

## **Analisis Diesel, Fotovoltaik, Dan Mikrohidro Di Dusun Bintang Asih Dengan Menggunakan Sistem Penjadwalan Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida**

**Juli Riandra**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Elektro, <sup>2</sup>Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan  
Jl. Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara

*juli.riandra50@gmail.com*

### **Abstrak**

*Peningkatan pemakaian energi dan masalah lingkungan saat ini akan mengharuskan adanya sistem energi baru dengan efisiensi yang lebih besar dan lebih bersahabat dengan lingkungan. Kombinasi dari sumber-sumber energi terbarukan yang ada di wilayah Dusun Bintang Asih Desa Rumah Sumbul Kecamatan Sinembah Tanjung Muda Hulu Kabupaten Deli Serdang diharapkan dapat menyediakan catu daya listrik yang kontinyu dengan efisiensi yang optimal dalam penggunaan pembangkit listrik dari energi terbarukan. Seiring dengan kebutuhan masyarakat akan tenaga listrik yang cukup banyak dan masyarakat hanya menggunakan pembangkit listrik tenaga diesel maka tenaga hibrida fotovoltaik dan mikrohidro dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan listrik dimasyarakat Dusun Bintang Asih menggunakan sistem penjadwalan pembangkit hibrida. Dari penjadwalan yang dilakukan pada pembangkit listrik tenaga hibrida (diesel, fotovoltaik, dan mikrohidro) menghasilkan target capaian produksi energi listrik sebesar 2 MW/tahun. Setelah melakukan penjadwalan pada pembangkit hibrida menggunakan metode simulasi aplikasi HOMER Versi 3.11 menghasilkan produksi energi listrik dari penjadwalan pembangkit hibrida fotovoltaik dengan diesel sebesar: 12,20 MW/tahun dan produksi energi listrik dari penjadwalan pembangkit hibrida mikrohidro dengan diesel sebesar: 35,57 MW/tahun serta hasil analisa ekonomi menggunakan algoritma genetik untuk kinerja pembangkit hibrida fotovoltaik dengan diesel sebesar Rp. 2.885.597.000,- dengan keuntungan sebesar Rp. 607.009.000,- dan kinerja pembangkit listrik tenaga hibrida mikrohidro dan diesel sebesar Rp. 467.545.800,- dengan keuntungan sebesar Rp. 601.150.000,- dan pengembalian modal dari kedua pembangkit pada tahun ke 13 selama 25 tahun proyek berlangsung.*

**Kata Kunci:** *Sistem Penjadwalan, Hibrida, HOMER, Algoritma Genetika.*

## 1. PENDAHULUAN

Peningkatan pemakaian energi dan masalah lingkungan saat ini akan mengharuskan adanya sistem energi baru dengan efisiensi yang lebih besar dan lebih bersahabat dengan lingkungan (Nuzuluddin et al., 2017). Sehingga perlu dilakukan usaha-usaha untuk mengurangi ketergantungan pada sumber energi minyak bumi melalui diverifikasi sumber energi termasuk pengembangan energi alternatif yang memenuhi persyaratan energi masa depan yang murah, tersedia dalam jumlah melimpah, fleksibel dan dalam penggunaan dan ramah terhadap lingkungan (Prasetya et al., 2021).

Dalam memenuhi kebutuhan masyarakat akan energi listrik, tentu dalam pengoperasian sistem tenaga listrik akan ditemukan berbagai macam hambatan yang dapat menimbulkan penurunan kualitas serta kelangsungan penyaluran daya listrik ke pelanggan (Nurmela & Hiron, 2019). Pengoperasian pembangkit merupakan biaya terbesar dalam sistem tenaga listrik sehingga sangat diperlukan cara pengoperasian pembangkitan yang efisien (Kristanto et al., 2014). Solusi bagi produsen listrik terbaru untuk menekan biaya operasi adalah dengan menentukan aliran daya yang optimal (optimal power flow) dari sumber energi terbaru yang ada. (Aini, 2012)

Kombinasi dari sumber-sumber energi terbaru yang ada di wilayah Rumah Sumbul Kecamatan Sinembah Tanjung Muda Hulu Kabupaten Deli Serdang diharapkan dapat menyediakan catu daya listrik yang kontinyu dengan efisiensi yang optimal (Djalal et al., 2017). Salah satu rencana operasi sistem tenaga listrik jangka pendek yaitu penjadwalan operasi unit pembangkit yang merupakan penentuan kombinasi unit-unit pembangkit (Unit Commitment) yang bekerja dan tidak perlu bekerja untuk memenuhi kebutuhan beban sistem pada suatu periode pengoptimalan pengoperasian sistem PLTH.

Penjadwalan operasi unit-unit pembangkit merupakan penentuan kombinasi yang dapat menyelesaikan permasalahan pengoptimalan yang melibatkan fungsi objektif dan konstrain berupa persamaan linear yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan operasi unit-unit pembangkit listrik. (Winasis & Rosyadi, 2015).

Adapun tujuan penelitian dari adalah untuk Melakukan simulasi perhitungan produksi energi listrik yang dihasilkan dari penjadwalan yang dilakukan pada penggunaan operasi sistem tenaga hibrida tersebut dengan menggunakan aplikasi HOMER. Selain itu melakukan simulasi analisa ekonomi terhadap sistem operasi pembangkit listrik tenaga listrik hibrida (Diesel, Fotovoltaik, dan Mikrohidro) di Dusun Bintang Asih Desa Rumah Sumbul Kecamatan STM Hulu menggunakan metode Algoritma Genetika

Mengingat pada Dusun Bintang Asih Desa Rumah Sumbul Kecamatan Sinembah Tanjung Muda Hulu merupakan desa yang hanya menggunakan aliran listrik konvensional dari genset pribadi dan memiliki sumber daya alam dan energi terbaru yang cukup melimpah maka penulis ingin mengangkat judul "Analisa Sistem Penjadwalan Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (Diesel, Fotovoltaik, dan Mikrohidro) di Dusun Bintang Asih" .

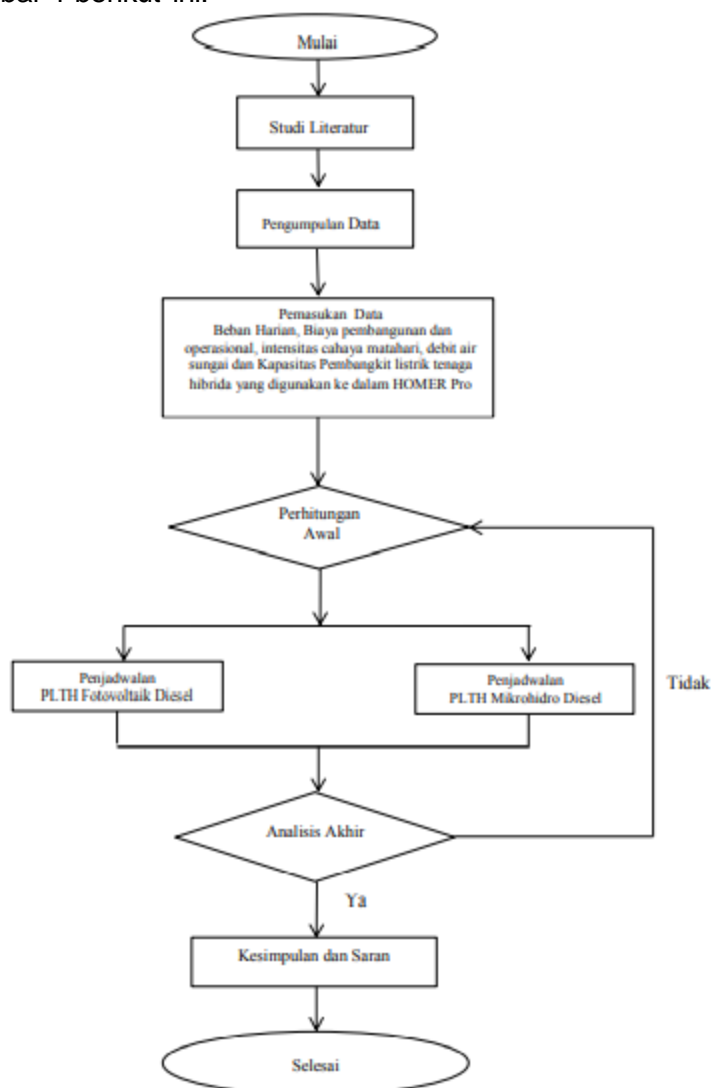
## 2. METODE PENELITIAN

Dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir ini dilakukan dengan pengambilan data langsung pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro, Pembangkit Listrik Tenaga Surya, dan Generator Diesel yang ada di Dusun Kuta Bintang Asi, Desa

Rumah Sumbul, Kecamatan Sinembah Tanjung Muda Hulu, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan cara pengumpulan data dari lapangan untuk selanjutnya dilakukan simulasi menggunakan aplikasi perangkat lunak. Dalam penelitian ini, pengumpulan data yang ada digunakan untuk simulasi pengendalian sistem pembangkit dalam penggunaan beban. Pada metode simulasi ini, data yang sudah dikumpulkan selanjutnya diolah menggunakan aplikasi HOMER Pro untuk mengetahui hasil Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan cara pengumpulan data dari lapangan untuk selanjutnya dilakukan simulasi menggunakan aplikasi perangkat lunak. Dalam penelitian ini, pengumpulan data yang ada digunakan untuk simulasi pengendalian sistem pembangkit dalam penggunaan beban. Pada metode simulasi ini, data yang sudah dikumpulkan selanjutnya diolah menggunakan aplikasi HOMER Pro untuk mengetahui hasil.

Untuk selanjutnya proses jalannya penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir pada gambar 1 berikut ini.

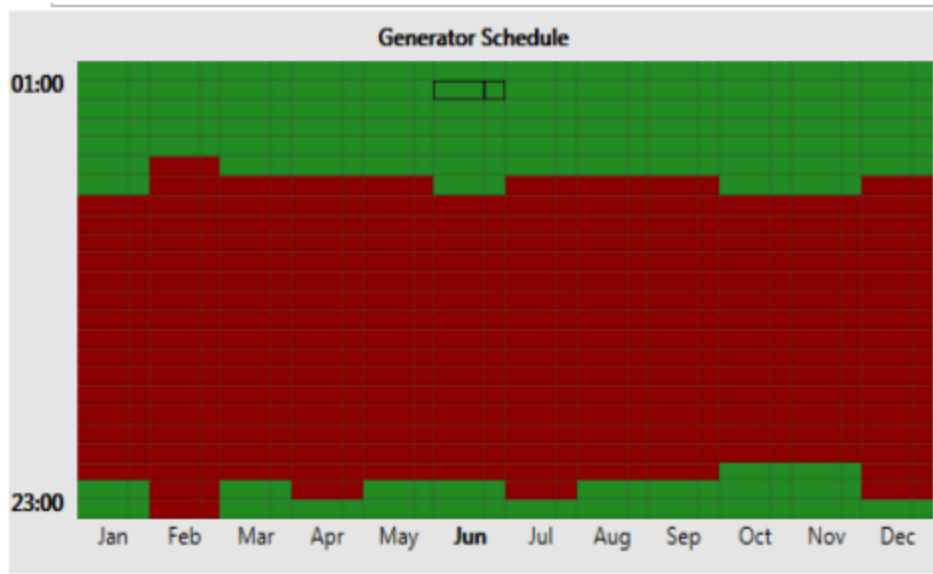


**Gambar 1. Alur Penelitian**

### 3. HASIL

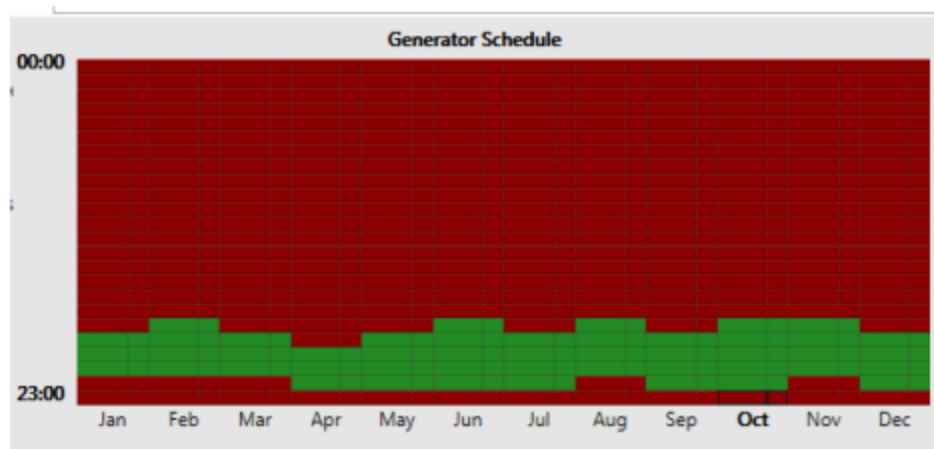
#### Hasil Penjadwalan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida

Berdasarkan penjadwalan pembangkit listrik tenaga hibrida fotovoltaik dengan diesel dan pembangkit listrik tenaga mikrohidro diesel yang dilakukan di lapangan menghasilkan beberapa perbandingan pada setiap pembangkit listrik yang digunakan. Berikut sistem penjadwalan yang dilakukan untuk pembangkit listrik tenaga hibrida fotovoltaik dengan diesel sebagai berikut.



Gambar 2. Penjadwalan PLTH Fotovoltaik dan Diesel Melalui Aplikasi HOMER

Pada gambar 2 menunjukkan bahwa pembangkit listrik tenaga diesel yang lebih aktif untuk menyuplai energi listrik pada saat baterai pembangkit fotovoltaik sedang mengalami kehabisan energi. Untuk pembangkit listrik tenaga diesel ditunjukkan dengan warna hijau dan rata-rata operasi selama 8 jam/hari. Untuk sistem penjadwalan pembangkit listrik tenaga hibrida mikrohidro dengan diesel yang dilakukan dapat dilihat sebagai berikut.

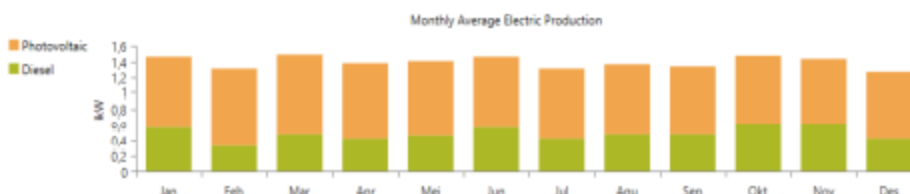


Gambar 3. Penjadwalan PLTH Mikrohidro dan Diesel Melalui Aplikasi HOMER

Pada gambar 3. menunjukkan bahwa pembangkit listrik tenaga diesel yang tidak terlalu aktif untuk menyuplai energi listrik. Pembangkit listrik tenaga diesel menyala pada saat pembangkit listrik tenaga mikrohidro tidak dapat melayani saat beban puncak berlangsung. Untuk pembangkit listrik tenaga diesel ditunjukkan dengan warna hijau dan rata-rata operasi selama 4 jam/hari.

### Perbandingan Optimisasi Produksi Listrik PLTH

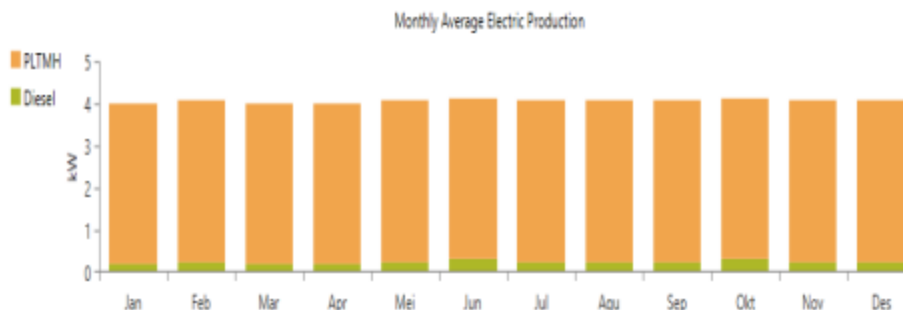
Simulasi dan optimisasi dengan menggunakan HOMER menghasilkan beberapa konfigurasi yang berbeda sesuai dengan batasan minimum kontribusi energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga hibrida. Hasil produksi energi listrik pada penjadwalan dari pembangkit listrik tenaga hibrida antara Fotovoltaik dengan Diesel dan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dengan Diesel dapat dilihat pada histogram berikut ini.



Gambar 4. Perbandingan Produksi Energi Listrik Antara Fotovoltaik Dan Diesel

Dari gambar histogram diatas menunjukkan peran pembangkit listrik tenaga diesel lebih dominan memproduksi energi listrik ketika penjadwalan pembangkit listrik tenaga hibrida antara fotovoltaik yang ditunjukkan pada histogram berwarna jingga dengan diesel yang ditunjukkan pada histogram berwarna hijau sedang berlangsung untuk menutupi ketidakmampuan pembangkit fotovoltaik melayani saat beban puncak sedang berlangsung. Total rata-rata dari optimisasi pembangkit listrik tenaga hibrida yaitu pada pembangkit listrik tenaga diesel sebesar 34,8% dengan total produksi 4,24 MW/tahun dan pembangkit fotovoltaik sebesar 65,2% dengan total produksi 7,94 MW/tahun. Pada pembangkit listrik tenaga hibrida fotovoltaik diesel menghasilkan produksi energi listrik sebesar 12,20 MW/tahun.

Untuk hasil simulasi produksi energi listrik dari penjadwalan yang dilakukan pada pembangkit listrik tenaga hibrida antara pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan diesel dapat dilihat pada gambar histogram dibawah ini.



Gambar 5. Perbandingan Produksi Energi Listrik Antara PLTMH Dan Diesel

Dari gambar histogram diatas menunjukkan peran pembangkit listrik tenaga mikrohidro lebih dominan memproduksi energi listrik ketika penjadwalan

pembangkit listrik tenaga hibrida antara pembangkit listrik tenaga mikrohidro yang ditunjukkan pada histogram berwarna jingga dengan diesel yang ditunjukkan pada histogram berwarna hijau sedang berlangsung untuk menutupi ketidakmampuan pembangkit listrik tenaga mikrohidro melayani saat beban puncak sedang berlangsung. Total rata-rata dari optimisasi pembangkit listrik tenaga hibrida yaitu pada pembangkit listrik tenaga diesel sebesar 5,8% dengan total produksi 2,07 MW/tahun dan pembangkit listrik tenaga mikrohidro sebesar 94,2% dengan total produksi 33,5 MW/tahun. Pada pembangkit listrik tenaga hibrida PLTMH diesel menghasilkan produksi energi listrik sebesar 35,6 MW/tahun.

Berdasarkan hasil simulasi penjadwalan yang telah dilakukan terhadap pembangkit listrik tenaga hibrida fotovoltaik dengan diesel dan PLTMH dengan diesel menggunakan aplikasi HOMER, maka pembangkit listrik tenaga hibrida PLTMH diesel lebih besar dengan memproduksi energi listrik sebesar 35,6 MW/tahun dibandingkan dengan pembangkit listrik tenaga hibrida fotovoltaik diesel yang hanya memproduksi energi listrik sebesar 12,20 MW/tahun. Dari kedua pembangkit listrik tenaga hibrida, produksi energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga hibrida fotovoltaik dengan diesel dan mikrohidro dengan diesel telah mencapai target yang diharapkan yakni sebesar 2 MW/tahun.

#### 4. PEMBAHASAN

##### Simulasi Ekonomi Pembangkit Tenaga Hibrida Dengan HOMER

Simulasi ekonomi pembangkit listrik tenaga hibrida dengan HOMER menghasilkan perbandingan ekonomi antara Pembangkit Fotovoltaik dengan Diesel dan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dengan Diesel dari penjadwalan yang telah dilakukan dan disajikan pada grafik histogram sebagai berikut.



**Gambar 6. Biaya Proses Kinerja PLTH Fotovoltaik dengan Diesel**

Pada grafik histogram diatas menunjukkan bahwa pembangkit listrik tenaga hibrida fotovoltaik dengan diesel mengeluarkan biaya sebesar Rp. 2.885.597.000,- dengan rincian biaya pembangunan kedua pembangkit sebesar Rp. 15.572.884,- , biaya operasi kedua pembangkit sebesar Rp. 171.550.213,- , biaya pergantian komponen dari kedua pembangkit sebesar Rp. 2.355.740.516,- dan biaya bahan bakar untuk pembangkit listrik tenaga diesel sebesar Rp. 342.192.397,-. Selama 25 tahun.

Untuk hasil simulasi biaya dari pembangkit listrik tenaga hibrida mikrohidro dengan diesel dapat dilihat dari grafik histogram dibawah ini.



**Gambar 7. Biaya Proses Kinerja PLTH Mikrohidro dengan Diesel**

Berdasarkan grafik histogram yang berada diatas pembangkit listrik tenaga hibrida mikrohidro dengan diesel mengeluarkan biaya sebesar Rp. 467.545.800,- dengan rincian biaya pembangunan sebesar Rp. 152.300.000,- biaya operasional sebesar Rp. 147.904.027,- dan biaya bahan bakar untuk pembangkit listrik tenaga diesel sebesar Rp. 167.224.149,- selama 25 tahun.

### Perhitungan Break Event Point (BEP)

Nilai BEP diperlukan untuk memperkirakan pada tahun seberapa pembangkit listrik tenaga hibrida akan mengalami keuntungan atau pengembalian modal. Dikarenakan aplikasi HOMER tidak dapat menghitung nilai BEP maka nilai BEP dapat di hitung secara manual untuk pembangkit listrik tenaga hibrida fotovoltaik dengan diesel dan pembangkit listrik tenaga hibrida mikrohidro dengan diesel.

Dengan mengetahui rata – rata biaya operasional Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida fotovoltaik dan diesel. Maka dapat dihitung nilai BEP dengan parameter sebagai berikut :

Biaya Pengeluaran	= Rp. 2.885.597.000,-
Pendapatan per tahun	= Rp. 223.082.525,-
Fixed Cost	= Rp. 15.578.884,-
COE	= Rp. 122.237,-
Variable Cost	= Rp. 94.000,-

Dari parameter diatas maka nilai BEP yang didapat sebesar:

$$BEP = \frac{Rp. 15.578.884,-}{Rp. 28.237} = 551,5 \text{ kWh}$$

Dari perhitungan tersebut dapat diketahui untuk mendapatkan titik balik modal atau BEP pada pembangkit listrik tenaga hibrida Fotovoltaik dan diesel maka diperlukan pengguna sebesar 551,5 MWh. Sedangkan untuk mengetahui pendapatan yang diterima agar terjadi BEP dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Pendapatan \text{ BEP} = 551,5 \text{ MWh} \times Rp. 122.237,- = Rp. 67.413.705,-$$

Sehingga pendapatan yang perlu diterima agar terjadi BEP adalah sebesar Rp. 67.413.705,- dengan pendapatan per tahun sebesar Rp. 223.082.525,- dan untuk target balik modal nilai BEP dapat digunakan persamaan berikut:

$$Target \text{ Balik Modal} = \frac{Rp. 2.885.597.000,-}{Rp. 223.082.525,-} = 12,9 \text{ tahun}$$

Dari persamaan diatas maka target balik modal tercapai di tahun ke 13 untuk pembangkit listrik tenaga hibrida fotovoltaik dan diesel tersebut.

Kemudian, untuk mengetahui nilai BEP pada pembangkit listrik tenaga hibrida antara mikrohidro dengan diesel yaitu dengan mengetahui rata – rata biaya operasional pembangkit listrik tenaga hibrida antara mikrohidro dengan diesel maka dapat dihitung nilai BEP dengan parameter sebagai berikut :

Biaya Pengeluaran	= Rp. 467.545.800,-
Pendapatan per tahun	= Rp. 36.157.310,-
Fixed Cost	= Rp. 152.300.000,-
COE	= Rp. 19.715,-
Variable Cost	= Rp. 80.645,-

Dari parameter diatas maka nilai BEP yang didapat sebesar:

$$BEP = \frac{\text{Rp. 152.300.000,-}}{\text{Rp. 60.930}} = 2499,5 \text{ kWh}$$

Dari perhitungan tersebut dapat diketahui untuk mendapatkan titik balik modal atau BEP pada pembangkit listrik tenaga hibrida antara mikrohidro dengan diesel maka diperlukan pengguna sebesar 2499,5 MWh. Sedangkan untuk mengetahui pendapatan yang diterima agar terjadi BEP dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Pendapatan BEP} = 2499,5 \text{ kWh} \times \text{Rp. 19.715,-} = \text{Rp. 49.325.627,-}$$

Sehingga pendapatan yang perlu diterima agar terjadi BEP adalah sebesar Rp. 49.325.627,- dengan pendapatan per tahun sebesar Rp.36.157.310,- dan untuk target balik modal nilai BEP dapat digunakan persamaan berikut:

$$\text{Target Balik Modal} = \frac{\text{Rp. 467.545.800,-}}{\text{Rp. 36.157.310,-}} = 12,9 \text{ tahun}$$

Dari persamaan diatas maka target balik modal tercapai di tahun ke 13 untuk pembangkit listrik tenaga hibrida antara mikrohidro dengan diesel tersebut.

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya yakni Berdasarkan hasil dari penjadwalan pembangkit listrik tenaga hibrida yang telah dilakukan Pembangkit listrik tenaga hibrida mikrohidro dengan diesel memproduksi energi listrik sebesar 35,6 MW/tahun dan pembangkit listrik tenaga hibrida fotovoltaik dengan diesel memproduksi energi listrik sebesar 12,20 MW/tahun. Pada kedua pembangkit hibrida tersebut telah memenuhi target produksi energi listrik sebesar 2 MW/tahun

Dari sisi ekonomis pembangkit listrik tenaga hibrida mikrohidro dengan diesel lebih murah dengan biaya operasional sebesar Rp. 467.545.800,- selama 25 tahun dengan keuntungan sebesar Rp. 601.150.000,- selama proyek berlangsung dan pengembalian modal pada tahun ke 13. Sedangkan untuk pembangkit listrik tenaga hibrida fotovoltaik dengan diesel lebih mahal dengan biaya operasional



sebesar Rp. 2.885.597.000,- selama 25 tahun dengan keuntungan sebesar Rp. 607.009.000,- selama proyek sedang berlangsung dan pengembalian modal pada tahun ke 13.

## REFERENSI

- Adam, M. (2020). Unjuk Kerja Generator Clok Sinyal Low Pass Filter, Pam Multiplexing Pada Rangkaian Percobaan Pulse Code Modulation (PCM) Aplikasi pada Laboratorium Dasar Sistem Telekomunikasi. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 2(2), 51-57.
- Adam, M., Harahap, P., & Nasution, M. R. (2019). Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) Terhadap Daya Yang Dihasilkan Generator Dc.
- Adikurniawan, N., Rohi, D., Tumbelaka, H. H., Studi, P., Elektro, T., Petra, U. K., & Siwalankerto, J. (2017). Analisa Pemodelan PLTA Sengguh dengan Matlab Simulink. *Analisa Pemodelan PLTA Sengguh Dengan Matlab Simulink*, 10(1), 24–29. <https://doi.org/10.9744/jte.10.1.24-29>
- Aini, Z. (2012). Analisis Penjadwalan Unit-Unit Pembangkit Listrik Dengan Menggunakan Metode Unit Decommitment. *Momentum*, 13(2), 115–120.
- Christiana and Stuart Bowden Honsberg. (2016). Christiana and Stuart Bowden Honsberg. <https://www.pveducation.org/id/pvc/drom>
- Dedikusma, D., Sunanda, W., & Gusa, R. F. (2015). Pemodelan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid Diesel Generator Dan Fotovoltaik Array Menggunakan Perangkat Lunak Homer (Studi Kasus Di Pulau Semujur Kabupaten Bangka Tengah). *Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering)*, 2(2), 10–17. <https://doi.org/10.33019/ecotipe.v2i2.3>
- Harahap, M., Nugraha, Y. T., Adam, M., & Nasution, M. S. (2021). Pengaruh Perubahan Variasi Eksitasi Tegangan Terhadap Daya Reaktif Pada Generator. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 71-76.
- Harahap, P., Nofri, I., Arifin, F., & Nasution, M. Z. (2019, October). Sosialisasi Penghematan dan Penggunaan Energi Listrik Pada Desa Kelambir Pantai Labu. In *Prosiding Seminar Nasional Kewirausahaan* (Vol. 1, No. 1, pp. 235-242).
- Hidayanti, D., & Dewangga, G. (2020). Rancang Bangun Pembangkit Hybrid Tenaga Angin dan Surya dengan Penggerak Otomatis pada Panel Surya. *Eksergi*, 15(3), 93. <https://doi.org/10.32497/eksergi.v15i3.1784>
- Jhony, C., & Dkk. (2012b). Optimasi operasi Sistem Tenaga Listrik dengan Konstrain Kapabilitas Operasi Generator dan Kestabilan Steady State Global. *Jurnal Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Nasution, E. S. (2019). ANALISIS RUGI-RUGI DAYA PADA SALURAN TRANSMISI TEGANGAN TINGGI 150 KV RANTAUPRAPAT-PADANG SIDEMPUAN. *KUMPULAN JURNAL DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA*, 5(2).
- Pasaribu, F. I., Roza, I., Siregar, C. A., & Sitompul, F. A. (2021). Analisa Proteksi Over Current Relay Pada Jaringan Tegangan Menengah 20KV Di PELINDO 1 Cabang Belawan. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 18-26.
- Priatam, P. P. T. D., Zambak, M. F., Suwarno, S., & Harahap, P. (2021). Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 48-54.
- Rimbawati, R., Cholish, C., Saputro, E., & Harahap, P. (2021). Perancangan Sistem Kontrol Penstabil Tegangan Menggunakan PLC M221 Pada PLTMH Bintang Asih. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 62-70.
- Rimbawati, R., Cholish, C., Saputro, E., & Harahap, P. (2021). Perancangan Sistem Kontrol Penstabil Tegangan Menggunakan PLC M221 Pada PLTMH Bintang Asih. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 62-70.

- Rimbawati, R., Ramadhan, A. T., & Cholish, C. (2021). Perancangan Automatic Transfer Switch Berbasis Zelio (Aplikasi Pada PLTS Pematang Johar). *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 7-12.
- Rimbawati, R., Harahap, P., & Putra, K. U. (2019). Analisis Pengaruh Perubahan Arus Eksitasi Terhadap Karakteristik Generator (Aplikasi Laboratorium Mesin-Mesin Listrik Fakultas Teknik-Umsu). *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, 2(1), 37-44.
- Rimbawati, Azis Hutasuhut, A., & Chaniago, Y. (2018). Analysis of Hybrid Power Plant Technology Using Data Weather in North Sumatera. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.7), 481. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.7.27364>.
- Rohana, R., & Zulfikar, Z. (2018). OPTIMALISASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS DAYA LISTRIK. *Kumpulan Penelitian dan Pengabdian Dosen*, 1(1).
- Roza, I., Pasaribu, F. I., Yanie, A., Almi, A., & Sinaga, T. S. (2021). Analisa Pengaruh Penggunaan VSD (Variable Speed Drive) Pada Konsumsi Energi Di PT. Lestari Alam Segar. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 27-34.