



EFFECTIVE COST HYBRID DIESEL-SOLAR CELL PADA BEBAN POMPA AIR MENGGUNAKAN SOFTWARE HOMER

Nanda Rizky Amelia¹, Dian Budhi Santoso, S.T., M.eng.²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Singaperbangsa Karawang
Nanda.rizky18080@student.unsika.ac.id

ABSTRACT

Electrical energy is energy that is often used in everyday life. The absence of electrical energy will greatly disrupt the continuity of human activities. As long as people rely on energy sources that come from materials that are not environmentally friendly. On that basis, there is public awareness to look for energy sources that do not cause environmental damage, namely renewable energy. The design and calculation of the renewable energy economy can be done in a HOMER Pro software. In this study, we will compare and find cost-effective methods for diesel generators and diesel-solar cell hybrid generators. The research was conducted by comparing the Net Present Cost (NPC), Cost Of Energy (COE), and the total annual energy generated from each system. The results obtained that the diesel-solar cell hybrid generator is more economical than using a diesel generator alone.

Keywords: *HOMER Pro, Effective Cost, Net Present Cost (NPC), Cost Of Energy (COE), hybrid.*

ABSTRAK

Energi listrik merupakan energi yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Ketiadaan energi listrik akan sangat mengganggu keberlangsungan aktivitas manusia. Selama ini masyarakat mengandalkan sumber energi yang berasal dari bahan-bahan yang tidak ramah lingkungan. Atas dasar itu timbulnya kesadaran masyarakat untuk mencari sumber energi yang tidak menyebabkan kerusakan lingkungan, yaitu energi terbarukan. Perancangan dan perhitungan ekonomi energi baru terbarukan dapat dilakukan pada suatu perangkat lunak HOMER Pro. Pada penelitian ini, akan membandingkan dan mencari *effective cost* pada pembangkit generator diesel dan pembangkit *hybrid* generator diesel-*solar cell*. Penelitian dilakukan dengan cara membandingkan *Net Present Cost* (NPC), *Cost Of Energy* (COE), dan total energi pertahun yang dihasilkan dari masing-masing sistem. Hasil kesimpulan didapatkan bahwa pembangkit *hybrid* generator diesel-*solar cell* lebih ekonomis dibanding dengan menggunakan supply generator diesel saja.

Kata Kunci: *HOMER Pro, Effective Cost, Net Present Cost (NPC), Cost Of Energy (COE), hybrid.*

I. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan energi yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Ketiadaan energi listrik akan sangat mengganggu keberlangsungan aktivitas manusia. Selama ini masyarakat mengandalkan sumber energi yang berasal dari bahan-bahan yang tidak ramah lingkungan. Atas dasar itu timbulnya kesadaran masyarakat untuk mencari sumber energi yang tidak menyebabkan kerusakan lingkungan, yaitu energi terbarukan. Energi terbarukan merupakan sumber energi yang berasal dari alam dan sifatnya berkelanjutan seperti matahari, angin, dan air. Energi terbarukan dapat diaplikasikan dimana saja termasuk di perumahan [1].

Pada saat ini sumber energi listrik yang didistribusikan oleh PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN) berasal dari fosil. Dimana penggunaan sumber energi fosil semakin besar seiring meningkatnya kebutuhan membuat cadangan sumber energi fosil kian menipis. Untuk itu, peralihan penggunaan energi fosil menuju Energi Baru dan Terbarukan (EBT) merupakan sesuatu yang mutlak dilakukan. Selain itu, pemanfaatan energi terbarukan dapat membantu untuk menghemat biaya produksi yang harus dikeluarkan [2].

Salah satu penggunaan energi listrik pada rumah tangga adalah untuk kebutuhan air bersih. Air merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia, baik dari kebutuhan sehari-hari seperti memasak, minum, maupun keperluan sanitasi dan kebutuhan untuk pertanian. Ketersediaan air yang cukup bagi masyarakat terkadang menjadi masalah, terutama untuk daerah yang ketersediaan airnya terbatas ataupun sumber airnya jauh dari tempat tinggal. Meskipun di zaman sekarang pilihan pompa air sudah tersedia dan mudah untuk didapatkan, akan tetapi ketersediaan tenaga penggerak yang menjadi masalah, terutama untuk daerah yang belum terjangkau jaringan PLN. Walaupun sudah terdapat jaringan PLN tetapi biaya pengoperasian pompa air semakin hari semakin besar [3]. Untuk mencegah hal tersebut didapatkan solusi, salah satunya adalah menggunakan teknologi listrik menggunakan EBT, yaitu tenaga surya.

Photovoltaic atau yang lebih dikenal sebagai *solar panel* sudah banyak digunakan di beberapa negara besar seperti Jerman, Spanyol, Itali, dan Jepang. Kelebihan *photovoltaic* sebagai cadangan daya adalah meminimalisir

polusi yang dihasilkan berupa gas emisi pembuangan. Selain itu karena besarnya potensi surya di Indonesia yaitu sebesar 4.8 kilowatt hour (kWh) per meter persegi per hari [4].

Pada penelitian ini mengusulkan penggunaan pembangkit sistem *hybrid* sebagai pembangkit pada pompa air guna pendistribusian air bersih untuk pemukiman karyawan. Pembangkit *hybrid* menjadi solusi yang tepat terutama untuk menjawab permasalahan biaya yang harus dikeluarkan untuk membayar biaya listrik serta ramah lingkungan [5]. Bisa dikatakan bahwa sistem *hybrid* lebih ekonomis jika dibandingkan dengan penggunaan generator diesel saja pada daerah yang belum terjangkau listrik konvensional.

Mumtaz dan Ahmad (2018) melakukan penelitian tentang penggunaan *photovoltaic* sebagai solusi untuk mengurangi permintaan listrik yang tinggi dan juga mengurangi tarif energi listrik di Jordan. Permasalahan yang dihadapi pada kehidupan modern di Jordan adalah terbatasnya sumber yang berasal dari alam sedangkan kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat. Tenaga surya merupakan satu-satunya energi terbarukan yang menjanjikan di Jordan karena cuaca cerah di Jordan. Penelitian ini akan mempelajari, menganalisis dan menyelidiki puncak kebutuhan energi listrik kapan terjadi. Hasil dari penelitian ini akan menjelaskan dan mengevaluasi permasalahan tentang kebutuhan energi listrik yang terjadi di Jordan dan mencari solusi yang cocok [6].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh sistem penyedia daya dengan nilai yang paling ekonomis, serta mengetahui perbandingan dalam segi ekonomis antara penggunaan pembangkit *hybrid* dan pembangkit tidak *hybrid*.

Terdapat beberapa perangkat lunak yang dapat digunakan untuk mempermudah proses analisis yaitu HOMER, *Hybrid2*, *Matlab* dan lain sebagainya. Namun pada penelitian ini menggunakan perangkat HOMER.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi Terbarukan

Energi terbarukan adalah energi yang berasal dari alam disekitar kita, beberapa contoh energi terbarukan adalah angin, air geothermal, biomasa, dan matahari. Disebut energi

terbarukan karena energi tersebut dapat memperbaharui energi itu sendiri dalam kurun waktu yang singkat tidak seperti energi fosil yang memerlukan waktu bertahun-tahun agar terbentuk energi lagi [5].

2.2 Photovoltaic (Sel Surya)

Sistem yang terdapat pada *photovoltaic* adalah listrik satu arah yang bersumber dari energi matahari kemudian menghasilkan energi listrik. Besar energi yang dihasilkan dipengaruhi oleh jumlah energi matahari yang diserap oleh panel surya. Ada beberapa tipe panel surya yang dapat digunakan, diantaranya:

1. Monokristal

Panel monokristal merupakan panel yang paling efisien dibanding dengan yang lainnya karena dapat menghasilkan energi listrik persatuan luas yang paling tinggi dengan efisiensi sampai dengan 15% sampai 20%.

2. Polikristal

Polikristal terbuat dari hasil leburan beberapa batang kristal silikon yang kemudian dicetak menjadi bentuk persegi. Jenis polikristal memiliki tingkat efisiensi 13% sampai 16%. Kelebihan jenis polikristal yaitu tetap dapat menghasilkan energi listrik walau dalam keadaan mendung.

3. Thin Film Solar Cell (TFSC)

Terbuat dari penambahan satu atau beberapa lapisan sel surya yang tipis ke lapisan dasar.

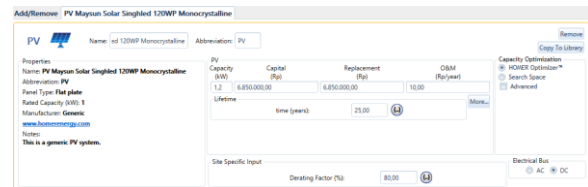
2.3 Komponen Utama Sistem

Terdapat beberapa sistem yang digunakan dalam pembangkit listrik tenaga surya, yaitu:

1. Panel Surya

Panel surya berisikan beberapa sel surya yang tersusun. Beberapa sel surya yang disusun menjadi sebuah modul disebut panel surya. Bahan utama dari panel surya yaitu bahan yang bersifat semikonduktor dan berfungsi untuk menyerap cahaya matahari dan kemudian diproses untuk menghasilkan energi listrik.

Pada Gambar 2.1 merupakan input *photovoltaic* yang digunakan. *Photovoltaic* dengan merk Maysun Solar tersebut berkapasitas 120WP sebanyak 10 buah dengan harga pembelian Rp. 6.850.0000.

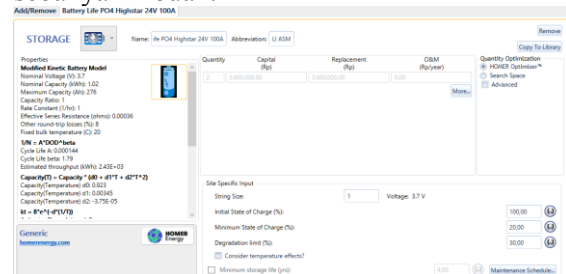


Gambar 2 1 Pengaturan *Photovoltaic*

2. Baterai

Baterai merupakan komponen yang digunakan pada sistem *solar cell* sebagai penyimpanan cadangan energi listrik. Energi yang disimpan pada baterai berfungsi sebagai cadangan (*back up*), yang biasanya dipergunakan pada saat panel surya tidak menghasilkan energi listrik, sebagai contoh pada saat cuaca mendung atau pada malam hari [7].

Pada Gambar 2.2 berisikan pengaturan baterai pada *software* HOMER yang digunakan. Baterai yang digunakan adalah baterai dengan jenis *Lithium Iron Phosphate Battery* (LiFePO4) merk Highstar dengan kapasitas 24V 100A sebanyak 2 buah.

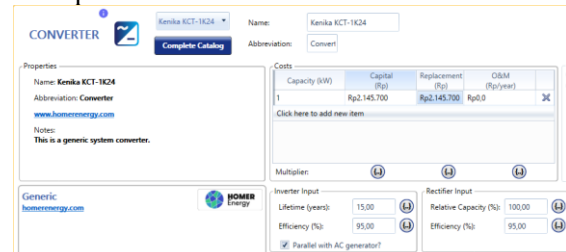


Gambar 2 2 Pengaturan Baterai

3. Inverter

Inverter adalah perangkat elektrik yang mengkonversikan tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak-balik (AC) [7].

Gambar 2.3 merupakan pengaturan inverter pada *software*. Inverter yang digunakan merupakan merk Kenika model KCT-1K24.



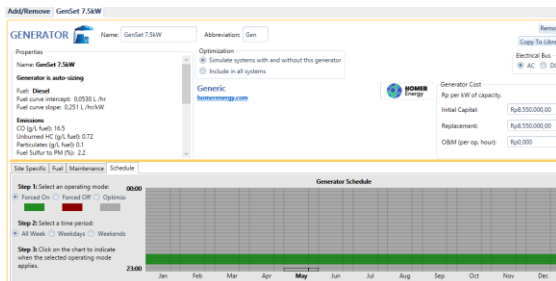
Gambar 2 3 Pengaturan Inverter

4. Generator

Mesin diesel adalah penggerak utama untuk mendapatkan energi listrik yang kemudian dikeluarkan oleh generator. Pada mesin diesel, energi bahan bakar diubah

menjadi energi mekanik dengan proses pembakaran di dalam mesin itu sendiri [8].

Pada Gambar 2.4 berisikan pengaturan GenSet, pada Gambar tersebut menjelaskan bahwa GenSet yang digunakan memiliki kapasitas 7,5kW dengan jadwal beban menyala pada pukul 19.00 hingga 21.00.



Gambar 2.4 Pengaturan GenSet

2.4 HOMER Pro

HOMER Pro adalah sebuah *software* yang digunakan untuk mengoptimalkan desain *microgrid* di semua sektor. Pada awalnya dikembangkan oleh Laboratorium Energi Terbarukan Nasional, dan ditingkatkan serta di distribusikan oleh HOMER Energy, HOMER (Model pengoptimalan Hibrida untuk Sumber Daya Energi Ganda) menenggabungkan tiga alat canggih dalam satu produk perangkat lunak, sehingga teknik dan ekonomi dapat bekerja berdampingan [9].

2.5 Net Present Cost (NPC)

Net Present Cost adalah jumlah dari semua komponen yang digunakan dan juga biaya pengoperasian yang digunakan dalam proyek yang dikerjakan. Cara menghitung NPC adalah dengan Persamaan 2-1.

(2-1)

$$NPC = Capital\ Costs + Replacement\ Costs + O\&M\ Costs + Fuel\ Costs - Salvage$$

Dimana:

Capital Costs = biaya modal komponen.

Replacement Costs = biaya pergantian komponen.

O&M Costs = biaya oprasioal dari perawatan.

Fuel Costs = biaya bahan bakar.

Salvage = biaya yang tersisa pada komponen.

2.6 Cost of Energy (COE)

COE adalah biaya yang diperlukan untuk menghasilkan energi. Perhitungan COE dilakukan untuk mendapatkan harga 1 kWh energi listrik dengan Persamaan 2-2.

$$COE = \frac{TAC}{E_{tot.\ served}}$$

(2-2)

Dimana:

E_{tot.served} = total energi tahunan yang tersedia untuk beban (kWh).

TAC = total *annualize cost* atau biaya total tahunan yang digunakan untuk pembangkit cadangan.

2.7 Total Produksi Energi

Jumlah energi yang dihasilkan selama komponen-komponen beroperasi dapat dilihat pada persamaan 2-3.

$$E_{tot.prod} = E_{Photovoltaic} + E_{grid}$$

Dimana:

E_{tot.prod} = total produksi energi (kWh).

E_{Photovoltaic} = total produksi energi *photovoltaic* (kWh).

E_{grid} = total energi dari grid PLN.

III. METODOLOGI

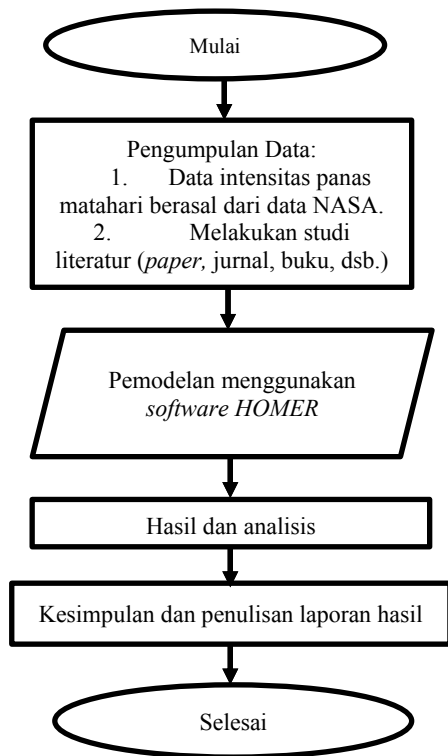
3.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu *hardware* dan *software*. *Hardware* yang digunakan adalah sebuah laptop dengan *processor core i3*, dan kertas A4. Kemudian untuk *software* yang digunakan adalah ms. Word, dan HOMER Pro 3.11.2.

Bahan penelitian yang digunakan terdiri dari:

1. Data potensi surya dari data milik NASA.
2. Letak geografis melalui website *Google Maps*.
3. Artikel dan jurnal tentang energi baru terbarukan dari internet.
4. Situs penjualan komponen listrik secara *online*.

3.2 Alur Penelitian



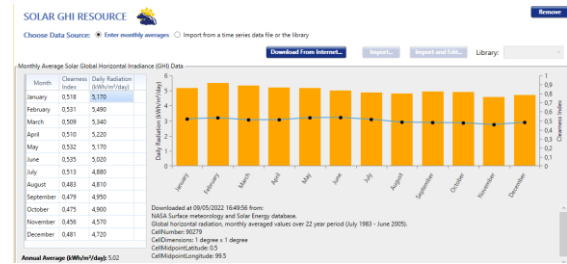
3.3 Pengumpulan Data

Data yang diakumulasikan pada penelitian ini adalah data pemakaian beban yaitu pompa air dengan total beban 0,37kW untuk mengisi tangki air sebesar 27.000 Liter dengan kapasitas mesin air 36 L/Jam, sehingga mesin pompa air harus menyala selama 7,5 jam untuk samapi terisi penuh, sehingga tabel beban dibuat seperti pada Gambar 3.1

Weekdays	Weekends											
Hour	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
8	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370
10	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370
11	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370
12	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370
13	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370
14	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370
15	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370
16	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370
17	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370
18	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
19	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
21	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
22	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
23	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Gambar 3 1 Tabel Beban

Kemudian data lainnya adalah data intensitas matahari pada daerah Mandailing Natal, Sumatera Utara berdasarkan data NASA adalah seperti pada Gambar 3.2



Gambar 3 2 Data Intensitas Matahari

3.4 Simulasi menggunakan software HOMER

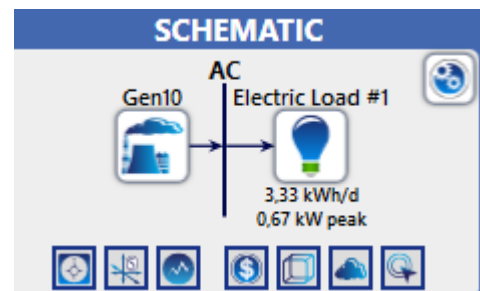
Setelah data terkumpul. Kemudian di input pada software HOMER, seluruh masukan di calculating untuk mendapatkan hasil analisa ekonomi berdasarkan seluruh perancangan.

3.5 Hasil dan Analisa

Setelah skenario berjalan, akan mendapatkan hasil berupa nilai-nilai yang diperlukan. Output dari perangkat lunak HOMER kemudian dapat di analisis dan diketahui yang dapat mengoptimalkan pembangkit listrik.

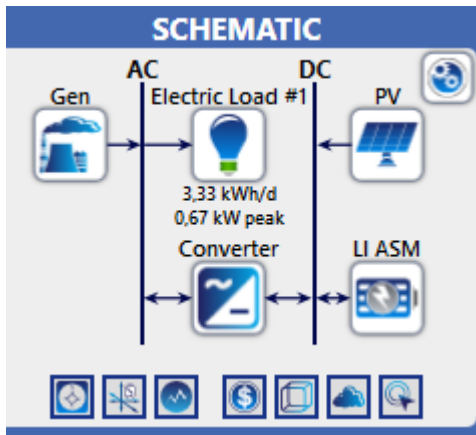
3.6 Perancangan Skenario

Beberapa komponen yang digunakan dalam penelitian ini adalah generator, photovoltaic, baterai, dan konverter. Penggunaan komponen dibagi menjadi 2 skenario yaitu skenario 1 dan skenario 2. Pada skenario 1 hanya menggunakan Generator Set dengan diagram skematik seperti pada Gambar 3.3



Gambar 3 3 Skenario 1

Sedangkan pada skenario 2, sistem sudah menggunakan photovoltaic, baterai, dan konverter. Diagramskematik Skenario 2 dapat dilihat pada Gambar 3.4



Gambar 3 4 Skenario 2

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Optimasi Sistem Perangkat Lunak HOMER

Setelah semua data didapat, dan dimasukkan ke dalam perangkat lunak, sehingga didapatkan hasil seperti pada Gambar 4.1 pada Skenario 1, dimana sistem yang dibuat hanya menggunakan Generator Set berbahan bakar diesel saja dikarenakan belum meratanya pendistribusian listrik konvensional di daerah Mandailing Natal, Sumatera Utara.

Gambar 4 1 Hasil Optimasi HOMER pada Skenario 1

Skenario 2 terdiri dari 10 unit photovoltaic Maysun Solar 120 WP, 2 unit baterai LiFePO4 24V 100A, dan 1 unit Konverter KENIKA KCT-1K24. Hasil optimasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Gambar 4 2 Hasil Optimasi HOMER pada Skenario 2

4.2 Nilai Ekonomis Pembangkit

4.2.1 Skenario 1

Nilai ekonomis pembangkit yang bersumber dari GenSet Diesel sebelum menggunakan photovoltaic sebagai pembangkit cadangan dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Nilai Ekonomis Pembangkit Menggunakan Skenario 1

Kriteria Penilaian	Nilai
Total Produksi Energi (kWh)/tahun	10.950
NPC (Rupiah)	385.099.600
Cost Of Energy (COE)	24.509

Total produksi energi dari PLN menghasilkan daya sebesar 10.950 kWh/tahun yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan total dari energi dapat dilihat pada persamaan 2-2.

Tabel 4.2 Data Total Produksi Energi per tahun

Komponen	Produksi (kWh)
Generator Diesel	10.950

$$E_{tot.prod} = 10.950 \text{ kWh}$$

Hasil perhitungan Net Present Costs sistem sebesar Rp. 385.099.600 dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2-3.

Gambar 4 3 Hasil Perhitungan NPC pada Skenario 1 menggunakan perangkat lunak HOMER

$$NPC = 8.550.000 + 29.497.212 + 16.987 + 348.469.159 - 1.433.75$$

$$NPC = Rp. 385.099.604$$

Cost Of Energy (COE) sistem Rp. 24.509/kWh.

4.2.2 Skenario 2

Nilai ekonomis pembangkit cadangan sistem hybrid PLN-solar cell diperlihatkan pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Nilai Ekonomis Pembangkit Menggunakan Skenario 2

Kriteria Penilaian	Nilai
Total Produksi Energi (kWh)/tahun	1.192
NPC (Rupiah)	22.899.210
Cost Of Energy (COE)	1.457

Total produksi energi menggunakan sistem hybrid PLN-solar cell sebagai penyedia cadangan daya sebesar 1.192kWh/tahun. Hasil dari total produksi energi dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan dihitung dengan menggunakan persamaan 2-2.

Tabel 4.4 Data Total Energi per Tahun

Komponen	Produksi (kWh)
Photovoltaic	1.192
GenSet Diesel	204

$$E_{tot.prod} = 1.192kWh + 204kWh$$

$$E_{tot.prod} = 1.396kWh$$

NPC sistem sebesar Rp. 22.899.210. hasil NPC dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2-3.

Gambar 4 4 Hasil Perhitungan NPC skenario 2

$$NPC = 12.419.591 + 3.522.346 + 945 \\ + 7.314.054$$

$$NPC = 22.899.210$$

Cost of Energy (COE) sistem Rp. 22.899.210

4.2.3 Perbandingan Nilai Ekonomis Pembangkit Sistem Hybri Generator Diesel-solar cell dengan Generator Diesel

Nilai ekonomis pembangkit sistem generator diesel-*solar cell* yang telah diketahui dibandingkan dengan nilai ekonomis dari pemakaian listrik generator diesel. Hasil perbandingan kemudian digunakan untuk menentukan pembangkit sistem cadangan yang lebih ekonomis. Tabel 4.5 memperlihatkan perbandingan nilai ekonomis pembangkit sistem *hybrid* dengan generator diesel.

Tabel 4.5 Perbandingan Nilai Ekonomis Pembangkit Sistem Hybrid

Kriteria Penilaian	Sistem Pembangkit	
	Skenario 1	Skenario 2
Total Produksi Energi (kWh)	10.950	1.192
NPC (Rupiah)	385.099.600	22.899.210
<i>Cost of Energy</i> (Rupiah)	24.509	1.457

Tabel 4.5 menunjukkan total produksi energi pada skenario 1 lebih besar dengan selisih 9.758 atau sekitar 90% dari skenario 2. Nilai ekonomis pembangkit NPC *hybrid* generator-*solar cell* lebih kecil daripada pembangkit generator saja. Perbandingannya mencapai 55% dari skenario 1 dengan selisih sekitar Rp. 362.200.390. sedangkan pada perbandingan COE pada generator diesel lebih besar daripada pembangkit *hybrid* dengan selisih sebesar Rp. 23.052 atau sebesar 60%.

V. PENUTUP

Studi ekonomi sistem pembangkit *hybrid* generator diesel dan *photovoltaic* telah dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak HOMER. Hasil simulasi mendapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Biaya pembangkit pada skenario 2 yang menggunakan sistem *hybrid* PLN-*solar cell* lebih murah 55% dibandingkan dengan skenario 1 yang hanya menggunakan generator diesel.
2. Pembangkit cadangan pada skenario 2 memberikan hasil COE yang lebih

rendah sebesar 60% daripada skenario 1 yang hanya menggunakan generator diesel.

3. Biaya yang harus dikeluarkan per tahun pada skenario 2 lebih rendah daripada skenario 1.
4. Melalui penelitian optimasi pembangkit generator diesel-*solar cell* menunjukkan hasil bahwa penggunaan sistem *hybrid* dapat menghemat pengeluaran untuk masa mendatang, dengan biaya awal yang lebih murah juga jika dibandingkan dengan biaya awal generator diesel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Putra and C. Rangkut, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal," *Seminar Nasional Cendekiawan*, pp. 23.1-23.7, 2017.
- [2] H. EBTKE, "Menteri Arifin: Transisi Energi Mutlak Diperlukan," EBTKE ESDM, 22 Oktober 2020. [Online]. Available: <https://ebtke.esdm.go.id/post/2020/10/22/2667/menteri.arifin.transisi.energi.mutlak.diperlukan?lang=en>. [Accessed 2 Desember 2021].
- [3] B. Hartono and Purwanto, "PERANCANGAN POMPA AIR TENAGA SURYA GUNA MEMINDAHKAN AIR BERSIH KE TANGKI PENAMPUNG," *SINTEK*, Vols. 28-33, no. 1, p. 2, 2015.
- [4] H. EBTKE, "Peluang Besar Kejar Target EBT Melalui Energi Surya," EBTKE ESDM, 26 September 2019. [Online]. Available: <https://ebtke.esdm.go.id/post/2019/09/26/2348/peluang.besar.kejar.target.ebt.melalui.energi.surya..> [Accessed 9 Mei 2022].
- [5] B. Haryanto, "OPTIMASI PEMBANGKIT HYBRID PLN-SOLAR CELL PADA APLIKASI HOME INDUSTRY," DSPACE UII, Yogyakarta, 2018.

- [6] M. A. Shafeey and A. M. Harb, "Demands and Energy Cost Reduction in Jordan," 2018.
- [7] R. A. Diantari and dkk., "STUDI PENYIMPANAN ENERGI PADA BATERAI PLTS," *JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN*, vol. 9, no. 2, pp. 101-179, 2017.
- [8] G. R. Mubarak, "Studi Perbandingan antara Baterai dan Diesel Generator Untuk Mengatasi Intermittent Pada PLTS," Institut Teknologi PLN, Jakarta, 2020.
- [9] "HOMER Software," [Online]. Available: https://www-homerenergy-com.translate.goog/products/pro/index.html?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=op,sc. [Accessed 9 Mei 2022].