

ANALISIS KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP STUDI KASUS PT. PLN PEMBANGKITAN TANJUNG JATI

Fajar Sihombing¹, Karnoto, and Bambang Winardi

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl.Prof. Soedarto SH, Tembalang, Semarang, Indonesia

Email : fajarsihombing@gmail.com

Abstrak

Semakin meningkatnya kegiatan industry dan jumlah penduduknya, maka kebutuhan daya listrik juga mengalami peningkatan. Hal ini mengakibatkan setiap pembangkit harus efektif dan maksimum supaya tidak menimbulkan kerugian pada saat pengoperasian. Hal ini dikarenakan semakin tinggi waktu pengoperasian pembangkit maka jumlah bahan bakar yang diperlukan juga semakin tinggi. Tingginya harga bahan bakar minyak menjadi permasalahan penting harus diatasi, sehingga PT. PLN (persero) yang merupakan salah satu perusahaan listrik negara harus memikirkan usaha penghematan biaya operasi, dimana 75 % nya adalah biaya bahan bakar. Penelitian ini dilakukan dengan menghitung biaya penghematan bahan bakar HSD dan MFO terhadap bahan bakar LNG dan batubara. Penelitian ini hanya menitik beratkan pada segi penghematan ekonomi semata tanpa mempertimbangkan segi teknik operasional. Hasil penelitian yang diperoleh yaitu daya 525,690 MW dan efisiensi boiler 89,70 % maka banyaknya konsumsi bahan bakar adalah 630725,500 (kg/kWh), konsumsi spesifik bahan bakar netto maupun bruto adalah 0,244 (kg/kWh) dan 0,246 (kg/kWh). Besar tara kalor baik netto maupun bruto adalah 2185,717 (kKal/kWh) dan 2171,214 (kKal/kWh). Efisiensi thermal netto dan bruto adalah 39,339 (%) dan 39,602 (%). Besar biaya penghematan bahan bakar HSD–LNG adalah 1781,867 milyar/tahun, HSD–batubara 2052,183 milyar/tahun, MFO–LNG adalah 1371,515 milyar/ tahun dan MF–batubara adalah 1657,480 milyar/ tahun.

Kata kunci : HSD, MFO, LNG, Batubara dan PLTU

Abstract

Per capita electricity consumption is a living standard index in a country. The increasing of industries and number of people, the need of electricity is also increasing. It is cause every power plant have to be effective and maximum in order to prevent disadvantage in operation. This is happen because the high of time operation power plant the needed of fuel is also increase. High cost of fuel be a problem that PT. PLN that one of a local state utility have to resolve that problem and attempt how to economized operation cost, where 75 % is the cost of fuel. This research aimed to calculate economized cost of fuel on HSD and MFO to LNG and coa in a steam power plantl. The research focus on cost reduction but neglects the actual operational implementation. The results of analysis based on 525,690 MW and boiler efficiency is 89,70%, showed that fuel consumption is 630725,500 (kg/kWh), specific fuel consumption in netto and brutto is 0,244 (kg/kWh) and 0,246 (kg/kWh). The heat rate in netto and brutto is 2185,717 (kKal/kWh) and 2171,214 (kKal/kWh). Thermal efficiency in netto and brutto is 39,339 (%) and 39,602 (%). The fuel cost saving from replacement of HSD – LNG is 1781,867 billion/ year, HSD – coal is 2052,183 billion/year, MFO – LNG is 1371,514 billion/ year and MFO – coal is 1657/ year.

Keywords: HSD, MFO, LNG, coal, Steam power plant

1. Pendahuluan

Energi listrik merupakan suatu faktor penunjang yang sangat penting bagi perkembangan secara menyeluruh suatu bangsa. Di Indonesia, dengan semakin meningkatnya kegiatan industri dan jumlah penduduknya, maka kebutuhan energi listrik juga mengalami peningkatan. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi

ketersediaan listrik di Indonesia, antara lain ketersediaan energi primer, harga bahan bakar, teknologi, dan budaya masyarakat. Beberapa usaha yang dapat di tempuh Perusahaan Listrik Negara dalam mengatasi peningkatan kebutuhan listrik antara lain dengan pembangunan pembangkit baru, pembelian listrik swasta (*independent power producer*), dan sistem sewa pembangkit dengan pemda/ pengusaha. Sedangkan, usaha – usaha yang dapat

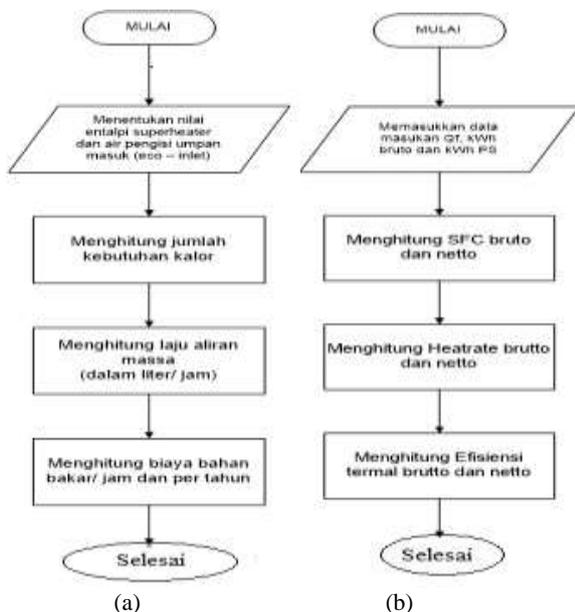
dilakukan guna mendapatkan biaya operasi yang ekonomis adalah dengan pergantian pemakaian bahan bakar, pengoptimalan efisiensi dan pemeliharaan pembangkit yang sudah ada. Dari beberapa usaha tersebut diatas pergantian pemakaian bahan bakar merupakan alternatif yang dapat ditempuh untuk dilakukan. Hal ini disebabkan berdasarkan data statistik PT. Pembangkit Jawa Bali (PJB) tahun 2005, distribusi bahan bakar untuk suatu PLTU mencapai 75 % dari total biaya operasi. Harga bahan bakar minyak yang mahal, mengharuskan PT PLN mengkaji ulang semua Pembangkit Listrik Tenaga Termal (PLTT) yang menggunakan minyak sebagai bahan bakar utama pembangkit uapnya. Selain itu, besarnya subsidi pemerintah ke PT. PLN dalam penyediaan listrik setiap tahunnya terutama pembangkit listrik berbahan bakar minyak. Subsidi tersebut sebagian besar digunakan untuk mengurangi kerugian operasional PLTU yang berbahan bakar minyak. Penyebab kerugian adalah besarnya selisih biaya bahan bakar per kWh daya pembangkitan terhadap harga jual (tarif listrik) ke konsumen. Oleh karena itu, perlunya pergantian bahan bakar sehingga biaya produksi energi listrik lebih ekonomis.[1]

Berdasarkan penjelasan diatas, maka perlunya dilakukan penelitian ini guna mengetahui konsumsi bahan bakar pada pembangkit dalam penyediaan energi listrik secara ekonomis.

2. Metode

2.1. Perancangan Simulasi

2.2.1. Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir Perhitungan

- (a) Diagram alir perhitungan biaya bahan bakar
- (b) Diagram alir perhitungan konsumsi spesifik bahan bakar, *heatrate* dan efisiensi termal

2.2.2. Program Konsumsi Spesifik Bahan Bakar

Algoritma perancangan program adalah sebagai berikut:

1. Memasukkan parameter – parameter masukan, meliputi: Q_f , kWh brutto dan pemakaian sendiri
2. Menghitung kWh netto
3. Menghitung konsumsi bahan bakar brutto dan netto
4. Menghitung tara kalor (heat rate) brutto dan netto
5. Menghitung efisiensi termal brutto dan netto

2.2.3. Program Efisiensi Bahan Bakar

Algoritma perancangan program adalah sebagai berikut:

1. Menentukan entalpi spesifik uap superheater dan umpan masuk menggunakan program Chemical Logic SteamTab Companion
2. Memasukkan parameter masukan, yaitu entalpi, efisiensi boiler, LHV, SG dan Produksi Uap
3. Menghitung laju aliran massa
4. Menghitung biaya bahan bakar per jam
5. Menghitung biaya bahan bakar per tahun
6. Menghitung besar prakiraan biaya penghematan per tahun
7. Menghitung biaya pembangkitan per kWh
8. Membuat grafik

3. Hasil dan Analisa

3.1. Analisis Pengaruh Penambahan Beban Terhadap Laju Aliran Massa

Berdasarkan data – data lapangan yang diperoleh, dapat dibuat tabel yang berisikan data tentang beban, produksi uap(ton/ kg) dan laju aliran massa (kg/jam) sebagai berikut:

Tabel 1. Laju aliran massa bahan bakar dalam kg/ jam

Beban (MW)	Produksi Uap (ton/ kg)	Laju Aliran Massa (kg/ jam)
544,408	4385,208	653895,750
516,492	4188,251	629282,000
571,369	4623,357	687525,500
559,524	4541,185	683421,000
584,497	4739,322	713103,375
545,527	4459,795	670761,625
495,394	3953,397	587623,250
560,792	4539,684	677749,125
558,209	4516,245	663694,875
614,583	5007,330	719706,250
591,786	4840,818	700098,125
632,643	4502,320	664837,125
568,835	4688,570	690896,625
477,657	3856,789	565216,250
533,427	4345,021	635132,250
549,179	4461,664	667335,250
559,223	4560,865	676200,500
595,195	4888,621	711283,000
586,760	4856,571	709645,750
491,986	3956,444	584086,625
415,473	3446,876	515419,750
508,363	4179,057	609007,500
531,607	4403,957	650282,125
533,890	4426,765	643629,375

Tabel 1. (Lanjutan)

Beban (MW)	Produksi Uap (ton/ kg)	Laju Aliran Massa (kg/ jam)
568,203	4721, 446	583681,250
584,043	4392,819	640035,250
525,690	4301, 084	630725,500
485,855	3996, 968	591638,250
500,951	4122, 891	606220,000
509,531	4202, 248	591929,500
562,984	4604, 564	657507,000
518,794	4058, 899	571518,750
559,061	4576, 389	641711,125
487,953	4079, 329	578765,875
452,427	3754, 678	535086,500
618,381	5059, 418	787879,875
655,952	5390, 712	955982,250
635,807	5000, 506	878057,500
618,054	5071, 913	730356,875
602,547	4999, 595	825061,125
609,632	5137, 313	829642,000

Adapun grafik hubungan beban (unit yang dibangkitkan) terhadap laju aliran massa berdasarkan tabel 1 ditunjukkan oleh gambar berikut:



Gambar 2. Grafik laju aliran massa uap terhadap fungsi beban



Gambar 3. Grafik Produksi Uap terhadap fungsi beban

Pada diatas terlihat bahwa saat pembangkit memikul beban 415,473 MW, laju aliran massa bahan bakar adalah 515419,750 kg/ jam. Sedangkan, saat memikul beban 655,952 MW, laju aliran massa bahan bakar adalah 955982,250 kg/ jam. Dari data lapangan terlihat bahwa penambahan beban/ daya yang dibangkitkan generator sinkron mengakibatkan laju aliran massa bahan bakar/ jumlah bahan bakar yang dikonsumsi pembangkit juga

meningkat. Hal ini disebabkan guna menjaga putaran/ kecepatan *angular* rotor generator tetap berada pada kecepatan sinkronnya 3000 rpm (2 kutub) atau frekuensi sistem 50 Hz. Oleh karena itu katup uap (*steam valve*) pada *boiler* memproduksi uap lebih besar seiring dengan kenaikan beban terlihat pada gambar 2 Artinya, jumlah kebutuhan kalor bahan bakar meningkat (uap mengandung *entalpy*/ energi), karena produksi uap yang meningkat guna mendorong turbin.

3.2. Analisis Pengaruh Penambahan Beban Terhadap Konsumsi Spesifik Bahan Bakar (SFC)

Konsumsi bahan bakar spesifik adalah parameter unjuk kerja mesin yang berhubungan langsung dengan nilai ekonomi suatu mesin, dengan parameter ini maka jumlah bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan sejumlah daya dalam selang waktu tertentu

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh konsumsi spesifik bahan bakar (SFC) baik bruto maupun netto, sebagai berikut:

Tabel 2. Perhitungan konsumsi spesifik bahan bakar (SFC) bruto dan netto

Beban (MW)	Energi Brutto (MWh)	Energi Pemakaian Sendiri (MWh)	Batubara terpakai (kg)	SFC bruto (kg/ kWh)	SFC netto (kg/ kWh)
415,473	16213,720	113,200	4123358	0,254	0,256
452,426	16898,840	125,700	4280692	0,253	0,255
477,657	17886,960	127,200	4521730	0,252	0,254
485,854	18767,740	127,100	4733106	0,252	0,253
487,952	18489,850	128,600	4629327	0,250	0,252
491,986	18681,280	128,700	4672693	0,250	0,251
495,394	18798,290	126,400	4700986	0,250	0,251
500,951	19541,260	130,500	4849760	0,248	0,249
508,363	19687,220	117,900	4872060	0,247	0,248
509,531	19171,290	135,600	4735436	0,247	0,248
516,492	20398,340	127,600	5034256	0,246	0,248
518,794	18589,750	126,100	4572150	0,245	0,247
525,689	20601,860	136,700	5045804	0,244	0,246
531,606	21541,350	127,900	5202257	0,241	0,242
533,426	21051,840	128,900	5081058	0,241	0,242
533,890	21383,960	126,300	5149035	0,240	0,242
544,407	21785,540	136,500	5231166	0,240	0,241
545,526	22399,210	131,100	5366096	0,239	0,240
549,179	22318,630	130,900	5338682	0,239	0,240
558,209	22254,480	133,400	5309559	0,238	0,240
559,060	21545,840	141,800	5133689	0,238	0,239
559,223	22707,140	134,300	5409604	0,238	0,239
559,523	22963,9200	135,400	5467368	0,238	0,239
560,791	22784,290	135,800	5421993	0,237	0,239
562,983	22197,750	141,700	5260056	0,236	0,238
568,202	23089,630	139,900	5469450	0,236	0,238
568,834	23398,040	134,500	5527173	0,236	0,237
571,368	23628,150	136,100	5580204	0,236	0,237

Tabel 2. (Lanjutan)

Beban (MW)	Energi Brutto (MWh)	Energi Pemakaian Sendiri (MWh)	Batubara terpakai (kg)	SFC bruto (kg/kWh)	SFC netto (kg/kWh)
584,042	21709,750	138,300	5120282	0,235	0,237
584,497	24215,590	134,800	5704827	0,235	0,236
586,760	24119,370	132,800	5677166	0,235	0,236
591,786	23895,830	133,800	5600785	0,234	0,235
595,195	24438,320	136,900	5690264	0,232	0,234
602,547	28561,740	144,100	6600489	0,231	0,232
609,632	28981,750	145,700	6637136	0,229	0,230
614,582	25151,910	136,400	5757650	0,228	0,230
618,053	29899,650	144,400	6842855	0,228	0,059
618,381	29735,280	146,100	6803039	0,228	0,229
632,643	23249,170	132,100	5318697	0,228	0,230
635,807	30709,640	144,100	7024460	0,228	0,229
655,952	33459,620	149,300	7647858	0,228	0,229

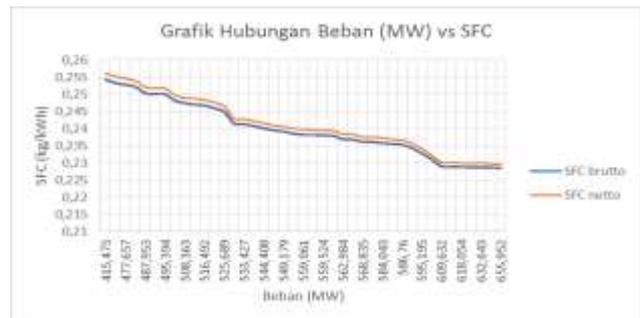
Adapun grafik hubungan beban terhadap konsumsi spesifik bahan bakar bruto dan netto berdasarkan tabel 2 ditunjukkan oleh gambar 4, 5 dan 6 adalah sebagai berikut di bawah:



Gambar 4. Grafik konsumsi spesifik bahan bakar (SFC) terhadap fungsi beban bruto



Gambar 5. Grafik konsumsi spesifik bahan bakar (SFC) terhadap fungsi beban netto



Gambar 6. Grafik perbandingan konsumsi spesifik bahan bakar (SFC) bruto dan netto terhadap fungsi beban

Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa konsumsi spesifik bahan bakar bruto dan netto saat beban 415,473 MW adalah 0,254 kg/ kWh dan 0,256 kg/ kWh. Sedangkan, saat beban 655,952 MW adalah 0,228 kg/ kWh dan 0,229 kg/ kWh. Semakin bertambahnya beban atau daya yang dibangkitkan oleh generator sinkron maka konsumsi spesifik bahan bakar semakin menurun. Artinya, jumlah konsumsi spesifik bahan bakar per kWh yang dikonsumsi lebih besar pada beban yang relatif kecil, daripada beban yang relatif besar. Hal ini disebabkan karena PLTU yang beroperasi baik pada beban rendah maupun pada beban tinggi mempunyai kWh pemakaian sendiri yang relatif rata – rata sama yaitu 131,6 MWh guna menjalankan peralatan – peralatan bantu pembangkit seperti motor pompa (*boiler feed pump*), dsb. atau kebutuhan listrik kantor seperti penerangan, komputer dan lain – lain. Kesimpulannya, PLTU sebaiknya dibangkitkan untuk memikul/ menyuplai beban dasar, dimana daya yang dibangkitkan mendekati daya terpasang generator. Oleh karena itu, semakin besar daya yang dibangkitkan PLTU maka semakin ekonomis.

Selain itu konsumsi spesifik bahan bakar bruto lebih kecil daripada konsumsi spesifik bahan bakar netto. Hal tersebut dikarenakan pada konsumsi spesifik netto melibatkan kWh pemakaian sendiri (kWh_{PS}) dalam perhitungan sesuai dengan rumus $SFC_N = \frac{Q_f}{kWh_B - kWh_{PS}}$.

Sedangkan, pada konsumsi spesifik bruto mengabaikan kWh pemakaian sendiri (kWh_{PS}) sesuai dengan rumus

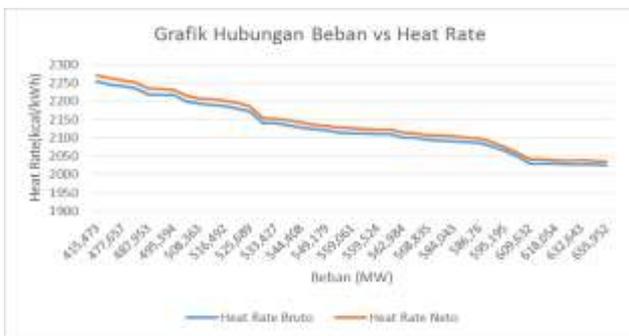
$$SFC_B = \frac{Q_f}{kWh_B}$$

. Artinya, konsumsi spesifik bahan bakar netto merupakan konsumsi spesifik bahan bakar unit pembangkit.

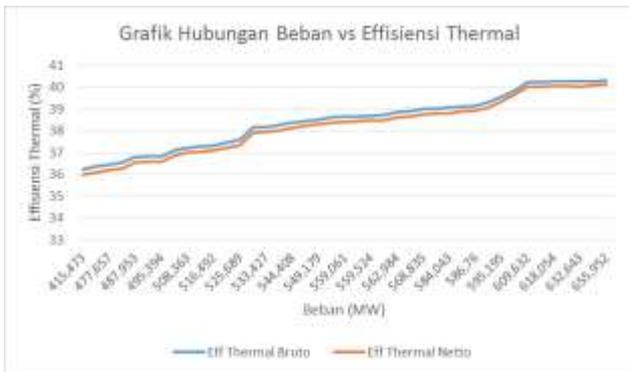
Secara umum kurva konsumsi spesifik bahan bakar semakin menurun dengan bertambahnya beban. Pada saat beban nol, nilai konsumsi spesifik bahan bakar mendekati tak terhingga karena bahan bakar yang dikonsumsi hanya untuk melayani beban nol, sedangkan daya keluaran kWh adalah nol. Pada beban rendah, konsumsi spesifik bahan bakar lebih tinggi dari pada beban tinggi. Hal ini terjadi karena pada beban rendah komposisi udara dan bahan bakar tidak sebaik pada beban tinggi sehingga efisiensi pembakarannya juga tidak sebaik pada beban tinggi

3.3. Analisis Pengaruh Penambahan Beban Terhadap Efisiensi Termal

Adapun grafik hubungan beban terhadap tara kalor (*heat rate*) dan efisiensi termal berdasarkan tabel 3 adalah sebagai berikut:



Gambar 7. Grafik Hubungan Beban Terhadap Heat Rate



Gambar 8. Grafik Efisiensi Termal Terhadap Beban

Berdasarkan dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa tara kalor (*heat rate*) bruto dan netto saat beban 415,473 MW adalah 2373,447 kKal/ kWh dan 2390,134 kKal/ kWh. Sedangkan, saat beban 655,952 MW adalah 2133,192 kKal/ kWh dan 2323,528 kKal/ kWh. Berdasarkan pada perhitungan tersebut dapat dilihat bahwa semakin bertambahnya beban atau daya yang dibangkitkan oleh generator sinkron maka tara kalor (*heat rate*) semakin menurun. Artinya, jumlah kalor yang ditambahkan, biasanya dalam kKal, untuk menghasilkan satu satuan jumlah kerja, biasanya dalam kiloWatt-jam (kWh)

semakin menurun. Tara kalor (*heat rate*) berbanding terbalik dengan efisiensi termal berdasarkan persamaan 3.6, artinya semakin rendah tara kalor (*heat rate*) yang dihasilkan, maka kerja PLTU semakin baik.

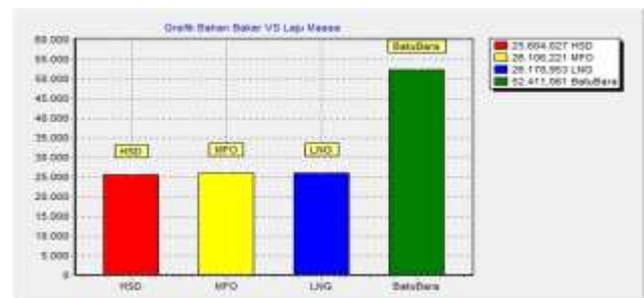
3.4. Perbandingan Biaya Operasi Bahan Bakar untuk Beban 525,689

Data – data masukan yang digunakan dalam perhitungan dan analisis, yaitu:

Tabel 3. Parameter - parameter masukan untuk beban 525,689 MW

Parameter	Nilai	Satuan
Daya Output Generator	525689	kW
Laju Aliran Massa Uap	430108	kg/ jam
Uap keluar <i>superheater</i>		
Temperatur	536,2	C
Tekanan	137,7	bar
Air umpan masuk <i>ekonomizer</i>		
Temperatur	267,8	C
Tekanan	137,7	bar
Efisiensi Boiler	89,70	persen
Nilai kalor Bahan Bakar (LHV)		
LHV MFO	9887,47	kKal/ kg
LHV HSD	10050	kKal/ kg
LHV LNG	9860	kKal/ kg
LHV Batubara	4925	kKal/ kg
Harga Bahan Bakar		
MFO	8800	Rp. / liter
HSD	10100	Rp. /liter
LNG	97825	Rp. /MMBTU
Batubara	946,9	Rp. /kg
<i>Specific Gravity</i>		
MFO	0,9439	
HSD	0,88	
LNG	0,85	
LHV Batubara	4925	kKal/ kg
Harga Bahan Bakar		
MFO	8800	Rp. / liter

Dengan menggunakan program, hasil perhitungan laju aliran massa dapat ditampilkan dalam grafik adalah seperti terlihat pada gambar 14 berikut:

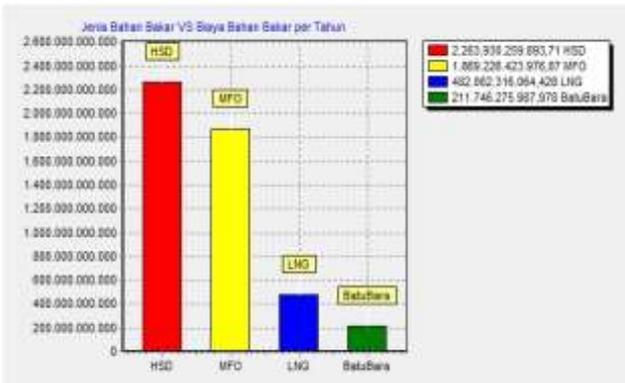


Gambar 9. Laju aliran massa HSD, MFO, LNG, dan batubara untuk beban 525,689 MW

Berdasarkan gambar 9, terlihat bahwa laju aliran massa bahan HSD adalah yang terkecil yaitu sebesar 25685,659 kg/ jam. Hal ini dikarenakan nilai kalor bawah HSD untuk satuan massa yang sama adalah lebih besar dengan nilai

10050 dibanding dengan MFO, LNG dan batubara. Sebaliknya nilai kalor bawah batubara merupakan yang terendah, yaitu sebesar 4925 kKal/ kg, sehingga laju aliran massanya adalah yang terbesar dibandingkan yang lainnya dengan nilai 52414,390kg/ jam.

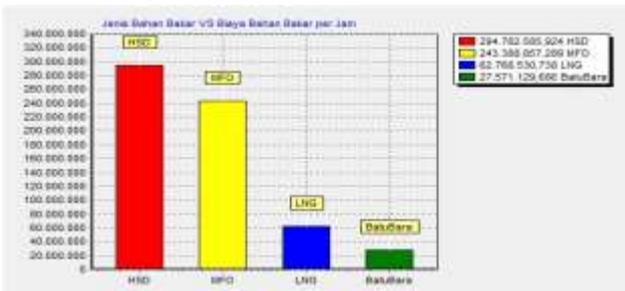
Sedangkan biaya tahunan beberapa bahan bakar untuk daya dan lama operasi yang sama. Jika diasumsikan lama operasi dalam 1 tahun adalah 320 hari, maka biaya operasi dapat ditampilkan berdasarkan grafik sebagai berikut:



Gambar 10. Biaya per tahun bahan bakar HSD, MFO, LNG dan Batubara untuk beban 525,689

Pada gambar 10 terlihat bahwa biaya operasi tahunan menggunakan bahan bakar HSD dan MFO jauh lebih besar dibandingkan menggunakan LNG dan batu bara. Biaya bahan bakar HSD berkisar Rp. 2,263 Triliun per tahun, dan biaya bahan bakar MFO berkisar Rp. 1,869 Triliun per tahun. Sedangkan, biaya bahan bakar batubara berkisar Rp. 381,143 Milyar per tahun dan biaya bahan bakar LNG berkisar Rp. 482,062 Milyar per tahun.

Dengan menggunakan program, hasil perhitungan biaya bahan bakar per kWh dapat ditampilkan dalam grafik adalah seperti terlihat pada gambar 16 dibawah:



Gambar 11. Biaya per jam bahan bakar HSD, MFO, LNG dan Batubara untuk beban 525,689

Pada gambar 11 diatas menunjukkan besarnya biaya berbagai jenis bahan bakar untuk daya yang sama 525,689 MW. Biaya bahan bakar HSD adalah yang tertinggi, yaitu

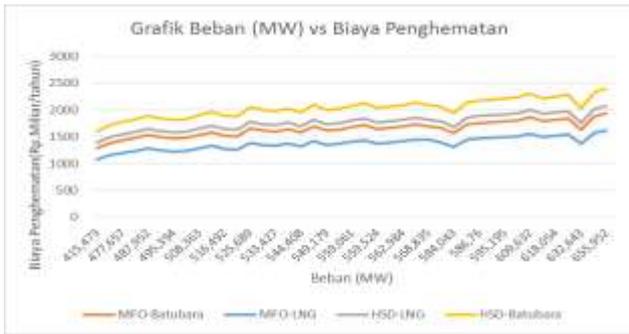
sebesar Rp. 294.782.585,924 / jam. Sedangkan, biaya bahan bakar batubara adalah yang terkecil sebesar Rp. 49.628.033,435 /jam. Biaya bahan bakar yang lainnya, MFO sebesar Rp. 243.388.857,289/ jam dan LNG sebesar Rp. 62.768.033,435 /jam. Besarnya biaya bahan bakar ini dipengaruhi oleh nilai masing – masing laju aliran massa dan harga bahan bakar

Berdasarkan perhitungan yang sama maka diperoleh perbandingan prakiraan biaya penghematan bahan bakar berbagai beban sebagai berikut:

Tabel 4. Besar biaya penghematan (Rp. Milliar/ tahun) berbagai bahan bakar dan beban

Beban (MW)	Besarnya penghematan (Milyar/ tahun)			
	MFO - LNG	MFO - BATUBARA	HSD - LNG	HSD - BATUBARA
415,473	1077,168	1287,075	1383,666	1593,573
452,427	1162,195	1388,672	1492,886	1719,363
477,657	1200,804	1434,804	1542,481	1776,481
485,855	1237,774	1478,979	1589,971	1831,175
487,952	1247,044	1527,712	1642,361	1891,514
491,986	1247,993	1491,189	1603,097	1846,293
495,394	1227,778	1467,035	1577,130	1816,387
500,951	1237,424	1478,561	1589,521	1830,658
508,363	1286,261	1536,914	1652,254	1902,907
509,531	1328,665	1587,581	1706,724	1965,640
516,492	1275,244	1523,751	1638,103	1886,609
518,794	1265,862	1512,540	1626,050	1872,728
525,689	1387,164	1657,480	1781,867	2052,183
531,607	1351,401	1614,748	1735,929	1999,276
533,427	1337,338	1597,945	1717,865	1978,471
533,890	1371,515	1638,782	1761,766	2029,033
544,408	1321,021	1578,448	1696,905	1954,332
545,527	1416,720	1692,796	1819,834	2095,910
549,179	1349,927	1612,987	1734,035	1997,095
559,061	1402,511	1675,818	1801,582	2074,888
559,223	1434,941	1714,568	1843,240	2122,866
559,524	1374,768	1642,669	1765,945	2033,846
560,792	1399,090	1671,730	1797,187	2069,827
562,984	1414,863	1690,576	1817,448	2093,162
568,203	1443,799	1725,152	1854,614	2135,971
568,835	1411,726	1686,828	1813,419	2088,521
571,369	1398,805	1671,389	1796,821	2069,405
584,043	1312,227	1567,941	1685,609	1941,322
584,497	1445,965	1727,739	1857,400	2139,174
586,760	1467,188	1753,099	1884,662	2170,573
591,785	1478,792	1766,964	1899,568	2187,740
595,195	1494,810	1786,103	1920,144	2211,437
602,547	1509,072	1803,144	1938,463	2232,536
609,632	1561,159	1864,661	2004,597	2308,702
614,583	1496,937	1788,645	1922,876	2214,583
618,054	1521,838	1818,398	1954,862	2251,422
618,381	1542,647	1843,262	1981,592	2282,207
632,643	1367,910	1634,475	1757,136	2023,700
635,807	1572,660	1879,124	2020,145	2326,609
655,952	1619,384	1934,953	2080,164	2395,732

Adapun grafik hubungan beban terhadap besarnya biaya penghematan berdasarkan tabel 4 ditunjukkan oleh gambar 12 adalah sebagai berikut:



Gambar 12. Perbandingan biaya prakiraan penghematan berbagai beban

Pada gambar 12 terlihat bahwa biaya penghematan terbesar adalah pergantian bahan bakar dari HSD ke batubara. Sedangkan, biaya penghematan terkecil adalah pergantian MFO ke LNG. Semakin besar daya yang dibangkitkan maka semakin besar pula biaya penghematan yang diperoleh dan sebaliknya.

4. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan tugas akhir dengan judul Analisis Konsumsi Bahan Bakar Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (Studi Kasus di PT. PLN Pembangkitan Tanjung Jati B) maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap, semakin besar daya yang dibangkitkan maka semakin besar pula laju aliran massa bahan bakar. Laju aliran massa bahan bakar saat beban 415,473 MW adalah sebesar 515419,750 kg/ jam. Sedangkan, saat beban 655,952 MW sebesar 955982,250 kg/ jam.
2. Konsumsi spesifik bahan bakar semakin menurun seiring dengan penambahan beban/ daya yang dibangkitkan. Konsumsi bahan bakar bruto dan netto saat beban 415,473 MW adalah 0,254 kg/ kWh 0,256 kg/ kWh. Sebaliknya, saat beban 655,952 MW adalah 0,228 kg/ kWh dan 0,229 kg/ kWh.
3. Semakin besar daya yang dibangkitkan maka tara kalor (heat rate) akan semakin kecil. Tara kalor bruto pada saat beban 415,473 MW adalah 2254,483 kKal/ kWh dan tara kalor netto adalah 2270,334 kKal/ kWh. Sedangkan pada saat beban 655,952 MW, tara kalor bruto adalah 2026,271 kKal/ kWh dan tara kalor netto adalah 2035,353 kKal/ kWh.

4. Semakin besar daya yang dibangkitkan maka efisiensi termal semakin besar. Efisiensi termal bruto dan netto terbesar adalah 42,434 % dan 42,245 % saat beban 655,952 MW. Sedangkan, efisiensi termal bruto dan netto terkecil adalah 38,139 % dan 37,873 % saat beban 415,473 MW.
5. Semakin besar daya yang dibangkitkan maka besarnya biaya penghematan juga akan semakin meningkat. Pada saat beban 415,473 MW besar biaya penghematan adalah Main Fuel Oil (MFO) – Liquid Natural Gas (LNG) sebesar Rp. 1399,090 milyar/ tahun, Main Fuel Oil (MFO) – Batubara sebesar Rp. 1671,730 milyar/ tahun, High Speed Diesel (HSD) – Liquid Natural Gas (LNG) sebesar Rp. 1797,187 milyar/ tahun, High Speed Diesel (HSD) – Batubara sebesar Rp. 2069,827 milyar/ tahun. Sedangkan pada saat beban 655,952 MW besar biaya penghematan yaitu Main Fuel Oil (MFO) – Liquid Natural Gas (LNG) sebesar Rp. 1619,384 milyar/ tahun, Main Fuel Oil (MFO) – Batubara sebesar Rp. 1934,953 milyar/ tahun, High Speed Diesel (HSD) – Liquid Natural Gas (LNG) sebesar Rp.2080,164 milyar/ tahun, High Speed Diesel (HSD) – Batubara sebesar Rp. 2395,732 milyar/ tahun

Referensi

- [1]. Abdul Wahid, Muh., "Perbandingan Biaya Pembangkitan Pembangkit Listrik di Indonesia".
- [2]. Bellman, D.K., "Power Plant Efficiency Outlook", NPC Global Oil and Gas Study, July 18, 2007.
- [3]. El – Wakil, M.M. "Instalasi Pembangkit Daya", Jilid 1, Erlangga, Jakarta, 1992.
- [4]. Kadir, Abdul. "Pembangkit Tenaga Listrik", UI – Press, Universitas Indonesia, Jakarta, 1996.
- [5]. Kadir, Abdul. "Pemrograman Database dengan Delphi 7 Menggunakan Access ADO", Andi, Yogyakarta, 2005.
- [6]. Klein, Joel B., "The Use Of Heatrates in Production Cost Modeling And Market Modeling", Electricity Analysis Office, California Energy Commission, April 1998
- [7]. Marno. "Optimasi Pembagian Beban Pada Unit PLTG Di PLTGU Tambak Lorok Dengan Metode Lagrange Multiplier", Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, 2001
- [8]. Marsudi, Djiteng. "Pembangkitan Energi Listrik", Erlangga, Jakarta, 2005.