

Desain Sistem Pembangkit Listrik Optimal *On-Grid* Tenaga Surya Dan Bayu Menggunakan Software Homer Di Kecamatan Asakota, Kota Bima.

Fadhillah Umar Rahman¹, Citra Putri Maharani², Nur Habiiburrahman³, Much. Dede Pratama⁴, Agung Budi Muljono⁵

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No.62 Mataram, Mataram, NTB (83125), Indonesia

ARTICLE INFO

Article history :

Received July 12, 2024

Revised July 31, 2024

Accepted July 31, 2024

Keywords :

Power System Modelling;

Solar Power Plant;

Wind Power Plant;

On-Grid;

Homer;

ABSTRACT

Indonesia is currently facing a complex energy crisis characterized by high dependence on fossil fuels such as coal, petroleum and natural gas. This crisis has an impact on energy security, public health and environmental sustainability. In Bima City, NTB, the energy crisis is clearly visible with frequent power outages and high prices of fossil fuels. However, Bima City has quite large potential to develop renewable energy, especially solar and wind energy. This research aims to determine the effect of solar radiation and wind speed on electricity production at solar and wind power plants in the Asakota District and to design an optimal on-grid power generation system using HOMER software. The simulation results show that the correct system development planning with a total annual load of 2424.25 kWh/year, namely with the NPC value, the system costs IDR 9,993,555,000.00 which is capable of producing electrical energy that can be sold at a price of IDR 431.37. /kWh with operational costs of IDR 390,296,400.00. The energy produced by the PV Panel is 643,009 kWh/yr and the Agin Turbine is 632,357 kWh/yr and the excess energy for tertiary needs is 142,014 kWh/year. The study also provides insight into the benefits of solar and wind energy and the use of HOMER software for planning power generation systems.

Corresponding Author:

Fadhillah Umar Rahman, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No.62 Mataram, Mataram, NTB (83125), Indonesia
Email: fadhilahumar6@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Kesadaran akan pentingnya perlindungan lingkungan dan keberlanjutan sumber daya alam, energi transisi semakin menjadi topik yang penting dalam agenda global. Mendefinisikan transisi energi global saat ini sebagai proses transformasi dalam suplai energi berbasis bahan bakar fosil (yakni batubara, minyak, dan gas) menuju sistem energi yang lebih efisien, rendah karbon, dan berkelanjutan dengan energi terbarukan (misalnya surya, bayu, bioenergi, air)[1].

Indonesia tengah menghadapi krisis energi yang serius akibat ketergantungan tinggi pada bahan bakar fosil seperti batubara dan minyak bumi. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2021, konsumsi energi nasional didominasi oleh batubara (38,2%), minyak bumi (40,2%), dan gas alam (21,6%) [2]. Ketergantungan ini menyebabkan fluktuasi harga dan pasokan bahan bakar di pasar global, mengganggu stabilitas ekonomi, serta berdampak buruk pada kesehatan dan lingkungan karena emisi gas rumah kaca[3].

Pemanfaatan energi terbarukan ini dapat meningkatkan akses energi, mendorong pertumbuhan ekonomi jangka panjang, menjaga lingkungan, dan mengurangi emisi gas rumah kaca[4]. Indonesia memiliki kebutuhan energi yang selalu meningkat setiap tahunnya [5]. Contoh energi terbarukan yang dapat digunakan di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan energi yaitu energi surya yang bersumber dari

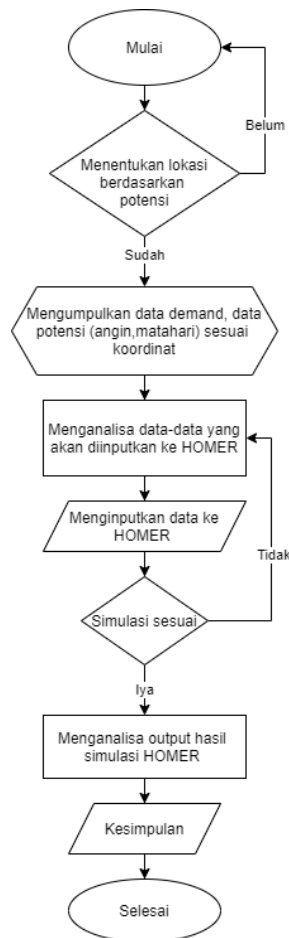
matahari[6]. Energi surya merupakan salah satu energi baru terbarukan yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pembangkitan listrik dengan menggunakan teknologi panel surya. Indonesia memiliki potensi radiasi surya yang besar yaitu 4,8 kWh/ m² /hari [7]. Komponen-komponen PLTS terdiri dari modul PV untuk mengkonversi sinar matahari, inverter untuk mengubah output DC menjadi AC, kabel, junction box [8].

Krisis energi melanda Nusa Tenggara Barat (NTB), termasuk Kota Bima, di mana kekurangan pasokan listrik dan pemadaman bergilir sering terjadi. Masyarakat di pedesaan banyak yang belum memiliki akses listrik dan bergantung pada generator bensin yang mahal dan tidak ramah lingkungan, yang mengakibatkan kesenjangan sosial dan kerusakan lingkungan. Kota Bima memiliki potensi besar untuk mengembangkan energi terbarukan, seperti energi matahari dengan rata-rata radiasi 4,8 kWh/m²/hari [9] dan energi angin dengan kecepatan rata-rata 3-5 m/s [10].

Perencanaan sistem pembangkit listrik tenaga surya dan bayu di Kecamatan Asakota, Kota Bima, menggunakan software HOMER menjadi langkah penting untuk mewujudkan konversi energi terbarukan. HOMER membantu mengoptimalkan desain sistem, menganalisis kelayakan ekonomi, dan mengevaluasi kinerja sistem. Dengan memanfaatkan potensi energi terbarukan secara optimal, Kota Bima dapat beralih dari ketergantungan pada bahan bakar fosil menuju energi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian ini antara lain : menentukan lokasi penelitian, mengumpulkan data kebutuhan penelitian, perencanaan dan simulasi sistem pembangkit listrik dengan software Homer, analisis hasil simulasi dan kesimpulan. Metodologi penelitian pada penelitian ini dapat dilihat dari flowchart pada Gambar 1.

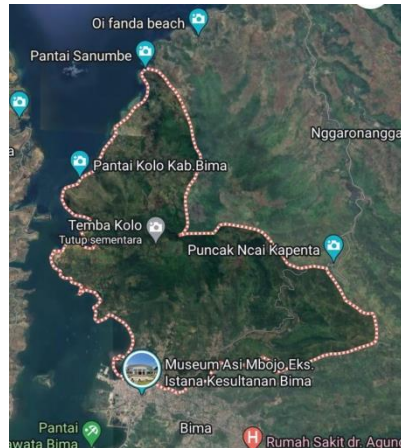


Gambar 1. Diagram alir perancangan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Kecamatan Asakota

Kecamatan Asakota merupakan salah satu kecamatan yang berada di wilayah hukum Kota Bima. Kecamatan Asakota terbagi menjadi 6 kelurahan yaitu Melayu, Jatiwangi, Jatibaru, Kolo, Ule dan Jatibaru Timur. Kecamatan Asakota berdasarkan grafisnya memiliki batas wilayah sebelah utara berbatasan dengan laut Flores dan Kecamatan Ambalawi, sebelah timur berbatasan dengan Kecamatan Ambalawi dan Raba, sebelah barat berbatasan dengan teluk Bima dan sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Rasanae Barat, Mpuda dan Raba.



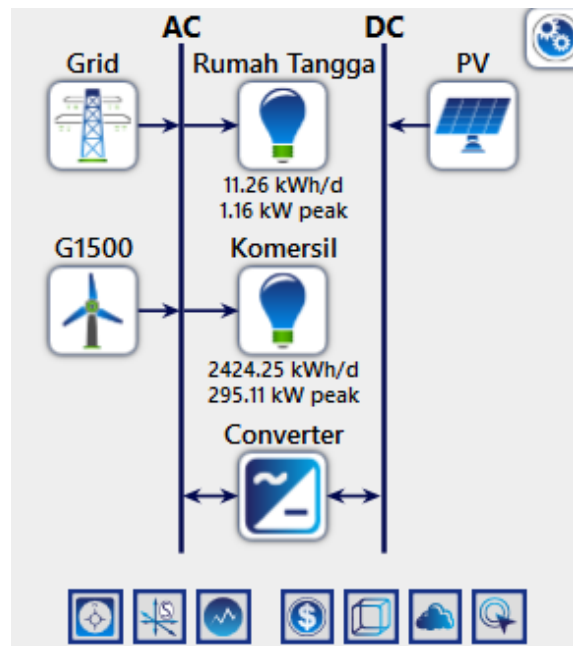
Gambar 2. Lokasi penelitian

Luas wilayah kecamatan Asakota adalah 69,03 km² dengan 46 dusun, 10.922 rumah tangga dan penduduk sebanyak 35.388 jiwa. Adapun dalam penelitian ini penulis melakukan perencanaan sistem pembangkit listrik tenaga surya dan bayu dengan titik koordinat 8°23'21.0"S 118°42'14.0"E atau -08.389231°, 118.703928°.

Kecamatan Asakota memiliki beberapa sarana penunjang seperti sarana pendidikan, kesehatan, ibadah dan sarana umum. Sarana pendidikan meliputi 36 unit PAUD, 19 unit TK, 17 unit SD, 8 unit SMP, 5 unit SMA, 4 unit SMK dan 5 unit pondok pesantren. Sarana kesehatan meliputi 1 unit rumah sakit, 2 unit poliklinik, 2 unit puskesmas, 1 unit polindes, 34 unit posyandu dan 10 unit apotek. Sarana Ibadah meliputi 36 unit masjid, 45 unit musholla, 4 unit gereja dan 1 unit pura. Dan untuk sarana umum meliputi 6 unit kantor desa, 1 unit kantor camat, 1 unit kantor polsek, 1 unit lapangan sepak bola, 11 unit lapangan voli, 2 unit lapangan basket dan 2 unit lapangan bulu tangkis.

Kecamatan Asakota merupakan daerah beriklim tropis dengan kondisi geografis yang cenderung lebih panas, sehingga pemanfaatan energi surya di daerah ini sangat efektif. Selain itu, letak desa-desa di wilayah ini memiliki potensi energi angin yang baik dikarenakan dekat dengan pesisir pantai, sehingga penting untuk memanfaatkan energi terbarukan di sana. Langkah-langkah yang dapat diambil termasuk pembangunan sarana pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dan pembangkit listrik tenaga angin/bayu (PLTB) untuk memaksimalkan potensi energi terbarukan tersebut.

Dalam perancangan system, digunakan software HOMER Pro guna menganalisis sistem hybrid yang digunakan, serta biaya-biaya dalam investasi pembangkit sistem hybrid tersebut. Pada perencanaan ini, sistem pembangkitan yang digunakan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Komponen-komponen yang digunakan dalam pembangkit hybrid ini antara lain : PV, turbin angin, jaringan, load (beban), konverter dan grid. Untuk konfigurasi sistem yang dirancang dapat dilihat pada gambar 3.

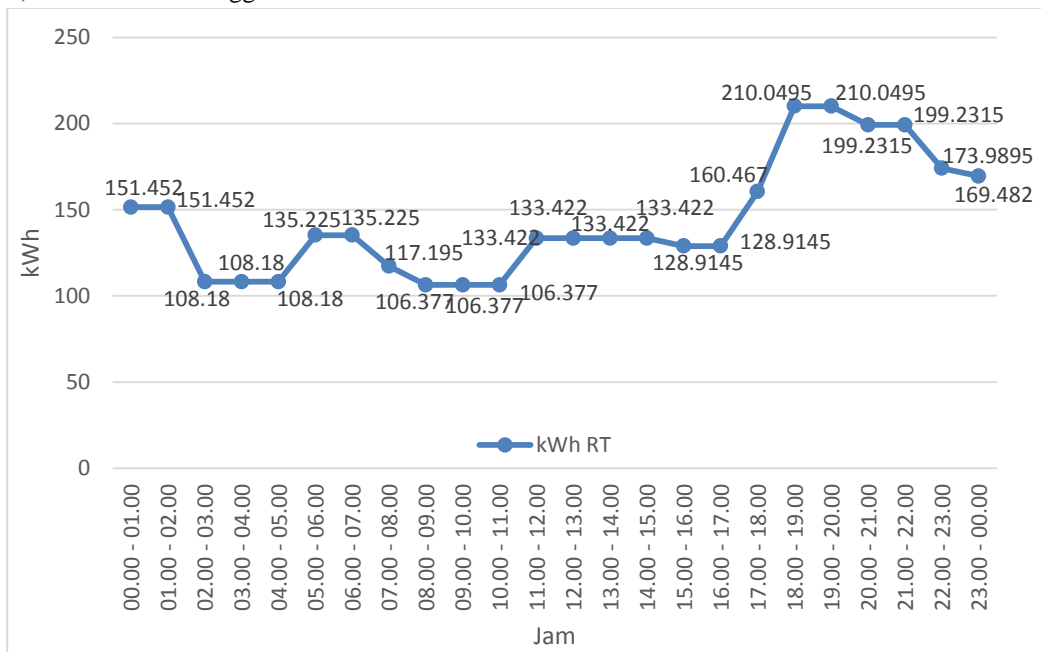


Gambar 3. Konfigurasi Sistem

B. Pengumpulan Data dan Klasifikasi Data Pembangkit Sistem Hybrid

1. Data Karakteristik Beban

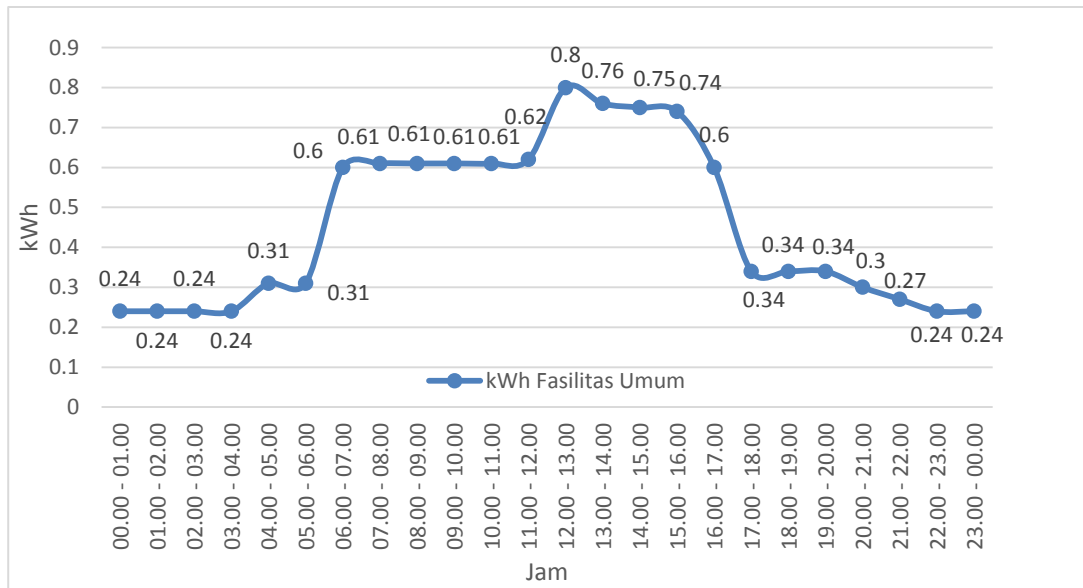
a) Beban rumah tangga



Gambar 4. kurva energi beban rumah tangga

Jenis beban pada rumah tangga yang digunakan antara lain : lampu 5 W, Lampu 10 W, TV 50 W, kipas Angin 150 W, kulkas 100 W, magic com 200 W dan setrika 250 W. Berdasarkan gambar 4 dapat dilihat bahwa pemakaian energi listrik tertinggi dimulai dari pukul 18:00-20:00, sedangkan pemakaian energi minimum dari pukul 08:00-10:00.

b) Beban harian pada fasilitas umum

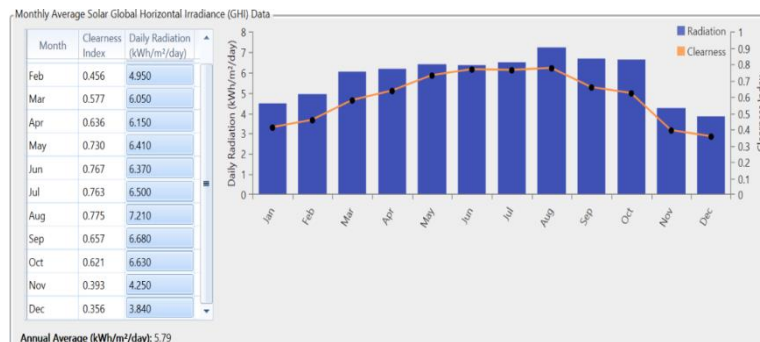


Gambar 5. kurva beban harian fasilitas umum

Jenis beban pada fasilitas umum yang digunakan antara lain : lampu 10 W, Lampu 15 W, kipas Angin 50 W, komputer 200 W dan pengeras suara 10 W. Berdasarkan gambar 5 dapat dilihat bahwa pemakaian energi listrik tertinggi dimulai dari pukul 13:00-14:00, sedangkan pemakaian energi minimum dari pukul 22:00-04:00.

2. Data Matahari

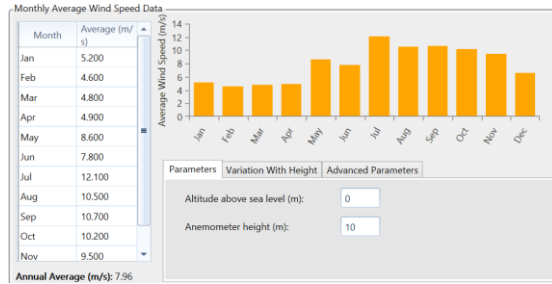
Data potensi energi surya di Kecamatan Asakota didapatkan dengan memanfaatkan bantuan situs global solar atlas. Global solar atlas akan menyediakan data intensitas radiasi matahari pada sebuah lokasi setelah mengatur titik lokasi sesuai dan sistem PLTS. Dengan mengatur titik koordinat 8°23'21.0"S 118°42'14.0"E atau -08.389231°LS, 118.703928° BT dan mengatur sistem PLTS *ground mounted large scale* didapatkan data potensi energi surya seperti yang ditunjukkan gambar 6.



Gambar 6. Grafik Radiasi Matahari dengan Perhitungan

3. Data Potensi Angin

Data potensial Angin untuk kecamatan Asakota didapatkan dari data Badan Pusat Statistik Kecamatan Asakota (Asakota dalam Angka) dan didapatkan kecepatan angin rata-rata 7,96 m/s seperti ditunjukkan gambar 7.



Gambar 7. Grafik kecepatan angin (m/s)

C. Analisa Data Optimasi Konfigurasi Sistem Pembangkit Hibrid

Setelah menginput semua data yang telah diketahui di atas ke dalam program software HOMER dan menjalankan program, maka akan didapat data-data sebagai berikut :

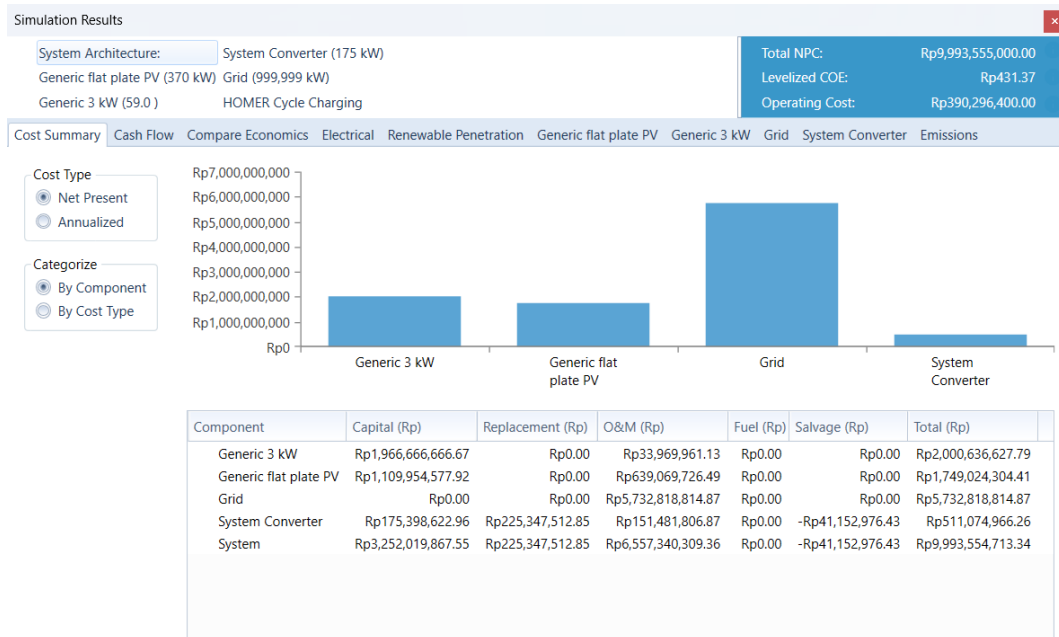
- a. Nilai masing-masing komponen pada sistem, total NPC, biaya awal dan biaya produksi listrik per kWh (COE)

Perangkat lunak HOMER akan memberikan optimasi pembiayaan dengan hasil perhitungan NPC (*Net Present Cost*) dan COE (*Cost Of Energy*) seperti pada gambar di bawah ini.

Architecture							Cost			
PV (kW)	G3	Grid (kW)	Converter (kW)	Dispatch	NPC (Rp)	COE (Rp)	Operating cost (Rp/yr)	Initial capital (Rp)		
370	59	999,999	175	CC	Rp9.99B	Rp431.37	Rp390M	Rp3.25B		
	102	999,999		CC	Rp12.7B	Rp513.76	Rp536M	Rp3.40B		
583		999,999	218	CC	Rp13.8B	Rp759.01	Rp686M	Rp1.97B		
		999,999		CC	Rp24.6B	Rp1,600	Rp1.42B	Rp0.00		

Gambar 8. Hasil Perencanaan Sistem Menggunakan semua komponen

- b. Biaya Komponen-komponen pada sistem hibrid

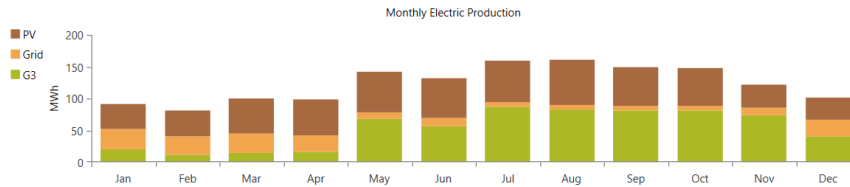
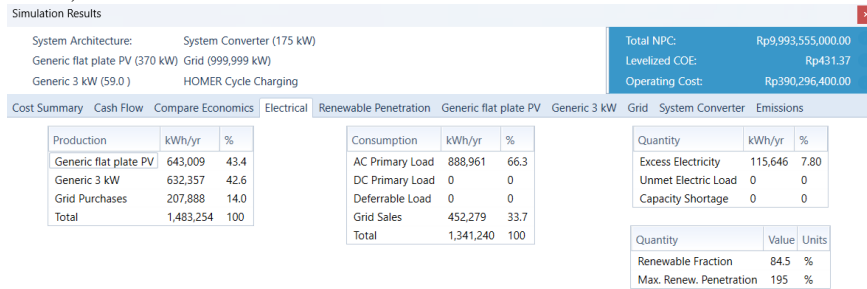


Gambar 9. Biaya awal dan biaya tahunan komponen lengkap perencanaan sistem hibrid

Berdasarkan Gambar 9. didapatkan nilai modal awal yang dimiliki komponen Wind Turbin Rp 1.966.666.666,67, Grid yaitu Rp. 0.00 (karena bukan dari bagian perencanaan energi), PV Panel Rp 1.109.954.577,92, Konverter Rp175.398.622,96, maka nilai total biaya sebesar Rp 3.252.019.867,55.

c. Produksi Tenaga Listrik Tahunan

Untuk memenuhi kebutuhan listrik yang disesuaikan dengan profil beban, yaitu 11,26 kWh/hari dengan beban puncak 2424,25 kW dan keberadaan potensi energi terbarukan yang ada di kecamatan asakota, maka perangkat lunak HOMER juga akan memberikan presentase produksi listrik tahunan dari masing-masing komponen yang ada seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10 dan Gambar 11, Gambar 12, dan Gambar 13.



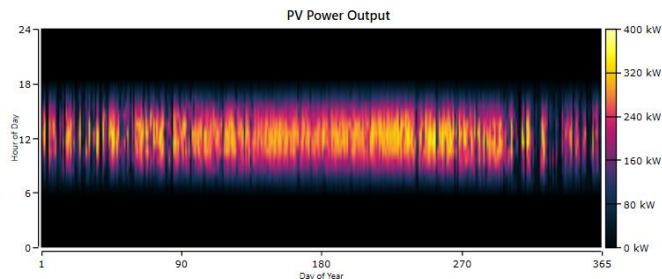
Gambar 10. Produksi tenaga listrik tahunan dengan komponen lengkap

Berdasarkan Gambar 10 dapat diketahui nilai produksi listrik masing-masing komponen dalam satu tahun PV Panel: 643,009 kWh/yr, Turbin Agin: 632,357 kWh/yr dan Grid: 207,888 kWh/yr, sehingga totalnya adalah 1,483,254 kWh/yr. Dalam satu tahun di Kecamatan asakota masih terdapat sisa energi listrik sebesar: produksi listrik per tahun – beban listrik per tahun = 1483,254 kWh/yr – 1,341,240 kWh/yr = 142,014 kWh/yr.

d. Operasional PV

Setelah menjalankan program HOMER, maka dapat diketahui jumlah listrik yang dihasilkan PV (Surya) selama beroperasi dalam sehari, dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 11.

Quantity	Value	Units	Quantity	Value	Units
Rated Capacity	370	kW	Minimum Output	0	kW
Mean Output	73.4	kW	Maximum Output	353	kW
Mean Output	1,762	kWh/d	PV Penetration	72.3	%
Capacity Factor	19.8	%	Hours of Operation	4,380	hrs/yr
Total Production	643,009	kWh/yr	Levelized Cost	157	Rp/kWh



Gambar 11. Jumlah listrik yang dihasilkan PV komponen lengkap

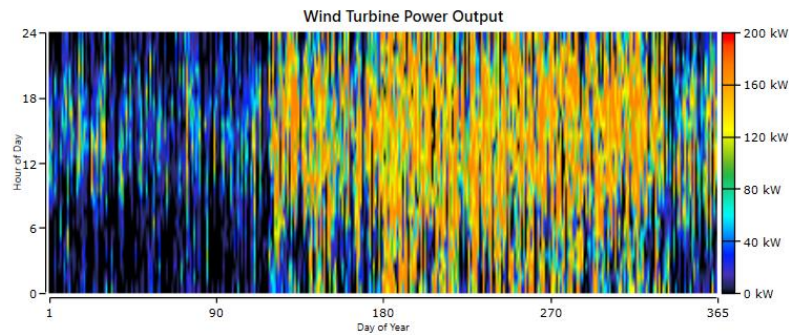
Pada Gambar 11 dapat diketahui bahwa jumlah rata-rata energi listrik yang dihasilkan oleh PV adalah sebesar 370 kW, dengan daya maksimum sebesar 353 kW. Total daya yang dihasilkan per tahun adalah 643,009 kWh, dengan durasi operasi 4.380 jam per tahun. Harga jual energi listrik adalah 157 Rp/kWh.

e. Operasional Turbin Angin

Setelah menjalankan program HOMER, maka dapat diketahui jumlah listrik yang dihasilkan Turbin Angin selama beroperasi dalam sehari, dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 12.

Quantity	Value	Units
Total Rated Capacity	177	kW
Mean Output	72.2	kW
Capacity Factor	40.8	%
Total Production	632,357	kWh/yr

Quantity	Value	Units
Minimum Output	0	kW
Maximum Output	177	kW
Wind Penetration	71.1	%
Hours of Operation	8,056	hrs/yr
Levelized Cost	183	Rp/kWh



Gambar 12. Jumlah listrik yang dihasilkan turbin angin komponen lengkap

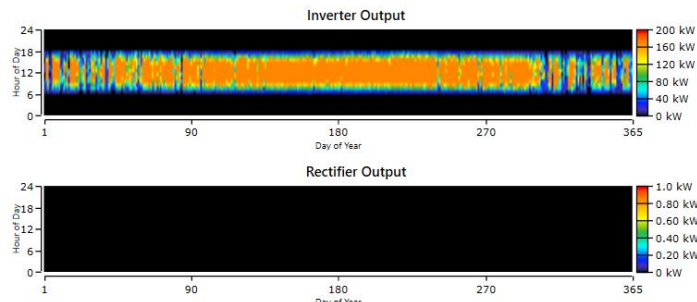
Pada Gambar 12 dapat diketahui bahwa jumlah rata-rata energi listrik yang dihasilkan oleh Turbin Angin adalah sebesar 177 kW, dengan daya maksimum sebesar 177 kW. Total daya yang dihasilkan per tahun adalah 632,257 kWh, dengan durasi operasi 8056 jam per tahun. Harga jual energi listrik adalah 183 Rp/kWh.

Operasional Konverter

Setelah menjalankan program HOMER, maka dapat diketahui jumlah inverter dan receiver yang dihasilkan konverter selama beroperasi dalam sehari dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 13.

Quantity	Inverter	Rectifier	Units
Capacity	175	175	kW
Mean Output	57.2	0	kW
Minimum Output	0	0	kW
Maximum Output	175	0	kW
Capacity Factor	32.6	0	%

Quantity	Inverter	Rectifier	Units
Hours of Operation	4,380	0	hrs/yr
Energy Out	500,995	0	kWh/yr
Energy In	527,363	0	kWh/yr
Losses	26,368	0	kWh/yr



Gambar 13. Jumlah maksimum yang dihasilkan konverter komponen lengkap

Pada Gambar 13 dapat diketahui bahwa jumlah rata-rata inverter dan receiver yang dihasilkan konverter adalah sebesar 175 kW dengan maksimum daya yang dihasilkan sebesar 175 kW dengan durasi beroperasi 4.380 jam/tahun dan losses 26.368 kWh per tahun.

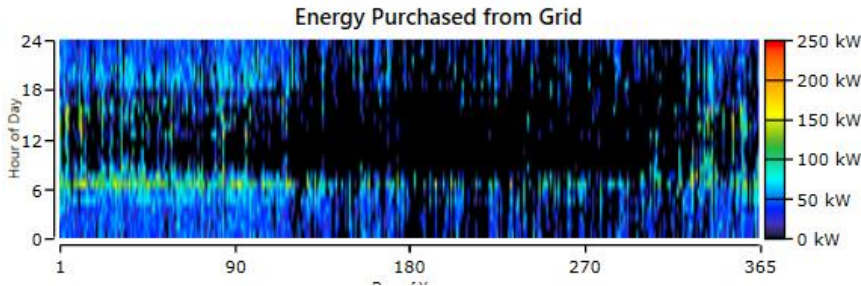
f. Operasional Grid

Setelah menjalankan program HOMER, maka dapat diketahui jumlah pembelian energi listrik dan energi yang dapat di jual oleh Grid perbulan dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 1.

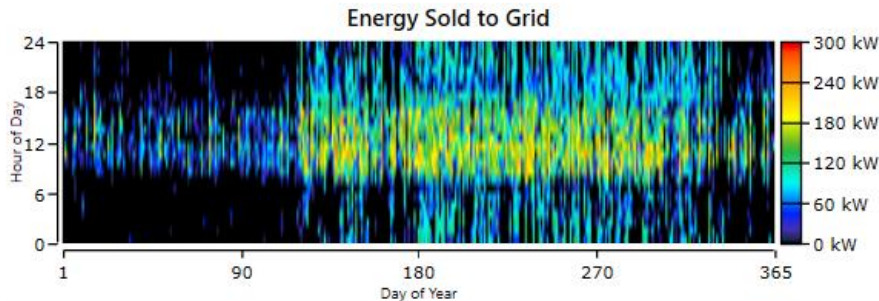
Tabel 1. Operasional Grid

Month	Energy Purchased (kWh)	Energy Sold (kWh)	Not Energy Purchased (kWh)	Peak Load (kW)	Energy Charge (Rp)	Demand Charge (Rp)
January	32,557	10,400	22,157	198	Rp52,074,859.60	Rp0
February	29,586	7,425	22,161	209	Rp47,325,917.06	Rp0
March	29,375	9,834	19,540	194	Rp46,983,525.93	Rp0
April	26,431	13,116	13,315	185	Rp42,269,279.02	Rp0
May	10,458	52,911	-42,453	152	Rp16,647,599.62	Rp0
June	13,247	42,982	-29,735	170	Rp21,126,217.90	Rp0
July	6,135	68,937	-62,802	164	Rp9,706,025.31	Rp0
August	7,507	62,910	-55,403	173	Rp11,910,398.07	Rp0
September	7,379	59,710	-52,331	126	Rp11,711,119.24	Rp0
October	7,466	60,169	-52,703	116	Rp11,848,653.38	Rp0
November	11,293	43,336	-32,043	177	Rp17,999,637.67	Rp0
December	26,454	20,549	5,906	183	Rp42,294,222.93	Rp0
Annual	207,888	452,279	-244,391	209	Rp331,897,455.74	Rp0

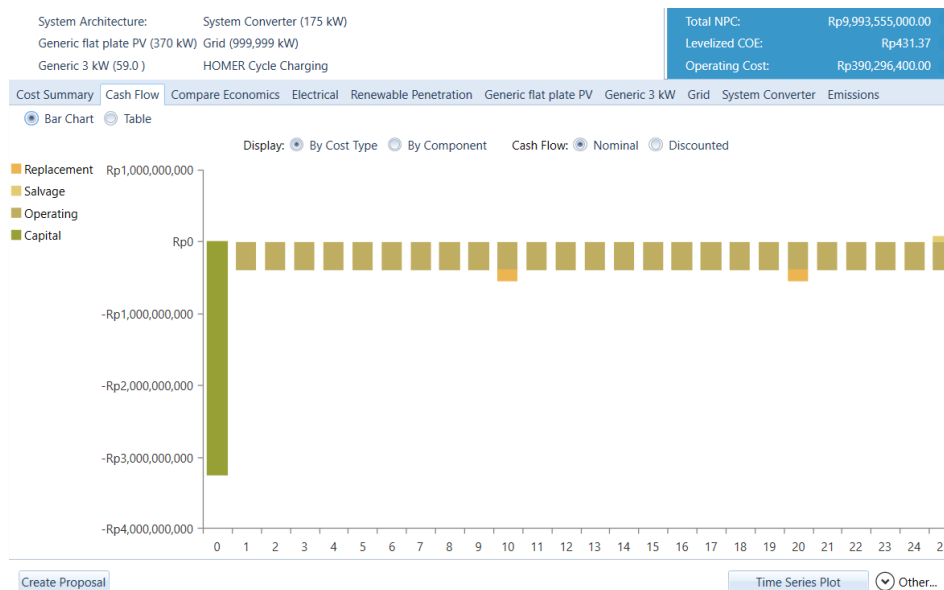
Pada tabel 1. dapat diketahui jumlah pembelian energi listrik dari Grid dalam 1 tahun adalah 312,557 kWh dan jumlah energi listrik yang dapat dijual ke Grid dalam 1 tahun adalah 1,812,181 kWh. Total rata-rata *energy charge* sistem adalah Rp 27.658.121,31.



Gambar 14. Jumlah pembelian energy dari Grid



Gambar 15. Jumlah Energi Yang Dapat Dijual Ke Grid



Gambar 16. Cash flow dari system

Berdasarkan gambar 16. total net present cost (NPC) adalah nilai dari seluruh biaya yang dikeluarkan selama masa pakai, dikurangi nilai sekarang dari semua pendapatan diperoleh selama masa pakai. Total biaya dalam sistem yang dirancang adalah sebesar Rp 9.993.555.000,00 Biaya meliputi biaya modal, biaya penggantian, biaya O & M, biaya bahan bakar, denda emisi, dan biaya pembelian daya dari jaringan listrik. Sedangkan yang termasuk pendapatan adalah nilai sisa dan pendapatan dari penjualan daya ke jaringan listrik. Homer menghitung NPC dengan menggunakan persamaan berikut.

$$C_{npc} = \frac{C_{ann, tot}}{RF(i, R_{proj})}$$

$$C_{npc} = C_{rep} - C_{o\&m} - C_s$$

dengan $C_{ann, tot}$: total biaya tahunan (\$/tahun); $RF(i, R_{proj})$: faktor pemulihan modal; i : tingkat bunga (%); R_{proj} : umur/ masa manfaat proyek (tahun); C_{rep} : biaya total penggantian; $C_{O\&M}$: biaya total operasi dan perawatan; dan C_s : total salvage.

4. KESIMPULAN

Dari simulasi menggunakan software HOMER dan analisa untuk perencanaan pembangunan pembangkit listrik yang terbaharui di Desa Kolo, Kec. Asakota, Kota Bima, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Daerah tersebut terdapat sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan dengan mengolahnya menjadi energi listrik yang terbaharukan dan ramah lingkungan, sehingga dengan begitu maka keperluan dari energi listrik di daerah tersebut dapat dipenuhi untuk menopang laju perkembangan dari keadaan setempat yang sampai saat ini belum terjangkau oleh pasokan listrik.
2. Dari hasil perhitungan menggunakan perangkat lunak HOMER, maka didapatkan hasil bahwa perencanaan pembangunan system yang tepat dengan beban total pertahun 2424,25 kWh/tahun yaitu dengan nilai NPC:
 - a. Sistem menghabiskan dana Rp 9.993.555.000,00.
 - b. Energi listrik dapat di jual dengan harga Rp 431,37 /kWh.
 - c. Biaya operasional Rp 390.296.400,00.
 - d. Energi yang di dihasilkan PV Panel: 643,009 kWh/yr dan Turbin Agin: 632,357 kWh/yr.
 - e. Kelebihan energi sebesar 142.014 kWh/tahun.
3. Perangkat lunak HOMER dapat digunakan untuk mensimulasikan perencanaan pembuatan system pembangkit energi listrik dengan meninjau segi teknis dan ekonomis.
- 4.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “TRANSISI ENERGI DI INDONESIA : OVERVIEW & CHALLENGES,” 2023. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/374417692>
- [2] Badan Pusat Statistik Indonesia, “statistik-indonesia-2021,” 2021, Accessed: Jul. 06, 2024. [Online]. Available: pst@bps.go.id
- [3] N. H. Alzuabi and S. Sh Alanzi, “Feasibility study of hybrid renewable energy systems for off-grid electrification in Kuwait’s rural national park reserve,” *International Journal of Sustainable Energy*, vol. 43, no. 1, 2024, doi: 10.1080/14786451.2024.2353369.
- [4] A. E. Setyono and B. F. T. Kiono, “Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050,” *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 2, no. 3, pp. 154–162, Oct. 2021, doi: 10.14710/jebt.2021.11157.
- [5] T. Potensi dan Kebijakan Energi Surya di Indonesia, F. Afif dan, and A. Martin, “43,” vol. 6, no. 1, pp. 43–52, 2022.
- [6] M. Dada and P. Popoola, “Recent advances in solar photovoltaic materials and systems for energy storage applications: a review,” *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, vol. 12, no. 1. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, Dec. 01, 2023. doi: 10.1186/s43088-023-00405-5.
- [7] N. Sartika, A. N. R. Fajri, and L. Kamelia, “PERANCANGAN DAN SIMULASI SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ATAP PADA MASJID JAMI’ AL-MUHAJIRIN BEKASI,” *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 25, no. 1, pp. 1–9, Feb. 2023, doi: 10.14710/transmisi.25.1.1-9.
- [8] T. E. K. Zidane *et al.*, “Grid-Connected Solar PV Power Plants Optimization: A Review,” *IEEE Access*, vol. 11. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., pp. 79588–79608, 2023. doi: 10.1109/ACCESS.2023.3299815.
- [9] BPS Kota Bima, “KOTA BIMA DALAM ANGKA 2022,” 2022. Accessed: Jul. 06, 2024. [Online]. Available: <https://bimakota.bps.go.id>
- [10] BPS Kota Bima, “Kecamatan Asakota Dalam Angka 2022,” 2022. Accessed: Jul. 06, 2024. [Online]. Available: <https://bimakota.bps.go.id>