

# EFISIENSI PEMBEBANAN PLTGU PT. KRAKATAU DAYA LISTRIK DENGAN PERHITUNGAN SPECIFIC FUEL CONSUMPTION UNTUK MEMINIMALKAN BIAYA PRODUKSI LISTRIK

Budi Santosa<sup>1)</sup>, Muchamad Nur Qosim<sup>2)</sup>, Fahmi Abdul Ajiz<sup>3)</sup>

Teknik Elektro, STT-PLN

<sup>1</sup>budi.santoso@sttpln.acid

<sup>2</sup>mn\_qosim@yahoo.com

<sup>3</sup>fahmialajiz@gmail.com

**Abstract :** *PT. Krakatau daya listrik (KDL) is a company engaged in the electrical power plant. Krakatau Daya Listrik power plant has a capacity of 3X40 MW that operate with natural gasfuel. Electrical production of PT. Krakatau Daya Listrik used to supply electricity to the entire industrial area of Krakatau, which is biggest customers is PT. Krakatau Steel (KS), Electrical supply from PT. Krakatau Daya Listrik Used to operate PT. Krakatau Steel for electrical arc furnace. The steel smelting process required enormous power and fluctuate greatly, resulting in a loadchange that varies greatly in Krakatau Daya Plant. The load change can affect and Krakatau Daya Listrik Power plant efficiency, it is the increase in powerplant fuel consumption. This paper will calculated the fuel that influenced by the changes of power plant efficiency of PT. Krakatau Daya Listrik..*

**Keywords:** *load change, efficiency and fuel.*

**Abstrak :** *PT. Krakatau Daya Listrik (KDL) adalah perusahaan yang bergerak dibidang pembangkitan energi listrik. Pembangkit Krakatau Daya Listrik mempunyai kapasitas 3x40 MW yang beroperasi dengan bahan bakar gas alam. Produksi listrik PT. Krakatau Daya Listrik digunakan untuk mensuplai kebutuhan energi listrik ke seluruh Kawasan industri Krakatau, dimana konsumen terbesarnya adalah PT. Krakatau Steel (KS). Suplai listrik dari PT. Krakatau Daya Listrik digunakan PT. Krakatau steel untuk mengoperasikan dapur busur listrik peleburan baja. Pada proses peleburan baja dibutuhkan daya yang sangat besar dan sangat berfluktuasi, sehingga terjadi perubahan beban yang sangat bervariasi pada pembangkit Krakatau Daya Listrik. Dimana perubahan beban ini dapat mempengaruhi efisiensi pembangkit Krakatau Daya Listrik, dampaknya meningkatkan bahan bakar yang dikonsumsi pembangkit tersebut. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan bahan bakar yang dipengaruhi oleh perubahan efisiensi pada PLTGU PT. Krakatau DayaListrik.*

**Kata Kunci :** *perubahan beban, efisiensi dan bahan bakar*

## 1. PENDAHULUAN

PT. Krakatau Daya Listrik yang merupakan anak perusahaan PT.Krakatau Steel yang mempunyai kapasitas daya terpasang PLTGU 3x40 MW. Bahan bakar yang mensuplai daya untuk PT. Krakatau Steel digunakan adalah gas alam. Peningkatan kebutuhan daya listrik PT. Krakatau Steel ini tidak lain untuk proses produksi baja. yang menggunakan dapur busur listrik peleburan baja.

Pada proses peleburan baja dibutuhkan daya yang sangat besar dan

berfluktuasi, sehingga terjadi perubahan beban yang bervariasi pada pembangkit PT. Krakatau Daya Listrik. Perubahan beban yang bervariasi tersebut tentunya mempengaruhi efisiensi dari pembangkit PT. Krakatau Daya Listrik. Dari sudut pandang diatas maka di dalam penelitian ini akan menitik beratkan pada perhitungan bahan bakar yang di pengaruhi oleh perubahan efisiensi pada pembangkit PT. Krakatau Daya Listrik.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pembebanan dan pola operasi Pembangkit Listrik Tenaga Gas

dan Uap PT. Krakatau Daya Listrik dan mengetahui efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap PT. Krakatau Daya Listrik.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Pusat Listrik Termal

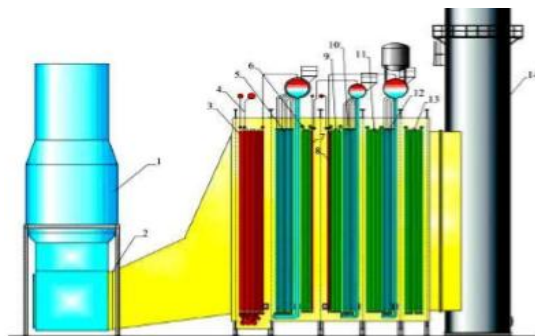
Pusat listrik termal adalah pusat-pusat tenaga listrik yang menggunakan bahan bakar sebagai energi primer yang kemudian dikonversikan menjadi energi listrik.

### 2.2. Bagian-bagian PLTGU

#### 2.2.1.HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*)

Bagian-bagian HRSG dibuat dalam bentuk jadi (*pre-assembled*) dimana bagian-bagian tersebut telah dikerjakan di bengkel pabrikan dan diangkut ke tempat pemasangan.

Peralatan utama HRSG dapat diidentifikasi seperti gambar berikut:



**Gambar 1:** Peralatan Utama HRSG  
Sumber : PT. Krakatau Daya Listrik

#### Keterangan Gambar :

1. Diverter box, bypass stack, and bypass stack silencer.
2. Blanking plate for conversion to simple cycle operation.
3. Superheater.
4. Reheater.
5. High pressure evaporator.
6. High pressure economizer.
7. Intermediate pressure evaporator.
8. Low pressure superheater.
9. High pressure economizer.
10. Intermediate pressure evaporator.
11. Intermediate pressure economizer.
12. Low pressure evaporator.
13. Low pressure economizer.
14. Stack and silencer.

### 2.2.2.Instalasi Turbin Uap

Karena siklus PLTGU merupakan gabungan antara siklus PLTG dengan PLTU, maka komponen utama PLTGU adalah PLTU beserta sistem dan peralatan bantuannya. Bagian PLTU pada siklus PLTGU tersebut, antara lain :

1. Turbin Uap
2. Pompa Air Pengisi
3. Kondensor
4. Deaerator

### 2.3. Cara Start PLTGU

Motor penggerak (*Prime Mover*), yaitu Diesel, starting motor, Generator sebagai motor, memutar poros turbin gas sampai kekuatan bahan bakar dapat menggantinya.

Kompresor Utama bergerak karena satu poros dengan motor penggerak mula, menghisap udara bertekanan yang berfungsi untuk menaikkan tekanan dan temperatur udara sebelum masuk ke ruang bakar.

Setelah udara dihisap oleh kompresor dan bertekanan dimasukkan kedalam Ruang Bakar (*Combustion Chamber*) dicampur dengan bahan bakar gas (BBG) lalu kemudian dibakar. Apabila proses pembakaran telah memenuhi syarat segitiga api yaitu: adanya udara (*air*), bahan bakar (*fuel*) dan sumber pemicu (*ignition source*), hasil pembakaran berupa gas bertekanan memutar turbin gas. Turbin berfungsi untuk mengubah energi thermal dari hasil pembakaran didalam ruang bakar menjadi energi kinetik dalam sudu tetap kemudian menjadi energi mekanik dalam sudu jalan sehingga energi mekanik akan memutar poros turbin. Gas buang dari turbin gas yang suhunya masih tinggi,  $\pm 450^{\circ}\text{C}$ . Gas buang ini bisa dimanfaatkan dengan boiler khusus gas buang yang di sebut "*Heat Recovery Steam Generator*" (HRSG). Gas buang HRSG digunakan untuk memutar steam turbin generator. Steam turbin generator berputar menggerakkan generator. Generator bergerak menghasilkan listrik.

### 2.4 SFC (*Specific Fuel Consumption*)

*Specific Fuel Consumption* dapat diterjemahkan kedalam bahasa Indonesia sebagai Pemakaian Bahan Bakar Spesifik

definisinya  $SFC = \frac{\text{Jumlah pemakaian bahan bakar}}{\text{Jumlah produksi kWh}} \text{ (MMBTU/kWh)}$

Tentu saja pengertian ini hanya berlaku bagi unit pembangkit termis saja. Jumlah pemakaian bahan bakar cair biasanya dinyatakan dalam liter, bahan bakar padat dalam kilo gram dan bahan bakar gas dalam *Million Nominal Cubic Foot*. SFC adalah angka yang menggambarkan efisiensi unit pembangkit. Untuk PLTU yang menggunakan batu-bara, angka SFC nya tergantung kualitas batu-baranya begitu pula untuk bahan bakar gas.

Satuan konversi :

1 kCal = 0,001163 kWh (satuan energi)

1 MMSCF (Million Standard Cubic Feet) = 1.000 MMBTU

1 BTU (British Thermal Unit) = 0,0002930 kWh

1 MMBTU (Million British Thermal Unit) = 293,2972222222 kWh

1 kCal = 1000 cal

### 2.5 Perhitungan Efisiensi PLTGU

Untuk menghitung efisiensi PLTGU menggunakan rumus:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Karakteristik PLTGU PT. Krakatau Daya Listrik

Penelitian ini dilakukan di PT. Krakatau Daya Listrik dengan karakteristik sebagai berikut :

Pusat Listrik Tenaga Gas dan Uap PT. Krakatau Daya Listrik dengan kapasitas daya mampu nominal 120 MW yaitu :

1. 2 buah unit Generator Turbin Gas (GTG 1.1, dan GT 1.2) dengan kapasitas pembangkitan 2 x 40 MW.
2. 1 buah unit Steam Turbine dengan kapasitas pembangkitan 1 x 40 MW, berasal dari PLTG kedua unit Generator Turbin diatas.

**Tabel 1:** Karakteristik Steam Turbin Generator

SPESIFIKASI	TURBIN	SPESIFIKASI	GENERATOR
Merk	Siemens	Type	SST 400
Turbine Number	270 T 273	Poles	2
Year Built	2012	Phase	3
Rotation	3000 rpm	Connection	Type " WYE"
Stages	17	Frequency	50 Hz
Steam HP Pressure	72 Bar/g	Steam LP Pressure	2,8 Bar/g
Steam HP Temperature	538 ° C	Steam LP Temperature	216° C
Power Factor	0.85	Power	44500 KVA
Voltage	11,5 kv	Country Of Origin	Czech Rep

Metode penelitian ini menggunakan metode sfc (*Specific Fuel Consumption*)

### 3.2 Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar dan Efisiensi Berdasarkan Pembebanan PLTGU

Data pembangkit PLTGU PT. Krakatau Daya Listrik :

PLTG

$$2 \times 40 \text{ MW} = 80 \text{ MW}$$

$$\text{Output} = 80 \text{ MW} \times 24 \text{ h}$$

$$= 1.920 \text{ MWH}$$

$$= 1.920 \times 10^3 \text{ kWh}$$

**Tabel 4.2.** Konsumsi Bahan-bakar Gas PLTGU PT. Krakatau Daya Listrik

Unit PLTG	Pemakaian Gas	Pemakaian Sendiri (kWh)
	Energi (MMBTU) / Hari	
G.T.G 1	9.347,44	3.500
G.T.G 2	9.347,44	3.500

Sumber : Data PT. Krakatau Daya Listrik

Dari PLTGU PT. Krakatau Daya Listrik  $P_{in}$  sudah dalam satuan MMBTU. Jadi, Perhitungan juga dalam satuan MMBTU.

Perhitungan Pemakaian Gas Unit PLTG (Per Hari) :

$$\text{Unit I (G.T.G 1)} = 9.347,44 \text{ MMBTU}$$

$$\text{Unit II (G.T.G 2)} = 9.347,44 \text{ MMBTU}$$

Jadi Total Pemakaian Gas PLTG (per hari) = 18.694,88 MMBTU

$$\text{Pemakaian Gas PLTG (per jam)} := \frac{\text{Pemakaian Gas Total PLTG (per hari)} \times 1 \text{ Unit PLTG (MW)}}{\text{Daya Terpasang PLTG (MW)}}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{18.694,88 \text{ MMBTU} \times 33(\text{MW})}{66 \text{ MW}} \\
&= 9.347,44 \left( \frac{\text{MMBTU}}{\text{hari}} \right) \\
&= \frac{9.347,44 \left( \frac{\text{MMBTU}}{\text{hari}} \right)}{24 \text{ Jam}} \\
&= 389,476 \left( \frac{\text{MMBTU}}{\text{Jam}} \right)
\end{aligned}$$

PLTU

$$\begin{aligned}
1 \times 40 \text{ MW} &= 40 \text{ MW} \text{ merupakan daya mampu nominal PLTU} \\
&= 40 \text{ MW} \times 24 \text{ Jam} \\
&= 960 \text{ MWh} \\
&= 960 \times 10^3 \text{ kWh}
\end{aligned}$$

Jadi, untuk total daya mampu nominal PLTGU (*output*)

$$\begin{aligned}
&= \sum \text{output PLTG} + \text{output PLTU} \\
&= 1.920 \times 10^3 + 960 \times 10^3 \text{ kWh} \\
&= 2.880 \times 10^3 \text{ kWh}
\end{aligned}$$

### 3.3 Perhitungan Efisiensi PLTG Dan PLTGU Beban Penuh

Untuk Efisiensi PLTG

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

1. Pada Saat Beban 0 MW  
Diasumsikan daya kompresor 25% x Daya output  
Daya Kompersor 25% x 33 MW = 8,25 MW

Jadi, bahan bakar pada saat beban nol :  
Data input :

$$\frac{\text{Pemakaian Gas Total PLTG per Jam} \left( \frac{\text{MMBTU}}{\text{Jam}} \right) \times \text{Daya kompresor (MW)}}{1 \text{ Unit PLTG (MW)}}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{389,476 \left( \frac{\text{MMBTU}}{\text{Jam}} \right) \times 8,25(\text{MW})}{33(\text{MW})} \\
&= 97,369 \left( \frac{\text{MMBTU}}{\text{Jam}} \right) \\
&= 97,369 \left( \frac{\text{MMBTU}}{\text{Jam}} \right) \times 10^6 \times 0,0002930 \text{ kWh} \\
&= 28.529,117 \text{ kW} \\
&= 28,529117 \text{ MW}
\end{aligned}$$

2. Untuk Daya Output 40 MW

Pemakaian Gas Total PLTG  $\left( \frac{\text{MMBTU}}{\text{Jam}} \right) \times 10^6 \times 0,0002930 \text{ kWh}$

$$\begin{aligned}
&= 389,476 \left( \frac{\text{MMBTU}}{\text{Jam}} \right) \times 10^6 \times 0,0002930 \text{ kWh} \\
&= 114.116,468 \text{ kW} \\
&= 114,116468 \text{ MW} \\
\eta &= \frac{33 \text{ MW}}{114,116468 \text{ MW}} \times 100 \%
\end{aligned}$$

$$\eta = 28,91 \%$$

3. Untuk Daya Output 80 MW

Pemakaian Gas Total PLTG  $\left( \frac{\text{MMBTU}}{\text{Jam}} \right) \times 10^6 \times 0,0002930 \text{ kWh}$

$$\begin{aligned}
&= 778,952 \left( \frac{\text{MMBTU}}{\text{Jam}} \right) \times 10^6 \times 0,0002930 \text{ kWh} \\
&= 228.233,327 \text{ kW} \\
&= 228,233327 \text{ MW} \\
\eta &= \frac{66 \text{ MW}}{228,233327 \text{ MW}} \times 100 \% \\
\eta &= 28,91 \%
\end{aligned}$$

4. Untuk Daya Output 120 MW

Pemakaian Gas Total PLTG  $\left( \frac{\text{MMBTU}}{\text{Jam}} \right) \times 10^6 \times 0,0002930 \text{ kWh}$

$$\begin{aligned}
&= 778,953 \left( \frac{\text{MMBTU}}{\text{Jam}} \right) \times 10^6 \times 0,0002930 \text{ kWh} \\
&= 228.233,327 \text{ kW} \\
&= 228,233327 \text{ MW} \\
\eta &= \frac{106 \text{ MW}}{228,233327 \text{ MW}} \times 100 \% \\
\eta &= 46,44 \%
\end{aligned}$$

### 3.4 Perhitungan Efisiensi Pada Saat Beban 50% 1 PLTG + PLTU 16,7%

$$\frac{\text{Pemakaian Gas Total PLTG per Jam} \left( \frac{\text{MMBTU}}{\text{Jam}} \right) \times \text{Daya kompresor (MW)}}{\text{Daya Terpasang (MW)}}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{389,476 \left( \frac{\text{MMBTU}}{\text{Jam}} \right) \times 8,25(\text{MW})}{16,5 \text{ (MW)}} \\
&= 194,738 \left( \frac{\text{MMBTU}}{\text{Jam}} \right) \\
&= 194,738 \left( \frac{\text{MMBTU}}{\text{Jam}} \right) \times 10^6 \times 0,0002930 \text{ kWh} \\
&= 57.058,331 \text{ kW} \\
&= 57,058331 \text{ MW} \\
\eta &= \frac{16,5 \text{ MW}}{57,058331 \text{ MW}} \times 100\% \\
\eta &= 28,91 \% \\
\eta &= \frac{20 \text{ MW}}{57,058331 \text{ MW}} \times 100\% \\
\eta &= 35,05 \%
\end{aligned}$$

### 3.5 Perhitungan Efisiensi PLTGU Untuk 1 PLTG + PLTU 33,3%

Pemakaian Gas Total PLTG  $\left( \frac{\text{MMBTU}}{\text{Jam}} \right) \times 10^6 \times 0,0002930 \text{ kWh}$

$$\begin{aligned}
&= 389,476 \left( \frac{\text{MMBTU}}{\text{Jam}} \right) \times 10^6 \times 0,0002930 \text{ kWh} \\
&= 114.116,468 \text{ kW} \\
&= 114,116468 \text{ MW}
\end{aligned}$$

$$\eta = \frac{33 \text{ MW}}{114,116468 \text{ MW}} \times 100 \%$$

$$\eta = 28,91 \%$$

$$\eta = \frac{40 \text{ MW}}{114,116468 \text{ MW}} \times 100\%$$

$$\eta = 35,05 \%$$

### 3.6 Perhitungan Efisiensi PLTGU Untuk 2 PLTG + PLTU 66,7%

$$\text{Pemakaian Gas Total PLTG} \left( \frac{\text{MMBTU}}{\text{Jam}} \right) \times 10^6 \times 0,0002930 \text{ kWh}$$

$$= 778,952 \left( \frac{\text{MMBTU}}{\text{Jam}} \right) \times 10^6 \times 0,0002930 \text{ kWh}$$

$$= 228.233,327 \text{ kW}$$

$$= 228,233327 \text{ MW}$$

$$\eta = \frac{66 \text{ MW}}{228,233327 \text{ MW}} \times 100 \%$$

$$\eta = 28,91 \%$$

$$\eta = \frac{80 \text{ MW}}{228,233327 \text{ MW}} \times 100\%$$

$$\eta = 35,05 \%$$

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Analisa Efisiensi Unit PLTG

Analisa efisiensi pada satu unit PLTG beroperasi dengan Daya Output 33 MW, Daya Input 114,116468 MW didapat efisiensi sebesar 28,91%. Efisiensi satu unit PLTG akan lebih tinggi apabila satu unit PLTG + 50% PLTU. Karena pada prinsipnya PLTU (*Steam Turbin Uap*) memanfaatkan gas buang dari PLTG.

Analisa efisiensi pada dua unit PLTG beroperasi dengan Daya Output 66 MW, Daya Input 228,233327 MW didapat efisiensi sebesar 28,91 %. Efisiensi dua unit PLTG akan lebih tinggi apabila dua unit PLTG + 100% PLTU. Karena pada prinsipnya PLTU (*Steam Turbin Uap*) memanfaatkan gas buang dari PLTG.

Pada dua unit PLTG + 100% PLTU beroperasi tentu efisiensi yang didapat lebih tinggi. Jika dibandingkan dengan dua unit PLTG operasi tanpa mengoperasikan unit PLTU, karena pada prinsipnya PLTU (*Steam Turbin Uap*) memanfaatkan gas buang dari PLTG. Untuk mendapatkan efisiensi PLTGU setinggi mungkin maka PLTU (*Steam Turbin Uap*) harus segera diaktifkan.

Analisa efisiensi pada satu unit PLTG 50% (16,5 MW) beroperasi dengan Daya Output 16,5 MW, Daya Input 57,058331

MW didapat efisiensi sebesar 28,91 %. Efisiensi ini cukup tinggi, karena pada saat 50% PLTG (16,5 MW) beroperasi, PLTU (*Steam Turbin Uap*) segera diaktifkan.

Sedangkan pada Daya Output 20 MW, Daya Input 57,058331 MW didapat efisiensi sebesar 35,05 %. Karena pada prinsipnya PLTU (*Steam Turbin Uap*) memanfaatkan gas buang PLTG, semakin besar gas buang PLTG yang dimanfaatkan oleh HRSG maka efisiensinya juga semakin tinggi

Efisiensi pada satu unit PLTG (33 MW) beroperasi dengan Daya Output 33 MW, Daya Input 114,116468MW didapat efisiensi sebesar 28,91 %. Karena pada satu unit PLTG (33 MW) beroperasi PLTU (*Steam Turbin Uap*) belum diaktifkan.

Sedangkan pada Daya Output 40 MW, Daya Input 114,116468 MW didapat efisiensi sebesar 35,05 %. Karena pada prinsipnya PLTU (*Steam Turbin Uap*) memanfaatkan gas buang PLTG, semakin besar gas buang PLTG yang dimanfaatkan oleh HRSG maka efisiensinya juga semakin tinggi.

Efisiensi pada dua unit PLTG (66 MW) beroperasi dengan Daya Output 66 MW, Daya Input 228,233327 MW didapat efisiensi sebesar 28,91 %. Karena pada saat dua unit PLTG beroperasi PLTU (*Steam Turbin Uap*) belum diaktifkan.

Sedangkan pada Daya Output 80 MW, Daya Input 228,233327 MW didapat efisiensi sebesar 35,05 %. Karena pada prinsipnya PLTU (*Steam Turbin Uap*) memanfaatkan gas buang PLTG, semakin besar gas buang PLTG yang dimanfaatkan oleh HRSG maka efisiensinya juga semakin tinggi. Untuk mendapatkan efisiensi PLTGU setinggi mungkin pada saat unit PLTG beroperasi PLTU harus segera diaktifkan.

**Tabel 2:** untuk 2 PLTG + PLTU 66,7%

Output	Fuel Consumption (MW)	Input (MW)	Efisiensi (%)
0	97,369	28,5291	0
33	389,476	114,116	28,91
66	778,952	228,233	35,05
80	778,952	228,233	35,05

## 4.2 Hasil kurva efisiensi

**Tabel 3 :** 2 PLTG dengan 2 pemakaian bahan bakar beban nol

Output	Fuel Consumption (MW)	Input (MW)	Efisiensi (%)
0	97,369	28,5291	0
40	389,476	114,116	28,91
80	778,952	228,233	28,91
120	778,952	228,233	46,44

**Tabel 4:** 1 PLTG 50% + PLTU 16,7%)

Output	Fuel Consumption (MW)	Input (MW)	Efisiensi (%)
0	97,369	28,5291	0
16,5	194,738	57,0583	28,91
20	194,738	57,0583	35,05

**Tabel 5:** untuk 1 PLTG + PLTU 33,3%

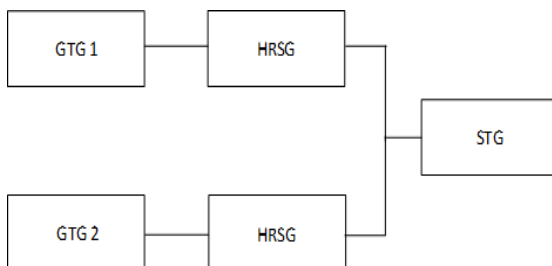
Output	Fuel Consumption (MW)	Input (MW)	Efisiensi (%)
0	97,369	28,5291	0
33	389,476	114,116	28,91
40	389,476	114,116	35,05

## 4.3 Pola Operasi PLTGU PT. Krakatau Daya Listrik

PLTGU PT. Krakatau Daya Listrik terdiri dari 2 PLTG dan 1 PLTU Dengan kapasitas 2 x 40 MW dan 1 x 40 MW.

2 PLTG = 1 PLTU

1 PLTG = 1/2 PLTU



**Gambar 2.** Skema Pola Operasi PLTGU

## 4.4 Pola Operasi (1 PLTG + 1 HRSG + 50% PLTU)

Output :

1 PLTG = 33 MW

50% PLTU =  $40 \text{ MW} \times \frac{50}{100} = 20 \text{ MW} +$

33 MW = 53 MW

Input :

114,116468 MW

$$\eta = \frac{53 \text{ MW}}{114,116468 \text{ MW}} \times 100\%$$

$$\eta = 46,44 \%$$

Analisa pada pola operasi (1 PLTG + 1 HRSG + 50% PLTU) didapat efisiensi cukup tinggi sebesar 46,44 %. Karena pada saat 1 unit PLTG beroperasi, PLTU (Steam Turbin uap) sudah diaktifkan sebesar 50%.

Karena pada prinsipnya PLTU (Steam Turbin uap) memanfaatkan gas buang dari PLTG, semakin besar gas buang PLTG yang dimanfaatkan oleh HRSG (untuk memanaskan air menjadi uap didalam Steam Drum) maka efisiensi PLTGU semakin tinggi.

## 4.5 Pola Operasi (2 PLTG + 2 HRSG + 100% PLTU)

2 PLTG = 66 MW

100% PLTU = 40 MW + 66 MW = 106 MW

Input :

228,232936 MW

$$\eta = \frac{106 \text{ MW}}{228,232936 \text{ MW}} \times 100\%$$

$$\eta = 46,44 \%$$

Analisa pada pola operasi (2 PLTG + 2 HRSG + 100% PLTU) didapat efisiensi cukup tinggi sebesar 44,4 %. Karena pada saat 2 unit PLTG beroperasi, PLTU (Steam Turbin uap) sudah diaktifkan sebesar 100%.

Karena pada prinsipnya PLTU (Steam Turbin uap) memanfaatkan gas buang dari PLTG, semakin besar gas buang PLTG yang dimanfaatkan oleh HRSG (untuk memanaskan air menjadi uap didalam Steam Drum) maka efisiensi PLTGU semakin tinggi.

## 5. KESIMPULAN

1. Operasi PLTGU paling efektif yaitu pada saat beban penuh efisiensinya sebesar 46,44 %. Karena pada prinsipnya PLTU (Steam Turbin Uap) memanfaatkan gas buang dari PLTG, semakin besar gas buang PLTG yang dimanfaatkan oleh HRSG (untuk memanaskan air menjadi uap didalam steam drum) maka efisiensi PLTGU semakin tinggi

2. Pengoperasian unit PLTG tanpa mengaktifkan PLTU (*Steam Turbin Uap*) akan boros pemakaian gas dan efisiensinya rendah 28,91 %.
3. Pembebanan PLTGU adalah dengan memanfaatkan energi HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*) sebanyak mungkin, sehingga perbandingan pembebanan PLTG dan PLTU tepat.

## 6. REFERENSI

1. PT. Krakatau Daya Listrik
  2. Ir. Sambodho Sumani, *Pembangkitan Energi Listrik*, tahun 2013
  3. Ir. Djiteng Marsudi, *Pembangkit Energi Listrik, Edisi Kedua*. Jakarta : Erlangga. 2011.
  4. Ir. Djiteng Marsudi, *Operasi Sistem Tenaga Listrik*, Balai Penerbit Humas ISTN Bumi Srengseng Indah, 8 Juni 1990.
  5. Marsudi Djiteng Ir. *Operasi Sistem Tenaga Listrik* (Yogyakarta, Graha Ilmu 2006)
  6. Marsudi Djiteng Ir. *Pembangkit Energi Listrik* (Jakarta, Erlangga 2005)
  7. Santoso Agung Yudas, *Dasar Pengoperasian PLTGU Edisi I* (Jakarta, 2014)
  8. Thomas C. Elliot, Kao Chen, Robert C. Swanekamp-“Standard Handbook of Power Plant Engineering” Mc Graw – Hill, Second Edition 1998.
- [1]. Young & Freedman – Fisika Universitas Jilid 2. (Jakarta Erlangga).