

IV. ANALISA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL DI PULAU BAWEAN

1. PERHITUNGAN PERTUMBUHAN BEBAN

Pertama kali listrik masuk di Pulau Bawean pada tahun 1982. Pada tahun 2000 diadakan perencanaan pembangkit yang baik dengan mengambil lokasi Pembangkit Listrik Tenaga Diesel di Pelabuhan Perikanan. Sangkapura Dengan daya 1500 KW dan dengan prediksi penumbuhan beban sebesar 7 %. Untuk jangka waktu yang akan datang dapat dihitung pertumbuhan bebannya dan juga perkiraan berapa lama beroperasinya mesin diesel tersebut dengan cara sebagai berikut

$$P = P' \times (1 + \text{Pertumbuhan beban})^n$$

Dimana P = besar daya selama n tahun

P' = besar daya semula

N tahun ke n

Dari data jumlah daya total dan 6 mesin diesel yang terdapat pada PLTD Sanghapura yang besarnya 2500 KVA. Dan beban puncak yang dihasilkan oleh PLTD Sangkapura yang besarnya 1300 KW atau 1530 KVA, maka dapat diperkirakan berapa tahun mesin diesel dapat beroperasi

$$P = P' \times (1 + \text{Pertumbuhan beban})^n$$

$$2500 = 1530 \times (1 + 0.07)^n$$

$$n = 7.5$$

Jadi dengan daya total 6 mesin diesel yang terdapat pada PLTD terhadap beban puncak yang dihasilkan oleh PLTD .maka dapat diperkirakan bahwa mesin diesel tersebut dapat beroperasi $\pm$ 7.5 tahun.

Sehingga untuk 7:5 tahun yang akan datang diharapkan mesin diesel tersebut dapat dioperasikan lagi dengan baik dan kontinyu.

Pada perencanaan pertumbuhan beban juga diharapkan dapat memenuhi target dari pada GBHN dimana agar produksi listrik yang ada dapat memenuhi 100 Watt per jiwa Sedangkan tabel 3.1 terlihat bahwa produksi listrik pada tahun 2001 belum memenuhi target daripada GBHN yaitu diharapkan setiap jiwa mendapatkan suplai listrik 100 Watt. Jika menurut GBHN, maka berdasarkan jumlah penduduk yang ada, maka dapat diperkirakan daya yang harus disediakan oleh PLTD pulau Bawean adalah sebesar 6 MW.

2. OPERASIONAL PLTD

Adapun operational dari penyalaan genset rata-rata dimulai dari penyalaan genset I atau III **milik** PT. Bukit Jaya Abadi jam 10.30 WIB sebagai lanjutan gabungan dari penyalaan genset sebelumnya (**milik** CV. Gading Murni baik genset yang kedua atau yang ketiga) dengan daya yang dihasilkan 90 – 100 KW. Kadang-kadang setelah jam 12.00 – 13.00 sampai jam 16.00 WIB biasanya genset III **milik** PT. Bukit Jaya Abadi off. digantikan dengan genset yang kedua. Sedangkan genset milik CV. Gading Murni kadang berganti antara genset II dan III yang hidup atau yang mati dengan daya 270 – 420 KW. Setelah jam 16.00 sampai jam

24.00 WIB, dimana jam 17.00 – 22.00 WIB terdapat beban puncak Sehingga genset I, II dan III dari CV. Gading Murni dinyalakan semua dengan daya 205 – 340 KW. Begitu juga dengan genset 1 dan II atau genset I, II dan III milik PT. Bukit Jaya Abadi dinyalakan semua dengan daya 80 – 145 KW. tergantung dari beban yang terpakai. Setelah jam 00.00 sampai 08.00 WIB genset I dan II atau genset II dan III milik CV. Gading Murni yang dinyalakan dengan daya 210 – 440 KW. sedangkan genset milik PT. Bukit Jaya Abadi hanya satu yang dinyalakan, yaitu genset II dengan daya 130 – 14 KW. Setelah jam 08.00 sampai 10.00 WIB hanya genset milik CV. Gading Murni saja yang dinyalakan, baik genset I atau genset II atau genset 1 dan II dengan daya 210 – 350 KW yang dinyalakan tergantung pemakaian gensetnya. Sedangkan genset milik PT. Bukit Jaya Abadi tidak dinyalakan semua. Dan begitu seterusnya.

Dari operasional PLTD dapat dikatakan bahwa pemenuhan untuk sebagian kebutuhan masyarakat pulau Bawean sudah terpenuhi Namun untuk pemenuhan seluruh kebutuhan pulau Bawean dilihat dari daya yang terpasang, maka suplai dari PLTD Sangkapura tidak dapat memenuhi seluruhnya.

3. GANGGUAN PADA PLTD

Adapun gangguan yang sering terjadi pada genset adalah pada waktu mensinkronisasikan antar genset. mesin dieselnnya hunting dan CB pada pen! ulang 20 KVnya. Jika terjadi gangguan biasanya CB pada genset langsung ngetrip. Akibatnya a penyuplaian beban terhenti atau putus

(padam) Hal ini dapat diatasi dengan menyalakan genset lagi secara normal

Tabel 4.1

Gangguan Yang Sering Terjadi di Pulau Bawean

No.	Nama Gangguan	Lama Gangguan
1	Mesin CV Hunting	20 menit
2	Pararel 380 volt CV. Gading	15 menit
3	Bendera jatuh 20 KV	10 menit

4. PEMBAGIAN DAYA

Terlihat pada kurva beban harian, rata-rata setiap harinya jam 17.00 – 22.00 WIB terjadi beban puncak. Hal ini disebabkan di Pulau Bawean butuh sekali penerangan. Dan pada waktu itu banyak peralatan listrik yang dinyalakan. Pada Jam 23.00 WIB pemakaian listrik di Pulau Bawean sudah mulai turun. Hal ini mungkin oleh banyak masyarakat Pulau Bawean yang istirahat. Dari kurva beban harian terlihat bahwa base load sebesar 450 KW. Sehingga dapat dihitung daya dari 1 unit mesin diesel, dimana **yaitu** :

$$\text{Daya input} = \frac{1}{0.7} \times \text{base load}$$

$$= \frac{1}{0.7} \times 450 \text{ KW} = 642.86 \text{ KW atau } 803.57 \text{ KVA}$$

Jadi menurut perhitungan diatas besarnya daya mesin diesel yang harus dipilih daya mesin satu unit sebesar 803.57 KVA – 850 KVA. Hal ini tidak sesuai dengan kenyataan yang ada pada PLTD Sangkapura Pulau Bawean, yaitu 530 KVA dari daya mesin diesel yang terbesar. Sehingga

untuk mengatasi hal ini, digunakan dua mesin diesel. yaitu satu antara mesin diesel milik CV. Gading Murni dan satu mesin diesel milik PT.

Bukit Jaya Abadi

Adapun pembagiannya adalah sebagai berikut

- Untuk satu mesin diesel **milik CV** Gading Murni 80 % dari daya base load

$$\text{Satu mesin diesel membangkitkan} = 80 \% \times 450 \text{ KW} = 360 \text{ KW}$$

- Untuk satu mesin diesel **milik PT** Bukit Jaya Abadi 20 % dari daya base load :

$$\text{Satu mesin diesel membangkitkan} = 20 \% \times 450 \text{ KW} = 90 \text{ KW}$$

Dari data keseluruhan beban daya yang terpasang pada pulau Bawean yaitu sebesar 5.597.850 VA Dapat kita tentukan load faktor yang terdapat di pulau Bawean

Dengan menggunakan rumus

$$\text{Load Faktor} = \frac{\text{Beban Puncak Yang Terpakai (KW)}}{\text{Total Beban Terpasang (KVA)}}$$

$$\text{Load Faktor} = \frac{1300 \text{ KW}}{5597.8 \text{ KVA}}$$

$$\text{Load Faktor} = 0.232$$

Jadi faktor pembebanan pada pulau Bawean adalah 0,232 dari daya pang terpasang sampai saat ini

5. MESIN DIESEL

Pemilihan mesin diesel pada PLTD Sangkapura Pulau Bawean sebagai penggerak mula ditinjau dari :

5.1 Faktor kecepatan

Untuk kecepatan mesin diesel Milik CV. Gading Murni dengan 1500 RPM dan panjang langkah 142 mm (0.466 feet) maka factor kecepataannya :

$$\begin{aligned} C_s &= \frac{n^2 \cdot l}{600.000} \\ &= \frac{1500^2 \cdot (0.466)}{600.000} = 1.7475 \end{aligned}$$

Untuk kecepatan mesin diesel **Milih** PT Bukit Jaya Abadi dengan 1.500 RPM dan panjang langkah 130 mm (0.4265 feet) maka factor kecepataannya :

$$\begin{aligned} C_s &= \frac{n^2 \cdot l}{600.000} \\ &= \frac{1500^2 \cdot (0.4265)}{600.000} = 1.6 \end{aligned}$$

Sehingga $C_s = 1.7475$ dan $C_s = 1.6$ termasuk dalam mesin kecepatan rendah dengan factor kecepatan ≤ 3 . Pemilihan mesin diesel pada PLTD Sangkapura sudah sesuai dengan fungsi PLTD sebagai pembangkit *utama* yang beroperasi secara **kontinyu**

5.2 Jumlah Silinder

Jumlah silinder sebanyak 10 buah dan kecepatan putaran mesin 1500 RPM dimanajumlah dorongan yang terjadi dalam **waktu** 1 detik;

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlahdorongan} &= \frac{n.1}{120} \\
 &= \frac{1500 \times 10}{120} \\
 &= 125
 \end{aligned}$$

Patokan agar sudah tidak terasa light flicker. maka dalam 1 detik jumlah dorongan harus jauh dari 16 dorongan, sehingga pemilihan jumlah silinder 10 buah pada PLTD Sangkapura adalah sudah memenuhi dari standart yang diinginkan.

Mesin diesel yang ada di PLTD Sangkapura pulau Bawean sebagai pembangkit utama yaitu 3 x mesin diesel milik CV. Gading Murni dan 3 x mesin diesel milik PT. Bukit Jaya Abadi sudah *sesuai* dengan ditinjau dari pemilihan mesin untuk suatu pembangkit dan sebaiknya dipilih dari jenis mesin yang sama yaitu nidi. dengan lubang dan jumlah langkah yang sama sehingga diperoleh keuntungan. yaitu :

- Mengurangi jumlah suku cadang yang harus disediakan untuk mencegah lamanya kerusakan.
- Memudahkan operasi dan perawatan untuk petugas PLTD.

6. GENERATOR

Tegangan yang lazim dihasilkan oleh generator adalah 220 V, 380 V dan 6000 V ditambah 5 %.

Pemilihan tegangan untuk generator yang ada di PLTD Sangkapura Pulau Bawean :

$$V_{\text{generator}} = \frac{P}{\sqrt{3} I}$$

Dimana : P = Daya generator (KVA)

I = Arus sebesar 800 A yang disesuaikan besarnya CB

Untuk daya generator 530 KVA milik CV. Gading Murni, maka tegangan generator besarnya :

$$\begin{aligned} V_{\text{generator}} &= \frac{530.000}{\sqrt{3} \times 800} \\ &= 389.7 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Hal ini sesuai dengan generator milik CV. Gading Murni yang terdapat pada PLTD Sangkapura, dimana tegangan yang dihasilkan oleh generator milik CV. Gading Murni adalah 400 Volt.

Sedangkan untuk generator dengan daya 350 KVA milik PT. Bukit Jaya Abadi, maka tegangan generator besarnya :

$$\begin{aligned} V_{\text{generator}} &= \frac{350.000}{\sqrt{3} \times 630} \\ &= 320,75 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Hal ini sesuai dengan generator milik PT. Bukit Jaya Abadi yang terdapat pada PLTD Sangkapura, dimana tegangan yang dihasilkan oleh generator milik PT. Bukit Jaya Abadi adalah 380 Volt.

7. SISTEM BAHAN BAKAR

Dari tabel **kurva** beban harian. pemakaian bahan bakar untuk masing-masing mesin diesel membutuhkan :

- Mesin diesel milik CV. Gading Murni :

Daya yang dihasilkan selama 1 hari = 14725 KWH / hari.

Konsumsi bahan bakar = 0.28 liter / KWH

Bahan bakar yang dibutuhkan = 0.28 liter / KWH x 14725 KWH / hari
= 4 123 liter / hari.

Jadi total kebutuhan bahan bakar yang dipergunakan oleh mesin diesel milik CV. Gading Murni, jika ketiga mesin dieselnnya jalan adalah 3 x 4 123 liter / hari = 12369 liter / hari.

- Mesin diesel milik Pt. Bukit Jaya Abadi :

Daya yang dihasilkan selama 1 hari rata-rata = 31 10 KWH/ hari.

Konsumsi bahan bakar = 0.28 liter, KWH

Bahan bakar yang dibutuhkan = 0.28 liter/ KWH x 31 10 KWH/ hari
= 871 liter/ hari.

Jadi total kebutuhan bahan bakar yang dipergunakan oleh mesin diesel milik PT. Bukit Jaya Abadi, jika **ketiga** mesin dieselnnya jalan adalah 3 x 871 liter/ hari = 2613 liter/ hari.

Adapun daya tampung tangki harian adalah 1000 liter, hal ini sudah sesuai dengan peraturan kebakaran dan batas penyimpanan dalam gedung adalah 909.2 liter. namun tangki harian tidak dapat menampung keseluruhan dan mesin diesel. oleh karena itu. diperlukan tangki penyimpanan kedua (refer tank), dimana tangki harian **ini** mendapat suplai langsung secara terus

menerus dari refer tank (tangki penyimpanan kedua) dengan daya tampung 4 X 10 ton. sehingga tangki harian tidak pernah kosong dan mesin diesel dapat menggunakan bahan bakar secara terus menerus pula. Jarak tangki penyimpanan kedua **ke** tangki harian adalah 10 meter. Sehingga dibutuhkan pompa transfer bahan bakar dari tangki penyimpanan kedua **ke** tangki harian.

Adapun kapasitas pompa sebesar 1 m³/jam Maka kecepatan alir pompa sebesar =

$$\frac{1 \times 1000}{3600} = 0.277 \text{ liter, detik}$$

Sehingga daya pompa

$$P = \frac{0,277 \times 20}{102 \times 0.5} \text{ KW}$$

$$= 0.1086 \text{ KW}$$

Hal ini sesuai dengan daya pompa yang dipakai pada PLTD Sangkapura Pulau Bawean yaitu **0125 KW**.

Dari total kebutuhan bahan bakar yang dipergunakan oleh seluruh mesin diesel milik CV. Gading Murni adalah 4123 liter / hari dan total kebutuhan bahan bakar yang dipergunakan oleh mesin diesel milik PT. Bukit Jaya Abadi adalah 871 liter/hari.

Jadi total keseluruhannya adalah 4123 liter / hari + 871 liter / hari = 4994 liter / hari. Dan slni bisa menentukan besarnya yang digunakan untuk keperluan selama 30 hari. hal ini disesuaikan pengiriman bahan bakar solar yang pengirimannya setiap 30 hari atau sebulan sekali adalah **4994** liter hari x 30 hari = 140820 liter

Hal ini sudah memenuhi storage tank yang ada di pulau Bawean yaitu 3 x 50000 liter Karena kenyataannya selama ini tidal, ada kendala dalam hal bahan bakarnya

Neraca Kalor untuk mesin diesel sebagai berikut

Input energi = fuel consumption (1 K M H) x Calorific Value (kcal/l)

$$0.2811 \text{ KWH} \times 10.000 \text{ kcal/l}$$

$$2810 \text{ kcal/KWH}$$

Input energi 2810 keal KWH dan yang dirubah menjadi daya listrik hanya ± 860 keal Sisanya a dibuang dicerobong asap dipendinginkan, dipergeseran, radiasi dan lain-lain Jadi input energi sebesar 2810 keal/KWH dirubah menjadi

$$\text{- Daya listrik sebesar} = \frac{860 \times 100 \%}{2810} = 30.6 \%$$

$$\text{- Panas yang hilang untuk pendingin } 30\% \quad 30 \% \times 2810 \text{ kcal KWH}$$

$$843 \text{ keal KWH}$$

$$\text{- Panas yang hilang untuk pembuangan gas } 24\%$$

$$24 \% \times 2810 \text{ kcal KWH}$$

$$674,4 \text{ keal KWH}$$

$$\text{- Panas yang hilang dalam pergeseran radiasi dan lain-lain } 6 \%$$

$$6 \% \times 2810 \text{ Keal KWH}$$

$$168.6 \text{ keal KWH}$$

8. SISTEM PEMASUKAN UDARA

Untuk menghitung kebutuhan udara untuk keperluan pembakaran bahan bakar :

$$M_{ta} = \left[\frac{C}{100} \times 11,5 \right] + \left[\frac{H - O/8}{100} \times 34,5 \right] + \left[\frac{S}{100} \times 4,32 \right]$$

Untuk kandungan dalam bahan bakar:

C = 85,6 % ; H = ~~12%~~ S = 0,35 % ; O = 0,6 % maka :

$$\begin{aligned} M_{ta} &= \left[\frac{85,6}{100} \times 11,5 \right] + \left[\frac{12 - 0,6/8}{100} \times 34,5 \right] + \left[\frac{0,35}{100} \times 4,32 \right] \\ &= 9,844 + 4,114 + 0,015 \\ &= 13,973 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Untuk daya mesin sebesar 530 KVA atau 424 KW diambil dari daya mesin yang terbesar. maka :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan udara} &= \frac{1,15 \text{ Mta.fc.P}}{B_j} \\ &= \frac{1,15 \times 13,973 \times 0,281 \times 424}{1,29} \\ &= 1484,123 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Saringan udara yang seharusnya dipakai di PLTD Sangkapura Pulau Bawean adalah 1500 atau 2000 m³/jam.

9. SISTEM PEMBUANGAN GAS

Kerapatan udara pada 29° C

$$\begin{aligned}\rho_{\text{udara}, 29^{\circ}\text{C}} &= \frac{1,033 \times 10^{-4}}{29,73 \times 302} \\ &= 1,169 \text{ Kg/m}^3\end{aligned}$$

Kerapatan gas buang pada 300° C

$$\begin{aligned}\rho_{\text{udara}, 300^{\circ}\text{C}} &= \frac{1,033 \times 10^{-4}}{29,73 \times 573} \\ &= 0,616 \text{ Kg m}^3\end{aligned}$$

Untuk inenghitung panjang pipa buang dengan menggunakan persamaan

$$\begin{aligned}L &= P/(\rho_{\text{udara}} - \rho_{\text{gas}}) \\ &= 10/(1,169 - 0,616) \\ &= 18,08 \text{ m}\end{aligned}$$

Pipa buang dipakai di PLTD Sangkapura Pulau Bawean sebaiknya sepanjang 18.2 m