
**KAJIAN PEMANFAATAN POTENSI ENERGI BARU TERBARUKAN DI
SUMATERA BARAT
(STUDY KASUS: KAMPUNG BAYANG JANIAH, KABUPATEN PESISIR SELATAN)**

Muhamad Aidil¹, Leonard Lisapaly²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen, Indonesia

Email: aidil0830@gmail.com

Abstrak: Energi terbarukan merupakan energi yang berasal dari sumber yang terbarukan, biasanya terkait siklus yang ada di alam yang berulang dalam periode yang relatif pendek, seperti panas bumi, bahan bakar biomassa, *hydropower*, sinar matahari, bahan bakar nabati, biogas, dan energi angin. Sumber energi di Sumatera Barat sendiri memiliki potensi energi air sebesar 1.100 megawatt, bionergi sebesar 923,1 megawatt, energi angin tiga sampai enam meter per detik yang berpotensi menghasilkan energi 428 megawatt. Lalu energi surya 4,80 kilowatt-hour meter kuadrat per hari yang berpotensi menghasilkan energi sebesar 5.898 megawatt, energi samudera dengan panjang garis pantai 186.500 kilometer, dan panas bumi sebesar 1705 megawatt electric. Hasil simulasi HOMER menunjukkan bahwa penentuan konfigurasi desain sistem PLTH yang paling optimal untuk diterapkan di Kampung Bayang Janiah berdasarkan Total NPC terendah adalah integrasi antara *microhydro-photovoltaic array-battery bank-bidirectional converter*.

Kata Kunci: Energi Terbarukan, Potensi Energi, HOMER

Abstract: *Renewable energy is energy that comes from renewable sources, usually related to existing cycles in nature that repeat in relatively short periods, such as geothermal, biomass fuel, hydropower, sunlight, biofuel, biogas, and wind energy. The energy source in West Sumatra itself has a water energy potential of 1,100 megawatts, bioenergy of 923.1 megawatts, wind energy of three to six meters per second which has the potential to produce 428 megawatts of energy. Then solar energy is 4.80 kilowatt-hour square meters per day which has the potential to produce energy of 5,898 megawatts, ocean energy with a coastline length of 186,500 kilometers, and geothermal energy of 1705 megawatts of electricity. The HOMER simulation results show that the most optimal PLTH system design configuration to be implemented in Kampung Bayang Janiah based on the lowest total NPC is the integration between the microhydro-photovoltaic array-battery bank-bidirectional converter.*

Keywords: Renewable Energy, Energy Potential, HOMER

PENDAHULUAN

Energi terbarukan merupakan energi yang berasal dari sumber yang terbarukan, biasanya terkait siklus yang ada di alam yang berulang dalam periode yang relatif pendek, seperti panas bumi, bahan bakar biomassa, *hydropower*, sinar matahari, bahan bakar nabati, biogas, dan energi angin.

Sedangkan Energi Baru merupakan sumber energi yang belum pernah secara masif digunakan sebelumnya, seperti energi hidrogen, energi dari *coal bed methane*, *coal gasification*, dan energi dari gelombang laut.”.

Indonesia memiliki potensi untuk mengembangkan pembangkit listrik berbasis energi terbarukan. Salah satunya adalah pemanfaatan energi matahari melalui pembangkit listrik tenaga surya photo voltaic (PV). Berdasarkan data, rata-rata penyinaran matahari di Indonesia bagian barat adalah 4,5 kWh/m² per hari dengan deviasi bulanan 10%, dan Indonesia bagian timur adalah 5,1 kWh/m² per hari dengan deviasi bulanan 9%. Rasio Elektrifikasi pada tahun 2018 telah mencapai 98,30 %, dan meningkat menjadi 99,90 % pada tahun 2019 dengan kontribusi dari energi terbarukan yang terus meningkat.

Terkait potensi energi terbarukan di Sumatra Barat diungkapkannya berdasarkan data Dinas ESDM Sumbar (2021) yakni energi air sebanyak 1,1 GW untuk energi air (*hydropower*), 1,7 GWe untuk panas bumi (*geothermal*), biomassa setara 0,9 GW, dan biogas setara 34,7 MW, angin setara 0,4 GW, energi surya sebanyak 5,9 MWp, serta energi gelombang laut yang dapat diperoleh dari garis pantai sepanjang 186.500 Km.

Selain itu, topografi wilayah Sumbar yang sebagian dilalui pegunungan Bukit Barisan memiliki perbedaan ketinggian yang signifikan sehingga pemanfaatan sumber energi air (*hydropower*) menjadi cukup potensial untuk dikembangkan.

Di sisi lain, dikatakannya yang sangat strategis adalah pemanfaatan limbah/sampah biomassa yang dapat berasal dari kegiatan domestik/rumah tangga dan kegiatan pertanian. Biomassa sangat potensial untuk dikonversi menjadi bahan bakar alternatif berupa pellet atau briket yang dapat dimanfaatkan oleh industri, pembangkit listrik tenaga uap, yaitu melalui proses *co-firing* bahan bakar batu bara. “Artinya sebagian bahan bakar batu bara diganti dengan bahan bakar dari biomassa sehingga dua masalah dapat terselesaikan dalam satu kegiatan, yaitu masalah sampah organik dari kegiatan domestik atau pertanian, dan masalah pemakaian energi fosil yang menyebabkan peningkatan gas rumah kaca sebagai penyebab pemanasan global yang berdampak pada perubahan iklim,”

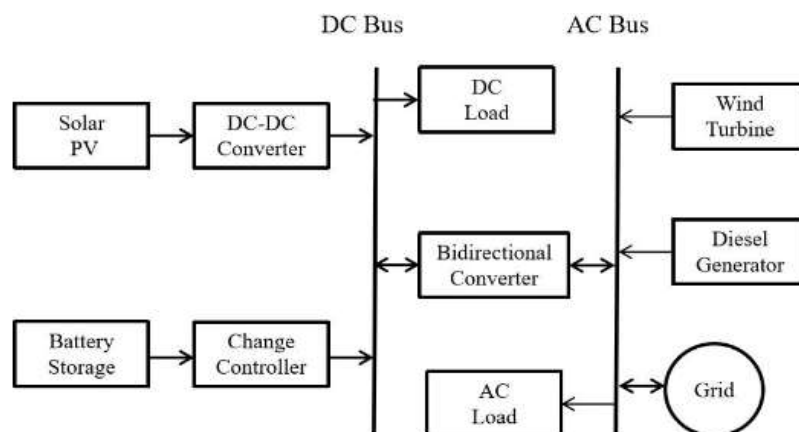
Potensi energi air sebesar 1.100 megawatt, bionergi sebesar 923,1 megawatt, energi angin tiga sampai enam meter per detik yang berpotensi menghasilkan energi 428 megawatt. Lalu energi surya 4,80 kilowatt-hour meter kuadrat per hari yang berpotensi menghasilkan energi sebesar 5.898 megawatt, energi samudera dengan panjang garis pantai 186.500 kilometer, dan

panas bumi sebesar 1705 megawatt electric. “Sumber daya energi panas bumi ini ada 20 titik yang tersebar hampir di seluruh wilayah Sumbar,”

Ke-20 titik itu antara lain Simisuh, Cubadak, Talu, Panti, Lubuksikaping, Situjuh, Bonjol, Koto Baru Merapi, Maninjau, Sumani, Pariangan, Bukit Kili, Gunung Talang, Surian, Muaro Labuh, Liki-Pinangawan, Pincurak, Talago Biru, Tandikek, dan Talamau. “Salah satunya di Muara Labuh itu sudah kita kembangkan. Dari 310 megawatt potensinya, itu kita sudah kembangkan 85 megawatt. Tahap keduanya kita akan adakan pengembangan lebih lanjut sekitar 100 megawatt lagi,” Selain itu, enam titik sumber daya panas bumi telah ditetapkan penetapan wilayahnya untuk dilakukan pengembangan. Yakni Gunung Talang, Liki, Sumani, Cubadak, dan Tandikek.

KAJIAN TEORI

Sistem pembangkit listrik tenaga hibrida (SPLTH) adalah pembangkit listrik yang terdiri dari lebih dari 1 jenis generator yang menggabungkan beberapa sumber energi terbarukan dengan atau tanpa sumber energi tidak terbarukan. SPLTH umumnya bertujuan untuk menggabungkan dua atau lebih sumber energi (sistem pembangkit) sehingga dapat menutupi kelemahan satu sama lain untuk mencapai keandalan pasokan dan efisiensi ekonomi pada beban tertentu. Umumnya sistem ini dikombinasikan dengan baterai sebagai sistem penyimpanan energi untuk mengantisipasi pola intermitten intrinsik dari pembangkit tenaga surya dan angin. Sistem ini merupakan sistem pembangkit alternatif yang cocok untuk daerah yang mengandalkan sumber energi Bahan Bakar Minyak (BBM) yang mahal karena biaya transportasinya dan tidak terjangkau oleh jaringan listrik skala besar.



Gambar 1. Konfigurasi SPLTH

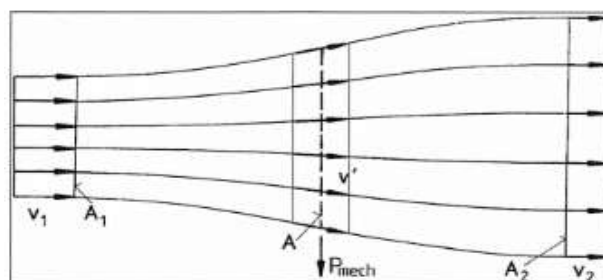
Komponen yang menyusun SPLTH meliputi pembangkitan (fosil atau terbarukan), sistem kontrol, baterai, dan beban seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Sistem PV mengubah energi radiasi matahari menjadi energi listrik. Energi radiasi ditransfer melalui foto efek langsung ke elektron dalam kristal PV mereka. Radiasi matahari sangat berpengaruh pada sistem PV. Salah satu parameter yang paling dibutuhkan untuk membuat sistem PV adalah nilai radiasi matahari global tahunan ($\text{kWh/m}^2/\text{d}$). Dalam kondisi ideal atau Standard Test Conditions (STC), faktor kualitas (Q) adalah rasio keluaran energi aktual yang diukur pada keluaran sistem (Eload) terhadap energi keluaran teoritis (Eth). $Q = \text{Eload}/\text{Eth}$.

Dengan $Q =$ faktor kualitas sistem, $\text{Eload} =$ energi keluaran listrik aktual $[\text{kWh}]$ dan $\text{Eth} =$ energi keluaran teoritis dari sistem $[\text{kWh}]$. Sedangkan ukuran sistem PV didefinisikan sebagai P_{peak} atau daya maksimum yang dapat dibangkitkan oleh rangkaian sistem PV. $P_{\text{peak}} = (\text{Eload} \cdot \text{I}_{\text{stc}}) / (\text{E}_{\text{glob}} \cdot Q)$.

Dimana $P_{\text{peak}} =$ daya puncak di bawah STC $[\text{kWp}]$, $\text{Eload} =$ energi keluaran listrik nyata $[\text{kWh/a}]$, $\text{I}_{\text{stc}} =$ radiasi matahari di bawah STC $[1 \text{ kW/m}^2]$, $\text{E}_{\text{glob}} =$ radiasi matahari global tahunan $[\text{kWh/m}^2/\text{a}]$ dan $Q =$ faktor kualitas sistem.

Array PV adalah kumpulan beberapa modul PV yang terhubung secara seri atau paralel. Intensitas radiasi matahari, material PV, hambatan listrik beban, temperatur panel PV, dan bayangan merupakan faktor yang sangat mempengaruhi kinerja panel PV.

Turbin Angin memanfaatkan angin atau energi kinetik untuk menggerakkan motor sehingga dapat berputar dan menghasilkan listrik. Memutar rotor menghasilkan perubahan kecepatan angin dalam arah tangensial, yang menghasilkan pengurangan jumlah total energi yang dapat diekstraksi dari angin. Teori batas Betz menjelaskan bagaimana energi angin dapat diubah menjadi bentuk energi lain. Kondisi aliran udara melalui rotor dapat diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kondisi aliran udara

Energi mekanik yang diambil dari angin per satuan waktu didasarkan pada perubahan kecepatan, yang dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A_1 \cdot v_1^3 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A_2 \cdot v_2^3$$

Dimana P adalah daya (Watt), ρ adalah densitas udara (kg/m^3), A_1 adalah luas penampang aliran sebelum melalui rotor (m^2), A_2 adalah luas penampang aliran setelah melalui rotor (m^2), v_1 adalah kecepatan aliran sebelum melalui rotor (m/s), & v_2 adalah kecepatan aliran setelah melalui rotor (m/s).

Diesel Generator berfungsi sebagai pembangkit listrik cadangan ketika sistem SPLTH antara matahari & angin tidak dapat menghasilkan listrik untuk memenuhi kebutuhan beban. Spesifikasi generator disesuaikan dengan kebutuhan beban untuk menghindari tegangan rendah. Kontroler PV digunakan untuk mengatur tegangan dari PV yang masuk ke baterai. Inverter/System Controller adalah rangkaian elektronika daya yang digunakan untuk mengubah tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak-balik (AC).

HOMER adalah singkatan dari Hybrid Optimization Model of Electric Renewable, alat populer untuk merancang sistem energi terbarukan. Menurut gambar 3, HOMER Energy mensimulasikan dan mengoptimalkan sistem pembangkit listrik baik yang berdiri sendiri maupun yang terhubung ke jaringan dengan kombinasi turbin angin, PV, mikrohidro, biomassa, generator (diesel/bensin), turbin mikro, sel bahan bakar, baterai, dan penyimpanan hidrogen. Ini melayani beban listrik dan termal.

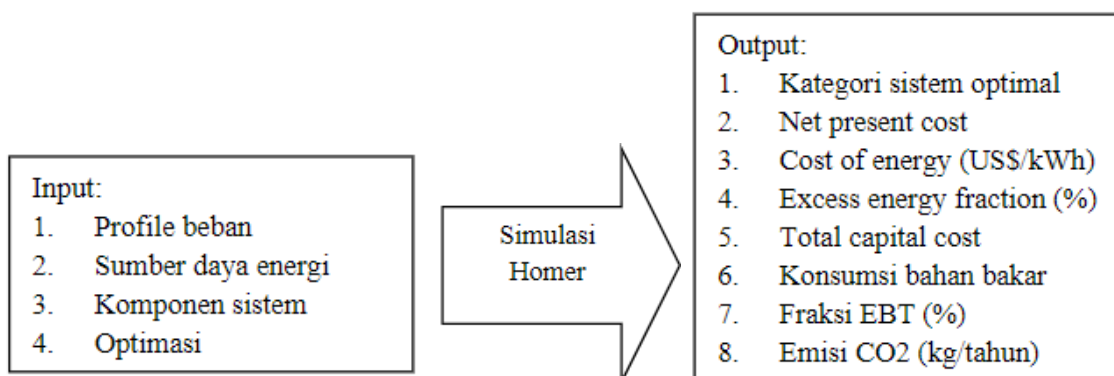
Total Net Present Cost (NPC) adalah nilai semua biaya yang dikeluarkan dalam hidup, nilai sekarang dari semua pendapatan yang diperoleh selama hidup. Biaya modal, biaya penggantian.

Biaya O&M, biaya emisi, biaya pembelian daya dari jaringan listrik adalah beberapa biaya yang diperhitungkan. Sedangkan nilai sisa dan pendapatan dari penjualan tenaga listrik ke jaringan listrik termasuk dalam pendapatan. Jumlah semua biaya tahunan untuk setiap komponen sistem, ditambah biaya tahunan, adalah Total Biaya Tahunan. Hal ini perlu dilakukan karena HOMER menggunakan nilai ini untuk menghitung *Cost Of Energy* (COE) dan *Net Present Cost* (NPC). Biaya Penggantian Tahunan adalah nilai tahunan dari semua biaya penggantian yang terjadi selama umur sistem dikurangi nilai sisa pada akhir

periode proyek. *Capital Recovery Factor* adalah rasio yang digunakan untuk menghitung nilai sekarang dari suatu anuitas (serangkaian arus kas tahunan).

Biaya operasi dan pemeliharaan sistem adalah biaya tahunan yang dikeluarkan sesuai dengan ukuran atau konfigurasi sistem pembangkit. Biaya ini digunakan untuk menghitung biaya modal tahunan lainnya, yang juga mempengaruhi total biaya sekarang bersih dari setiap sistem. *Level Cost of Energy* (LCOE) didefinisikan sebagai biaya rata-rata per kWh Produksi Energi Listrik yang digunakan oleh sistem. Analisis sensitivitas membantu mengungkapkan seberapa sensitif output terhadap perubahan input. Dalam analisis sensitivitas, pengguna HOMER biasanya memasukkan beberapa nilai untuk variabel tertentu. Pada tahap ini, HOMER mengulangi proses optimasi untuk setiap nilai variabel dan melihat bagaimana hasilnya terpengaruh. Beberapa parameter yang dianalisis secara ekonomis antara lain biaya modal awal, biaya tahunan, dan konsumsi bahan bakar, biaya listrik (COE), biaya sekarang bersih (NPC), periode modal yang dibutuhkan, dan dihasilkan oleh sistem per kWh.

HOMER adalah singkatan dari *Hybrid Optimization Model of Electric Renewable*, alat populer untuk merancang sistem energi terbarukan. Menurut gambar 3, HOMER Energy mensimulasikan dan mengoptimalkan sistem pembangkit listrik baik yang berdiri sendiri maupun yang terhubung ke jaringan dengan kombinasi turbin angin, PV, mikrohidro, biomassa, generator (diesel/bensin), turbin mikro, sel bahan bakar, baterai, dan penyimpanan hidrogen. Ini melayani beban listrik dan termal.



Gambar 3. Struktur simulasi & optimasi HOMER

Total Net Present Cost (NPC) atau total biaya bersih sekarang adalah nilai semua biaya yang dikeluarkan dalam hidup, nilai sekarang dari semua pendapatan yang diperoleh selama

hidup. Biaya modal, biaya penggantian, biaya operasi & pemeliharaan (*operation & maintenance*) atau disingkat O&M, biaya emisi, biaya pembelian daya dari jaringan listrik adalah beberapa biaya yang diperhitungkan. Sedangkan nilai sisa dan pendapatan dari penjualan tenaga listrik ke jaringan listrik termasuk dalam pendapatan. Jumlah semua biaya tahunan untuk setiap komponen sistem, ditambah biaya tahunan, adalah Total Biaya Tahunan. Hal ini perlu dilakukan karena HOMER menggunakan nilai ini untuk menghitung *Cost Of Energy* (COE) atau biaya energy dan *Net Present Cost* (NPC) atau biaya saat ini. Biaya Penggantian Tahunan adalah nilai tahunan dari semua biaya penggantian yang terjadi selama umur sistem dikurangi nilai sisa pada akhir periode proyek. *Capital Recovery Factor* adalah rasio yang digunakan untuk menghitung nilai sekarang dari suatu anuitas (serangkaian arus kas tahunan).

Biaya operasi dan pemeliharaan sistem adalah biaya tahunan yang dikeluarkan sesuai dengan ukuran atau konfigurasi sistem pembangkit. Biaya ini digunakan untuk menghitung biaya modal tahunan lainnya, yang juga mempengaruhi total biaya sekarang bersih dari setiap sistem. *Level Cost of Energy* (LCOE) didefinisikan sebagai biaya rata-rata per kWh Produksi Energi Listrik yang digunakan oleh sistem. Analisis sensitivitas membantu mengungkapkan seberapa sensitif output terhadap perubahan input. Dalam analisis sensitivitas, pengguna HOMER biasanya memasukkan beberapa nilai untuk variabel tertentu. Pada tahap ini, HOMER mengulangi proses optimasi untuk setiap nilai variabel dan melihat bagaimana hasilnya terpengaruh. Beberapa parameter yang dianalisis secara ekonomis antara lain biaya modal awal, biaya tahunan, dan konsumsi bahan bakar, biaya listrik (COE), biaya sekarang bersih (NPC), periode modal yang dibutuhkan, dan dihasilkan oleh sistem per kWh.

METODE PENELITIAN

Langkah pertama penelitian adalah melakukan studi pustaka dan mencari data terkait kondisi eksisting dan potensi energi terbarukan di daerah tersebut. Kondisi kelistrikan daerah tersebut berkaitan dengan profil beban dan kondisi sistem yang diperoleh dari Kampung Bayang Janiah.

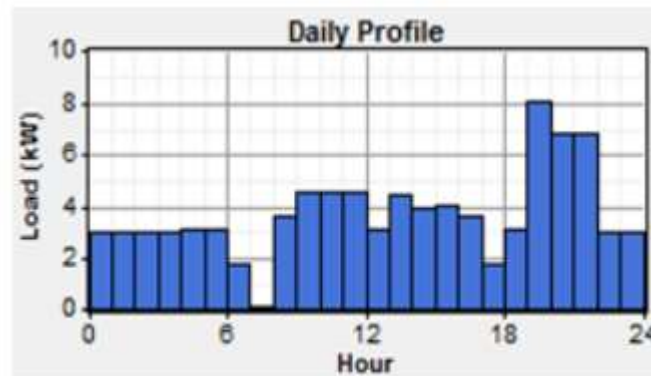
Pada penelitian ini, pemodelan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid off-grid berdasarkan potensi energi terbarukan yang tersedia di Kampung Bayang Janiah. Pemodelan

sistem hibrid tersebut terdiri atas: hydro turbine, modul photovoltaic dan juga didukung oleh battery sebagai media penyimpan energi. Data dari berbagai parameter seperti: potensi sumber energi air dan energi matahari, profil pemakaian beban listrik oleh masyarakat serta keterangan komponen dari berbagai parameter, yakni: ukuran, jumlah dan biaya dari hydro turbine, modul photovoltaic, battery, converter, yang telah diperoleh dari berbagai sumber untuk diinputkan ke dalam skema perencanaan sistem Pembangkit Listrik Tenaga *Hibrid off-grid*.

Array beban puncak siang hari terjadi antara pukul 09.00–12.00 WIB sebesar 4,569 kW, dimana beban AC sangat mendominasi. Sementara itu untuk beban puncak malam hari terjadi antara pukul 19.00–20.00 WIB sebesar 8,060 kW, dimana beban listrik didominasi oleh beban AC dan lampu penerangan. Pada saat *weekdays*, konsumsi rata-rata energi listrik sebesar 89 kWh/day.

Tabel 1. Pemakaian Beban Listrik Weekdays

Hour	Load (kW)
00:00 - 01:00	3.030
01:00 - 02:00	3.030
02:00 - 03:00	3.030
03:00 - 04:00	3.030
04:00 - 05:00	3.110
05:00 - 06:00	3.130
06:00 - 07:00	1.790
07:00 - 08:00	0.080
08:00 - 09:00	3.560
09:00 - 10:00	4.569
10:00 - 11:00	4.569
11:00 - 12:00	4.569
12:00 - 13:00	3.144
13:00 - 14:00	4.484
14:00 - 15:00	3.910
15:00 - 16:00	3.970
16:00 - 17:00	3.560
17:00 - 18:00	1.790
18:00 - 19:00	3.130
19:00 - 20:00	8.060
20:00 - 21:00	6.830
21:00 - 22:00	6.830



Gambar 4. Profil Beban Listrik Weekdays Kampung Bayang Janiah

Hasil perhitungan debit andalan sub DAS Bayang Janiah yang diperlukan untuk kebutuhan PLTMH dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Persentase Keandalan Untuk DebitDesain PLTMH Bayang Janiah

Probabilitas Keandalan (%)	Q (m ³ /detik)
0	5.828
5	2.570
10	1.836
15	1.627
20	1.482
25	1.254
30	1.051
35	0.952
40	0.81
45	0.696
50	0.553
55	0.463

Tabel 4. Persentase Keandalan Untuk DebitDesain PLTMH Bayang Janiah (Lanjutan)

Probabilitas Keandalan (%)	Q (m ³ /detik)
60	0.396
65	0.334
70	0.249
75	0.199
80	0.166
85	0.127
86	0.119
87	0.119
88	0.112
89	0.103
90	0.102
95	0.08
100	0.012

Hydro Inputs

File Edit Help

HOMER models run-of-river hydro installations. Enter the capital cost, available head, and turbine design flow rate. For Economics values, include the civil works and all costs associated with the hydro system. HOMER calculates the nominal power from the available head, design flow rate, and efficiency.

Hold the pointer over an element or click Help for more information.

Economics

Capital cost (\$) 61027.6 (.)

Replacement cost (\$) 48822.1 (.)

O&M cost (\$/yr) 31.9055 (.)

Lifetime (years) 25 (.)

Turbine

Available head (m) 14 (.) Nominal power: 11.3 kW

Design flow rate (L/s) 102 (8)

Minimum flow ratio (%) 70 (.) Generator type: ☒ AC ☐ DC

Maximum flow ratio (%) 95 (.)

Efficiency (%) 81 (.)

Intake pipe

Pipe head loss (%) 3.54 (.) Pipe Head Loss Calculator...

Systems to consider

☒ Simulate systems both with and without the hydro turbine

☐ Include the hydro turbine in all simulated systems

Help Cancel OK

Gambar 5. Input Parameter Hidro Turbin

PV Inputs

Enter at least one size and capital cost value in the Costs table. Include all costs associated with the PV (photovoltaic) system, including modules, mounting hardware, and installation. As it searches for the optimal system, HOMER considers each PV array capacity in the Sizes to Consider table.

Note that by default, HOMER sets the slope value equal to the latitude from the Solar Resource Inputs window.

Hold the pointer over an element or click Help for more information.

Size (kW)	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/yr)
1.000	6050	5445	2

Properties

Output current: ☐ AC ☒ DC

Lifetime (years): 20

Degrading factor (%): 80

Slope (degrees): 15

Azimuth (degrees W of S): 180

Ground reflectance (%): 20

Advanced

Tracking system: No Tracking

☒ Consider effect of temperature

Temperature coeff. of power (1/°C): -0.5

Nominal operating cell temp. (°C): 48

Efficiency at std. test conditions (%): 15.4

Cost Curve

Size (kW)

Cost (\$/kW)

Capital Replacement

Gambar 6. Input Parameter Modul Surya

Battery Inputs

Choose a battery type and enter at least one quantity and capital cost value in the Costs table. Include all costs associated with the battery bank, such as mounting hardware, installation, and labor. As it searches for the optimal system, HOMER considers each quantity in the Sizes to Consider table.

Hold the pointer over an element or click Help for more information.

Battery type: Sunatle BCC25P

Battery properties

Manufacturer: Rofu/Sunatle

Website: www.sunatle.com

Nominal voltage: 6 V

Nominal capacity: 1.156 kWh

Lifetime throughput: 9.645 kWh

Quantity	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/yr)
1	1600	1405	0.07

Advanced

Batteries per string: 8 (48V bus)

☒ Minimum battery life (yr): 6

Cost Curve

Quantity

Cost (\$/kWh)

Capital Replacement

Gambar 7. Input Parameter Battery

HASIL DAN PEMBAHASAN

Apabila parameter *design flow rate* dan *annual real interest rate* ditingkatkan hingga mencapai nilai maksimum yang ditetapkan berdasarkan masing-masing *sensitivity values* yang diinputkan ke dalam HOMER, maka memberikan pengaruh terhadap sistem pembangkit listrik tenaga hibrid tersebut dimana Operating Cost(\$/yr) dan TotalNPC (\$) yang semakin rendah sebaliknya LevelizedCOE (\$/kWh) yang semakin tinggi.

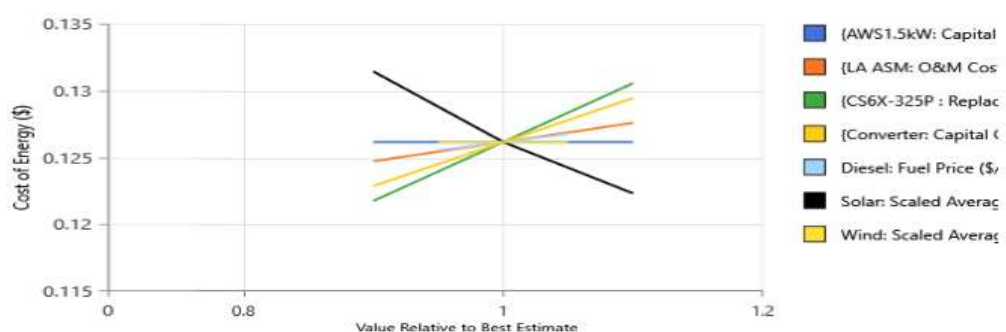
Tabel 5. Model konfigurasi dari pembangkit PV, Angin, & Mesin diesel di PLT Hibrid

No.	Konfigurasi Komponen						
	CS6X-325P	CS6X-325P Inv	AWS 1 kW	Diesel Gen	LA ASM	Converter	Dispatch
	kW	kW	kW	kW	kW	kW	
1	520	500		100	2.712	125	LF
2	520	500	1	100	2.712	125	LF
3				100	2.712	100	CC
4			1	100	2.712	100	CC
5	530	500	337	100	2.760	125	CC

Hasil simulasi menggunakan perangkat lunak HOMER menghasilkan 5 (lima) model konfigurasi sistem yang mampu memenuhi kebutuhan beban di Pulau Pusong sebesar 85.450 kWh/tahun.

Analisis Sensifitas

Pada simulasi ini terdapat 6 parameter yang divariasikan yaitu harga bahan bakar minyak, radiasi matahari, kecepatan angin, biaya investasi awal, biaya penggantian dan biaya O&M. Pada Grafik spiderplot pada Gambar10 menggambarkan sebesar apa sensitif COE terhadap enam variabel tersebut. Enam parameter tersebut divariasikan 10% kebawah dan keatas. Radiasi matahari sangat berpengaruh terhadap COE, penurunan tingkat radiasi akan meningkatkan COE secara signifikan (dikompensasikan ke pemakaian BBM di mesin diesel). Sementara itu penurunan biaya investasi awal, biaya penggantian dan biaya O&M akan menurunkan COE, sebaliknya peningkatan biaya tersebut akan meningkatkan COE. Grafik sensitivitas komponen PLT Hibrid4.



Gambar 8. Grafik sensitivitas komponen PLT Hibrid

KESIMPULAN DAN SARAN

- a. Unit hydro turbine yang digerakkan dengan debit desain air sungai sebesar 102 liter/detik dan head efektifnya 14 meter menghasilkan kapasitas 11,3 kW, *photo voltaic array* berkapasitas 8,4 kW, 8 unit battery 6 V 1.091 Ah dan 10 kW *bidirectional converter*. Konfigurasi tersebut ditetapkan sebagai yang paling optimal berdasarkan nilai Total NPC terendah yaitu sebesar \$ 146.041 dan Levelized COE sebesar \$ 0,525/kWh dengan Initial Capital yang diperlukan untuk merealisasikan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Microhydro –Photovoltaic Array tersebut adalah sebesar \$ 135.573.
- b. Hasil simulasi dari optimisasi desain sistem *hibrid microhydro dengan photovoltaic array* ini menunjukkan bahwa kontribusi energi listrik yang diproduksi oleh *microhydro* sebesar 78.945 kWh/yr (87%) dan energi listrik yang diproduksi oleh *photovoltaic array* sebesar 11.404 kWh/yr (13%), sehingga dengan kontribusi total sebesar 100% tersebut dapat melayani kebutuhan energi listrik harian masyarakat Kampung Bayang Janiah sebesar 88,692 kWh dan kebutuhan energi listrik per tahunnya sebesar 30.668 kWh. Ditinjau dari segi keandalan sistem hibridnya masih terjaga melihat *capacity shortage* per tahun yang dihasilkan oleh sistem dalam kisaran 7 –8 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Pakar Unand Energi terbarukan (<https://www.unand.ac.id/index.php/berita/9-seputar-unand/387-pakar-unand-energi-terbarukan-sumbar.html>)
- Enam Potensi Energi terbarukan di sumbar (<https://padek.jawapos.com/sumbar/03/02/2022/enam-potensi-energi-terbarukan-di-sumbar-bakal-dikembangkan/>)
- Kajian Pemanfaatan Potensi Energi Baru Terbarukan Setempat Untuk Meningkatkan Bauran Energi Baru Terbarukan di Pulau Pusong, Nangroe Aceh Darussalam, Mujammil Asdhiyoga Rahmanta, Prasetyo Adi Wibowo, PLN Persero, desember 2021
- Analisis Mode Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid microHydro-Photovoltaic Array Menggunakan HOMER, Novi Kurniasih, Refdinal Nazir, Program Studi Magister Teknik Elektro, Universitas Andalas, Maret 2015