Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan HOMER Di Desa Lalumpe

Christy M. A. Pasowan[1)], Meita Rumbayan[2)], Lily S. Patras[3)]
Dept. of Electrical Engineering, Sam Ratulangi University Manado, Kampus Bahu St., 95115, Indonesia
E-mails: christyamp22@gmail.com[1)], meitarumbayan@unsrat.ac.id[2)], patraslily48@gmail.com[3)]

***Abstract* — Solar energy is one of the natural resources that can be used in the generation of electrical energy and will not be exhausted because it is renewable energy. Lalumpe is a village located in Kombi District, Manahasa, North Sulawesi, has the potential for solar energy to be developed into a Solar Power Plant (PLTS). The purpose of this research is to find out the potential of solar energy as a Solar Power Plant in Lalumpe Village and can design a PLTS system. The design in this study used HOMER software to get the optimal configuration of PLTS system design from two simulated scenarios. From the results of the HOMER simulation for two system configuration scenarios, namely: Scenario 1 has a total production of 129,693 kWh/yr, it requires a PV capacity of 83.4 kW, a battery of 211 units, and an inverter capacity of 25.1 kW. With an NPC value of Rp. 2,117,099,000, Annualized Cost of Rp. 110,303,610, and CoE of Rp. 1,209. And Scenario 2 has a total production of 207,948 kWh/yr then requires a PV capacity of 129 kW, a battery of 242 units, and an inverter capacity of 23.1 kW. With an NPC value of Rp. 6,684,547,000, Annualized Cost of Rp. 348,273,658, and CoE of Rp. 3,818.**

***Keywords*: PLTS, HOMER, Solar Energy, Power Plant**

***Abstrak* — Energi matahari adalah salah satu sumber daya alam yang bisa digunakan dalam pembangkitan energi listrik dan tidak akan habis karena merupakan energi terbarukan. Lalumpe merupakan sebuah desa yang berada di Kecamatan Kombi, Kabupaten Manahasa, Provinsi Sulawesi Utara, memiliki potensi energi matahari untuk dikembangkan menjadi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi energi matahari sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Desa Lalumpe, dan dapat merancang sistem PLTS. Perancangan pada penelitian ini menggunakan *software* HOMER untuk mendapatkan konfigurasi yang optimal desain sistem PLTS dari dua skenario yang disimulasikan. Dari hasil simulasi HOMER untuk dua skenario konfigurasi sistem yaitu: Skenario 1 memiliki total produksi sebesar 129.693 kWh/yr maka membutuhkan kapasitas PV sebesar 83,4 kW, baterai sebanyak 211 unit, dan kapasitas inverter sebesar 25,1 kW. Dengan nilai *NPC* sebesar Rp. 2.117.099.000, *Annualized Cost* sebesar Rp. 110.303.610, dan *CoE* sebesar Rp. 1.209. Dan Skenario 2 memiliki total produksi sebesar 207.948 kWh/yr maka membutuhkan kapasitas PV sebesar 129 kW, baterai sebanyak 242 unit, dan kapasitas inverter sebesar 23,1 kW. Dengan nilai *NPC* sebesar Rp. 6.684.547.000, *Annualized Cost* sebesar Rp. 348.273.658, dan *CoE* sebesar Rp. 3.818.**

Kata kunci: PLTS, HOMER, Energi Matahari, Pembangkit Listrik

I. PENDAHULUAN

Energi matahari adalah salah satu sumber daya alam yang bisa digunakan dalam pembangkitan energi listrik dan tidak akan habis karena merupakan energi terbarukan. Oleh sebab itu energi matahari merupakan energi alternatif yang memiliki peluang lebih baik dalam memenuhi kebutuhan energi listrik selain kertersediaannya yang akan terus ada, energi matahari juga merupakan energi yang ramah lingkungan.

Lalumpe merupakan sebuah desa yang berada di Kecamata Kombi, Kabupaten Manahasa, Provinsi Sulawesi Utara, memiliki potensi energi matahari untuk dikembangkan menjadi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Dari pengembangan PLTS di Desa Lalumpe diharapkan dapat membantu masyarakat di desa tersebut untuk mengatasi masalah pemadaman listrik yang sering kali terjadi dan agar Desa Lalumpe bisa menjadi desa mandiri energi.

Pemodelan dengan menggunakan perangkat lunak merupakan pilihan yang dapat mempermudah, dan mempercepat dalam menguji dan menganalisa sistem yang diinginkan, serta lebih hemat biaya. Dalam penelitian ini membahasa tentang penggunaan perangkat lunak HOMER dalam merancang dan menguji kelayakan dari segi ekonomis dari sistem pembangkit listrik di Desa Lalumpe, yang memanfaatkan energi terbaruka, yaitu energi matahari untuk membantu masyarakat di desa tersebut dalam suplai energi listrik.

A. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan suatu teknologi pembangkit listrik yang mengkonversikan energi foton dari surya menjadi listrik. Konversi ini dilakukan pada panel surya yang terdiri dari sel-sel photovoltaic. Sel-sel ini adalah lapisan-lapisan dari silikon (Si) murni atau bahan semikonduktor lainnya yang telah didesain sedemikian rupa, sehingga apabila dari bahan tersebut mendapat energi foton akan mengeksitasi elektron dari ikatan atomnya menjadi elektron yang bergerak bebas, dan pada akhirnya akan menghasil tegangan listrik arus searah [1].

B. Komponen Utama PLTS

Fotovoltaik merupakan suatu alat yang dapat mengubah energi surya (foton) menjadi listrik arus searah. Kemudian

listrik arus searah diubah menjadi arus bolak balik menggunakan inverter sesuai dengan sistem tegangan dan frekuensi setempat. Suatu PLTS memiliki komponen utama yaitu: panel surya (fotovoltaik), inverter dan baterai [2].

1) Panel Surya

Panel Surya merupakan bahan semikonduktor yang berfungsi untuk mengubah sinar matahari secara langsugn menjadi energi listrik. Perubahan sinar matahari menjadi energi listrik disebut efek photovoltaik. Kinerja panel surya sendiri sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari karena semakin tinggi intensitas cahaya maka semakin besar energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya [3].

2) Baterai

Baterai adalah komponen yang berfungsi menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh modul photovoltaic pada siang hari, untuk kemudian dipergunakan pada malam hari dan pada saat cuaca mendung [4]. Tanpa baterai maka energi surya hanya dapat digunakan pada saat ada sinar matahari saja karena tidak ada alat penyimpan energinya [5].

Besarnya kemampuan menyimpan arus listrik diukur dalam satuan Watt/Hours yang ditentukan dari besar kebutuhan daya listrik yang dibutuhkan dan kemampuan solar cell dalam mengisi. Pada baterai perlu memperhitungkan nilai Depth of Discharge (DoD), yaitu energi maksimal yang digunakan untuk menentukan batas kapasitas sesungguhnya dari baterai. Umumnya nilai DoD sebesar 80% [6].

3) Inverter

Inverter merupakan alat elektronik yang berfungsi mengubah sistem tegangan DC dari keluaran modul PV atau baterai menjadi sistem tegangan AC. Pengubah sistem tegangan ini penting, karena peralatan listrik secara umum memerlukan suplai tegangan AC [7].

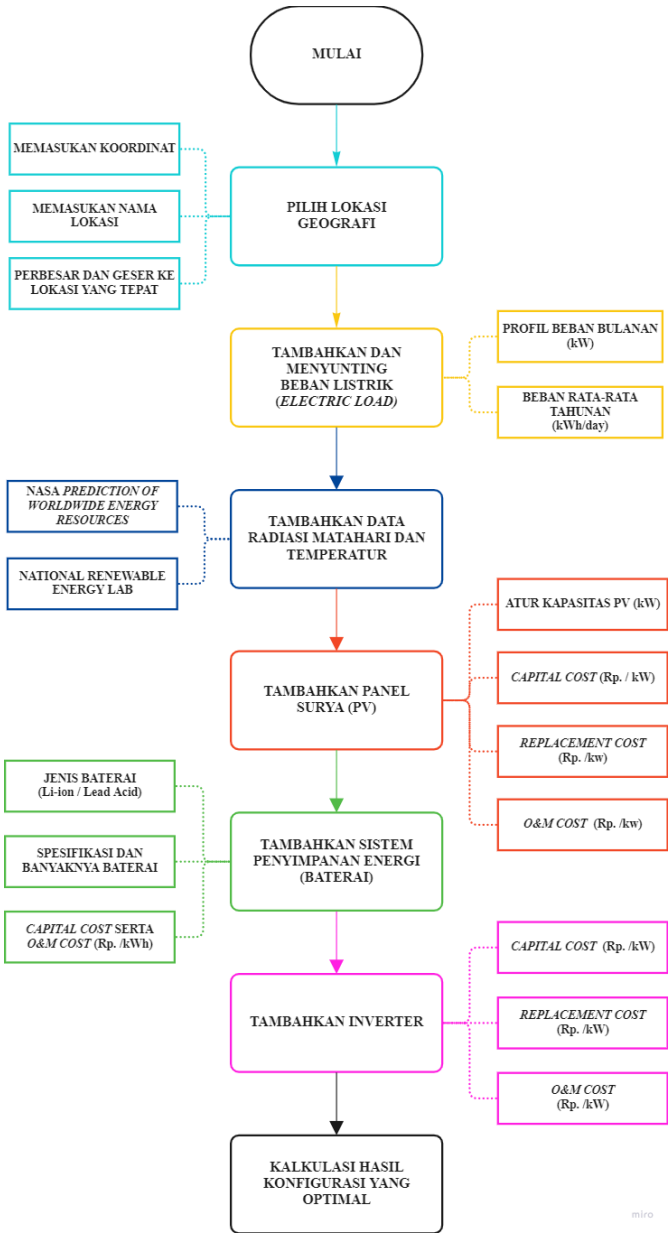
C. *Software HOMER*

HOMER (*Hibrid Optimization Model for Energy Renewable*) merupakan perangkat lunak (program) simulasi yang mengoptimalkan sistem pembangkit tenaga listrik, baik secara *off*-grid maupun secara grid-*connected* yang bisa terdiri dari gabungan photovoltaic, mikrohidro, battery serta gabungan sumber energi baru dan terbarukan lainnya [8].

II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan *Software* HOMER untuk merancang, merencanakan dan mensimulasikan model konfigurasi sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Software* HOMER ini membutuhkan parameter-parameter sebagai variabel penting yang dijadikan masukan dalam proses simulasi yang dilakukan untuk mendapatkan konfigurasi sistem yang optimal. Pada perancangan ini mengambil dua skanario sistem PLTS dengan komponen yang berbeda sebagai perbandingan.

Gambar 1 menunjukkan langkah-langkah dasar dalam bentuk diagram alur untuk merancang sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya menggunakan *Software* HOMER.

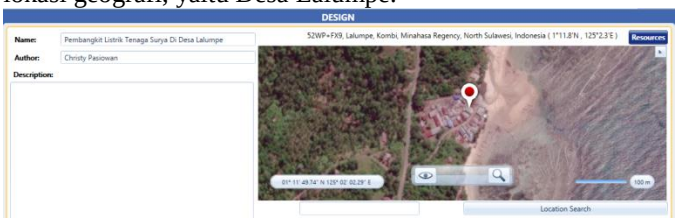


Gambar 1 Diagram Alur Pengoperasian *Software* HOMER

A. *Lokasi*

Penelitian ini dilakukan di Desa Lalumpe, Kecamatan Kombi, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara dengan koordinat 1°11'47.6"N 125°02'15.5"E yang didapat dari Google Maps.

Berdasarkan Gabmbar 1, langkah pertama adalah memilih lokasi geografi, yaitu Desa Lalumpe.



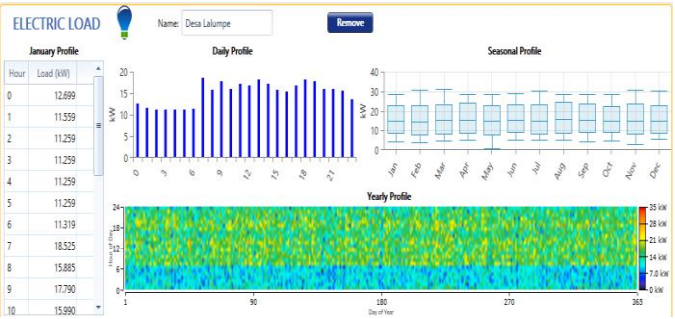
Gambar 2 Pemilihan Lokasi Pada *Software* HOMER

B. Beban Listrik

Data beban didapat dari wawancara langsung penduduk di Desa Lalumpe. Pendataan beban listrik di Desa Lalumpe dengan cara menghitung jumlah perangkat listrik yang ada dan lama waktu pemakaiannya.

Tabel 1 Data Beban Listrik Desa Lalumpe

Waktu Pembebanan	Total Beban (kW)	Waktu Pembebanan	Total Beban (kW)
00.00 - 01.00	11,559	12.00 - 13.00	18,21
01.00 - 02.00	11,259	13.00 - 14.00	17,16
02.00 - 03.00	11,259	14.00 - 15.00	15,81
03.00 - 04.00	11,259	15.00 - 16.00	15,405
04.00 - 05.00	11,259	16.00 - 17.00	16,755
05.00 - 06.00	11,319	17.00 - 18.00	18,129
06.00 - 07.00	18,525	18.00 - 19.00	17,799
07.00 - 08.00	15,885	19.00 - 20.00	15,999
08.00 - 09.00	17,79	20.00 - 21.00	15,999
09.00 - 10.00	15,99	21.00 - 22.00	15,699
10.00 - 11.00	17,16	22.00 - 23.00	13,599
11.00 - 12.00	16,755	23.00 - 00.00	12,699
Total (kW) = 363,282			



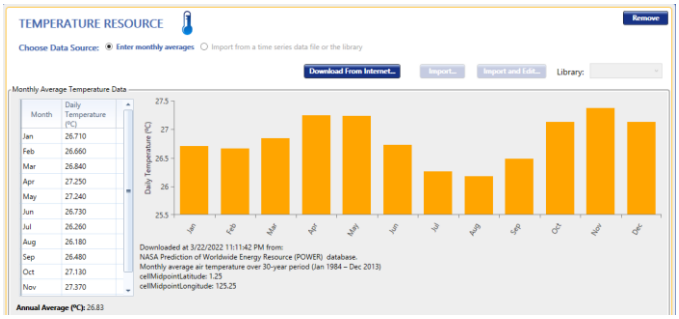
Gambar 3 Tampilan Pengaturan Beban Listrik Pada HOMER

Berdasarkan data beban yang diperoleh dari Desa Lalumpe, jumlah beban listrik yang dikonsumsi oleh masyarakat Desa Lalumpe sebesar 363,282 kW. Dimana beban terendah yaitu sebesar 11,259 kW, sedangkan beban puncak yang terjadi di Desa Lalumpe terjadi pada pukul 06.00 – 07.00 dengan penggunaan listrik sebesar 18,525 kW.

C. Data Radiasi Matahari

Data radiasi matahari dan suhu udara didapat dari NASA *Prediction of Worldwide Energy Resources (POWER)*. Nilai daya radiasi per unit area atau nilai *irradiance* dapat dijadikan parameter untuk melihat tingkat pencahayaan atau radiasi energi matahari yang ditangkap oleh panel surya.

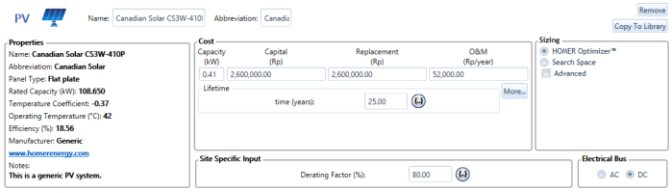
Gambar 4 Tampilan Pengaturan Radiasi Matahari Pada HOMER



Gambar 5 Tampilan Pengaturan Temperatur Pada HOMER

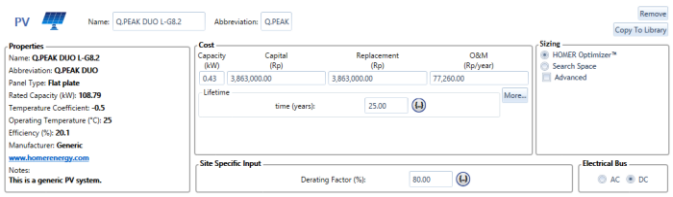
Berdasarkan Gambar 4 dan Gambar 5 dapat diketahui nilai radiasi matahari dan temperatur di Desa Lalumpe, dengan rata-rata radiasi matahari 5,69 kWh/m^2/day dan rata-rata suhu 26,83ºC, maka Desa Lalumpe sangat berpotensi untuk menerapkan panel surya.

D. Photovoltaic (PV)



Gambar 6 Tampilan Pengaturan PV Untuk Skenario 1

Gambar 6 merupakan jendela yang digunakan untuk mengatur panel surya yang akan digunakan pada perancangan sistem pembangkit. Seperti pada Gambar 6 panel surya yang digunakan adalah Canadian Solar CS3W-410P yang berbahan *Poly-crystalline* dengan kapasitas 410 W. Untuk harga satu panel adalah sebesar Rp. 2.600.000 dan untuk biaya pemeliharaannya sebesar Rp. 52.000. biaya pemeliharaan merupakan biaya operasional dan pemeliharaan panel surya, diperhitungkan sebesar 2% dari total biaya investasi awal [9].

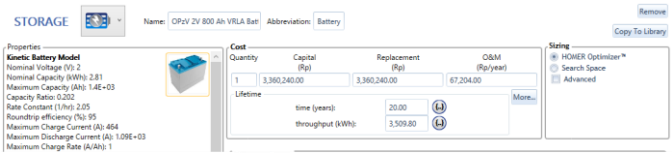


Gambar 7 Tampilan Pengaturan PV Untuk Skenario 2

Pada Gambar 7 panel surya yang digunakan adalah Q.PEAK DUO L-G8.2 yang berbahan *Mono-crystalline* dengan kapasitas 430 W. Untuk harga satu panel adalah

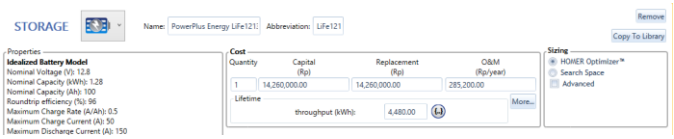
sebesar Rp. 3.863.000 dan untuk biaya pemeliharaannya sebesar Rp. 77.260. Biaya pemeliharaan diperhitungkan 2% dari total biaya investasi awal [9].

E. Sistem Penyimpanan Energi (Storage System)



Gambar 8 Tampilan Pengaturan Baterai Untuk Skenario 1

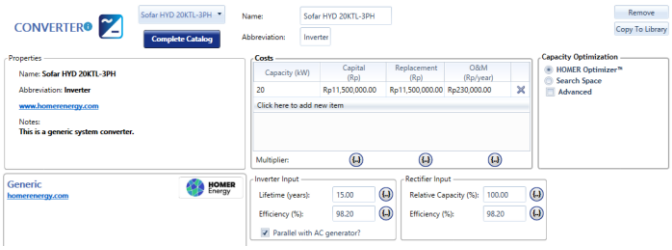
Gambar 8 merupakan jendela yang digunakan untuk mengatur baterai yang akan digunkan pada perancangan sistem pembangkit. Seperti pada Gambar 8 baterai yang dugunakan adalah Ritar OPzV 2V 800 Ah VRLA Battery. Untuk harga satu buah baterai adalah sebesar Rp. 3.360.240 dan untuk biaya pemeliharaannya sebesar Rp. 67.204. Biaya pemeliharaan diperhitungkan 2% dari total biaya investasi awal [9].



Gambar 9 Tampilan Pengaturan Baterai Untuk Skenario 2

Pada Gambar 9 baterai yang digunakan adalah PowerPlus Energy LiFe1213N. Untuk harga satu buah baterai adalah sebesar Rp. 14.260.000 dan untuk biaya pemeliharaanya sebesar Rp. 285.200. Biaya pemeliharaan diperhitungkan 2% dari total biaya investasi awal [9].

F. Inverter



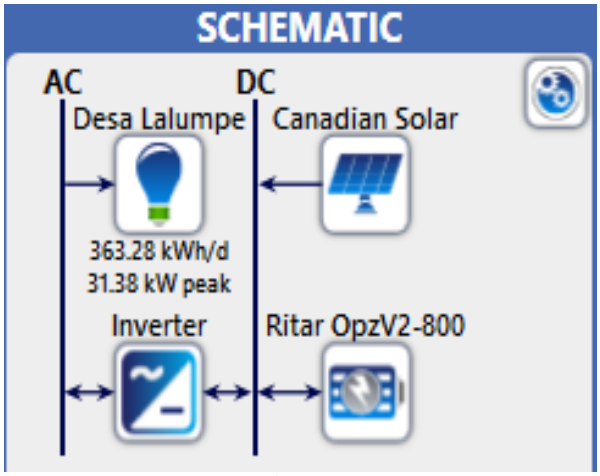
Gambar 10 Tampilan Pengaturan Inverter Pada HOMER

Pada Gambar 10 merupakan jendela untuk mengatur konverter atau inverter yang akan digunakan dalam perancangan sistem pembangkit. Pada penelitian ini inverter yang digunakan adalah Sofar HYD 20KTL-3PH yang memiliki kapasitas 20 kW. Untuk harga dari inverter ini adalah sebesar Rp. 11.500.000 dan untuk biaya pemeliharaannya sebesar Rp. 230.000. Biaya pemeliharaan diperhitungkan 2% dari total biaya investasi awal [9].

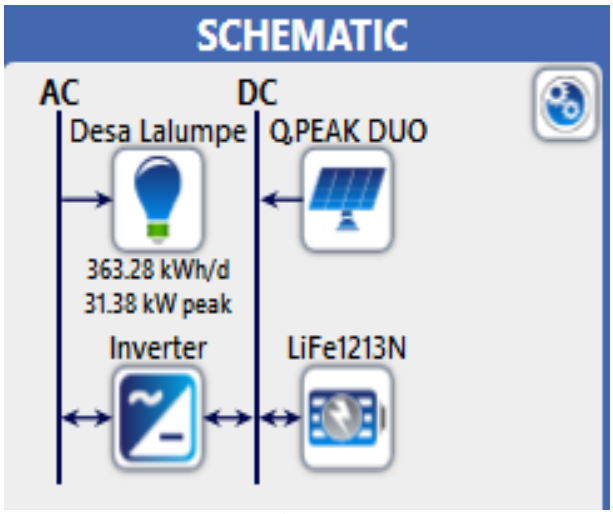
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Simulasi Software HOMER

Penelitian yang dilakukan menggunakan simulasi HOMER sebagai perangkat lunak perancangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya memiliki skematik konfigurasi sistem seperti pada gambar di bawah



Gambar 11 Skematik Konfigurasi Sistem PLTS Skenario 1



Gambar 12 Skematik Konfigurasi Sistem PLTS Skenario 2

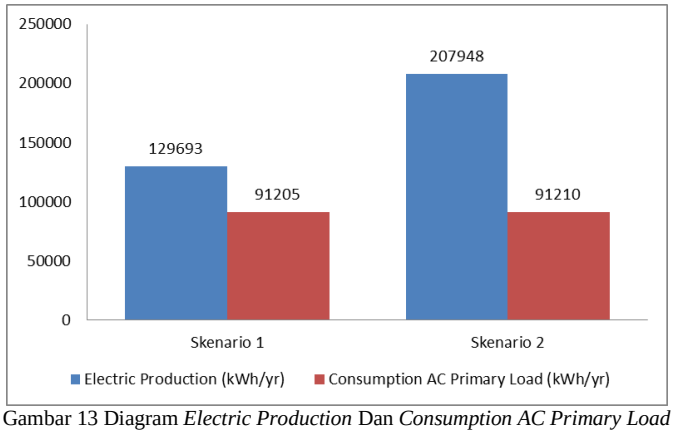
Hasil simulasi sistem PLTS dengan menggunakan *software* HOMER diperoleh kapasitas sistem optimal yang mampu memenuhi kebutuhan beban listrik di Desa Lalumpe seperti yang ditunjukan pada tabel di bawah

Tabel 2 Kapasitas Konfigurasi Sistem

Konfigurasi Sistem	Kapasitas Sistem		
	PV (kW)	Baterai (unit)	Inverter (kW)
Skenario 1	83,4	211	25,1
Skenario 2	129	242	23,1

B. Perbandingan Electric Production Dan Consumption AC Primary Load

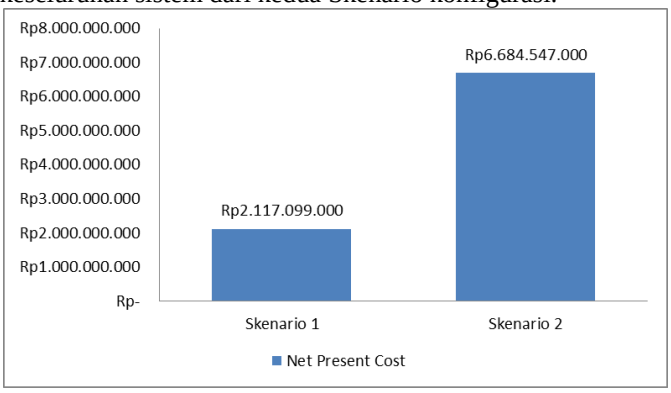
Hasil simulasi HOMER untuk produksi energi listrik (*Electric Production*) dan konsumsi energi pada beban (*Consumption AC Primary Load*) dapat dilihat pada Gambar di bawah



Gambar 13 Diagram *Electric Production* Dan *Consumption AC Primary Load*

C. Perbandingan Net Present Cost (NPC)

Pada Gambar 14 merupakan hasil perbandingan total biaya keseluruhan sistem dari kedua Skenario konfigurasi.

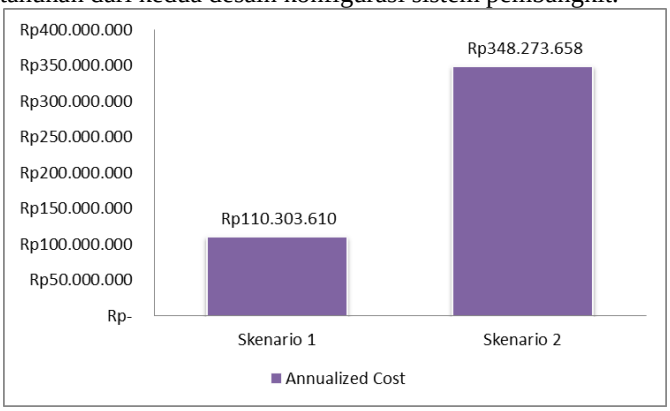


Gambar 14 Diagram Perbandingan *Net Present Cost*

Dari Gambar 14 dapat dilihat bahwa nilai NPC pada Skenario 1 sebesar Rp. 2.117.099.000 sedangkan untuk Skenario 2 nilai NPC-nya sebesar Rp. 6.684.547.000. Total NPC mencakup keseluruhan biaya yang dikeluarkan selama waktu proyek berlangsung, yang terdiri dari biaya komponen, biaya pengganti, biaya operasional dan pemeliharaan, biaya bahan bakar, dan biaya suku bunga.

D. Perbandingan Annualized Cost

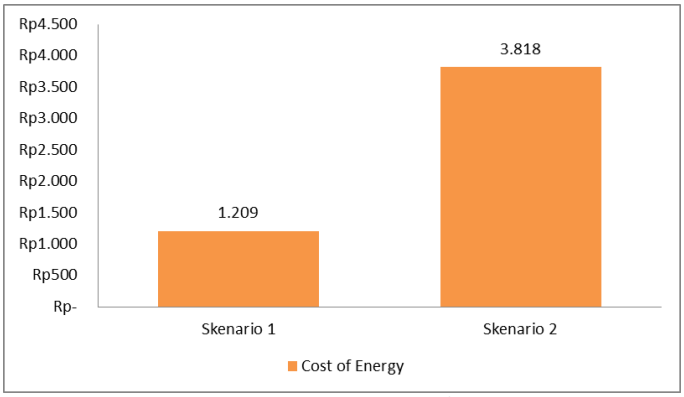
Pada Gambar 15 merupakan hasil perbandingan total biaya tahunan dari kedua desain konfigurasi sistem pembangkit.



Gambar 15 Diagram Perbandingan *Annualized Cost*

Dari Gambar 15 dapat dilihat bahwa, total biaya tahunan (*Annualized Cost*) pada Skenario 1 sebesar Rp. 110.303.610, sedangkan untuk Skenario 2 total biaya tahunannya sebesar Rp. 348.273.658.

E. Perbandingan Cost of Energy (CoE)



Gambar 16 Perbandingan *Cost of Energy*

Dari Gambar 16 dapat dijelaskan bahwa harga jual listrik (*Cost of Energy*) per kWh pada Skenario 1 sebeasar Rp. 1.209 sedangkan untuk Skenario 2 harga jual listrik per kWh-nya sebesar Rp. 3.818.

F. Analisa Hasil Konfigurasi Sistem Pembangkit

Dari hasil data simulasi HOMER konfigurasi sistem pembangkit yang telah dilakukan supaya mendapat rancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya agar dapat mewujudkan Desa Lalumpe sebagai salah satu desa mandiri energi. Tabel 2 dan Gambar 16 merupakan kapasitas konfigurasi sistem dan *cost of energy* kedua skenario konfigurasi sistem pembangkit dengan simulasi HOMER.

Perancangan konfigurasi sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan kedua Skenario yang ada, ditinjau dari aspek ekonomi dari kondisi pendapatan masyarakat di Desa Lalumpe yang terdiri dari 55 KK yang mayoritas profesinya sebagai nelayan dengan rata-rata pendapatan per bulan kurang lebih Rp. 6.000.000, belum mampu untuk berinvestasi pada pembangunan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya dari perancangan yang ada. Penyebabnya adalah biaya investasi baterai PLTS saat ini masih mahal dan umur komponen yang masih terbilang pendek. Maka menjadi saran untuk meringankan investasi dari konfigurasi sistem PLTS dan menjamin keberlanjutan produksi energi listrik maka disarankan sistem PLTS ini bisa di-*hybrid* dengan pembangkit listrik energi terbarukan lainnya yang ada di Desa Lalumpe.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari simulasi HOMER mengenai Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Desa Lalumpe, dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu Berdasarkan potensi energi matahari dari *database* NASA *Prediction of Worldwide Energy Resources (POWER)* Desa Lalumpe memiliki potensi energi matahari yang layak untuk dikembangkan menjadi sumber energi dari pembangkit listrik. Dengan potensi energi matahari di Desa Lalumpe sebesar 5,69 kWh/m^2/day.

Dari hasil simulasi HOMER konfigurasi sistem PLTS Skenario 1 memiliki total produksi sebesar 129.693 kWh/yr

maka membutuhkan kapasitas PV sebesar 83,4 kW, baterai sebanyak 211 unit, dan kapasitas inverter sebesar 25,1 kW. Sedangkan konfigurasi sistem PLTS Skenario 2 memiliki total produksi sebesar 207.948 kWh/yr maka membutuhkan kapasitas PV sebesar 129 kW, baterai sebanyak 242 unit, dan kapasitas inverter sebesar 23,1 kW.

Dan dilihat dari sisi ekonomi, dengan melihat pendapatan masyarakat Desa Lalumpe belum mampu untuk berinvestasi untuk pembangunan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya dari perancangan yang ada.

B. Saran

Ada beberapa saran yang diharapkan bisa dugunakan untuk penelitian yang akan dilakukan selanjutnya, yaitu Perlu adanya pengukuran potensi energi matahari secara langsung menggunakan alat ukur agar mendapat hasil yang lebih akurat.

Dan perlunya penelitian lebih lanjut untuk perancangan pembangkit listrik dengan menggunakan *software* HOMER tidak hanya menggunakan PV tapi juga menggunakan energi terbarukan yang lain, agar daya yang dapat di*supply* bisa lebih optimal.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Putra, D. L. (2020). *ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PEMBANGKIT LISTRIK HIBRID TENAGA BAYU DAN TENAGA SURYA (Studi Kasus: Desa Sari Mulya Tembilahan Indragiri Hilir Riau)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).

[2] Michael Boxwell. The Solar Electricity Handbook: A Simple, Practical Guide to Solar Energy - Designing and Installing Photovoltaic Solar Electric Systems, Ed. ke-6. Warwickshire, UK: Greenstream Publishing, 2012.

[3] Putra, D. L. (2020). *ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PEMBANGKIT LISTRIK HIBRID TENAGA BAYU DAN TENAGA SURYA (Studi Kasus: Desa Sari Mulya Tembilahan Indragiri Hilir Riau)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).

[4] Prayogi, A. A. (2018). Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid (Pln-Solar Cell) Pada Gedung Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Menggunakan Homer.

[5] Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi. (2017). Panduan Pengoperasian dan Pemeliharaan PLTS Off-Grid. Jakarta Pusat: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.

[6] Wibawa, I. U., & Yulistiono, I. (2013). *Perancangan Hybrid Sistem Photovoltaic Di Gardu Induk Blimbing-malang* (Doctoral dissertation, Brawijaya University).

[7] Safriani, O. W. (2021). Analisis Simulasi Perubahan Jumlah Baterai pada Solar Cell di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

[8] Lambert, T., Gilman, P., & Lilienthal, P. (2006). Micropower system modeling with HOMER. *Integration of alternative sources of energy*, *1*(1), 379-385.

[9] Ramadhan, S. G., & Rangkuti, C. (2016, August). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti. In Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan (pp. 22-1).

Christy Monica Amelia Pasiowan, lahir di Manado pada tanggal 22 Oktober 2000. Penulis merupakan anak tunggal dari pasangan Alfons Pasiowan dan Veronika Sumolang. Alamt tempat tinggal penulis adalah Jl. Diponegoro 5 No. 54, Lingkungan 1, Kelurahan Mahakeret Timur, Kecamatan Wenang, Kota Manado.

Penulis mulai menempuh pendidikan di TK Eben Heazer Manado (2005). Kemudian penulis melanjutkan kejenjang Sekolah Dasar di SD Katolik 03 Frater Don Bosco Manado (2006-2012), setelah itu melanjutkan studi kejenjang Sekolah Menengah Pertama di SMP Frater Don Bosco Manado (2012-2015), kemudian melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 9 Binsus Manado (2015-2018).

Pada tahun 2018, penulis melanjutkan pendidikan di Program Studi S-1 Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi. Selama perkuliahan penulis bergabung dengan beberapa organisasi yaitu Himpunan Mahasiswa Elektro (HME), dan Unit Pelayahanan Kerohanian Kristen Fakultas Teknik UNSRAT (UPK-Kr FT UNSRAT).