

Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Pada Laboratorium Teknik UMSU Menggunakan Simulasi PVSyst

Muhammad Fitra Zambak*, Kurniawan Lubis, Ade Faisal

Magister Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
*mhdfitra@umsu.ac.id

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, Simulasi, PVSyst.

DOI: 10.22441/jte.2023.v14i2.003

I. PENDAHULUAN

Sebagai Negara berkembang, Indonesia memiliki kebutuhan energi yang terus meningkat. Kenaikan rata-rata kebutuhan energi ini mencapai 7 % pertahun. Sebagian 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 3x 10²⁴ 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].

II. PENELITIAN TERKAIT

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 space 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 periodnya 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%.

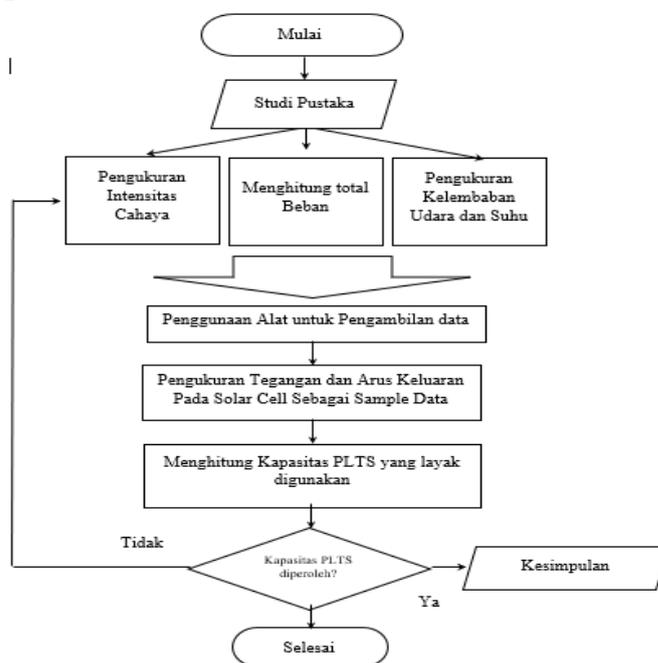
Penelitian serupa yang menggunakan aplikasi PV*SOL dilakukan oleh [5] dimana Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 30 kWp adalah pembangkit listrik yang sedang dibangun di kampus Dompok oleh Universitas Maritim Raja Ali Haji (UMRAH). Simulasi yang dilakukan pada pembangkit

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].

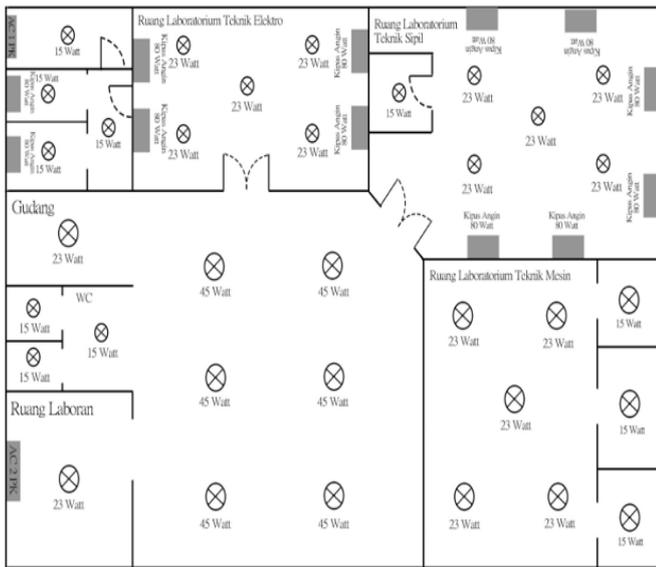
III. METODOLOGI PENELITIAN

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.

Untuk memulai penelitian ini penulis melakukan beberapa review jurnal untuk referensi ataupun panduan dalam melaksanakan penelitian. Setelah melakukan review jurnal peneliti melakukan pengukuran intensitas cahay, menghitung total beban dan pengukuran kelembaban udara dan suhu diarea laboratorium Teknik UMSU. Alur penelitian dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1. Diagram Blok PLTS (Surya)

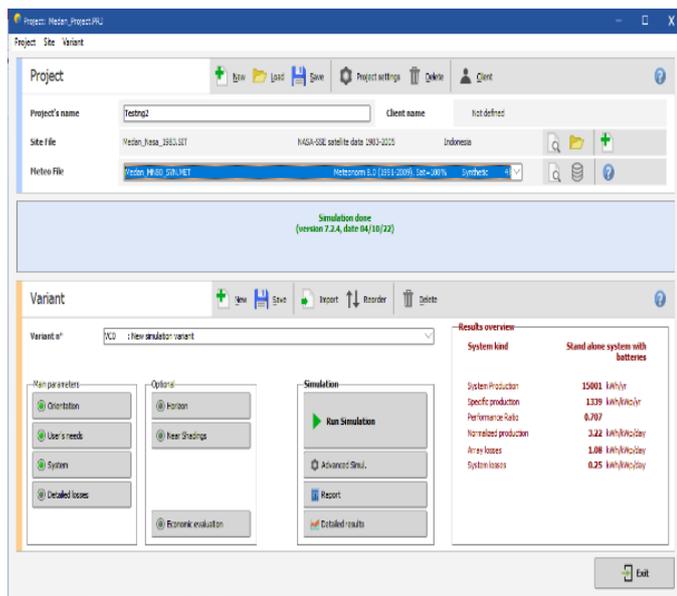


Gambar 2. Data beban pada laboratorium Fakultas Teknik UMSU

IV. HASIL DAN ANALISA

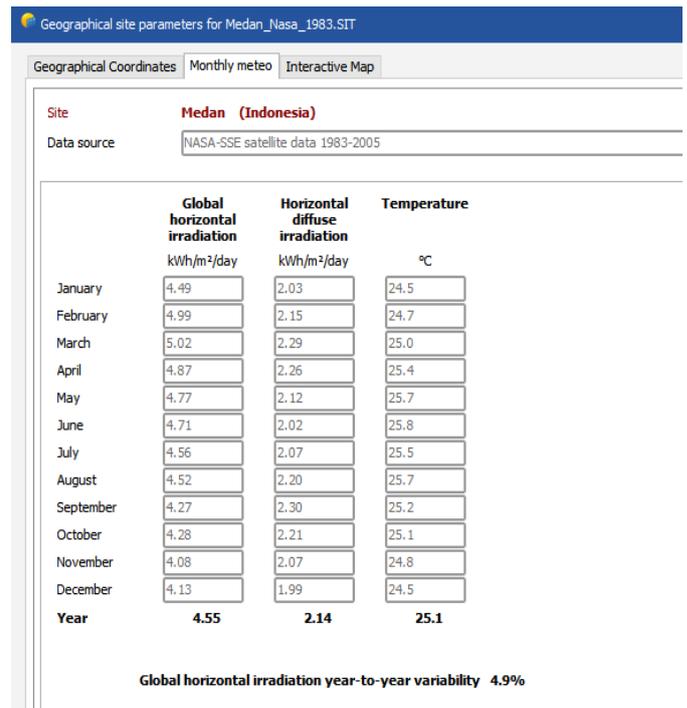
A. Simulasi Pada PVSyst

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



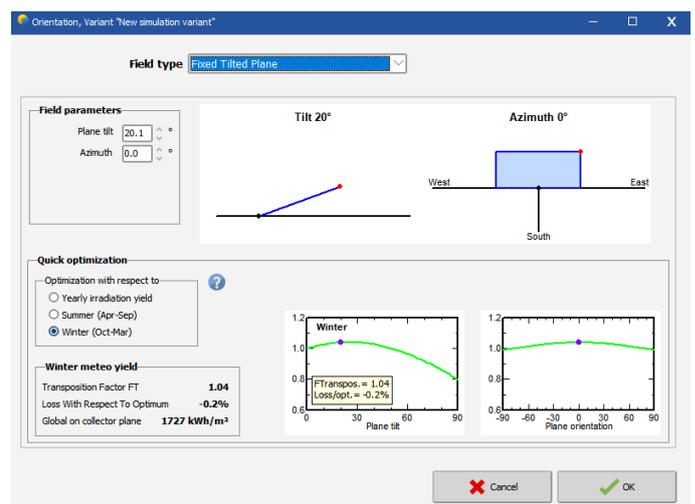
Gambar 3. Menu analisis PVSyst

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.



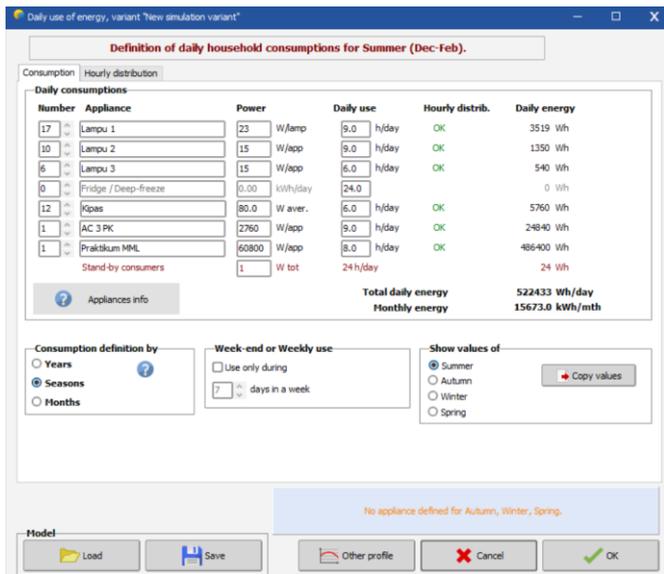
Gambar 4. Data radiasi matahari dan suhu pada lokasi perencanaan

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:

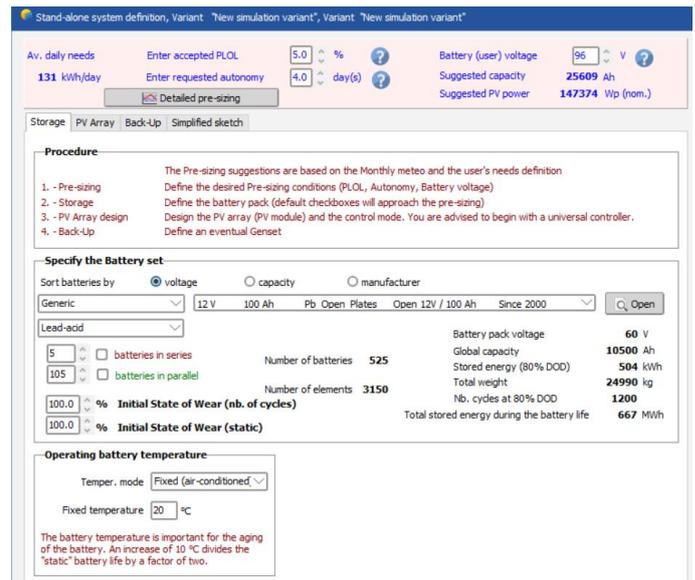


Gambar 5. Menentukan sudut kemiringan panel surya masukkan data beban yang telah di hitung kapasitas daya, kuantitas beban

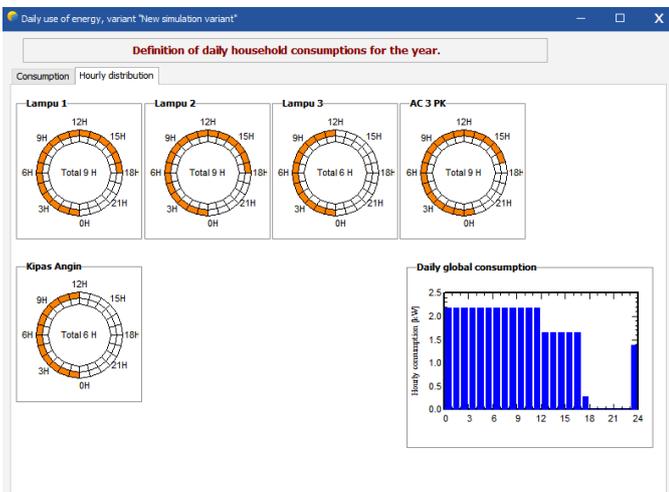
Masukkan data beban yang telah dihitung kapasitas daya, kuantitas beban dan waktu pemakaian.



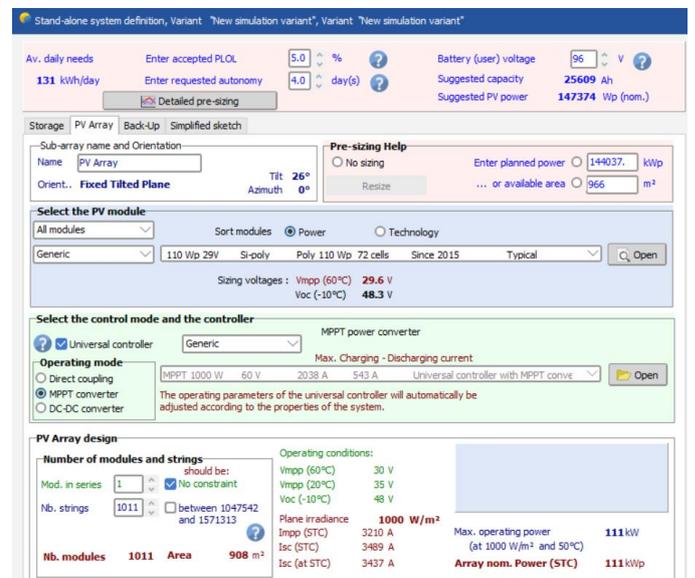
Gambar 6. Input beban



Gambar 8. Menentukan jenis baterai



Gambar 7. Penentuan waktu pemakaian beban



Gambar 9. Menentukan jenis panel surya

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

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

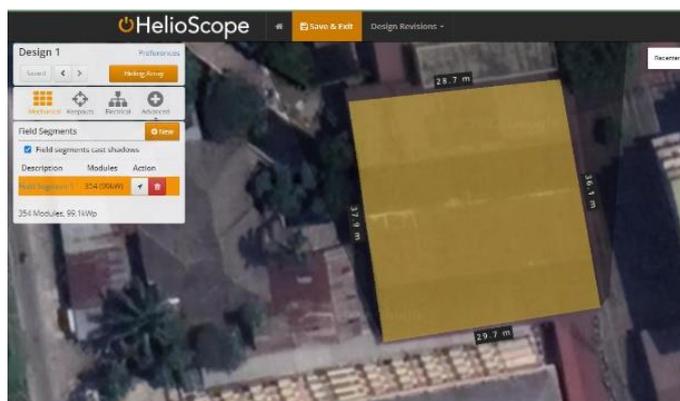
General parameters			
Stand alone system		Stand alone system with batteries	
PV Field Orientation			
Fixed plane		Sheds configuration	
Tilt/Azimuth	26 / 0 °	No 3D scene defined	
User's needs		Models used	
Daily household consumers		Transposition	Perez
Seasonal modulation		Diffuse	Perez, Meteorom
Average	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)		Technology	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. (50°C)		Voltage	60 V
Pmp	100 kWp	Nominal Capacity	10500 Ah (C10)
U mpp	31 V	Temperature	Fixed 20 °C
I mpp	3222 A	Battery Management control	
Controller		Universal controller	MPPT converter
Technology	MPPT converter	Threshold commands as	SOC calculation
Temp coeff.	-5.0 mV/°C/Elem.	Charging approx.	SOC = 0.92 / 0.75
Converter		Discharging approx.	SOC = 0.20 / 0.45
Maxi and EURO efficiencies	97.0 / 95.0 %		SOC = 0.20 / 0.45
Total PV power			58.2 / 60.3 V
Nominal (STC)	111 kWp		
Total	1011 modules		
Module area	908 m ²		
Cell area	801 m ²		

Gambar 10. 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).

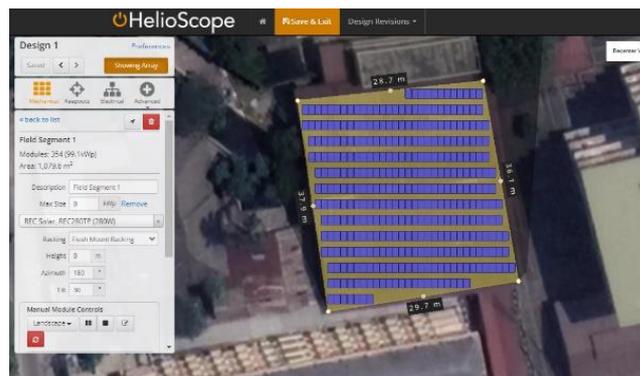
B. Realisasi Perencanaan PLTS

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

V. KESIMPULAN

Berdasarkan data pengujian yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat dilihat kesimpulan sebaga 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.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada tim editorial Jurnal Teknologi Elektro atas dipublikasikannya penelitian ini.

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 (Umrah) 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.