

ANALISIS POTENSI PENGGUNAAN SUMBER ENERGI LISTRIK DI RUMAH SAKIT MEDIKA DRAMAGA BOGOR

William Dwianugrah Tambunan^{*}, Karnoto, dan Enda Wista Sinuraya

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

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

Abstrak

Rumah Sakit Medika Dramaga Bogor terletak di Bogor, Jawa Barata. Lokasi yang terletak di bogor ini memiliki iradiasi pencahayaan yang cukup besar, oleh karenanya hal ini dapat dimanfaatkan untuk membangun pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). PLTS adalah sistem pembangkit yang memanfaatkan sinar matahari untuk dikonversi menjadi energi listrik menggunakan PV (photovilatic). HOMER adalah suatu perangkat lunak untuk pemodelan sistem pembangkit skala kecil untuk membantu mengevaluasi desain dari jaringan tunggal (off-grid) maupun jaringan yang terkoneksi dengan sistem (grid-connected). Pemodelan dalam HOMER memungkinkan untuk membandingkan banyak opsi desain yang berbeda mengacu pada parameter teknis dan ekonomis. Dengan menggunakan HOMER dapat mengetahui konfigurasi sistem pembangkit yang berpotensi dan juga dapat mengetahui besar potensi energi terbarukan di Rumah Sakit Medika Dramaga Bogor. Hasilnya dengan menggunakan HOMER di dapat konfigurasi yang paling tepat dipasang di Gedung Rumah Sakit Medika Dramaga yaitu photovoltaic (PV)-Grid secara On grid, dengan 272.400 kWh/tahun untuk daya yang dihasilkan oleh PV dan 566.871 kWh/tahun daya yang disuplai oleh grid untuk memenuhi permintaan beban Rumah Sakit sebesar 822.337 kWh/tahun.

Kata kunci : energi terbarukan, PLTS, HOMER , grid, photovoltaic

Abstract

Medika Dramaga Bogor Hospital is located in Bogor, West Java. The location, which is located in Bogor, has a fairly large amount of lighting irradiation, therefore this can be used to build a solar power plant (PLTS). PLTS is a generating system that utilizes sunlight to convert it into electrical energy using PV (photovilatic). HOMER is a software for modeling small-scale power generation systems to assist the design of a single network (off-grid) and a network connected to the system (grid-connected). HOMER made it possible for modeling in order to compare many an option a different design depend of the benefits of neither the technical skills nor the economic. By using HOMER, can find out the suspected generating system and can also find out the potential for renewable energy at the Medika Dramaga Hospital, Bogor. The results using HOMER can configure the most appropriate to be installed in the Medika Dramaga Hospital Building, namely photovoltaic (PV)-Grid, usiing on grid, with 272,400 kWh/year for the power generated by PV and 566,871 kWh/year of power supplied by the grid for meet the demand for hospital loads of 822,337 kWh/year

Keywords: renewable energy , plts , homer , the grid , photovoltaic ,

1. Pendahuluan

Penggunaan konsumsi energi di Indonesia setiap tahunnya meningkat karena pembangunan di Indonesia sudah makin membaik dari tahun ke tahun. Kebutuhan – kebutuhan energi di Indonesia semakin bertumbuh akibat dari kemajuan teknologi, oleh karena kebutuhan energi tersebut maka mengakibatkan secara langsung yang mempengaruhi produksi energi yang terus berkembang dan meingkat. Sebagian besar pengolahan energi fosil masih menghasilkan kebutuhan listrik Indonesia. Namun dampak buruk bagi lingkungan dengan penggunaan energi fosil yang dapat mengakibatkan polusi hingga pencemaran limbah. Energi fosil merupakan energi yang tak dapat

diperbarui yang mana sewaktu-waktu dapat habis pula, sehingga perlu adanya peubahan mengenai penggunaan energi fosil menuju energi yang terbarukan. Saat ini Pemerintah Republik Indonesia melalui Kementerian ESDM menyusun Rencana Umum Energi Nasional dengan menargetkan bauran Energi Baru dan Terbarukan (EBT) mencapai 23% pada tahun 2025. Sementara itu menurut data PLN pada Mei 2020 penggunaan EBT baru mencapai 14,21% [1]. Dengan Indonesia sebagai negara tropis semestinya memiliki potensi energi surya yang sangat besar untuk memanfaatkan energi terbarukan sebagai sumber energi alternatif. Dengan Indonesia mempunyai tingkat radiasi rata-rata yang relatif tinggi yaitu sebesar 5,5 kWh/m²/hari. Berdasarkan data tersebut penggunaan

photovoltaic sangatlah cocok sebagai penghasil energi listrik terbarukan di Indonesia.[2] Perangkat-perangkat pembangkit energi surya tersebut bisa diterapkan pada bangunan apapun, mulai dari gedung rumah sakit, perkantoran, perumahan, dan sarana publik lainnya

Rumah sakit medika dramaga sebagai salah satu Rumah sakit swasta yang terletak di Kota Bogor ,Provinsi Jawa Barat . Secara Geografis ,Rumah sakit medika dramaga terletak pada posisi 6°34'16.7"Lintang Selatan dan 106°44'22.3 Bintang Timur. [3]. RS Medika Dramaga memiliki gedung 5 lantai RS.Medika Dramaga berdiri diatas lahan seluas 5.210m² dengan luas Bangunan RS. Medika Dramaga adalah 3.804,92m². (Info Rumah sakit).

Pembangkit listrik tenaga surya adalah pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Dengan pemanfaatan PLTS, 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. Program atau software yang dapat digunakan sebagai perancangan PLTS adalah HOMER.[4]

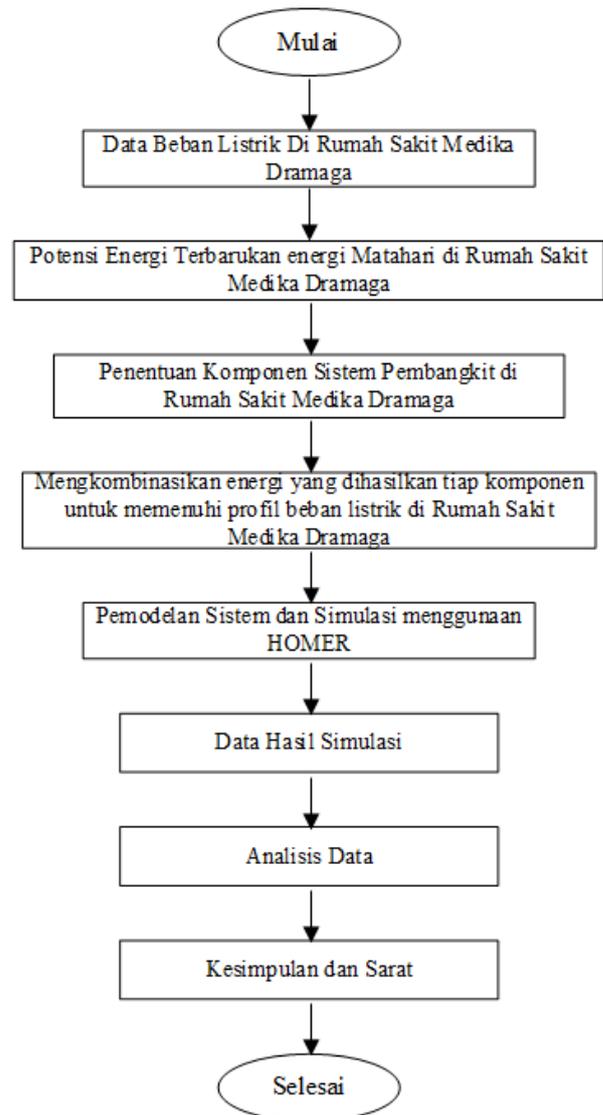
Tujuan pembuatan tugas akhir adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui besar potensi energi matahari yang terdapat di Rumah Sakit Medika Dramaga.
2. Mengetahui beban harian ,beban puncak, beban rata-rata, dan faktor beban.Mengetahui modal awal proyek.
3. Mengetahui pembelian dan penjualan energi listrik .
4. Menganalisis kinerja masing-masing komponen sistem pembangkit listrik saat bekerja bersama-sama dengan menggunakan perangkat lunak HOMER untuk kondisi on-grid.[5]
5. Menentukan konfigurasi sistem pembangkit listrik yang optimal, dilihat dari biaya produksi energi listrikatau NPC (Net Present Cost) dan ketersediaan sumber energi terbarukan di rumah sakit Medika Dramaha menggunakan perangkat lunak HOMER untuk kondisi on-grid.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Perancangan Simulasi PLTS di Gedung Rumah Sakit Medika Dramaga

Diagram alir dari metode perancangan simulasi sistem pembangkit listrik tenaga surya di Rumah Sakit Medika Dramaga Bogor menggunakan perangkat lunak HOMER dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir metode perancangan

2.2. Data Sistem

Data rancangan simulasi sistem PLTS ini terdiri dari beberapa hal dibutuhkan, yaitu data peralatan elektronik yang digunakan sebagai profil beban listrik di Gedung Rumah Sakit Medika Dramaga Bogor, dan potensi energi terbarukan di Bogor.[6]

2.2.1. Profil Beban

Tugas akhir ini menggunakan data beban dari Gedung Rumah Sakit Medika Dramaga. Dalam hal ini profil beban dihitung berdasarkan penggunaan per-jam dan dibedakan menjadi dua periode, yaitu ketika *weekday* dan *weekend*.

Tabel 1. Profil Beban Weekdays

Jam	Beban (kWh)
00.00-01.00	72.330
01.00-02.00	72.330
02.00-03.00	72.330
03.00-04.00	72.330
04.00-05.00	72.330
05.00-06.00	72.330
06.00-07.00	77.677
07.00-08.00	77.677
08.00-09.00	140.463
09.00-10.00	140.464
10.00-11.00	153.097
11.00-12.00	146.837
12.00-13.00	135.454
13.00-14.00	139.210
14.00-15.00	141.342
15.00-16.00	140.327
16.00-17.00	93.622
17.00-18.00	93.622
18.00-19.00	93.622
19.00-20.00	87.742
20.00-21.00	87.742
21.00-22.00	72.330
22.00-23.00	72.330
23.00-00.00	72.330
Total	2.399.866,80

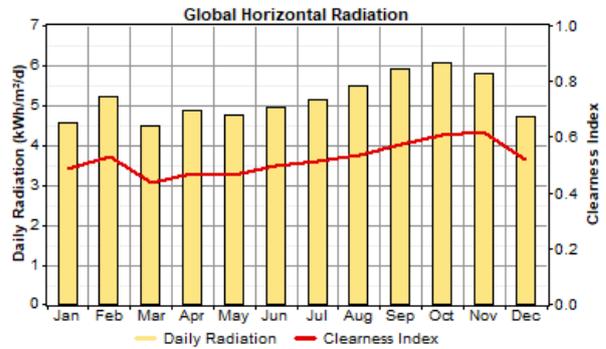
Tabel 2. Profil Data Weekend

Jam	Beban (kWh)
00.00-01.00	58882,15
01.00-02.00	58882,15
02.00-03.00	58882,15
03.00-04.00	58882,15
04.00-05.00	58882,15
05.00-06.00	58882,15
06.00-07.00	61687,87
07.00-08.00	61687,87
08.00-09.00	111549,53
09.00-10.00	111550,43
10.00-11.00	126118,12
11.00-12.00	119611,74
12.00-13.00	107572,07
13.00-14.00	110555,16
14.00-15.00	99788,01
15.00-16.00	93107,70
16.00-17.00	76409,15
17.00-18.00	76409,15
18.00-19.00	76409,15
19.00-20.00	71739,76
20.00-21.00	71739,76
21.00-22.00	58882,15
22.00-23.00	58882,15
23.00-00.00	58882,15
Total	1905874,8

2.2.2. Potensi Energi Matahari

Rumah Sakit Medika Dramaga memiliki potensi energi terbarukan dari sumber energi matahari. Radiasi sinar matahari dapat digunakan untuk merancang kapasitas terbesar yang dapat ditangkap oleh panel surya. Informasi mengenai tingkat radiasi sinar matahari sangat penting untuk dapat memperkirakan energi yang dapat dihasilkan oleh sistem per harinya. Data dari *National Aeronautic and Space Administration* (NASA) [3][11] yang diakses dari laman resminya digunakan sebagai sumber informasi

radiasi matahari di Rumah Sakit Medika Dramaga Bogor. Data yang diambil berasal dari update data tahun 2021. Pada perancangan simulasi ini data yang diperlukan adalah radiasi sinar matahari dan clearness index. [15]

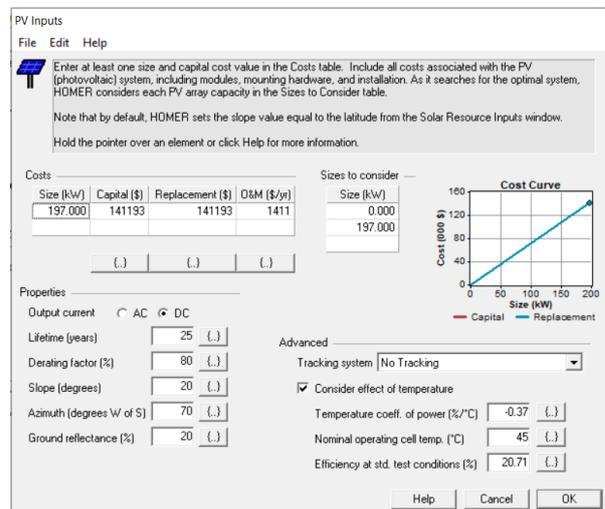


Gambar 2. Potensi energi Matahari di Rumah Sakit Medika Dramaga Bogor

2.2.3. Komponen Utama Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Model sistem tenaga hibrida yang akan disimulasi dan dioptimasi menggunakan HOMER terdiri dari panel surya (photovoltaic), Inverter, Generator dan Grid.

A. Panel Surya (PV)



Gambar 3. Parameter masukan panel surya

HOMER dapat mensimulasikan PV array sebagai komponen pembangkit energi listrik DC. Jenis panel PV yang akan digunakan dalam perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada Gedung Rumah Sakit Medika Dramaga Bogor ini menggunakan panel PV dengan merk ODA-460-36-MH.[7] Biaya dari PV array ditetapkan dengan biaya modal PV (\$), biaya pengganti PV (\$), dan biaya operasi & pemeliharaan (\$/yr). Biaya pengganti adalah biaya untuk mengganti sel surya

apabila mengalami kerusakan hingga batas waktu garansi.[5] Jenis panel surya yang akan digunakan dalam perencanaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) di Rumah Sakit Medika Dramaga ini direncanakan memiliki kapasitas besar per modulnya, lantaran semakin besar kapasitas modul, harga per Wp akan semakin murah. Untuk itu dipilihlah suatu panel surya dengan kapasitas 460 Wp sebagai acuan dasar perhitungan dalam perencanaan nantinya.[8][12] Dengan menggunakan panel surya 460 Wp, maka diperoleh jumlah panel surya menggunakan persamaan:

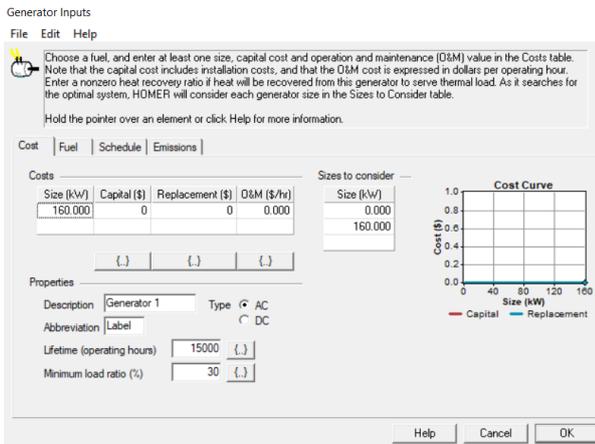
$$P_s = P_{total} / P_{max}$$

$$P_s = 197.000 / 460$$

$$= 428 \text{ buah}$$

B. Generator Diesel

HOMER sendiri dapat memodelkan komponen generator, sistem tenaga listrik sebanyak tiga generator, dengan keluaran tegangan berupa DC/AC, dan bahan bakar yang berbeda. Pada simulasi generator diesel yang digunakan adalah FIRMAN Diesel Genset Generator DFG200RS. Dalam hal ini fungsi generator digunakan hanya sebagai *back-up* daya pengganti ketika sumber listrik dari PLN padam.[8]



Gambar 4. Parameter masukan generator diesel

C. Inverter

Beban puncak Rumah Sakit Medika Dramaga adalah 153,09 kW. Nilai beban puncak digunakan untuk memilih kapasitas inverter yang sesuai, pemilihan nilai kapasitas inverter dihitung 1,3 kali lebih besar daripada nilai beban puncak [13].

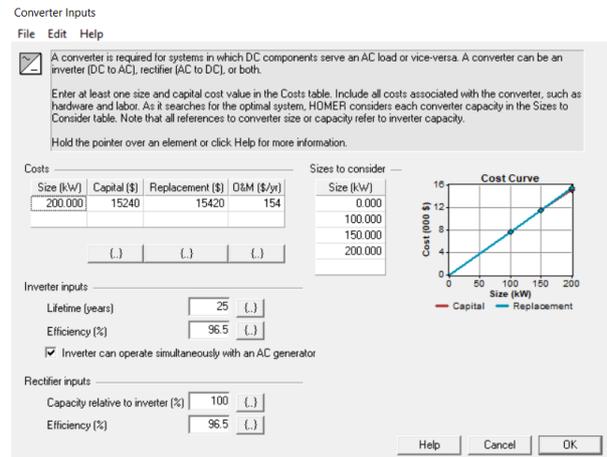
$$\text{Kapasitas Inverter} = 153,09 \text{ kW} \times 1,3$$

$$= 199,017 \text{ kW}$$

$$\approx 200 \text{ kW}$$

Dari perhitungan tersebut didapat *Inverter* yang akan digunakan adalah jenis *Grid Tie Inverter* yang akan digunakan dalam sistem PLTS *On-Grid* merk Brightway

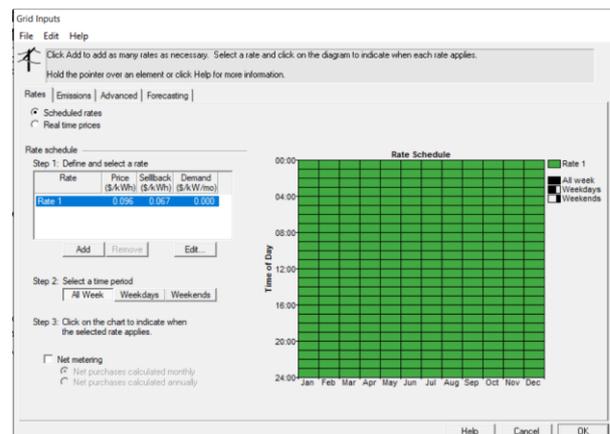
Power System tipe BWI-GT200K. Pemilihan *inverter* dan jenis ini diambil atas pertimbangan karena spesifikasi dari *inverter* ini dapat terhubung dengan jaringan listrik PLN, sehingga dapat menentukan kapan harus mengambil listrik dari PLN dan kapan memasok listrik hasil PLTS ke jaringan PLN



Gambar 5. Parameter masukan inverter

D. Grid

Perencanaan sistem pembangkit energi terbarukan ini di buat dengan sistem *on-grid* sehingga membutuhkan aliran listrik dari PLN. Pada aplikasi HOMER ini parameter yang dimasukkan adalah harga pembelian dan masukan harga penjualan listrik yang digunakan.

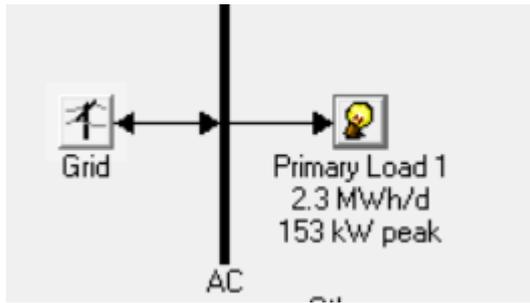


Gambar 6. Parameter masukan Grid

3. Simulasi dan Analisis

3.1. Analisis Sistem Grid - Beban

Pada Sistem Grid, kebutuhan energi listrik Gedung Rumah Sakit Medika Dramaga sepenuhnya disuplai oleh Grid. Sistem ini hanya mengandalkan keandalan grid yang disuplai oleh PLN.



Gambar 7 Konfigurasi sistem Grid-Beban



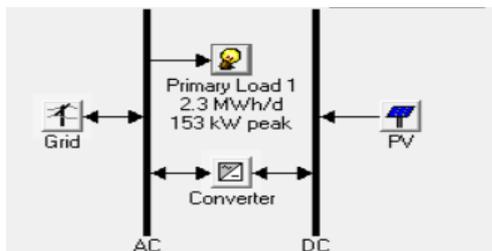
Gambar 8. Rincian biaya energi sistem Grid-Beban

Dari gambar 8 didapat NPC dari biaya keseluruhan sistem dalam jangka waktu tertentu, Homer mengurutkan hasil dari NPC yang terendah maka ketika bersistem grid sebesar \$75,402 dan Annual Cost atau biaya tahunan sebesar \$78,946 maka dapat dicari nilai COE (Cost of Energy) nya.

$$COE = \frac{Total\ annual\ cost}{AC\ Primary\ Load} = \frac{\$78,946}{822.349\ kWh} = \$0,096/kWh$$

Dari perhitungan diatas didapat rata-rata harga energi yang harus dibayar untuk mensuplai kebutuhan listrik di Gedung Rumah Sakit Medika Dramaga per kWh sebesar \$0,096.

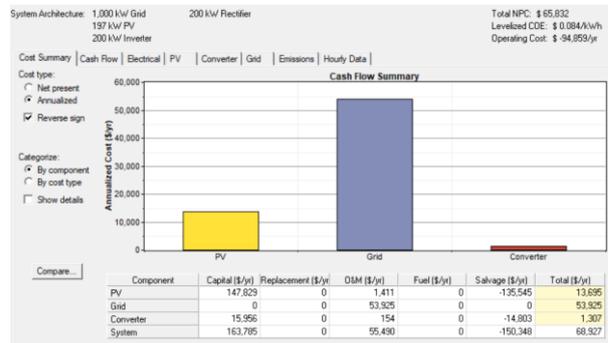
3.2. Analisis Sistem PV-Grid-Beban



Gambar 9. Konfigurasi sistem Grid-Generator

Pada Sistem PV-Grid, kebutuhan energi listrik Gedung Rumah Sakit Medika Dramaga sepenuhnya disuplai oleh PV dan PLN (Grid). PV akan mensuplai kebutuhan listrik ketika siang hari atau ada cahaya matahari yang cukup untuk menghasilkan energi listrik, sedangkan grid akan menyediakan kebutuhan listrik Gedung ketika malam hari atau ketika PV tidak mampu memenuhi kebutuhan suplai daya listrik. Sistem ini cukup andal namun rawan apabila

grid padm dan intensitas iradiasi kurang untuk menghasilkan listrik oleh PV.[14][9]



Gambar 10. Rincian biaya energi system PV-grid-generator

Dari gambar 10 didapat NPC dari biaya keseluruhan sistem dalam jangka waktu tertentu, Homer mengurutkan hasil dari NPC yang terendah maka ketika bersistem PV-Grid sebesar \$65,832 dan Annual Cost atau biaya tahunan sebesar \$68,927 maka dapat dicari nilai COE (Cost of Energy)nya

$$COE = \frac{Total\ annual\ cost}{AC\ Primary\ Load} = \frac{\$68,927}{822,337\ kWh} = \$0,084/kWh$$

Dari perhitungan diatas didapat rata-rata harga energi yang harus dibayar untuk mensuplai kebutuhan listrik di Rumah Sakit Medika Dramaga per kWh sebesar \$0,084..

3.3. Hasil Potensi Nilai NPC dan COE

Proses dilakukan setelah proses simulasi dilakukan. Proses simulasi ini dapat memodelkan dan merancang konfigurasi secara khusus, maka proses simulasi dilakukan untuk menentukan kemungkinan yang paling terbaik dalam konfigurasi sistem. HOMER melakukan simulasi dan potensi konfigurasi pembangkit berdasarkan variabel nilai yang dimasukkan, kemudian mengurutkan hasil konfigurasi berdasarkan nilai NPC (Net Present Cost) dan COE (Cost of Energy) yang terendah terhadap konfigurasi sistem.[4][10]

Tabel 3. Data hasil simulasi NPC dan COE pada Homer

Konfigurasi	NPC	COE
PV – Grid	\$ 65,832	\$ 0,084
Grid	\$ 75,402	\$ 0,096
Generator	\$ 216,551	\$ 0,276

Pada tabel 3 didapat konfigurasi dari sel surya (photovoltaic) 197 kW, konverter 200 kW, Genset (Generator) (tanpa Generator), dan PLN (Grid) yang merupakan konfigurasi yang paling berpotensi. Konfigurasi ini dipilih karena memiliki nilai NPC sebesar \$65.832 dan COE sebesar \$0,084/kWh yang merupakan nilai terkecil dari semua konfigurasi dengan akan beli energi tiap kWh Rp1.172,62.

Nilai tersebut saat ini lebih kecil dari konfigurasi yang diterapkan pada Rumah Sakit Medika Dramaga yaitu menggunakan PLN (Grid) sebagai sumber energi sepenuhnya, sehingga dengan adanya perancangan PLTS di Gedung Rumah Sakit Medika Dramaga dapat menghemat biaya operasional sistem dalam tiap tahunnya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan simulasi dan data yang digunakan Rata-rata daya yang harus disuplai oleh pembangkit ini adalah sebesar 2.258 kWh per hari dengan beban puncak sebesar 153 kW. Hasil yang paling berpotensi pada homer menunjukkan konfigurasi yang paling berpotensi yaitu PV-Grid-Inverter. Karna memiliki nilai NPC yang paling rendah yaitu \$65.832. Pada simulasi sendiri Daya yang dihasilkan saat bersistem PLTS adalah 839.271 kWh/tahun untuk PV dan 272.400 kWh/tahun untuk Grid dengan total 566.271 kWh/tahun. Untuk total penggunaan listrik dari grid pertahun sebesar 566.871 kWh/tahun, sedangkan total produksi listrik dari PV pertahun sebesar 272.400 kWh/tahun, sehingga total produksi listrik adalah 839.271 kWh/tahun. Maka dari itu elisih COE atau harga beli listrik per kWh dalam rentan waktu satu tahun adalah \$0.084/kWh atau Rp1.172,62/kWh. Maka jika adanya pemasangan PV yang lebih banyak lagi guna untuk menghasilkan daya yang lebih besar lagi, sehingga kedepannya sistem dapat memenuhi kebutuhannya sendiri tanpa adanya bantuan grid

Referensi

[1]. Kementerian ESDM Republik Indonesia, *Rencana Strategis Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan 2020-2025*. 2025.

- [2]. Earthscan, *Planning and Installing Photovoltaic Systems: A guide for installers, architects and engineers - second edition*. 2008.
- [3]. 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-Feb-2020].
- [4]. Jurnal Taufik Wijaya "Optimasi potensi energi terbarukan untuk sistem pembangkit *hybrid* di Desa Margajaya Bengkulu Utara menggunakan perangkat lunak HOMER"
- [5]. T. Lambert, P. Gilman, dan P. Lilienthal, "Micropower system modeling with HOMER", Mistaya Engineering Inc, National Renewable Energy Laboratory, USA, 2012.
- [6]. W. Omran, "Performance Analysis of Grid-Connected Photovoltaic Systems, University of Waterloo," 2010.
- [7]. ABB, *Technical Application Papers NO.10 Photovoltaic Plants*, Bergamo Italy, 2008,
- [8]. B. Ramadhani, *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos & Don'ts*. 2018.
- [9]. ABB solutions for photovoltaic applications Group, *Technical Application Papers No.10. Photovoltaic plants*, vol. 10, no. 10. 2010.
- [10]. IFC, *Utility-Scale Solar Photovoltaic Power Plants*. 2015.
- [11]. M. Sengupta *et al.*, *Best Practices Handbook for the Collection and Use of Solar Resource Data for Solar Energy Applications*, no. NREL/TP-5D00-63112. 2015.
- [12]. E. P. D. Hattu, J. A. Wabang, and A. Palinggi, "PENGARUH BAYANGAN TERHADAP OUTPUT TEGANGAN DAN KUAT ARUS PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)," *Hattu E. P.D., J. ROTOR, Vol. 11 Nomor 2, Novemb. 2018*, vol. 11, no. November, 2018.
- [13]. M. K. M. D. Nadia Al-Rousan, Nor Ashidi Mat Isa, "Advances in Solar Photovoltaic Tracking Systems: A review," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, p. 21, 2018.
- [14]. J. A. Duffie, W. A. Beckman, and J. McGowan, *Solar Engineering of Thermal Processes*, vol. 53, no. 4. 1985.
- [15]. IFC, *Utility-Scale Solar Photovoltaic Power Plants*. 2015.