

## ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN BAHAN BAKAR PLTMG TERHADAP PLTG DI PUSAT LISTRIK BALAI PUNGUT – DURI

Novi Gusnita<sup>1</sup>, Bayu Prima<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi,  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
Jl. HR Soebrantas No. 155 Panam Pekanbaru

(0761) 589026, fax Institusi

e-mail: <sup>1</sup>novigusnitamzd@gmail.com, <sup>2</sup>Bp20.bayuprima@gmail.com

### ABSTRAK

Pengoperasian pembangkit listrik perlu dilakukan meminimalan biaya operasi, agar daya beban tetap terpenuhi, sedangkan biaya operasi dapat ditekan, salah satunya harga bahan bakar. Salah satu upaya pemerintah untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak dengan skenario Gasifikasi, dengan pertimbangan gas bumi lebih efektif dan efisien, penggunaan lebih praktis dan emisinya lebih ramah lingkungan jika dibandingkan bahan bakar minyak. Penelitian ini membandingkan penggunaan bahan bakar pada PLTMG dan PLTG di pusat listrik Balai Pungut secara teknis dan ekonomi dengan menggunakan metode langsung. Berdasarkan analisa teknis produksi listrik PLTG lebih besar dibandingkan PLTMG yaitu sebesar 14.619,3 kWh dan PLTMG sebesar 13.889,8 kWh, tetapi waktu operasi PLTMG lebih besar dibandingkan PLTG dikarenakan perawatan PLTG lebih sering dibandingkan PLTMG. Hal ini dibuktikan dengan Heat Rate PLTG jauh lebih besar dibandingkan PLTMG yaitu 14.369,18 Btu/kwh sedangkan PLTMG 9002,88 Btu/kwh. Sedangkan Effisiensi Thermal PLTMG lebih bagus dibandingkan PLTG yaitu 37% dan PLTG 23%. Sedangkan dalam analisa Ekonomi biaya produksi PLTMG Rp.750 per kWh sedangkan PLTG Rp. 1120,78, berdasarkan biaya produksi tersebut PLTMG lebih menguntungkan yaitu Rp. 22.914.397.100 lebih besar diandingkan PLTG sebesar Rp. 219.170.000. Berdasarkan perhitungan tersebut dapat dikatakan PLTMG lebih unggul dibandingkan PLTG.

**Kata Kunci :** PLTG, PLTMG, Bahan Bakar, Analisa Teknis, Analisa Ekonomi

### ABSTRACT

*Operation Electric power plants need to be minimized operating costs, so that load power remains met, while operating costs can be suppressed, one of which fuel prices. One of the government's efforts to reduce the use of fuel oil with Gasification scenario, with the consideration of natural gas more effective and efficient, more practical use and emission more environmentally friendly when compared to fuel oil. This study compares the use of fuel in PLTMG and PLTG in electricity center of Balai Pungut technically and economically. Based on technical analysis, PLTG production is bigger than PLTMG that is 14,619.3 kWh and PLTMG 13,889,8 kWh, but PLTMG operating time is bigger than PLTG because PLTG is more frequent than PLTMG. This is evidenced by the Heat Rate PLTG much larger than the PLTMG of 14,369.18 Btu / kwh while the PLTMG 9002.88 Btu / kwh. While Thermal Efficiency PLTMG better than PLTG that is 37% and 23% of PLTG. While in the economic analysis PLTMG production cost Rp.750 per kilowatt while the PLTG Rp. 1120.78, based on the production cost is more profitable PLTMG that is Rp. 22,914,397,100 larger than PLTG is Rp. 219,170,000. Based on these calculations can be said PLTMG is superior to PLTG.*

**Keywords:** PLTG, PLTMG, Fuel, Technical Analysis, Economic Analysis.

---

#### Corresponding Author:

Novi Gusnita,  
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Suska Riau  
Email: novigusnitamzd@gmail.com

---

## Pendahuluan

Kebutuhan energi listrik merupakan kebutuhan primer manusia saat ini, kebutuhan listrik hampir menjadi kebutuhan baik dari kalangan industri, perkantoran, maupun masyarakat umum. Di Indonesia pemenuhan kebutuhan listrik masih sebagian besar menggunakan layanan PT.PLN (Perusahaan Listrik Negara). PT. PLN selalu berupaya meningkatkan kapasitas produksi listrik untuk tercapainya permintaan listrik yang selalu meningkat setiap tahunnya.

Pembangkit listrik di Indonesia sebagian besar berasal dari pembangkit listrik konvensional dengan pemanfaatan bahan bakar minyak, gas, uap dan lain-lainnya. Sedangkan produksi listrik di Provinsi Riau sebesar 479,81 MW, yang berasal dari berbagai sumber. Kapasitas yang terbesar berasal dari PLTG dan PLTMG dengan Kapasitas 160,80 MW dan 116 MW, kemudian PLTA dan PLTD masing – masing dengan kapasitas 114 MW dan 89,01 (ESDM,2016).

Permasalahan utama industri pembangkitan tenaga listrik saat ini adalah besarnya penggunaan bahan bakar minyak sebagai bahan bakar pembangkit listrik yang akan menambah biaya produksi listrik. Salah satu upaya pemerintah untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak adalah dengan skenario Gasifikasi penggunaan bahan bakar minyak dengan pertimbangan gas bumi lebih efektif dan efisien, penggunaan lebih praktis dan emisinya lebih ramah lingkungan jika dibandingkan dengan solar. (Harumsari, 2012)

Uraian diatas mendasari penelitian ini yang menganalisa skenario gasifikasi penggunaan bahan bakar minyak, penelitian difokuskan di Pusat Listrik Balai Pungut dengan dua Pembangkit Gas yaitu PLTMG dan PLTG, dimana PLTMG masih menggunakan Solar. PLTMG adalah Pembangkit yang dapat menggunakan Gas dan Solar dan PLTG adalah Pembangkit yang menggunakan Gas saja sebagai bahan bakar. Produksinya dengan Kapasitas Terpasang terpasang pada PLTMG Balai Pungut 16,1 MW dan daya mampu 15,6 MW, Sedangkan PLTG Balai Pungut dengan Kapasitas Terpasang 20 MW dan daya mampu 16,8 MW.

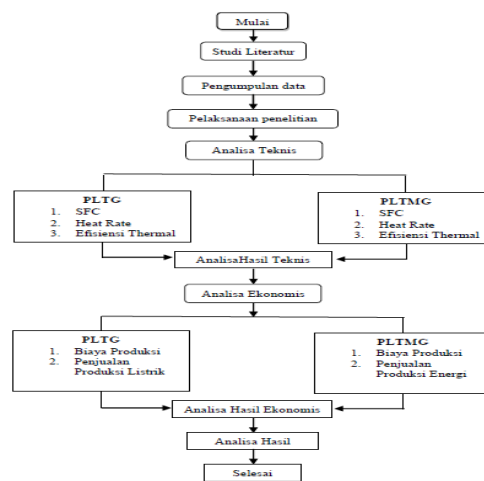
Dalam penelitian ini dilakukan studi teori dan studi empirik. Studi empirik bertujuan untuk menemukan suatu konsep dengan pola pikir deduktif dan studi empirik bertujuan untuk menuntun seseorang mempunyai pola pikir induktif. Berdasarkan teori tersebut kemudian disusun hipotesa penelitian yang akan diuji berdasarkan analisa teknis dan ekonomis.

Hasil dari hipotesa awal penelitian ini adalah Pembangkit Listrik Tenaga Gas Balai Pungut (PLTG) selama masa pengoperasiannya dalam Tahun 2015 PLTG mengeluarkan biaya untuk Pembelian bahan bakar Sekitar Rp. 136.614.205.000 dengan bahan bakar Gas 1.731.260 MMBTU dengan menghasilkan daya sekitar 83.018 MW disuplai ke Sistem Sumbagteng yang dikelola oleh UPB Padang. (PLBP)

Sementara itu Pembangkit Listrik Tenaga Mesin dan Gas (PLTMG) Balai Pungut selama masa pengoperasiannya di tahun 2015 mengeluarkan biaya untuk pembelian bahan bakar sekitar 70.636.221.000 untuk pembelian dua jenis bahan bakar dimana konsumsi gas mencapai sekitar 842.268 MMBTU dan konsumsi Solar sekitar 464 KL dengan produksi energi 95.027 MW.

Analisa lebih lanjut terhadap data tersebut dilakukan dengan cara membandingkan rasio pemakaian bahan bakar setiap pembangkit. Hasil analisa data pemakaian bahan bakar menunjukkan Penggunaan Bahan Bakar PLTMG Balai Pungut lebih hemat dibandingkan dengan PLTG Balai Pungut walaupun menggunakan bahan bakar minyak, tapi masih belum bisa dipastikan kalau PLTMG Balai Pungut lebih baik daripada PLTG Balai Pungut, karena dari segi Penjualan Produksi Energi PLTG lebih diuntungkan daripada PLTMG, Bagaimana kinerjanya masih belum bisa dipastikan, karena itu diperlukan perhitungan dan Analisa secara teknis maupun ekonomi dari lapangan melalui data teoritis.

## Metodologi Penelitian



Gambar 2.1 Flowchart Penelitian

Berikut ini merupakan urutan langkah dari metodologi penelitian beserta uraiannya yang digunakan pada penelitian ini

## 2.1 Uraian *Flowchart* Penelitian

### 2.1.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi Masalah diawali dengan Studi Pendahuluan dimana Permasalahan utama industri pembangkitan tenaga listrik di Indonesia saat ini adalah besarnya penggunaan bahan bakar minyak sebagai bahan bakar pembangkit listrik yang akan menambah biaya produksi listrik. Hasil dari hipotesa awal penelitian ini adalah :

PLTG mengeluarkan biaya untuk Pembelian bahan bakar Sekitar Rp. 136.614.205.000 dengan bahan bakar Gas 1.731.260 MMBTU dengan menghasilkan daya sekitar 83.018 MW.

PLTMG di tahun 2015 mengeluarkan biaya untuk pembelian bahan bakar sekitar 70.636.221.000 untuk pembelian dua jenis bahan bakar dimana konsumsi gas mencapai sekitar 842.268 MMBTU dan konsumsi Solar sekitar 464 KL dengan produksi energi 95.027 MW.

### 2.1.2 Pengumpulan Data

Data-data yang dikumpulkan adalah data Laporan Operasi Tahun 2015 PLTMG dan PLTG. Data-data primer (pengamatan langsung dan hasil pengukuran) dan data sekunder (hasil wawancara berupa pertanyaan) sangat diperlukan untuk membantu di dalam analisa Penggunaan Bahan Bakar dan Produksi Energi Serta Pengaruh Teknis dan Ekonominya.

### 2.1.3 Pengolahan Data

#### 2.1.3.1 Analisa Teknis PLTMG Balai Pungut dan PLTG Pungut

Parameter Teknis dari PLTMG Balai Pungut dan PLTG Balai Pungut yang digunakan untuk dijadikan dasar perhitungan adalah :

- Penggunaan Bahan Bakar Spesifik
- Heat rate*
- Efisiensi Thermal

#### 2.1.3.2 Analisa Ekonomis PLTMG Balai Pungut dan PLTG Pungut

Parameter Ekonomis dari PLTMG Balai Pungut dan PLTG Balai Pungut yang digunakan untuk dijadikan dasar perhitungan adalah :

- Menghitung Biaya Pembelian Bahan Bakar per SFC
- Menghitung Biaya Pembelian Bahan Bakar per Heatrate
- Menghitung Biaya Pembelian Bahan Bakar

### d. Menghitung Penjualan Produksi Energi

#### 3.2.4 Analisis Data

Dari hasil pengolahan data yang dilakukan, maka hasil tersebut dilakukan analisis berdasarkan hasil dari pengolahan data yang mengacu pada teori yang digunakan. Analisis dari pengolahan data tersebut berupa, menganalisis data secara teknis dan ekonomis menggunakan metode Langsung dengan menentukan Pembangkit mana yang lebih efisien secara teknis dan ekonomis dari penggunaan bahan bakarnya, baik secara standar ataupun perbandingan.

#### 3.2.5 Kesimpulan

Sebagai akhir dari penelitian yang dilakukan penulis, maka dibuat suatu kesimpulan masalah dari hasil pengolahan data secara kualitatif maupun kuantitatif. Kemudian dari hasil tersebut akan dapat menjawab tujuan penelitian ini.

### 3. Hasil dan Analisa

Berdasarkan data operasi pembangkit pada tahun 2015 di pusat listrik Balai Pungut, dengan menggunakan metode Langsung, dapat dianalisa dan dibandingkan Perbandingan PLTMG yang menggunakan BBM dan Gas dengan PLTG yang menggunakan Gas dalam penggunaan bahan bakarnya dari segi teknis dan ekonomis

#### 3.1 Analisa Teknis PLTG dan PLTMG di Pusat Listrik Balai Pungut

Tabel 3.1 Spesifikasi Mesin yang digunakan pada Pusat Listrik Balai Pungut

	PLTMG	PLTG
<b>Produksi</b>	Wartsila Finland Oy	Turbin Gas Alsthom
<b>Type</b>	18V50DF	PG 5341 P
<b>Hate Rate</b>	7.933 Kj/kWh	10.062 Kj/kWh
<b>Effesiesi Thermal</b>	45,4%-48%	21 %- 45 %
<b>Daya Mampu</b>	15.600 kW	16.800 kW
<b>Kapasitas Tepasang</b>	16.110 kW	20.000 kW

Spesifikasi diatas berdasarkan pengujian manufacture berdasarkan standar ISO 3046 pada unit PLTMG. ISO 3046-1 menentukan persyaratan untuk deklarasi daya, konsumsi bahan bakar, konsumsi minyak pelumas dan metode uji selain persyaratan dasar yang ditentukan dalam ISO 15550.

Sumber : Wartsilla Corporation

Technical data 50 Hz/500 rpm	Unit	18V50DF	18V50DF*
Power, electrical	kW	16638	16638
Heat rate	kJ/kWh	7498	7933
Electrical efficiency	%	48.0	45.4
Technical data 60 Hz/514 rpm			
Power, electrical	kW	17076	17076
Heat rate	kJ/kWh	7489	7933
Electrical efficiency	%	48.0	45.4
Dimensions and dry weight with generating set			
Length	mm	18780	18780
Width	mm	4090	4090
Height	mm	6020	6020
Weight	tonne	355	355

Heat rate dan efisiensi listrik pada terminal generator, termasuk pompa motor penggerak, kondisi ISO 3046 dan LHV gas > 28 MJ / Nm<sup>3</sup>. Toleransi 5%. Faktor daya 0,8. Nomor Metana Gas > 80. Nm<sup>3</sup> didefinisikan NTP (273,15 K dan 101,3 kPa).

Sedangkan unit PLTG menggunakan standar ISO 2314. Standar ini berlaku untuk pembangkit listrik turbin gas terbuka dengan sistem pembakaran disuplai dengan bahan bakar gas.

Table 1-1  
 Economic Comparison of Various Generation Technologies

Technology Comparison	Diesel Engine	Gas Engine	Simple Cycle Gas Turbine	Micro Turbine	Fuel Cell	Solar Energy Photovoltaic Cell	Wind	Bio Mass	River Hydro
Product Rollout	Available	Available	Available	Available	1996-2010	Available	Available	2020	Available
Site Range (kW)	20-25,000+	50-7000+	500-450,000+	30-200	50-1000+	1+	10-2500	NA	20-1000+
Efficiency (%)	36-43%	28-42%	21-45%	25-30%	35-54%	NA	45-55%	25-35%	60-70%
Gen Set Cost (\$/kW)	125-300	250-600	300-600	350-800	1,500-3,000	NA	NA	NA	NA
Turnkey Cost No-Heat Recovery (\$/kW)	200-500	600-1000	300-650	475-900	1,500-3,000	5,000-10,000	700-1300	800-1500	750-1200
Heat Recovery Added Cost (\$/kW)	75-100	75-100	150-300	160-250	1,900-3,500	NA	NA	150-300	NA
O & M Cost (\$/kWh)	0.007-0.015	0.005-0.012	0.003-0.008	0.006-0.010	0.005-0.010	0.001-0.004	0.007-0.012	0.006-0.011	0.005-0.010

Sumber : Gulf Profesional Publishing, 2002

Table 1-2  
 Economic and Operation Characteristics of Plant

Type of Plant	Capital Cost \$/kW	Heat Rate Btu/kWh kJ/kWh	Net Efficiency	Variable Operation & Maintenance (\$/MWh)	Fixed Operation & Maintenance (\$/MWh)	Availability	Reliability	Time from Planning to Completion Months
Simple cycle gas turbine (2500°F/1371°C) natural gas fired	300-350	7382-8000	45	5.8	0.23	88-95%	97-99%	10-12
Simple cycle gas turbine oil fired	400-500	8322-8229	41	6.2	0.25	85-90%	95-97%	12-16
Simple cycle gas turbine crude fired	500-600	10662-11250	32	13.5	0.25	75-80%	90-95%	12-16
Regenerative gas turbine natural gas fired	375-575	6824-7200	50	6.0	0.25	86-93%	96-98%	12-16
Combined cycle gas turbine	600-900	6203-6545	55	4.0	0.35	86-93%	95-98%	22-24
Advanced gas turbine combined cycle power plant	800-1000	5249-5558	65	4.5	0.4	84-90%	94-96%	28-30
Combined cycle coal gasification	1200-1400	6930-7332	49	7.0	1.45	75-85%	90-95%	30-36

Sumber : Gulf Profesional Publishing, 2002

### 3.2 Analisa Teknis PLTMG Balai Pungut

Analisa teknis pada penelitian ini menggunakan data operasi pembangkit pada tahun 2015 di pusat listrik Balai Pungut.

Data yang digunakan yaitu data produksi dalam satu tahun, dengan data yang diperoleh sebagai berikut:

Tabel 3.2 Data Penggunaan Bahan Bakar PLTMG Balai Pungut Tahun 2015

Bulan	Konsumsi solar		Konsumsi gas		Jam kerja (jam)
	Liter	Nilai Kalor (Kkal/Liter)	Scf	Nilai Kalor (Kkal/Scf)	
Januari	744,23	9063	66.961.451,02	1063	547
Februari	56.129,07	9063	77.630.988	1063	643
Maret	18.080,56	9063	88.889.003,07	1063	740
April	24.790,77	9063	77.154.811	1063	700
Mei	33.921,46	9063	63.224.788,73	1063	588
Juni	11.505,03	9063	41.253.712,12	1063	388
Juli	15.901,03	9063	79.308.497,69	1063	588
Agustus	102.330,31	9063	70.704.373,60	1063	630
September	24.538,07	9063	14.350.625,74	1063	642
Oktober	102.330,31	9063	81.413.385,21	1063	715
November	27.177,11	9063	75.960.613,29	1063	707
Desember	102.336,31	9063	81.413.385,29	1063	715
Jumlah	519.779,07		878.265.862,68		7603
Rata-rata	43.314,92		73.188.821,89		633,58

Sumber: Hasil Olahan dari Pusat Listrik Balai Pungut

Berdasarkan tabel pengolahan data di pusat listrik Balai Pungut didapatkan jumlah penggunaan solar sebesar 519,7 kL/tahun, penggunaan gas sebesar 878,3 MMScf dan beroperasi 7603 jam pertahunnya. Sedangkan produksi listrik di Balai Pungut sebesar:

Tabel 3.3 Data Produksi Energi PLTMG Balai Pungut Tahun 2015

Bulan	Produksi Energi		Produksi Energi Total
	Solar (Kw)	Gas (Kw)	Solar (Kw) + Gas (Kw)
Januari	1.000	7.919.000	7.920.000
Februari	7.000	9.041.000	9.048.000
Maret	6.000	10.607.000	10.613.000
April	20.000	8.742.000	8.762.000
Mei	129.290	7.429.000	7.558.290
Juni	3.000	4.824.000	4.827.000
Juli	4.172	9.056.000	9.060.172
Agustus	439.160	8.416.000	8.855.160
September	19.000	9.016.000	9.035.000
Oktober	439.160	9.914.000	10.353.160
November	29.000	9.190.000	9.219.000
Desember	439.160	9.914.000	10.353.160
Jumlah	1.535.942	104.068.000	105.603.942
Rata-Rata	127.995,16	8.672.333,33	8.800.325,5

Sumber: Hasil Olahan dari Pusat Listrik Balai Pungut

Pola Produksi PLTMG unit 1 pada pusat listrik Balai Pungut sebagai Berikut:

Pola Operasi B.B Solar

$$= \frac{\text{Produksi Solar}}{\text{Produksi Total}} \times 100 \% \\ = \frac{(1.535.942 \text{ Kw})}{(105.603.942 \text{ Kw})} \times 100 \% \\ = 1,45 \%$$

Pola Operasi B.B Gas

$$= \frac{\text{Produksi Gas}}{\text{Produksi Total}} \times 100 \% \\ = \frac{(104.068.000 \text{ Kw})}{(105.603.942 \text{ Kw})} \times 100 \% \\ = 98,55 \%$$

Dari hasil analisa pengoperasian bahan bakar solar Sehingga didapatkan produksi listrik dari PLTMG pusat listrik Balai Pungut sebesar 1,45 % dari bahan bakar Solar. Berdasarkan standar dari Wartsilla yang diimplikasikan dari ISO 3046 Untuk mencapai emisi rendah dalam operasi gas, sangat penting bahwa jumlah bahan bakar diesel yang disuntikkan sangat kecil Mesin DF Wartsila menggunakan "pilot mikro" dengan diesel kurang dari 1% bahan bakar disuntikkan pada beban nominal. Dari hal ini didapatkan penggunaan bahan bakar solar melebihi 0,45% dari standar yang telah ditetapkan, hal ini dapat meningkatkan emisi. Dari penggunaan bahan bakar gas didapatkan produksi listrik dari PLTMG pusat listrik Balai Pungut sebesar 1,45 % Solar dan 98,55 % Gas.

### 3.2.1 Penggunaan Bahan Bakar Spesifik PLTMG Balai Pungut

Perhitungan SFC pada pemakaian bahan bakar per Kwh dapat dilakukan dengan persamaan (3.1), yaitu :

$$(SFC) = \frac{mf}{p} \text{ (liter/kwh)} \quad (3.1)$$

Dimana :

SFC = Penggunaan Bahan Bakar Spesifik

mf = Konsumsi Bahan Bakar

p = daya yang dihasilkan

$$SFC(\text{Solar}) = \frac{mf}{p} (\text{Liter/kwh}) \\ = \frac{519.779,07 \text{ Liter}}{1.535.942 \text{ kwh}} \\ = 0,33 \text{ Liter/Kwh}$$

Perhitungan SFC pada pemakaian bahan bakar Gas per Kwh menggunakan persamaan (3.1)

$$SGC (\text{Gas}) = \frac{mf}{p} (\text{SCF/kwh})$$

$$= \frac{878.265.862,68 \text{ SCf}}{104.068.000 \text{ Kwh}}$$

$$= 8,43 \text{ SCF/Kwh}$$

Berdasarkan Perhitungan diatas dapat dihitung penggunaan bahan bakar solar yang dibutuhkan PLTMG untuk pembangkitan 1 Kwh sebagai berikut:

Operasi (solar) = 1,45 % x 1000 W  
 = 14,5 W  
 = 0,0145 kw

Konsumsi (Solar) = SFC x 1,45 % Operasi Solar  
 = 0,33 Liter/kwh x 0,0145 kw  
 = 0,004785 Liter

Sedangkan penggunaan bahan bakar yang dibutuhkan dari gas untuk membangkitkan 1 kWh sebagai berikut:

Operasi (Gas) = 98,55 % x 1000 W  
 = 985,5 W  
 = 0,9855 KW

Konsumsi Gas = SFC x 98,55 % Operasi Gas  
 = 8,43 SCF x 0,9855 Kw  
 = 8,30 SCF

Jadi, bahan bakar yang dibutuhkan PLTMG untuk pembangkitan 1 Kwh adalah 0,004 Liter solar dan 8,30 SCFgas.

### 3.2.2 Menghitung Heat Rate PLTMG Balai Pungut

Perhitungan Heat rate pada pemakaian bahan bakar per Kwh dapat dilakukan dengan persamaan (3.2), yaitu :

$$HR = \frac{mf \times HHV/LHV}{KWHg} = (\text{btu/kwh}) \quad (3.2)$$

Dimana :

- HR = Heat Rate
- mf = Jumlah Bahan Bakar
- HHV/LHV = Nilai kalor
- KWHg = Produksi Energi

Standar heat rate yang diterapkan di PLTMG Balai Pungut adalah 7.933 Kj/kWh untuk bahan bakar gas sedangkan untuk bahan bakar solar tidak lebih 1% digunakan untuk produksi.

Heat Rate Penggunaan Bahan Bakar Solar  
*Heat Rate Solar = SFC X HHV*

$$= 0,33 \times 9063 \text{ Kkal}$$

$$= 2990,79 \text{ Kkal/kwh}$$

$$1 \text{ Kkal} = 3,96 \text{ BTU}$$

$$2990,79 \text{ Kkal} = 2990,79 \text{ Kkal/kwh} \times 3,96 \text{ BTU/kkal}$$

$$= 11843,52 \text{ BTU/kwh}$$

$$= 11843,52 \text{ BTU} : 1.000.000$$

$$\text{MMBTU} = 0,011 \text{ MMBTU/kwh}$$

Heat Rate Penggunaan Bahan Bakar Gas  
 Heat rate Gas = SFC x LHV  
 = 8,43 SCF/kwh x 1063 BTU/scf  
 = 8961,09 BTU/Kwh

MMBTU = 8961,09 : 1.000.000  
 = 0,008 MMBTU/kwh

Standar yang diterapkan wartsilla dengan implikasi ISO 3046 adalah 7.933 Kj/kWh dan apabila dikonversi ke Btu adalah 7.519,032 Btu/kwh dan itu artinya PLTMG masih belum mencapai standar yang ditetapkan dan hal ini dapat mengakibatkan losses pada produksi listrik, dan penggunaan bahan bakar lebih banyak.

Perhitungan untuk pembangkitan 1 kwh PLTMG membutuhkan 0,004 Liter solar dan 8,30 SCF gas dari penggunaan bahan bakar spesifik, adapun energi yang dikeluarkan untuk pembangkitan 1 kwh adalah :

Operasi (solar) = 1,45 % x 1000 W  
 = 14,5 W  
 = 0,0145 Kw

Konsumsi Solar = Heat rate x 1,45 % Operasi Solar  
 = 11843,52 BTU/kwh x 0,0145 kw  
 = 171,73 BTU/kwh

Operasi (Gas) = 98,55 % x 1000 W  
 = 985,5 W  
 = 0,9855 KW

Konsumsi Gas = Heat rate x 98,55 % Operasi Gas  
 = 8961,09 BTU/kwh x 0,9855 Kw  
 = 8831,15 BTU/kwh

Sehingga dapat diketahui Heat Rate PLTMG sebagai berikut:

Total Energi = 171,73 BTU/kwh +  
 8831,15 BTU/kwh  
 = 9002,88 BTU/kwh

Jadi, energi yang dibutuhkan PLTMG untuk pembangkitan 1kwh adalah 9002,88 BTU/kwh dalam penggunaan bahan bakar gabungan, tingginya nilai heat rate dapat membuat efisiensi menurun.

### 3.2.3 Menghitung Efisiensi Thermal PLTMG Balai Pungut

Karena PLTMG menggunakan dua jenis bahan bakar yang berbeda dan nilai kalor yang berbeda, maka perhitungan input PLTMG dilakukan dengan menghitung masing – masing energi pada bahan bakar.

Bila pada solar mempunyai Heat Rate 11.843,32 Btu/kwh, Maka, input PLTMG dengan menggunakan solar dan jumlah dalam 1 tahun produksi 1.535.942 kwh adalah :

$$\begin{aligned} Q_{input} &= 1,45 \% \text{ Produksi PLTMG x} \\ &\text{Heat Rate (Solar)} \\ &= 1.535.942 \text{ kwh x } 11.843,32 \text{ Btu/kwh} \\ &= 18.190.652..607,44 \text{ Btu} \end{aligned}$$

Adapun Input dari bahan bakar lainnya yaitu gas, mempunyai Heat Rate 8961,09 Btu/kwh, maka input PLTMG dari penggunaan bahan bakar gasnya dapat diitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_{input} &= 98,55 \% \text{ Produksi PLTMG x} \\ &\text{Heat Rate (Gas)} \\ &= 104.068.000 \text{ kwh x } 8961,09 \text{ Btu/kwh} \\ &= 932.362.714.120 \text{ Btu} \end{aligned}$$

Dari input perbahan bakarnya, maka input kedua bahan bakar dapat dijumlah dari kebutuhan energi selama 1 tahun produksi dengan menggunakan dua bahan bakar, adapun input total PLTMG dalam 1 tahun adalah :

$$\begin{aligned} Q_{input \text{ Total}} &= Q_{input \ 1,45\% \text{ Produksi PLTMG}} + \\ &Q_{input \ 98,55\% \text{ Produksi PLTMG}} \\ &= 18.190.652..607,44 \text{ Btu} + \\ &932.362.714.120 \text{ Btu} \\ &= 950.753.366.727,44 \text{ Btu} \end{aligned}$$

Jika dikonversikan ke nilai energinya 1 kwh menghasilkan energi 3412,141 Btu. Maka output PLTMG dalam 1 tahun adalah :

$$\begin{aligned} Q_{output} &= 105.603.942 \text{ kwh x } 3412,141 \text{ Btu/kwh} \\ &= 360.335.340.259,822 \text{ Btu} \end{aligned}$$

Setelah didapatkan output PLTMG sebesar 360.335.340.259,822 Btu dan input total dari kedua bahan bakar dengan jumlah energi yang berbeda sebesar 950.753.366.727,44 Btu, maka dapat

dihitung efisiensi thermal PLTMG dengan menggunakan persamaan (3.3), yaitu:

$$nth = \frac{Q_{output}}{Q_{input}} \times 100\% \quad (3.3)$$

Dimana :

$n_{th}$  = Efisiensi Thermal  
 $Q_{ouput}$  = Jumlah Produksi Energi  
 $Q_{input}$  = Jumlah Bahan Bakar PLTMG

$$\begin{aligned} N_{th} &= \frac{Q_{output}}{Q_{input}} \times 100 \\ &= \frac{360.335.340.259,822 \text{ Btu}}{950.753.366.727,44 \text{ Btu}} \times 100 \% \\ &= 0,37 \times 100 \\ &= 37 \% \end{aligned}$$

Jadi, Efisiensi Total Pembangkit Listrik Tenaga Mesin dan Gas dari dua penggunaan bahan bakar adalah 37 %. Standar yang diterapkan wartsilla adalah 45,4% - 48% dengan toleransi 5% dari angka minimal standar efisiensi. Adapun dari toleransi yang diberikan PLTMG masih belum mencapai efisiensi yang diinginkan dan dapat mengakibatkan sanksi sesuai dengan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No. 03 Tahun 2015 akibat gagal mencapai standar teknis.

### 3.3 Analisa Teknis PLTG Balai Pungut

Data yang dikumpulkan dari Pembangkit Listrik Tenaga Gas Balai Pungut dapat dilihat dari Tabel 4 dan 5. Selanjutnya diolah dengan menggunakan Metode Langsung.

Tabel 3.4 Data Penggunaan Bahan Bakar PLTG Balai Pungut Tahun 2015.

Bulan	Konsumsi gas		Jam kerja (jam)
	Scf	Nilai Kalor (kkal/Scf)	
Januari	101.050.000	1042	606,50
Februari	101.016.000	1042	623,30
Maret	108.910.000	1042	712,90
April	103.798.000	1042	721,30
Mei	108.910.000	1042	560,20
Juni	108.910.000	1042	719,90
Juli	108.910.000	1042	560,20
Agustus	98.330.000	1042	412,90
September	101.120.000	1042	719,90
Oktober	103.330.000	1042	698,40
November	102.660.000	1042	698,40
Desember	96.720.000	1042	412,90
<b>Jumlah</b>	<b>1.243.664.000</b>		<b>6166,7</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>103.638.666,66</b>		<b>513,89</b>

Sumber: Hasil Olahan dari Pusat Listrik Balai Pungut

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui jumlah konsumsi bahan bakar gas di pusat listrik Balai Pungut sebesar 1243664 MMScf pertahunnya, sedangkan jam operasi selama 6166,7 jam pertahun. Dari data tersebut didapatkan produksi listrik sebagai berikut:

Tabel 3.5 Data Produksi Energi PLTG Balai Pungut Tahun 2015

Bulan	Produksi Energi Total (Kwh)
Januari	7.829.730
Februari	7.135.761
Maret	9.499.257
April	8.273.114
Mei	6.529.904
Juni	8.505.020
Juli	7.882.734
Agustus	4.868.023
September	8.396.169
Oktober	8.478.093
November	8.427.970
Desember	4.327.110
<b>Jumlah</b>	<b>90.152.885</b>
<b>Rata- Rata</b>	<b>7.512.740,41</b>

Sumber: Hasil Olahan dari Pusat Listrik Balai Pungut

Jumlah produksi listrik di pusat listrik Balai Pungut sebesar 90152,8 MW pertahun, dengan rata-rata produksi listrik setiap bulanya sebesar 7.512.740 kW.

### 3.3.1 Penggunaan Bahan Bakar Spesifik PLTG Balai Pungut

Perhitungan dilakukan menggunakan persamaan (3.4), yaitu :

$$(SGC) = \frac{mf}{p} (Scf/kwh) \quad (3.4)$$

Dimana :

SGC = Penggunaan Bahan Bakar Spesifik Gas

mf = Konsumsi Bahan Bakar

p = daya yang dihasilkan

$$SFC = \frac{mf}{p} (Scf/kwh) \\ = \frac{1.243.664.000 Scf}{90.152.885 Kwh} (Scf/kwh) \\ = 13,79 Scf/Kwh$$

untuk standar penggunaan bahan bakar PLTG dihitung berdasarkan nilai heat rate.

### 3.3.2 Menghitung Heat Rate PLTG Balai Pungut

Perhitungan heat Rate PLTG menggunakan persamaan (3.5) dengan menggunakan hasil SFC dengan nilai LHV.

$$HR = \frac{mf \times LHV}{KWHg} \quad (3.5)$$

Dimana :

HR = Heat Rate

mf = Jumlah Bahan Bakar

LHV = Nilai kalor

KWHg = Produksi Energi

$$\text{Heat rate Gas} = SFC \times LHV \\ = 13,79 \text{SCF/kwh} \times 1042 \text{ BTU/SCF} \\ = 14.369,18 \text{BTU/kwh}$$

Sehingga dapat diketahui Heat thermal pada PLTG unit 2 ini sebesar 14368 Btu/kWh, hal ini melebihi standar yang telah ditetapkan yaitu sebesar 9.536,94 Btu/kwh. Dapat dikatakan hal ini tidak memenuhi standar dan sangat mempengaruhi nilai efisiensi thermal PLTG.



### 3.3.3 Menghitung Efisiensi Thermal PLTG Balai Pungut

Heat rate PLTG Balai Pungut adalah 14.369,18 BTU/kwh, dari data berikut maka efisiensi thermal total PLTG Balai Pungut, dan Standar yang diterapkan untuk Efisiensi Thermal PLTG Balai Pungut adalah 21 % - 45 %.

Jika PLTG membutuhkan energi sebesar 14.369,18 Btu untuk memproduksi 1 kwh listrik, maka input PLTG didapatkan sebesar :

$$\begin{aligned} Q_{input} &= \text{Produksi PLTG} \times \text{Heat Rate PLTG} \\ &= 90.152.885 \text{ kw} \times 14.369,18 \text{ BTU/kw} \\ &= 1.295.423.032.084,3 \text{ Btu} \end{aligned}$$

Adapun output PLTG dihitung dari konversi kilo wattke Btu adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_{output} &= 90.152.885 \text{ kw} \times 3412,141 \text{ BTU/kw} \\ &= 307.614.355.176,785 \text{ Btu} \end{aligned}$$

Setelah output dan input diketahui maka efisiensi thermal PLTG Balai Pungut dapat dihitung dengan persamaan (3.6), yaitu :

$$nth = \frac{Q_{output}}{Q_{input}} \times 100\% \quad (3.6)$$

Dimana :  
 nth = Efisiensi Thermal  
 Qouput = Jumlah Produksi Energi  
 Qinput = Jumlah Bahan Bakar PLTG

$$\begin{aligned} Nth &= \frac{Q_{output}}{Q_{input}} \times 100 \\ &= \frac{307.614.355.176,785 \text{ Btu}}{1.295.423.032.084,3 \text{ Btu}} \times 100 \% \\ &= 0,23 \times 100 \\ &= 23 \% \end{aligned}$$

Jadi, efisiensi untuk pembangkit listrik tenaga gas balai pungut dari adalah 23 %. Dapat dikatakan efisiensi thermal PLTG ini dalam kategori efisien yaitu sebesar 21% - 45%.

### 3.4 Hasil Analisa Teknis PLTMG dan PLTG di Pusat Listrik Balai Pungut

Adapun perbandingan dari hasil analisa teknis penggunaan bahan bakar PLTMG dan PLTG dapat dilihat pada table 3.6 :

Tabel 3.6 Perbandingan Teknis PLTMG dan PLTG

Jenis Pembangkit	Heat rate	Efisiensi Thermal
PLTMG	9002,88 BTU/kwh	37 %
PLTG	14.369,18 BTU/kwh	23 %

Jika dibandingkan penggunaan bahan bakar PLTMG dan PLTG di tahun 2015 penggunaan bahan bakar PLTMG masih jauh lebih baik dimana efisiensi yang dihasilkan dari PLTG hanya mampu mencapai efisiensi 23 % sedangkan PLTMG mampu mencapai 37 %, meski PLTMG lebih baik dari segi tingkat angka efisiensi tapi PLTMG masih belum bisa mencapai standar yang diharapkan dan perlu evaluasi dari pihak manajemen energi PLTMG dan PLTG walaupun hanya mampu mencapai angka efisiensi 23 % tetapi PLTG mampu mencapai standar yang diharapkan.

### 3.5 Analisa Ekonomis

Ketentuan Penjualan listrik didahului dengan uji tuntas atas kemampuan teknis yang mengacu pada standar nasional indonesia (sni) atau (ISO) international organization for standardization. Harga pembelian tenaga listrik dapat dilakukan penyesuaian sebagaimana yang ditentukan dalam Perjanjian jual beli listrik.

Tabel 3.7 penjualan energi listrik PLTMG dan PLTG

Klasifikasi	PLTMG		PLTG
Kapasitas Mesin	15-16 Mw		16-20 Mw
	Solar	Gas	Gas
Penggunaan Bahan bakar/tahun	519.779,07 Liter	878.265.862,68 scf	1.243.664.000 scf
Produksi Listrik	1.535.942 Kw	104.068.000 Kw	90.152.885 Kw
Harga gas USD/MMBTU	6 USD		
Harga solar Rp/liter	Rp. 9000,00		
Harga jual Cent USD/Kwh	7,31		8,64

### 3.5.1 Analisa Ekonomis PLTMG Balai Pungut

Dari perhitungan analisa teknis PLTMG Balai Pungut dapat ditentukan modal per Kwh dilihat dari SFC untuk menentukan harga per kwh menggunakan solar dan heat rate untuk menentukan harga per kwh menggunakan gas. Dimana diketahui SFC Solar 0,33liter/kwh dan Heat Rategas 8961,09 BTU/kwh

### 3.5.2 Menghitung biaya pembangkitan PLTMG berdasarkan pola operasi

#### Modal per kwh dengan pola operasi solar

Harga bahan bakar per kwh  
 = harga solar x SFC solar  
 = Rp. 9.000,00/Liter x 0,33 Liter/Kwh  
 = Rp. 2970/Kwh

#### Modal per kwh dengan pola operasi Gas

Harga bahan bakar gas dihitung dengan asumsi harga rupiah atas dolar sepanjang tahun 2015 berada di angka rata-rata Rp. 13.000 per dolar, maka harga bahan bakar gas per MMBTU adalah :  
 Harga b.b gas = 6 USD x Rp. 13.000/USD  
 = Rp.78.000

Harga bahan bakar per kwh  
 = harga gas x heat rate gas  
 = Rp. 78.000/MMBTU x 8961,09 BTU/kwh  
 = Rp. 78.000/MMBTU x  
 (8961,09 : 1.000.000)  
 =Rp.78.000/MMBTU x  
 0,00896109MMBTU  
 = Rp.698,95

#### Modal per Kwh berdasarkan kebutuhan bahan bakar

Berdasarkan kebutuhan bahan bakarnya PLTMG membutuhkan 0,004 Liter solar dan 8,30 SCF gas, karena bahan bakar gas dihitung dari nilai kalor per MMBTU, perhitungan biaya per kwh berdasarkan kebutuhan bahan bakar nya dilakukan dengan dua cara perhitungan.

Kebutuhan biaya b.b solar  
 = 0,004785 liter x Rp. 9000/liter  
 = Rp. 43.065,-

Kebutuhan b.b gas  
 = (8,30 SCF x 1063 BTU/SCF)  
 = 8828,9 BTU  
 8828,9 BTU = 8828,9 BTU : 1.000.000  
 = 0,0088229 MMBTU

Biaya bahan bakar gas  
 = 0,0088229 MMBTU x  
 Rp. 78.000/MMBTU  
 = Rp.688,18

Biaya bahan bakar 1 kwh  
 = Rp. 43.065 + Rp. 688,18  
 = Rp. 731,25

Berdasarkan kebutuhannya bahan bakar solar tidak terlalu mempengaruhi biaya penggunaan bahan bakar untuk pembangkitan 1 kwh, dimana bila dioperasikan menggunakan gas per kwh biaya yang digunakan PLTMG hanya Rp. 700 sedangkan bila dioperasikan pola solar PLTMG harus mengeluarkan biaya Rp. 2970.

### 3.5.3 Menghitung investasi pengoperasian PLTMG

Dari perhitungan biaya produksi penggunaan bahan bakar dan hasil dari produksi penggunaan bahan bakar PLTMG dalam sehari, maka dapat dihitung keuntungan dari investasi PLTMG berbahan bakar ganda.

#### Menghitung laba PLTMG

Produksi setahun : 105.603.942kw

Modal bahan bakar solar  
 = Modal/kwh dengan solar x  
 1,45% Produksi/tahun  
 = Rp. 2970/kwh x 1.535.942 Kw  
 = Rp. 4.561.747.740

Modal bahan bakar gas  
 = Modal/kwh dengan gas x  
 98,55% Produksi/tahun  
 = Rp. 700 x 104.068.000kw  
 = Rp. 72.847.600.000

Total modal  
 = Rp 4.561.747.800 + Rp. 72.847.600.000  
 = Rp. 77.409.347.800

Penjualan listrik  
 = harga jual listrik x produksi setahun  
 =Rp. 950 x 105.603.942 kw  
 = Rp. 100.323.744.900

Laba Investasi  
 = Penjualan Produksi – biaya produksi  
 = Rp. 100.323.744.900 –  
 Rp. 77.409.347.800  
 = Rp. 22.914.397.100

### 3.5.4 Analisa Ekonomis PLTG Balai Pungut

Untuk menentukan harga per kwh PLTG balai Pungut dihitung dari nilai heat rate, dimana diketahui heat rate PLTG gas 14.369,18 BTU/kwh, maka modal per kwh PLTG adalah sebagai berikut:

**Modal per kwh menggunakan Gas**

Harga b.b gas = 6 USD x Rp. 13.000/USD  
 = Rp.78.000  
 Harga bahan bakar per kwh  
 = harga gas x Heat Rategas  
 = Rp.78.000x 14.369,18BTU/kwh  
 = Rp.78.000/MMBTU x  
 (14.369,18 : 1.000.000)  
 = Rp.78.000/MMBTU x  
 0,014369 MMBTU  
 = Rp. 1120,78

**3.5.5 Menghitung investasi pengoperasian PLTG**

Dari perhitungan biaya produksi penggunaan bahan bakar dan hasil dari produksi penggunaan bahan bakar PLTG dalam sehari, maka dapat dihitung keuntungan dari investasi PLTG.

**Menghitung laba PLTG**

Produksi setahun : 90.152.885 kw

**Modal bahan bakar gas**

= modal/kwh x Produksi/tahun  
 = Rp. 1120,78/kwh x 90.152.885 kw  
 = Rp. 101.041.550.450

**Penjualan listrik**

= harga jual listrik x produksi setahun  
 = Rp. 1123,2 x 90.152.885 kw  
 = Rp. 101.259.720.432

**Laba Investasi**

= Penjualan Produksi – biaya produksi  
 = Rp 101.259.720.500 –  
 Rp. 101.041.550.500  
 = Rp. 219.170.000

**3.5.6 Hasil Analisa Ekonomis Penggunaan Bahan Bakar PLTMG dan PLTG**

Dari hasil perhitungan ekonomis penggunaan bahan bakar solar PLTMG sebagai bahan bakar pembangkit lebih mahal daripada penggunaan Gas. Akan tetapi penggunaan bahan bakar gabungan dalam sehari dapat mengurangi kerugian yang besar dari pemakaian solar dalam sehari.

Dari hasil analisa ekonomis menunjukkan biaya operasi pembangkitan dengan menggunakan bahan bakar gabungan dalam setahun adalah Rp. 77.409.347.800. Sedangkan biaya operasi pembangkitan dengan menggunakan gas dalam setahun adalah Rp. 72.847.600.000. Jika memang ketersediaan pasokan gas sedang mengalami keterbatasan maka penggunaan bahan bakar

gabungan dapat meminimalkan biaya operasi pembangkitan jika dibandingkan dengan biaya operasi pembangkitan PLTG dengan menggunakan Gas biaya operasi setahun dapat mencapai Rp. 101.041.550.500.

Dari segi keuntungan produksi penggunaan bahan bakar solar PLTMG belum bisa memberikan keuntungan yang maksimal, penggunaan bahan bakar solar pada PLTMG lebih cenderung merugikan dari segi produksinya, dimana bahan bakar yang digunakan lebih mahal daripada produksinya, tetapi dengan penggunaan bahan bakar gabungan dapat menutupi kekurangan modal produksi pada operasi solar, dimana setahun produksinya PLTMG mendapat keuntungan sebesar Rp. 22.914.397.100 pada pola operasi gabungan, dimana pada pola operasi solar PLTMG dalam sehari PLTMG mengalami kerugian dari operasi solar sekitar - Rp. 9.821.000 tetapi dengan pola operasi gabungan PLTMG dapat memberi keuntungan sekitar Rp. 72.278.500 sedangkan dari operasi gas dalam sehari PLTMG bisa mendapat keuntungan lebih besar Rp. 82.139.400. jika dibandingkan dengan PLTG dalam sehari PLTG hanya mendapat keuntungan Rp. 824.300 sekitar 1,14 % dari keuntungan PLTMG yang juga menggunakan bahan bakar solar yang dari operasinya tidak memberikan keuntungan secara produksi.

Adapun perbandingan dari hasil analisa teknis penggunaan bahan bakar PLTMG dan PLTG dapat dilihat pada table 3.8 :

Tabel 3.8 Perbandingan Ekonomis Penggunaan Bahan Bakar

Keterangan	PLTMG		PLTG
	solar	gas	gas
Modal/kwh	Rp. 2970 Rp. 700		Rp. 1120,78
Biaya 1 kwh	Rp.750		Rp. 1120,78
Biaya operasi/hari	Rp. 243.169.600		Rp. 393.245.580
Keuntungan/hari	Rp. 72.278.500		Rp. 824.300
Investasi 1 tahun	Rp. 77.409.347.800		Rp. 101.041.550.500

Penjualan 1 tahun	Rp. 100.323.744.900	Rp 101.259.720.500
Untung 1 tahun	Rp. 22.914.397.100	Rp. 219.170.000

### Kesimpulan.

Berdasarkan hasil perhitungan pada bagian teknis dan ekonomis pada PLTMG dan PLTG pada dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari analisa yang dilakukan dengan membandingkan dari segi teknis, Produksi listrik PLTG Lebih besar dibandingkan PLTMG yaitu sebesar 14.619,3 kWh dan PLTMG sebesar 13.889,8 kWh, tetapi waktu PLTMG lebih besar dibandingkan dengan PLTG dikarenakan perawatan PLTG lebih sering dibandingkan PLTMG. Sehingga dari produksi petahunnya PLTMG lebih besar dibandingkan PLTG yaitu sebesar 105.603.942 kW, sedangkan PLTG sebesar 90.152.885 kW. Dapat dikatakan PLTMG lebih efisien dibandingkan PLTG.
2. Dari analisa teknis dengan membandingkan hasil tingkat efisiensi dalam penggunaan bahan bakarnya, PLTG lebih baik daripada PLTMG. walaupun efisiensi yang dihasilkan dari PLTG hanya mampu mencapai efisiensi 23 % sedangkan PLTMG mampu mencapai 37 %. Akan tetapi PLTG yang mampu mencapai standar teknis efisiensinya jauh dapat dikatakan lebih baik dimana standar adalah ketentuan yang harus dicapai.
3. *Heat Rate* pada pembangkit PLTMG dan PLTG di pusat listrik Balai Pungut ini melebihi standar heat ratenya, hal ini berpengaruh terhadap jumlah penggunaan bahan bakar dan effesiensinya. Sedangkan effisiensi Thermal pada PLTMG dan PLTG ini masih dalam kategori Effesien.
4. Dari analisa perbandingan ekonomi, Biaya produksi listrik PLTMG lebih kecil dibandingkan PLTG yaitu sebesar Rp.750 sedangkan PLTG sebesar Rp. 1120,78 dikarenakan PLTG lebih banyak membutuhkan bahan bakar di bandingkan PLTMG. Sehingga biaya produksi lebih besar.
5. Dari analisa teknis dan ekonomis dengan membandingkan hasil tingkat efisiensi dalam penggunaan bahan bakarnya PLTG lebih baik secara teknis karena mampu mencapai standar

efisiensi yang diharapkan, sedangkan dari segi ekonomis PLTMG lebih baik dari PLTG meski masih menggunakan BBM

6. Tidak Terdapat perbedaan yang signifikan antara PLTMG dan PLTG, PLTMG lebih unggul dibandingkan PLTG tapi tidak mampu mencapai standarnya dalam penggunaan bahan bakarnya baik dari segi teknis. PLTMG unggul dari segi Ekonomis.

### Referensi

- [1] “Adikumoro, Bogi. Dkk. 2014. Pengaruh Pembebanan Pembangkit Listrik Tenaga Gas Terhadap Efisiensi Biaya Pembangkitan Listrik (Studi Kasus di PT. Indonesia Power UBP Bali Unit Pesanggaran). Jurnal Online Institut Teknologi Nasional. Jurusan Teknik Industri Itenas No. 02 Vol. 02.
- [2] Harumsari, Ratih. 2012. Perumusan Strategi Program diversifikasi dari Bahan Bakar Minyak ke Bahan Bakar Gas di Provinsi Jawa Barat dengan pendekatan Analisa SWOT Kuantitatif.
- [3] Imansyah, Luqman Nur. 2014. Kajian Potensi Kerugian Akibat Penggunaan Bbm Pada Pltg Dan Pltgu Di Sistem Jawa Bali. Jurnal Teknik Pomits Vol. 3, No. 1.
- [4] Manual Book. Wartsilla. Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Dan Gas. 2013.
- [5] Marsudi, djiteng. 2006. Operasi Sistem Tenaga Listrik . Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [6] Marsudi, djiteng. 2005. Pembangkit Energi Listrik. Erlangga. Jakarta.
- [7] Maryanti, Budha. Dkk. 2012. Pengaruh Penggunaan dan Perhitungan Efisiensi Bahan Bakar Premium dan Pertamina Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Bensin. Jurnal Teknologi No. 1 Vol. 2
- [8] Mulyatno, Imam Pujo. Dkk. 2013. Kajian Teknis Dan Ekonomis Penggunaan Dual Fuel System (Lpg-Solar) Pada Mesin Diesel Kapal Nelayan Tradisional.Kapal- Vol. 10, No.2.
- [9] Naryono, Dkk. 2013. Analisis Efisiensi Turbin Gas Terhadap Beban Operasi Pltgu Muara Tawar Blok 1.Sintek Vol. 7 No. 2.

- [10] Nugroho, Agus Adhi. 2014. Analisa Pengaruh Kualitas Batubara Terhadap Biaya Pembangkitan. Media ElektriKa, Vol. 7 No. 1
- [11] Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No. 03 Tahun 2015 Tentang Prosedur Pembelian Tenaga Listrik Dan Harga Patokan Pembelian Tenaga Listrik.
- [12] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2009 Tentang Konservasi Energi.
- [13] Pratiwi, Indah. Dkk. 2009. Analisis Efisiensi Distribusi Pemasaran Dengan Pendekatan Data Envelopment Analysis (Dea).
- [14] Santoso, Nurhadi Budi. 2014. Pemanfaatan LNG Sebagai Sumber Energi di Indonesia. Jurnal Rekayasa Proses, Vol. 8, No. 1.
- [15] Suardi, Dkk. 2015. Kajian Eksperimental Penggunaan Bahan Bakar Biosolar Pada Mesin Diesel Dual Fuel Berbahan Bakar Biosolar Dan Cng. Jurnal Sains Dan Teknologi, Volume 10, Nomor 1.
- [16] Suyamto, Dkk. 2009. Perbandingan Perhitungan Efisiensi Antara Pltu Konvensional Dan Pltn. Prosiding Seminar Keselamatan Nuklir.
- [17] Suyitno. Pembangkit Energi Listrik. Rineka Cipta, Jakarta. 2011.
- [18] Syafriuddin, Dkk. 2012. Perbandingan Penggunaan Energi Alternatif Bahan Bakar Serabut (Fiber) Dan Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Bahan Bakar Batubara Dan Solar Pada Pembangkit Listrik. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (Snast) Periode I.
- [19] Syahrir, Habibah Muhammad. 2006. Combine Cycle Turbin Power Plant.
- [20] Yose, Henry. 2012. Analisa Efisiensi Cfb Boiler Terhadap Kehilangan Panas Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap.