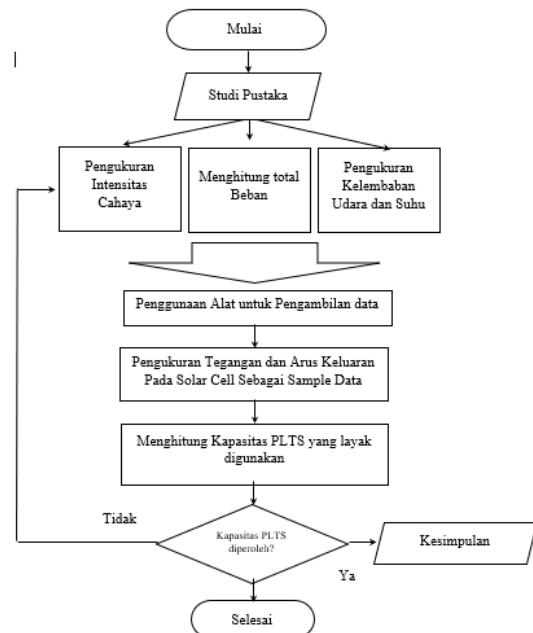
kolektor sebesar 15,4%. Kemudian Produksi energi listrik satu tahun simulasi dapat mencapai 23.753 kWh sesuai dengan *plotting panel* serta pengaruh kemiringan panel dan pergerakan matahari. Rugi-ruginya mencapai angka 17% sehingga rasio pembangkitannya 0.822 yang cukup baik untuk sebuah PLTS karena pada umumnya hanya 0,75 saja. Rugi kolektornya (*Array losses*) mencapai 0,62 kWh/kWp per harinya sedangkan rugi sistemnya mencapai 0,1 kWh/kWp per harinya. Untuk rincian rugi-ruginya juga dapat di rangkum dalam loss diagram. *Payback period* pada tahun ke 10 yang dimana waktu asuransi tiap panel suryanya hanya 10 tahun. Lalu dilihat dari nilai NPV pada tahun ke- 25 proyek (umur pembangkit), nilainya sebesar Rp 303.272.654,4. Manfaat penghematan juga sangat baik karena mencapai angka rasio sekitar 44%-50%.

Penelitian serupa yang menggunakan aplikasi PV*SOL dilakukan oleh [5] dimana Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 30 kWp adalah pembangkit listrik yang sedang dibangun di kampus Dompok oleh Universitas Maritim Raj Ali Haji (UMRAH). Simulasi yang dilakukan pada pembangkit listrik tenaga surya 30 kWp *on-grid* bertujuan mendapat gambaran kinerja sistem pembangkit listrik tenaga surya 30 kWp on-grid selama satu tahun, dengan cara menganalisis hasil simulasi *software* PV*SOL. Total modul yang disimulasikan sebanyak 135 unit modul surya dengan menggunakan 3 unit *inverter*. Berdasarkan simulasi, intensitas radiasi matahari yang diterima oleh modul surya adalah 1.502,8 kWh/m²/tahun dengan kapasitas produksi energi yang mampu dibangkitkan mencapai 29.607,5 kWh/tahun. Energi listrik tertinggi yang mampu diproduksi yaitu 2.801,6 kWh dengan rata-rata intensitas matahari sebesar 142.08 kWh/m² pada bulan Maret. Suhu tertinggi pada modul surya 32,50 C terjadi pada Mei, total *losses* yang diakibatkan oleh suhu pada modul surya adalah 2.890,59 kWh/tahun dan total losses yang diakibatkan oleh bayangan yaitu 3.248,30 kWh/tahun. Sementara keuntungan energi listrik yang bisa disuplai ke *grid* sebesar 25.106 kWh/tahun [9][11]

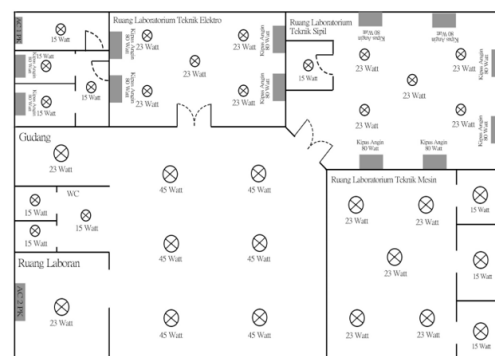
2. Metodologi

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan dari tanggal 20 Desember 2021 sampai 5 April 2022. Dimulai dengan persetujuan proposal ini sampai selesai penelitian. Penelitian diawali dengan kajian awal (tinjauan pustaka), perhitungan beban pada laboratorium fakultas teknik UMSU, pengukuran tingkat intensitas cahaya matahari pada lokasi penelitian, kemudian

merakit PLTS sederhana untuk membantu pengambilan data, lalu analisa data, terakhir kesimpulan dan saran



Gambar 1. Bagan diagram penelitian

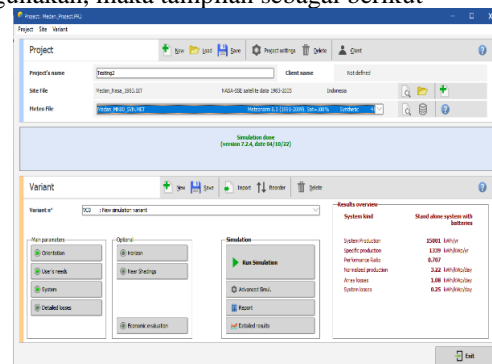


Gambar 2. Data beban pada laboratorium Fakultas Teknik
UMSU

3. Hasil dan Pembahasan

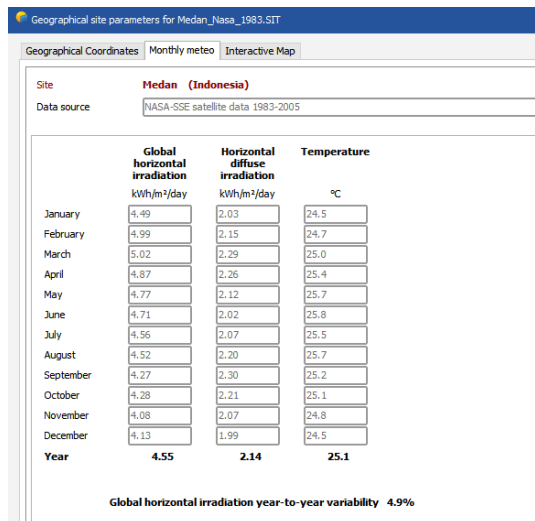
3.1. Simulasi Pada PVSyst

Pilih Jenis Koneksi PLTS yang ingin kita gunakan, maka tampilan sebagai berikut



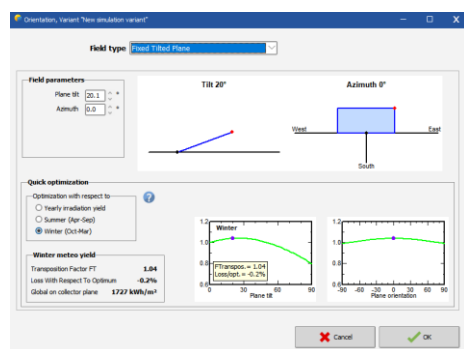
Gambar 3. Menu analisis PVSyst

Pilih lokasi tempat akan dirancang PLTS. Kemudian akan muncul data radiasi matahari dan suhu pada lokasi per bulannya. adapun data tingkat radiasi dan suhu pada kota Medan adalah sebagai berikut :

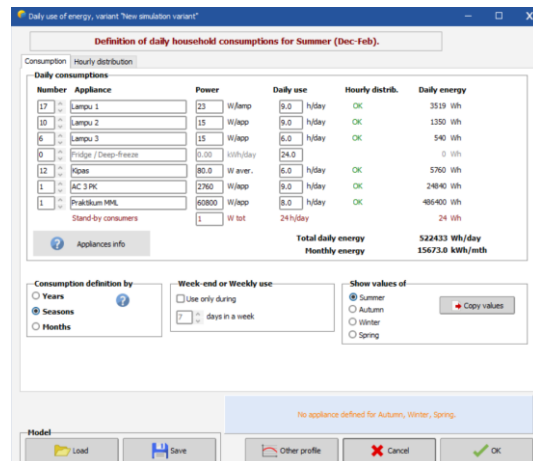


Gambar 4 . Data radiasi matahari dan suhu pada lokasi perencanaan

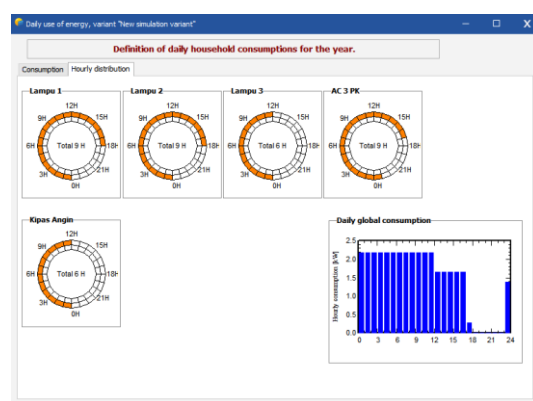
Dengan data yang ada, selanjutnya menentukan sudut kemiringan pemasangan PLTS agar mendapatkan hasil yang maksimal. Klik menu orientasi pada PVSyst dan pilih titik sudut dimana PLTS menghasilkan daya terbesar seperti gambar berikut:



Gambar 5. Menentukan sudut kemiringan panel surya
Masukkan data beban yang telah dihitung kapasitas daya, kuantitas beban dan waktu pemakaian.

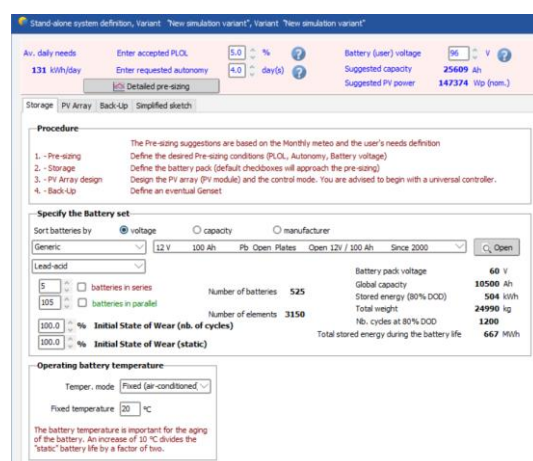


Gambar 6. Input Beban

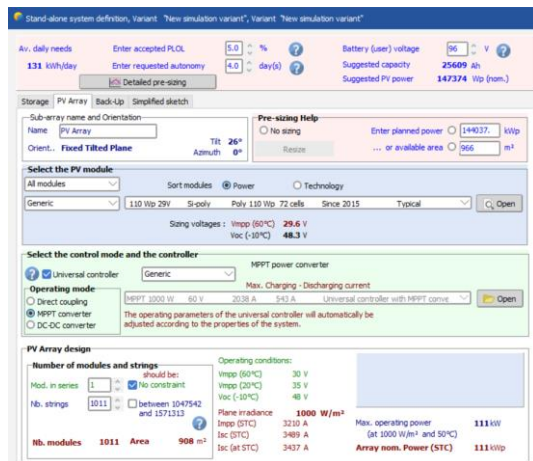


Gambar 7. Penentuan waktu pemakai beban

Selanjutnya adalah menentukan sistem yang akan digunakan, mulai dari panel surya, baterai, inverter dan SCC akan ditentukan merek dan kapasitasnya. Data yang akan di input disesuaikan dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan.



Gambar 8. Menentukan jenis baterai



Gambar 9. Menentukan Jenis Panel Surya

Selanjutnya *Run* simulasi yang dibuat, adapun hasil dari perencanaan yang telah dibuat adalah sebagai berikut:

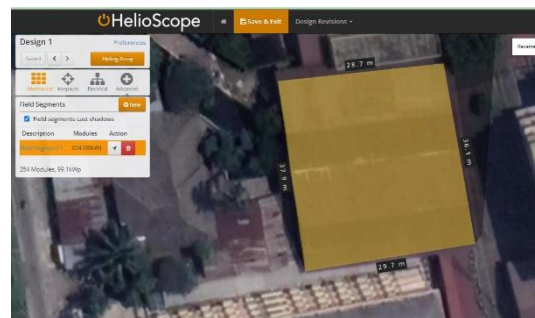
General parameters	
Stand alone system	Stand alone system with batteries
PV Field Orientation	Sheds configuration
Orientation: Fixed plane	No 3D scene defined
Tilt/Azimuth: 26 / 0 °	
User's needs	Models used
Daily household consumers	Transposition: Perez, Modest
Seasonal modulation	Diffuse: Perez, Modest
Average: 132 kWh/Day	Circumsolar: separate
PV Array Characteristics	
PV module	Battery
Manufacturer: Generic	Manufacturer: Generic
Model: Poly 110 Wp, 72 cells	Model: Open 12V / 100 Ah
(Original PVSyst database)	Lead-acid, vented, plates
Unit Nom. Power: 110 Wp	Nb. of units: 105 in parallel x 5 in series
Number of PV modules: 1011 units	Discharging min. SOC: 20.0 %
Nominal (STC): 111 kWp	Stored energy: 504.0 kWh
Modules: 1011 Strings x 1 in series	Battery Pack Characteristics
At operating cond. (80°C)	Voltage: 60 V
Primp: 100 kWp	Nominal Capacity: 10000 Ah (C10)
U mpv: 31 V	Temperature: Fixed 20 °C
I mpv: 3222 A	
Controller	Battery Management control
Universal controller	Threshold commands as: SOC calculation
Technology: MPPT converter	Charging: SOC = 0.92 / 0.75
Temp. coeff: -0.5 mV/°C/Elem.	approx: 66.0 / 61.0 V
Converter	Discharging: SOC = 0.20 / 0.45
Maxi and EURO efficiencies: 97.0 / 95.0 %	approx: 58.2 / 60.3 V
Total PV power	
Nominal (STC): 111 kWp	
Total: 1011 modules	
Module area: 908 m²	
Cell area: 801 m²	

Gambar 10. Karakteristik PLTS yang digunakan

Dari hasil perencanaan menggunakan *software* PVSyst dapat dilihat untuk mensuplai daya pada laboratorium fakultas teknik UMSU maka digunakan Panel surya sebanyak 1011 Modul berkapasitas 100 Wp. Dimana luas area yang dibutuhkan adalah sebesar 801 m² hanya untuk instalasi panel surya (belum termasuk instalasi baterai)

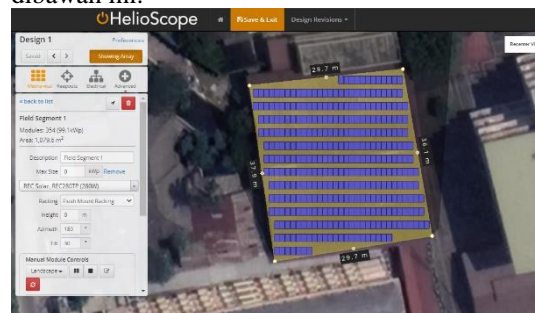
Realisasi Perencanaan PLTS

Dari hasil analisa yang telah dilakukan maka didapat total kapasitas PLTS untuk membebani beban pada laboratorium fakultas teknik adalah sebesar 111 kWp dengan panel 100 Wp sebanyak 1011 Unit. Jika dilihat dengan menggunakan *software* berbasis website yaitu Helioscope, adapun tampak atap pada laboratorium fakultas teknik sebagai berikut:



Gambar 11. Luas Atap Gedung Laboratorium Fakultas Teknik UMSU

Maka apabila disimulasikan, atap gedung laboratorium fakultas teknik UMSU dapat dipasang panel surya sebanyak seperti gambar dibawah ini.



Gambar 12. Simulasi PLTS pada roof-top gedung laboratorium fakultas teknik UMSU

Dari gambar diatas menurut aplikasi simulasi helioscope, atap gedung laboratorium fakultas teknik UMSU dapat dipasang secara maksimal adalah sebanyak 354 Modul panel surya dengan kapasitas 280 Wp. Luas pada area rooftop gedung laboratorium fakultas teknik UMSU adalah sebesar 1.079 m², dimana kebutuhan lahan untuk mensuplai beban yang ada yaitu sebesar 801 m² dengan panel surya berkapasitas 100 wp. Maka rooftop gedung Lab fakultas teknik UMSU layak dan mampu untuk mensuplai beban umum dan beban praktikum yang ada.

4. Simpulan

Adapun kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tingkat intensitas cahaya matahari pada lokasi penelitian menurut aplikasi PVSyst adalah sebesar 4.5 kWh/m²/hari. Beban total pada laboratorium fakultas teknik setiap harinya adalah sebesar 524,299 kWh/hari.
2. Untuk membebani total beban yang ada pada laboratorium fakultas teknik UMSU maka diperlukan PLTS dengan kapasitas 111 kWp yang terdiri dari 1011 Unit panel surya berkapasitas 100 wp dengan baterai 100 ah sebanyak 525 unit.

3. Untuk merealisasikan PLTS yang telah direncanakan, dapat dipasang pada *rooftop* laboratorium fakultas teknik. Menurut *Software* Helioscope rooftop lokasi penelitian dengan luas area 1000m² sedangkan kebutuhan panel surya adalah sebesar 801 m². Maka *rooftop* pada lokasi penelitian layak digunakan untuk PLTS sebagai pensuplai beban yang ada

Daftar Pustaka

- [1] R. M. Hamid, R. Rizky, M. Amin, and I. B. Dharmawan, "Rancang Bangun Charger Baterai Untuk Kebutuhan UMKM," *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 4, no. 2, p. 130, 2016, doi: 10.32487/jtt.v4i2.175.
- [2] A. Wahid, Junaidi, and M. Arsyad, "Analisis Kapasitas Dan Kebutuhan Daya Listrik Untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik Di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura," *J. Tek. Elektro UNTAN*, vol. 2, no. 1, p. 10, 2014.
- [3] B. H. Purwoto, "Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 01, pp. 10–14, 2018, doi: 10.23917/emit.v18i01.6251.
- [4] N. Evalina, Faisal Irsan Pasaribu, and Abdul Azis H, "The Use of Inverters in Solar Power Plants for Alternating Current Loads," *Britain Int. Exact Sci. J.*, vol. 3, no. 3, pp. 151–158, 2021, doi: 10.33258/bioex.v3i3.496.
- [5] D. Irpan Riswandi and I. Kahfi Bactiar, "Simulasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya 30 kWp On-Grid di Kampus Universitas Martim Raja Ali Haji (Umrh) Menggunakan Software PV*SOL," *Mustek Anim Ha*, vol. 3, no. 3, p. 9, 2014.
- [6] N. Evalina, F. Irsan Pasaribu, A. H. Abdul Azis, R. Dimas Ivana, and J. Kapt Muchtar Basri No, "Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 200 Wp Dengan Sistem Solar Charger Pada Beban Kipas Angin," *Uisu*, p. 62, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/semnastek/article/view/4143>.
- [7] D. Fuaddin and A. Daud, "Rancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya On-Grid Kapasitas 20 kWp untuk Residensial," *J. Tek. Energi*, vol. 10, no. 1, pp. 53–57, 2021, doi: 10.35313/energi.v10i1.2329.
- [8] H. Asy'ari, Jatmiko, and Angga, "Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Sel Surya," *Simp. Nas. RAPI XI FT UMS*, pp. 52–57, 2012.
- [9] W. Setiawan, R. Hermawan, and S. Suardi, "Analisa Potensi Angin Dan Cahaya Matahari Sebagai Alternatif Sumber Tenaga Listrik Di Wilayah Laut Sawu," *JST (Jurnal Sains Ter.)*, vol. 4, no. 1, pp. 57–62, 2018, doi: 10.32487/jst.v4i1.453.
- [10] M. Martawati, "Analisis Simulasi Pengaruh Variasi Intensitas Cahaya Terhadap Daya Dari Panel Surya," *J. Eltek*, vol. 16, no. 1, p. 125, 2018, doi: 10.33795/eltek.v16i1.92.