

Potensi Pemanfaatan Tenaga Surya Menggunakan Fotovoltaik di Kawasan Tana Mori, Labuan Bajo

Anindito Nurprabowo^{1✉}, Dani Rusirawan²

¹ Mahasiswa Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

² Prodi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 12-06-2024

Direvisi : 25-06-2024

Diterima : 29-06-2024

Kata Kunci:

Energi Surya, PLTS,
Software HOMER,
Tana Mori, Utilitas.

Keywords :

HOMER Software, PLTS,
Solar energy, Tana Mori,
Utilities.

Corresponding Author :

Anindito Nurprabowo

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

Jl. PHH. Mustafa No. 23, Bandung, 40124

Email: anindito.nurprabowo@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia memiliki potensi energi surya yang cukup besar, yakni sekitar 4,8 KWh/m², tetapi pemanfaatannya masih minim meskipun keterbatasan akan sumber daya fosil semakin mengkhawatirkan. Sejalan dengan hal tersebut, Kawasan Tana Mori yang dicanangkan akan menjadi lokasi Konferensi Tingkat Tinggi G20 harus mengedepankan konsep ramah lingkungan, salah satunya adalah penggunaan energi terbarukan berupa pemanfaatan sinar matahari sebagai alternatif sumber energi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi pembangkit tenaga surya dengan perangkat lunak HOMER (*Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources*), yang dapat menyimulasikan sistem energi terbarukan dengan masukan awal berupa kebutuhan daya listrik yang akan digunakan kemudian menyusun skema komponen teknologi yang akan diaplikasikan pada lokasi ini. Dengan kebutuhan daya 392,74 kW untuk sistem utilitas, dapat digunakan 1 sistem fotovoltaik dengan kapasitas 500 kWp, selanjutnya hasil simulasi menghasilkan biaya pengadaan yang hampir sebanding dengan pengeluaran untuk biaya operasional dan pemeliharaan sistem apabila tidak menggunakan fotovoltaik.

ABSTRACT

Indonesia's solar energy potential is quite large, approximately 4.8 KWh/m², but its utilization is still low even though the limitations of fossil resources are increasingly worrying. In line with this, Tana Mori area which is proclaimed to be the location of the G20 Summit must prioritize environmentally friendly concepts, one of which is renewable energy utilizing sunlight as an alternative source of energy. This research aims to determine solar power generation potential with HOMER software, which can simulate a renewable energy system with electrical power requirements that will be used as initial input and develop a scheme of technological components that will be applied at this location. With a power requirement of 392.74 kW for utility, one photovoltaic system with a capacity of 500 kWp can be used, the simulation results also produce procurement costs that are almost comparable to the costs for operational and maintenance without photovoltaic.

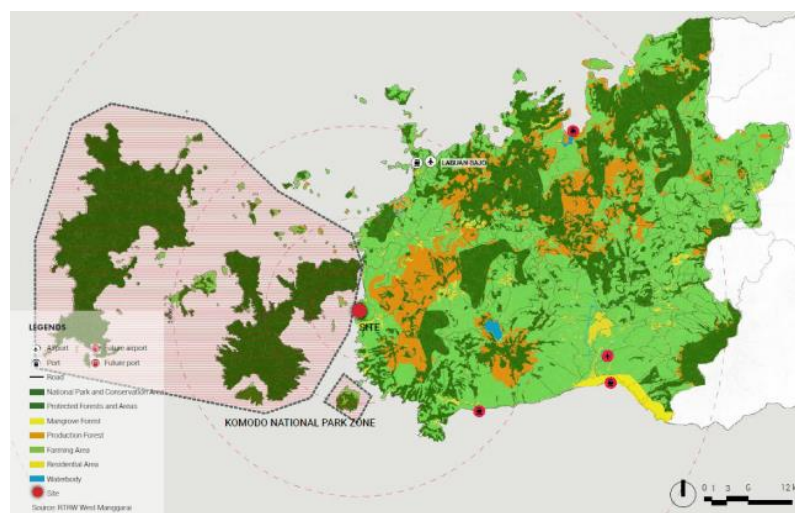
PENDAHULUAN

Tana Mori Labuan Bajo di Nusa Tenggara Timur (NTT) merupakan salah satu Destinasi Pariwisata Super Prioritas (DPSP) dan Proyek Strategis Nasional (PSN). Berbagai pengembangan dilakukan untuk mendukung kesiapan Tana Mori yang direncanakan menjadi lokasi penyelenggaraan *side event* Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) G20 tahun 2022 dan ASEAN Summit pada tahun 2023 juga acara internasional lainnya seperti membangun fasilitas pendukung bertaraf internasional mulai dari fasilitas *meetings, incentives, conferences and exhibitions* (MICE). Konsep yang mengedepankan prinsip pembangunan berkelanjutan dan *green tourism* akan dilakukan di kawasan Tana Mori (Winarto, 2021).

Destinasi Tana Mori akan direncanakan menjadi wisata kelas premium. Tujuan dari upaya ini adalah untuk membedakan Tana Mori dengan destinasi wisata Tanah Air yang lebih baik. Tana Mori di Labuan Bajo berada di posisi premium. Menurut Menteri Badan Usaha Milik Negara (BUMN) Erick Thohir, saat Rapat Koordinasi Nasional Percepatan Pengembangan Lima Destinasi Pariwisata (DPSP), pada hari Jumat (27/11), yang disiarkan di kanal YouTube Kemenko Marves, Jumat (27/11), "Ini yang membedakan juga dengan Mandalika dan wisata lain". Menteri BUMN juga menyebutkan bahwa terdapat kategori tersendiri dalam pembangunan lima Kawasan Strategis Pariwisata Nasional (KSPN) yang akan menjadi daya tarik tersendiri bagi para wisatawan yang akan berkunjung ke Labuan Bajo, Danau Toba, Mandalika, Borobudur dan Manado Bitung-Likupang yang menjadi destinasi seuperprioritas (Nantika Jelita, 2020).

Direktorat Jenderal (Ditjen) Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), terus memperbaiki jalan raya di Kawasan Strategis Pariwisata Nasional (KSPN) Labuan Bajo di Kabupaten Manggarai Barat, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Pembangunan infrastruktur yang saling terhubung juga dilakukan, seiring dengan persiapan Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) G20 dan ASEAN Summit yang direncanakan akan diselenggarakan pada tahun 2023 di Labuan Bajo, juga untuk mendukung peningkatan sektor pariwisata paska pandemi Covid-19. Menteri Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi Jenderal (Purn) Luhut Binsar Pandjaitan menyampaikan dengan optimis, sebelum pelaksanaan KTT G20 dan Asean Summit berlangsung, pembangunan infrastruktur dapat diselesaikan (Biro Komunikasi Publik, 2020).

Jalan, air, listrik, dan komunikasi adalah infrastruktur pendukung utama yang harus disiapkan. Saat mengunjungi pembangunan infrastruktur di Labuan Bajo pada Kamis (10/9/2020), Menko Luhut mengatakan, "Saya kira semua bertahap sedang disiapkan, saya optimis kalau semua berjalan dapat selesai walaupun memang sekarang kita sedang serius menangani COVID-19. Kalau semua berjalan, saya berharap bisa dilakukan Leader Meeting 2023 di Tana Mori (Golo Mori)" (Kementerian PUPR, 2020). Lokasi perencanaan terletak 30 km ke arah selatan dari Labuan Bajo, dengan akses yang masih terbatas dan sedang dilakukan peningkatan oleh pemerintah. Berikut gambaran lokasi perencanaan terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Tana Mori terhadap Nusa Tenggara Timur

Kawasan Tana Mori ini akan direncanakan sebagai *one-stop leisure*, di dalamnya terdapat kawasan komersial berupa bangunan hotel, villa dan resort, MICE dengan menjual komodo sebagai daya tarik wisatawan. Kawasan ini juga berkonsep *eco-green village* dengan pembatasan kendaraan bermotor berbahan bakar fosil. Berikut konsep penataan ruang kawasan Tana Mori pada Gambar. 2 berikut ini.



Gambar 2. Ilustratif Masterplan

PerPres RI no. 5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN), menyatakan bahwa, pangsa pasar energi baru dan terbarukan harus mencapai 17% dari konsumsi energi nasional pada tahun 2025. Pencanangan visi energi 25/25, yaitu pemerintah mengupayakan peningkatan penggunaan energi baru dan terbarukan sehingga mencapai 25% dari total keseluruhan penggunaan energi pada tahun 2025, merupakan bukti bahwa pemerintah berkomitmen untuk dapat mencapai target yang lebih tinggi dan dapat mencapai elastisitas energi lebih kecil dari satu (Kurniasih & Nazir, 2015).

Energi terbarukan sangat penting untuk mencapai tujuan iklim dan mengamankan pasokan energi jangka panjang (Hu et al., 2016). Transisi dari pasokan energi berbasis bahan bakar fosil ke negara yang nol karbon emisi sangat penting untuk mitigasi perubahan iklim (Gharakhani Siraki & Pillay, 2012). Berbagai upaya dilakukan oleh para peneliti di berbagai negara untuk mencari energi terbarukan (Daryanto, 2007). Pengembangan energi terbarukan juga dapat membantu mengurangi ketergantungan pada pembangkit listrik berbahan bakar fosil. Beberapa teknik hibrida cukup banyak diterapkan untuk mengatasi masalah ini. Menggabungkan berbagai jenis pembangkit listrik, seperti pembangkit bayu dan diesel, bayu dan surya, juga pembangkit surya, bayu dan diesel (Starlen Arota et al., 2013).

Tenaga surya, yang merupakan sumber energi terbarukan yang melimpah di Indonesia, belum dapat dimanfaatkan sepenuhnya karena faktor-faktor seperti keterbatasan topografi, hambatan lingkungan, dan pembatasan penggunaan lahan (Bentouba et al., 2021). Panel surya merupakan teknologi yang menjanjikan dengan memanfaatkan energi matahari dan mengatasi tuntutan kebutuhan energi yang tinggi dari kawasan pemukiman karena teknologi ini dapat menghasilkan listrik dan energi panas (Gharakhani Siraki & Pillay, 2012). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang umum digunakan adalah PLTS Atap karena posisi yang sangat umum digunakan adalah peletakkannya pada atap bangunan. Penerapan PLTS Atap ini banyak dijumpai pada bangunan skala rumah tangga hingga gedung perkantoran. Diharapkan pengaplikasian PLTS Atap dapat menurunkan tagihan listrik dan lebih ramah lingkungan. Beberapa komponen

yang sering digunakan adalah panel surya, pengatur pengisian ulang, baterai, inverter, dan beban listrik yang akan disuplai (Surya & Junus, 2021).

Istilah teknik hibrida adalah penggabungan dua atau lebih pembangkit dari berbagai sumber seperti energi matahari, air, angin dan diesel yang bertujuan untuk mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan energi fosil untuk mencapai sinergi yang menghasilkan keuntungan teknis dan ekonomis. Ini biasanya dipakai untuk pembangkit listrik yang terisolasi. Salah satu alternatif untuk mengatasi kekurangan pasokan listrik di daerah terpencil, pulau-pulau kecil maupun daerah perkotaan (Birahmatih et al., 2021).

HOMER (Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources) diciptakan untuk menyederhanakan proses evaluasi desain sistem tenaga *off-grid* dan *on-grid* untuk aplikasi pembangkit jarak jauh, yang berdiri sendiri, dan terdistribusi. Pada dasarnya, HOMER akan menyimulasikan sistem energi, menunjukkan konfigurasi sistem yang dioptimalkan berdasarkan biaya, dan menyajikan analisis sensitivitas. (HOMER-ENERGI, 2016).

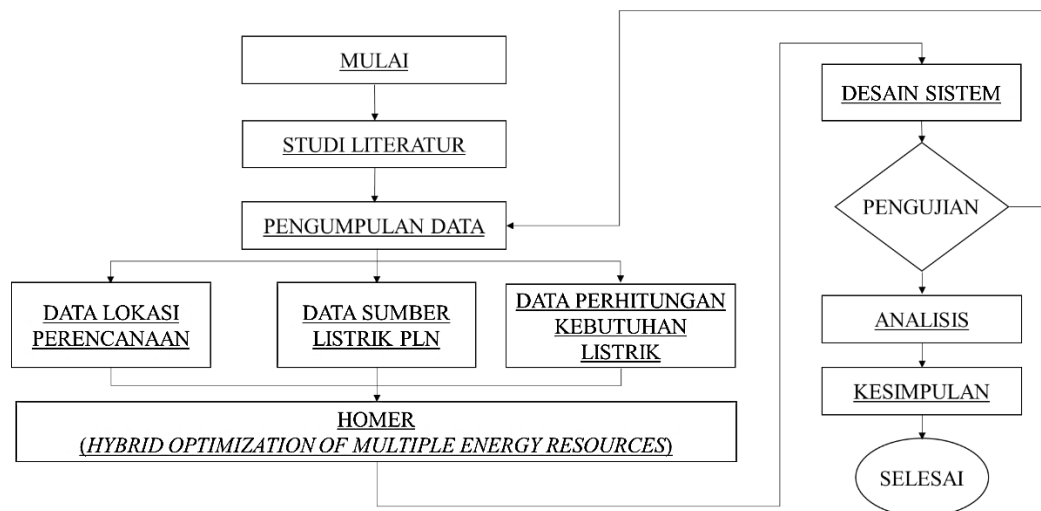
Perangkat lunak HOMER digunakan untuk menganalisis dan membuat model untuk sistem pembangkit energi yang diusulkan (Hassan et al., 2016). Melalui simulasi, dapat diketahui bahwa sumber energi terbarukan mempunyai potensi untuk menggantikan sumber energi tradisional dan menawarkan solusi praktis untuk menghasilkan listrik di daerah terpencil dengan investasi wajar (Swarnkar et al., 2016). Penilaian beban kota, suhu udara, kecepatan angin, dan radiasi matahari dilakukan pada tahap awal di HOMER. Kemudian dirancang model sistem PV (*photovoltaic*), dilanjutkan dengan analisis tekno-ekonomi untuk mempertimbangkan konfigurasi sistem dan pengaturan dalam perangkat lunak HOMER (Antonio Barrozo Budes et al., 2020).

HOMER dapat menyimulasikan sistem pembangkitan-pembebanan dalam sistem operasi. Di dalam jangka waktu setahun dapat dilakukan perhitungan keseimbangan energi antara kebutuhan listrik dan panas pada suatu interval waktu tertentu dengan energi yang dapat disalurkan oleh sistem pada waktu yang sama, juga menyusun pola aliran energi dari setiap komponen dalam sebuah sistem yang direncanakan dengan penyusunan skenario menambah pasokan daya pada waktu tertentu yang dianggap efektif (Alifah et al., 2016). Dalam setiap langkah, HOMER juga menentukan cara generator bekerja. Selain itu, menentukan juga apakah akan mengisi atau mengeluarkan baterai, untuk sistem yang menggunakan baterai atau generator bertenaga bahan bakar. HOMER dipakai untuk mengoptimalkan model sistem pembangkit listrik skala kecil (*micropower*) dan mempermudah evaluasi desain sistem pembangkit listrik dari berbagai jenis pembangkit listrik skala kecil, terlepas dari apakah mereka terhubung ke jaringan listrik atau tidak (Konsultan Analisis Data, 2021).

Dalam kurun waktu setiap tahun (*annually*), konfigurasi sistem pembangkit yang akan direncanakan akan dihitung keseimbangan energinya. Selain itu, perangkat lunak ini juga dapat menghitung biaya instalasi dan sistem operasi, dan memilih konfigurasi yang paling pantas untuk memenuhi kebutuhan listrik dalam kondisi tertentu. Sistem juga dapat memberikan *output* mengenai biaya pengadaan, operasional dan pemeliharaan, juga penggantian rutin selama masa perawatan (Windarta et al., 2019). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi pemanfaatan tenaga surya dengan photovoltaic di Kawasan Tana Mori menggunakan software HOMER (Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources), mengetahui nilai NPC (Net Present Cost), LCOE (Levelized Cost of Energy) dan *operating cost* untuk sistem yang direncanakan.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian berada pada salah satu Proyek Strategis Nasional (PSN) dan Destinasi Pariwisata Super Prioritas (DPSP) yaitu Kawasan Tana Mori, Kabupaten Manggarai Barat, Nusa Tenggara Timur. Tahapan penelitian dapat dilihat pada skema diagram alir pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Metodologi dari perancangan ini terdiri dari beberapa langkah :

1. Mengumpulkan data lokasi perencanaan menggunakan data sekunder yang ada
2. Mengumpulkan data sumber listrik PLN terdekat
3. Mengumpulkan data perhitungan kebutuhan listrik
4. Melakukan simulasi *software* Homer untuk mencari simulasi, optimasi dan analisis sensitivitas
5. Mendapatkan *cost of energy* dari sistem yang disimulasikan

Pemetaan potensi listrik yang bersumber dari PLN.

Data kelistrikan yang didapat merupakan data sekunder yang didapat berdasarkan referensi. Menurut RUPTL PT PLN (Persero) Tahun 2016 – 2025, pada tabel 1, terlihat area pembangkit listrik area yang ada di wilayah Indonesia Timur.

Tabel 1. Daftar Sewa Pembangkit Wilayah Indonesia Timur (MW)

No	PLN Wilayah	PLTU	PLTD	PLTG/MG	Jumlah
1	Kalbar	-	246	-	246
2	Kalselteng	-	180	-	180
3	Kaltimra	21	123	27	171
4	Suluttenggo	-	210	-	210
5	Sulselrabar	-	201	-	201
6	Maluku dan Maluku Utara	-	114	-	114
7	Papua dan Papua Barat	-	122	-	122
8	NTB	-	180	-	180
9	NTT	-	83	-	83
Jumlah		21	1.459	27	1.507

Sumber : RUPTL PLN 2016-2025 (Kementerian ESDM, n.d.)

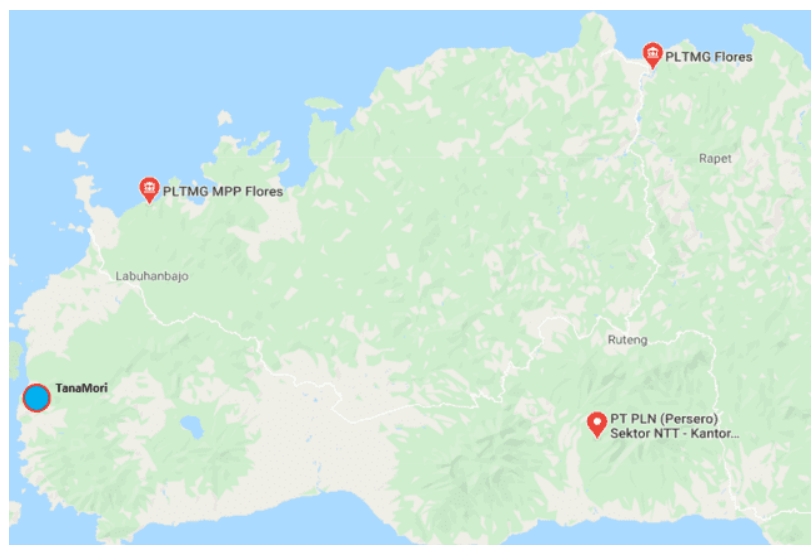
Data RUPTL PT PLN (Persero) Tahun 2016 – 2025, menyatakan bahwa wilayah NTT memiliki 83 pembangkit. Oleh karena itu, memungkinkan perencanaan sistem kelistrikan dengan cara mengambil sumber listrik dari pembangkit. Pengambilan sumber listrik juga tidak terlepas dari kebutuhan daya listrik yang harus dipasok dan apakah kebutuhan daya listrik yang dibutuhkan dapat disuplai oleh pembangkit listrik. Kapasitas pembangkit di wilayah Indonesia timur pada tahun 2015 dapat dilihat pada Tabel 2, dan untuk lokasi pembangkit dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 2. Kapasitas Terpasang Pembangkit Wilayah Indonesia Timur

UNIT	PLN							IPP							Jumlah PLN+P P		
	PLTGU	PLTU	PLTD	PLTG/MG	PLTP	PLTA/M	EBT Lain	Jumlah	PLTGU	PLTU	PLTD	PLTG/MG	PLTP	PLTA/M		EBT Lain	Jumlah
Kalbar	-	-	192	34	-	2	0	228	-	-	-	-	-	-	-	-	228
Kalselteng	-	250	212	21	-	30	0	523	-	11	-	-	-	-	-	11	534
Kaltimra	50	-	228	20	-	0	0	489	-	95	40	82	-	-	-	217	705
				0													
Suluttenggo	-	50	254	-	80	67	1	461	-	51	-	-	-	22	-	73	534
Sulselbar	-	130	168	12	-	15	2	581	31	20	62	-	-	23	-	813	1.394
				3		8			5	0				6			
Maluku dan Maluku Utara	-	-	197	-	-	-	2	199	-	-	-	-	-	-	-	-	199
Papua dan Papua Barat	-	-	140	-	-	30	0	170	-	-	-	-	-	-	-	-	170
NTB	-	30	136	-	-	2	1	169	-	-	-	-	-	13	-	13	182
NTT	-	33	146	-	16	5	2	202	-	-	-	-	-	-	-	-	202
JUMLAH	50	503	1.684	378	964	294	9	3.023	315	357	102	82	-	271	-	1.127	4.150

Sumber : RUPTL PLN 2016-2023 (Kementerian ESDM, n.d.)

Dari data diatas didapat bahwa untuk area Nusa Tenggara Timur sendiri sudah memiliki kapasitas tenaga listrik sebesar 202MW. Untuk pasokan listrik di kawasan Tana Mori dapat diambil dari gardu tegangan menengah (TM) 20kV.

**Gambar 4. Lokasi Pembangkit di NTT**

Kebutuhan daya sesuai dengan fungsi bangunan dan luasan. Untuk mengetahui kapasitas kebutuhan daya listrik yang dibutuhkan, dilakukan pendekatan berupa penggunaan asumsi daya listrik per meter persegi yang terdiri dari beban tata cahaya, stop kontak dan tata udara dimana kebutuhan daya yang direncanakan disesuaikan dengan fungsi dan luasan bangunan.

Hasil perhitungan kebutuhan listrik dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Beban Listrik yang direncanakan

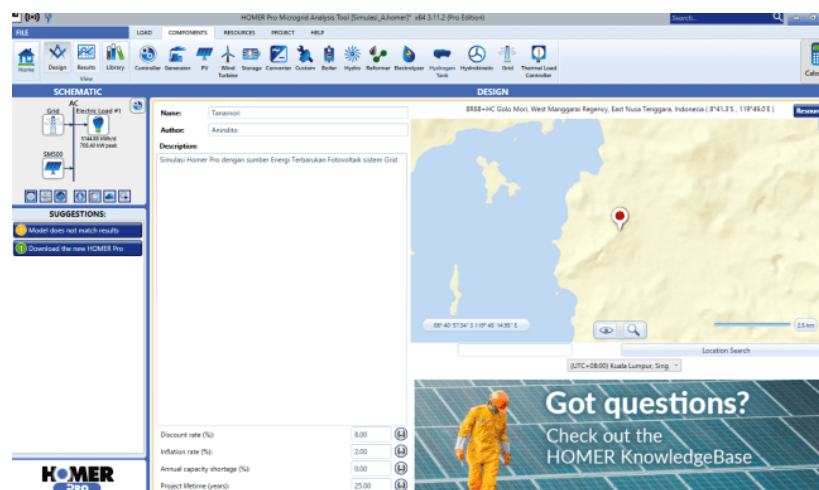
		kVA	MVA	kW	MW
A	Resort	26.959	27	22.915	23
B	Commercial	14.436	14	12.271	12
C	Green Area	475	0,48	404	0,40
D	Tourism	2.848	2,85	2.421	2,42
E	Public Services	936	0,94	795	0,80
F	Utilities	616	0,46	393	0,39
Total Beban		46.270	46	39.139	39

Dari hasil perhitungan beban listrik, di dapat total kebutuhan adalah 39,20MW. Untuk melakukan penghematan dan pengaplikasian konsep energi terbarukan, energi yang bersumber dari panas matahari dan menggunakan fotovoltaik dengan modul berkapasitas 1 MWp akan diaplikasikan untuk penggunaan listrik pada fungsi utilitas saja, dimana kebutuhan daya untuk utilitas ini sebesar 392,74 kW, mengingat keterbatasan lahan dan biaya investasi awal yang cukup tinggi.

Dari konsep tersebut, maka input data kebutuhan tersebut akan dimasukkan ke dalam aplikasi Homer untuk dapat mengetahui berapa cost of energy yang direncanakan.

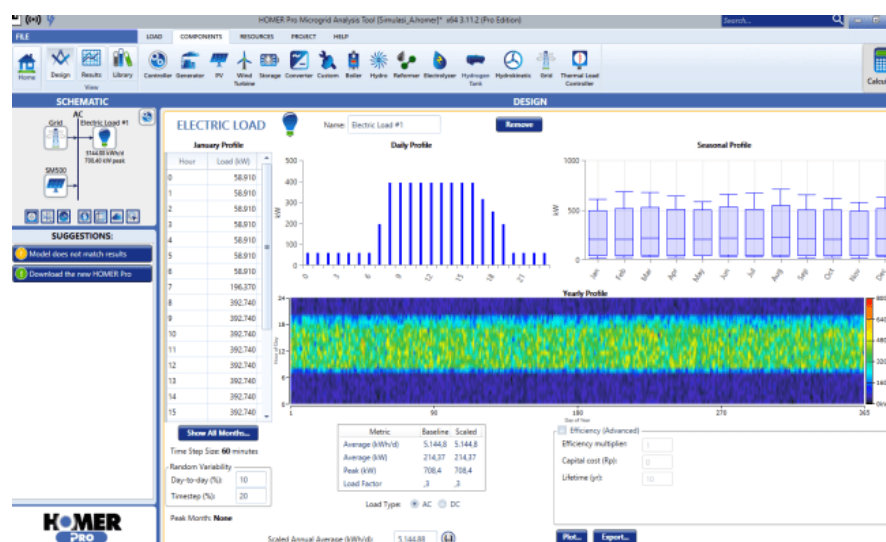
Pemetaan potensi penggunaan fotovoltaik menggunakan software Homer.

Penggunaan energi terbarukan menggunakan fotovoltaik sejumlah 1 unit dengan tipe SolarMax 500RX dengan rated capacity 500 kW termasuk dengan Generic PV, tipe *flat plate* dengan efisiensi sebesar 17,3%, didapatkan hasil seperti pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Tampilan Skematik Komponen Desain

Pada gambar 5 menjelaskan terkait dengan masukan data lokasi perencanaan dan komponen yang akan diperbandingkan antara penggunaan sumber daya listrik dari PLN dengan penggunaan fotovoltaik.



Gambar 6. Tampilan Input Electrical Load

Hasil dari masukan tersebut, terlihat beban listrik pada bulan Januari sesuai dengan lokasi yang dipilih, lengkap dengan beban rata-rata, beban puncak dan faktor beban.

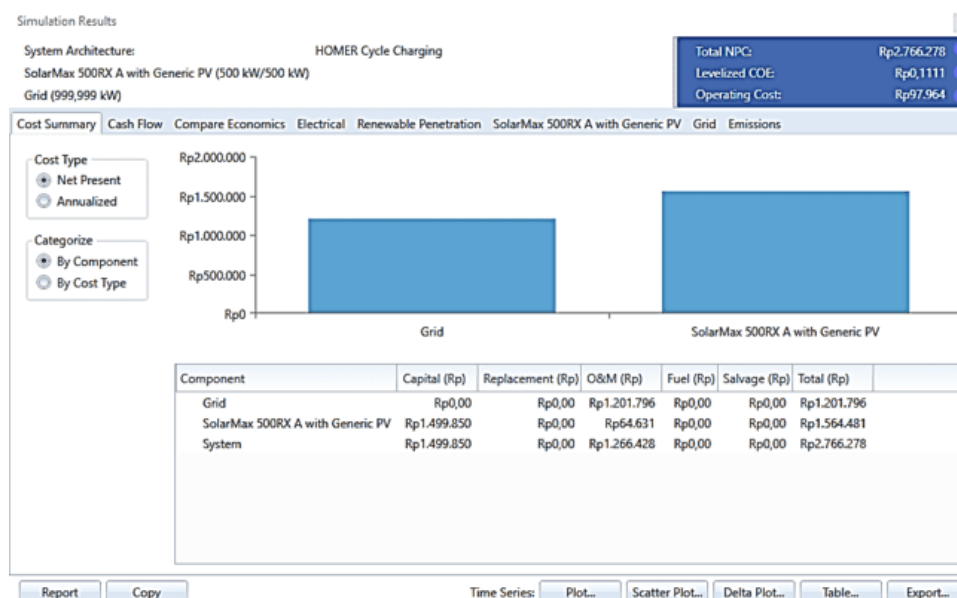
HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi memberikan hasil kelistrikan dan ekonomi berdasarkan pemodelan sistem dan hasil simulasi, nilai NPC dari terendah hingga tertinggi akan disertakan dalam konfigurasi. *Software* Homer bertujuan untuk menghitung NPC dan biaya daya per kilowatt jam. Faktor suhu, radiasi matahari dan fraksi energi terbarukan mempengaruhi hasil simulasi.

Export...		Optimization Results															
Left Double Click on a particular system to see its detailed Simulation Results.																	
Architecture				Cost						System				SM500		Grid	
		SM500-lw (kW)	Grid (kW)	Dispatch	COE (Rp)	NPC (Rp)	Operating cost (Rp/yr)	Initial capital (Rp)	Fuel cost (Rp/yr)	O&M (Rp/yr)	Ren Frac (%)	Total Fuel (L/yr)	Capital Cost (Rp)	Production (kWh/yr)	Energy Purchased (kWh)	Energy Sold (kWh)	
		500	500	999,999 CC	Rp0.100	Rp2.43M	Rp187,788	Rp0.00	Rp0.00	Rp187,788	0	0					
		500	500	999,999 CC	Rp0.111	Rp2.77M	Rp97,964	Rp1.50M	Rp0.00	Rp97,964	50.5	0	1,499,850	972,079	953,422	47,559	

Gambar 7. Tampilan Hasil Simulasi

Merujuk kepada Gambar 7, *capital cost* untuk pengadaan fotovoltaik akan lebih tinggi dibandingkan dengan grid, namun dari sisi operasional jauh lebih efisien apabila sistem ditambahkan dengan fotovoltaik.



Gambar 8. Tampilan Homer Cycle Charging

Hasil *cost of energy* dari sistem yang disimulasikan menghasilkan angka yang cukup kecil sehingga dapat diabaikan seperti terlihat pada Gambar 8. Pada sistem grid, tidak ada *capital cost* yang dibutuhkan namun biaya operasional dan pemeliharaan yang dibutuhkan adalah Rp 1.202.796,- per tahun. Pada sistem dengan fotovoltaik *capital cost* yang dibutuhkan lebih besar yaitu Rp 1.499.850, dengan biaya operasional dan pemeliharaan yang lebih kecil yaitu Rp 64.631,- per tahun. Apabila kedua sistem digabungkan, maka *capital cost* yang dibutuhkan adalah Rp 1.499.850,- dengan biaya operasional dan pemeliharaan sebesar Rp 1.266.428,- per tahun.

Homer memiliki kemampuan untuk melakukan analisis sensitivitas, yang menunjukkan hasil konfigurasi sistem dengan masukan nilai variabel sensitivitas yang berbeda-beda. Pada penelitian ini, variabel-variabel seperti harga berlangganan listrik, harga BBM saat ini, suku bunga perbankan per tahun tidak dipertimbangkan, sehingga analisis sensitivitas tidak dapat disimulasikan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa penggunaan fotovoltaik untuk sarana utilitas di Kawasan Tana Mori merupakan suatu pilihan yang dapat diaplikasikan untuk mengurangi biaya operasional juga lebih ramah lingkungan, dimana *capital cost* untuk fotovoltaik cukup tinggi, namun apabila dikomparasi dengan biaya operasional dan pemeliharaan sistem grid setiap bulan,

hampir setara dengan nilai capital cost sistem fotovoltaik. Total NPC yang dihasilkan yaitu Rp 2.766.278,-, dengan *levelized* COE Rp 0.1111,- dan *operating cost* Rp 97.964,-.

Saran

Merujuk dari hasil kesimpulan, tindakan praktis, pengembangan teori, maupun penelitian lanjutan adalah beberapa saran yang dapat dilakukan untuk selanjutnya.

REFERENSI

- Alifah, S., Arif Raziqy, M., Teknik Elektro, P., Teknologi Industri, F., & Islam Sultan Agung Jl Raya Kaligawe, U. K. (2016). Model Pembangkitan Listrik Hibrid PV-Genset Komunal di Pulau Karimun Jawa. *Simposium Nasional RAPI XV FT UMS*.
- Antonio Barrozo Budes, F., Valencia Ochoa, G., Obregon, L. G., Arango-Manrique, A., & Ricardo Núñez Álvarez, J. (2020). Energy, Economic, and Environmental Evaluation of a Proposed Solar-Wind Power On-grid System Using HOMER Pro®: A Case Study in Colombia. *Energies*, 13(7), 1662. <https://doi.org/10.3390/en13071662>
- Bentouba, S., Bourouis, M., Zioui, N., Pirashanthan, A., & Velauthapillai, D. (2021). Performance assessment of a 20 MW photovoltaic power plant in a hot climate using real data and simulation tools. *Energy Reports*, 7. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.10.082>
- Birahmatih, E., Muljono, A. B., & Natsir, A. (2021). Perencanaan Penyediaan Daya Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (Pltmh Dan Plts) Di Desa Kawinda To'I Menggunakan Software Homer. *Dielektrika*, 8(1), 8. <https://doi.org/10.29303/dielektrika.v8i1.256>
- Daryanto, Y. (2007). *Kajian Potensi angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu*.
- Gharakhani Siraki, A., & Pillay, P. (2012). Study of optimum tilt angles for solar panels in different latitudes for urban applications. *Solar Energy*, 86(6), 1920–1928. <https://doi.org/10.1016/J.SOLENER.2012.02.030>
- Hassan, Q., Jaszczur, M., & Abdulateef, J. (2016). Optimization of PV/WIND/DIESEL Hybrid Power System in HOMER for Rural Electrification. *Journal of Physics: Conference Series*, 745, 032006. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/745/3/032006>
- HOMER-ENERGI. (2016). HOMER Pro Version 3.7 User Manual. *HOMER Energy, August*, 416. <http://www.homerenergy.com/pdf/HOMERHelpManual.pdf>
- Hu, A., Levis, S., Meehl, G. A., Han, W., Washington, W. M., Oleson, K. W., van Ruijven, B. J., He, M., & Strand, W. G. (2016). Impact of solar panels on global climate. *Nature Climate Change*, 6(3), 290–294. <https://doi.org/10.1038/nclimate2843>
- Kementerian ESDM. (n.d.). *Kepmentamben 5899-2016 - Pengesahan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) Tahun 2016-2025*.
- Kementerian PUPR, B. K. P. (2020, September 11). *Dukung Labuan Bajo Tuan Rumah KTT G-20 dan ASEAN Summit 2023, Kementerian PUPR Tingkatkan Akses KSPN Tana Mori Sepanjang 30 Km*. <https://Binamarga.Pu.Go.Id/Index.Php/Berita/Dukung-Labuan-Bajo-Tuan-Rumah-Ktt-g-20-Dan-Asean-Summit-2023-Kementerian-Pupr-Tingkatkan-Akses-Kspn-Tana-Mori-Sepanjang-30-Km>.
- Konsultan Analisis Data. (2021, November 4). *Begini Cara Kerja Homer Pro*. <https://Gamastatistika.Com/2021/11/04/Begini-Cara-Kerja-Homer-Pro/>.
- Kurniasih, N., & Nazir, R. (2015). Analisis Mode Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Microhydro - Photovoltaic Array Menggunakan Homer (Studi Kasus : Kampung Bayang Janiah, Kabupaten Pesisir Selatan). *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 4(1), 30. <https://doi.org/10.25077/jnte.v4n1.114.2015>
- Nantika Jelita, I. (2020, November 27). *Tana Mori Labuan Bajo Masuk Daerah Wisata Premium*. <https://Mediaindonesia.Com/Ekonomi/364507/Tana-Mori-Labuan-Bajo-Masuk-Daerah-Wisata-Premium>.
- Starlen Arota, A., Kolibu, H. S., Lumi, B. M., Fisika, J., A T A K U N C I A B S T R, M. K., Perancangan, A. K., Hibrida, L., & Homer, S. (2013). *JURNAL MIPA UNSRAT ONLINE*

- 2 (2) 145-150 *Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Hibrida (Energi Angin Dan Matahari) Menggunakan Hybrid Optimization Model For Electric Renewables (HOMER)*.
- Surya, P., & Junus, M. (2021). Kajian PLTS on-grid pada gedung X Politeknik Negeri Malang untuk melayani beban perkantoran menggunakan perangkat HOMER PRO. *Jurnal Eltek*, 19(2), 96. <https://doi.org/10.33795/eltek.v19i2.320>
- Swarnkar, N. M., Gidwani, L., & Sharma, R. (2016). An application of HOMER Pro in optimization of hybrid energy system for electrification of technical institute. *2016 International Conference on Energy Efficient Technologies for Sustainability (ICEETS)*, 56–61. <https://doi.org/10.1109/ICEETS.2016.7582899>
- Winarto, Y. (2021). Raih Suntikan Rp 470 Miliar, ITDC Kembangkan Tana Mori Labuan Bajo NTT. In *www.kontan.co.id*. <https://industri.kontan.co.id/news/raih-suntikan-rp-470-miliar-itdc-kembangkan-tana-mori-labuan-bajo-ntt?page=2>
- Windarta, J., Wista Sinuraya, E., Zaenal Abidin, A., Era Setyawan, A., & Angghika. (2019). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Berbasis Homer di SMA Negeri 6 Surakarta Sebagai Sekolah Hemat Energi dan Ramah Lingkungan. *Prosiding Seminar Nasional MIPA 2019 Universitas Tidar*, 21–36.