

Kajian Kelayakan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid PLTD-PLTMH

Nanda Putri Miefthawati¹, Arul Anwar Lubis², Zulfatri Aini³, Sutoyo⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. H.R. Soebrantas No. 155 Km 15, Simpang Baru, Tampan, Pekanbaru,

nandamiefthawati@uin-suska.ac.id¹, arulanwar@gmail.com², zulfatri_aini@uin-suska.ac.id³, sutoyo@uin-suska.ac.id⁴

Intisari— Energi memiliki peran yang sangat vital dalam aktivitas sehari-hari manusia. Hingga saat ini pasokan energi tidak lepas dari elektrifikasi sebagai penunjang kehidupan manusia. Pendistribusian tenaga listrik hingga kini yang belum merata pada setiap daerah mengakibatkan terjadinya kekurangan suplai listrik, terlebih lagi pada daerah yang terpencil sehingga belum terjangkau jaringan PLN. Pondok Afdeling IV PTPN 5 Sei Pagar adalah salah satu daerah terpencil yang mengalami permasalahan deficit energi listrik karena belum masuknya jaringan PLN. PLTD menjadi pembangkit listrik yang saat ini dapat digunakan untuk mensuplai listrik, namun belum bisa mencukupi kebutuhan listrik di tempat ini. Pembangkit listrik hybrid merupakan solusi yang dapat ditawarkan untuk daerah yang mengalami defisit energi. Energi air merupakan salah satu jenis EBT yang potensinya cukup besar untuk dimanfaatkan didaerah ini. Penelitian ini menggunakan metode apung untuk perhitungan debit air. Penelitian ini juga menggunakan Software HOMER Pro untuk analisis teknis maupun ekonomi pembangkit yang dirancang. Dari penelitian yang dilakukan, diperoleh hasil bahwa kebutuhan listrik total di Pondok Afdeling IV sebesar 95.757,75 kWh per tahun. Keluaran simulasi juga memperlihatkan bahwa PLTMH memiliki kontribusi sebesar 100% berbanding terbalik dengan PLTS yang memiliki kontribusi 0%. Dalam konfigurasi PLTMH disusun secara seri dan listrik yang mampu dihasilkan oleh pembangkit adalah 172.299 kWh/tahun yang dapat memenuhi kekurangan listrik yang ada. Dari segi ekonomi, nilai LCOE sebesar Rp. 6.655,89, NPC sebesar Rp. 470.587.100,00, biaya investasi proyek diasumsikan sebagai hibah sehingga proyek layak dilanjutkan.

Keywords— HOMER Pro, Hybrid, Defisit, Energi Air

I. PENDAHULUAN

Energi memiliki peran yang sangat vital dalam aktivitas sehari-hari manusia. Saat ini pasokan energi tidak lepas dari elektrifikasi yang menunjang roda kehidupan [1]. Berdasarkan data dari Kementerian ESDM Indonesia, tahun 2021 pemenuhan kebutuhan energi listrik dihasilkan dari energi fosil mencapai 80%. Penggunaan energi fosil ini memiliki dampak buruk terhadap lingkungan dan jumlahnya juga semakin terbatas, sehingga diperlukan pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT) [2].

Potensi EBT yang ada di Indonesia cukup besar. Panas bumi memiliki kapasitas terpasang sebesar 2.131 MW padahal potensinya sebesar 29.544 MW. Energi Air memiliki kapasitas terpasang sebagai PLTA dan PLTMH sebesar 5.765,1 MW dengan potensi yang ada sebesar 169.370 MW. Energi angin

kapasitas terpasangnya sebesar 135 MW dari potensi yang ada sebesar 60.647 MW. Energi matahari memiliki kapasitas terpasang sebesar 175,5 MW dari potensi yang ada sebesar 207,8 GW [3]. Energi air merupakan salah satu EBT yang potensinya paling besar untuk dimanfaatkan. Hal ini juga didukung dengan keadaan topografi Indonesia serta banyaknya sungai dan waduk sebagai tampungan air [4].

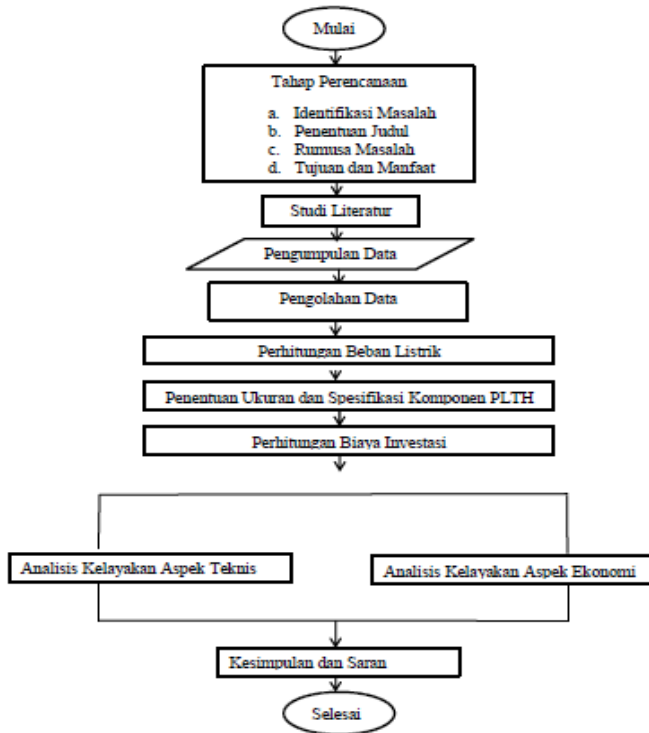
Provinsi Riau merupakan satu diantara 34 provinsi yang ada di Indonesia. Rasio elektrifikasi di Riau pada tahun 2021 sebesar 99,99%. Hal ini diakibatkan masih adanya daerah di Riau yang belum teraliri listrik PLN salah satunya yaitu Pondok Afdeling IV PTPN 5 Sei Pagar yang berada di kabupaten Kampar [5]. Dari hasil wawancara dengan mandor 1 Pondok Afdeling IV bapak Supangat, menyebutkan bahwa kekurangan energi listrik di pondok ini diakibatkan belum masuknya listrik PLN karena letaknya cukup jauh didalam perkebunan yang menyebabkan sulinya pemasangan jaringan PLN yang memerlukan biaya cukup besar dan ditambah lagi warga yang tinggal disana hanya sekitar 40 KK. Saat ini listrik hanya disuplai dari 4 buah diesel dengan masing-masing memiliki kapasitas 3 kW yang beroperasi pada pukul 18.00 hingga 24.00.

Pada Pondok Afdeling IV potensi EBT yang dapat dimanfaatkan adalah energi air. Data BPS menunjukkan bahwa rata-rata curah hujan desa Hang Tuah sebesar 200 – 300 mm/tahun [5]. Hasil pengukuran dilapangan yang dilakukan pada bulan maret sampai dengan juni dengan metode apung menunjukkan bahwa sungai kuamang memiliki debit air sebesar 1,67 m³/s dengan kecepatan air nya sebesar 0,473 m/s. Karena kecepatan airnya tidak terlalu besar, maka pada penelitian ini yang dimanfaatkan adalah energi potensialnya.

Dari permasalahan tersebut, maka penulis tertarik untuk melakukan kajian teknis Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid PLTD-PLTMH dengan bantuan Software HOMER Pro. Homer Pro dapat melakukan simulasi perencanaan pembangkit yang berbasis hybrid dan mampu menganalisis aspek teknis dan ekonomi [6]. Berdasarkan permasalahan dan solusi yang dipaparkan, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis perencanaan pembangkit listrik Hybrid PLTD-PLTMH ini layak atau tidak dalam segi teknis nya. Penelitian ini akan menganalisis aspek teknis yang mencakup ukuran komponen dan produksi listrik yang dihasilkan apakah mampu mencukupi kebutuhan beban yang diasumsikan selama 24 jam. Kemudian dalam aspek ekonominya akan dianalisis besar NPC dan LCOE nya.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan karena terjadinya fenomena defisit energi listrik yang terjadi di Pondok Afdeling IV karena belum disuplainya daerah tersebut oleh jaringan listrik PLN. Namun sebelum sebuah pembangkit dilakukan, perlu adanya sebuah studi kelayakan untuk menilai apakah solusi yang diberikan sudah tepat. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi kelayakan sistem pembangkit listrik yang bersifat hybrid antara Pembangkit Listrik Tenaga Diesel dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro untuk daerah tersebut. Data yang diolah dalam penelitian ini terdiri atas data primer meliputi pengukuran debit air, dilakukan dengan metode apung dan metode wawancara, sedangkan data sekunder meliputi data curah hujan, spesifikasi dan suku bunga berasal dari sumber referensi. Data tersebut kemudian diolah dengan bantuan software Homer Pro dengan beberapa parameter untuk kemudian dilakukan tahapan perhitungan beban listrik, perhitungan ukuran dan spesifikasi komponen, perhitungan biaya investasi dan analisis ekonomis menggunakan persamaan matematis. Adapun aspek ekonomis yang menjadi fokus kajian dalam penelitian ini meliputi penilaian kelayakan yang berdasar pada nilai NPC dan LCOE.



Gbr. 1. Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

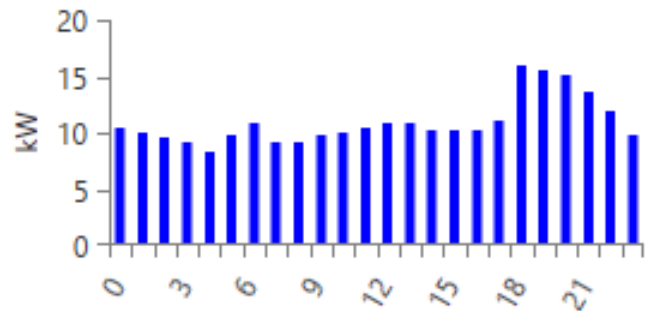
A. Lokasi Penelitian



Gbr. 2. Lokasi Penelitian

Kajian kelayakan sistem pembangkit listrik tenaga hybrid PLTD-PLTMH ini berada di Pondok Afdeling IV PTPN V Sei Pagar Desa Hang Tuah, lebih tepatnya di Kecamatan Perhentian Raja, Kabupaten Kampar Provinsi Riau [7]. Lokasi pondok ini berada jauh di dalam perkebunan dan berjarak sekitar 20 km dari pusat desa.

B. Studi Beban Listrik



Gbr. 3. Beban Listrik Harian

Perhitungan beban dilakukan dengan mengambil sampel dengan acak dan tidak memperhatikan strata dalam populasi, kemudian membuat profil daftar beban dan perhitungannya. Metode dalam pengambilan sampel menggunakan Gay yaitu 20% dari jumlah populasi [8]. Berdasarkan Gambar 3 di atas, dapat terlihat profil beban listrik harian selama 24 jam. Pada pukul 18:00 – 19:00 terjadi beban puncak sebesar 15,951 kW. Beban puncak terjadi pada waktu tersebut diakibatkan karena sebagian besar warga berada di rumah, kemudian beban relative kecil saat pukul 00:00 sampai 07:00 karena merupakan waktu istirahat, dan pada pukul 07:00 – 17:00 beban harian juga relatif kecil karena masyarakat bekerja sebagai karyawan dan petani sehingga tidak terlalu banyak berada di rumah.

C. Potensi Energi Air

Pada perhitungan debit air, terlebih dahulu harus memperhatikan data curah hujan di tempat penelitian sebagai

acuan. Data curah hujan diperoleh dari stasiun BMKG SSK Riau [9].

TABEL I
DATA CURAH HUJUAN

No	Data Curah Hujan Tahun 2021	
	Bulan	Curah Hujan (mm)
1	Januari	326.00
2	Februari	97.00
3	Maret	357.00
4	April	410.00
5	Mei	257.00
6	Juni	207.00
7	Juli	91.00
8	Agustus	199.00
9	September	311.00
10	Oktober	343.00
11	November	342.00

Curah hujan paling tinggi terjadi pada bulan April sebesar 410 mm dan paling rendah dibulan juli sebesar 91 mm. Pada tahun 2021, rata-rata curah hujan sebesar 262,16 mm dan termasuk kedalam kategori curah hujan menengah, hal ini menandakan bahwa potensi energi air yang ada dapat dikembangkan

TABEL II
DATA POTENSI ENERGI AIR

No	Data Potensi Energi Air	
	Debit	Kecepatan Air
1	1.67 m ³ /s	0.473 m/s

Energi kinetik yang tersedia masih relatif kecil sehingga pemanfaatan energi kinetik tidak dapat dikembangkan sehingga yang dilakukan adalah melakukan perencanaan pembangkit dengan memanfaatkan energi potensialnya.

D. Penentuan Ukuran dan Spesifikasi Komponen

Dalam penentuan ukuran dan spesifikasi disesuaikan dengan hasil perhitungan dan kondisi di lapangan serta yang ada di pasaran [10].

TABEL III
KOMPONEN PERALATAN SIPIL

Komponen Peralatan Sipil	
Komponen	Keterangan
Bendungan	
Konstruksi	Dam Beton
Dimensi	P = 2m, L=1.5m, T = 2m
Bak Penenang	
Konstruksi	Batu Pletser Diperkuat Beton Bertulang
Dimensi	P = 1m, L=1.5m, T = 1.5m
Pipa Pesat	
Tipe	Pipa Baja SAW Spiral Welded
Panjang	15m
Diameter	60cm
Rumah Pembangkit	
Konstruksi	Batubata plesteran semen
Dimensi	P = 2m, L=1.5m, T = 2m

Komponen peralatan sipil komponen yang digunakan pada perencanaan bendungan dan bukan komponen kelistrikannya. Pemilihan komponen ini disesuaikan dengan kondisi di lokasi penelitian.

TABEL IV
KOMPONEN PERALATAN MECHANICAL ELECTRICAL

Komponen Mechanical Electrical	
Komponen	Keterangan
Turbin	
Tipe	X-Flow T-15 D500
Diameter dalam runner	0.5 Meter
Diameter luar runner	0.92 Meter
Debit air rencana	1.67 m ³ /s
Putaran Turbin	220.51 rpm
Efisiensi	70%
Tegangan	220/380V
Keluaran	1-500kW
Rumah Pembangkit	
Tipe	Electronic Load Controller
Power Range	2kW – 200 kW
Frekuensi	50 Hz
Tegangan	220/380 V

Komponen mechanical electrical adalah komponen yang digunakan dalam menyediakan atau menghasilkan listrik. Komponen ini berhubungan langsung dengan instalasi dan komponen-komponen elektronik.

TABEL V
SPESIFIKASI PLTS

Spesifikasi PLTD	
Spesifikasi Teknik	Keterangan
Model	TIANLI R 185
Rated Output	3kW
Frekuensi	50 Hz
Kapasitas Tangki Solar	10 Liter
Tegangan	220-240 V

Spesifikasi PLTD disesuaikan dengan yang sudah ada di lokasi penelitian karena nantinya PLTD ini juga yang akan digunakan dalam perencanaan PLTH, PLTD model TIANLI R 185 dengan kapasitas 3kW sebanyak 4 buah.

E. Perhitungan Biaya

Perhitungan biaya maksudnya adalah penjumlahan biaya yang digunakan dalam perencanaan PLTH meliputi Biaya investasi, biaya operasional, maupun biaya pemeliharaan [11]. Perencanaan PLTH terdiri dari komponen PLTD dan PLTMH. Untuk komponen PLTD disesuaikan dengan yang sudah ada sehingga initial cost dinilai Rp.0. Untuk biaya initial cost PLTMH diperoleh dari studi literature internet dan situs jual beli online [12].

TABEL VI
INITIAL COST PLTMH

Initial Cost PLTMH	
Jenis	Biaya
Komponen Mechanical-Electrical	Rp.285.847.391,37
Pekerjaan Sipil	Rp.29.182.500,00
Instalasi Komponen dan Gaji Pekerja	Rp.50.000.000,00
PPN 10%	Rp.36.502.989,137
Total	Rp.401.532.880,507

Perhitungan biaya operasional dan maintenance PLTD diperoleh dari hasil wawancara. Diesel yang tersedia menggunakan bahan bakar solar. Dalam setiap harinya, konsumsi bahan bakar solar untuk diesel menghabiskan 15 liter dengan harga per liternya adalah Rp. 6.800,00. Oleh karena itu perhitungan biaya setiap harinya adalah Rp. 6.800,00 x 15 liter = Rp. 102.000,00.

TABEL VII
BIAYA OPERASIONAL DAN PERAWATAN PLTMH

Biaya O&M PLTD	
Jenis	Biaya
Biaya Operasional PLTD / Taun = Biaya Operasional per hari x 365 hari = Rp.102.000,00 x 365	Rp.37.230.000,00
Biaya Maintenance PLTD/Tahun = Total biaya maintenance per bulan x 12 bulan = 700.000,00 x 12	Rp.8.400.000,00
Total biaya operasional dan maintenance 1 tahun	Rp.45.630.000,00
Total biaya operasional dan maintenance 20 tahun	Rp.912.600.000,00

Besarnya biaya operasional dan maintenance (O/M) PLTMH akan ditetapkan senilai 1% dari biaya investasi awal. Ini dilakukan dengan pertimbangan kondisi geografis di Indonesia yang hanya mempunyai 2 musim, musim penghujan dan musim kemarau [13]. Biaya operasional dan maintenance PLTMH pertahun dihitung dengan persamaan berikut.

$$(O/M) = \text{Total Biaya Investasi} \times 1\%$$

$$(O/M) = \text{Rp. } 401.532.880,00 \times 1\%$$

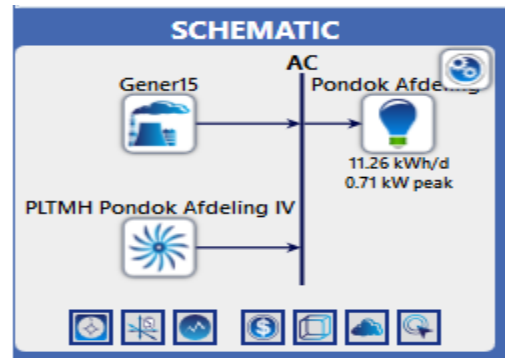
$$(O/M) = \text{Rp. } 4.015.328,8 / \text{tahun}$$

Biaya operasional dan maintenance PLTMH dalam satu tahun adalah sebesar Rp. 4.015.328,80. Maka, selama 20 tahun biaya operasional dan maintenance PLTMH adalah sebesar Rp. 80.306.576,00. Penggantian komponen diasumsikan terjadi ditahun ke – 15 dengan penggantian turbin dan Electronic Load Controller dengan biaya sebesar Rp 232.509.935,37.

F. Simulasi HOMER Pro

Dalam tahap simulasi, ada dua tahapan yang akan dilakukan, pertama adalah tahap input data dan yang kedua adalah tahap analisis output data hasil simulasi. Semua tahapan bisa

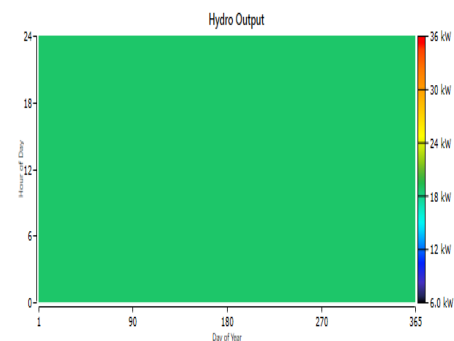
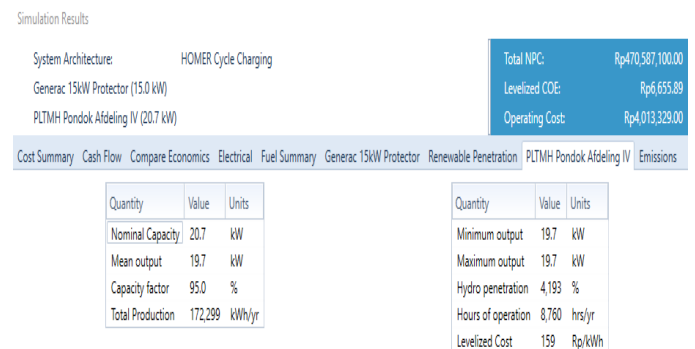
dilakukan apabila semua data – data yang diperlukan sudah diperoleh melalui pengambilan data dan perhitungan teoritis [14].



Gbr. 4. Konfigurasi PLTMH

Dari gambar terlihat konfigurasi PLTH yang akan digunakan dalam upaya memenuhi kebutuhan listrik. Listrik dari PLTMH berbentuk gelombang AC dan sistem direncanakan akan dipasang secara seri.

G. Aspek Teknis



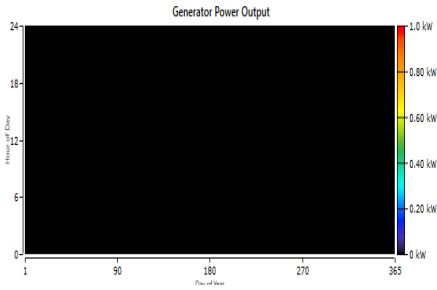
Gbr. 5. Kinerja PLTMH

Berdasarkan gambar di atas, dapat terlihat bahwa PLTMH bisa menghasilkan listrik sebesar 172.299 kWh/tahun. PLTMH selama 8.760 jam dalam setahun. Output PLTMH mencapai 19,7 kW dengan 20,7 kW kapasitas terpasang. Rata-rata outputnya sebesar 19,7 kW.

Quantity	Value	Units
Hours of Operation	0	hrs/yr
Number of Starts	0	starts/yr
Operational Life	1,000	yr
Capacity Factor	0	%
Fixed Generation Cost	9,523	Rp/hr
Marginal Generation Cost	2,225	Rp/kWh

Quantity	Value	Units
Electrical Production	0	kWh/yr
Mean Electrical Output	0	kW
Minimum Electrical Output	0	kW
Maximum Electrical Output	0	kW

Quantity	Value	Units
Fuel Consumption	0	L
Specific Fuel Consumption	0	L/kWh
Fuel Energy Input	0	kWh/yr
Mean Electrical Efficiency	0	%



Gbr. 6. Kinerja PLTD

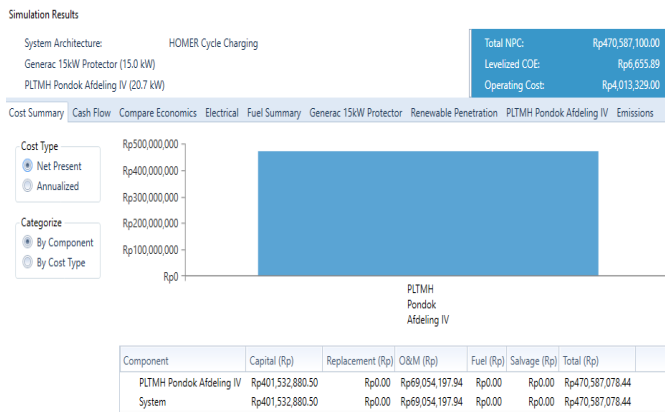
Berdasarkan gambar diatas, dapat dilihat bahwa opertiional life generator dapat mencapai 1000 tahun dan fixed generation cost sebesar 9.523 Rupiah/jam. Produksi listrik dan output maksimumnya bernilai 0, hal ini diakibatkan karena dalam sistem ini PLTD tidak bekerja, produksi listrik di suplai 100% oleh PLTMH saja karena listrik dari PLTMH mampu mengcover kebutuhan beban.

Gener15					PLTMH Pondok Afdeling
Hours	Production (kWh)	Fuel (L)	O&M Cost (Rp/yr)	Fuel Cost (Rp/yr)	Mean Output (kW)
0	0	0	0	0	19.7
					19.7

Gbr. 7. Kinerja PLTMH

Berdasarkan gambar di atas, dapat dilihat bahwa generator dalam keadaan mati, jam operasinya bernilai 0, produksi listriknya juga 0. Sedangkan PLTMH memiliki keluaran 19,7 kW yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan beban yang ada. Maka, pada sistem PLTH ini dirangkai secara seri dan PLTMH menyuplai listrik sebesar 100%, PLTD akan hidup jika beban meningkat ataupun performa PLTMH menurun sehingga kekurangan produksi listrik akan di cover oleh PLTD.

H. Aspek Ekonomis



Gbr.8. Aspek Ekonomi Proyek PLTMH

Berdasarkan gambar diatas, dapat dilihat bahwa yang bekerja pada PLTH adalah PLTMH Pondok Afdeling IV. Dalam waktu 20 tahun proyek ini berjalan, proyek memiliki NPC senilai Rp.470.587.100,00. Untuk Levelized Cost Of Energi pada proyek ini senilai Rp. 6.655,89. Dana yang dihabiskan dalam pembangunan pembangkit sebesar Rp. 401.532.880,50 pada investasi awalnya, sedangkan untuk biaya operasional serta maintenance menghabiskan dana sebesar Rp. 69.054.197,94. Maka, total keseluruhan biaya investasi serta biaya operasional dan maintenance sebesar Rp. 470.587.078,44

I. Penilaian Kelayakan

Penilaian kelayakan dalam aspek teknisnya berdasarkan besarnya produksi listrik yang dihasilkan. Keluaran HOMER Pro menunjukkan bahwa energi listrik yang dihasilkan mencapai 172.299 kWh/tahun sedangkan kebutuhan listrik yang diperlukan hanya 95.757,75 kWh/tahun. Hal ini menandakan bahwa pembangunan PLTH layak secara teknis.

Dalam aspek ekonominya, dapat dilihat bahwa total NPC adalah Rp. 470.578.100 dan LCOE sebesar Rp. 6.655,89. Nilai dari penjualan ini masih cukup tinggi, oleh karena itu biaya investasi tidak perlu dimasukkan dengan pertimbangan bahwa pembangunan pembangkit adalah proyek hibah. Maka, jika biaya investasi tidak dimasukkan nilai penjualan listrik akan lebih murah sehingga proyek layak dilanjutkan.

IV. PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan terhadap kajian kelayakan system PLT Hybrid, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Total kebutuhan listrik tahunan yang harus dipenuhi pada Pondok Afdeling IV sebesar 95.757,75 kWh/tahun, dan untuk beban rata-rata setiap harinya adalah 262,35 kWh/hari. Beban puncak diestimasikan sebesar 15,951 kW yang terjadi pada pukul 18:00 hingga 19:00.
2. Kinerja PLTD bernilai 0% sedangkan PLTMH 100%, karena PLTMH saja sudah bias mengcover seluruh kebutuhan beban. Pembangkit ini bisa menghasilkan listrik sebesar 172.299 kWh/tahun yang mana energi listrik yang dihasilkan ini mampu mengcover kebutuhan beban Pondok Afdeling IV sebesar 95.757,75 kWh/tahun, sehingga proyek dapat dikatakan layak.
3. Pada segi ekonomi, Net Present Cost (NPC) bernilai Rp. 470.587.100,00, dan untuk Levelized Cost Of Energy (LCOE) bernilai Rp. 6.655,89, biaya investasi tidak perlu dimasukkan dengan mempertimbangkan bahwa perencanaan pembangunan ini adalah proyek hibah supaya nilai penjualan listrik lebih rendah dan proyek perencanaan pembangunan pembangkit listrik dapat dilanjutkan.

REFERENSI

- [1] M. G. Fathurrachman, N. Busaeri, and N. Hiron, "Analisis Integrasi Pembangkit Listrik Hybrid di Wilayah Daerah Pantai Tasikmalaya Selatan Menggunakan Aplikasi Homer". 2022.
- [2] OUTLOOK ENERGI INDONESIA 2021 Perspektif Teknologi Energi Indonesia: Tenaga Surya untuk Penyediaan Energi Charging Station. 2021.
- [3] Laporan Hasil Dewan Energi Nasional, "Analisis Neraca Energi Nasional". 2021.
- [4] KLHK, "Status Lingkungan Hidup dan Kehutanan 2020," Kementerian Lingkungan. Hidup dan Kehutanan., pp. 14–50, 2020.
- [5] Badan Pusat Statistik Kabupaten Kampar," 2021.
- [6] Hiron Nurul, "Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Dengan Sumber Energi Terbarukan," Vol. 01, No. 01, Pp. 12–18, 2019.
- [7] https://Earth.Google.Com/Web/Search/PTPN+V+Kebun+Dan_PKS+Sei+Pagar.
- [8] I. Isfarudi et.al.,Metode Sampling, Universitas Terbuka Jalan Cabe Raya, Pondok Cabe, Pamulang, Tangerang Selatan - 15418 Banten- Indonesia cetakan kedua.
- [9] Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Sulthan Syarif Kasim Riau.
- [10] S. Saodah and N. Hariyanto, "Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid Dengan Kapasitas 3 kVA," Pros. Semin. Nas. Penelit. Pengabd. Pada Masy., pp. 187–190, 2019.
- [11] C. A. Wicaksono, I. Supriyadi, and M. S. Boedoyo, "Analisa Biaya Dan Manfaat Penggunaan Plts Dan Pltd (Hybrid) Perbatasan (Studi Kasus Perencanaan Satrad Tni Au Tanjung Sopi , Kab . Pulau Morotai) Cost Analysis and Benefits of Using Plts and Pltd (Hybrid) in Meeting the Electricity Needs of Radar Ba," J. Ketahanan Energi, vol. 6, pp. 10–27, 2020.
- [12] <https://m.alibaba.com/amp/product/html>. [Accessed: 11 Oktober 2022]
- [13] K. Hendra, "Studi Ekonomis Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dan Genset Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif Pada Gedung Perkantoran (Studi Kasus," J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura, pp. 1–11, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/32494>
- [14] A. Rajani, K. Kusnadi, and R. Darussalam, "Simulasi Integrasi Pv-Biogas Menggunakan Homer Pada Pembangkit Listrik Hybrid on - Grid: Studi Kasus Ponpes Baiturrahman Ciparay Bandung," vol. V, pp. SNF2016-ERE-55-SNF2016-ERE-60, 2016, doi: 10.21009/0305020611.