

# Studi Perbandingan Pembangunan Jaringan Tegangan Menengah Dan Energi Terbarukan Untuk Menyuplai Listrik Pada Pulau Dudepo

Adhi Surya Pratama Moodoeto<sup>1</sup>, Wahyudi Budi Pramono<sup>2</sup>,

*Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia  
Jl Kaliurang KM 14.5 Yogyakarta, Indonesia*

<sup>1</sup>13524113@students.uii.ac.id

<sup>2</sup>wahyudi\_budi\_p@uui.ac.id

Saat ini masyarakat Pulau Dudepo belum bisa menikmati listrik, karena pihak PLN belum bisa menentukan cara terbaik untuk menyuplai listrik. Dengan membandingkan biaya pembangunan dan biaya operasi untuk jaringan tegangan menengah dan energi terbarukan dapat menjadi solusi untuk PLN menyuplai listrik ke Pulau Dudepo. Target awal pihak PLN untuk menyuplai listrik ke Pulau Dudepo yaitu 1000 konsumen dengan daya terpasang 900 VA setiap konsumen. Dan dengan menghitung nilai investasi, penggunaan energi, pendapatan, dan BEP merupakan cara terbaik untuk menentukan perbandingan antara jaringan tegangan menengah dan energi terbarukan. Hasil dari jaringan tegangan menengah merupakan cara terbaik karena dengan nilai investasi Rp 3.221.063.748, penggunaan energi 2.233.800 kWh, pendapatan Rp 1.443.329.661,6 dan nilai BEP menyatakan bahwa jaringan tegangan menengah dapat kembali modal hanya dalam waktu 2,23 tahun. Sedangkan untuk energi terbarukan, nilai investasi Rp 23.204.459.520, penggunaan energi 2.233.800 kWh, pendapatan Rp 3.020.097.600 dan nilai BEP menyatakan bahwa energi terbarukan dapat kembali modal dalam waktu 7,68 tahun.

Kata kunci : menyuplai listrik ke pulau Dudepo, listrik masuk Pulau, JTM 20kV, *Solar cell*

## I. PENDAHULUAN

Diantara pulau yang berada di Provinsi Gorontalo, Pulau Dudepo adalah Pulau yang terletak di Kabupaten Gorontalo Utara dengan luas wilayah kurang lebih 54 km dan memiliki jumlah penduduk 1.247 dengan 345 KK. Pulau ini direncanakan akan disuplai listrik oleh pihak PLN. Karena dengan masuknya listrik ke pulau akan lebih meningkatkan aktivitas warga di malam hari, dan juga mempermudah internet untuk masuk ke pulau tersebut.

Untuk menyuplai listrik ke Pulau Dudepo, pihak PLN memiliki pilihan yaitu dengan menggunakan energi terbarukan atau membuat jaringan tegangan menengah (JTM) dari wilayah terdekat dengan pulau Dudepo. hal ini menjadi suatu penelitian dalam tugas akhir (skripsi). Yang akan di lihat dari segi pembiayaan dan teknis untuk penggunaan jangka panjang.

Membandingkan biaya pembangunan dan biaya operasi untuk jaringan tegangan menengah (JTM 20 kV) dan energi terbarukan dengan menggunakan HOMER (solar cell) adalah cara untuk menentukan langkah terbaik untuk menyuplai listrik.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian yang dilakukan oleh Kenneth E. Okedu[3], membahas tentang penggunaan model optimasi hibrida untuk listrik terbarukan (HOMER) untuk merancang sistem terbarukan dengan efisiensi energi, dan hasil terbaik yang memberikan biaya bersih paling sedikit agar menjadi hasil yang paling optimal.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ajay Sharma, Anand Singh, Manish Khemariya [4], membahas tentang system daya hybrid, Dan juga membahas study kelayakan tentang hibrida surya basis energi terbarukan sebagai solusi terbaik untuk pasokan listrik. Karena waktu pengembaliannya selama 20 tahun.

Pada penelitian yang di lakukan Imran Amin, Nadjamudidin Harun, Ansar Suyuti [5], membahas tentang potensi energi terbarukan di kawasan timur Indonesia berbasis analisis retscreen internasional. Potensi energi matahari (kWh/m<sup>2</sup>/d) 5,43 (Maluku), 4,97 (Papua), dan 5,66 (Sulawesi). Dan potensi energi angin rata-rata 6,9 m/s. hasil analisa finansial PLTS diperoleh IRR dan NPV 27,8% dan \$269,489 (Maluku), 24,9% dan \$230.709 (Papua), dan 27,6% dan \$267,080 (Sulawesi). Kebijakan tariff dan subsidi untuk PLTS \$30 sen/kWh (\$300 per MWh) dan untuk PLTB Rp. 1250 per kWh (\$100 per MWh). Jadi untuk energi terbarukan di wilayah Indonesia Timur layak dan menguntungkan

Bagian ini memuat teori-teori yang berhubungan dengan modul penelitian yang dilaporkan. Pada bagian ini juga termuat dasar teori mengenai aplikasi dasar komponen atau piranti yang digunakan dalam sistem. Teori yang dimasukkan hanyalah teori-teori yang mendukung percobaan penelitian, misal konsep dasar dioda atau konsep dasar sistem alat ukur. Teori dituliskan secukupnya sesuai kebutuhan. Jika terlalu panjang, teori-teori dapat diarahkan ke daftar pustaka yang digunakan.

Pada penelitian yang dilakukan Sahabuddin Hay [9], melakukan kajian untuk menentukan biaya pokok penyediaan (BPP) tenaga listrik, menentukan besaran BPP tenaga listrik per jenis tegangan dan menentukan besaran BPP-TL per golongan pada PT. PLN system SULSELTRABAR. Dan dihitung biaya pemakaian energi, biaya total pokok pada alokasi biaya variable pada volume penjualan.

BEP merupakan perbandingan antara harga total komponen dalam suatu proyek dengan harga jual ke PLN dikalikan dengan produksi dari segi yang dihasilkan dalam satu tahun. Rumus yang digunakan untuk mencari nilai break event point adalah :

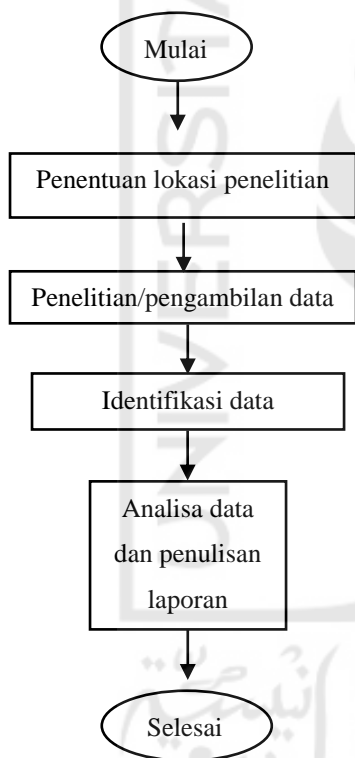
$$BEP = \frac{TOTAL\ CAPITAL}{E_{total} \times (TDL - biaya\ produksi)}$$

Keterangan :

$E_{total}$  = total energi selama 1 tahun

$TDL$  = tarif dasar listrik

### III. METODE PENELITIAN



### IV. HASIL DAN ANALISIS

Hasil perhitungan untuk jaringan tegangan menengah JTM 20 kV dihitung melalui investasi, penggunaan energi, dan pendapatan dari data yang ada. Target pelanggan awal dari pihak PLN yaitu 1.000 orang dengan daya 900 VA dan PF 0,85

Karena tidak diijinkan untuk mengambil atau membuat RAB pada penelitian JTM 20 kV, maka untuk nilai investasi

dilakukan dengan cara menghitung manual berdasarkan rangkaian pekerjaan. dan hasil yang diperkirakan untuk pembangunan jaringan tegangan menengah 20 kV dengan jarak 750m dan konstruksi 2 tower transmisi (tower special) adalah RP 3.221.063.748

Perhitungan penggunaan energi selama 1 tahun untuk 1000 pelanggan dengan rata-rata waktu pemakaian listrik 8 jam/hari menggunakan persamaan (3.1).

$$E_{total} = \frac{900 \times 0,85 \times 1000 \times 8 \times 365}{1.000}$$

$$E_{total} = 2.233.800\ kWh$$

Berikut ini perhitungan pendapatan dari penggunaan JTM 20kV pada Pulau Dudepo.

$$R = 2.233.800 \times 646,132$$

$$R = 1.443.329.661,6$$

Pada JTM 20 kV menggunakan biaya produksi dari pembangkit listrik tenaga uap, dengan nominal biaya :

$$US\$ 5\ sen = 0,05\ Dollar$$

$$US\$ 0,05\ Dollar = Rp\ 705,868$$

Untuk mencari BEP JTM 20 kV menggunakan persamaan (2.1), akan tetapi nilai TDL dikurangi dengan biaya produksi.

$$BEP = \frac{3.221.063.748}{2.233.800 \times (1.352 - 705,868)}$$

$$BEP = 2,23$$

Dari hasil perhitungan BEP yang menggunakan nilai investasi, daya aktif (kWh/tahun), dan harga jual ke PLN. Maka dapat diketahui bahwa hanya dalam jangka waktu 2,23 tahun, pembangunan JTM 20 kV dapat kembali modal. Dengan waktu penggunaan JTM 20 kV kurang lebih selama 20 tahun maka keuntungan untuk waktu penggunaannya masih 17,77 tahun, 39.694.624 kWh, Rp 25.647.968.086,632

Tabel Error! No text of specified style in document..1 Hasil perkiraan biaya dan keuntungan JTM untuk 20 tahun

<b>Penggunaan energi</b>	2.233.800 kWh/tahun
<b>Investasi</b>	RP 3.221.063.748/tahun
<b>Pendapatan</b>	Rp 1.443.329.661,6
<b>Biaya produksi</b>	Rp 705,868 / kWh
<b>BEP</b>	2,23 tahun
<b>Keuntungan</b>	17,77 tahun
<b>Keuntungan</b>	Rp 25.647.968.086,632

Untuk solar cell off grid system hasil perhitungan nilai total beban, investasi, dan omset didapatkan dengan mencari harga, spesifikasi alat dan bahan yang dibutuhkan, dan omset dari data yang ada. Target pelanggan awal dari pihak PLN yaitu 1.000 orang dengan daya 900 VA dan PF 0.85.

Perhitungan penggunaan energi selama 1 tahun untuk 1000 pelanggan dengan rata-rata waktu pemakaian listrik 8 jam/hari, menggunakan persamaan (3.1).

$$E_{total} = \frac{900 \times 0,85 \times 1000 \times 8 \times 365}{1.000}$$

$$E_{total} = 2.233.800\ kWh$$

Investasi pada penelitian ini didapatkan dengan menghitung total beban terlebih dahulu, dengan cara merubah daya terpasang 900 VA menjadi daya aktif 765 watt dengan menggunakan PF 0,85. Kemudian mencari tipe alat dan bahan yang dibutuhkan.

- Total beban pada penelitian ini adalah
 
$$P_{total} = 765 \times 1000$$

$$= 765.000 \text{ Watt}$$

- Panel surya  
 Dalam penelitian ini menggunakan panel surya bertipe *Poly-crystalline* dengan kapasitas 320 Wp.

$$\text{Jumlah panel surya} = \frac{765.000}{320}$$

$$= 2390,6 \approx 2391$$

- Baterai  
 Untuk mencari jumlah baterai yang dibutuhkan, terlebih dahulu mencari nilai Cb (*capacity batray*) yang akan digunakan.

$$C_b = \frac{765.000}{80\%}$$

$$= 956,250$$

Setelah menemukan nilai Cb, dihitung lagi dengan jenis baterai yang akan digunakan yaitu baterai *pylontech* dengan kapasitas 2400 Wh.

$$\text{Jumlah baterai yang dibutuhkan} = \frac{956.250}{2400}$$

$$= 398,4 \approx 399$$

- Inverter  
 Inverter yang akan digunakan berkapasitas 4 kW, maka pada penelitian ini membutuhkan inverter :

$$\text{Jumlah iverter} = \frac{765.000}{4.000}$$

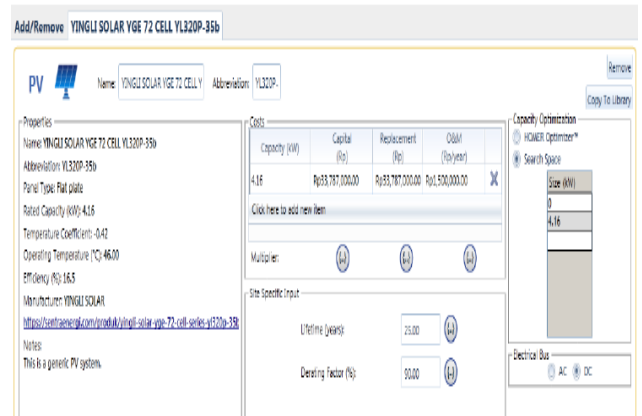
$$= 191,25 \approx 192$$

Jadi dalam penelitian ini dalam 1 inverter terhubung dengan 12,45≈13 panel surya, dan 2 baterai. kemudian ditambahkan 1 panel surya disetiap inverter untuk mencegah terjadinya kekurangan daya.

Setelah menemukan tipe inverter, baterai, dan panel surya yang akan digunakan. Langkah selanjutnya yaitu menggabungkannya menjadi 192 bagian sesuai dengan jumlah inverter. Kemudian memasukan harga dan tipe alat yang dibutuhkan kedalam aplikasi HOMER

- Panel surya  
 Pada gambar dibawah ini adalah jendela yang menggabungkan 13 panel surya menjadi 1 panel, panel ini adalah YINGLI SOLAR YGE 72 CELL YL320P-35B berkapasitas 4,16 kW. Dengan harga Rp 33.787.000.

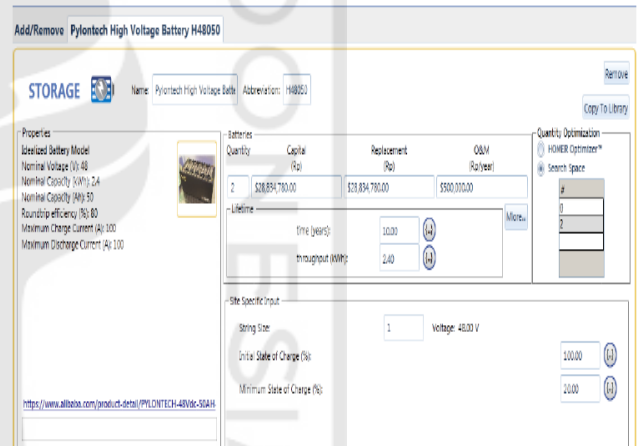
Jadi Investasi harga yang dibutuhkan :  $33.787.000 \times 192 = \text{Rp } 6.487.104.000$



Gambar Error! No text of specified style in document..1 Panel Surya

- Baterai  
 Pada penelitian ini baterai yang digunakan adalah *PYLONTECH HIGH VOLTAGE H4B050* yang berjumlah 2 buah dengan kapasitas masing-masing baterai 2,4 kWh. Dan harga untuk 2 baterai Rp 28.834.780.

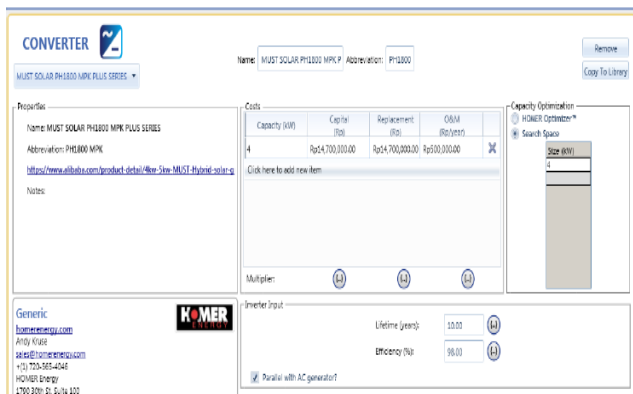
Jadi harga investasi baterai :  $28.834.780 \times 192 = \text{Rp } 5.536.277.760$



Gambar Error! No text of specified style in document..2 Baterai

- Inverter  
 Pada penelitian ini inverter yang digunakan adalah *MUST SOLAR PH18000 MPK PLUS SERIES* dengan kapasitas 4 kW, dan harga Rp 14.700.000.

Jadi harga investasi inverter :  $14.700.000 \times 192 = \text{Rp } 2.822.400.000$



Gambar Error! No text of specified style in document..3 Inverter

- Total Investasi pada penelitian pembangkit tenaga surya.

Tabel Error! No text of specified style in document..2 Total Investasi

Alat dan bahan	Harga Pembuatan	Harga setelah garansi 10 tahun	Total Investasi
Panel surya	Rp 6.487.104.000	0	
Baterai	Rp 5.536.277.760	Rp 5.536.277.760	Rp 11.072.555.520
Inverter	Rp 2.822.400.000	Rp 2.822.400.000	Rp 5.644.800.000
<b>TOTAL</b>	<b>Rp 14.845.781.760</b>	<b>Rp 8.358.677.760</b>	<b>Rp 23.204.459.520</b>

Untuk mencari pendapatan pada penelitian energi terbarukan khususnya untuk pembangkit tenaga surya menggunakan persamaan (3.8).

$$STANDAR 1. R = 2.233.800 \times 1.352$$

$$STANDAR 2. R = 3.020.097.600$$

Untuk mencari BEP energi terbarukan menggunakan persamaan (2.1)

$$BEP = \frac{23.204.459.520}{2.233.800 \times 1.352}$$

$$BEP = 7,68 \text{ tahun}$$

Dari hasil perhitungan BEP yang menggunakan nilai investasi, daya aktif (kWh/tahun), dan harga jual ke PLN. Maka dapat diketahui bahwa hanya dalam jangka waktu 7,68 tahun, energi terbarukan yaitu solar cell dapat kembali modal. Dengan waktu penggunaan solar cell kurang lebih selama 20 tahun. maka keuntungan untuk waktu penggunaannya masih 12,32 tahun, 27.520.416 kWh, dan Rp 37.207.602.432

Tabel Error! No text of specified style in document..3 Hasil Energi Terbarukan untuk 20 tahun

<b>Penggunaan energi</b>	2.233.800 kWh
<b>Investasi</b>	Rp 23.204.459.520
<b>Pendapatan</b>	Rp 3.020.097.600
<b>BEP</b>	7,68 tahun
<b>Keuntungan</b>	12,32 tahun
<b>Keuntungan</b>	Rp 37.207.602.432

Bagian ini berisi penjelasan analisis hasil pengujian sistem yang dibuat dibandingkan dengan kriteria (indikator kinerja) hasil pengujian yang telah ditentukan. Percobaan dapat dilakukan lewat simulasi di komputer atau percobaan dengan perangkat keras (*real-time hardware experiment*).

## V. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dalam penelitian ini, menunjukkan bahwa pembangunan JTM 20 kV lebih terjangkau untuk biaya pembangunan dan biaya operasi. Karena untuk investasi pembangunan JTM 20 kV dapat kembali modal dalam waktu 2 tahun.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] "pulau\_dudepo.pdf".  
<https://tixpdf.com/rencana-integrated-coastal-management-desa-dudepo-kabupaten-.html>
- [2] "Pemkab Upayakan Jaringan Listrik Masuk Pulau Dudepo.docx".  
<https://gorontalo.antaranews.com/berita/30184/pemkab-upayakan-jaringan-listrik-masuk-pulau-dudepo>
- [3] K. E. Okedu and R. Uhumwangho, "Optimization of Renewable Energy Efficiency using HOMER," vol. 4, no. 2, p. 8, 2014.
- [4] A. Sharma, A. Singh, and M. Khemariya, "Homer Optimization Based Solar PV; Wind Energy and Diesel Generator Based Hybrid System.," vol. 3, no. 1, p. 6, 2013.
- [5] J. Kariongan, N. Harun, A. Suyuti, and S. Humena, "Optimization Of Renewable Energy Generation To Increase The Electrification Ratio In Borne District - Papua Province," vol. 14, no. 4, p. 9, 2019.
- [6] S. S. K. Riau, "Program Homer Untuk Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Hibrida Di Propinsi Riau," p. 10, 2010.
- [7] "Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid.pdf".  
<https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/12623/revisi%20fiixxx%20laporan%20fix.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- [8] Y. Prastyo, "Perancangan Jaringan Distribusi 20 Kv Pada Pt Bukit Asam ( Persero ), Tbk," p. 8.
- [9] S. Hay, "Perhitungan Biaya Pokok Penyediaan (Bpp) Tenaga Listrik Per Golongan Pelanggan Studi Kasus Pt Pln (Persero) Sistem Sulseltrabar.," vol. 5, no. 2, p. 8, 2014.
- [10] "NASA Surface meteorology and Solar Energy.docx." .

