

KAJIAN EFISIENSI ENERGI DENGAN PENGATURAN SUPLAI ENERGI LISTRIK

Mochammad Mieftah

Politeknik Negeri Malang

Jl. Soekarno Hatta No. 9 Malang 65141 Telp. 0341-404424

moch.mieftah@polinema.ac.id

Abstrak

Suatu sistem tenaga listrik dapat dikatakan handal jika memiliki kontinuitas pelayanan yang tinggi. Untuk mencapai hal ini maka dibutuhkan pengaturan operasional untuk mengoptimalkan daya yang terpasang untuk mensuplai beban agar tidak terjadi *over load* atau *over supply* pada sistem. Pabrik Gula Modjopanggoong Tulungagung merupakan salah satu industri penghasil gula, dimana sistem kelistrikan pada pabrik ini menggunakan dua buah suplai energi listrik, yaitu menggunakan suplai PLN dan *Boiler Turbin Generator* (BTG). Penggunaan lebih dari satu suplai tenaga listrik ini mengakibatkan kenaikan biaya produksi listrik yang dibutuhkan.

Untuk mengatasi masalah tersebut, dalam penelitian ini akan dilakukan kajian untuk mengefisienkan biaya energi listrik yang dilakukan dengan cara pengaturan suplai energi listrik, yaitu menggunakan suplai maksimal BTG dan kekurangannya ditunjang suplai PLN (alternatif I), menggunakan suplai maksimal PLN dan kekurangannya ditunjang suplai BTG (alternatif II) dan hanya menggunakan suplai PLN (alternatif III).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi energi dapat dilakukan dengan pengaturan suplai energi pada pabrik, yaitu pada alternatif I dengan penghematan Rp.430.025.007 (2,1%), alternatif II dengan penghematan Rp. 553.984.815 (2,7%), dan alternatif III dengan penghematan Rp. 2.055.727.407 (10%).

Kata-kata kunci: Efisiensi Energi, Suplai Energi, BTG

Abstract

A power system can be said to be reliable if it has a high continuity of service. To achieve this, an operational arrangement is required to optimize installed power to supply the load to avoid overloading or

over-supply of the system. Modjopangoong Sugar Factory Tulungagung is one of the sugar producing industries, where the electrical system in this factory uses two power supply, which is using PLN supply and Turbine Generator Boiler (BTG). The use of more than one power supply resulted in an increase in the required electricity production costs.

To solve this problem, in this research will be conducted a study to make efficient of electrical energy cost which is done by arranging supply of electric energy, that is using maximum supply of BTG and its deficiency supported PLN supply (alternative I), using PLN maximum supply and its deficiency is supported BTG supply alternative II) and only use PLN supply (alternative III).

The results showed that energy efficiency can be done with the regulation of energy supply at the factory, that is in alternative I with savings Rp.430.025.007 (2.1%), alternative II with savings of Rp. 553,984,815 (2.7%), and alternative III with savings of Rp. 2.055.727.407 (10%).

Keywords : *Energy Efficiency, Energy Supply, BTG*

1. PENDAHULUAN

Suatu sistem tenaga listrik dapat dikatakan handal jika memiliki kontinuitas pelayanan yang tinggi. Untuk mencapai hal ini maka dibutuhkan pengaturan operasional pada peralatan yang digunakan pada sistem tersebut, yaitu dengan mengoptimalkan daya yang terpasang untuk mensuplai beban agar tidak terjadi *over load* atau *over supply* pada sistem.

Pabrik Gula (PG) Modjopangoong Tulungagung merupakan salah satu industri penghasil gula, dimana sistem kelistrikan pada pabrik ini menggunakan dua buah suplai, yaitu menggunakan suplai PLN dengan kapasitas 555 kVA dan pembangkit listrik sendiri berupa *Boiler Turbin Generator* (BTG) dengan kapasitas 3,5 MW. Pada pabrik ini dalam satu tahun memiliki 2 periode kegiatan yaitu Luar Masa Giling dan periode Dalam Masa Giling. Pada saat Luar Masa Giling kebutuhan listrik tidak terlalu besar karena tidak ada kegiatan pengolahan gula sehingga hanya satu sumber listrik yang digunakan yaitu PLN, sedangkan pada saat Dalam Masa Giling kebutuhan listrik sangat besar sehingga kedua sumber listrik (PLN dan BTG) digunakan. Untuk meningkatkan kontinuitas dari sisi pembangkitan apabila

terjadi gangguan pada sisi pembangkit maka akan di *backup* oleh PLN. Penggunaan lebih dari satu suplai tenaga listrik akan mengakibatkan kenaikan biaya produksi listrik yang dibutuhkan.

Berdasarkan uraian tersebut, untuk menekan biaya produksi dan mencapai kontinuitas sistem produksi, maka penelitian ini akan membahas mengenai kajian pengaturan suplai energi listrik yang diaplikasikan di PG Modjopangoong.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Suplai Energi Listrik

2.1.1 Pemakaian *Boiler Turbin Generator* (BTG)

Sumber sendiri yang digunakan di PG Modjopangoong ini menggunakan *Boiler Turbin Generator* (BTG). Prinsip kerja dan peralatan BTG sama dengan PLTU. Uap untuk memutar turbin dihasilkan dari pemanasan air oleh boiler dengan bahan bakar bagase tebu. BTG adalah pembangkit listrik yang menggunakan tenaga uap untuk menggerakkan turbin, karena turbin satu poros dengan generator sehingga generator akan berputar. Dari putaran itu maka generator akan mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. BTG dapat digunakan sebagai sumber utama pensuplai energy listrik.

2.1.2 Pemakaian Sumber PLN

Pemakaian langganan PLN ada 3 tipe : tegangan tinggi, tegangan menengah, tegangan rendah. Langganan tegangan tinggi biasanya digunakan untuk beban industri sehingga pada lokasi industri tersebut didirikan Gardu Induk. Langganan tegangan menengah biasanya dipergunakan untuk industri, bisnis, sosial. Pelanggan tegangan menengah ini membutuhkan transformator distribusi bisa dari pelanggan sendiri atau sewa dari PLN.

2.2 Manajemen Suplai Listrik

Manajemen suplai pada industri mempunyai beberapa tujuan, antara lain menjaga kontinuitas produksi bila terjadi pemadaman suplai dan menyediakan suplai daya yang sehemat mungkin sehingga menghemat biaya produksi. Oleh karena itu perlu dilakukan pengaturan suplai daya, kapan suplai itu harus

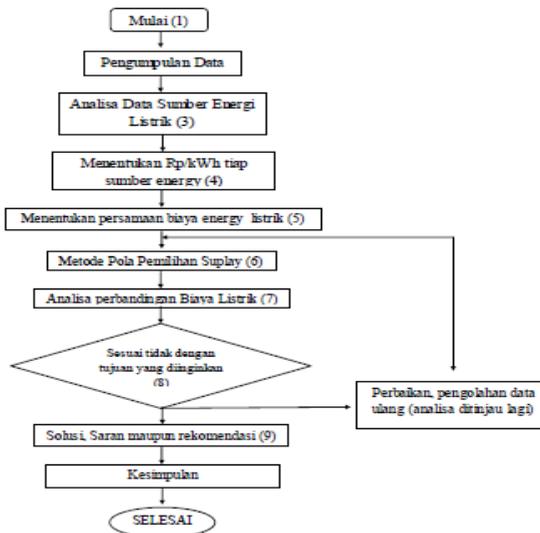
ditambah atau dikurangi agar biaya operasional menjadi lebih efisien dan ekonomis.

2.3 Kontinuitas Suplai Energi Listrik

Kontinuitas pelayanan adalah salah satu unsur dari mutu pelayanan yang nilainya akan tergantung pada jenis sarana penyalurannya dan peralatan pengaman yang dipilihnya. Untuk mencapai hal ini tergantung pada peralatan yang digunakan pada sistem tersebut serta pengaturan operasionalnya sehingga sistem tidak mengalami *over load* atau *over supply*. Apabila daya untuk mensuplai beban sudah mencukupi, maka daya dapat dikurangi dengan cara mengganti salah satu atau lebih suplai dengan kapasitas yang lebih kecil atau disesuaikan dengan kapasitas beban.

3. METODE

Untuk menyelesaikan penelitian ini, ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam kajian efisiensi energi dengan pengaturan suplai energi listrik yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir pengaturan suplai energi listrik

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kebutuhan Beban

Kebutuhan total beban terpasang di PG Modjopangoong adalah sebesar 3.274 kW. Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kemampuan optimal BTG hanya sebesar 2.800 kW yaitu 80% dari kapasitas terpasang 3,5 MW, sdengan kebutuhan beban tertinggi sebesar 3.200 kW, untuk kekurangan suplai pada pabrik menggunakan suplai PLN.

Tabel 1. Kebutuhan beban

Jam	Generator	PLN	Total Beban
6	2500	180	2680
7	2500	234	2734
8	2500	234	2734
9	2500	234	2734
10	2800	234	3034
11	2500	252	2752
12	2500	252	2752
13	2500	252	2752
14	2500	162	2662
15	2500	400	2900
16	2800	400	3200
17	2700	234	2934
18	2500	234	2734
19	2500	216	2716
20	2800	223	3023
21	2700	234	2934
22	2500	216	2716
23	2500	234	2734
24	2500	252	2752
1	2500	252	2752
2	2700	234	2934
3	2700	234	2934
4	2700	180	2880
5	2700	180	2880

4.2 Perhitungan Biaya per kWh

Perhitungan biaya pembangkitan energi listrik (Rp/kWh) ini meliputi penggunaan suplai energi dengan menggunakan BTG, suplai energi menggunakan PLN serta suplai energi menggunakan BTG dan PLN.

4.2.1 Biaya Suplai BTG

- Biaya Tetap

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya tetap} &= \frac{\text{Rp pembelian} - \text{biaya penyusutan} \times \text{Rp pembelian}}{\text{lifecycle}} \\
 \text{Biaya tetap} &= \frac{22.000.000.000 - 10\% \times 22.000.000.000}{25} \\
 &= \text{Rp. } 792.000.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pembangkit energi listrik} &= \text{kap. gen} \times \text{LF} \times \text{jam kerja} \\ &= 3500 \times 85\% \times 4584 = 13.637.400 \text{ kWh} \end{aligned}$$

- Biaya Operasional, yaitu konsumsi ampas

$$\text{Biaya operasional} = \text{Konsumsi Ampas} \times \text{harga ampas}$$

$$= 3.184.174 \times \text{Rp. } 6.000 = \text{Rp. } 19.105.044.000$$

- Total Biaya dalam satu musim giling

$$\text{Total biaya} = \text{biaya tetap} + \text{biaya operasional}$$

$$\text{Total biaya} = 792.000.000 + \text{Rp. } 19.105.044.000$$

$$= 19.897.044.000$$

- Biaya Energi Listrik

$$\begin{aligned} \text{Biaya per kWh} &= \frac{\text{total biaya}}{\text{kWh yang dibangkitkan}} \\ &= \frac{19.897.044.000}{13.637.400} = \text{Rp } 1.459 \end{aligned}$$

4.2.2 Biaya Suplai PLN

$$\text{WBP Pakai} = \frac{(\text{stand akhir} - \text{stand awal}) \times 800}{1000} = \frac{(12,980) \times 800}{1000} = 10.384 \text{ kWh}$$

$$\text{LWBP Pakai} = \frac{(\text{stand akhir} - \text{stand awal}) \times 800}{1000} = \frac{(69,048) \times 800}{1000} = 55.238 \text{ kWh}$$

$$\begin{aligned} \text{sehingga kWh pakai} &= \text{LWBP Pakai} + \text{WBP Pakai} \\ &= 55.238 + 10.384 = 65.622 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tagihan WBP} &= \frac{(\text{stand akhir} - \text{stand awal}) \times 800}{1000} \times \text{TDL} \times k \\ &= \frac{(12,980) \times 800}{1000} \times 1.200 \times 1,5 = \text{Rp. } 18.691.200 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tagihan LWBP} &= \frac{(\text{stand akhir} - \text{stand awal}) \times 800}{1000} \times \text{TDL} \\ &= \frac{(69,048) \times 800}{1000} \times 1.200 = \text{Rp. } 66.286.080 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total rupiah pemakaian tenaga listrik} &= \text{Tagihan WBP} + \text{Tagihan LWBP} \\ &= \text{Rp. } 18.691.200 + \text{Rp. } 66.286.080 = \text{Rp. } 84.977.280 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pajak 3\%} &= \text{Total rupiah pemakaian listrik} \times 3\% \\ &= \text{Rp. } 84.977.280 \times 3\% = \text{Rp. } 2.549.318 \end{aligned}$$

$$\text{Materai} = \text{Rp. } 6000$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya energi setiap bulan dalam satu tahun untuk PLN} &= \text{Rp. } 6000 + \text{Rp. } 84.977.280 + \text{Rp. } 2.549.318 \\ &= \text{Rp. } 87.532.598 / \text{kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya per kWh} &= \frac{\text{total biaya}}{\text{kWh yang dibangkitkan}} = \frac{87.532.598}{65.622} \\ &= \text{Rp } 1.333 \end{aligned}$$

4.2.3 Biaya Energi Listrik BTG dan PLN

Persamaan biaya yang akan dicari menggunakan persamaan tiga bagian bentuk seperti yang ada di bawah ini,

$$(a + b \text{ kW} + c \text{ kWh})$$

dengan :

- a = biaya tetap pertahun
- b = biaya semi pertahun
- c = biaya operasional pertahun

- **BTG**

Nilai dari a adalah berupa biaya tetap

$$a = \text{biaya tetap} = \text{Rp. } 792.000.000$$

Nilai b adalah berupa biaya semi-tetap.

$$b \times \text{kW BTG} = \text{biaya semi tetap per tahun}$$

$$b \times \text{kW BTG} = \text{penyusutan} \times \text{biaya modal}$$

$$b \times 3.200 = 10\% \times 22.000.000.000$$

$$b = \frac{10\% \times 22.000.000.000}{3.200} = 687.500 \text{ kW}$$

Nilai dari c adalah berupa biaya operasional,

$c \times \text{kWh yang dibangkitkan} = \text{biaya tetap} + \text{biaya operasional}$

$$c \times 13.637.400 \text{ kWh} = 18.304.957.000$$

$$c = \frac{18.304.957.000}{13.637.400} = 1342$$

\therefore persamaan yang didapat adalah (Rp. 792.000.000 + 687.500 x kW + 1342 x kWh) rupiah

- **PLN**

$$a = \text{biaya tetap} = \text{Rp. } 87.532.598$$

Nilai b adalah berupa biaya semi-tetap,

$$b \times \text{kW PLN} = \text{biaya semi tetap per tahun}$$

$$b \times \text{kW PLN} = \text{penyusutan} \times \text{biaya modal}$$

$$b \times 444 = 10\% \times \text{Rp. } 87.532.598$$

$$b = \frac{10\% \times 87.532.598}{444} = 19.714 \text{ kW}$$

Nilai dari c adalah berupa biaya operasional,

$$c \times \text{kWh yang dibangkitkan} = \text{biaya tetap}$$

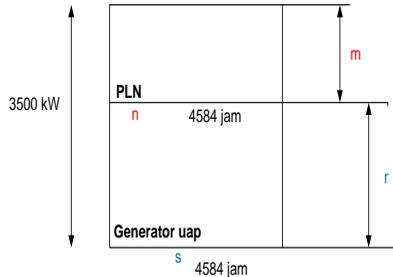
$$c \times 65.622 \text{ KWh} = \text{Rp. } 87.532.598$$

$$c = \frac{\text{Rp. } 87.532.598}{65.622} = 1333$$

∴ persamaan yang didapat adalah (Rp. 87.532.598 + 19.714 x kW + 1333xkWh) rupiah

4.3 Perhitungan Optimalisasi Pembangkitan tiap Generator

Perhitungan ini digunakan untuk menentukan biaya yang paling optimal dari suplai yang ada, yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik jam kerja terhadap total beban

Keterangan :

s = jam kerja BTG

r = kapasitas yang dibangkitkan BTG

n = jam kerja PLN

m = kapasitas yang dibangkitkan PLN

Setelah didapatkan grafik jam kerja terhadap total beban maka selanjutnya dapat di buat persamaan berikut ini.

➤ Suplai PLN = mn

$$\text{PLN} = m \times \frac{4584m}{3200}$$

$$\text{Suplai PLN} = 1.4 m^2$$

➤ Suplai BTG = rs

$$\text{BTG} = r \times \frac{4584r}{3200}$$

$$\text{Suplai BTG} = 1.4 r^2$$

4.4 Asumsi Penggunaan Suplai PLN dan BTG

Perhitungan diperoleh dari data persamaan yang telah didapat dari perhitungan sebelumnya, maka diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{Biaya PLN} &= (\text{Rp. } 87.532.598 + 19.714xkW + 1333xkWh) \text{ rupiah} \\ &= \text{Rp. } 87.532.598 + 19.714 (3.200 - m - r) + 1333 (1.4 m^2) \\ &= 74.740.212 + 63.084.800 - 19.714 m - 19.714 r + 1866.2 m^2 \\ &= 137.825.012 - 19.714 m - 19.714 r + 1866.2 m^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya BTG} &= \text{Rp. } 792.000.000 + 687.500 xkW + 1342xkWh) \text{ rupiah} \\ &= \text{Rp. } 792.000.000 + 687.500 (3.200 - r - m) + 1.459(1.4r^2) \\ &= 792.000.000 + 2.200.000.000 - 687.500 r - 687.500 m + 2.042r^2 \\ &= 2.992.000.000 - 687.500 r - 687.500 m + 2.042r^2 \end{aligned}$$

Dari perhitungan persamaan biaya suplai BTG dan PLN, maka dapat diketahui total biaya dengan sebagai berikut :

$$C_T = C_1 + C_2$$

$$C_T = 137.825.012 - 19.714 m - 19.714 r + 1866.2 m^2 + 2.992.000.000 - 687.500 r - 687.500 m + 2.042r^2$$

$$C_T = 3.129.825.012 - 707.214m - 707.214r + 1866.2 m^2 + 2.042r^2$$

Setelah diketahui persamaannya selanjutnya adalah menentukan biaya minimum tiap suplai energi per tahunnya dengan cara diferensial, dengan perhitungan sebagai berikut,

$$\begin{aligned} \text{PLN} &= \frac{dc}{dm} = 0 \text{ maka,} \\ &- 707.214 + 1866.2 m = 0 \\ m &= \frac{707.214}{1866.2} = 378.95 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BTG} &= \frac{dc}{dm} = 0 \text{ maka,} \\ &- 707.214 + 2.042 r = 0 \\ r &= \frac{707.214}{1878.8} = 346.3 \text{ kW} \end{aligned}$$

dari kapasitas yang diperoleh, maka dapat ditentukan jam kerja minimum dari tiap-tiap suplai :

$$\text{Jam kerja minimum PLN} = \frac{4584 \times 378.95}{3.200} = 533 \text{ Jam}$$

$$\text{Jam kerja minimum BTG} = \frac{4584 \times 346.3}{3.200} = 496 \text{ Jam}$$

4.5 Perhitungan Biaya Energi Berdasarkan Pengaturan Suplai

4.5.1 Suplai Maksimal BTG + PLN (Alternatif I)

Pengaturan suplai alternatif I ini menggunakan daya maksimal yang dihasilkan BTG (3.200 kW) dan kekurangan suplai diperoleh dari PLN.

- BTG

Energi listrik yang dikeluarkan = 12.902.400 kWh

Biaya BTG = energi listrik yang dikeluarkan x Rp/kWh

$$= 12.902.400 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 1.459 = \text{Rp. } 18.824.601.600$$

- PLN

Biaya PLN = Total Energi yang dibangkitkan x TDL

$$= 806.400 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 1.333 = \text{Rp. } 1.074.931.200$$

Total biaya BTG dan PLN

$$= \text{Rp. } 18.824.601.600 + \text{Rp. } 1.074.931.200 = \text{Rp. } 19.899.532.800$$

4.5.2 Suplai Maksimal PLN + BTG (Alternatif II)

Pengaturan suplai alternatif II ini menggunakan daya maksimal PLN (444 kW) dan untuk kurangnya ditambah suplai BTG.

- BTG

Energi listrik yang dikeluarkan = 11.918.592 kWh

Biaya BTG = energi listrik yang dikeluarkan x Rp/kWh

$$= 11.918.592 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 1.459 = \text{Rp. } 17.389.225.728$$

- PLN

Pembagian energi listrik = 1.790.208 kWh

Biaya PLN = Total Energi yang dibangkitkan x TDL

$$= 1.790.208 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 1.333 = \text{Rp. } 2.386.347.264$$

Total biaya BTG dan PLN

$$= \text{Rp. } 17.389.225.728 + \text{Rp. } 2.386.347.264$$

$$= \text{Rp. } 19.775.572.992$$

4.5.3 Hanya menggunakan Suplai PLN (Alternatif III)

Pemilihan pola suplai alternatif III hanya menggunakan suplai PLN saja, tidak ada masalah pada segi *maintenance*. Karena kontrak daya PLN dengan pabrik masih kurang maka diperlukan menambah daya yang lebih tinggi dan memerlukan biaya untuk penambahan nilai kontrak daya kepada PLN.

Pembagian energi listrik = 13.708.800 kWh

Biaya PLN = Total Energi yang dibangkitkan x TDL

$$= 13,708,800 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 1.333 = \text{Rp. } 18.273.830.400$$

4.6 Perhitungan Efisiensi

Perhitungan efisiensi dilakukan setelah pengaturan suplai sehingga didapatkan biaya pengeluaran tiap tahunnya.

4.6.1 Alternatif I

Biaya yang dapat diefisiensikan setelah pengaturan suplai :

ΔT = Biaya sebelum pengaturan suplai – biaya setelah pengaturan suplai

ΔT = Rp.20.329.557.807 – Rp. 19.899.532.800

ΔT = Rp. 430.025.007

Prosentase penghematan (*saving*) yang didapat dari dilakukannya pengaturan suplai yaitu,

$$\text{Saving} = \frac{\Delta T}{\text{Biaya awal}} \times 100\% = \frac{430.025.007}{20329557807} \times 100\% = 2,1 \%$$

Dengan demikian tiap tahunnya perusahaan dapat menekan biaya pengeluaran dari pembangkit sendiri sebesar 2,1 %.

4.6.2 Alternatif II

Biaya yang dapat diefisiensikan setelah pengaturan suplai :

ΔT = Biaya sebelum pengaturan suplai – biaya setelah pengaturan suplai

ΔT = Rp. 20.329.557.807 – Rp.19.775.572.992

ΔT = Rp. 553.984.815

Prosentase *saving* yang didapat dari dilakukannya pengaturan suplai yaitu,

$$\text{Saving} = \frac{\Delta T}{\text{Biaya awal}} \times 100\% = \frac{553.984.815}{20.329.557.807} \times 100\% = 2,7 \%$$

Dengan demikian tiap tahunnya perusahaan dapat menekan biaya pengeluaran dari pembangkit sendiri sebesar 2,7 %.

4.6.3 Alternatif III

Biaya yang dapat diefisiensikan setelah pengaturan suplai :

ΔT = Biaya sebelum pengaturan suplai – biaya setelah pengaturan suplai

ΔT = Rp. 20.329.557.807 – Rp. 18.273.830.400

ΔT = Rp. 2.055.727.407

Prosentase *saving* yang didapat dari dilakukannya pengaturan suplai yaitu,

$$\text{Saving} = \frac{\Delta T}{\text{Biaya awal}} \times 100\% = \frac{2.055.727.407}{20.329.557.807} \times 100\% = 10 \%$$

Dengan demikian tiap tahunnya perusahaan dapat menekan biaya pengeluaran dari pembangkit sendiri sebesar 10 %.

4.7 Perhitungan Biaya Penambahan Daya PLN

Karena kontrak daya pabrik kepada PLN tidak mencukupi beban terpasang, sehingga perlu dilakukan penambahan daya apabila menggunakan Alternatif III dengan perhitungan biaya sebagai berikut :

- Biaya Penyambungan

$$\begin{aligned} \text{Biaya Penyambungan} &= (\text{Daya Kontrak yang diajukan} - \text{Daya Kontrak Sebelumnya}) \times \text{Harga per kWh} \\ &= (3465 - 555) \times \text{Rp. } 63.100 = \text{Rp. } 1.836.210.000 \end{aligned}$$

- Biaya Uang Jaminan = Rp. 779.625.000

∴ Biaya penambahan daya

$$\begin{aligned} &= \text{Biaya Penyambungan} + \text{Biaya Uang Jaminan} \\ &= \text{Rp. } 1.836.210.000 + \text{Rp. } 779.625.000 \\ &= \text{Rp. } 2.615.835.000 \end{aligned}$$

- Biaya Pembelian Trafo

$$\text{Harga Trafo} = \text{Rp. } 230.000.000$$

(Spesifikasi Trafo : 3500 kVA, 400 V, Cos φ= 0.8)

- Biaya Pembelian Panel LVMDP = Rp.12.000.000

Total Biaya = Biaya Penambahan Daya + Biaya Pembelian Trafo +
Biaya Pembelian Panel

$$\begin{aligned} &= \text{Rp. } 2.615.835.000 + \text{Rp. } 230.000.000 + \text{Rp. } 12.000.000 \\ &= \text{Rp. } 2.857.835.000 \end{aligned}$$

4.8 Perhitungan Break Event Point (BEP)

Break Event Point (BEP) digunakan untuk menganalisa proyeksi berapa waktu yang perlukan untuk pengembalian modal awal dalam pembelian trafo dan biaya penyambungan.

Biaya efisiensi sebesar Rp. 2.055.727.407 adalah selama 6 bulan atau dalam 1 periode masa giling maka diperoleh :

$$\text{Biaya Efisiensi per bulan} = \frac{2.055.727.407}{6} = \text{Rp. } 342.621.234$$

$$\text{Break Event Point (BEP)} = \frac{\text{Total Biaya}}{\text{Biaya Efisiensi per bulan}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{2.857.835.000}{342.621.234} = 8,3 \approx 9 \text{ bulan (1,5 periode giling)} \end{aligned}$$

Jadi pembelian biaya penyambungan, pembelian trafo dan panel seharga Rp. 2.857.835.000 dapat dikembalikan dalam kurun waktu 9 bulan yaitu 1,5 periode giling.

5. PENUTUP

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa maka dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain :

- 1) Biaya penggunaan energi BTG yaitu sebesar Rp. 1.459/kWh dan PLN sebesar Rp. 1.333/kWh.
- 2) Efisiensi energi dapat dilakukan dengan pengaturan suplai energi pada pabrik, yaitu alternatif I dengan penghematan (*saving*) sebesar Rp.430.025.007 (2,1%), alternatif II dengan *saving* sebesar Rp. 553.984.815 (2,7%) dan alternatif III dengan *saving* sebesar Rp. 2.055.727.407 (10%).
- 3) Dari ketiga alternatif pengaturan suplai energi yang digunakan, maka pengaturan suplai alternatif III adalah yang paling efisien. Pabrik hanya menggunakan energi listrik dari PLN, dan BTG masih bisa digunakan sebagai sumber energi listrik cadangan ketika terjadi gangguan dari PLN.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cahyo, F, 2011, “*Studi Pemilihan Sumber Energi Listrik di Pabrik Gula PT. Perkebunan Nusantara (PTPN) XI Situbondo*”, Universitas Udayana, Bali
- [2] Dwi, S, 2015, “*Analisis Optimasi Energi Listrik menggunakan Suplai PLN dan BTG (Boiler Turbin Generator) di PT.EASTRENTEX*”, Jurusan Teknik Listrik, Politeknik Negeri Malang.
- [3] Kadir, A, 1995, “*Energi : Sumber daya, Inovasi, Tenaga Listrik dan Potensi Ekonomi*”, Universitas Indonesia, Jakarta.
- [4] Karnoto, 2008, “*Efisiensi Energi Listrik di Kampus Undip Tembalang*”, Undip Press, Tembalang.
- [5] Marsudi, Dj, 2005, “*Pembangkit Energi Listrik*”, Erlangga
- [6] Mehta, VK, Mehta, R, 2005, “*Principles of Power System*”.