

Studi Ekonomi Solar Panel Pada Penetas Telur Itik Menggunakan Homer Pro Energy

Ali Basrah Pulungan¹, Rani Afriyanti²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Jl. Prof Dr. Hamka Air Tawar, Padang, Indonesia

alibp@ft.unp.ac.id¹, raniafriyanti23@gmail.com²

Abstrak

Mesin penetas telur itik pada saat sekarang sudah memanfaatkan sistem hybrid PLN-Panel Surya sebagai sumber energi panas pada masing-masing inkubatornya. Sistem hybrid ini sangat berguna pada inkubator yang harus tetap menyala selama 24 jam dalam jangka waktu 28 hari. Namun, tidak hanya kebutuhan yang dilihat, pengeluaran biaya operasional juga perlu diperhatikan. Biaya investasi harus diperhitungkan selama masa pemakaian sistem solar panel. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan sistem solar panel yang layak sebagai penetas telur itik dan menganalisa nilai ekonomi berdasarkan *Net Present Cost* (NPC) yang akan digunakan selama 20 tahun. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu simulasi dan analisa yang dilakukan menggunakan software HOMER Pro. Berdasarkan hasil simulasi tersebut didapatkan nilai NPC atau biaya keseluruhan untuk 20 tahun yang akan datang, NPC listrik konvensional (PLN) sebesar Rp. 75.282.595 dengan biaya listrik usaha masyarakat sebesar Rp. 1.100/kWh. Sedangkan NPC pada sistem hybrid PLN-panel surya sebesar Rp. 34.963.685 dengan energi yang dihasilkan solar panel sebesar 4.720 kWh/tahun dan PLN 2.431 kWh/tahun. Sistem hybrid PLN-panel surya akan meraih keuntungan dibandingkan dengan penggunaan listrik secara konvensional dan hanya membutuhkan 6,5 tahun untuk memulihkan biaya investasi.

INFO.

Info. Artikel:

No. 236

Received May 17, 2022

Revised. May 23, 2022

Accepted. May 27, 2022

Page. 241-248

Kata kunci:

- ✓ Studi Ekonomi
- ✓ Solar Panel
- ✓ Penetas Telur Itik
- ✓ HOMER Pro
- ✓ Tenaga Hybrid

Abstract

The duck egg incubator currently utilizes the PLN-Solar Panel hybrid system as a thermal energy source for each incubator. This hybrid system is especially useful in incubators that need to stay on for 24 hours over 28 days. However, not only needs are seen, but operating costs also need to be considered. Capital costs have to be taken into account throughout the life of the solar panel system. The purpose of this research is to obtain a proper solar panel system as a duck egg incubator and analyze the economic value based on the Net Present Cost (NPC) which will be used for 20 years. The method used in this research is simulation and analysis using the HOMER Pro software. Based on the simulation result, the NPC value or overall cost for the next 20 years, conventional electricity (PLN) NPC is Rp. 75.282.595 with a community business electricity cost of Rp. 1.100/kWh. Meanwhile, the NPC for the PLN-solar panel hybrid system is Rp. 34.963.685 with energy produced by solar panels of 4.720 kWh/year and PLN 2.431 kWh/year. The hybrid PLN solar panel system will benefit from conventional electricity consumption and will take just 6.5 years to recover capital costs.

PENDAHULUAN

Energi listrik mempunyai peranan penting dalam kehidupan makhluk hidup, terutama bagi manusia. Salah satu upaya agar kebutuhan energi listrik terpenuhi yaitu dengan mencari energi alternatif sebagai pengganti energi yang bersumber dari fosil. Sistem energi surya bertujuan untuk menjadi energi alternatif yang ekonomis dan bebas emisi.

Indonesia mempunyai potensi energi matahari yang sangat besar. Pada tahun 2020 Indonesia masih memiliki total potensi surya sebesar 1.385.988 MW yang belum dikembangkan[1]. Wilayah Indonesia yang terletak pada garis khatulistiwa sangat memungkinkan untuk memanfaatkan potensi

energi tersebut. Alat yang digunakan untuk mengkonversi energi matahari yaitu panel surya yang tidak menghasilkan polusi selama proses konversi[2].

Pemanfaatan PLTS bisa dipakai untuk berbagai peralatan rumah tangga yang bersifat individu atau bisnis. Pada industri rumah tangga, seperti usaha dari kegiatan penetasan telur itik yang dilakukan kelompok peternak[3] sudah memanfaatkan PLTS dengan sistem hybrid sebagai sumber energi listrik. Penetasan telur itik sangat dianjurkan menggunakan mesin tetas, karena jenis unggas seperti itik yang hanya memiliki sedikit bulu dan sayap yang pendek sehingga tidak bisa mengerami telurnya[4]. Perlunya sistem *hybrid* untuk memenuhi kebutuhan listrik pada inkubator telur [3][5] [6]dikarenakan PLN tidak mungkin terlepas dari gangguan dan kerusakan yang menyebabkan terjadinya pemadaman listrik[7]. Terputusnya sumber listrik mengakibatkan panas cahaya lampu pada inkubator menjadi tidak stabil [8].

Sistem solar panel yang membutuhkan biaya diawal, membuat masyarakat beranggapan membutuhkan modal investasi awal yang cukup besar[9]. Sehingga tidak mengetahui apakah penggunaan sistem PLTS dapat dikatakan layak untuk jangka waktu yang lama. Selain panel surya, sistem PLTS juga membutuhkan komponen penunjang, perancangan sistem tersebut dapat dilakukan dengan *software* HOMER Pro[10]. Studi ekonomis mengenai perancangan PLTS menggunakan HOMER telah banyak dilakukan, seperti analisis ekonomi perencanaan PLTS untuk jangka waktu 25 tahun dengan menggunakan 390 unit sel surya[11]. *Software* HOMER Pro bisa melakukan simulasi, mengoptimasi suatu model dan menentukan konfigurasi yang layak dengan biaya sekarang (NPC) terendah, dan menggunakan parameter sensitifitas untuk hasil yang akurat[12].

Penelitian ini menyajikan model sistem *hybrid* PLN-panel surya pada penetas telur itik yang berlokasi di Jorong Rajo Dani, Nagari Padang Ganting, Kabupaten Tanah Datar. Pada penelitian ini menggunakan *software* HOMER Pro agar mengetahui berapa biaya investasi yang dikeluarkan untuk penetasan telur itik untuk jangka waktu 20 tahun. Sehingga dapat diketahui seberapa layak sistem tersebut dapat digunakan dan dapat bekerja secara optimal.

DASAR TEORI

HOMER Pro

Perangkat lunak HOMER Pro oleh HOMER Energy adalah standar global yang dikeluarkan di Boulder, Colorado pada tahun 2009 yang berfungsi untuk mengoptimalkan desain *mikrogrid* di semua sektor, mulai dari pembangkit listrik desa hingga kota dan pangkal militer yang terhubung dengan jaringan. HOMER Pro atau HOMER (*Hybrid Optimization Model For Energy Renewable*), menyederhanakan tugas evaluasi desain untuk sistem tenaga *off-grid* dan *grid-connected*[13]. Dalam *software* HOMER terdapat tiga tugas utama yaitu simulasi, optimasi, dan analisis sensitivitas.

1. Net Present Cost (NPC)

Net Present Cost (NPC) adalah keluaran ekonomi yang paling utama untuk nilai suatu sistem PLTS[13]. Jumlah dari semua komponen-komponen dan juga biaya pengoperasian yang digunakan dalam proyek yang dikerjakan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$CRF(i,N) = \frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- $C_{ann,tot}$ = total biaya tahunan
- $CRF()$ = faktor penutupan modal
- i = suku bunga (%)
- R_{proj} = lama waktu suatu proyek
- N = jumlah tahun

2. Total Produksi Energi

Total produksi energi merupakan jumlah energi yang dihasilkan selama pengoperasian sistem[13]. Total produksi energi didapatkan dengan persamaan berikut:

$$E_{tot.prod} = E_{photovoltaic} + E_{grid} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

- $E_{tot.prod}$ = total produksi energi (kWh)
- $E_{photovoltaic}$ = total produksi energi *photovoltaic* (kWh)
- E_{grid} = total produksi energi dari *grid* PLN (kWh)

3. *Cost of Energy* (COE)

Cost of Energy (COE) merupakan nilai sekarang dari semua biaya pemasangan dan pengoperasian komponen selama masa pemakaian. Untuk menghitung COE, total biaya tahunan yang digunakan dibagi dengan total dengan tahunan yang tersedia[14].

$$COE = \frac{C_{ann,tot}}{E_{tot.served}} \dots\dots\dots (3)$$

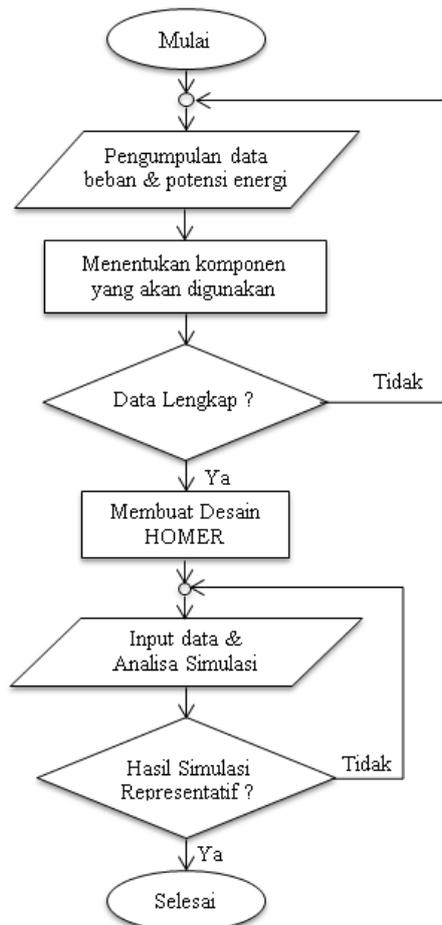
Keterangan :

- $E_{tot.served}$ = Total energi tahunan yang tersedia untuk beban (kWh)
- $C_{ann,tot}$ = *Total Annualize Cost* atau total biaya tahunan yang digunakan untuk sistem.

METODE PENELITIAN

Diagram Alir

Diagram Alir merupakan cara lain untuk menuangkan algoritma pendekatan yang dilakukan dengan menggunakan beberapa gambar[15]. Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

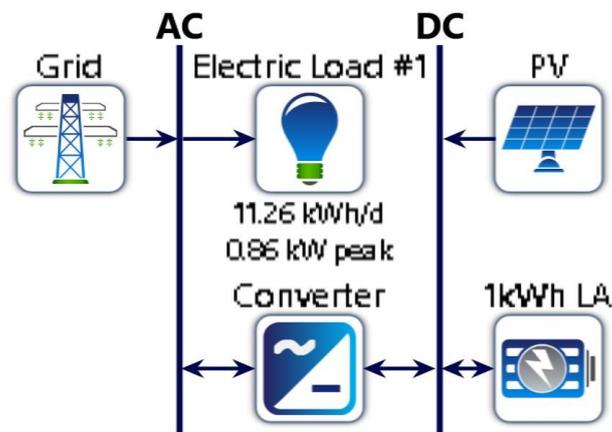


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Tahap pertama yang dilakukan pada penelitian ini yaitu mengumpulkan data beban dan potensi energi. Data yang dikumpulkan berupa data radiasi matahari dan data suhu yang dilihat pada *database* NASA. Untuk data beban diambil dari konsumsi energi listrik pada setiap inkubator serta data tambahan dalam studi literatur yang diperoleh dari jurnal dan buku. Selanjutnya, pada tahap kedua, menentukan komponen yang akan digunakan dan yang akan dimasukkan kedalam *software* HOMER. Apabila data sudah lengkap, dilanjutkan dengan membuat desain (perancangan) pada tampilan HOMER. Jika data belum lengkap, maka kembali melihat pada pengumpulan data. Pada tahap keempat, setelah desain selesai dibuat, nilai-nilai komponen dimasukkan berdasarkan data dan melakukan simulasi pada *software* HOMER. Simulasi ini bertujuan untuk menganalisis konfigurasi yang tepat dan layak apabila dipergunakan selama jangka waktu yang ditentukan. Hasil analisis dari *software* HOMER berupa jumlah energi listrik yang dihasilkan, nilai *Net Present Cost* (NPC), nilai *annualize cost*, dan nilai *Cost of Energy* (COE). Apabila hasil dari simulasi tidak representatif dari konfigurasi yang akan digunakan, maka dilihat lagi nilai masing-masing komponen apakah sudah sesuai dengan data yang dikumpulkan. Jika hasil simulasi representatif sesuai dengan gambaran yang akan dibuat, maka *software* HOMER sudah menghasilkan sebuah sistem yang optimal.

Desain Sistem *On-Grid* pada HOMER

Desain sistem *hybrid* panel surya-PLN yang akan digunakan pada penetas telur itik ini dimulai dari mengkonversikan energi matahari melalui panel surya untuk disimpan kedalam baterai. Energi yang disimpan berupa DC dan akan dikonversi menjadi AC melalui inverter sebelum dialirkan ke beban yang ada pada inkubator. Energi yang disupply dari PLN dijadikan sebagai energi cadangan.



Gambar 2. Desain Sistem *Hybrid* Solar Panel-PLN

Desain sistem *hybrid* solar panel-PLN dapat dilihat pada Gambar 2. Terdapat beberapa komponen utama yang digunakan. Berikut spesifikasi komponen penyusun yang digunakan:

1. Panel Surya

Panel surya yang digunakan pada desain skematik sistem *on-grid* menggunakan *generic flat plate* PV dengan kapasitas 150 Wp sebanyak 1 buah yang dapat digunakan selama 20 tahun.

2. Baterai

Baterai yang digunakan pada desain skematik sistem *on-grid* menggunakan baterai 1kWh *Lead Acid* dengan kapasitas baterai 83.4 Ah/12V sebanyak 4 buah dan dapat digunakan selama 10 tahun.

3. Inverter

Inverter yang digunakan pada desain skematik sistem *on-grid* menggunakan jenis *pure sine wave* 300 W/300A dengan input 12 V dan output 220 V.

4. Grid

Energi yang disalurkan PLN akan dikenakan biaya Rp. 1.100/kWh untuk usaha masyarakat menengah.

Kalkulasi Beban Listrik

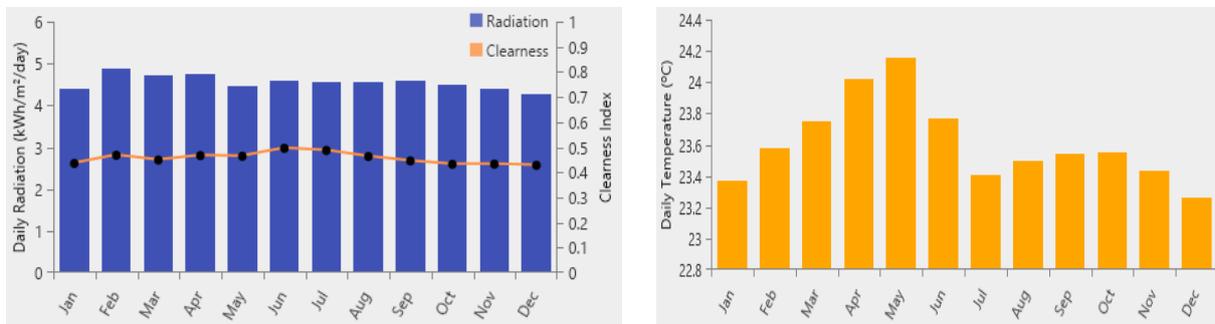
Mesin penetas telur itik pada penelitian ini menggunakan 8 unit inkubator yang memiliki 5 buah lampu pijar pada setiap inkubator dengan daya masing-masing lampu pijar sebesar 5 watt. Beban listrik yang digunakan pada penetasan telur itik selama 1 hari yaitu 4800 watt pada setiap inkubator dengan 200 watt/jam. Pada Gambar 3 dapat dilihat grafik penggunaan beban listrik selama 24 jam.



Gambar 3. Grafik Beban Listrik Harian

Radiasi dan Suhu

Data Resource pada Jorong Rajo Dani, Nagari Padang Ganting diperoleh dari software HOMER Pro setelah memasukkan koordinat lokasi. Data tersebut berdasarkan NASA Surface Meteorology and Solar Energy Database yang terdapat pada software HOMER. Pada Gambar 4 dapat dilihat grafik data radiasi dan suhu selama 1 tahun yang memiliki nilai berbeda-beda pada setiap bulannya.



Gambar 4. Data resource (a) Data Radiasi, (b) data suhu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan hasil simulasi sistem hybrid solar panel-PLN pada penetas telur itik menggunakan software HOMER.

Hasil optimasi desain sistem hybrid

Hasil optimasi bertujuan untuk menentukan konfigurasi yang paling optimal sehingga penggunaan sistem hybrid layak digunakan dan menguntungkan. Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa terdapat 4 konfigurasi berdasarkan hasil optimasi. Konfigurasi pertama terdiri dari panel surya-grid-inverter, konfigurasi kedua terdiri dari panel surya-baterai-grid-inverter, konfigurasi ketiga hanya terdapat sumber energi dari grid, dan konfigurasi keempat terdiri dari baterai-grid-inverter. Dari 4 konfigurasi yang dihasilkan, konfigurasi kedua lebih layak digunakan, karena pada konfigurasi

pertama tidak menggunakan komponen baterai. Sedangkan pada inkubator telur itik dibutuhkan baterai sebagai penyimpanan energi. Pada konfigurasi ketiga dan keempat tidak dapat digunakan karena tidak adanya komponen panel surya. Maka dari itu konfigurasi kedua lebih layak digunakan walaupun dengan modal awal (*initial capital*) yang lebih besar yaitu sebesar Rp. 29.100.000,00.

Architecture							Cost				System	
PV (kW)	1kWh LA	Grid (kW)	Converter (kW)	Efficiency1	Dispatch	NPC (Rp)	COE (Rp)	Operating cost (Rp/yr)	Initial capital (Rp)	Ren Frac (%)	Total Fuel (L/yr)	
3.58		999,999	1.91	0	CC	Rp29.4M	Rp268.04	Rp195,627	Rp26.2M	63.2	0	
3.56	1	999,999	1.91	0	CC	Rp35.0M	Rp318.99	Rp353,554	Rp29.1M	63.1	0	
		999,999		0	CC	Rp75.3M	Rp1,100	Rp4.52M	Rp0.00	0	0	
	1	999,999	0.0417	0	CC	Rp81.0M	Rp1,184	Rp4.67M	Rp3.18M	0	0	

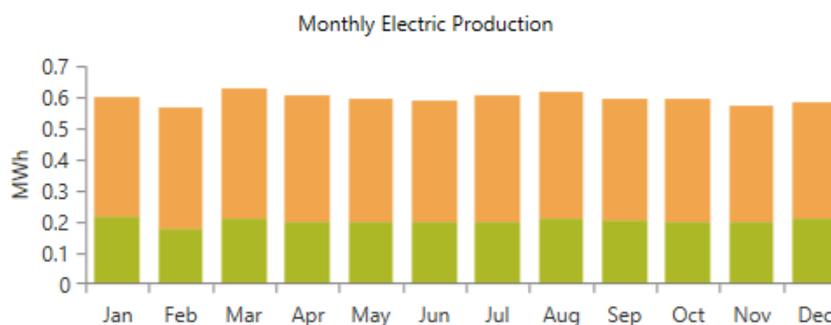
Gambar 5. Hasil Optimasi Sistem Solar Panel

Total Produksi Energi

Produksi energi yang dihasilkan selama setahun dari sistem penetas telur itik dapat dilihat pada Tabel 1. Energi yang dihasilkan panel surya lebih tinggi dari energi yang *disupply* dari Grid (PLN) yaitu sebesar 4.720 kWh/tahun. sedangkan energi yang *disupply* dari PLN sebesar 2.431 kWh/tahun dengan total produksi energi sebesar 7.151 kWh/tahun. Hasil ini didapat dengan pengoptimalan pemanfaatan panel surya yang menjadikan PLN sebagai energi cadangan. Grafik produksi energi pada setiap tahun juga bisa dilihat pada Gambar 6. Jumlah produksi energi tertinggi yang dihasilkan terjadi pada bulan Maret, sedangkan jumlah produksi energi terendah terjadi pada bulan Februari.

Tabel 1. Total Produksi Energi

Komponen	Produksi (kWh/yr)	Efisiensi (%)
Generic flat plate PV	4.720	66
Grid	2.431	34
Total	7.151	100



Gambar 6. Grafik Produksi Energi

Net Present Cost (NPC)

Biaya keseluruhan yang digunakan untuk semua komponen pada perancangan sistem hybrid solar panel-grid sebesar Rp. 34.963.685 selama 20 tahun. Pembagian biaya komponen dapat dilihat pada Gambar 7. Pemakaian baterai tipe 1kWh *lead acid* membutuhkan biaya awal sebesar Rp. 3.000.000 dan biaya penggantian sebesar Rp. 2.507.372. pada pemasangan awal solar panel membutuhkan biaya Rp. 17.789.537. Untuk pengeluaran biaya energi dari PLN selama 20 tahun dibutuhkan biaya sebesar Rp. 908.808. sedangkan untuk sistem konverter membutuhkan biaya sebesar Rp. 10.757.967. jadi, total modal pemasangan sistem hybrid sebesar Rp. 29.075.121. dengan biaya penggantian Rp. 8.838.330.

Component	Capital (Rp)	Replacement (Rp)	O&M (Rp)	Fuel (Rp)	Salvage (Rp)	Total (Rp)
Generic 1kWh Lead Acid	Rp3,000,000.00	Rp2,507,372.22	Rp0.00	Rp0.00	Rp0.00	Rp5,507,372.22
Generic flat plate PV	Rp17,789,537.54	Rp0.00	Rp0.00	Rp0.00	Rp0.00	Rp17,789,537.54
Grid	Rp0.00	Rp0.00	Rp908,808.78	Rp0.00	Rp0.00	Rp908,808.78
System Converter	Rp8,285,583.92	Rp6,330,958.31	Rp0.00	Rp0.00	-Rp3,858,575.24	Rp10,757,967.00
System	Rp29,075,121.46	Rp8,838,330.54	Rp908,808.78	Rp0.00	-Rp3,858,575.24	Rp34,963,685.54

Gambar 7. Pembagian NPC

Annualize Cost

Untuk mengetahui nilai *cost of energy*, maka perlunya total biaya tahunan yang dikeluarkan dari sistem PLTS. Total biaya tahunan pada penelitian ini sebesar Rp. 2.099.249. pembagian biaya tahunan sistem hybrid panel surya-grid dapat dilihat pada Gambar 8. Biaya yang dibutuhkan untuk baterai yaitu sebesar Rp. 330.667. sedangkan untuk panel surya membutuhkan biaya Rp. 1.068.099. pengeluaran untuk pembayaran grid (PLN) untuk setiap tahunnya sebesar Rp. 54.565. dan biaya yang dikeluarkan untuk sistem konverter sebesar Rp. 645.917.

Component	Capital (Rp)	Replacement (Rp)	O&M (Rp)	Fuel (Rp)	Salvage (Rp)	Total (Rp)
Generic 1kWh Lead Acid	Rp180,122.58	Rp150,544.78	Rp0.00	Rp0.00	Rp0.00	Rp330,667.36
Generic flat plate PV	Rp1,068,099.13	Rp0.00	Rp0.00	Rp0.00	Rp0.00	Rp1,068,099.13
Grid	Rp0.00	Rp0.00	Rp54,565.66	Rp0.00	Rp0.00	Rp54,565.66
System Converter	Rp497,473.58	Rp380,116.18	Rp0.00	Rp0.00	-Rp231,672.17	Rp645,917.59
System	Rp1,745,695.29	Rp530,660.96	Rp54,565.66	Rp0.00	-Rp231,672.17	Rp2,099,249.74

Gambar 8. Pembagian Annual Cost

Cost of Energy (COE)

Nilai *Cost of Energy* didapatkan dari perhitungan antara total biaya tahunan dibagi dengan total produksi energi yang tersedia pada sistem dengan tujuan untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan per 1 kwh. Hasil simulasi HOMER mendapatkan nilai COE sebesar Rp. 318/kWh.

$$\begin{aligned}
 COE &= \frac{C_{ann,tot}}{E_{tot.served}} \\
 &= \frac{2.099.249}{7.151} \\
 &= Rp. 294/kWh \approx Rp.318/kWh
 \end{aligned}$$

Analisis Kelayakan Sistem On-Grid PLTS

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan pada *software* HOMER Pro. Perancangan sistem *hybrid* panel surya dikatakan layak untuk dibangun pada inkubator penetas telur itik selama 20 tahun. Dengan menggunakan sistem hybrid maka kemungkinan terjadinya kegagalan dalam penetasan telur itik menjadi sedikit. Biaya yang dikeluarkan apabila hanya memanfaatkan *supply* energi listrik dari PLN juga sangat tinggi yaitu sebesar Rp. 75.282.595. dibandingkan dengan memanfaatkan sistem *hybrid* panel surya-grid yang jauh lebih menguntungkan yaitu dengan mengeluarkan biaya sebesar Rp. 34.963.685. serta dengan penggunaan sistem PLTS bisa mengurangi kadar emisi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, energi listrik yang dihasilkan dari sistem *hybrid* solar panel-grid mencukupi penggunaan listrik pada mesin penetas telur itik dengan total energi listrik yang dihasilkan sebesar 7.151 kWh per tahun. Sistem hybrid solar panel-grid merupakan sistem yang sangat dianjurkan pada pengoperasian mesin penetas telur itik dibandingkan dengan hanya mensuplai energi listrik dari *grid* (PLN). Jika hanya memanfaatkan energi yang berasal dari PLN maka didapatkan nilai NPC sebesar Rp. 75.282.595 dengan biaya listrik usaha masyarakat sebesar Rp.

1.100/kWh. Sedangkan NPC pada sistem *hybrid* panel surya-*grid* sebesar Rp. 34.963.685 dengan energi yang dihasilkan solar panel sebesar 4.720 kWh/tahun dan PLN 2.431 kWh/tahun. Sistem *hybrid* PLN-panel surya akan meraih keuntungan dibandingkan dengan penggunaan listrik secara konvensional dan hanya membutuhkan 6,5 tahun untuk memulihkan biaya investasi. Sistem *hybrid* panel surya-*grid* juga berpengaruh dalam proses penetasan telur itik yang berlangsung hingga 28 hari. Hal ini dikarenakan kotak inkubator yang harus tetap dalam keadaan panas (menyala) selama 24 jam. Sehingga dapat menghindari terjadinya kegagalan dalam tetas telur itik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. ESDM, "Laporan Kinerja Kementerian ESDM 2020," 2020.
- [2] A. B. Pulungan ; R. W. P. H. M. O. S., "Design and Development of Real Time Monitoring Single Axis Solar Tracker by Using Internet Of Things," vol. 18, no. 69, 2020, doi: <https://doi.org/10.21660/2020.69.25863>.
- [3] A. B. Pulungan and J. Sardi, "Sistem Hybrid sebagai Sumber Tenaga Listrik pada Penetasan Telur Itik," vol. 3, no. 1, pp. 8–13, 2021.
- [4] F. B. Paimin, *Membuat dan Mengelola Mesin Tetas*, 16th ed. Jakarta: Penebar Swadaya, 2003.
- [5] F. B. Susetyo, I. W. Sugita, B. Basori, M. N. Rifqi, R. Wardiana, and J. Prasetyo, "Rancang Bangun Rak Penetas Telur Otomatis Pada Mesin Tetas Bertenaga Hybrid," *J. Ilm. Giga*, vol. 23, no. 2, p. 69, 2020, doi: 10.47313/jig.v23i2.915.
- [6] J. Sardi and Risfendra, "Sistem Tenaga Listrik Berbasis Hybrid Pada Alat Penetas Telur Puyuh," *J. Tek. Elektro dan Vokasional*, vol. 5, no. 2, pp. 110–118, 2019, [Online]. Available: <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/jtev/article/view/107221>
- [7] I Wayan Sugita, Fikri Firmansah, Rakhmat Sobirin, and Muhammad Raihan Ardianto, "Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Tenaga Hybrid," *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 6, no. 1, pp. 30–36, 2019, doi: 10.21009/jkem.6.1.6.
- [8] Dendin Supriadi et al, "Perancangan mesin penetas telur otomatis bersumber daya sistem hybrid berbasis mikrokontrol," *Tedc*, vol. 14, no. 2, pp. 175–182, 2020.
- [9] A. B. Pulungan and R. Fahreza, "Techno-Economic Analysis of Tracker Based Rooftop PV System Installation Under Tropical Climate," *Int. J. Adv. Trends Comput. Sci. Eng.*, vol. 9, no. 4, pp. 6031–6035, 2020, doi: 10.30534/ijatcse/2020/271942020.
- [10] B. S. Aprillia, D. K. Silalahi, M. Agung, and F. Rigoursyah, "Desain Sistem Panel Surya On-Grid Untuk Skala Rumah Tangga Menggunakan Perangkat Lunak HOMER (On-Grid Photovoltaic Systems Design using HOMER Software for Residential Load)," *J. Teknol. Inf. dan Multimed.*, vol. 1, no. 3, pp. 174–180, 2019.
- [11] F. Hidayat, B. Winardi, and A. Nugroho, "Analisis Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro," *Transient*, vol. 7, no. 4, p. 875, 2019, doi: 10.14710/transient.7.4.875-882.
- [12] U. Masyarakat et al, "Rancangan Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Skala Rumah Tangga menggunakan Software HOMER," *J. Sustain.*, vol. 5, no. 02, 2016.
- [13] Homerenergy, "Term Definitions and Glossary."
- [14] İ. Çetinbaş, B. Tamyürek, and M. Demirtaş, "Design, analysis and optimization of a hybrid microgrid system using HOMER software: Eskişehir osmangazi university example," *Int. J. Renew. Energy Dev.*, vol. 8, no. 1, pp. 65–79, 2019, doi: 10.14710/ijred.8.1.65-79.
- [15] A. Kadir, *Dasar Logika Pemrograman Komputer*, 3rd ed. Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2017.