

ANALISA PENGARUH LAJU KALOR TERHADAP EFISIENSI TERMAL PLTU SINTANG (3 X 7 MW)

Napianus Budianto¹⁾, Kho Hie Kwee²⁾, Ayong Hiendro³⁾
Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura
Email: Nap.gluemantik@gmail.com

ABSTRAK

Dalam rangka memenuhi kebutuhan listrik di daerah Sintang yang saat ini masih kekurangan pasokan listrik, PLN merencanakan untuk membangun pembangkit-pembangkit baru. Pembangkit baru yang akan dikembangkan antara lain adalah PLTU Batubara berskala kecil. Salah satunya adalah PLTU Sintang yang mempunyai kapasitas daya 21 MW, terletak di RT 06 / RW 03 Dusun Sungai Ringin Keluaran Kapuas Kanan Hilir, Kecamatan Sintang, Kabupaten Sintang, Provinsi Kalimantan Barat. PLTU Sintang (3X7 MW) menggunakan bahan bakar batubara dengan nilai kalori 3800 kkal/kg. Kinerja sebuah pembangkit listrik tenaga uap bergantung dari semua komponen pendukung. Salah satunya faktor usia penggunaan dari komponen tersebut, semakin lama komponen tersebut digunakan maka efisiensinya akan semakin menurun, sehingga energi panas yang dibutuhkan untuk membangkitkan listrik semakin besar. Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah menganalisa kinerja PLTU Sintang (3 X 7 MW) dari pengaruh beban terhadap konsumsi bahan bakar batubara spesifik (SFC), laju kalor, dan efisiensi termal. Hasil perhitungan menunjukkan konsumsi bahan bakar batubara spesifik brutto dan netto terendah 1,41 kg/kWh dan 1,61 kg/kWh pada beban 6978 kW dan tertinggi 1,84 kg/kWh dan 2,21 kg/kWh pada beban 3764 kW sedangkan laju kalor brutto dan netto terendah 5368,96 kkal/kWh dan 6150,78 kkal/kWh pada beban 6978 dan tertinggi 7001,96 kkal/kWh dan 8422,45 kkal/kWh pada beban 3764 kW serta efisiensi termal brutto dan netto terendah 12,28 % dan 10,21 % pada beban 3764 kW dan tertinggi 16,01 % dan 13,98 % pada beban 6978 kW.

Kata kunci : Pembangkit Listrik Tenaga Uap, Konsumsi Bahan Bakar Spesifik, Analisa PLTU

1. PENDAHULUAN

Tuntutan bahwa pembangkit harus mempunyai efisiensi daya yang besar mengakibatkan faktor efisiensi merupakan hal yang sangat penting dan selalu menjadi pembahasan utama di dalam setiap pembangkit listrik. Salah satu hal yang menjadi parameter penting dalam menentukan seberapa besar efisiensi yang telah dihasilkan oleh PLTU adalah efisiensi termal. Efisiensi termal sendiri dapat diperoleh dengan melakukan perhitungan nilai kalori dari batubara yang dipakai dan nilai laju kalor (*heatrate*) yang dihasilkan oleh perangkat boiler dan turbin generator yang dipakai. Salah satunya adalah PLTU Sintang yang mempunyai kapasitas daya 3 X 7 MW, terletak di RT 06 / RW 03 Dusun Sungai Ringin Kelurahan Kapuas Kanan Hilir, Kecamatan Sintang, Kabupaten Sintang, Provinsi Kalimantan Barat dimana PLTU Sintang (3 X 7 MW) menggunakan bahan bakar batubara dengan nilai kalori 3800 kkal/kg.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut penelitian Bambang Winardi (2009) yang meneliti tentang “Analisa Konsumsi Bahan Bakar Pada Pembangkitan Listrik Tenaga Uap

(Studi Kasus di PT.Indonesia Power Semarang)”. Pada PLTU, semakin besar daya yang dibangkitkan maka semakin besar laju aliran massa bahan bakar. Pada beban 80 MW dan 140 MW laju aliran massa sebesar 22.557,33 liter/kWh dan 35.810,52 liter/kWh. SFC brutto dan netto pada beban 80 MW sebesar 0,28196667 liter/kWh dan 0,30307647 liter/kWh dan beban 140 MW sebesar 0,25578946 liter/kWh dan 0,27050424 liter/kWh. Semakin besar daya yang dibangkitkan maka efisiensi termal semakin besar, sebaliknya tara kalor (*heatrate*) semakin menurun. Efisiensi termal brutto dan netto pada beban 140 MW adalah 36,01% dan 34,06 % sedangkan pada beban 80 MW adalah 32,67 % dan 30,98 %.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan bahan penelitian

1. Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN) No. 80 Tahun 1989 dengan penyesuaian mengikuti standar ASME (*American Society of Mechanical Engineers*). Digunakan untuk menghitung *specific coal consumption*

- (SFC), laju kalor dan efisiensi termal pada PLTU Sintang (3 X 7 MW)
2. *Microsoft Excel* 2016, digunakan untuk pengolahan dan menyajikan data hasil penelitian.
 3. *Microsoft word* 2016, digunakan untuk penulisan proposal dan laporan penelitian.
 4. Satu unit laptop *acer*.
 - 5.
 6. Satu unit *Smartphone*

3.2 Metode penelitian

- Mengumpulkan data-data meliputi data jenis nilai kalori batubara yang dipakai dan data pembangkit PLTU Sintang (3 X 7 MW).
- Setelah data didapatkan, kemudian data tersebut dihitung untuk mendapatkan jumlah konsumsi bahan bakar batubara spesifik (SFC) brutto dan netto pada PLTU Sintang (3 X 7 MW) dengan formula:

Konsumsi bahan bakar batubara spesifik bruto (SFC_B)

$$SFC_B = \frac{Q_f}{kWh_B} \quad (1)$$

Konsumsi bahan bakar batubara spesifik netto (SFC_N)

$$SFC_N = \frac{Q_f}{kWh_B - kWh_{PS}} \quad (2)$$

- Kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan laju kalor (*heatrate*) pada PLTU Sintang (3 X 7 MW) dengan formula:

Laju Kalor Brutto

$$HR_B = \frac{Q_f \times HHV}{kWh_B} \quad (3)$$

Laju Kalor Netto

$$HR_N = \frac{Q_f \times HHV}{kWh_B - kWh_{PS}} \quad (4)$$

- Dari hasil perhitungan laju kalor (*heatrate*), selanjutnya dilakukan perhitungan efisiensi termal pada PLTU Sintang (3 X 7 MW) dengan formula:

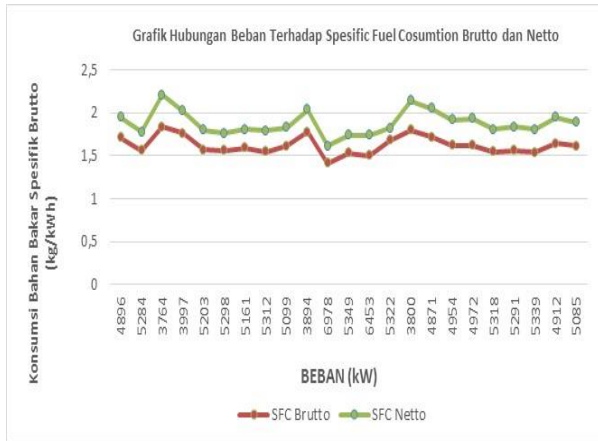
$$\eta_{thB} = \frac{860}{HR_B} \times 100\% \quad (5)$$

$$\eta_{thN} = \frac{860}{HR_N} \times 100\% \quad (6)$$

4. HASIL

Tabel 1 Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC) PLTU Sintang (3 X 7 MW)

Beban (kW)	Jam Operasi (Jam)	SFC _B (kg/kWh)	SFC _N (kg/kWh)
4896	15:00 - 22:00	1,71	1,95
5284	22:00 - 07:30	1,56	1,78
3764	15:00 - 22:00	1,84	2,21
3997	22:00 - 07:30	1,76	2,02
5203	15:00 - 22:00	1,57	1,80
5298	22:00 - 07:00	1,56	1,76
5161	07:30 - 15:00	1,59	1,81
5312	15:00 - 22:00	1,55	1,79
5099	15:00 - 22:00	1,61	1,83
3894	22:00 - 07:30	1,78	2,04
6978	22:00 - 07:30	1,41	1,61
5349	07:30 - 15:00	1,53	1,74
6453	07:30 - 15:00	1,50	1,74
5322	15:00 - 22:00	1,68	1,82
3800	07:30 - 15:00	1,80	2,14
4871	07:30 - 15:00	1,72	2,05
4954	07:30 - 15:00	1,62	1,92
4972	15:00 - 22:00	1,62	1,93
5318	07:30 - 15:00	1,55	1,81
5291	15:00 - 22:00	1,56	1,84
5339	07:30 - 15:00	1,54	1,81
4912	07:30 - 15:00	1,64	1,95
5085	15:00 - 22:00	1,61	1,89



Gambar 1. Grafik hubungan beban terhadap SFC brutto dan netto

Tabel 2. Hasil Perhitungan Laju Kalor Brutto dan Netto PLTU Sintang (3 X 7 MW)

Beban (kW)	Jam Operasi (Jam)	HR _B (kkal/kWh)	HR _N (kkal/kWh)
4896	15:00 - 22:00	6501,14	7425,83
5284	22:00 - 07:30	5950,59	6781,62
3764	07:30 - 15:00	7001,96	8422,45
3997	22:00 - 07:30	6709,33	7402,90
5203	15:00 - 22:00	5982,82	6868,27
5298	22:00 - 07:00	5929,13	6705,61
5161	07:30 - 15:00	6052,22	6910,00
5312	15:00 - 22:00	5907,12	6817,50
5099	15:00 - 22:00	6120,89	6975,73
3894	22:00 - 07:30	6771,70	7782,92
6978	22:00 - 07:30	5368,96	6150,78
5349	07:30 - 15:00	5821,12	6646,18
6453	07:30 - 15:00	5705,31	6630,81
5322	15:00 - 22:00	5890,49	6941,82
3800	07:30 - 15:00	6846,58	8155,64
4871	07:30 - 15:00	6547,62	7820,97
4954	07:30 - 15:00	6184,45	7299,73
4972	15:00 - 22:00	6177,20	7343,89
5318	07:30 - 15:00	5901,70	6904,28

Beban (kW)	Jam Operasi (Jam)	HR _B (kkal/kWh)	HR _N (kkal/kWh)
5291	15:00 - 22:00	5931,94	7001,81
5339	07:30 - 15:00	5865,38	6887,74
4912	07:30 - 15:00	6253,76	7428,01
5085	15:00 - 22:00	6131,57	7206,89

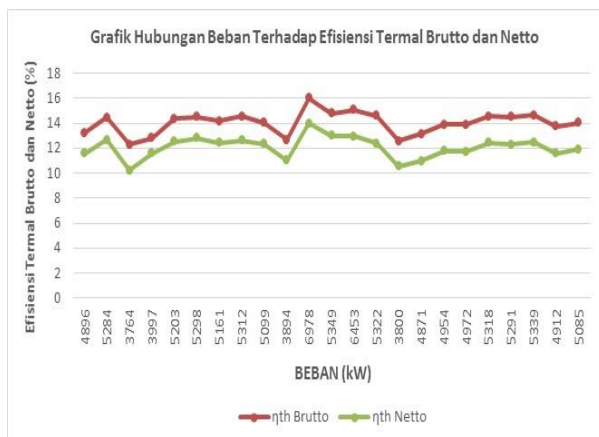


Gambar 2. Grafik hubungan beban terhadap Laju kalor brutto dan netto

Tabel 3. Data Hasil Perhitungan Efisiensi Termal PLTU Sintang (3 X 7 MW)

Beban (kW)	Jam Operasi (Jam)	η _{thB} (%)	η _{thN} (%)
4896	15:00 - 22:00	13,22	11,58
5284	22:00 - 07:30	14,45	12,68
3764	07:30 - 15:00	12,28	10,21
3997	22:00 - 07:30	12,81	11,61
5203	15:00 - 22:00	14,37	12,52
5298	22:00 - 07:00	14,50	12,82
5161	07:30 - 15:00	14,20	12,44
5312	15:00 - 22:00	14,55	12,61
5099	15:00 - 22:00	14,05	12,32
3894	22:00 - 07:30	12,69	11,04
6978	22:00 - 07:30	16,01	13,98

Beban (kW)	Jam Operasi (Jam)	η_{thB} (%)	η_{thN} (%)
5349	07:30 – 15:00	14,77	12,98
6453	07:30 – 15:00	15,07	12,96
5322	15:00 – 22:00	14,59	12,38
3800	07:30 – 15:00	12,56	10,54
4871	07:30 – 15:00	13,13	10,99
4954	07:30 – 15:00	13,90	11,78
4972	15:00 – 22:00	13,92	11,71
5318	07:30 – 15:00	14,57	12,45
5291	15:00 – 22:00	14,49	12,28
5339	07:30 – 15:00	14,66	12,48
4912	07:30 – 15:00	13,75	11,57
5085	15:00 – 22:00	14,02	11,93



Gambar 3. Data Hasil Perhitungan Efisiensi Termal PLTU Sintang (3 X 7 MW)

5. ANALISA

Dari gambar 1 diketahui konsumsi bahan bakar batubara spesifik (SFC) brutto dan netto terendah saat pembangkit beroperasi pada beban 6978 KW sebesar 1,41 kg/kWh dan 1,61 kg/kWh selang waktu dari pukul 22:00 malam sampai 07:30 pagi sedangkan konsumsi bahan bakar batubara spesifik (SFC) brutto dan netto tertinggi saat pembangkit beroperasi pada beban 3764 KW sebesar 1,84 kg/kWh dan 2,21 kg/kWh selang waktu dari pukul 15:00 sore sampai 22:00 malam.

Beban yang dibangkitkan sangat mempengaruhi konsumsi bahan bakar batubara spesifik (SFC), semakin rendah beban yang dibangkitkan maka konsumsi bahan bakar batubara spesifik semakin tinggi sedangkan semakin tinggi beban yang dibangkitkan maka konsumsi bahan bakar batubara spesifik semakin menurun. Berdasarkan gambar 2 menunjukkan laju kalor brutto dan netto terhadap fungsi beban, terlihat bahwa laju kalor brutto dan netto terendah terjadi saat pembangkit beroperasi pada beban 6978 KW sebesar 5368,96 kkal/kWh dan 6150,78 kkal/kWh selang waktu dari pukul 22:00 malam sampai 07:30 pagi sedangkan laju kalor brutto dan netto tertinggi terjadi saat pembangkit beroperasi pada beban 3764 KW sebesar 7001,96 kkal/kWh dan 8422,45 kkal/kWh selang waktu dari pukul 07:30 pagi sampai 15:00 sore. Dari gambar 2 dapat diketahui bahwa secara umum laju kalor akan meningkat saat pembangkit beroperasi pada beban rendah dan akan menurun saat pembangkit beroperasi pada beban tinggi dengan demikian laju kalor berbanding lurus dengan konsumsi bahan bakar batubara spesifik (SFC). Dengan melakukan perhitungan laju kalor, maka akan diperoleh kondisi kesehatan pembangkit serta kinerja pada PLTU Sintang (3 X 7 MW) sehingga pemborosan pemakaian bahan bakar batubara dapat dihindari karena nilai laju kalor akan berbeda-beda jika beban yang dibangkitkan juga berbeda dengan demikian dapat diketahui bagian dari pembangkit yang tidak optimal kinerjanya, sehingga dapat dilakukan perbaikan untuk mengembalikan ke kondisi optimum. Berdasarkan gambar 3 grafik hubungan beban terhadap efisiensi termal brutto dan netto PLTU Sintang (3 X 7 MW), terlihat bahwa efisiensi termal mengalami perubahan yang fluktuatif terhadap beban yang berbeda-beda. Efisiensi termal brutto dan netto terendah sebesar 12,28% dan 10,21 % saat beban yang dibangkitkan sebesar 3764 KW dan efisiensi termal brutto dan netto tertinggi sebesar 16,01% dan 13,98% saat beban yang dibangkitkan sebesar 6978 KW. Pemakaian bahan bakar batubara yang tinggi mengakibatkan beban yang dibangkitkan juga semakin meningkat hal ini berpengaruh pada efisiensi termal PLTU Sintang (3 X 7 MW), semakin besar laju kalor maka efisiensi termal semakin menurun. Sebaliknya semakin kecil laju kalor maka efisiensi termal semakin tinggi hal ini yang membuat kinerja PLTU Sintang (3 X 7 MW) semakin baik. Dengan demikian efisiensi termal berbanding terbalik dengan laju kalor.

6. KESIMPULAN

Pada saat pembangkit beroperasi pada beban 3764 KW konsumsi bahan bakar batubara spesifik (SFC) brutto dan netto akan meningkat sebesar 1,84 kg/kWh dan 2,21 kg/kWh dan akan menurun pada beban 6978 KW sebesar 1,41 kg/kWh dan 1,61 kg/kWh. Laju kalor berbanding lurus dengan konsumsi bahan bakar batubara spesifik (SFC) dimana pada beban 3764 KW laju kalor brutto dan netto sebesar 7001,96 kkal/kWh dan 8422,45 kkal/kWh dan efisiensi termal berbanding terbalik dengan dengan konsumsi bahan bakar batubara spesifik (SFC) laju kalor, dari hasil perhitungan didapat efisiensi termal PLTU Sintang (3 X 7 MW) brutto dan netto pada beban 3764 KW sebesar 12,28% dan 10,21% dan pada beban 6978 KW sebesar 16,01% dan 13,98%.

BIOGRAFI



Napianus Budiarto, Lahir di Bonet Lama, Kalimantan Barat, Pada tanggal 11 Desember 1992. Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Dari Program Studi Teknik Elektro, Universitas Tanjungpura Pontianak, Indonesia, 2018.

REFERENSI

Bambang Winardi., 2009. *Analisa Konsumsi Bahan Bakar Paada Pembangkitan Listrik Tenaga Uap* (Studi Kasus di PT.Indonesia Power Semarang), Fakultas Teknik Elektro Universitas Diponegoro.

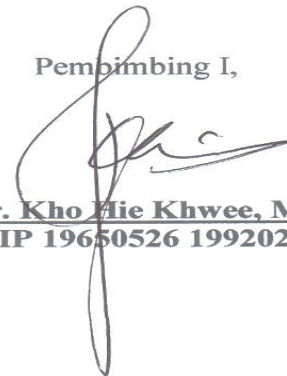
Dedi Sulistiono., 2012. *Analisa Potensi Pembangkit Listrik Tenaga GAS Batubara di Kabupaten Sintang*, Fakultas Teknik Elektro Universitas Tanjungpura Pontianak.

The American Society of Mechanical Engineers, Performance Test Code Fired Steam Generator 4.1, New York, 1998.

Cengel, Y. A. And A. Boles. *Thermodinamics: An Enginering Approach*. Singapore : McGraw-Hill, 1989.

Menyetujui,

Pembimbing I,



Ir. Kho Hie Khwee, M.T.
NIP 19650526 199202 1 001

Pembimbing II,



Awong Hiendro, S.T., M.T.
NIP 19691101 199702 1 001