

## **NASKAH PUBLIKASI TUGAS AKHIR**

### **ANALISA POTENSI SUMBER DAYA ANGIN DAN SURYA SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRID (PLTH) BERBASIS APLIKASI HOMER DI PANTAI INDRAYANTI, GUNUNGKIDUL**

Analysis Of The Potential Of Wind And Solar Resources As A Hybrid Power Plant (PLTH)  
Based On Homer Application In Indrayanti Beach, Gunungkidul

Hafiz Zuhri

#### **ABSTRACT**

*Electricity is a very necessary source of energy for human life. The increase in electricity consumption in Indonesia also impact the reduction of fossil energy and the needed improvement in power plants owned by Indonesia. The solution is to utilize new renewable energy sources. New Renewable energy Potential (EBT) in Indonesia is very complete, ranging from water, earth to sky. The government of Indonesia has targeted the utilization of renewable energy (EBT) into a source of electrical energy by 23% in the year 2025. This research uses pure research methods. The Data in this research is determined by purposive sampling technique, which is a sampling technique that does not provide the same opportunity in each population to be used as a sample of research and set specific characteristics in accordance with the research objectives. As well as the data that this research uses is secondary data from locations located on Indrayanti Beach means that the data captured is acquired or gathered from various sources. The results and analyses on the planning of the PLTH system were simulated in the HOMER application, aiming to facilitate the electricity energy needs of 150 houses. From the results of the calculations that have been simulated by HOMER recorded the total needs of electricity energy consumption of 945.54 kWh/day, the average electrical load per hour 39.4 kWh and the possible peak loads that can occur within 1 year 100.81 kWp, Load factor recorded at 0.39. The design of the HOMER system uses an off-grid system configuration with a combination of 12 wind turbine capacity of 6 kW DC, 280 solar panels with a capacity of 0.3 kW, 570 battery capacity of 1,425 Ah, and a 125 kW converter. From HOMER's simulation with the optimal configuration of the author's choice this PLTH system can produce a total energy of 509.052 kWh/year. With AC load consumption of 345.121 kWh/year. Excess electricity or excess electrical energy from this plant is 130.173 kWh/year. The cost of the investment or Net Present Cost (NPC) PLTH is US \$1.191.534, operating cost (\$/yr) or maintenance with operations is US \$13.344.46/year.*

*Keywords: hybrid power plant, HOMER, renewable energy, LAPAN, south coast of Java Island*

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang terkenal akan keanekaragaman dan kekayaan sumber daya alamnya yang melimpah terutama dibidang energi. Energi listrik saat ini menjadi salah satu kebutuhan dasar bagi masyarakat disebabkan oleh perkembangan teknologi yang sangat memerlukan listrik. Sumber energi listrik yang dimiliki Indonesia 90% masih menggunakan energi fosil, sedangkan energi fosil itu sendiri tidak bisa diperbarui. Dengan kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat dan sumber energi yang digunakan sekarang semakin berkurang, Indonesia dapat memanfaatkan energi terbarukan yang tersedia di seluruh wilayah Indonesia.

Energi terbarukan ialah energi yang dapat dipulihkan kembali dengan sendirinya, serta proses yang terjadi secara berkelanjutan. Energi ini diperoleh dari sumber daya energi yang alami yang tidak akan habis dan akan berkelanjutan bila di proses dengan benar. Potensi Energi Baru Terbarukan (EBT) di Indonesia sangat lengkap, mulai dari air, bumi hingga langit. Pemerintah Indonesia telah menargetkan pemanfaatan energi baru terbarukan (EBT) menjadi sumber energi listrik sebesar 23% di tahun 2025. Total potensi dari keenam energi terbarukan tersebut sekitar 441,7 GW namun yang terealisasi hingga sekarang sebesar 8,89 GW atau 2% dari potensi.

Salah satu energi terbarukan yang sangat berpotensi di Indonesia adalah sumber daya bayu atau angin. Sumber energi angin memiliki potensi yang cukup besar di Indonesia, karena memiliki garis pantai yang panjang dan membentang dari ujung pulau Sumatera hingga pulau Papua. Selain itu Indonesia juga memiliki sumber daya terbarukan yang sangat banyak pada sumber daya mataharinya atau surya dikarenakan Indonesia berada di jalur khatulistiwa yang matahari bersinar sepanjang tahunnya.

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan di atas, akan melakukan penelitian dengan judul: “Analisa potensi sumber daya angin dan surya sebagai pembangkit listrik tenaga hibrid (PLTH) berbasis aplikasi HOMER di pantai Indrayanti, Gunungkidul”. Dengan perangkat lunak HOMER ini dapat diperoleh sistem PLTH yang paling optimal dari berbagai sumber daya energi terbarukan yang mungkin bisa diterapkan. HOMER sendiri dapat mensimulasikan dan mengoptimalkan sistem dari pembangkit listrik baik *stand-alone* ataupun *grid connected* yang dapat terdiri dari kombinasi turbin angin, *photovoltaic*, mikrohidro, biomassa, generator, microturbin, *fuel-cell*, baterai, dan penyimpanan hidrogen, melayani beban listrik maupun termal. Dengan HOMER dapat diperoleh hasil yang paling optimal dari sumber-sumber energi terbarukan yang diterapkan. HOMER memberikan pilihan berbagai jenis beban dan komponen yang akan digunakan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

## TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui mekanisme sistem PLTH dalam mengubah energi angin dan energi surya menjadi energi listrik. Berdasarkan rumusan masalah diatas penelitian ini memiliki tujuan khusus sebagai berikut:

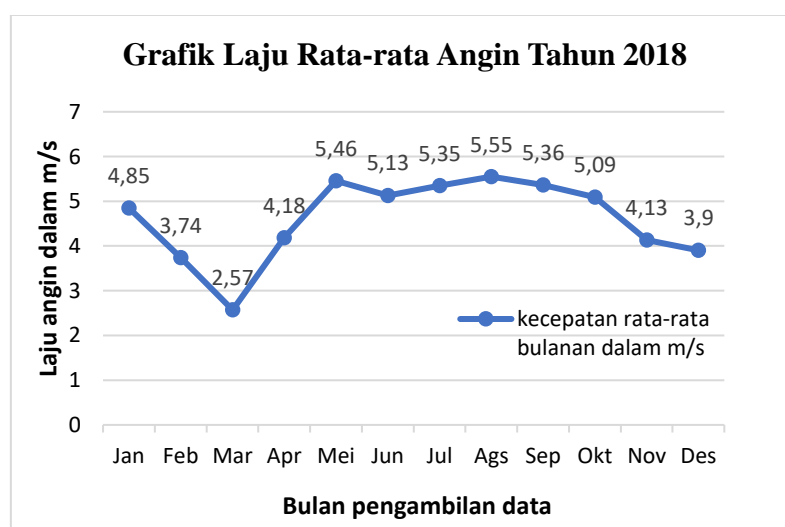
1. Untuk mengetahui potensi laju angin di pantai Indrayanti.
2. Untuk mengetahui potensi iradiasi matahari di pantai Indrayanti.
3. Memperoleh hasil simulasi Homer dalam perancangan sistem PLTH pantai Indrayanti.
4. Memperoleh data potensi energi listrik yang dihasilkan PLTH di pantai Indrayanti.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam proses analisis potensi dan perancangan sistem PLTH ini diambil berdasarkan data dan kebutuhan dari lokasi penelitian yang telah ditentukan. Data yang digunakan pada penelitian ini berupa nilai laju angin dan iradiasi matahari yang diambil dari data sekunder yang di targetkan untuk perencanaan PLTH di lokasi tersebut. Untuk mendapatkan hasil dalam penelitian ini maka digunakan perangkat lunak HOMER sebagai alat bantu perhitungan otomatis yang berkaitan dengan hitung-hitungan sesuai dengan rumus yang ada. Berdasarkan hasil perolehan data dan perhitungan maka akan dilakukan perencanaan kapasitas pembangkit, pemilihan spesifikasi komponen, perencanaan teknis sistem.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

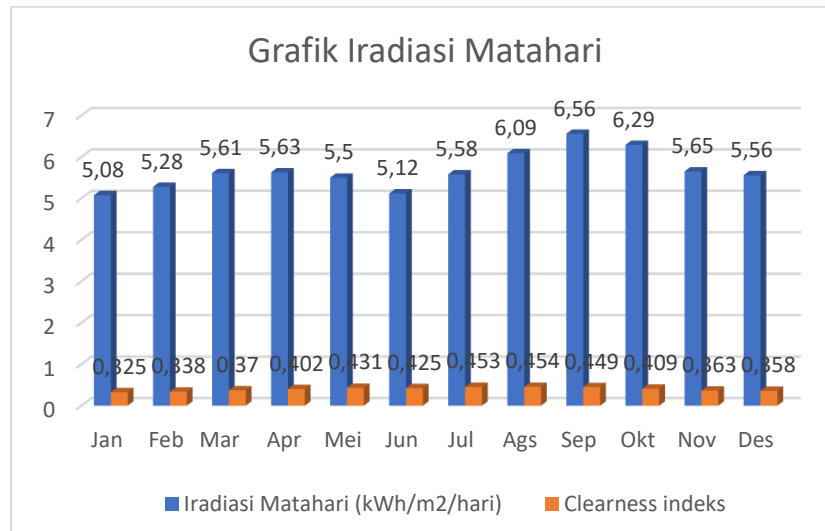
### 1. Data Kecepatan Angin Dan Iradiasi Matahari



Grafik Laju rata-rata Angin Tahun 2018 di Daerah Sekitar Pantai Indrayanti

(Sumber: NASA POWER Tahun 2018)

Berdasarkan data dari NASA POWER pada tabel dan grafik di atas, penulis mendapatkan laju rata-rata angin setiap bulan sepanjang tahun 2018. Laju rata-rata angin pada daerah sekitar kawasan pantai Indrayanti sepanjang tahun 2018 adalah 4,60 m/s.



Grafik Iradiasi Matahari di Daerah Sekitar Pantai Indrayanti

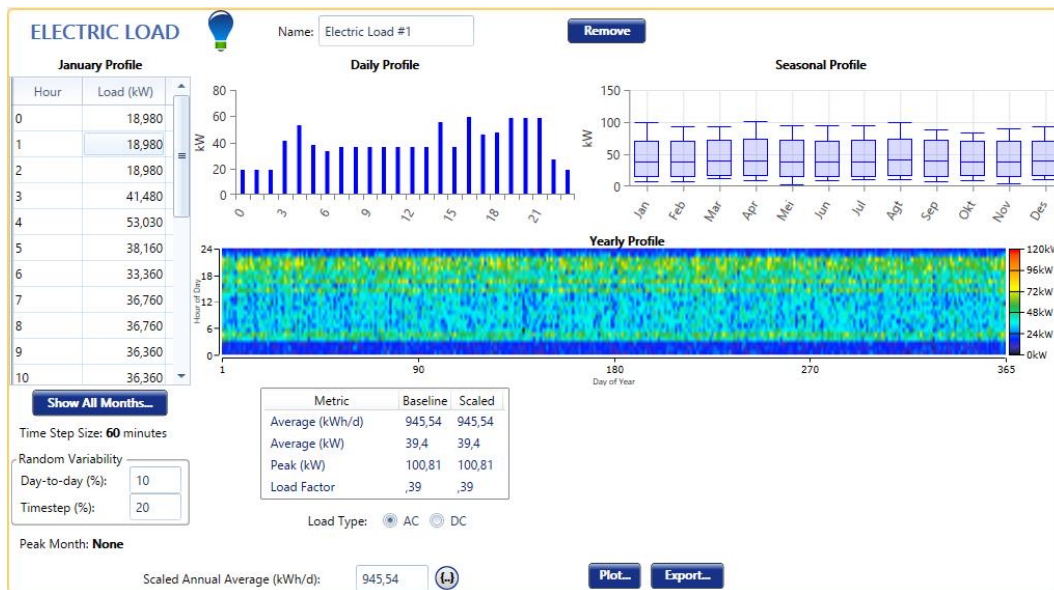
(Sumber: NASA POWER Tahun 2018)

Grafik diatas merupakan data harian iradiasi matahari dan *clearness index* yang dibutuhkan sebagai nilai sumber energi matahari yang akan digunakan untuk perancangan sistem PLTH di pantai Indrayanti menggunakan aplikasi Homer.

## 2. Perancangan Electric Load

Pada aplikasi HOMER beban yang dibutuhkan merupakan data daya aktif harian. Dalam sistem Pembangkit ini diasumsikan *random variability* harian atau (*Day-to-day*) 10% dengan (*Time-step-to-time-step*) sebesar 20% sesuai dengan ketentuan awal yang ada dalam HOMER. Berdasarkan data yang telah didapatkan, *input* beban daya aktif harian rata-rata penggunaan energi listrik sebesar 945,54 kWh/hari, rata-rata beban listrik tiap jam 39,4 kWh dan kemungkinan beban puncak yang dapat terjadi dalam kurun waktu 1 tahun 100,81 kWp, faktor beban yang tercatat sebesar 0,39. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut.

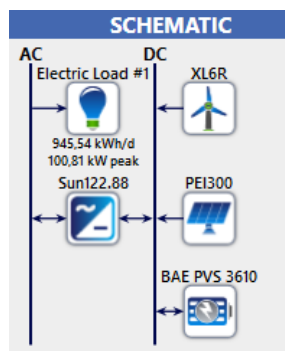
Pada sisi kiri gambar merupakan data penggunaan energi listrik per jam di setiap bulannya sepanjang tahun 2018 yang diambil dari data yang telah dikumpulkan sebelumnya. Nantinya data penggunaan energi listrik ini akan menjadi pertimbangan dalam pemilihan komponen-komponen yang digunakan pada PLTH pantai Indrayanti agar dapat melayani semua permintaan energi listrik selama 1 tahun.



Perancangan *electric load* di HOMER

(Sumber: HOMER)

### 3. Desain Teknis PLth Di Homer



Pemodelan sistem PLTH

(Sumber: HOMER)

Pada gambar terlihat *schematic* dari PLTH pantai Indrayanti dengan beban energi listrik sebesar 945,54 kWh/tahun. Pada gambar 4.9 juga terdapat skema serta komponen-komponen telah tersedia di Homer. Komponen yang akan digunakan seperti turbin angin dengan tipe *XL6R* , panel surya dengan tipe *PEI300*, baterai dengan tipe *BAE PVS 3610* dan *inverter Sun 122.88*. komponen-komponen tersebut merupakan komponen yang paling baik dari sekian variasi yang dapat dikombinasikan pada aplikasi Homer dalam perancangan PLTH pantai Indrayanti. Untuk lebih jelas nanti akan di jelaskan pada desain teknis tiap-tiap komponen.

#### 4. Simulasi Sistem Pada Aplikasi Homer

The screenshot displays the 'RESULTS' window in HOMER software. It features two main tables: 'Sensitivity Cases' and 'Optimization Results'. Both tables have columns for Architecture (PEI300, XL6R, BAE PVS 3610, Sun122.88, Dispatch), Cost (COE, NPC, Operating cost, Initial capital), and System (Ren Frac, Total Fuel, Cap). The 'Optimization Results' table shows a single row of optimal configuration: 12 turbines, 280 panels, 600 batteries, and a converter, with a COE of \$0,190, NPC of \$1,19M, and an initial capital of \$923,786.

Sensitivity Cases												
Architecture					Cost			System				
PEI300 (kW)	XL6R	BAE PVS 3610	Sun122.88 (kW)	Dispatch	COE (\$)	NPC (\$)	Operating cost (\$/yr)	Initial capital (\$)	Ren Frac (%)	Total Fuel (L/yr)	Cap	
280	12	600	125	CC	\$0,190	\$1,19M	\$14,755	\$923,786	100	0	16C	

Optimization Results												
Architecture					Cost			System				
PEI300 (kW)	XL6R	BAE PVS 3610	Sun122.88 (kW)	Dispatch	COE (\$)	NPC (\$)	Operating cost (\$/yr)	Initial capital (\$)	Ren Frac (%)	Total Fuel (L/yr)		
280	12	600	125	CC	\$0,190	\$1,19M	\$14,755	\$923,786	100	0		
280	12	600	125	CC	\$0,190	\$1,19M	\$14,755	\$923,786	100	0		
280	12	600	125	CC	\$0,190	\$1,19M	\$14,755	\$923,786	100	0		
280	12	600	125	CC	\$0,190	\$1,19M	\$14,755	\$923,786	100	0		
280	12	600	125	CC	\$0,190	\$1,19M	\$14,755	\$923,786	100	0		
280	12	600	125	CC	\$0,190	\$1,19M	\$14,755	\$923,786	100	0		
280	12	600	125	LF	\$0,190	\$1,19M	\$14,755	\$923,786	100	0		
280	12	600	125	LF	\$0,190	\$1,19M	\$14,755	\$923,786	100	0		

Gambar 4.17 Hasil simulasi konfigurasi terbaik

(Sumber: HOMER)

Pada gambar 4.17 dapat dilihat beberapa hasil kalkulasi oleh aplikasi HOMER yaitu pada bagian atas tepatnya pada tabel *sensitivity cases*, dan pada tabel *optimization result* itu merupakan hasil konfigurasi rekomendasi lainnya dari HOMER. Jadi, HOMER menetapkan konfigurasi dengan sistem terbaik yaitu dengan nilai *Net Present Cost* (NPC) dan *Cost Of Energy* (COE) terendah. Maka dari itu untuk desain perencanaan sistem PLTH yang terbaik di daerah pantai Indrayanti berdasarkan hasil dari simulasi HOMER yaitu dengan arsitektur 12 turbin angin jenis *Bergey Excel 6-R*, 280 panel surya jenis *SG300MBF*, 600 buah baterai jenis *BAE SECURA SOLAR 19 PVS 3610*, dan *converter SUNGROW* dengan kapasitas 125 kW.

#### 5. Analisis Konfigurasi Sistem Terbaik

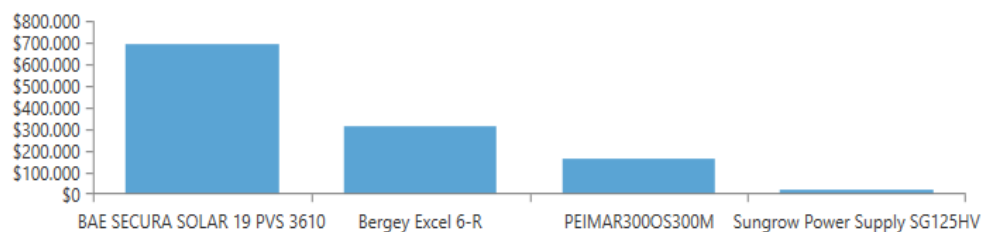
Dari beberapa kali konfigurasi yang telah dilakukan penulis memilih untuk mengambil hasil konfigurasi terbaik dari HOMER seperti yang telah dilihat pada gambar 4.17 dengan kombinasi menggunakan 100 turbin angin, 280 panel surya, 600 baterai dan *converter* 100 kW. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar yang merupakan konfigurasi sistem pilihan optimal dalam perencanaan sistem PLTH ini.

Optimization Results												
Architecture							Cost				System	
PEI300 (kW)	XL6R	BAE PVS 3610	Sun122.88 (kW)	Dispatch	COE (\$)	NPC (\$)	Operating cost (\$/yr)	Initial capital (\$)	Ren Frac (%)	Total Fuel (L/yr)		
280	12	600	125	CC	\$0,190	\$1,19M	\$14,755	\$923,786	100	0		

Pilihan konfigurasi optimal

(Sumber: HOMER)

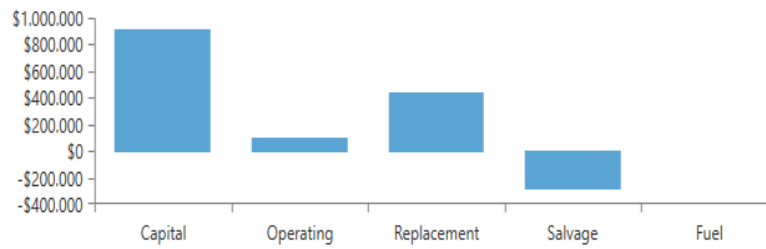
## 6. Analisis Biaya PLTH



Biaya berdasarkan komponen

(Sumber: HOMER)

Dapat dilihat pada gambar 4.19 mengenai total biaya tiap komponen. Dimana tercatat biaya terbesar dalam sistem ini yaitu pada baterai BAE SECURA SOLAR 19 PVS 3610 sebesar US\$693.322 jumlah tersebut merupakan kalkulasi penjumlahan dari biaya *capital*, *replacement*, dan O&M lalu dikurangi dengan biaya *salvage* atau harga jual ulang komponen setelah dipakai senilai US\$190.240. Total biaya komponen pada sistem turbin angin, panel surya, dan *converter* yang diperoleh dalam total *Net Present Cost* (NPC) tercatat sebesar US\$1.191.534. Jika di konversi ke dalam rupiah dengan nilai tukar rupiah pada tanggal 10 Agustus 2019 adalah 1 USD = Rp. 14.190 menjadi Rp. 16.907.867.460.



Component	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$)	Fuel (\$)	Salvage (\$)	Total (\$)
BAE SECURA SOLAR 19 PVS 3610	\$485.826	\$288.860	\$108.875	\$0,00	-\$190.240	\$693.322
Bergey Excel 6-R	\$264.000	\$156.968	\$0,00	\$0,00	-\$103.377	\$317.591
PEIMAR3000S300M	\$160.720	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$160.720
Sungrow Power Supply SG125HV	\$13.240	\$8.965	\$0,00	\$0,00	-\$2.304	\$19.901
System	\$923.786	\$454.793	\$108.875	\$0,00	-\$295.921	\$1.191.534

Biaya berdasarkan tipe

(Sumber: HOMER)

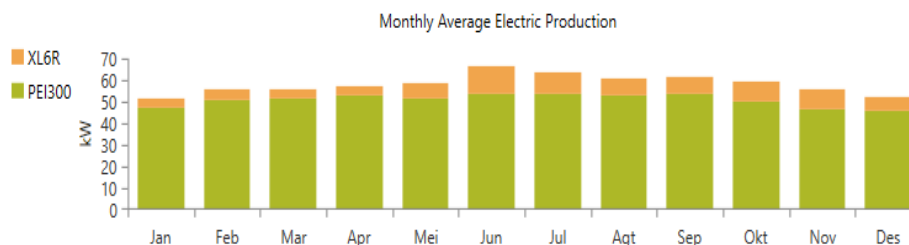
Pada biaya berdasarkan tipe ini seperti yang telah dikalkulasikan oleh HOMER, dapat dilihat pada gambar 4.20 dimana total biaya seluruh komponen sebesar US\$1.191.534. *Capital* merupakan modal awal dari seluruh komponen pembuatan PLTH sebesar US\$923.786. Untuk biaya *fuel* tidak dikenakan biaya karena dalam sistem PLTH ini seluruh komponen ini tidak menggunakan bahan bakar (*fuel*).

## 7. Analisis Hasil Sistem PLTH

Production	kWh/yr	%	Consumption	kWh/yr	%	Quantity	kWh/yr	%
PEIMAR3000S300M	445.052	87,4	AC Primary Load	345.121	100	Excess Electricity	130.173	25,6
Bergey Excel 6-R	64.208	12,6	DC Primary Load	0	0	Unmet Electric Load	0	0
Total	509.260	100	Total	345.121	100	Capacity Shortage	0	0

Quantity	Value
Renewable Fraction	100
Max. Renew. Penetration	1.708



Hasil produksi dan konsumsi listrik selama 1 tahun

(Sumber: HOMER)

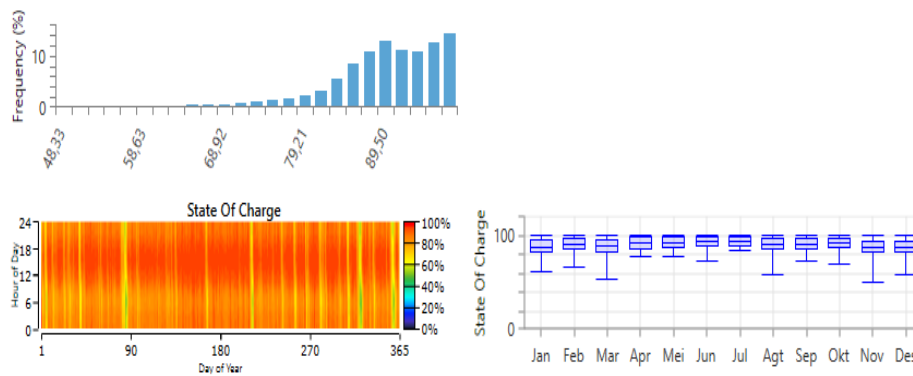


Dari percobaan oleh aplikasi Homer dengan komponen-komponen dan biaya yang telah di analisa di atas, PLTH ini dapat menghasilkan energi 509.052 kW/tahun dari total komsumsi sebesar 345.121 kW/tahun, 87,4 % diproduksi dari panel surya sebesar 445.052 kWh/tahun dan 12,6% diproduksi oleh turbin angin sebesar 64.208 kWh/tahun. Energi sisa sebesar 130.173 kW/tahun atau 25,6% dari total produksi.

Quantity	Value	Units
Batteries	600	qty.
String Size	300	batteries
Strings in Parallel	2,00	strings
Bus Voltage	600	V

Quantity	Value	Units
Autonomy	82,9	hr
Storage Wear Cost	0,124	\$/kWh
Nominal Capacity	4.083	kWh
Usable Nominal Capacity	3.266	kWh
Lifetime Throughput	3.650.193	kWh
Expected Life	20,0	yr

Quantity	Value	Units
Average Energy Cost	0	\$/kWh
Energy In	196.976	kWh/yr
Energy Out	168.266	kWh/yr
Storage Depletion	907	kWh/yr
Losses	29.617	kWh/yr
Annual Throughput	182.510	kWh/yr



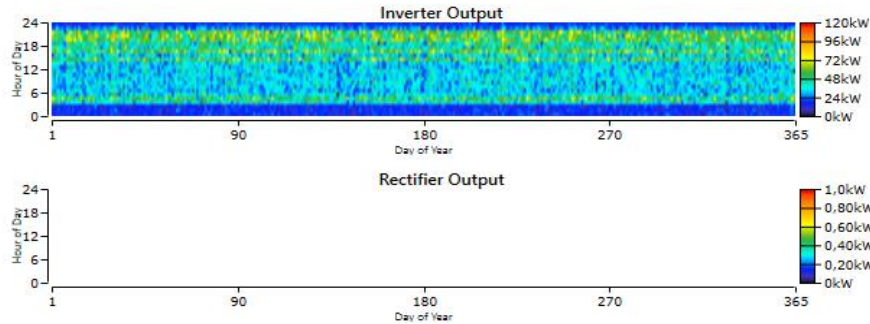
Hasil produksi dan konsumsi listrik selama 1 tahun

(Sumber: HOMER)

Pada gambar juga tertera rasio penyimpanan baterai sebesar 82,9 jam. *Storage wear cost* sebesar 0,124 US\$/kWh merupakan biaya perbaikan energi, seperti biaya penggantian baterai. *Nominal capacity* sebesar 4.084 kWh merupakan jumlah energi yang dapat ditarik dari baterai pada arus konstan tertentu, mulai dari keadaan terisi penuh.

Quantity	Inverter	Rectifier	Units
Capacity	125	0	kW
Mean Output	39,4	0	kW
Minimum Output	1,84	0	kW
Maximum Output	101	0	kW
Capacity Factor	31,5	0	%

Quantity	Inverter	Rectifier	Units
Hours of Operation	8.760	0	hrs/yr
Energy Out	345.121	0	kWh/yr
Energy In	350.377	0	kWh/yr
Losses	5.256	0	kWh/yr



Rugi-rugi *converter* selama 1 tahun

(Sumber: HOMER)

Sementara pada hasil analisis homer untuk *Converter* seperti pada gambar kapasitas *inverter* sebesar 125 kW. *Minimum Output inverter* sebesar 1,84 kW dan *Maximum Output* sebesar 101 kW. Sehingga tidak ada daya yang melebihi kapasitas dari *inverter* yang digunakan. Sistem konverter mengalami rugi-rugi sebesar 5.256 kWh/tahun.

## KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian dan simulasi maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Laju angin di kawasan Pantai Indayanti berdasarkan data dari NASA POWER tercatat laju rata-rata angin setiap bulannya sepanjang tahun 2018 adalah 4,60 m/s.
2. Potensi iradiasi matahari global secara horizontal di sekitar Pantai Indrayanti berdasarkan data dari NASA POWER tercatat nilai rata-rata iradiasi matahari setiap bulannya 5,58 kWh/m<sup>2</sup>/hari.
3. HOMER menetapkan konfigurasi dengan sistem terbaik yaitu dengan nilai *Net Present Cost* (NPC) dan *Cost Of Energy* (COE) terendah. Maka dari itu untuk desain perencanaan sistem PLTH yang terbaik di daerah Pantai Indrayanti berdasarkan hasil dari simulasi HOMER yaitu dengan arsitektur 12 turbin angin jenis *Bergey Excel 6-R*, panel surya *Peimar SG300M* berkapasitas 280 kW, 600 buah baterai jenis *BAE SECURA 19 PVS 3610*, dan *converter SUNGROW* dengan kapasitas 125 kW.
4. Dari simulasi HOMER dengan konfigurasi optimal pilihan dengan 12 turbin, panel surya berkapasitas 280 kW, 600 baterai dan 125 kW *converter* untuk sistem PLTH ini dapat

menghasilkan total energi sebesar 509.260 kWh/tahun. Dengan konsumsi beban AC sebesar 345.121 kWh/tahun. *Excess electricity* atau kelebihan energi listrik dari pembangkit ini sebesar 130.173 kWh/tahun.

## **SARAN**

Berikut merupakan beberapa saran yang telah dipertimbangkan oleh penulis antara lain.

1. Di harapkan adanya penelitian lanjut mengenai potensi energi baru terbarukan khususnya sumber energi bayu dan energi surya di Pantai Indrayanti, dengan jangka waktu penelitian lebih lama dengan menggunakan data dan alat ukur yang lebih akurat agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal.
2. Disarankan untuk mencoba menggunakan aplikasi simulasi selain HOMER, dengan harapan supaya mendapatkan perbedaan dari masing-masing aplikasi dan mengetahui kelebihan maupun kekurangan dari masing-masing aplikasi.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Ariani, Wisna D, dkk. 2014. Analisis Kapasitas dan Biaya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Komunal Desa Kaliwungu Kabupaten Banjarnegara. *Jurnal Transient*, Vol. 3, No. 2, Juni 2014.
- Ismail, G. 2018. Perancangan Sistem PLTS Fotovoltaik Terpusat untuk Memenuhi Kebutuhan Tenaga Listrik di Desa Terpencil. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Isnaini N. R. 2016. Analisis Peranan Energi Terbarukan Dalam Penyediaan Energi Listrik Di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Skripsi* Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Nugraha, C. A. 2015. Analisa Potensi Sumber Daya Angin sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) di Pantai Congot, Kulon Progo. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Pakha, Aji N. 2014. Evaluasi dan Optimasi Ukuran Komponen Penyusun Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Sistem Inovasi Daerah Pantai Baru. *Skripsi*. Universitas Gaja Mada
- Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Nomor 50 Tahun 2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan Untuk Penyediaan Tenaga Listrik. (2017). Jakarta: Kementerian ESDM Republik Indonesia
- Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Nomor 50 Tahun 2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan Untuk Penyediaan Tenaga Listrik. (2017). Jakarta: Kementerian ESDM Republik Indonesia.
- Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Nomor 36 Tahun 2018 tentang Petunjuk Operasional Pelaksanaan Dana Alokasi Khusus Fisik Bidang Energi Skala Kecil. (2018). Jakarta: Kementerian ESDM Republik Indonesia
- Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Terbarukan. (2017). Jakarta.

- Pradityo, Johar. 2015. Evaluasi dan Optimasi Sistem Off-Grid Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) Bayu Baru, Bantul, D.I. Yogyakarta. *Skripsi*. Universitas Diponegoro Semarang.
- Syahputra, R., (2015), “Teknologi dan Aplikasi Elektromagnetik”, LP3M UMY, Yogyakarta, 2016.
- Syahputra, R., Soesanti, I. (2016). Power System Stabilizer Model Using Artificial Immune System for Power System Controlling. *International Journal of Applied Engineering Research (IJAER)*, 11(18), pp. 9269-9278.
- Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2014). “Optimal Distribution Network Reconfiguration with Penetration of Distributed Energy Resources”, *Proceeding of 2014 1st International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE) 2014*, UNDIP Semarang, pp. 388 - 393.
- Syahputra, R., Soesanti, I. (2015). “Control of Synchronous Generator in Wind Power Systems Using Neuro-Fuzzy Approach”, *Proceeding of International Conference on Vocational Education and Electrical Engineering (ICVEE) 2015*, UNESA Surabaya, pp. 187-193.
- Wicaksono, Dimas Bayu. 2015. Analisis Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Aplikasi PVSYST di Pantai Indrayanti Gunungkidul. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Wijaya, Makruf Anhar. 2017. Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem 48 V untuk Beban Warung Kuliner di Sekitar Area PLTH Pandansimo. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.