

ANALISIS TEKNIS PADA PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI GEDUNG RUMAH SAKIT MEDIKA DRAMAGA BOGOR

Valih Aqila Dhiya Vikrin^{*)}, Karnoto, dan Enda Wista Sinuraya

¹Program Studi Sarjana Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}E-mail: valihaqila@gmail.com

Abstrak

Energi Surya merupakan salah satu bentuk dari Energi baru dan terbarukan yang mempunyai peran penting dalam memenuhi kebutuhan energi. Energi surya merupakan alternatif energi terbarukan yang mampu menjadi salah satu solusi untuk menjadi pengganti energi fosil. Indonesia merupakan negara yang secara geografis dilalui oleh garis khatulistiwa sehingga memiliki potensi besar dalam hal pemanfaatan energi surya. Rumah Sakit Medika Dramaga yang terletak pada kota bogor memiliki lahan terbuka yang dapat dimanfaatkan sebesar 1318 m² dan intensitas radiasi matahari yang mencapai nilai rata-rata 5.17 kWh/m²/hari dapat menjadi lokasi untuk pemanfaatan PLTS. PLTS On Grid merupakan sistem PLTS yang terintegrasi dengan jaringan jala-jala PLN, di mana PLN sebagai pemasok energi utama dan PLTS sebagai pemasok energi tambahan. Melalui software PVSyst 6.43, perencanaan PLTS di Rumah Sakit Medika Dramaga Bogor ini diperkirakan memproduksi 311,9 MWh tiap tahunnya. Setelah melalui proses konversi energi listrik berkurang menjadi 297,82 MWh dengan pembagian 290,33 MWh digunakan untuk mensuplai beban dan 7,49 MWh dikirim ke jaringan jala-jala listrik PLN (Grid).

Kata kunci: PLTS, EBT, OnGrid, PVSyst.

Abstract

Solar energy is a form of new and renewable energy that has an important role in meeting energy needs. Solar energy is an alternative renewable energy that can be a solution to replace fossil energy. Indonesia is a country that is geographically traversed by the equator so that it has great potential in the utilization of solar energy. Medika Dramaga Hospital which is located in the city of Bogor has an open area that can be utilized of 1318 m² and the intensity of solar radiation which reaches an average of 5.17 kWh/m²/day can be a location for the use of PLTS. PLTS On Grid is a PLTS system that is integrated with the PLN grid, where PLN is the main energy supplier and PLTS is an additional energy supplier. Through the PVSyst 6.43 software, the PLTS planning at the Medika Dramaga Hospital Bogor is estimated to produce 311.9 MWh per year. After going through the conversion process, the electrical energy is reduced to 297.82 MWh with a division of 290,33 MWh which is used to supply the load and 7.49 MWh is sent to the PLN electricity grid.

Keywords: Solar Power Plant, EBT, On Grid, PVSyst.

1. Pendahuluan

Kebutuhan konsumsi energi di Indonesia terus meningkat setiap tahun, Konsumsi jumlah energi teruslah meningkat sejalan dengan meningkatnya nilai pertumbuhan ekonomi penduduk. Selama tahun 2010-2015, nilai konsumsi jumlah energi meningkat rata-rata 1,3 % per tahun. Tingkat kebutuhan energi yang terus bertambah ini dapat dijadikan sebagai indikator kemakmuran bagi suatu negara, namun bersamaan dengan hal itu akan menimbulkan masalah dalam usaha penyediaannya. Dalam memenuhi kebutuhan energi, energi baru dan terbarukan memiliki peran yang sangat penting. Hal ini dikarenakan penggunaan bahan bakar untuk pembangkit-pembangkit listrik konvensional

dalam jangka waktu yang panjang akan menguras sumber minyak bumi, batu bara, gas dan juga dapat mengakibatkan pencemaran pada lingkungan sekitar. Pembangkit Listrik Tenaga Surya merupakan salah satu upaya yang telah dikembangkan untuk menanggulangi masalah tersebut, energi surya merupakan energi dengan total energi terbesar dibandingkan dengan energi alam lainnya[1].

Indonesia memiliki modal yang besar untuk mengembangkan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya guna menggantikan pembangkit listrik konvensional yang berasal dari minyak bumi dan bersifat tidak dapat diperbaharui. Mengacu pada hal tersebut, Pemerintah menetapkan regulasi tentang kewajiban pelaku energi

untuk menggunakan energi terbarukan (renewable energy obligation) dalam jumlah tertentu[2].

Indonesia merupakan negara yang secara geografis dilalui oleh garis khatulistiwa sehingga memiliki potensi besar dalam hal pemanfaatan energi matahari. Hal ini dikarenakan besarnya intensitas radiasi matahari dipengaruhi oleh letak garis lintang, kondisi atmosfer, dan posisi matahari terhadap garis khatulistiwa. Dengan potensi energi matahari yang cukup tinggi di Indonesia dan dengan regulasi dari pemerintah diharapkan dapat menjadi solusi tingginya permintaan listrik di Indonesia di masa mendatang dengan pemanfaatan sel surya sebagai sumber energi listrik. Proyeksi PLTS cukup optimistis mengingat tingkat investasi dan harga listrik dari PLTS global semakin murah dari waktu ke waktu, seiring dengan kemajuan teknologi[3][4].

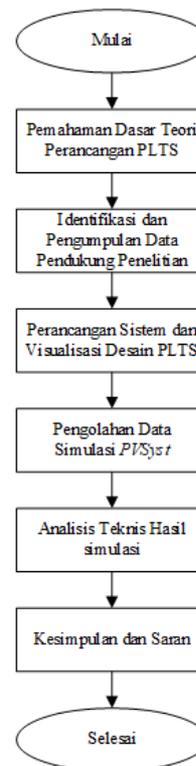
Pemasangan dan penerapan PLTS skala besar membutuhkan suatu metode perancangan dan perencanaan. Perancangan PLTS dibutuhkan untuk pemasangan yang lebih efektif sehingga tidak ada kerugian kedepannya. Salah satu cara perancangan yang digunakan adalah menggunakan perencanaan dengan simulasi awal dengan program ataupun software. Secara garis besar PLTS dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu sistem PLTS yang tidak terhubung dengan jaringan (PLTS off-grid), dan sistem PLTS terhubung dengan jaringan (PLTS on-grid). PLTS sistem on-grid adalah sebuah sistem PLTS yang terinterkoneksi terhadap jaringan listrik dari PLN, sementara PLTS off-grid adalah sistem PLTS yang tidak terkoneksi dengan jaringan listrik yang berasal dari PLN dan keluaran daya yang dihasilkan sistem bekerja secara mandiri untuk menyuplai listrik ke beban atau jaringan listrik pelangan[5][6].

Rumah Sakit Medika Dramaga Bogor merupakan salah satu pihak swasta yang bertugas dalam pelayanan kesehatan masyarakat kota bogor dan kabupaten bogor. Lokasi Rumah Sakit Medika Dramaga ini terletak pada Jalan Raya Dramaga Km 7,3 Margajaya, Bogor Barat, Bogor sekitar 2 km sebelum kampus Institut Pertanian Bogor (IPB) dari arah bogor Kota. Rumah Sakit Medika Dramaga berdiri diatas lahan seluas $5.210m^2$ dengan luas Bangunan Rumah Sakit Medika Dramaga adalah $3.804,92m^2$. Berdasar latar belakang tersebut, penelitian tugas akhir ini bertujuan guna merancang dan menganalisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan memanfaatkan serta mengoptimalkan penggunaan lahan di Gedung Rumah Sakit Medika Dramaga Bogor sebagai catu daya beban listrik yang terhubung dengan jala-jala PLN (On Grid) sebagai sumber energi listrik menggunakan perangkat lunak PVSyst 6.43.

2. Metode

2.1. Perancangan dan Simulasi

Diagram alir dari Tugas Akhir berjudul “Analisis Teknis pada Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Gedung Rumah Sakit Medika Dramaga Bogor” dapat dilihat pada Gambar 1



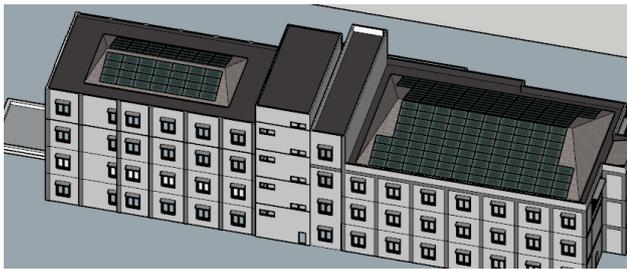
Gambar 1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

2.2. Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan perancangan pembangkit listrik tenaga surya di Rumah Sakit Medika Dramaga Bogor yang berada -6.5715770878884° LS dan 106.73953452798456° BT terlihat pada Gambar 2, dan Gambar 3.



Gambar 2. Lokasi Penelitian



Gambar 3. Visualisasi Bangunan Penelitian

2.3. Pengambilan Data

Dalam penelitian tugas akhir ini, digunakan data meteorologi dan klimatologi yang bersumber dari NASA Prediction of Worldwide Energy Resource [7]. Adapun data yang diambil pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Data Insolasi Matahari dan Temperatur di Lokasi Penelitian [7]

Bulan	Insolasi Matahari (kWh/m ² /day)	Temperatur (°C)
January	4.55	24.9
February	5.23	25.39
March	4.59	24.93
April	4.89	25.83
May	4.75	25.52
June	4.95	24.33
July	5.16	23.83
August	5.51	23.86
September	5.92	25.2
October	6.07	27.03
November	5.81	26.82
December	4.7	26.47
Rata-rata	5.17	25.34

Berdasarkan data tersebut, diketahui bahwa insolasi matahari tertinggi di lokasi penelitian adalah pada bulan Oktober sebesar 6,07 kWh/m²/hari, untuk nilai terendah adalah pada bulan Januari sebesar 4,55 kWh/m²/hari, dan untuk rata-rata satu tahun adalah 5,17 kWh/m²/hari. Bulan Oktober memiliki nilai tertinggi karena pada saat itu merupakan puncak musim kemarau sehingga insolasi matahari dapat diterima permukaan bumi lebih maksimal. Sedangkan untuk data temperatur diketahui bahwa temperatur rata-rata per bulan di lokasi penelitian sebesar 25,34°C, dengan suhu terendah terjadi pada bulan Juli yaitu 23.83°C dan suhu terbesar pada bulan Oktober yaitu 27.03°C.

Dalam Tugas Akhir ini perkiraan beban harian di lokasi penelitian dilakukan dengan cara observasi manual dan periodik guna mengetahui perkiraan beban harian yang digunakan setiap harinya. Adapun data yang diambil pada Tabel 2.

Berdasarkan data pada Tabel 2. dapat diketahui bahwa beban puncak terjadi pada pukul 10.00 – 11.00 WIB dengan besar pemakaian listrik 153,097 kWh (hari kerja) dan pukul 10.00 – 11.00 WIB sebesar 126,118 kWh (hari

libur). Data beban puncak per jam tersebut penting untuk melakukan perancangan PLTS, lantaran sistem PLTS harus mampu menyuplai daya per jam untuk beban puncaknya.

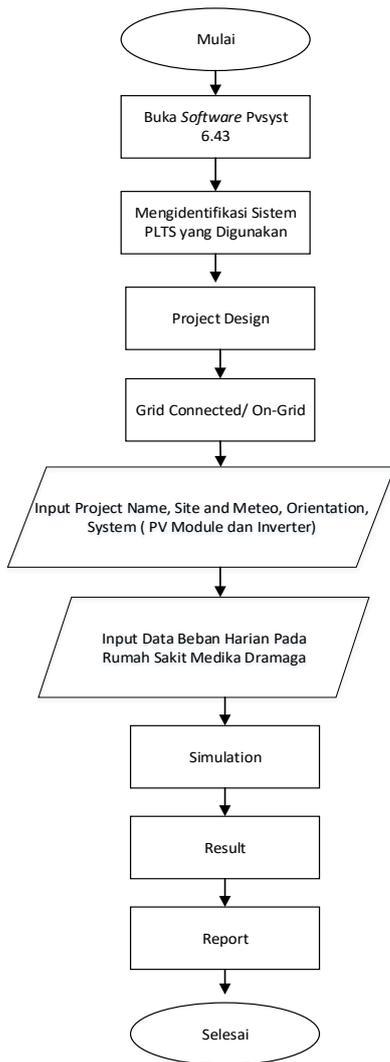
Tabel 2. Data Penggunaan Beban Harian Per Jam di Rumah Sakit Medika Dramaga Bogor

Waktu	Beban	
	Hari Kerja	Hari Libur
00.00-01.00	72,330	58,882
01.00-02.00	72,330	58,882
02.00-03.00	72,330	58,882
03.00-04.00	72,330	58,882
04.00-05.00	72,330	58,882
05.00-06.00	72,330	58,882
06.00-07.00	77,677	61,687
07.00-08.00	77,677	61,687
08.00-09.00	140,463	111,549
09.00-10.00	140,464	111,550
10.00-11.00	153,097	126,118
11.00-12.00	146,837	119,611
12.00-13.00	135,454	107,572
13.00-14.00	139,210	110,555
14.00-15.00	141,342	99,788
15.00-16.00	140,327	93,107
16.00-17.00	93,622	76,409
17.00-18.00	93,622	76,409
18.00-19.00	93,622	76,409
19.00-20.00	87,742	71,739
20.00-21.00	87,742	71,739
21.00-22.00	72,330	58,882
22.00-23.00	72,330	58,882
23.00-00.00	72,330	58,882

2.4. Analisis Teknis

Analisis teknis yang dilakukan mengacu pada sebesar apakah kapasitas PLTS yang akan dirancang, menentukan spesifikasi komponen yang digunakan, orientasi panel surya, dan daya yang dapat dihasilkan PLTS tersebut. Daya yang dihasilkan PLTS dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya radiasi matahari yang terdapat di lokasi PLTS, kemiringan dan arah dari panel surya, ada tidaknya sinar matahari, temperatur wilayah di lokasi PLTS, dan performa teknis dari komponen yang digunakan pada PLTS [8].

Kualitas dari suatu PLTS dapat juga ditunjukkan oleh rasio performanya. Rasio performa umumnya dinyatakan dalam persentase yang menunjukkan daya total yang dihasilkan sistem akibat adanya rugi-rugi yang dibandingkan dengan saat sistem bekerja pada kondisi STC. Rugi-rugi pada sistem PLTS mencakup rugi karena efisiensi panel surya, temperatur, dan efisiensi inverter. Pada perangkat lunak PVSyst 6.43 dapat dilakukan simulasi guna mendapatkan hasil simulasi yang dapat digunakan untuk menganalisis unjuk kerja dan potensi pembangkitan energi listrik dari perancangan PLTS rooftop on grid di Gedung Rumah Sakit Medika Dramaga Bogor, tahapan simulasi pada perangkat lunak PVSyst 6.43 memiliki diagram alir pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Pengoperasian Perangkat Lunak PVSyst 6.43

PVSyst merupakan paket perangkat lunak/ perangkat lunak yang digunakan untuk proses pembelajaran, pengukuran (sizing), dan analisis data dari sistem PLTS secara lengkap. PVSyst terbagi ke dalam sistem terinterkoneksi jaringan (grid-connected), sistem berdiri sendiri (stand-alone), sistem pompa (pumping), dan jaringan arus searah untuk transportasi publik (DC-grid). PVSyst juga dilengkapi database dari sumber data meteorologi yang luas dan beragam, serta data komponen-komponen PLTS.[9]

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Simulasi

Konfigurasi komponen sistem PLTS rooftop yang akan di simulasikan menggunakan 428 panel surya dan 1 inverter dengan 3 Sub-Array yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Konfigurasi komponen PLTS rooftop

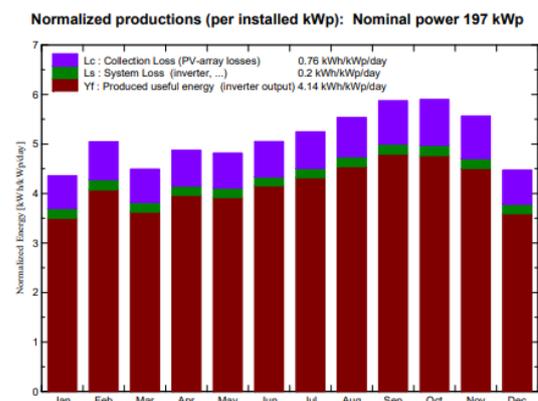
	Panel Surya	Inverter	Konfigurasi Sub-Array
1	Austa ODA460-36-MH 460 Wp Voc (50,7 V) Isc (11,63 A)	Brightway BWI-GT200K Max Vin (850 V) Max lin (489 A)	13 Modul Seri 14 Modul Paralel Voc (659,1 V) Isc (162,82 A)
2	Austa ODA460-36-MH 460 Wp Voc (50,7 V) Isc (11,63 A)	Brightway BWI-GT200K Max Vin (850 V) Max lin (489 A)	15 Modul Seri 8 Modul Paralel Voc (760,5 V) Isc (93,04 A)
3	Austa ODA460-36-MH 460 Wp Voc (50,7 V) Isc (11,63 A)	Brightway BWI-GT200K Max Vin (850 V) Max lin (489 A)	14 Modul Seri 9 Modul Paralel Voc (709,8 V) Isc (104,67)

Hasil simulasi PVSyst pada perencanaan PLTS rooftop on grid dapat dilihat pada gambar 5.

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E Load	E User	E_Grid
	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	MWh	MWh
January	141.1	24.90	135.2	129.2	22.58	70.58	20.96	0.413
February	146.4	25.40	141.3	135.5	23.98	63.38	21.30	1.151
March	142.3	24.90	139.3	133.5	23.30	70.11	21.45	0.687
April	146.7	25.80	146.3	140.3	24.52	67.71	22.72	0.675
May	147.3	25.50	149.3	143.4	25.08	70.58	23.38	0.555
June	148.5	24.30	151.5	145.7	25.61	67.71	24.28	0.257
July	160.0	23.80	162.7	156.7	27.51	70.11	25.78	0.572
August	170.8	23.80	171.6	165.5	28.94	70.58	27.26	0.458
September	177.6	25.20	176.3	169.7	29.54	67.23	27.44	0.886
October	188.2	27.00	182.9	176.1	30.37	70.58	28.34	0.740
November	174.3	26.80	167.1	159.9	27.80	68.18	26.07	0.546
December	145.7	26.40	138.7	132.3	23.08	69.63	21.35	0.553
Year	1888.9	25.31	1862.1	1787.9	311.90	826.37	290.33	7.492

Gambar 5. Hasil simulasi PLTS

Berdasarkan Gambar 5, energi listrik yang dihasilkan array surya adalah sebesar 311,9 MWh, kemudian dikonversi menjadi listrik AC oleh inverter, energi listrik yang dihasilkan berkurang menjadi 297,82 MWh yang disebabkan efisiensi dari inverter itu sendiri. Energi listrik yang dihasilkan sebesar 290,33 MWh digunakan untuk suplai beban dan 7,492 MWh sisanya disalurkan ke sistem jala-jala PLN (Grid).



Gambar 6. Grafik produksi energi listrik

Berdasarkan Gambar 6, pembangkit listrik tenaga surya di lokasi penelitian memiliki hasil produksi energi listrik yang beragam dan fluktuatif setiap bulannya. Dengan rata-rata produksi energi listrik yang dapat digunakan sebesar 4,14 kWh/kWp/hari, rata-rata rugi-rugi pada array surya sebesar 0,76 kWh/kWp/hari, dan rata-rata rugi-rugi pada inverter sebesar 0,2 kWh/kWp/hari.

3.2. Analisis Teknis

Analisis teknis perancangan pembangkit listrik tenaga surya Rumah Sakit Medika Dramaga terdiri dari analisis mengenai produksi listrik yang dihasilkan PLTS dan performa kerja dari sistem PLTS tersebut.

3.2.1. Intensitas Radiasi Matahari

Intensitas radiasi matahari merupakan banyaknya energi yang diterima bumi per satuan luas per satuan waktu yang nilainya berubah bergantung pada beberapa faktor, seperti letak astronomis (garis lintang) lokasi, gerak semu harian dan tahunan matahari, serta keadaan atmosfer bumi. Tingkat intensitas radiasi matahari atau yang disebut sebagai iradiasi matahari merupakan parameter penting dan utama dalam menentukan potensi perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya beserta sistem dan komponen pendukung yang digunakan. Hal ini dikarenakan prinsip kerja panel surya yang mengkonversi energi matahari dari intensitas radiasinya menjadi energi listrik searah (DC). Nilai energi listrik yang dihasilkan bergantung kepada intensitas radiasi matahari yang diterima sel surya. Sehingga semakin besar tingkat intensitas radiasi matahari maka akan semakin besar pula potensi energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS tersebut.[4][11]

Tabel 4. Hubungan intensitas radiasi dan produksi energi PLTS

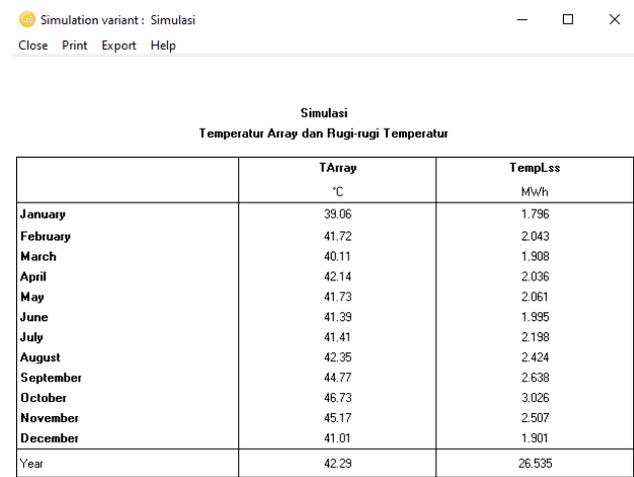
Bulan	Insolasi Matahari (kWh/m ² /day)	Produksi Energi (MWh)
January	4.55	22.58
February	5.23	23.58
March	4.59	23.30
April	4.89	24.52
May	4.75	25.08
June	4.95	25.61
July	5.16	27.51
August	5.51	28.94
September	5.92	29.54
October	6.07	30.37
November	5.81	27.80
December	4.7	23.08
Rata-rata	5.17	24.13

Berdasarkan Tabel 4, produksi energi listrik terbesar adalah bulan Oktober yang mencapai 30,37 MWh dan pada saat itu intensitas radiasi matahari berada dalam nilai tertinggi pula, yaitu 6,07 kWh/m² /hari. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar intensitas radiasi

matahari yang diterima maka akan semakin besar pula energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya.

3.2.2. Temperatur

Temperatur wilayah mempengaruhi pengoperasian maksimum daya panel surya. Idealnya panel surya beroperasi pada suhu 25°C. Adanya kenaikan temperatur sebesar 1°C (dari 25°C) mengakibatkan total daya yang dihasilkan panel surya berkurang hingga 0,5%. Hal ini menunjukkan bahwa temperatur adalah salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam memperhitungkan kapasitas daya (Wp) PLTS yang akan dibangkitkan.[10]



	TArray °C	TempLss MWh
January	39.06	1.796
February	41.72	2.043
March	40.11	1.908
April	42.14	2.036
May	41.73	2.061
June	41.39	1.995
July	41.41	2.198
August	42.35	2.424
September	44.77	2.638
October	46.73	3.026
November	45.17	2.507
December	41.01	1.901
Year	42.29	26.535

Gambar 7. Temperatur Array dan Rugi-rugi Temperatur

Berdasarkan Gambar 7, temperatur array surya terbesar adalah pada bulan Oktober, yaitu 46,73°C, sehingga menghasilkan nilai rugi-rugi terbesar yaitu 3026 kWh, sedangkan temperatur array surya terkecil adalah pada bulan Januari, yaitu 39,06°C, yang menghasilkan nilai rugi-rugi produksi listrik terkecil yaitu sebesar 17196 kWh. Hal ini menunjukkan bahwa temperatur merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi produksi energi listrik PLTS. Semakin tinggi temperatur pada array surya, semakin besar rugi-rugi yang dapat terjadi.

3.2.3. Orientasi Panel Surya

Orientasi panel surya merupakan parameter penting dalam menentukan perancangan PLTS. Hal ini dikarenakan orientasi panel surya mempengaruhi radiasi matahari yang diterima panel surya. Semakin lama panel surya menerima radiasi matahari dalam satu hari maka akan semakin besar pula potensi energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS tersebut. Orientasi panel dipengaruhi oleh parameter sudut yang berkaitan dengan posisi matahari.[12]

Simulation variant : Simulasi
Close Print Export Help

Simulasi
Insolasi Matahari pada Panel Surya

	GlobHor kWh/m ²	GlobInc kWh/m ²
January	141.1	135.2
February	146.4	141.3
March	142.3	139.3
April	146.7	146.3
May	147.3	149.3
June	148.5	151.5
July	160.0	162.7
August	170.8	171.6
September	177.6	176.3
October	188.2	182.9
November	174.3	167.1
December	145.7	138.7
Year	1888.9	1862.1

Gambar 8. Insolasi Matahari pada Panel Surya

Berdasarkan Gambar 8, Tingkat insolasi matahari atau radiasi matahari pada bidang datar di lokasi penelitian adalah sebesar 1888,9 kWh/m². Pada pembangkit listrik tenaga surya yang dirancang, nilai tingkat radiasi matahari adalah 1862,1 kWh/m². Hal ini menunjukkan radiasi yang diterima panel surya mengalami rugi-rugi sebesar 26,8 kWh/m² atau sebesar 1,4% dari total potensi insolasi matahari di wilayah tersebut.

3.2.4. Radiasi diterima Panel dan Efisiensi Panel surya

Modul atau panel surya disusun oleh beberapa sel surya yang dapat disusun secara seri maupun paralel dan disusun dalam satu frame serta dilaminasi atau diberikan lapisan pelindung. Tingkat radiasi yang diterima panel merupakan parameter penting dan utama dalam menentukan potensi perancangan PLTS. Hal ini dikarenakan prinsip kerja panel surya yang mengkonversi energi matahari dari radiasi matahari yang diterima menjadi energi listrik. Semakin besar tingkat radiasi yang diterima panel maka akan semakin besar pula potensi energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS tersebut.[13]

Efisiensi panel surya juga merupakan parameter yang mempengaruhi produksi energi listrik dari suatu PLTS. Efisiensi didefinisikan sebagai rasio keluaran energi dari sel surya dengan energi masukan dari matahari. Panel surya yang digunakan dalam perancangan pembangkit listrik tenaga surya ini adalah panel surya merk Austa dengan tipe ODA460-36-MH yang memiliki efisiensi sebesar 20,7%.

Simulation variant : Simulasi
Close Print Export Help

Simulasi
Radiasi Aktif Panel dan Output Panel saat STC

	GlobEff kWh/m ²	EArrNom MWh
January	129.2	25.45
February	135.5	26.70
March	133.5	26.29
April	140.3	27.64
May	143.4	28.25
June	145.7	28.69
July	156.7	30.87
August	165.5	32.60
September	169.7	33.43
October	176.1	34.70
November	159.9	31.50
December	132.3	26.06
Year	1787.9	352.19

Gambar 9. Radiasi Aktif Panel dan Output Panel saat STC

Berdasarkan Gambar 9 dapat dilihat bahwa pada bulan Oktober tingkat radiasi efektif pada array surya memiliki nilai tertinggi, yaitu 176,1 kWh/m² dengan produksi energi listrik array saat kondisi STC mencapai 34,7 kWh. Sehingga dapat dikatakan tingkat radiasi efektif array surya mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan oleh array surya tersebut, semakin besar tingkat radiasi efektif panel surya, maka semakin besar pula produksi energi listrik yang dihasilkan array surya.

3.2.5. Efisiensi Inverter

Efisiensi inverter merupakan parameter yang mempengaruhi produksi energi listrik dari suatu PLTS. Listrik yang umum digunakan pada beban rumah sakit adalah listrik AC sehingga diperlukan suatu konversi dari listrik DC atau keluaran panel surya ke listrik AC. Pada saat proses konversi inilah terjadi rugi-rugi pada inverter sehingga mempengaruhi keluaran listrik AC. Efisiensi inverter didefinisikan sebagai rasio keluaran listrik AC dari inverter dengan listrik DC masukan dari panel surya. Inverter yang digunakan pada perancangan ini adalah inverter merk Brightway dengan model BWI-GT200K yang memiliki efisiensi sebesar 96,5%.[14]

Berdasarkan Gambar 10 dapat dilihat bahwa daya keluaran array surya adalah 311,9 MWh selama setahun, dan rugi-rugi pada inverter sebesar 14,109 kWh atau 4,5% dari total energi listrik yang masuk ke inverter sehingga produksi energi listrik yang dapat digunakan adalah sebesar 297,82 MWh. Hal ini membuktikan bahwa efisiensi inverter mempengaruhi daya yang dihasilkan PLTS.

Simulation variant : Simulasi

Close Print Export Help

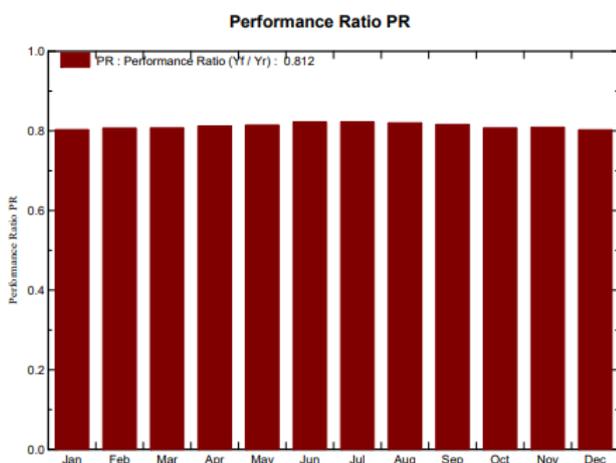
Simulasi
Keluar Panel Surya dan Rugi-rugi Inverter

	EArray MWh	InvLoss MWh	E Avail MWh
January	22.58	1.210	21.37
February	23.58	1.138	22.45
March	23.30	1.171	22.14
April	24.52	1.120	23.40
May	25.08	1.142	23.93
June	25.61	1.074	24.54
July	27.51	1.153	26.36
August	28.94	1.227	27.71
September	28.54	1.221	28.32
October	30.37	1.285	29.08
November	27.80	1.190	26.61
December	23.08	1.179	21.91
Year	311.90	14.109	297.82

Gambar 10. Rugi-rugi Inverter dan Energi Listrik Keluaran Inverter

3.2.6. Performa Rasio

Salah satu parameter utama yang penting dalam pembangkit listrik tenaga surya adalah rasio kinerja atau performance ratio (PR). Performance Ratio atau rasio kinerja adalah rasio atau tingkat perbandingan energi listrik yang diproduksi secara efektif oleh sistem dengan energi listrik yang akan dihasilkan jika sistem terus bekerja dalam kondisi standar (STC).



Gambar 11. Grafik Performa Rasio PLTS

Berdasarkan Gambar 11, hasil simulasi PVSyst 6.43 pada perancangan pembangkit listrik tenaga surya Rumah Sakit Medika Dramaga, didapatkan nilai rasio kinerja yaitu 0,812. Nilai Performa Ratio 0,812 menunjukkan sistem bekerja dengan baik.[15]

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian tugas akhir berjudul “Analisis Teknis pada Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga

Surya di Gedung Rumah Sakit Medika Dramaga Bogor”, dapat disimpulkan bahwa Sistem PLTS yang dirancang pada perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rumah Sakit Medika Dramaga adalah sebuah sistem yang terhubung dengan jaringan PLN (OnGrid). Komponen yang digunakan adalah 428 buah panel surya merk Austa tipe ODA460-36-MH dengan kapasitas 460 Wp, Untuk inverter adalah Brightway BWI-GT200K sejumlah 1 buah. Besar energi listrik yang dihasilkan PLTS adalah sebesar 311,9 MWh/tahun, setelah melalui proses konversi energi dan pembalikan arus menjadi 297,82 MWh. Dengan pembagian 290,33 MWh daya digunakan guna keperluan penggunaan listrik sendiri di Rumah Sakit Medika Dramaga Bogor dan sebesar 7,492 MWh daya listrik disalurkan ke jala-jala PLN tiap tahunnya. Besarnya rasio unjuk kerja (performance ratio) per tahun berdasarkan simulasi PVSyst 6.43 adalah sebesar 81,2% dengan nominal daya keluaran PLTS sebesar 197 kWp, dengan potensi produksi 183 kW (STC).

Referensi

- [1]. Gede Widayana, "Pemanfaatan Energi Surya", Universitas Pendidikan Ganesha, 2012.
- [2]. Kementerian ESDM Republik Indonesia, Rencana Strategis Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan 2015-2019.
- [3]. Bien, L. E., Perancangan Sistem Hibrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan Jala-jala Listrik PLN untuk Rumah Perkotaan, Universitas Trisakti, 2008.
- [4]. Tulus B. Sitorus, Farel H. Napitupulu, dan Himsar Ambarita, " Korelasi Temperatur Udara dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Performansi Mesin Pendingin Siklus Adsorpsi Tenaga Matahari".
- [5]. ABB solutions for photovoltaic applications Group, Technical Application Papers No.10. Photovoltaic plants, vol. 10, no. 10. 2010
- [6]. W. Omran, "Performance Analysis of Grid-Connected Photovoltaic Systems", University of Waterloo, 2010.
- [7]. NASA, "NASA Prediction of Worldwide Energy Resource (POWER) Higher Resolution Daily Time Series Climatology Resource for SSE-Renewable Energy." [Online]. Available: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>. [Accessed: 08- April-2021].
- [8]. Utility-Scale Solar Photovoltaic Power Plants a Project Developer's Guide. Washington, D.C., 2015.
- [9]. A. A. Ngurah et al., "Analisis Produksi Energi dari Inverter pada Grid-connected PLTS 1 MWp di Desa Kayubih Kabupaten Bangli," Teknol. Elektro, vol. 16, no. 1, 2017.
- [10]. National Electrical Code, "Article 690-Solar Photovoltaic Systems," pp. 623– 638, 2014.
- [11]. Angelia Octavianti, Muliadi, dan Apriansyah, "Estimasi Intensitas Radiasi Matahari di Wilayah Kota Makassar", Prisma Fisika, vol. 6, no. 3, 2018.
- [12]. Joakim Widen, "System Studies and Simulations of Distributed Photovoltaics in Sweden", Uppsala Universitet, 2010.
- [13]. M. R. Patel, Wind and Solar Power Systems design, Analysis, and Operation. 2006.

- [14]. Ramadhani, Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos & Don'ts. Energising Development (EnDev) Indonesia Deutsche, 2018.
- [15]. SMA Solar Technology AG, "Performance Ratio, Quality Factor for the PV Plant", Perfratio-TI-en-11, Version 1.1.