

ANALISIS POTENSI DAN UNJUK KERJA PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) BLOK D3 DAN F PERUMAHAN GRAND TEMBALANG REGENCY MENGGUNAKAN SOFTWARE PVSYST 6.43

Dimas Satria Ariadita^{*)}, Agung Nugroho dan Bambang Winardi

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

^{*)}E-mail: dsatriagaruda@student.undip.ac.id

Abstrak

Penggunaan bahan bakar fosil terbatas ketersediaannya sebagai sumber energi pembangkitan tenaga listrik dapat sedikit dikurangi dengan menambah pemanfaatan energi baru terbarukan. Letak geografis Indonesia yang berada di sekitar garis khatulistiwa menyebabkan potensi energi matahari di Indonesia cukup tinggi. Dalam Penelitian berjudul “Analisis Potensi dan Unjuk Kerja Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Blok D3 dan F Perumahan Grand Tembalang Regency Menggunakan Software PVSyst 6.43’ akan dibahas mengenai perancangan sistem PLTS serta analisis produksi energi listrik yang dihasilkan. Dalam penelitian ini, dilakukan pengambilan data mengenai potensi energi matahari di wilayah PLTS, profil beban yang akan disuplai, serta luas lahan yang akan digunakan. PLTS dirancang menggunakan sistem On Grid yaitu terhubung ke jala-jala PLN (grid) karena beban yang digunakan merupakan beban rumah tangga yang aktif selama 24 jam. Dengan menggunakan bantuan software PVSyst 6.43 didapatkan hasil simulasi PLTS yang telah dirancang serta hasil produksi tenaga listriknya. Hasil simulasi menggunakan software PVSyst 6.43 menunjukkan bahwa potensi optimum dari produksi energi listrik per tahun yang dihasilkan oleh PLTS Blok D3 dan F Perumahan Grand Tembalang Regency sebesar 79,272 MWh. Setelah dikonversi menjadi listrik arus bolak-balik, daya listrik dialirkan untuk menyuplai listrik ke beban sebesar 36,333 MWh, dialirkan ke grid sebesar 41,767 MWh dalam setahun.

Kata kunci: PLTS, OnGrid, PVSyst, Perumahan Grand Tembalang Regency

Abstract

The use of fossil fuel that has a limited availability for the source energy of an electricity generation can be reduced by using renewable energy for it. Geographical location of Indonesia that located around the equator is causing the high solar energy potential. In the final project titled “Potential and Performance Analysis of D3 and F bloc of Grand Tembalang Regency Solar Power Plant Plan Using PVSyst 6.43 Software” will discuss about the planning and the analysis of energy produced of the solar power plant. In this project, data retrieval of solar energy potential of the site, load profile, and land area did. The solar power plant is planned for the on grid system which means it is connected with the PLN grid because the load it supplied is an household that active for 24 hours a day. Using PVSyst 6.43 software, earned a report of the simulation of the solar power plant planned, so the electricity power produced. The report of the PVSyst simulation shows that the optimum potential of the annual electricity power produced by D3 and F bloc of Grand Tembalang Regency Solar Power Plant is 79.272 MWh. After the AC conversion, the electricity power used to supply the load by 36.333 MWh and transferred to the grid by 41.767 MWh per year.

Keywords: PLTS, OnGrid, PVSyst, Grand Tembalang Regency

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi yang terus meningkat dapat dijadikan sebagai indikator kemakmuran manusia, namun bersamaan dengan hal itu akan menimbulkan masalah dalam usaha penyediaannya. Sebagian besar manusia masih mengandalkan energi fosil untuk memenuhi kebutuhan energi. Sehingga semakin lama energi fosil

yang ada akan semakin menipis. Selama tahun 2016-2050, jumlah konsumsi energi meningkat sekitar 5,3 % per tahun. Konsumsi jumlah energi terus meningkat sejalan dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi, penduduk, harga energi dan kebijakan pemerintah. Cadangan minyak bumi di Indonesia pada tahun 2016 adalah 7.251,11 MMSTB atau mengalami penurunan 0,74% terhadap tahun 2015. Dengan tingkat produksi

minyak bumi saat ini dan tidak ada penemuan cadangan minyak bumi baru, maka cadangan terbukti minyak bumi Indonesia akan habis dalam kurun waktu 9 tahun lagi.[1]

Kondisi cadangan energi fosil yang terus berkurang diantisipasi oleh Pemerintah Indonesia untuk lebih meningkatkan penggunaan energi baru terbarukan (EBT). Pemerintah telah mengeluarkan Perpres No. 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca. RAN-GRK mencakup beberapa bidang sebagai berikut, pertanian, kehutanan dan lahan gambut, energi dan transportasi, industri, pengolahan limbah, dan kegiatan pendukung lain. Pada sektor energi terdapat beberapa kebijakan yang termuat dalam lampiran 1 Perpres No. 61 Tahun 2011, yaitu peningkatan penggunaan energi baru dan terbarukan (EBT) dan pemanfaatan teknologi bersih untuk pembangkit listrik[2], dan dalam Permen ESDM No.53 Tahun 2018 tentang pemanfaatan sumber energi terbarukan untuk penyediaan tenaga listrik. Indonesia memiliki potensi sumber daya energi baru terbarukan (EBT) yang cukup besar dengan variasi yang cukup beragam[3]. Dilihat dari letak geografisnya, salah satu potensi sumber daya energi terbarukan di Indonesia yaitu energi radiasi matahari. Potensi besar ini tentunya dapat dimanfaatkan dengan mengembangkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya(PLTS) di Indonesia. Teknologi panel surya (*photovoltaic*) memiliki komponen utama berupa panel surya yang terdiri dari sel-sel surya dengan penyusun bahan semikonduktor yang berfungsi untuk mengkonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik searah.

Beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi daya keluaran sel surya adalah radiasi matahari, temperatur sel surya, orientasi panel surya, sudut kemiringan panel surya, dan pengaruh bayangan (*shading factor*)[4]. Temperatur lingkungan berpengaruh pada kinerja sel surya, semakin tinggi suhu lingkungan diatas suhu kerja maka keluaran daya PLTS semakin berkurang[5]. Daya keluaran yang dihasilkan sel surya sangat bergantung pada radiasi yang diterima oleh modul surya, begitu pula dengan temperaturnya. Untuk memaksimalkan daya keluaran yang dihasilkan, maka sel surya harus memperoleh radiasi matahari maksimal(tidak terhalang oleh benda lain yang menyebabkan adanya bayangan) dan dibutuhkan temperatur relatif rendah agar daya keluaran yang dihasilkan meningkat[6].

Perumahan Grand Tembalang Regency(GTR) merupakan salah satu perumahan yang terletak di Jalan Gondang Timur IV, Kelurahan Bulusan, Kecamatan Tembalang, Kota Semarang. Perumahan ini terdiri dari 11 blok yaitu blok A, B1, B2, C, D1, D2, D3, D4, F, dan BA. Terdapat suatu lahan kosong yang ada di Perumahan GTR dengan luas kurang lebih 138 m² dan berlokasi berdekatan dengan blok F. Penelitian ini membahas perancangan dan menganalisis potensi dan unjuk kerja PLTS dengan memanfaatkan serta mengoptimalkan penggunaan lahan

kosong pada Perumahan Grand Tembalang Regency sebagai catu daya beban listrik harian yang terhubung dengan jala-jala PLN (*OnGrid*) sebagai sumber energi listrik menggunakan *software* PVSyst 6.43. PLTS ini menyuplai daya listrik untuk rumah pada blok D3 dan F didasari pada lokasi kedua blok tersebut yang terletak tidak jauh dari lahan PLTS serta jumlah rumah yang tidak terlalu banyak sehingga memungkinkan untuk disuplai bebannya.

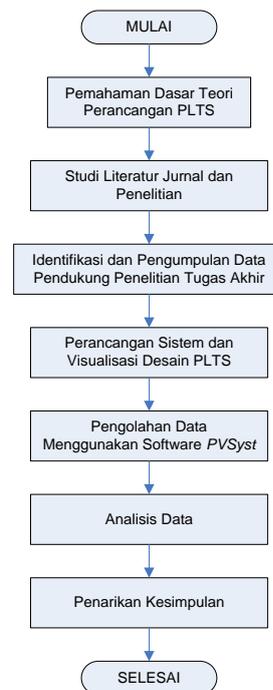


Gambar 1. Lahan Kosong Perumahan Grand Tembalang Regency

2. Metode

2.1. Perancangan Simulasi

Dalam penelitian ini, dilakukan simulasi menggunakan seluruh data yang ada untuk mengetahui produksi listrik dari PLTS tersebut. Adapun diagram alir/ *flowchart* Penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Pengerjaan Penelitian

2.2. Pengambilan Data

Pada tahap pengerjaan Penelitian ini, dilakukan pengambilan data di Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Jawa Tengah serta pada laman NASA Power Data Access Viewer guna mengetahui beragam parameter meteorologi dan klimatologi di wilayah perencanaan selama periode tahun 2018. Adapun beberapa data yang diperlukan guna pengerjaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data Lama Penyinaran Matahari Tahun 2018

BULAN	LAMA PENYINARAN MATAHARI (%)
Januari	41
Februari	56
Maret	58
April	82
Mei	83
Juni	81
Juli	91
Agustus	88
September	86
Oktober	94
November	69
Desember	50
Rata-Rata	73

Tabel 2. Kecepatan Angin Tahun 2018 [7]

BULAN	KECEPATAN ANGIN (m/s)
Januari	3,05
Februari	2,39
Maret	1,81
April	2,02
Mei	2,65
Juni	2,68
Juli	2,88
Agustus	3,00
September	3,00
Oktober	2,65
November	1,80
Desember	2,05
Rata-Rata	2,5

Tabel 3. Intensitas Radiasi Matahari Tahun 2018

BULAN	INTENSITAS RADIASI MATAHARI (kWh/m ² /hari)
Januari	4,144
Februari	4,875
Maret	4,931
April	5,508
Mei	5,356
Juni	5,014
Juli	5,497
Agustus	5,796
September	6,283
Oktober	6,262
November	5,007
Desember	4,787
Rata-Rata	5,290

Selain diperoleh dari BMKG Jawa Tengah dan laman NASA, pengambilan data guna menunjang Penelitian ini diperoleh juga melalui pengukuran perkiraan penggunaan beban harian di Blok D3 dan F Perumahan Grand Tembalang Regency. Data ini dibutuhkan sebagai estimasi penggunaan beban harian yang dicatu oleh listrik PLN baik dalam hari kerja maupun hari libur. Berdasarkan data pengukuran tersebut, diperoleh data bahwa beban harian pada pukul 06.00-18.00 WIB sebesar 148 kWh.

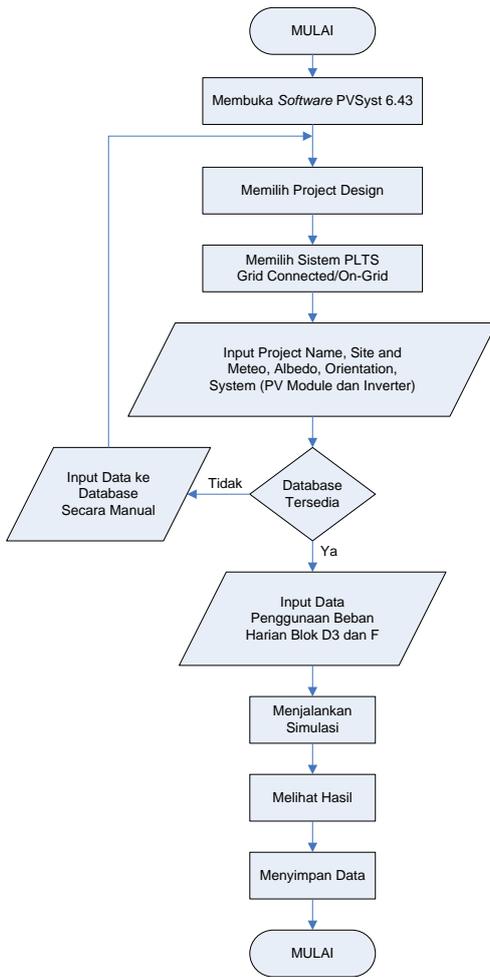
Tabel 4. Temperatur Rata-rata Tahun 2018 [8]

BULAN	TEMPERATUR RATA-RATA (°C)
Januari	24,6
Februari	24,6
Maret	25,0
April	25,4
Mei	25,0
Juni	24,6
Juli	24,1
Agustus	24,7
September	24,7
Oktober	27,1
November	26,2
Desember	25,3
Rata-Rata	25,1

2.3. Simulasi

Pada tahapan simulasi ini, digunakan perangkat lunak/ software PVSyst versi 6.43 sebagai perangkat utama guna menganalisis unjuk kerja dan potensi pembangkitan energi listrik dari perancangan PLTS Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro ini. Dengan menggunakan dua skenario, yakni tanpa memperhatikan pengaruh bayangan dilingkungan sekitar dan dengan memperhatikannya/ *shading factor* maka tahapan simulasi ini memiliki diagram alir seperti berikut ini:

PVSyst merupakan paket *software/* perangkat lunak yang digunakan untuk proses pembelajaran, pengukuran (*sizing*), dan analisa data dari sistem PLTS secara lengkap. PVSyst dikembangkan oleh Universitas Genewa, yang 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. Beberapa contoh sumber data meteorologi yang dapat digunakan pada PVSyst yaitu bersumber dari *MeteoNorm V 6.1* (interpolasi 1960-1990 atau 1981-2000), *NASA-SSE* (1983-2005), *PVGIS* (untuk Eropa dan Afrika), *Satel-Light* (untuk Eropa), *TMY2/3* dan *SolarAnywhere* (untuk USA), *EPW* (untuk Kanada), *RetScreen*, *Helioclim*, dan *SolarGIS* (berbayar).



Gambar 3. Diagram Alir Simulasi Software PVSyst



Gambar 4. Tampilan Menu Awal Software PVSyst 6.43

3. Hasil dan Analisis

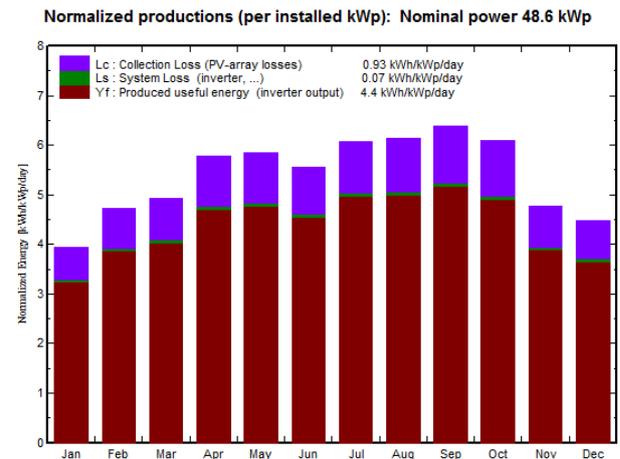
3.1. Hasil Simulasi PVSyst 6.43 Skenario 1

Berdasarkan perencanaan wilayah dan sistem beserta spesifikasi yang digunakannya, dengan menggunakan perangkat lunak PVSyst 6.43 maka diperoleh hasil sebagai berikut:

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E Load MWh	E User MWh	E_Grid MWh
January	128.6	24.60	122.0	117.1	4.967	4.583	2.855	2.033
February	136.9	24.60	132.2	127.5	5.343	4.140	2.733	2.527
March	152.9	25.00	152.4	147.2	6.165	4.583	3.077	2.993
April	165.4	25.40	173.4	168.2	6.958	4.435	2.998	3.859
May	166.4	25.00	181.1	175.8	7.304	4.583	3.174	4.027
June	150.3	24.60	166.9	162.0	6.743	4.435	3.024	3.622
July	169.8	24.10	188.4	183.1	7.608	4.583	3.250	4.250
August	178.4	24.70	190.5	185.1	7.646	4.583	3.220	4.317
September	187.6	24.70	191.8	186.2	7.664	4.435	3.099	4.456
October	193.9	27.10	189.2	183.2	7.509	4.583	3.129	4.270
November	150.8	26.20	143.2	137.9	5.762	4.435	2.842	2.832
December	148.5	25.29	138.5	133.2	5.602	4.583	2.932	2.581
Year	1929.5	25.11	1969.7	1906.5	79.272	53.962	36.333	41.767

Gambar 5. Hasil Simulasi Software PVSyst 6.43

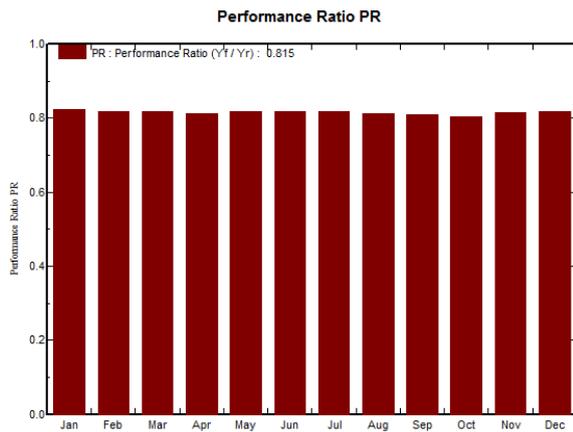
Berdasarkan gambar 5, diketahui bahwa energi listrik yang dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Blok D3 dan F Perumahan Grand Tembalang Regency adalah sebesar 79,272 MWh setiap tahunnya sebelum dikonversi menjadi listrik arus bolak-balik oleh inverter. Setelah melalui proses konversi pembalikan arus, energi listrik yang dihasilkan berkurang menjadi 78,1 MWh per tahun dengan pembagian 36,333 MWh digunakan guna mencatu daya beban Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro dan 41,767 MWh sisanya dijual atau dikirimkan pada sistem jala-jala PLN (*Grid*).



Gambar 6. Grafik Produksi Energi Listrik Kondisi Normal

Berdasarkan gambar 6, energi listrik yang dihasilkan PLTS Blok D3 dan F Perumahan Grand Tembalang Regency memiliki hasil produksi energi listrik yang beragam dan *fluktuatif* di tiap bulannya. Dengan produksi energi listrik terbesar pada bulan September dan terendah pada bulan Januari.

Performance Ratio atau rasio kinerja dari sistem PLTS Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro adalah rasio atau tingkat perbandingan energi listrik yang diproduksi secara efektif (digunakan) dengan energi listrik yang akan dihasilkan jika sistem terus bekerja dalam kondisi standar (STC). Pada simulasi *PVSyst*, sistem PLTS Blok D3 dan F Perumahan Grand Tembalang Regency memiliki tingkat rasio kinerja sebesar 81,5%.



Gambar 7. Grafik Rasio Kinerja (*Performance Ratio*)

3.2. Analisis Produksi Energi Listrik PLTS

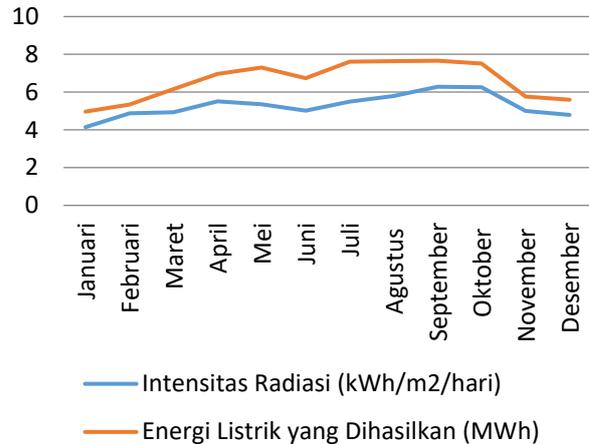
Berdasarkan hasil simulasi perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Blok D3 dan F Perumahan Grand Tembalang Regency dengan *software* PVSyst didapatkan hasil produksi energi listrik tiap bulannya. Jumlah energi listrik yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Surya Blok D3 dan F Perumahan Grand Tembalang Regency dipengaruhi beberapa faktor antara lain:

1. Tingkat Intensitas Radiasi Matahari

Tingkat intensitas radiasi matahari atau yang kerap disebut sebagai iradiasi matahari merupakan parameter penting dan utama dalam menentukan potensi perencanaan PLTS 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. Semakin besar tingkat intensitas radiasi matahari maka akan semakin besar pula potensi energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS tersebut bergantung dengan efisiensi panel surya dan komponen pendukung lainnya. Sebaliknya, jika tingkat intensitas radiasi matahari kecil maka produksi energi listriknya pun sedikit. Hal ini dapat dibuktikan berdasarkan tabel 4 dan gambar 8.

Tabel 4. Perbandingan Produksi Energi Listrik dengan Intensitas Radiasi Matahari di Kota Semarang

BULAN	Intensitas Radiasi Matahari (kWh/m ² /hari)	Energi Listrik yang Dihasilkan (MWh)
Januari	4,144	4,967
Februari	4,875	5,343
Maret	4,931	6,165
April	5,508	6,958
Mei	5,356	7,304
Juni	5,014	6,743
Juli	5,497	7,608
Agustus	5,796	7,646
September	6,283	7,664
Oktober	6,262	7,509
November	5,007	5,762
Desember	4,787	5,602



Gambar 8. Grafik Perbandingan Intensitas Radiasi Matahari dengan Energi Listrik yang Dihasilkan per Bulan

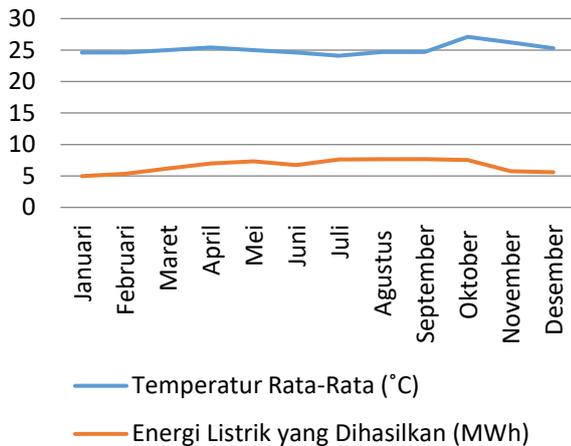
Berdasarkan tabel 5 dan gambar 7 dapat dilihat hubungan antara iradiasi matahari dengan energi listrik yang dihasilkan menunjukkan kesebandingan. Saat nilai intensitas radiasi tinggi maka energi listrik yang dihasilkan juga tinggi, begitu pun sebaliknya.

2. Temperatur

Temperatur wilayah merupakan salah satu faktor yang memengaruhi kinerja dari panel surya. Suhu paling optimum untuk panel surya bekerja adalah pada suhu 25°C. Namun, dari hasil yang ada didapatkan nilai energi listrik dan temperatur yang menunjukkan nilai *fluktuatif* hal ini terjadi karena energi listrik yang dihasilkan lebih bergantung terhadap intensitas radiasi matahari. Perbandingan antara temperatur rata-rata dengan energi listrik yang dihasilkan ditampilkan dalam tabel 5 dan gambar 9.

Tabel 5. Perbandingan Produksi Energi Listrik dengan Intensitas Radiasi Matahari di Kota Semarang

BULAN	Temperatur Rata-Rata (°C)	Energi Listrik yang Dihasilkan (MWh)
Januari	24,6	4,967
Februari	24,6	5,343
Maret	25,0	6,165
April	25,4	6,958
Mei	25,0	7,304
Juni	24,6	6,743
Juli	24,1	7,608
Agustus	24,7	7,646
September	24,7	7,664
Oktober	27,1	7,5
November	26,2	5,762
Desember	25,3	5,602



Gambar 9. Grafik Perbandingan Produksi Energi Listrik dengan Intensitas Radiasi Matahari di Kota Semarang

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis potensi dan unjuk kerja perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Blok D3 dan F Perumahan Grand Tembalang Regency menggunakan *software* PVSyst 6.43, dapat disimpulkan bahwa sistem PLTS yang dirancang pada perencanaan PLTS Blok D3 dan F Perumahan Grand Tembalang Regency dengan menggunakan 152 buah panel surya dengan kemiringan 12°, memiliki jumlah energi listrik yang dihasilkan sebesar 79,272 MWh dalam setahun dengan alokasi 36,333 MWh untuk menyuplai beban pada blok D3 dan F Perumahan Grand Tembalang Regency serta 41,767 MWh dialirkan ke jala-jala PLN (*grid*).

Referensi

- [1] BPPT Outlook Energi 2018, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2018.
- [2] Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2011 tentang peningkatan penggunaan energi baru dan terbarukan (EBT) dan pemanfaatan teknologi bersih untuk pembangkit listrik, 2011.
- [3] Peraturan Menteri ESDM No.53 Tahun 2018 tentang pemanfaatan sumber energi terbarukan untuk penyediaan tenaga listrik, 2018.
- [4] King, Boyson, & Kratochvil, *Analysis of Factors Influencing the Annual Energy Production of Photovoltaic Systems*, IEEE, 2002.
- [5] Suraya, Deni; M. Marhaendra Ali, Pengaruh Temperatur/Suhu Terhadap Tegangan yang Dihasilkan Panel Surya Jenis Monokristalin, *Jurnal*
- [6] Duffie, John A. and William A. Beckman, *Solar Engineering of Thermal Processes, 3rd*, Jon Wiley & Sons Inc, New Jersey, 2006.
- [7] Data Kecepatan Angin Wilayah Semarang Tahun 2018. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Jawa Tengah, Stasiun Klimatologi, Semarang, 2019.
- [8] NASA Power Data Access Viewer. Data Intensitas Radiasi Matahari dan Temperatur Wilayah Harian 2018. Diakses pada 30 Maret 2019: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>