

Analisa Daya Pembangkit Listrik Pada Pesisir Pantai Labu Menggunakan Software Homer Tenaga Hibrida

Indra Saputra

¹Program Studi Teknik Elektro, ²Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan
Jl. Mughtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara

indrasaputra20junior@gmail.com

Abstrak

Pertumbuhan penduduk dan Peningkatan gaya hidup masyarakat mendorong meningkatnya konsumsi energi listrik. Energi fosil sebagai bahan bakar penyedia listrik memiliki ketersediaan yang sangat terbatas sehingga diperlukan transisi menuju energi terbarukan. Salah satu daerah yang dapat menjadi alternatif energi terbarukan adalah pesisir pantai labu yang berada di pesisir timur sumatera dengan intensitas matahari dan hembusan angin yang cukup baik. Penelitian ini bertujuan Untuk Mengetahui besar energi listrik yang dapat di hasilkan dari pembangkit listrik tenaga hibrida pada pesisir pantai labu, Mengetahui besarnya biaya yang di perlukan untuk memproduksi setiap kWh listrik, Mengetahui perbandingan biaya produksi dari pembangkit listrik tenaga hibrida pada pesisir pantai labu terhadap tarif dasar listrik PT.PLN dan untuk mengetahui potensi energi hibrida pada pesisir pantai labu. Penelitian ini menggunakan metode analisis dan simulasi menggunakan software homer versi 3.11.2.. Dapat di simpulkan Daya listrik yang dapat di hasilkan pada luas lahan 100.000 m² sebesar 37,660 kW, biaya produksi energi untuk setiap kWh listrik sebesar Rp. 1.585,34. Perbandingan produksi energi hibrida dengan tarif dasar listrik PLN sebesar 1: 1,09. Potensi pesisir pantai labu yakni pada desa Paluh Sibaji belum cukup baik dari segi ekonomi dimana biaya produksi energi masih lebih tinggi dibandingkan dengan tarif dasar listrik PLN .

Kata Kunci : Energi Terbarukan, Homer, Hibrida, Biaya Produksi Energi.

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk di Indonesia dan di dunia baik dalam segi peningkatan jumlah penduduk, ekonomi maupun gaya hidup mendorong bertumbuhnya juga kebutuhan akan energi terutama kebutuhan akan energi listrik. Energi mempunyai posisi yang sangat strategis dalam pembangunan suatu negara, khususnya dalam mengakselerasi kemajuan ekonomi suatu Negara dimana segala bentuk kebutuhan manusia tidak pernah luput dari energi listrik baik sektor rumah tangga maupun bisnis. Kenaikan konsumsi energi bagi Indonesia diharapkan akan semakin menaikkan pertumbuhan ekonomi.

Pembangkit penghasil energi listrik dunia maupun khususnya di Indonesia sebagian besar masih menggunakan energi fosil yang tidak dapat di perbaharui serta memiliki batas ketersediaan untuk di dimanfaatkan dalam jangka panjang. Sesuai dengan cetak biru Pengelolaan Energi Nasional yang dikeluarkan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) tahun 2005 cadangan minyak Indonesia diperkirakan akan habis dalam 18 tahun mendatang dengan rasio produksi di dalamnya (Utara, 2005). Selain ketersediaannya yang terbatas penggunaan energi fosil seperti minyak dan batu bara ternyata berdampak buruk untuk kehidupan jika di gunakan dalam jangka panjang. peningkatan kadar gas rumah kaca di atmosfer akibat dari pembakaran energi fosil dapat memicu pemanasan secara global dan perubahan iklim secara ekstrem. (Wilayah et al., n.d.).

Indonesia merupakan Negara kepulauan dalam lintang katulistiwa yang memiliki hutan yang luas serta potensi energi baru terbarukan yang sangat besar untuk pembangkit listrik menjadikan Indonesia Negara yang berpera penting dalam mengurangi terjadinya pemanasan global namun sampai tahun 2020 realisasi penggunaan energi baru dan terbarukan masih berkisar 11%, sementara itu target energi mix pada tahun 2025 untuk energi baru dan terbarukan total adalah 23% berdasarkan Kebijakan Energi Nasional (KEN), untuk mencapai target tersebut tentunya di perlukan kerjasama dari berbagai pihak baik dari pemerintah, pengembang energi terbarukan serta masyarakat itu sendiri selaku konsumen.

Beberapa energi terbarukan di Indonesia yang saat ini menjadi primadona untuk di jadikan pembangkit listrik adalah energi angin dan energi matahari. Pembangunan pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) yang berlokasi di Sidenreng Rappang, Sulawesi Selatan dengan kapasitas 25 MW yang selesai pada tahun 2018 serta pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang berada di Likupang, Sulawesi Utara dengan kapasitas 15 MW menjadi bukti bahwasanya energi angin dan surya dapat di dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik.

Pesisir pantai labu yang merupakan daerah jika di lihat secara kasap mata merupakan daerah dengan intensitas matahari yang cukup tinggi dengan suhu maksimum mencapai 34°C dan minimum 23°C serta hebusan angin yang cukup kuat menjadi daerah yang potensial untuk di kembangkan sebagai alternatif pembangkit listrik. Selain dari potensi energi terbarukannya pantai labu juga merupakan daerah dengan perputaran ekonomi yang cukup bagus baik dari segi pariwisata maupun industry kecil menengah.

Berdasarkan potensi yang ada pada pesisir pantai labu baik dalam segi ekonomi maupun sumber energi terbarukan serta demi mengurangi ketergantungan akan energi fosil maka peneliti akan melakukan analisa potensi pembangkit listrik tenaga hibrida (angin surya) pada daerah pesisir pantai labu

terutama pada desa paluh sibaji dengan estimasi luas daerah yang di manfaatkan seluas 100.000 m² atau 10 hektare menggunakan software HOMER.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besar energi listrik yang dapat di dihasilkan dari pembangkit listrik tenaga hibrida (angin surya) pada pesisir pantai labu dengan luas daerah 100.000 m² . untuk mengetahui besarnya biaya yang di perlukan untuk memproduksi setiap kWh listrik. mengetahui perbandingan biaya produksi dari pembangkit listrik tenaga hibrida pada pesisir pantai labu terhadap tarif dasar listrik PT.PLN. dan mengetahui potensi pembangkit listrik tenaga hibrida pada pesisir pantai labu dari segi ekonomi.

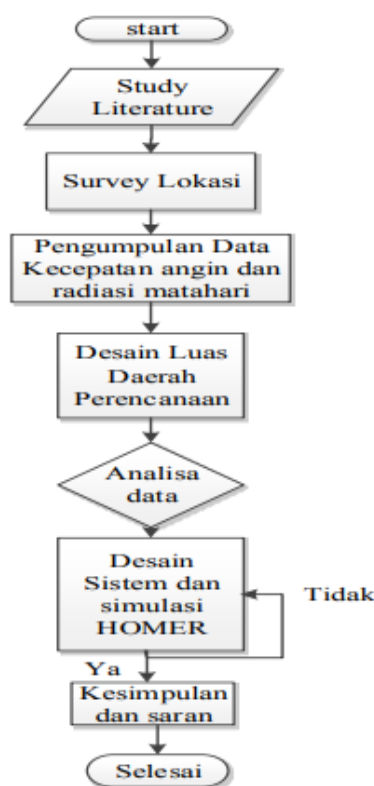
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data observasi dan data sheet statistik sehingga tidak membutuhkan bahan secara spesifik, Penyusunan penelitian ini peneliti menggunakan 2 tahap dalam penelitian ini memiliki 2 yaitu :

Metode pengumpulan data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini memiliki tahapan yaitu :

1. Menentukan daerah dengan potensi angin dan surya tinggi serta memiliki ekonomi yang baik.
2. Menentukan titik lokasi dan ukuran daerah yang akan di jadikan lokasi penelitian.
3. Pengambilan data kecepatan angin dan radiasi matahari berdasarkan data NASA yang di unduh dari software HOMER.



Gambar 1. Alur Penelitian

3. HASIL

Data Kecepatan Angin dan Radiasi Matahari

Tabel 1 Kecepatan angin paluh sibaji kecamatan pantai labu yang diambil dari NASA

Bulan	Kecepatan angin (m/s)
Januari	3.59
Februari	3.12
Maret	2.70
April	2.10
Mei	2.33
Juni	2.74
Juli	2.90
Agustus	2.15
September	2.69
Oktober	2.55
November	2.87
Desember	3.65
Rata rata	2,83

Berdasarkan data kecepatan angin di ketahui kecepatan angin tertinggi berada pada bulan Desember dengan kecepatan 3,65 m/s dan kecepatan angin terendah berada pada bulan April dengan kecepatan angin 2,10 m/s dan kecepatan angin rata rata setiap bulannya adalah sebesar 2.87 m/s.

Tabel 2 Radiasi matahari paluh sibaji kecamatan pantai labu yang diambil dari NASA

Bulan	radiasi matahari (kWh/m ² /day)
Januari	4.49
Februari	4.99
Maret	5.02
April	4.87
Mei	4.77
Juni	4.71
Juli	4.56
Agustus	4.52
September	4.27
Oktober	4.28
November	4.08
Desember	4.13
Rata rata	4.56

Berdasarkan data radiasi matahari di ketahui radiasi tertinggi berada pada bulan Maret dengan radiasi 5,02 w/m² dan radiasi matahari terendah berada pada bulan November dengan radiasi 4,08 w/m² dan radiasi matahari rata rata seetiap bulannya adalah sebesar 4,56 w/m².

Menentukan Luas Daerah Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida

Berdasarkan penentuan alokasi luas daerah yang di gunakan pada bab 1 seluas 100.000m² serta mempertimbangkan proses perawatan maka di dapat luas daerah yang di gunakan seperti pada lampiran . Dari gambar pada lampiran pengalokasian pembangkit listrik tenaga hibrida dengan luas daerah yang di

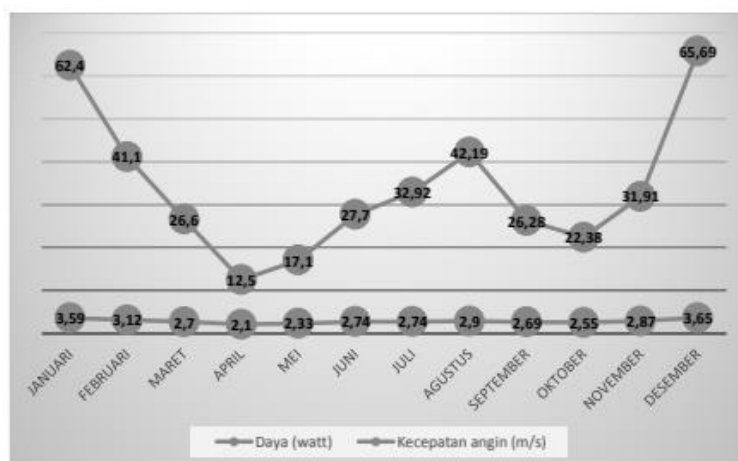
gunakan 100.000 m² dengan dimensi 400 m x 250 m di tentukan pengalokasian PLTB dengan luas 200 m x 250 meter memiliki 30 titik turbin angin dengan jarak antara titik sejauh 40 m dan juga pengalokasian luas wilayah untuk sistem PLTS dengan luas 200 m x 250 meter di dapat 30 grup dengan jarak antara grup sejauh 3 meter, masing masing grup berukuran 5 m x 174 m

Daya Keluaran dari sistem PLTB

Sistem PLTB yang digunakan dalam penelitian ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 3 Spesifikasi turbin angin

Tipe turbin	sumbu vertical
Merek turbin	AELOS - V
Daya keluaran maksimal	1500 watt
Kecepatan angin minimal	2.0 m/s
Kecepatan angin terbaik	10 m/s
Kecepatan angin maksimal	50 m/s
Efisiensi generator	98%
Kebisingan	< 45 Db
Tinggi rotor	2.8 m
Lebar rotor	2 m
Berat turbin	78 kg
Material baling baling	aluminium alloy
Jumlah baling baling	3 buah



Grafik 1 Grafik Daya setiap bulan sistem PLTB

Berdasarkan data di atas di dapat potensi kecepatan angin rata rata pada daerah penelitian yang dapat di dimanfaatkan menjadi pembangkit listrik sebesar 2,83 m/s sehingga daya efektif rata rata yang dapat di bangkitkan dari sistem PLTB dalam 1 turbin adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Pout Rata-Rata} &= \frac{\rho \text{ total}}{\text{jumlah}} \\
 &= \frac{408,77}{12} = 34,06 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Dalam penelitian ini jumlah turbin angin yang di gunakan pada lahan seluas 50.000 m² berjumlah 30 buah sehingga

Daya total = daya turbin x jumlah turbin
 = 34,06 x 30
 = 1.021,93 watt hours
 = 1,022 kWh

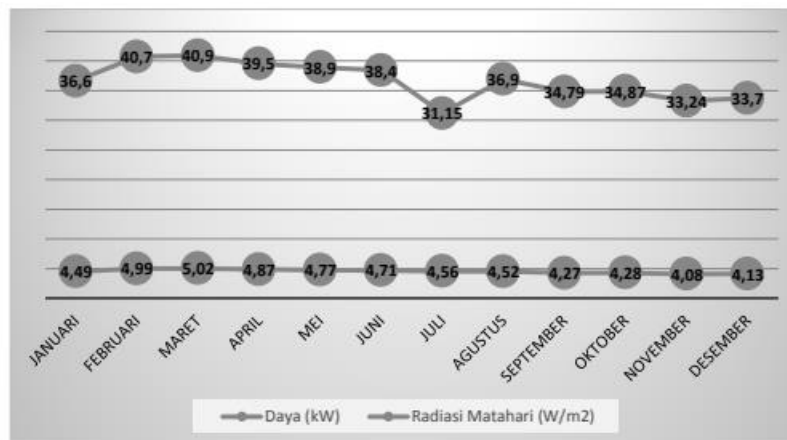
Daya keluaran sistem PLTS

Dalam penelitian ini di gunakan panel surya pada sistem PLTS dengan spesifikasi pada tabel di bawah ini :

Tabel 4 Spesifikasi panel surya Canadian 330 wp

MAXPOWER	
C SI Model Number	CS6U-330P
STC Rating	330.0 Watt
PTC Rating	301.1
Efficiency	16.97%
Open Circuit Voltage (Voc)	45.6 v
Short Circuit Current (Isc)	9,45 A
Frame Colour	Silver
Power Tolerance	0/+5 Watt
Weight (lbs)	49.4
Length(inch)	78.7
Width (inch)	39.1
Height	1.57
Type cell	Polly cristaline

Berdasarkan data potensi radiasi matahari yang di ambil dari NASA, kemampuan radiasi matahari yang telah di konversi menjadi tenaga listrik serta dengan menggunakan panel surya dengan spesifikasi



Grafik 2 Daya setiap bulan sistem PLTS

Berdasarkan data perhitungan daya keluaran di atas dapat di tentukan daya rata rata dari sistem PLTS ialah

$$\begin{aligned}
 \text{Pout Rata-Rata} &= \frac{\rho \text{ total}}{\text{jumlah}} \\
 &= \frac{439,65}{12} \\
 &= 36,638 \text{ W}
 \end{aligned}$$

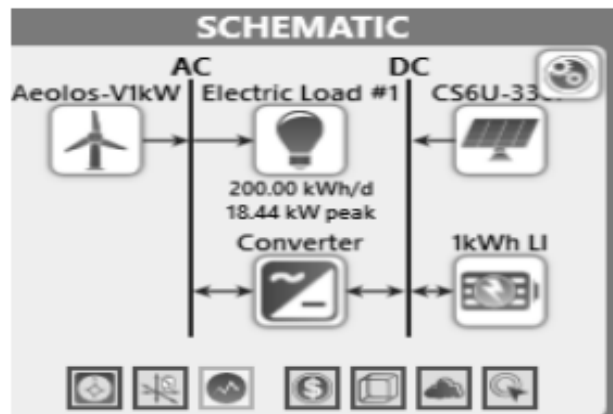
Banyaknya jumlah panel surya yang di gunakan dalam perencanaan sistem PLTS adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Pout Rata-Rata} &= \frac{\rho \text{ watt peak}}{P_{mpp}} \\
 &= \frac{36,638}{330} \\
 &= 111,02 \text{ Panel} = 112 \text{ Panel}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan data perhitungan dari 2 jenis pembangkit di atas yaitu PLTB dan PLTS yang masing masing memiliki kapasitas terpasang 1,022 kW dan 36,638kW maka potensi besarnya daya yang dapat di dihasilkan dari pembangkit listrik Hibrida PLTB dan PLTS ini adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Daya total} &= \text{Daya PLTB} + \text{Daya PLTS} \\
 &= 1,022 + 36,638 \\
 &= 37,660 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Desain Sistem Hibrid dengan HOMER



Gambar 2 Desain pembangkit Hibrida

Dengan Homer Parameter input dalam penelitian ini meliputi beban, converter, pv array, wind turbine, dan baterai. Parameter masukan ini dapat dilihat pada tabel di bawah

Tabel 5 Masukan parameter HOMER

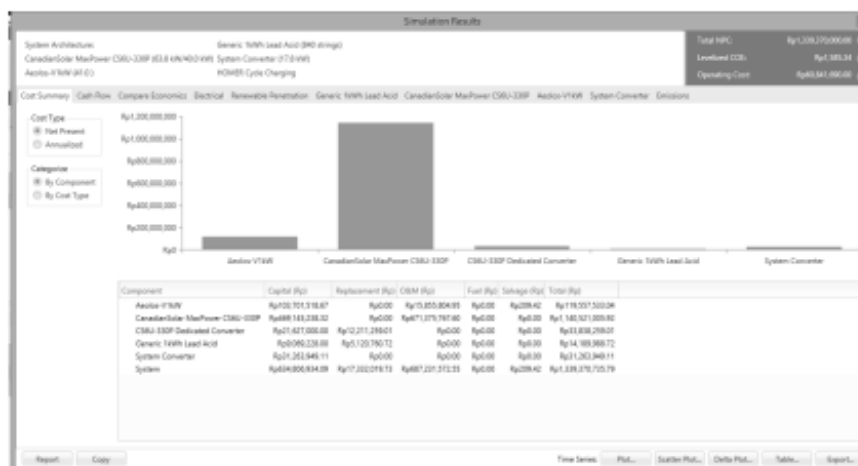
Input	Keterangan	Kapasitas Terpasang	Harga/unit (Rp)	Penggantian	Masa Pakai	Operasi dan perawatan /Tahun/unit
Beban	Beban harian dalam penelitian	18,44 kW Peak		-	-	-
Panel Surya	CanadianSolar MaxPower CS6U-330P	0,33 kW	2.427.626	-	25 Tahun	300.000
Turbin Angin	Aelos-V1Kw	1 kw	44.190500	-	20 Tahun	1.000.000
Tower Turbin	12 m	-	31.075.900	-		
converter	SIE G120X 3YE30 Frekuensirichter SINAMICS G120X, 18,5 kW, 38 A	18,5 kW	32.436.211		20 Tahun	0
Stroge Sistem	Li-Ion 1 kW	200 kW	1.079.670	1.079.670	10 Tahun	-

4. PEMBAHASAN Simulasi HOMER



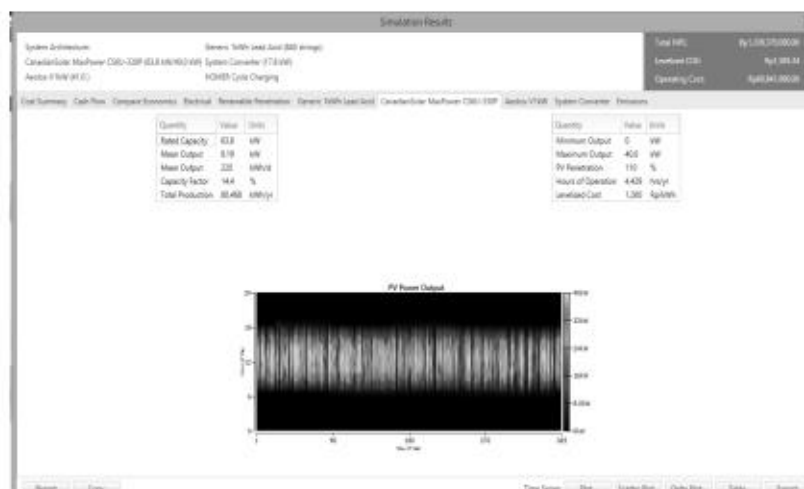
Gambar 3 Simulasi Beban Harian Masukan

Beban dalam simulasi pada penelitian ini sebesar 18,44 kW pada saat beban puncak, penentuan besarnya daya beban pada simulasi ini di ambil berdasarkan setengah dari kemampuan daya yang dapat di hasilkan dari sistem PLTH berdasarkan analisis sebelumnya. Hal ini di lakukan untuk memperbesar ke handalan sistem pembangkit.



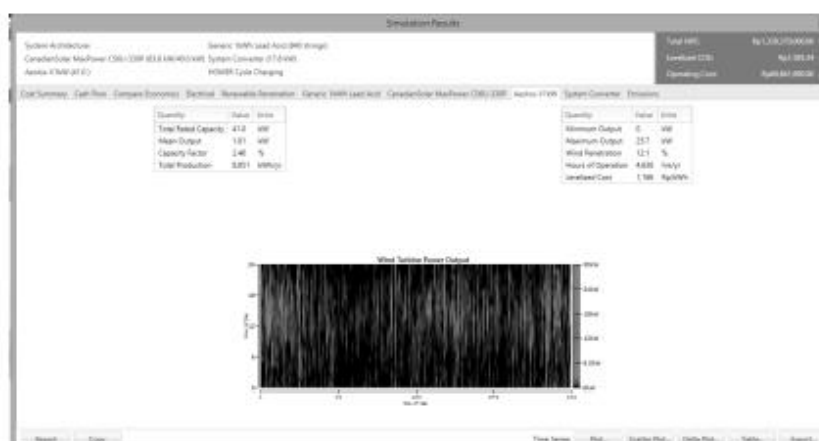
Gambar 4 Hasil Simulasi Sistem Dengan Homer

Berdasarkan hasil dari simulasi menggunakan software homer di dapat total nilai cost of energi atau biaya produksi per kWh listrik pada sistem ini sebesar Rp. 1.585,34 dengan Total modal awal dari simulasi PLTH ini sebesar Rp. 634.806.934,09 , biaya penggantian Rp. 17.332.019,73, biaya operasi dan perawatan Rp.687.231.572,55 dan juga nilai sisa dari pemakaian sistem yang belum berakhir sehingga nilai NPC (net present value) keseluruhan dari sistem ini adalah sebesar Rp. 1.339.370.000.



Gambar 5 Simulasi Produksi listrik Panel Surya

Berdasarkan simulasi homer total produksi energi listrik dari panel surya sebesar 80.468 kWh/ Tahun dengan rata rata produksi per jam sebesar 9,19 kWh serta produksi maksimal sebesar 40 kW/ jam. Tingkat Biaya produksi listrik pada sistem PLTS sebesar 1.260/kWh.



Gambar 6 Simulasi produksi listrik Turbin Angin

Berdasarkan simulasi homer total produksi energi listrik dari turbin angin sebesar 8.851 kWh/ Tahun dengan rata rata produksi per jam sebesar 1,01 kWh serta produksi maksimal sebesar 25,7 kW/h. Tingkat Biaya produksi listrik pada sistem PLTB sebesar 1.166/kWh.



Gambar 7 Simulasi Daya Keluaran Sistem Hibrida

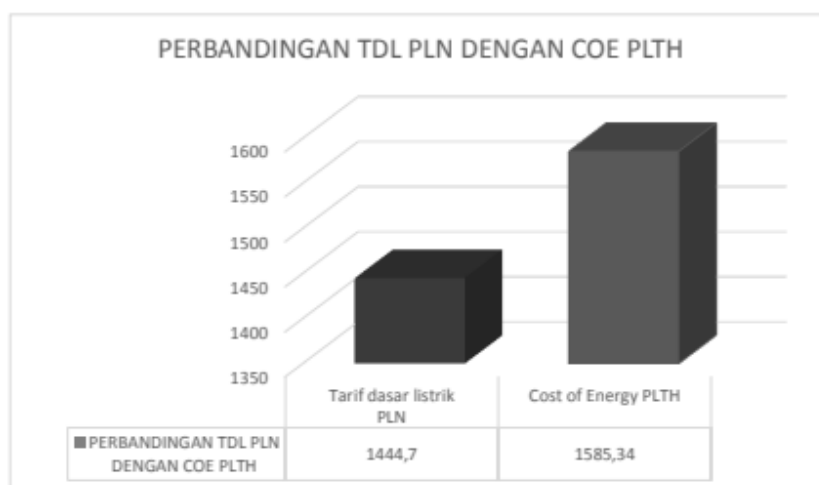
Dari hasil simulasi ini di dapat total produksi listrik pada sistem ini sebesar 89.319 kWh/ Tahun dengan besar produksi listrik sistem pembangkit listrik tenaga surya sebesar 80.468 kWh/Tahun dan sistem pembangkit listrik tenaga bayu sebesar 8.851 kWh/ Tahun dengan total konsumsi listrik sebesar 72.956 kWh/Tahun Berdasarkan data di atas di dapat hasil yang dapat di lihat pada tabel berikut.

Tabel 6 Hasi Simulasi HOMER

No.	Beban puncak	Daya Panel Surya kW	Daya Turbin Angin	Biaya produksi Panel Surya Rp/kWh	Biaya produksi turbin angin Rp/kWh	Biaya produksi energi total Rp/kWh	NetPresent Cost Rp	Operation Cost	Kapital Rp
1.	18,44	63,8	41	1.260	1.166	1.585,34	1.339.370.000	687.231.572,55	634.806.934,09

Perbandingan Biaya Produksi Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida

Berdasarkan hasil simulasi di dapatkan Cost of energi dari penelitian pembangkit listrik tenaga Hibrida yaitu Rp. 1.585,34/ kWh sedangkan tarif dasar penjualan listrik oleh PT. PLN terhadap masyarakat non subsidi sebesar Rp. 1.444,7 maka perbandingan antara biaya produksi pembangkit listrik tenaga hibrida terhadap tarif dasat listrik PT.PLN dapat di lihat pada tabel.



Grafik 3 Perbandingan Tarif Dasar Listrik PT.PLN Dengan Biaya Produksi PLTH

Berdasarkan perbandingan pada grafik di atas dapat disimpulkan biaya produksi pembangkit listrik tenaga hibrida pada pesisir pantai labu lebih mahal dibandingkan dengan tarif dasar listrik yang ditetapkan oleh PT.PLN dengan perbandingan 1 : 1,09 dimana tarif dasar listrik PLN sebesar Rp.1.444,7 dan biaya produksi energi hibrida sebesar Rp.1.585,34 maka jika dilihat dari sisi ekonomi pesisir pantai labu belum potensial untuk dikembangkan menjadi daerah pembangkit listrik energi terbarukan. Faktor faktor yang mempengaruhi tingginya harga produksi listrik setiap kWh pada pesisir pantai labu yakni karena nilai investasi yang relatif mahal serta energi terbarukan terutama kecepatan angin yang rendah sehingga tingkat efisiensi pada turbin sangat rendah, namun jika dilihat dari sisi ketersediaan energi fosil serta keberlangsungan masa depan umat manusia maka lokasi pantai labu dapat lebih dipertimbangkan sebagai alternatif lokasi perencanaan pembangkit energi terbarukan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian dengan judul analisis potensi pembangkit listrik tenaga hibrida pada pesisir pantai labu menggunakan software HOMER di dapat kesimpulan bahwa energi listrik yang dapat dihasilkan dari pembangkit listrik tenaga hibrida dengan memanfaatkan lahan sebesar 100.000 m² dapat menghasilkan listrik sebesar 37,660 kWh.

Selain itu Biaya cost of energi dari pembangkit listrik tenaga hibrida sebesar Rp. 1.585,34/ kWh. Perbandingan antara pembangkit hibrida dengan TDL PT.PLN sebesar 1,09 dengan harga TDL PLN Rp. 1.444,7/kWh dan biaya produksi energi hibrida sebesar Rp. 1.585,34.

Pembangkit listrik tenaga hibrida pada pesisir pantai labu memiliki potensi yang belum cukup baik untuk dikembangkan menjadi energi alternatif jika dilihat dari segi ekonomis namun jika dilihat dari kebermanfaatan energi hijau dalam jangka panjang pembangkit ini dapat lebih dipertimbangkan.

REFERENSI

Abdullah, I., & Nurdin, J. (2016). Kajian Potensi Energi Angin Di Daerah Kawasan Pesisir Pantai Serdang Bedagai Untuk Menghasilkan Energi Listrik. *Jurnal Ilmiah*, 2(1), 31–38.

- Adam, M. (2020). Unjuk Kerja Generator Clok Sinyal Low Pass Filter, Pam Multiplexing Pada Rangkaian Percobaan Pulse Code Modulation (PCM) Aplikasi pada Laboratorium Dasar Sistem Telekomunikasi. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 2(2), 51-57.
- Adam, M., Harahap, P., & Nasution, M. R. (2019). Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) Terhadap Daya Yang Dihasilkan Generator Dc.
- Bachtiar, A., & Hayyatul, W. (2018). Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 7(1), 34–45. <https://doi.org/10.21063/jte.2018.3133706>
- Bahramara, S., & Moghaddam, M. P. (2016). Tinjauan Energi Terbarukan dan Berkelanjutan Perencanaan optimal sistem energi terbarukan hibrida menggunakan HOMER: Tinjauan. 62, 609–620. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.039>.
- Habibie, M. N., Sasmito, A., & Kurniawan, R. (2011). Kajian Potensi Energi Angin Di Wilayah Sulawesi Dan Maluku. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 12(2), 181–187. <https://doi.org/10.31172/jmg.v12i2.99>
- Harahap, P. (2020). Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Sel Surya. 73–80.
- Harahap, M., Nugraha, Y. T., Adam, M., & Nasution, M. S. (2021). Pengaruh Perubahan Variasi Eksitasi Tegangan Terhadap Daya Reaktif Pada Generator. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 71-76.
- Harahap, P., Nofri, I., Arifin, F., & Nasution, M. Z. (2019, October). Sosialisasi Penghematan dan Penggunaan Energi Listrik Pada Desa Kelambir Pantai Labu. In *Prosiding Seminar Nasional Kewirausahaan* (Vol. 1, No. 1, pp. 235-242).
- Hasibuan, A., Siregar, W. V., Setiawan, A., & Daud, M. (2021). Pemanfaatan Energi Bayu Sebagai Sumber Energi Listrik Untuk Penerangan Pada Perahu Nelayan. 85–88.
- Hayu, T. S., & Siregar, R. H. (2018). Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Surya-Bayu) Di Banda Aceh Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Karya Ilmiah Teknik Elektro*, 3(1), 9–16.
- Hidayat, F., Winardi, B., & Nugroho, A. (2019). Analisis Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro. *Transient*, 7(4), 875. <https://doi.org/10.14710/transient.7.4.875-882>
- Hutasuhut, A. A., & Chaniago, Y. (2018). Analysis of Hybrid Power Plant Technology Using Data Weather in North Sumatera. 7, 481–485.
- Lubis, S., Lubis, F., & Harahap, P. (2019). PLTB Sebagai Alternatif Energi Baru Terbarukan. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri*. Luque, A., & Hegedus, S. (n.d.). *Handbook of Photovoltaic Science*.
- Priatam, P. P. T. D., Zambak, M. F., Suwarno, S., & Harahap, P. (2021). Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 48-54.
- Rimbawati, Zulkifli, Yusri, M., & Qamari, M. Al. (2021). PENERAPAN PEMBANGKIT TENAGA SURYA PADA OBJEK. 4, 145–151.
- Rimbawati, R., Cholish, C., Saputro, E., & Harahap, P. (2021). Perancangan Sistem Kontrol Penstabil Tegangan Menggunakan PLC M221 Pada PLTMH Bintang Asih. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 62-70.
- Rimbawati, R., Ramadhan, A. T., & Cholish, C. (2021). Perancangan Automatic Transfer Switch Berbasis Zelio (Aplikasi Pada PLTS Pematang Johar). *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 7-12.
- Rimbawati, R., Harahap, P., & Putra, K. U. (2019). Analisis Pengaruh Perubahan Arus Eksitasi Terhadap Karakteristik Generator (Aplikasi Laboratorium Mesin-Mesin Listrik Fakultas Teknik-Umsu). *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, 2(1), 37-44.

- Rimbawati, Azis Hutasuhut, A., & Chaniago, Y. (2018). Analysis of Hybrid Power Plant Technology Using Data Weather in North Sumatera. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.7), 481. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.7.27364>
- Rohana, R., & Zulfikar, Z. (2018). OPTIMALISASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS DAYA LISTRIK. *Kumpulan Penelitian dan Pengabdian Dosen*, 1(1).
- Roza, I., Pasaribu, F. I., Yanie, A., Almi, A., & Sinaga, T. S. (2021). Analisa Pengaruh Penggunaan VSD (Variable Speed Drive) Pada Konsumsi Energi Di PT. Lestari Alam Segar. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 27-34.
- Samas, P., Isman, F. R., Rahmatika, A. R., P, B. C. S., Rahmadi, A., Putranto, G. E., & Isnanto, R. R. (2015). Potensi Pengembangan Pembangkit Listrik. 1–3.
- Utara, S. (2005). Pengkajian Potensi Energi Angin dengan Fungsi Distribusi Weibull sebagai Angin. 1–5.
- Widyanto, S., Wisnugroho, S., & Agus, M. (2018). Pemanfaatan Tenaga Angin Sebagai Pelapis Energi Surya pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid di Pulau Wangi-Wangi. 1–12.
- Wilayah, S., Dan, A., Septiadi, D., Nanlohy, P., Souissa, M., & Rumlawang, F. Y. (n.d.). PROYEKSI POTENSI ENERGI SURYA SEBAGAI ENERGI TERBARUKAN. 22–28.