

# Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Surya Bayu di Kota Bandung

FEBRIAN HADIATNA, DINI FAUZIAH\*, ELISA SYAHIRAH

Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Bandung  
Email: febrían@itenas.ac.id; \*dinifauziah@itenas.ac.id (*corresponding author*)

*Received* 7 Juni 2023 | *Revised* 23 Juni 2023 | *Accepted* 6 Juli 2023

## ABSTRAK

*Pada penelitian ini dilakukan analisis studi kelayakan potensi pembangkit listrik tenaga hybrid dengan sumber energi terbarukan surya dan bayu untuk skala rumah tangga di daerah kota Bandung. Beban yang digunakan sebesar 4896Wh setiap harinya. Analisis dilakukan dengan menggunakan aplikasi HOMER untuk menentukan nilai investasi dari PLTH yang dirancang serta produksi energi listrik yang dihasilkannya. Hasil dari penelitian ini adalah sistem pembangkit listrik hybrid mampu menghasilkan daya sebesar 2.313 kWh/tahun dengan perbandingan 48,7% dari sumber energi angin, 20,8% dari sumber energi surya, serta 9,7% sumber PLN. Nilai investasi dari sistem tersebut adalah Rp 32.910.770 untuk NPC, dengan IRR yang dihasilkan adalah 13%. Berdasarkan hasil analisis studi kelayakan tersebut, maka investasi yang digunakan pada sistem hybrid ini tidak rugi dan layak untuk direalisasikan.*

**Kata kunci:** PLTH, studi kelayakan, HOMER, surya, bayu.

## ABSTRACT

*In this research, an analysis of the feasibility study of potential hybrid power plants with solar and wind renewable energy was carried out for household scale in Bandung city. The load used is 4896Wh every day. The analysis was carried out using the HOMER application to determine the investment value of the designed PLTH and the production of the electrical energy it produces. The result of this research is that the hybrid power generation system is capable of producing a power of 2313 kWh/year with a ratio of 48.7% from wind energy sources, 20.8% from solar energy sources, and 9.7% from PLN sources. The investment value of the system is IDR 32,910,770 for NPC, with the resulting IRR of 13%. Based on the results of the feasibility study analysis, the investment used in this hybrid system is lossless and feasible to realize.*

**Keywords:** hybrid power plant, feasibility study, HOMER, solar, wind.

## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik terus meningkat diberbagai negara. Peningkatan tersebut sebagai dampak dari pertambahan jumlah penduduk, pertumbuhan ekonomi dan pola konsumen energi itu sendiri yang terus meningkat. Sebagian besar energi listrik yang digunakan saat ini, masih di hasilkan dari energi fosil. Perlu adanya upaya yang dilakukan dalam mencari sumber energi alternatif untuk menggantikan energi fosil yang semakin berkurang ketersediannya.

Para peneliti diberbagai negara termasuk Indonesia terus mencari energi alternatif tersebut, yang dikenal dengan istilah energi terbarukan. Energi terbarukan merupakan energi yang secara cepat dapat diproduksi kembali melalui proses alam yang diantaranya meliputi energi air, panas bumi, matahari, angin, biogas, biomass serta gelombang laut. Salah satu energi terbarukan yang sedang berkembang pesat saat ini adalah energi angin yang sering dimanfaatkan untuk bidang pertanian, perikanan dan dapat dijadikan sebagai sumber pembangkit energi listrik **(Fachri, dkk, 2017)**. Namun permasalahan yang tidak dapat dihindari adalah kenyataan bahwa tidak ada energi listrik terbarukan yang mampu mengasilkan listrik secara terus menerus sehingga sistem hybrid dapat menjadi solusinya **(Kaur, dkk, 2021)**. Lebih lanjut permasalahan tersebut dapat diatasi dengan ditambahkan sistem energi cadangan maupun penyimpanan energi sementara sehingga dapat memelihara kestabilan tegangan selama beban puncak. **(Sigarchian, dkk, 2015)**. Sistem energi cadangan yang populer digunakan adalah menggunakan genset dengan energi diesel karena bahan bakar yang mudah didapat sehingga setiap saat dapat memenuhi kebutuhan listrik ketika produksi dari pembangkit hybrid tidak tersedia **(Bentouba, dkk, 2015)**, namun menurut **Garrido, dkk, (2016)** genset dengan bahan bakar biomassa membutuhkan biaya 30% lebih rendah dibandingkan diesel.

Indonesia sebagai negara yang memiliki iklim tropis memiliki potensi yang baik untuk menghasilkan sumber energi terbarukan berupa surya dan angin. Kombinasi kedua jenis energi ini sangat berpotensi menghasilkan sumber energi berkelanjutan sebagai sumber pembangkit tenaga listrik hybrid **(Georges, dkk, 2011)**. Pembangkit hybrid merupakan sebuah energi alternatif pembangkit yang dapat menghasilkan energi yang lebih stabil karena satu sama lain dapat saling melengkapi. Salah satu pemanfaatan sumber energi hybrid ini diantaranya diharapkan mampu memenuhi kebutuhan listrik rumah tangga. Sistem untuk kebutuhan rumah tangga yang bersumber dari pembangkit hybrid ini efektif digunakan, karena tidak merusak lingkungan dan sangat cocok untuk meminimalisir peningkatan beban daya yang diserap. Selain itu pembangkit hybrid dapat digunakan pada fasilitas umum seperti bandar udara **(Elkadeem, dkk, 2021)**.

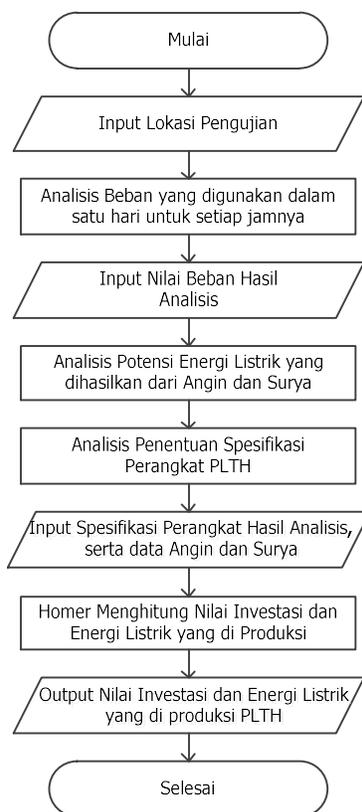
Tujuan dibuatnya pembangkit listrik hybrid adalah untuk menjamin adanya sumber energi listrik sehingga produksi listrik dapat dilakukan terus menerus apabila salah satu pembangkitnya tidak mampu memproduksi energi listrik sebab sumber energi terbarukan sangat tergantung kondisi alam setiap saat sehingga biasanya ada waktu dimana produksinya tidak maksimal sehingga dengan menggunakan sistem hybrid ini akan menambah efisiensi pembangkitan energi listrik **(Pradana, 2018)**. Sistem pembangkit hybrid yang terdiri dari beberapa jenis pembangkit pada umumnya menggunakan baterai sebagai media penyimpanan energi dan juga pengendali yang mengoptimalkan pemakaian energi dari masing-masing sumber yang disesuaikan dengan beban dan ketersediaan energi dari sumber yang digunakan **(Nehrir, dkk, 2011)**.

Pada pengembangan sebuah sistem pembangkit hybrid diperlukan analisis dari sisi teknik, ekonomi, dan lingkungan agar dapat tergambar berapa besar potensi yang dapat dihasilkan **(Li, dkk, 2021)**. Selain itu, pemilihan ukuran dan susunan komponen pada sistem energi

hybrid sangat vital agar tersedia suplai energi yang reliabel, konsisten dan efektif dari segi biaya **(Babaei, dkk, 2022)**. Pada penelitian Ara, dkk, **(Ara, dkk, 2021)** dilakukan studi kelayakan pembangkit listrik hybrid solar bayu di area pantai dimana sebelumnya sudah terpasang pembangkit listrik tenaga bayu. Hasilnya adalah penggunaan pembangkit listrik hybrid solar bayu dapat menjadi pilihan yang lebih baik dibandingkan hanya energi bayu terutama untuk area dengan kecepatan angin sedang ke rendah dan iradiasi matahari yang cukup. Kemudian El-Houari, dkk, **(El-Houari, dkk, 2020)** melakukan analisis kelayakan pembangkit hybrid surya bayu dan biomassa untuk mensuplai 10 rumah di area pedesaan. Hasilnya presentasi pembangkitan dari angin sebesar 11%, solar 42% dan biomassa 48% mampu memenuhi kebutuhan beban. Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian ini bertujuan menganalisis kelayakan potensi dari energi angin dan matahari sebagai sumber listrik tenaga hybrid dengan menggunakan Homer di area kota Bandung, serta menganalisis biaya yang dibutuhkan dalam membangun system pembangkit listrik tenaga hybrid tersebut.

## 2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi Homer pro 3.14.2 untuk melakukan studi kelayakan terhadap potensi terhadap pembangunan PLTH yang dilakukan. Berikut ini Gambar 1 menjelaskan tahapan-tahapan yang dilakukan pada aplikasi tersebut.



**Gambar 1. Diagram Alir Penggunaan Aplikasi Homer**

Berdasarkan diagram alir pada Gambar 1, proses penggunaan dari aplikasi Homer pro 3.14.2 terdiri dari beberapa tahap, diantaranya:

- a. Menentukan titik lokasi dari PLTH yang akan dirancang
- b. Menentukan besarnya beban pemakaian listrik yang digunakan

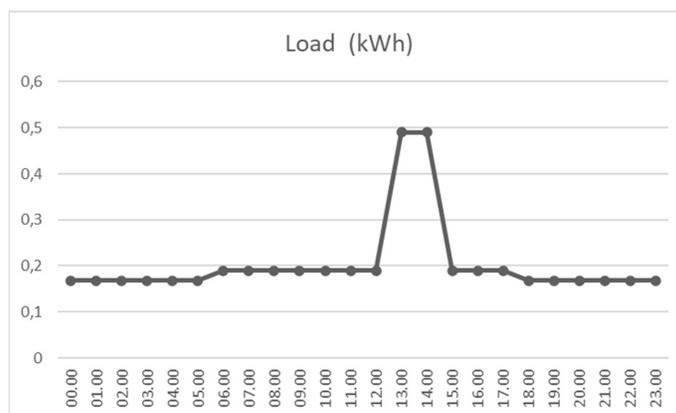
- c. Menentukan komponen-komponen PLTH yang digunakan
- d. Menentukan nilai potensi angin dan potensi surya.

Area lokasi yang dipilih pada aplikasi Homer untuk di analisis studi kelayakannya pada penelitian ini adalah daerah Gedebage Kota Bandung. Lokasi yang dipilih merupakan daerah perumahan penduduk dimana kondisi angin dan mataharinya dapat mewakili area perkotaan di Bandung. Selanjutnya dilakukan proses pemasukan nilai beban. Beban yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan salah satu contoh dari penggunaan beban listrik rumah tangga yang terdapat di daerah lokasi penelitian. Besarnya energi listrik yang digunakan, di perkirakan sebesar 4896Wh setiap harinya, dengan spesifikasi penggunaan peralatan listrik seperti pada Tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1. Pemakaian Energi Listrik dalam 1 hari**

No	Alat Listrik	Daya (Watt)	Jumlah Alat (buah)	Durasi pemakaian (jam)	Jumlah (Wh)
1	Lampu LED	12	4	12	576
2	Rice cooker	70	1	12	840
3	Kulkas	120	1	24	2880
4	Setrika	300	1	2	600
<b>Total Kebutuhan Listrik Rata-Rata Sehari</b>					<b>4896</b>

Berdasarkan data pada Tabel 1, tampak bahwa peralatan listrik yang digunakan adalah jenis peralatan listrik yang rutin di gunakan setiap harinya. Adapun pendistribusian dari pemakaian energi listrik tersebut pada setiap jamnya, dinyatakan pada Gambar 2 berikut ini.



**Gambar 2. Distribusi pemakaian energi listrik setiap harinya**

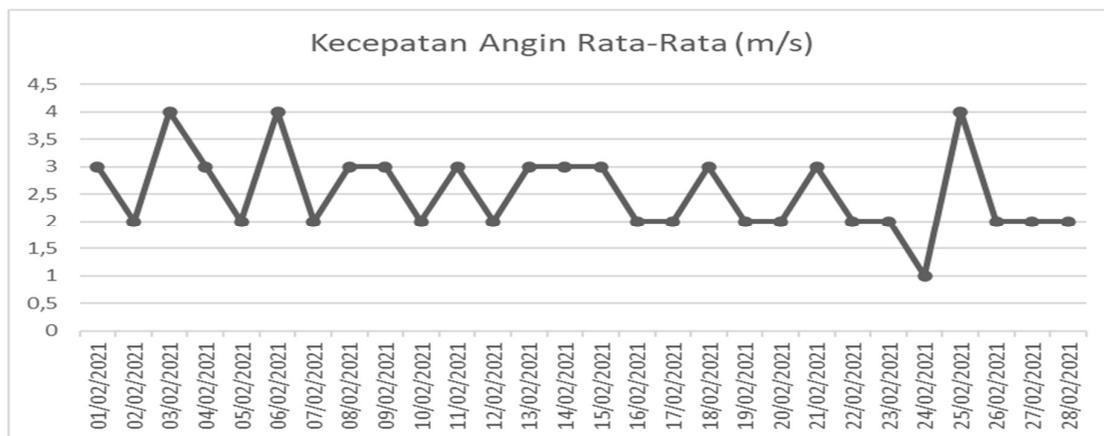
Penentuan spesifikasi komponen-komponen yang akan digunakan pada PLTH dilakukan dengan mempertimbangkan terlebih dahulu terhadap potensi energi angin dan surya yang terdapat pada daerah yang diamati. Potensi energi angin yang dihasilkan di daerah Gedebage adalah berdasarkan data BMKG pada tahun 2021, sedangkan untuk potensi energi surya yang dihasilkan, yaitu berdasarkan data dari aplikasi Homer Pro 3.14.2 yang digunakan. Berikut ini tabel 2, menampilkan data potensi energi angin dan potensi energi surya pada setiap bulannya.

**Tabel 2. Data Kecepatan Angin Tahun 2021**

Bulan	Potensi Energi Angin		Potensi Energi Surya	
	Kec. Angin Max (m/s)	Kec. Angin Rata-Rata (m/s)	Clearness Index	Daily Radiation (kWh/m <sup>2</sup> /day)
Januari	15	4,9	0,577	5,810
Februari	17	5,2	0,577	5,990
Maret	13	3,8	0,550	5,780
April	16	3,9	0,561	5,720
Mei	13	2,6	0,588	5,680
Juni	10	2,2	0,623	5,800
Juli	12	3,1	0,621	5,860
Agustus	11	3,0	0,592	5,870
September	9	3,0	0,574	5,930
Oktober	10	2,4	0,587	6,080
November	9	1,9	0,581	5,860
Desember	11	2,2	0,581	5,760

Berdasarkan data pada Tabel 2, menunjukkan bahwa data tertinggi dari potensi energi angin terdapat pada bulan Februari dengan rata-rata kecepatan angin sebesar 5,2 m/s dan terendah pada bulan November yaitu sebesar 1,9m/s. Adapun untuk potensi energi surya, kondisi penyinaran matahari yang tertinggi berada pada 6,080 kWh/m<sup>2</sup>/day terdapat pada bulan Oktober dan yang paling rendah berada pada angka 5,680 kWh/m<sup>2</sup>/day di bulai Mei.

Pada penelitian ini, dipilih data kecepatan angin pada bulan Februari dari Tabel 2, yang memiliki kecepatan angin terbesar. Potensi angin pada bulan tersebut di amati besarnya pada setiap harinya. Berikut ini Gambar 3 menampilkan data kecepatan angin rata-rata setiap harinya pada bulan Februari 2021 yang diperoleh dari BMKG.



**Gambar 3. Kecepatan Angin Rata-Rata pada Bulan Februari**

Potensi energi listrik yang dihasilkan dari energi angin setiap harinya di bulan Februari, dilakukan dengan menghitung daya yang dihasilkan turbin angin ( $P_{mt}$ ) dengan menggunakan persamaan berikut ini (Abdullah, 2020).

$$P_{mt} = \frac{1}{2} \rho \times v^3 \times A \times c_p \quad (1)$$

Ket :

Massa jenis Udara ( $\rho$ ) = 1,2 Kg/m<sup>3</sup>

Kecepatan angin nominal ( $v$ ) = m/s

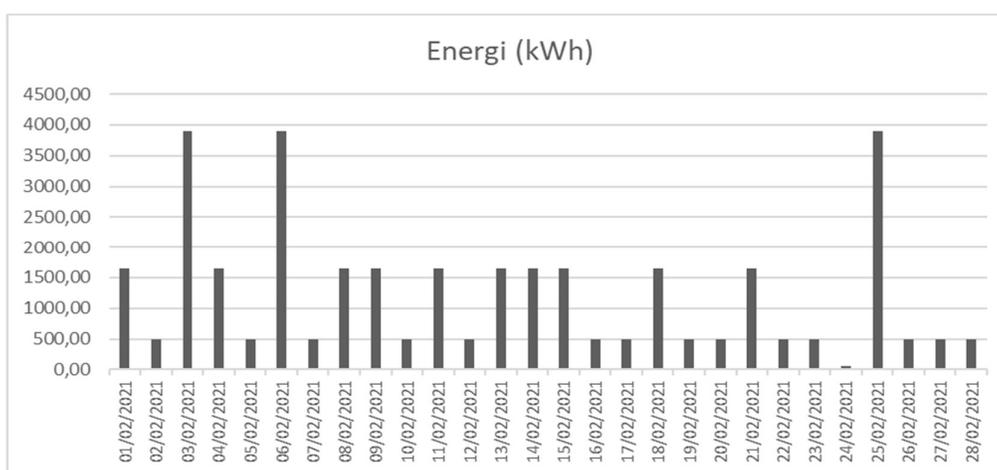
Luas sapuan blade ( $A$ ) = 12,56 m<sup>2</sup>

Efisiensi turbin ( $c_p$ ) = 0.45

Dari persamaan (1) daya yang dihasilkan oleh turbin kemudian diolah untuk mengetahui energi listrik yang dihasilkan oleh turbin angin setiap harinya, dengan menggunakan persamaan berikut ini (**Abdullah, 2020**).

$$E = P_{mt} \times n_{Gen} \times t \quad (2)$$

Dengan menggunakan persamaan tersebut, diperoleh energi listrik yang dihasilkan turbin angin setiap harinya tampak pada Gambar 4 berikut ini.



**Gambar 4. Energi yang dihasilkan turbin angin setiap hari pada bulan Februari**

Berdasarkan data pada Gambar 4, maka dihasilkan rata-rata energi listrik yang dihasilkan setiap harinya oleh turbin angin adalah sebesar 1253,533 Wh pada bulan Februari. Energi yang dihasilkan tersebut belum memenuhi terhadap kebutuhan rumah yang memerlukan energi sebesar 4896Wh untuk setiap harinya. Spesifikasi jenis turbin angin yang digunakan berdasarkan hasil analisis potensi energi listrik yang dihasilkan dari energi angin tersebut adalah HAWT (horizontal axis wind turbine) 1500Wp, dengan *start up* kecepatan angin 2.5 m/s, menggunakan tipe generator 3-phase AC pemanent magnet.

Pada spesifikasi panel surya yang digunakan, yaitu dengan menentukan besarnya daya puncak dari panel surya (Wp) dengan menggunakan persamaan berikut ini (**Ismail, 2016**).

$$\text{Daya puncak modul} = \left( \frac{E_{total}}{insolation} \right) \times \text{adjustment factor} \quad (3)$$

Ket :

$E_{total}$  = pemakaian energi listrik dalam satu hari

Insolation = jumlah radiasi matahari

Adjustment factor = 1,1

Insolation yang digunakan adalah 5,680kWh/m<sup>2</sup>/day dengan nilai radiasi paling rendah berdasarkan pada Tabel 2. Besarnya daya puncak module yang dihasilkan dari persamaan (3) adalah 948,17Wp, sehingga spesifikasi panel surya yang digunakan idealnya adalah 300Wp

dengan jumlah 3unit untuk memenuhi kebutuhan energi rumah sebesar 4896Wh. Sistem pembangkit listrik yang di rancang adalah hybrid, sehingga dari spesifikasi panel surya yang telah di hitung tersebut, jumlah unit panel yang akan digunakannya dikurangi hanya menjadi 2unit panel, karena sebagian energi yang diperlukan telah dipenuhi dari turbin angin yang digunakan.

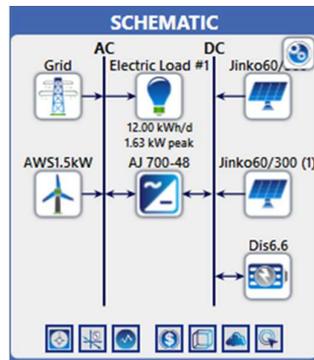
Sistem PLTH yang dirancang memerlukan adanya komponen baterai yang digunakan. Dalam menentukan spesifikasi dari baterai yang digunakan, maka digunakan persamaan berikut (Ismail.A.A.,2016).

$$I_{Ah} = \frac{E_{tota}}{V_B} \quad (4)$$

Spesifikasi besarnya tegangan baterai ( $V_B$ ) yang akan digunakan adalah 48V, sehingga dihasilkan  $I_{Ah}$  sebesar 102Ah yaitu besarnya arus yang digunakan pada beban untuk setiap harinya. Dalam menentukan spesifikasi baterai, perlu diperhatikan DoD baterai, sehingga besarnya spesifikasi arus baterai ( $I_B$ ) yang digunakan berdasarkan pada persamaan (5). (Ismail.A.A.,2016)

$$I_B = \frac{I_{Ah}}{DOD} \quad (5)$$

Berdasarkan persamaan (5) dihasilkan  $I_B$  sebesar 127,5Ah dengan DOD sebesar 80%, maka spesifikasi baterai yang digunakan pada aplikasi Homer adalah tipe Discover AES 48V 6,6kWh sebanyak satu unit. Perangkat Inverter yang digunakan pada sistem ini adalah tipe Studer AJ700-48. Setelah seluruh spesifikasi dari komponen yang akan digunakan telah terpenuhi, maka berikut ini Gambar 5 menampilkan skematik dari seluruh komponen yang digunakan tersebut pada sistem PLTH.

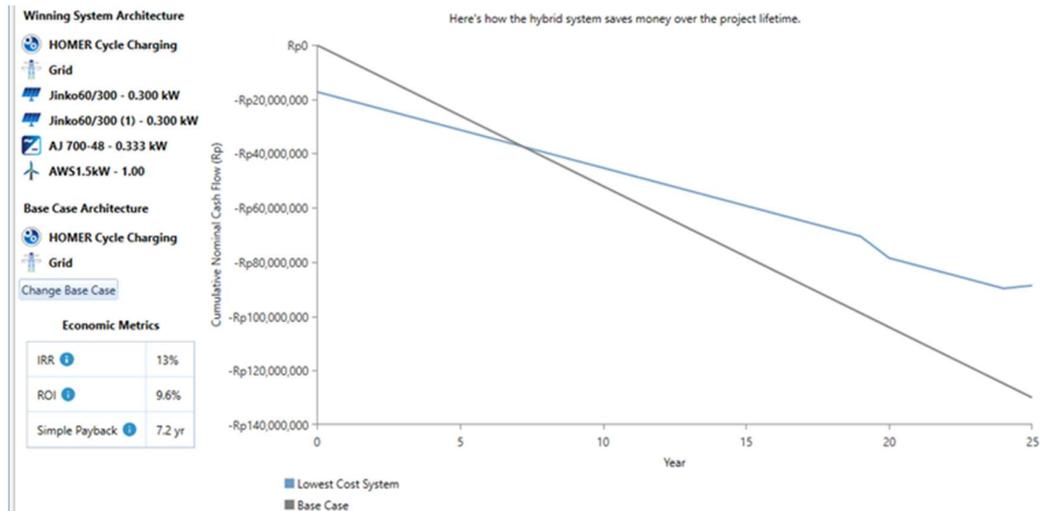


**Gambar 5. Skematik Komponen PLTH**

Pada Gambar 5 terdapat adanya penambahan komponen grid pada PLTH yang dirancang, yaitu sumber listrik yang berasal dari PLN. Adanya grid pada sistem ini, digunakan sebagai back up jika sumber listrik yang dihasilkan dari energi terbarukan kurang untuk memenuhi kebutuhan beban.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi kelayakan dari perancangan pembangkit listrik tenaga hybrid di daerah Gedebage yang telah dihasilkan dari aplikasi Homer adalah tampak pada Gambar 6 berikut ini.



**Gambar 6. Grafik nilai investasi pembangkit listrik tenaga hybrid**

Hasil simulasi pada Gambar 6, menampilkan grafik nilai investasi dari PLTH tersebut jika akan dibangun pada daerah Gedebage. Secara ekonomi, garis abu pada kurva menunjukkan nilai base case, yang nilainya berasal dari grid PLN. Adapun untuk garis biru adalah *lowest cost system*, yang menunjukkan nilai pengeluaran dan nilai modal selama project tersebut berlangsung. Pada kurva tersebut terdapat titik temu antara garis abu dan biru yang merupakan titik balik modal, dimana modal tersebut akan kembali setelah 7,2 tahun PLTH tersebut berjalan.

Keluaran yang dihasilkan dari simulasi tersebut selain kurva, juga terdapat nilai IRR dan ROI. Dari perancangan PLTH yang digunakan, menghasilkan nilai IRR 13% dan nilai ROI 9,6%. Nilai IRR dan ROI tidak memiliki ketentuan, akan tetapi menjadi salah satu parameter yang menentukan layak tidaknya suatu project yang dilihat dari berbagai aspek, misalnya nilai capex. Nilai capex adalah nilai pengeluaran yang nantinya akan digunakan untuk membeli, serta melakukan pemeliharaan terkait project jangka panjang. Semakin kecil nilai capex maka semakin besar nilai IRR. Dari nilai IRR yang dihasilkan, perancangan PLTB yang dilakukan telah layak jika akan direalisasikan, hal ini berdasarkan hasil perbandingan terhadap suku bunga bank saat ini sebesar 5,75 % dan nilai IRR yang di dapat sebesar 13%. Aplikasi Homer pun menampilkan arsitektur dari komponen yang digunakan dalam merancang PLTH beserta dengan nilai investasinya, seperti pada Gambar 7 berikut ini.

Export...

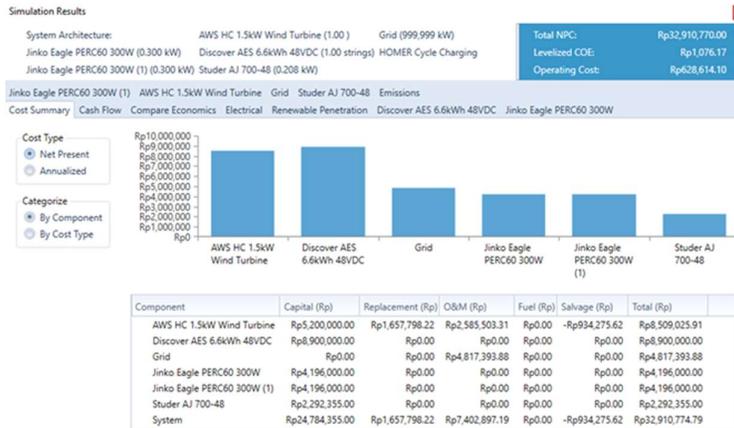
Optimization Results  
Left Double Click on a particular system to see its detailed Simulation Results.

Architecture								Cost			
	Jinko60/300 (kW)	Jinko60/300 (1) (kW)	AWS1.5kW	Dis6.6	Grid (kW)	AJ 700-48 (kW)	Dispatch	NPC (Rp)	COE (Rp)	Operating cost (Rp/yr)	Initial capital (Rp)
			1		999,999		CC	Rp28.2M	Rp963.12	Rp1.78M	Rp5.20M
	0.300		1		999,999	0.160	CC	Rp28.7M	Rp914.24	Rp1.36M	Rp11.2M
	0.300	0.300	1		999,999	0.160	CC	Rp28.7M	Rp914.24	Rp1.36M	Rp11.2M
	0.300	0.300	1		999,999	0.203	CC	Rp31.5M	Rp952.16	Rp1.22M	Rp15.8M
	0.300				999,999	0.188	CC	Rp31.8M	Rp1,371	Rp1.97M	Rp6.26M
	0.300	0.300			999,999	0.188	CC	Rp31.8M	Rp1,371	Rp1.97M	Rp6.26M
	0.300	0.300			999,999	0.240	CC	Rp32.7M	Rp1,351	Rp1.68M	Rp11.0M
	0.300	0.300	1	1	999,999	0.208	CC	Rp32.9M	Rp1,076	Rp628.614	Rp24.8M

**Gambar 7. Hasil simulasi nilai NPC dari investasi PLTH**

Gambar 7 menampilkan nilai Net Present Cost (NPC) yang dihasilkan dari beberapa kombinasi arsitektur komponen PLTH yang telah dipilih. Sesuai dengan pemilihan komponen yang telah

dilakukan serta di gambarkan pada Gamabr 5, maka ditentukan nilai investasi pada komponen yang telah di tandai, yaitu dengan NPC sebesar Rp.32,9M. Adapun nilai NPC tersebut dihasilkan dari hasil perhitungan yang tampak pada Gambar 8 berikut ini.



**Gambar 8. Rincian investasi seluruh komponen PLTH**

Selain dari nilai investasi dari setiap komponen yang tampak pada Gambar 8, perlu di analisis juga terhadap energi yang mampu dihasilkan dari setiap pembangkit listrik tersebut. Berikut ini Gambar 9 menampilkan perkiraan dari nilai energi yang di dihasilkan oleh setiap pembangkit.



**Gambar 9. Energi yang dihasilkan setiap pembangkit**

Berdasarkan Gambar 9, turbin angin mampu menghasilkan energi sebesar 1.249kWh dalam setahun, atau sekitar 48,7%, setiap 1unit panel surya mampu menghasilkan energi sebesar 532kWh/yr atau sekitar 20,8%, dan grid PLN menghasilkan 248 kWh/yr atau sekitar 9,7%. Menurut perhitungan, jika konsumsi energi yang dibutuhkan dalam satu hari adalah 4896Wh, maka dalam satu tahun, kebutuhan energinya menjadi 1.788kWh/yr. Jika dibandingkan antara kebutuhan energi tersebut, terhadap total energi yang dihasilkan dari 1unit turbin angin dan 2unit panel surya, maka energi yang dihasilkan telah tercukupi tanpa adanya grid. Adapun energi yang dihasilkan oleh grid tersebut adalah sebagai toleransi, jika sewaktu-waktu terjadi kendala pada pembangkit listrik energi terbarukan yang digunakan.

Pada Gambar 9, energi listrik yang dihasilkan dapat ditampilkan setiap bulannya. Tampak bahwa pada bulan Januari dan Februari energi yang dihasilkan adalah yang tertinggi. Pada

bulan tersebut, energi yang dihasilkan dalam setiap bulannya adalah lebih dari 0,3MWh, padahal energi yang dibutuhkan setiap bulannya  $\pm 147\text{kWh}$ . Hal ini terjadi karena pada bulan tersebut, kondisi angin pada daerah tersebut lebih tinggi dibandingkan pada bulan lainnya, sehingga menghasilkan energi listrik yang lebih besar. Potensi energi listrik yang dihasilkan pada bulan Januari dan Februari tersebut, perlu dianalisis kembali terhadap kemampuan dari komponen baterai yang digunakan sebagai penyimpanannya.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil analisis studi kelayakan dari pembangkit listrik tenaga hybrid yang dilakukan dengan menggunakan aplikasi Homer, menghasilkan nilai investasi yang baik untuk pemakaian beban sebesar 4896Wh setiap harinya di Kota Bandung khususnya pada daerah Gedebage. Nilai investasi dari sistem tersebut adalah sebesar Rp 32.910.770 untuk NPC, dengan IRR yang dihasilkan adalah 13%. Energi yang dihasilkan setiap tahunnya dari sistem PLTH ini adalah sebesar 2.562kWh/yr dari sumber energi berupa 1unit turbin angin, 2unit panel surya serta grid, sedangkan jika dari energi terbarukan saja, di hasilkan listrik sebesar 2.313 kWh/yr. hal ini telah cukup memenuhi terhadap kebutuhan energi listrik yang di perlukan dalam satu tahunnya sebesar 1.788kWh/yr.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterimakasih kepada LP2M Institut Teknologi Nasional Bandung yang telah membiayai penelitian ini dengan SK nomor 350/B.05/LP2M-Itenas/VIII/2022.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Abdullah, A. R. (2020). *Perencanaan Pembangunan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Off Grid 1200W untuk Penerangan Lampu Taman Kampus Institut Teknologi-PLN*. Bachelors Degree (S1) Thesis, Institut Teknologi PLN.
- Ara, S.H., Paul, S., & Rather, Z.H. (2021). Two-level planning approach to analyze techno-economic feasibility of hybrid offshore wind-solar pv power plants. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 47, 01-14.
- Babaei, R., Ting, D.S., & Carriveau, R. (2022). Feasibility and optimal sizing analysis of stand-alone hybrid energy systems coupled with various battery technologies: A case study of Pelee Island. *Energy Reports*, 8, 4747–4762.
- Bentouba, S. Bourouis, M. (2015). Feasibility study of a wind-photovoltaic hybrid power generation system for a remote area in the extreme south of Algeria. *Applied Thermal Engineering*, 01-27.
- El-Houari, H., dkk. (2020). Feasibility evaluation of a hybrid renewable power generation system for sustainable electricity supply in a Moroccan remote site. *Journal of Cleaner Production*, 277, 01-13.

- Elkadeem, dkk. (2021). Feasibility analysis and optimization of an energy-water-heat nexus supplied by an autonomous hybrid renewable power generation system: An empirical study on airport facilities. *Desalination*, 504, 01-23.
- Fachri, M. R., & Hendrayana. (2017). Analisis Potensi Energi Angin Dengan Distribusi Weibull Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Banda Aceh. *Circuit*, 1(1), 1-8.
- Garrido, H., Vendeirinho, V., Brito, M.C. (2016). Feasibility of KUDURA hybrid generation system in Mozambique: Sensitivity study of the small-scale PV-biomass and PV-diesel power generation hybrid system. *Renewable Energy*, 92, 47-57.
- Georges, S., & Slaoui, F. H. (2011). Case Study of Hybrid Wind-Solar Power System for Street Lighting. *21st International Conference on Systems Engineering*. (pp. 82-85)
- Ismail, A. A. (2016). Perancangan Pembangkit Listrik Hibrida PLTS-Generator BBM dengan Kapasitas 3000VA untuk Sumber Listrik pada Minimarket. *Reka Elkomika*, 5(2).
- Kaur, H., Gupta, S., dan Dhingra, A. (2021). Analysis of Hybrid Solar Biomass Power Plant for Generation of Electric Power. *Materials Today: Proceedings* (pp. 01-07).
- Li, Cong, dkk. (2021). Techno-economic and environmental evaluation of grid-connected and off-grid hybrid intermittent power generation systems: A case study of a mild humid subtropical climate zone in China. *Energy*, 230, 01-16.
- Nehrir, M. H., dkk. (2011). A Review of Hybrid Renewable/Alternative Energy System for Electric Power Generation: Configuration, Control, and Applications. *IEEE Transaction On Sustainable Energy*, 2(4), 392-403.
- Pradana, H. H., & Mubarak, H. (2018). Simulasi Sistem Pembangkit Listrik Hibrid Tenaga Surya dan Angin. Studi Kasus: Fakultas Teknologi Industri. *Kurvatek*, 3(2), 101-109.
- Sigarchian, S.G., Paleta, R., Malmquist, A., & Pina, A. (2015). Feasibility study of using a biogas engine as backup in a decentralized hybrid (PV/wind/battery) power generation system -Case study Kenya. *Energy*, 9, 1830-1841.