

Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTB dan PLTS) Menggunakan Aplikasi HOMER (Studi Kasus di Gunung Ahuawali)

Muhammad Fiqran Rusydi¹, Mansur², Abdul Djohar³, Mustarum Musaruddin⁴,

Agustinus Lolok⁵, Ahmad Nur Aliansyah⁶, Indrayati Galugu⁷, Asminar⁸

¹⁻⁸ Jurusan Teknik Elektro, Universitas Halu Oleo

Copresponent Author : mansur_naufal@yahoo.com

ABSTRACT — wind and solar energy are two renewable energy sources being developed in Indonesia to address the increasing electricity demand. However, fossil fuel sources are limited. Hybrid system emerge as a suitable alternative by harnessing both energy sources. This research aims to design a hybrid power generation system (wind and solar) using HOMER software. The research result indicate that the configuration of the hybrid power generation system (wind and solar) yields a electricity production of 164,707 kwh/year with 7 wind turbines, 340 solar panels, 84 batteries, and a 30 kw converter. The total Net Present Cost (NPC) is Rp.10.758.260.000, with a Cost of Energy (COE) of Rp.6.866 and Operating Cost of Rp.752.416.000.

Keyword — Wind, Solar, HOMER

ABSTRAK — Energi angin dan matahari adalah dua sumber energi terbarukan yang tengah dikembangkan di Indonesia untuk mengatasi kebutuhan listrik yang terus meningkat. Namun, sumber energi fosil terbatas. Sistem hybrid, menjadi alternatif yang tepat dengan memanfaatkan kedua sumber energi tersebut. Penelitian ini bertujuan merancang sistem pembangkit hybrid (angin dan matahari) menggunakan perangkat lunak HOMER. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTB dan PLTS) dengan hasil produksi listrik sebesar 164,707 KWh/tahun dengan 7 buah turbin angin, panel surya 340 unit, 84 baterai dan 30 kW converter. Dengan total *Net Present Cost* (NPC) sebesar Rp.10.758.260.000, dengan *Cost of Energy* (COE) sebesar Rp.6.866 dan *Operating Cost* sebesar Rp.752.416.000.

Kata Kunci — Angin, Matahari, HOMER

I. PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia, termasuk energi listrik. Pemanfaatan energi ini dapat ditemui di berbagai sektor, seperti rumah tangga, industri, penerangan jalan, dan sebagainya. Saat ini, manusia mengandalkan sumber energi fosil seperti gas alam, batu bara, dan minyak bumi. Namun, energi fosil ini memiliki keterbatasan dan tidak dapat diperbarui karena membutuhkan waktu yang sangat lama[1].

Untuk mengantisipasi kemungkinan krisis energi, salah satu langkah yang dapat diusulkan adalah mengadopsi

penggunaan Energi Baru Terbarukan (EBT). Energi baru terbarukan memiliki potensi besar untuk mengatasi permasalahan semakin berkurangnya energi fosil dari tahun ke tahun[2].

Dengan menggunakan energi baru terbarukan, kita dapat merancang sistem pembangkit listrik tenaga hybrid yang mengombinasikan Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB) dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), yang akan disusun menggunakan aplikasi HOMER (*Hybrid Optimization Model for Electric Renewable*). HOMER adalah perangkat lunak yang sangat populer untuk menganalisis sistem pembangkit hybrid dalam skala kecil. Perangkat lunak ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan alternatif lainnya, termasuk kemampuannya untuk mengidentifikasi konfigurasi sistem teroptimal berdasarkan pada Net Present Cost (NPC), kemampuan untuk melakukan analisis sensitivitas terhadap sumber energi primer pembangkit, dan kemampuan untuk merinci komponen-komponen pembangkit[3].

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan sebuah sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan energi matahari sebagai sumber daya, mengubahnya menjadi energi listrik melalui modul fotovoltaik. PLTS termasuk dalam kategori sumber energi hijau, sehingga merupakan pembangkit energi terbarukan yang efisien, andal, dan mampu memenuhi kebutuhan listrik. PLTS menggunakan sinar matahari untuk menghasilkan listrik dalam bentuk arus searah (DC), yang kemudian dapat diubah menjadi arus bolak-balik (AC) sesuai kebutuhan. Beberapa komponen umum yang digunakan dalam PLTS mencakup panel surya (photovoltaic), inverter, baterai, dan charge controller[4].

B. Inverter

Inverter adalah perangkat yang berperan dalam mengubah tegangan listrik searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC), yang merupakan jenis daya listrik yang disalurkan ke industri dan rumah melalui jaringan listrik utama[5].

C. Baterai

Baterai adalah komponen kunci dalam sistem PLTS karena berfungsi sebagai penyimpanan energi, yang memungkinkan penggunaan listrik saat panel surya tidak menghasilkan energi, seperti pada malam hari atau cuaca mendung. Selain itu baterai juga berperan dalam menjaga kestabilan tegangan keluaran ke sistem. Kualitas dan kinerja baterai sangat memengaruhi efisiensi dan keandalan dari seluruh sistem PLTS[5].

D. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) merupakan sistem pembangkit listrik yang mengubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik melalui turbin. Energi mekanik ini kemudian dikonversi menjadi energi listrik melalui generator, dimana kecepatan angin digunakan untuk menggerakkan turbin. PLTB adalah salah satu sumber energi terbarukan yang efisien dan ramah lingkungan, menghasilkan listrik dengan cara tersebut[6]

E. Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTB dan PLTS)

Sistem pembangkit hybrid adalah gabungan dua sumber energi yang dipakai untuk memberikan daya kepada beban. Artinya, sistem ini dibuat untuk menciptakan energi dengan memakai dua sumber energi yang berbeda. Pembangkit hybrid menawarkan tingkat keandalan tinggi, efisiensi optimal, tidak mencemari lingkungan, dan biaya operasional yang rendah[7].

Pembangkit jenis hybrid dikenal lebih efisien dibandingkan dengan pembangkit lain yang hanya mengandalkan satu jenis sumber energi. Sebagai contoh, ketika menggunakan tenaga angin, kita tahu bahwa kecepatan angin sering berubah-ubah dan tidak stabil, sehingga daya keluaran menjadi tidak konsisten. Selain itu, daya yang dihasilkan akan tergantung pada energi angin semata. Namun, dengan menggabungkan jenis pembangkit lain, seperti tenaga surya, kita dapat memastikan bahwa daya yang dihasilkan akan lebih maksimal. Hal ini dikarenakan Indonesia terletak di garis katulistiwa, yang membuat iklimnya menjadi iklim tropis, dan energi matahari melimpah. Oleh karena itu, kita dapat memanfaatkan dua jenis sumber energi ini secara bersamaan dengan biaya yang relatif rendah.

F. HOMER

Homer (*Hybrid Optimization Model for Energy Renewable*) adalah sebuah perangkat lunak yang dipergunakan untuk mengoperasikan model sistem pembangkit listrik skala kecil (micropower). Fungsinya adalah untuk memudahkan evaluasi desain sistem pembangkit listrik berbagai jenis, baik yang terhubung ke jaringan listrik maupun yang mandiri. Perangkat lunak ini menjalankan perhitungan keseimbangan energi untuk setiap konfigurasi sistem yang dipertimbangkan dan menentukan konfigurasi yang optimal. Proses ini melibatkan pengecekan apakah konfigurasi tersebut dapat memenuhi kebutuhan listrik dalam kondisi yang telah ditentukan, serta melakukan

estimasi biaya modal, biaya penggantian, biaya operasi dan pemeliharaan, biaya bahan bakar, dan bunga[8].

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Gunung Ahuawali, yang terletak di Kecamatan Puriala, Kabupaten Konawe, Sulawesi Tenggara. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 10 November – 10 Desember 2023

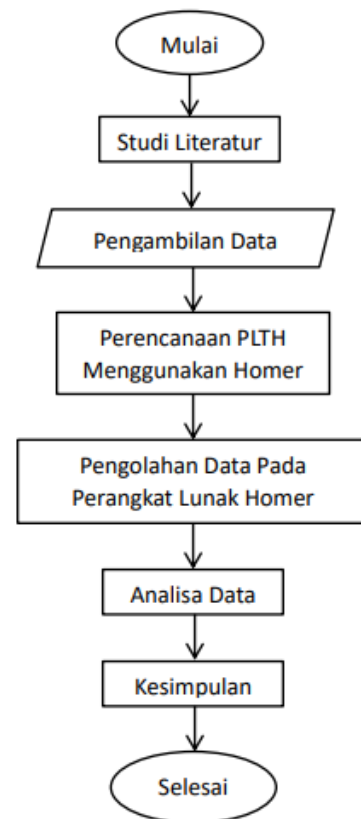
B. Alat dan bahan

Adapun alat dan bahan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Laptop
- b. *Software* HOMER
- c. Anemometer (Misol WH-53000-1)
- d. Luxmeter
- e. GPS (Global Possition System)

C. Alur penelitian

Adapun alur penelitian ini adalah sebagai berikut



Gambar 1. Alur Penelitian

IV. HASIL PENELITIAN

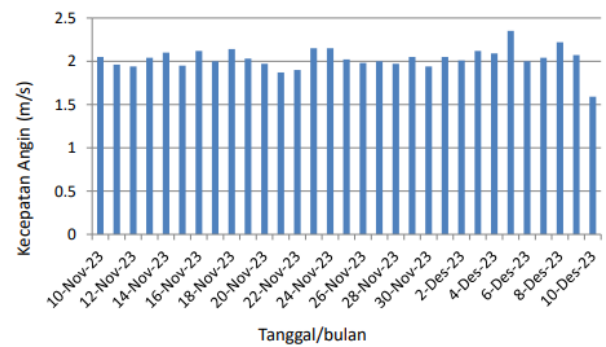
Penelitian ini dilakukan di Gunung Ahuawali berada di Kecamatan Puriala. Kabupaten Konawe, Sulawesi Tenggara. Lokasi pengambilan data kecepatan angin dan radiasi matahari berada pada ketinggian ± 300 mdpl, dengan

titik koordinat -4.044587, 122.100235. Adapun nilai rata-rata kecepatan angin dan radiasi matahari seriap hari hasil pengukuran langsung adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Rata-Rata Kecepatan Angin Setiap Hari Hasil Pengukuran Langsung Selama 1 Bulan

Tanggal	Rata-Rata Kecepatan Angin (m/s)
10 November 2023	2,05
11 November 2023	1,96
12 November 2023	1,94
13 November 2023	2,04
14 November 2023	2,1
15 November 2023	1,95
16 November 2023	2,12
17 November 2023	2
18 November 2023	2,14
19 November 2023	2,03
20 November 2023	1,97
21 November 2023	1,87
22 November 2023	1,9
23 November 2023	2,15
24 November 2023	2,15
25 November 2023	2,02
26 November 2023	1,98
27 November 2023	2
28 November 2023	1,97
29 November 2023	2,05
30 November 2023	1,94
01 Desember 2023	2,05
02 Desember 2023	2,01
03 Desember 2023	2,12
04 Desember 2023	2,09
05 Desember 2023	2,35
06 Desember 2023	2
07 Desember 2023	2,04
08 Desember 2023	2,22
09 Desember 2023	2,07
10 Desember 2023	1,59
Rata-Rata 1 Bulan	2,02

Kemudian, apabila di tampilkan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Rata-Rata Kecepatan Angin Dalam 1 Bulan Berdasarkan Hasil Pengukuran Langsung

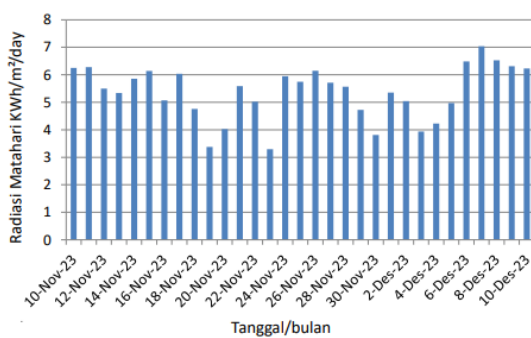
Hasil pengukuran yang dilakukan selama 1 bulan diketahui bahwa rata-rata kecepatan angin adalah 2,02 m/s. Kecepatan angin paling tinggi dalam pengukuran ini adalah 2,35 m/s yang terjadi pada tanggal 5 Desember 2023.

Tabel 2. Rata-Rata Radiasi Matahari Setiap Hari Hasil Pengukuran Langsung Selama 1 Bulan

Tanggal	Rata-Rata Radiasi Matahari (KWh/m ² /day)
10 November 2023	6.246
11 November 2023	6.277
12 November 2023	5.493
13 November 2023	5.338
14 November 2023	5.858
15 November 2023	6.138
16 November 2023	5.065
17 November 2023	6.036
18 November 2023	4.759
19 November 2023	3.378
20 November 2023	4.028
21 November 2023	5.589
22 November 2023	5.019
23 November 2023	3.297
24 November 2023	5.945
25 November 2023	5.745
26 November 2023	6.144
27 November 2023	5.712
28 November 2023	5.564
29 November 2023	4.723
30 November 2023	3.814
01 Desember 2023	5.349

02 Desember 2023	5.037
03 Desember 2023	3.938
04 Desember 2023	4.223
05 Desember 2023	4.969
06 Desember 2023	6.484
07 Desember 2023	7.035
08 Desember 2023	6.525
09 Desember 2023	6.314
10 Desember 2023	6.231
Rata-Rata 1 Bulan	5.364

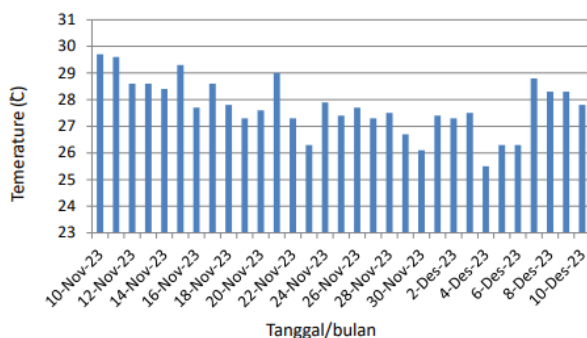
Kemudian, apabila di tampilkan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Rata-Rata Radiasi Matahari Dalam 1 Bulan Berdasarkan Hasil Pengukuran Langsung

Hasil pengukuran yang dilakukan selama 1 bulan diketahui bahwa rata-rata radiasi matahari adalah 5.364 KWh/m²/day. Radiasi matahari paling tinggi dalam pengukuran ini adalah 7.035 KWh/m²/day yang terjadi pada tanggal 7 Desember 2023.

Data rata-rata temperature udara (°C) diperoleh hasil pengukuran langsung selama 1 bulan.



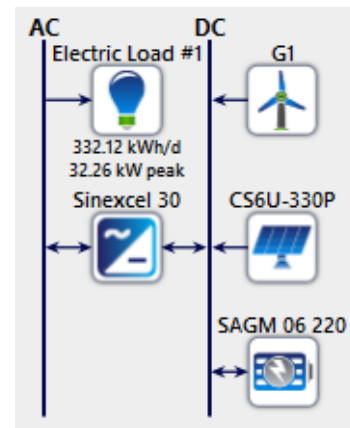
Gambar 4. Rata-Rata Temperatu Udara Dalam 1 Bulan Berdasarkan Hasil Pengukuran Langsung

Hasil pengukuran yang dilakukan selama 1 bulan diketahui bahwa temperature udara yaitu 25-29°C. Untuk temperature udara tertinggi teradi pada tanggal 10 November 2023.

V. PEMBAHASAN

A. Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTB - PLTS)

Desain yang dibuat untuk simulasi pada software HOMER dengan komponen Turbin Angin, PV, Baterai dan Konverter. Gambar 1. Merupakan tampilan desain PLTH pada HOMER.



Gambar 5. Tampilan Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTB - PLTS) Pada HOMER

B. Beban

Perencanaan ini disimulasikan untuk memenuhi kebutuhan listrik di Desa Ahuawali,

Tabel 3. Kebutuhan Daya Listrik Desa Ahuawali

Fasilitas	Jumlah Unit	Kebutuhan Listrik (W)	Total Listrik dibutuhkan (W)
Rumah	112	900	100.800
Masjid	1	900	900
Sekolah Dasar	1	900	900
Kantor Desa	1	900	900
Total			103.500

C. Komponen Utama Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTB - PLTS)

Komponen utama sistem pembangkit listrik tenaga hybrid terdiri dari Turbin angin, *Photovoltaic*, Baterai, dan Konverter.

➤ Turbin Angin

Turbin Angin yang digunakan dalam penelitian ini adalah turbin angina Generic 1 KW. Tabel 4. Menunjukkan spesifikasi turbin angin yang digunakan.

Tabel 4. Spesifikasi Turbin Angin

Spesifikasi	Keterangan
Model	Generic 1 kW
Out Power	100 W
Star Up Wind speed	2,0 m/s
Generator Type	3 Phase
Number of Blade	3 Blade
Diameter	1.25 m
Weight of System	6 – 8 m
Height of Pole	22 Kg
Total	7 turbin angin

(Sumber: homerenergy.com)

➤ *Photovoltaic*

Photovoltaic yang digunakan dalam penelitian ini adalah CanadianSolar MaxPower CS6U-330P. Tabel 5. Menunjukkan spesifikasi *Photovoltaic* yang digunakan.

Tabel 5. Spesifikasi Photovoltaic

Spesifikasi	Keterangan
Model	CanadianSolar MaxPower CS6U-330P
Out Put Power (Pmax)	330 W
Max Power Voltage (vpm)	37,2 V
Max Power Current (Imp)	8,88 A
Open Circuit Voltage (Voc)	45,6 V
Short Circuit Current (Isc)	80 A
Efficiency	16%
Weight	22,4 Kg
Dimension	1960 × 992 × 40 mm
Total	240 panel

(Sumber: homerenergy.com)

➤ Baterai

Baterai yang digunakan dalam penelitian ini adalah baterai Trjon SAGM 06 220. Tabel 6. Menunjukkan spesifikasi baterai yang digunakan.

Tabel 6. Spesifikasi Baterai

Spesifikasi	Keterangan
Model	Trojan SAGM 06 220
Nominal Capacity	241 Ah
Energi (Kwh)	1.45 Kwh
Efficiency	85%
Weight'LBS (kg)	70 (32)
Dimension	262 × 179 × 273
Internal Resistance (mΩ)	1,9
Operating Temperature	-20°C to 50°C
Maximum Charge Current (A)	20% of C20
Total	84 buah

(Sumber: homerenergy.com)

➤ Konverter

Konverter yang digunakan dalam penelitian ini adalah konverter Sinexcel dengan kapasitas 30 KW. Tabel 7. Menunjukkan spesifikasi konverter yang digunakan.

Tabel 7. Spesifikasi Konverter

Spesifikasi	Keterangan
Model	Sinexcel 30 KW
Ratted Power	30 KW
Maximum Power	33 KW
Frequensi	50 Hz
Efficiency	95%
Wieght – Unpacked	43 kg
Dimension	440 × 173 × 596

(Sumber: homerenergy.com)

D. Biaya Komponen Sistem

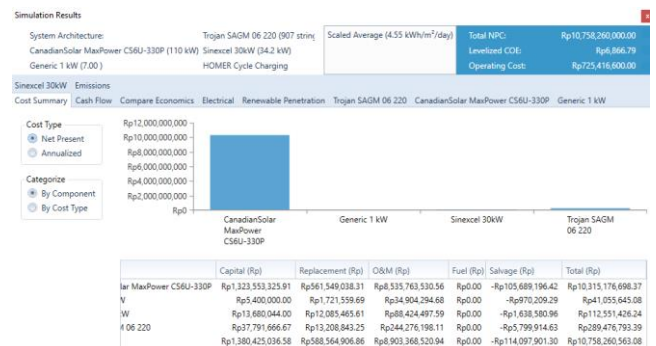
Berikut adalah parameter biaya yang diinput pada perangkat lunak HOMER untuk sistem Turbin Angin, Photovoltaic, Baterai, dan Konverter, yang terdiri dari biaya modal, biaya penggantian komponen, dan biaya operasional dan manajemen (O&M). Anda dapat melihat detailnya pada Tabel 8.

Tabel 8. Parameter Biaya Komponen Sistem PLTH

Komponen	Modal (Rp)	Biaya Pengganti (Rp)	O&M (Rp)
Turbin Angin	5.400.000	5.400.000	2.700.000
Photovoltaic	3.976.000	3.976.000	1.983.500
Baterai	3.500.000	3.500.000	1.750.000
Konverter	12.000.000	12.000.000	6.000.000

E. Hasil Simulasi Sistem Pembangkit Hybrid PLTB-PLTS

Pada sistem pembangkit hybrid PLTB-PLTS dengan konfigurasi 7 unit turbin angin, PV 240 unit, baterai 84 buah, dan konverter 30 KW didapatkan hasil seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil Simulasi Sistem Pembangkit Hybrid

Dari hasil simulasi didapatkan total *Net Present Cost* (NPC) sebesar Rp.10.758.260.000 dengan *Cost of Energy* (COE) sebesar Rp.6.866 dan *Operating Cost* sebesar Rp.725.416.600.

F. Total Energi Listrik

Total energi listrik yang dihasilkan dari system pembangkit listrik tenaga hybrid dapat dilihat pada gambar 7. Berikut ini.

Production	kWh/yr	%	Consumption	kWh/yr	%
CanadianSolar MaxPower CS6U-330P	164,360	99.8	AC Primary Load	121,192	100
Generic 1 kW	347	0.2	DC Primary Load	0	0
Total	164,707	100	Deferrable Load	0	0
			Total	121,192	100

Gambar 7. Hasil Produksi Listrik

Pada gambar 7. Dapat dilihat bahwa produksi energi listrik pada panel surya mencapai 164,360 KWh/tahun dalam memproduksi energy listrik tahunan dan dari turbin angin 347 KWh/tahun dalam memproduksi energi listrik. Berdasarkan hasil tersebut total produksi energi listrik dari panel surya lebih besar dibandingkan turbin angina disebabkan karena komponen pada panel surya yang terpasang jumlah daya keluarannya lebih besar.

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, berikut adalah beberapa kesimpulan yang dapat ditarik:

- A. Total energi listrik yang dihasilkan dari sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTB - PLTS) yang direncanakan dapat memenuhi kebutuhan energi listrik di Desa Ahuawali. Dengan rata-rata radiasi matahari sebesar 5,364 KWh/m²/hari dan rata-rata kecepatan angin sebesar 2,02 m/s.
- B. Berdasarkan hasil simulasi HOMER, didapatkan hasil konfigurasi sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTB - PLTS) yaitu produksi listrik sebesar 164,707 KWh/tahun dengan 7 buah turbin angin, panel surya 240 unit, 84 baterai dan 30 KW converter. Dengan total Net Present Cost (NPC) sebesar Rp.10.758.260.000 dengan, Cost of Energy (COE) sebesar Rp.6.866 dan Operating Cost sebesar Rp.725.416.600

VII. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, berikut adalah beberapa saran yang perlu dipertimbangkan untuk penelitian selanjutnya guna mendapatkan hasil yang optimal:

- A. Diharapkan melakukan studi lebih lanjut dalam mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam penelitian.
- B. Diharapkan menentukan model penelitian dengan sistem On-grid supaya tidak memakan banyak biaya investasi atau modal awal dari pembelian baterai untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan dari sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Afidah, Yushardi, and Sudarti (2023). *Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu dengan Turbin Angin Sumbu Vertikal di Kecamatan Sangkapura Kabupaten Gresik*. 7(1), 8–14.
- [2] U. M. Devrifqi and M. I. Mowaviq (2021). *Rancang Bangun Pembangkit Hybrid Tenaga Angin Dan Surya Dengan Penggerak Otomatis Pada Panel*.
- [3] M. N. Huda and I. H. Kurniawan (2023). *Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (Tenaga Angin Dan Tenaga Surya) Di Daerah Widuri Kabupaten Pemalang Menggunakan Perangkat Lunak Homer*
- [4] A.Pratama, K. B. Adam and J, Raharjo (2022). *Simulasi Optimasi Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida Di Pulau Nusa Penida*.
- [5] R. P. Simamora, Handarto, and M. Saukat (2019). *Analisis Potensi Energi Angin Dan Analisis Teknik Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Untuk Membangkitkan Energi Listrik (Studi kasus di Gunung Kincir , Desa Ciheras Kecamatan Cipatujah Kabupaten Tasikmalaya)*.
- [6] S. W. Widyawati Putri, G. Marausna, and E. E. Prasetyo (2022). *Analisis Pengaruh intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Pada PAnel Surya*.
- [7] Harminin and T. Nurhayati (2018). *Pemodelan Sistem Pembangkit Hybrid Energi Solar Dan Angin* 28–32.
- [8] L. Raji, Y. I. Zhigilla ans J. Wadai (2021). *Using Homer Software for Cost Analysis of Stand-Alone Power Generation for Small Scale Industry in Nigeria : A Case Study Lumatec Aluminium Products*.
- [9] A. Bachtiar, and W. Hayattul (2018) *Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin* 35–45
- [10] AS/NZS.4509.2010, "Stand alone power sistem - Part 2 : System design of New Zealand Electricity (Safety) Regulations 2010 (SR," vol 2, 2010
- [11] A. Soba, V. A. Suoth, and H. S. Kolibu (2019) *Optimasi Kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) di Pulau Bunaken Menggunakan Software HOMER*.
- [12] Ir . A I. Agung , M. Widyartono , A. C. Hermawan (2021). *Penerapan Pembangkit Listrik Hybrid Sebagai Penggerak Kincir Angin Pada Tambak Udang*.
- [13] J. P. Dunlop, *Batteries and Charge Control in Stand-Alone Photovoltaic Systems Batteries and Charge Control in Stand-Alone Photovoltaic Systems Fundamentals and Application*.
- [14] M. A. Matin, A. Deb, and A. Nasir (2013) "Optimum Planning of Hybrid Energy System using HOMER for Rural Electrification. 45–52
- [15] Mansur, S. Manjang, A. Arief, and Y. S. Akil (2020). *Feasibility Study for Development of Micro Grid System in Rural Island*. 22–26
- [16] Mansur, S. Manjang, A. Arief, and Y. S. Akil (2021). *Hybrid Renewable Energy Generation Planning for Isolated Microgrid in Indonesia With Metaheuristic Approach*. 45–50
- [17] Mansur, S. Manjang, A. Arief, and Y. S. Akil (2023). *Optimal Hybrid Renewable Energy Generation Planning Based on BSG-starcraft Radius Particle Swarm Optimization*. 82–87