

ANALISIS PERHITUNGAN *NPC-COE* UNTUK KELAYAKAN PEMBANGUNAN PLTS Off-Grid-PLTM DESA SUMBEREJO BATU

¹Lalu Andika Aditya, ²Widodo Pudji Muljanto, ³Irrine Budi Sulistiawati
Institut Teknologi Nasional, Malang, Indonesia

andikaaditya023@gmail.com

Abstract - Desa Sumberejo Batu memiliki kebutuhan energi yang signifikan dan ingin mempertimbangkan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTM) sebagai sumber energi alternatif. Analisis perhitungan NPC-COE (Net Present Cost - Cost of Energy) Metode pada penelitian ini informasi kebutuhan beban listrik di desa sumberejo batu dikumpulkan informasi radiasi matahari. Kemudian simulasikan dan optimasi PLTS-PLTM dengan software HOMER PRO. Pada bab ini membahas tentang data beban selama 24 jam yang akan di inputkan, perhitungan npc-coe untuk kelayakan plts-pltm dan hasil simulasi yang telah dibuat, untuk mengetahui seberapa besar perhitungan yang dikeluarkan, serta mengetahui seberapa efisiensi PLTS-PLTM desa Sumberejo Batu. Hasil simulasi software HOMER mendapatkan konfigurasi sistem PLTS 7,76 kW, PLTM 5,49 kW, Bi-Directional Inverter 8,54 kWh dengan harga gabungan bersih (NPC) sebesar USD 51.379 atau dikonversi ke Rp 770.685.000. Dengan asumsi tarifnya adalah Rp 15.000 per 1 USD dan harga biaya energi (COE) listrik adalah 0,0599 USD/kWh atau dikonversi menjadi Rp 898,5.

Kata Kunci : HOMER PRO, PLTS, PLTM, NPC, COE

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Desa Sumberejo Batu memiliki kebutuhan energi yang signifikan dan ingin mempertimbangkan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTM) sebagai sumber energi alternatif. Analisis perhitungan NPC-COE (Net Present Cost - Cost of Energy) dapat digunakan untuk mengevaluasi kelayakan pembangunan proyek tersebut. [1].

Sistem hybrid yang bertujuan untuk membuat terobosan energi terbarukan dimana idenya adalah menggabungkan lebih dari 1 sumber energi yang berbeda untuk mensuplai beban yang diberikan. Desa Sumberejo terletak di garis khatulistiwa sehingga kawasan ini selalu terkena sinar matahari selama 10 hingga 12 jam dalam sehari. Kemungkinan sumber energi yang diperoleh dari

matahari di Indonesia rata-rata dapat mencapai 4,5 kWh/m² per hari, matahari menyinari selama kurang lebih 2000 jam dalam setahun, yang membuat Indonesia menjadi kaya oleh tenaga surya. PLTM merupakan alat untuk membangkitkan listrik menggunakan tenaga mikrohidro yang memanfaatkan turbin air menjadi pembangkit listriknya. Pada umumnya turbin bergerak karena mendapat gaya dorong dari penggerak yang menggunakan energi fluida seperti gas, uap, angin, dan air. Energi aliran ini memberikan gaya dorong pada bebannya yang disini merupakan turbin yang memutar generator sehingga dapat menjadi listrik. [2]

Net Present Cost atau yang biasa disebutkan sebagai NPC ialah biaya secara keseluruhan yang dibutuhkan untuk dipakai dalam membangun komponen baik dalam pemancangan, pembuatan, atau pengoperasian pada suatu proyek. Lalu Cost of energy adalah kebutuhan biaya yang diperlukan untuk mendapatkan energi listrik per 1 Kwh. [3]

COE bisa didapatkan dengan cara membagikan biaya yang diperlukan dalam setahun untuk melakukan produksi dengan jumlah produksi energi dalam setahun oleh pembangkit hybrid tersebut. [3]

Pada peneliti menggunakan perangkat lunak Homer Pro untuk memudahkan analisis pada biaya pembangkit hybrid, Keunggulan dari perangkat lunak Homer Pro adalah kemampuannya untuk melakukan pengoptimalan biaya.

B. Rumusan Masalah

1. Berapa biaya untuk perhitungan dalam pembangunan PLTS-PLTM ?.
2. Bagaimana hasil analisis NPC-COE pembangunan PLTS-PLTM ?

C. Tujuan

Tujuan yang ingin di capai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa biaya PLTS-PLTM di desa sumberejo batu. Dengan menggunakan software homer pro untuk menghitung nilai NPC dan COE pada pembangkit listrik hybrid PLTS-PLTM desa sumberejo batu.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Radiasi Matahari

Radiasi matahari merupakan salah satu kandungan yang diberikan oleh matahari saat memancarkan sinar ke permukaan bumi[5]. Besar jumlah radiasi dan sinar matahari bisa dipengaruhi dari banyak hal yang membuat kandungan sinar yang dipancarkan ke permukaan bumi sangat bervariasi[6].

Sistem fotovoltaik surya menjadi semakin populer di Afrika Selatan dan di seluruh dunia untuk menghasilkan energi bersih dengan memanfaatkan energi matahari yang melimpah yang tersedia secara alami[7].



Gambar 1 Pembangkit listrik tenaga Surya

Persamaan berikut diperoleh untuk bisa mengetahui kebutuhan daya yang ada pada panel surya.[10]

$$\text{jumlah modul surya} = \frac{DT}{\text{daya panel surya digunakan}} \quad (2.1)$$

Dimana:

DT = Daya Total.

B. Baterai

Baterai tersebut menyimpan listrik dari panel surya pada siang hari dan digunakan pada malam hari saat panel surya tidak lagi menghasilkan listrik. Prinsip pengoperasian baterai adalah mengisi atau mengeluarkan energi listrik sesuai dengan panas matahari yang dihasilkan modul surya.

Kapasitas baterai adalah lamanya waktu baterai dapat menghasilkan listrik untuk satu kali pengisian daya, dinyatakan dalam Wh (watt jam). Dalam penelitian ini, persamaan berikut digunakan untuk menghitung total kapasitas baterai:

$$Cb = \frac{ET}{DOD}$$

Dimana:

Cb = Kapasitas Baterai (Wh)

ET = Energi Total (Wh)

DOD = Deep of Discharge

$$\text{Jumlah baterai yang digunakan} = \frac{\text{total kapasitas baterai}}{\text{baterai yang digunakan}}$$

Dimana :

Total Kapasitas Baterai (Wh)

Baterai yang digunakan (Wh)

C. Inverter Hybrid

Hybrid Inverter merupakan inverter yang dapat mengubah arus listrik DC untuk nantinya menjadi arus listrik AC pada keluarannya dari modul surya. Hal yang membedakan inverter hybrid dengan jenis inverter yang biasa adalah dikarenakan inverter ini outputnya harus tersambung ke saluran PLN. Inverter hibrida, atau biasa disebut inverter surya hibrida atau inverter terhubung ke jaringan hibrida yang menggunakan baterai, merupakan inverter yang dipakai untuk menggabungkan komponen inverter on-grid dengan inverter baterai. Inverter ini hal terpenting dalam suatu system penyimpanan tenaga surya sederhana yang sangat menghemat biaya.

Inverter hybrid dirancang untuk bisa menggabungkan 2 penyimpanan energi, dan inverter ini biasa juga disebut inverter multi-mode yang bisa mengelola masukan dari panel surya maupun bank baterai secara bersamaan. Untuk cara kerja dari sebuah inverter hybrid yaitu perangkat inverter hybrid bisa memiliki fungsi yang banyak, alat ini bisa menggantikan posisi inverter grid dan SCC atau Sollar Charge Controller, sehingga inverter hybrid sering disebut juga dengan inverter multi mode yang dapat mengatur input dan output dari berbagai sumber.



Gambar 2 Inverter Hybrid

D. Homer (Hybrid Optimization Model For Energy Renewable)

Merupakan aplikasi yang berfungsi untuk mengoptimalkan sistem pembangkit listrik yang terdiri dari kombinasi tenaga surya, mikrohidro, baterai, dan kombinasi lainnya yang melayani beban listrik dan termal [11]. HOMER sendiri dikembangkan di Amerika Serikat bekerja sama dengan perusahaan lain, Mistaya Engineering, dan dilindungi hak cipta oleh Midwest Research Institute, dikelola oleh Departemen Energi AS, lalu dikembangkan secara lanjut oleh The National Renewable Energy Laboratory (NREL). [11] Homer pada penelitian ini digunakan untuk melakukan simulasi dan digunakan juga untuk menganalisa sistem. Pembangkit listrik hybrid, software Homer ini memiliki simulasi untuk mengetahui kinerja dan karakteristik pembangkit listrik. Proses optimasi berguna untuk konfigurasi pembangkit listrik yang layak dan bernilai ekonomis.

E. Net Present Cost (NPC)

Net present cost (NPC) merupakan biaya secara keseluruhan yang dipakai dan diperlukan untuk

membangun sebuah komponen. Lalu untuk persamaan biaya sekarang yang secara bersih dapat dilihat sebagai berikut :[12]

NPC = biaya modal ditambah Biaya Penggantian lalu ditambah Biaya perawatan lalu ditambah Biaya Bahan Bakar lalu dikurangi Salvage
(2.4)

Dimana :

Capital Cost merupakan biaya komponen dalam satuan (Rp)

Replacement Cost merupakan biaya pergantian komponen dalam satuan(Rp)

O&M Cost merupakan biaya operasional dan perawatan dengan satuan(Rp)

Fuel Cost merupakan biaya bahan bakar dengan satuan(Rp)

F. Cost Of Energy (COE)

Biaya energy merupakan biaya yang diperlukan untuk memproduksi listrik setiap kWh nya.[13] COE bisa didapatkan dengan cara membagi biaya keseluruhan dalam setahun dengan keluaran produksi energy yang didapatkan dalam setahun pada system pembangkit listrik hibrida. Nilai COE dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut.[14]

$$COE = \frac{TAC}{E_{tot\ served}} \quad (2.5)$$

Dimana :

TAC atau total annualize cost merupakan biaya keseluruhan dalam setahun pada pembangkit hybrid (Rp)

Etot served = jumlah energi total tahunan pada beban (kWh)

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Pengambilan Data

Pengambilan data dalam penelitian ini ditempatkan di Desa sumberejo Batu.

B. Teknik Pengambilan Data

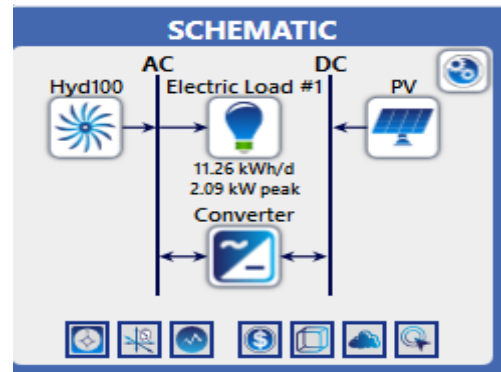
Langkah – langkah dalam mengumpulkan data dilakukan sebagai berikut:

1. Studi literatur
Study litelatur ini dilakukan untuk menjelaskan teori-teori terkait perhitungan yang akan dibuat.
2. Pengumpulan data
Untuk memperoleh informasi, salah satunya didapat dari literature beberapa buku, jurnal ilmiah, skripsi dan halaman web terkaait cara menggunakan software Homer untuk analisis generator hybrid yang berupa informasi kebutuhan listrik, angina, lalu pilihan energy surya dan juga harga komponen bahan bakar dan generator hybrid, serta bisa juga profil beban di wilayah desa sumberejo Batu.
3. Analisis
Setelah cukup banyak informasi diperoleh, bisa dilanjutkan dengan melakukan perhitungan yang diperlukan. Informasi yang dibutuhkan adalah kebutuhan pada suplai listrik saat ini dan prakiraan 25 tahun ke depan. Profil beban berdasarkan desa Sumberejo Batu. Hasil simulasi yang dianalisis adalah perhitungan sistem npc-

coe, listrik dan emisi, membandingkan seluruh hasil simulasi sistem yang dianggap optimal dengan sistem lainnya.

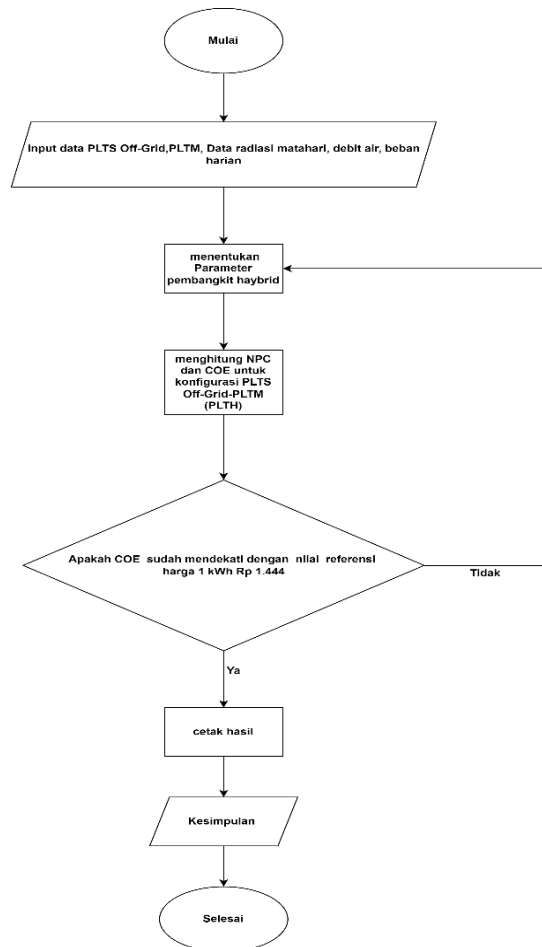
C. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan mengumpulkan informasi kebutuhan beban listrik di wilayah Desa Sumberejo Batu, informasi radiasi matahari. Setelah itu dilakukan simulasi dan optimalisasi PLTS-PLTM menggunakan software HOMER PRO [15]. Simulasi dilakukan dalam kondisi yang berbeda. Analisis hasil simulasi dan tarik kesimpulan dari analisis tersebut.



Gambar 3 Desain Pembangkit listrik Tenaga Hibrid

D. Flowchart



Gambar 4 Flowchart

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Beban PLTH

Tabel 1 Data Beban PLTH

Hou r	Cafe	Ru mah PO C	Progr am Dry Veget able	Green house 1	Gre en hou se 2	Total/ kWh
0	3	0	4,3	3,1	2,7	13,1
1	2,7	0	0,3	3,1	2,7	8,8
2	2,5	0	2,3	3,1	2,7	10,6
3	2,7	0	0,3	3,1	2,7	8,8
4	2,5	0	2,3	3,1	2,7	10,6
5	2,7	0	0,3	3,1	2,7	8,8
6	1	0	4,6	0,5	1,5	7,6
7	1,2	1,65	2,6	0,5	0,3	6,25
8	1	4,98	11,55	2	1,8	21,3
9	1,2	4,98	2,6	2	1,8	12,6
10	1	1,65	11,55	0,5	0,3	15
11	1,2	1,65	2,6	4,1	9,9	19,5
12	1	0	11,55	4,1	9,9	26,6
13	2,2	0	2,6	4,1	9,9	18,8
14	2	0	11,55	4,1	9,9	27,6
15	2,2	0	2,6	5,9	10,5	21,2
16	7,5	0,85	4,6	2,3	2,1	17,4
17	12,4	0,85	0,6	3,1	2,7	19,7
18	4	0,85	2,3	3,1	2,7	13
19	7,5	0,85	0,3	3,1	2,7	14,5
20	4	0,85	2,3	3,1	2,7	13
21	7,2	0,85	0,3	3,1	2,7	14,2
22	3,3	0,85	2,3	3,1	2,7	12,3
23	6,2	0,85	0,3	3,1	2,7	13,2

Pada tabel Diatas 1 adalah ringkasan pembebanan PLTH di Desa Sumberejo Batu yang dibagi menjadi lima kelompok: Kafe, Rumah POC, Program dry sayuran, green house 1 dan green house 2. Data diatas asumsi data dari 24 jam 00-23. Untuk beban puncak pada tabel diatas pada saat jam 08.00 yaitu 21,3 kWh dan beban terendah pada saat jam 01.00, 03.00 dan jam 05.00.

B. Data Radiasi matahari

Tabel 2 Data RAdiasi Matahari

No	Bulan	Radiasi matahari	Radiasi matahari(kWh/m ² /hari)
1	Januari	0,442	4,770
2	Februari	0,445	4,820
3	Maret	0,470	4,940
4	April	0,511	4,980
5	Mei	0,555	4,920
6	Juni	0,564	4,730
7	Juli	0,587	5,030
8	Agustus	0,594	5,540
9	September	0,596	6,050
10	Oktober	0,558	5,940
11	November	0,493	5,300
12	Desember	0,465	4,990

Tabel 2 di atas merangkum radiasi matahari PLTH Sumberejo Desa Batu. Data di atas merupakan data perkiraan selama 24 jam mulai pukul 00:00 hingga 23:00. Hasil data di atas diambil dari data NASA.

Tabel 3 Data debit air

Bulan	Debit Air L/s
January	182
February	182
March	182
April	182
May	182
June	182
July	182
August	182
September	182
October	182
November	182
December	182

Dari tabel Diatas 3 adalah rangkuman pengukuran untuk besar debit air sungai PLTH Waduk Desa Batu selama 1 tahun. Data aliran air desa Sumberejo Batu bersifat cenderung konstan karena air mengalir dari satu sumber. Debit air diatas menunjukkan 182 L/s dan debit airnya tetap selama 1 tahun.

C. Hasil Simulasi

Dari Simulasi dan optimasi HOMER didapatkan beberapa data perbedaan konfigurasi yang bisa sesuai dengan batas minimal kontribusi energy terbarukannya.

Tabel 4 Komponen PLTH

No	PV Generic Flat Plate (kW)	PLTM Hydro Generic (kW)	Baterai Powersafe SBS 190F (V)	Bi-Directional Inverter (kW)
1	4,4	5	12	1

Setelah komponen-komponen pada tabel diatas dijalankan, maka hasil optimasi yang diperoleh HOMER adalah sebagai berikut:

Architecture							Cost	
PV (kW)	PV-MPPT (kW)	PowerSafe SBS 190F	PLTM (kW)	Converter (kW)	NPC (\$)	Initial capital (\$)		
7,76	4,40	17	5,49	8,54	\$51,379	\$18,102		
7,76	4,40	17	5,49	8,54	\$51,379	\$18,102		

Gambar 5 Hasil Optimasi HOMER

Bukti awal konfigurasi pembangkit listrik hybrid yang optimal berdasarkan nilai net cost (NPC) terendah adalah sebagai berikut:

- PLTS 7,76 kW,
- PLTM 5,49 kW dan
- Bi- Directional inverter 1,57 kW

Nilai hasil NPC \$ 51.379 atau Rp 770.685.000,00 biaya energi listrik (Cost of energi) sebesar \$ 0,0599/kWh. Jika rupiahkan sama dengan Rp 898,5 dengan asumsi Rp 15000/\$

D. Parameter Konfigurasi

Setelah melakukan simulasi dan optimasi komponen, parameter konfigurasi yang dihasilkan adalah:

Tabel 5 Parameter Konfigurasi plts-pltm Hybrid

No	Parameter	Nilai
1	Kapasitas PLTS	7,76 kW
2	Kapasitas PLTM	5,49 kW
3	Kapasitas Baterai	43,8 kWh
4	Kapasitas Inverter	8,54 kW
5	Initial Capital	\$18.102
6	Operating Cos	\$2.603
NO	Parameter	Nilai
7	Net Present Cost	\$51.379
8	Cost Of Energy	\$0,0599

Berdasarkan parameter di atas, konfigurasi pembangkit listrik hybrid yang optimal dapat diperoleh berdasarkan Harga bersih (NPC) terendah adalah PLTS 7,76 kW, PLTM 5,49 kW, System converter 8,54 kW dengan harga bersih saat ini \$51.379 atau dikonversi ke Rp 770.685.000. Biaya energi sebesar \$0,0599 per kWh, atau sekitar Rp 898,5/kWh jika dikonversi ke rupiah.

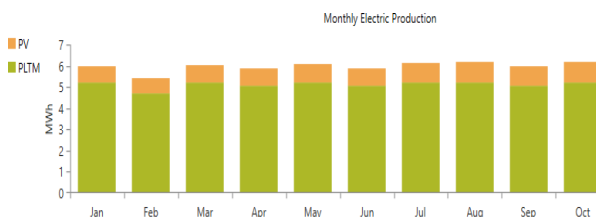
Production	kWh/yr	%
PV	10,195	14.2
Hydro	61,358	85.8
Total	71,553	100

Gambar 6 Produksi Listrik

Consumption	kWh/yr	%
AC Primary Load	67,102	100
DC Primary Load	0	0
Deferrable Load	0	0
Total	67,102	100

Gambar 7 Konsumsi Listrik/tahun

Dari tabel diatas adalah produksi daya rata-rata dalam satu tahun, PV menghasilkan daya sebesar 10.195 kWh pertahun dan persentase total daya yang dihasilkan 14,2% sedangkan pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTM) menghasilkan daya 61.358 kWh dengan total persentase daya yang dihasilkan 85,8% dalam satu tahun.



Gambar 8 Grafik Daya /tahun

Grafik diatas menunjukkan hasil pembangkitan tenaga listrik sesuai dengan parameter simulasi HOMER, dimana grafik berwarna jingga merupakan kurva hasil pembangkitan tenaga listrik yang dihasilkan oleh PLTS dan grafik berwarna hijau merupakan grafik hasil pembangkitan tenaga listrik. dibuat dengan mikrohidro atau PLTM.

Grafik menunjukkan bulan Mei merupakan waktu puncak pembangkitan listrik dari PLTS dan PLTM, dengan PLTS mendominasi pembangkitan listrik. Sebab, potensi energi surya di lokasi penelitian jauh lebih kaya dibandingkan potensi energinya mikrohidro.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Pada penelitian ini hasil simulasi yang dilakukan dengan menggunakan software homer pada pembangkit listrik tenaga haybrid (PLTH), Diantaranya PLTS 7,76 kW dan PLTM 5,49 kW, Serta Bi-Directional Inverter 8,54 kWh. Dengan total perhitungan *Net Present Cost* (NPC) sebesar \$ 51.379 dan biaya listrik *Cost Of Energy* (COE) sebesar \$0,0599/kWh dirupiahkan menjadi Rp 898,5. Sehingga mendekati nilai jual dari PLN 1 kWh = Rp 1.444 untuk biaya pembelian kwh listrik. Didapatkan nilai capital cost biaya pv sebesar \$5.009,28 PLTM sebesar \$5,539,68 baterai EnerSafe PowerSafe SBS 190F sebesar \$188 dan Inverter sebesar \$310.

B. Saran

Pada penelitian ini menghitung nilai NPC dan COE menggunakan aplikasi HOMER dalam satuan dolar sebaiknya kedepanya dalam perhitungan suatu nilai NPC dan COE suatu pembangkit bisa menggunakan satuan rupiah..

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Program Homer untuk Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Hibrid di Propinsi Riau" oleh Kunafi pada tahun 2010.pdf."
- [2] A. M. S. Yunus, A. Pangkung, S. Abadi, and A. Taufik, "Economic Study of Hibrid Power System in Selayar Island, South Sulawesi, Indonesia," p. 4, 2013.
- [3] A. N. Pakha and A. N. Pakha, "Evaluasi dan Optimasi Ukuran Komponen Penyusun Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Sistem Inovasi Daerah Pantai Baru," Universitas Gadjah Mada, 2014. Accessed: Oct. 15, 2021. [Online]. Available: http://etd.repository.ugm.ac.id/home/detail_pencarian/73208
- [4] M. A. Wijaya, "ANALISIS POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SISTEM 48 V UNTUK BEBAN WARUNG KULNER DI SEKITAR AREA PLTH PANDANSIMO," Jun. 2017, Accessed: Oct. 15, 2021. [Online]. Available: <http://repository.umy.ac.id/handle/123456789/11157>
- [5] "ANALISIS TEKNO EKONOMI PENGGUNAAN MOTOR INDUKSI TIGA - PDF Download Gratis." <https://docplayer.info/63496353-Analisis-teknologi-ekonomi-penggunaan-motor-induksi-tiga.html> (accessed Oct. 19, 2021).
- [6] "A photovoltaic solar home system dissemination model - Barua - 2001 - Progress in Photovoltaics: Research and Applications - Wiley Online Library." <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pip.376> (accessed Oct. 19, 2021).
- [7] "Kolhe, M., Kolhe, S. and Joshi, J.C. (2002) Economic Viability of Stand-Alone Solar Photovoltaic System in Comparison with Diesel-Powered System for India. Energy Economics, 24,

- 155-165. - References - Scientific Research Publishing.”
[https://www.scirp.org/\(S\(vtj3fa45qm1ean45%20vfff cz55\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2989843](https://www.scirp.org/(S(vtj3fa45qm1ean45%20vfff cz55))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2989843) (accessed Oct. 19, 2021).
- [8] „Sulasno. (2001). Teknik dan Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Semarang. Badan Penerbit Universitas Diponegoro.”.
- [10] „Rosyid, A., (2008). Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid „K.Raja, 2006, Power Plant Engineering, New Age International (P) Ltd., Ansari Road, Daryaganj, New Delhi - 110002.”.
- [11] „(PLTH) Wini. Tangerang. Balai Besar Teknologi Energi – BPPT.”.
- [12] „NASA Surface meteorology and Solar Energy”.
<https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/retscreen.cgi?email=rets@nrcan.gc.ca>
- [13] A. A. Prayogi, „PERANCANGAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK HYBRID (PLN- SOLAR CELL) PADA GEDUNG FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA MENGGUNAKAN HOMER”, p. 7.
- [14] J. February, W. N. Mbav, and S. Chowdhury, “Economic analysis of a stand-alone residential solar PV system for a typical South African middle income household,” in 2013 48th International Universities” Power Engineering Conference (UPEC), Dublin, Sep. 2013, pp. 4–6. doi: 10.1109/UPEC.2013.6714866.
- [15] . Almanda and R. Kartono, “Analisi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Menggunakan Sistem Distribusi Air di P.T. Astra Honda Motor Plant 5 Karawang,” Resist. (elektRONika kEndali Telekomun. tenaga List kOmputeR), vol. 3, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.24853/resistor.3.1.1-8

VII. BIODATA PENULIS



Lalu Andika Aditya lahir di RSUD PRAYA, 03-07-2000. Menyelesaikan Pendidikan dasar di SDN 02 SENGKOL tahun 2013 dilanjutkan Pendidikan menengah di SMP PLUS MUNIRUL ARIFIN NW PRAYA tahun 2016 dan SMKN 3 MATARAM tahun 2019. Mulai menempuh Pendidikan di Institut Teknologi Nasional Malang tahun 2019 dengan mengambil Jurusan Teknik Elektro S-1 dengan Peminatan Teknik Listrik.