

**ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN BEBAN
TERHADAP GENERATOR GT (GAS TURBINE) UNIT 1 DI PLTGU
KERAMASAN**

Mutiar¹, Pertiwi, NU², Imas, NZ³, Dyah, UYW⁴, Rumiasih⁵, Mirza, AS⁶

1,2,3,4,5,6 Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Sriwijaya

email : mutiar.tiar@gmail.com

ABSTRAK

Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan beban terhadap kinerja generator GT Unit 1 di PLTGU Keramasan selama periode satu bulan penuh, yaitu dari tanggal 15 April 2025 hingga 15 Mei 2025. Data efisiensi generator dianalisis dengan dua kondisi beban yang berbeda, yaitu beban siang dan malam dengan variasi beban tertinggi dan terendah. Hasil analisa menunjukkan bahwa efisiensi generator pada beban siang tertinggi berkisar antara 97,159% hingga 97,540%, sedangkan pada beban siang terendah efisiensi berada pada rentang 97,189% hingga 97,481%. Untuk beban malam tertinggi, efisiensi berkisar antara 97,051% hingga 97,447%, dan pada beban malam terendah efisiensi berada di antara 97,167% sampai 97,493% pada saat generator beroperasi pada beban 50 %. Berdasarkan IEC 60034 -1 nilai standar untuk efisiensi generator yaitu di atas 85 %.

Kata Kunci : Generator, Beban, Gas, Turbin

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF LOAD CHANGES ON THE GT (GAS TURBINE)
GENERATOR UNIT 1 AT KERAMASAN PLTGU**

ABSTRACT

This calculation aims to determine the effect of load changes on the performance of the GT Unit 1 generator at the Keramasan PLTGU for a full month, namely from April 15, 2025 to May 15, 2025. The generator data efficiency was analyzed with two different load conditions, namely day and night loads with the highest and lowest load variations. The analysis results show that the generator efficiency at the highest day load ranges from 97.159% to 97.540%, while at the lowest day load the efficiency is in the range of 97.189% to 97.481%. For the highest night load, the efficiency ranges from 97.051% to 97.447%, and at the lowest night load the efficiency is between 97.167% to 97.493% when the generator operates at 50% load. Based on IEC 60034 -1 the standard value for generator efficiency is above 85%.

keywords : Generator, Load Gas, Turbine.

I. PENDAHULUAN

Dengan tujuan untuk melaksanakan pemenuhan kebutuhan listrik yang semakin mengalami adanya peningkatan dari rentang tahun ke tahun, maka keandalan yang dipunyai suatu sistem pembangkit listrik mempunyai peran yang sifatnya sangat penting. Salah satu dari komponen yang kategorinya sangat penting di sistem pembangkit listrik untuk bisa memberi hasil energi listrik yakni generator. Dalam melaksanakan pemenuhan kebutuhan energi listrik yang semakin lama terus mengalami adanya peningkatan, maka dari hal itu banyak perusahaan yang mengembangkan dan bergerak untuk memenuhi kebutuhan listrik salah satunya adalah PT. PLN Indonesia Power UBP Keramasan yang berfungsi sebagai penyedia serta penyaluran energi listrik pada masyarakat serta industri yang telah membangun dan mengembangkan pembangkit listrik di berbagai daerah demi melaksanakan pemenuhan kebutuhan energi listrik yang adanya di keseluruhan wilayah Indonesia. Salah satu dari pembangkit listrik yang masih beroperasi sampai saat ini yakni Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) yang adanya di daerah Keramasan, Palembang.

II. METODE PENELITIAN

Generator GT (*Gas Turbine*) Unit 1 Di PLTGU Keramasan ini adalah generator sinkron dengan kapasitas 28,2 MW dengan tipe DG215Z – 04 No. 410246 – 01. Penelitian pada generator ini dilakukan dengan pengamatan secara langsung pada layar HMI (*Human Machine Interface*) yang meliputi pengamatan pada nilai Beban daya aktif dan daya reaktif, nilai arus pada stator, nilai arus eksitasi dan nilai tegangan. Pengambilan data dilakukan pada dua sesi yaitu pada beban siang (06.00 – 17.00) dan beban malam (18.00 – 00.00) selama 30 hari, mulai pada tanggal 15 April 2025 sampai 15 Mei 2025.



Gambar 2.1 Nameplate Generator GT (*Gas Turbine*) Unit 1

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

PT. PLN Indonesia Power UBP Keramasan PLTGU Keramasan memiliki 2 unit pembangkit PLTGU yang berkapasitas 2x40 MW, yaitu PLTGU Unit 1 dan PLTGU Unit 2, dimana setiap satu unit PLTGU memiliki 2 buah generator yaitu Generator *Gas Turbine* (GT) dan Generator *Steam Turbine* (ST). Pada penelitian ini dilakukan perhitungan efisiensi pada generator *Gas Turbine* (GT) Unit 1.

3.1 Perhitungan Rugi – Rugi Dan Efisiensi Generator

Berdasarkan dari data operasi generator, telah didapatkan nilai – nilai yang akan digunakan untuk menghitung efisiensi generator. Perhitungan nilai rugi – rugi dan efisiensi pada generator adalah sebagai berikut :

a. Tahanan Stator Pada Suhu Operasi 115°

Hasil perhitungan nilai tahanan pada stator:

$$RT = R_o (1 + \alpha \Delta T)$$

$$RT = 0,008 \times (1 + 0,00393 \times 95)$$

$$RT = 0,01099 \, \Omega$$

b. Tahanan Rotor Pada Suhu Operasi 115°

Hasil perhitungan nilai tahanan pada rotor:

$$R_T = R_0 (1 + \alpha \Delta T)$$

$$R_T = 0,0752 \times (1 + 0,00393 \times 95)$$

$$R_T = 0,10327 \, \Omega$$

c. Rugi Tembaga Stator

Hasil perhitungan rugi tembaga pada stator:

$$P_{sclr} = 3 \times I_a^2 \times R_a$$

$$P_{sclr} = 3 \times 909^2 \times 0,01099$$

$$P_{sclr} = 27.242,48457 \text{ Watt} = 0,027242485 \text{ MW}$$

$$P_{scls} = 3 \times I_a^2 \times R_a$$

$$P_{scls} = 3 \times 900^2 \times 0,01099$$

$$P_{scls} = 26.705,70000 \text{ Watt} = 0,026705700 \text{ MW}$$

$$P_{sclt} = 3 \times I_a^2 \times R_a$$

$$P_{sclt} = 3 \times 922^2 \times 0,01099$$

$$P_{sclt} = 28.027,26984 \text{ Watt} = 0,028027269 \text{ MW}$$

Pscrt Rugi Tembaga Rotor

Hasil perhitungan rugi tembaga pada rotor:

$$P_{scr} = I_f^2 \times R_f$$

$$P_{scr} = 3,1 \times 0,10327$$

$$P_{scr} = 0,320137 \text{ Watt} = 0,000000320 \text{ MW}$$

d. Rugi Tembaga Total

Hasil perhitungan rugi tembaga total pada generator:

$$P_{cu} = P_{sclr} + P_{scsls} + P_{scslt} + P_{scr}$$

$$P_{cu} = 0,027242485 + 0,026705700 + 0,028027269 + 0,000000320$$

$$P_{cu} = 0,081975774 \text{ MW}$$

e. Rugi Mekanik

Rugi Mekanik bersifat konstan selama putaran generator stabil, nilai rugi mekanik besi dapat dilihat pada hasil *Performance Test* generator GT (*Gas Turbine*) Unit 1 PLTGU Keramasan, yaitu 0,16 MW.

f. Rugi Inti Besi

Pada generator, nilai rugi inti (*core loss*) bersifat konstan karena rugi ini dipengaruhi oleh frekuensi dan kerapatan fluks magnetik yang tetap selama operasi normal generator. Nilai rugi inti besi dapat dilihat pada hasil *Performance Test* generator GT (*Gas Turbine*) Unit 1 PLTGU Keramasan, dan nilai yang didapatkan untuk rugi – rugi inti besinya adalah 0,124 MW.

g. Rugi Stray Load

Hasil perhitungan rugi strayload pada generator:

$$P_{stray} = 0,01 \times P_{cu}$$

$$= 0,01 \times 0,081975774$$

$$= 0,075500000 \text{ MW}$$

h. Rugi – Rugi Daya Total Generator

Hasil perhitungan rugi – rugi total pada generator :

$$\Sigma \text{Rugi Total} = \text{Rugi Tembaga Total} + \text{Rugi Mekanik} + \text{Rugi Strayload} + \text{Rugi Besi}$$

$$= 0,081975774 + 0,16 + 0,075500000 + 0,124$$

$$= 0,441475671 \text{ MW}$$

i. Daya Input Generator

Hasil perhitungan nilai daya input pada generator:

$$\begin{aligned} P_{in} &= P_{out} + \sum R_{ugi} - R_{ugi\ Total} \\ &= 15,1 + 0,441475671 \\ &= 15,541\ MW \end{aligned}$$

j. Efisiensi Generator

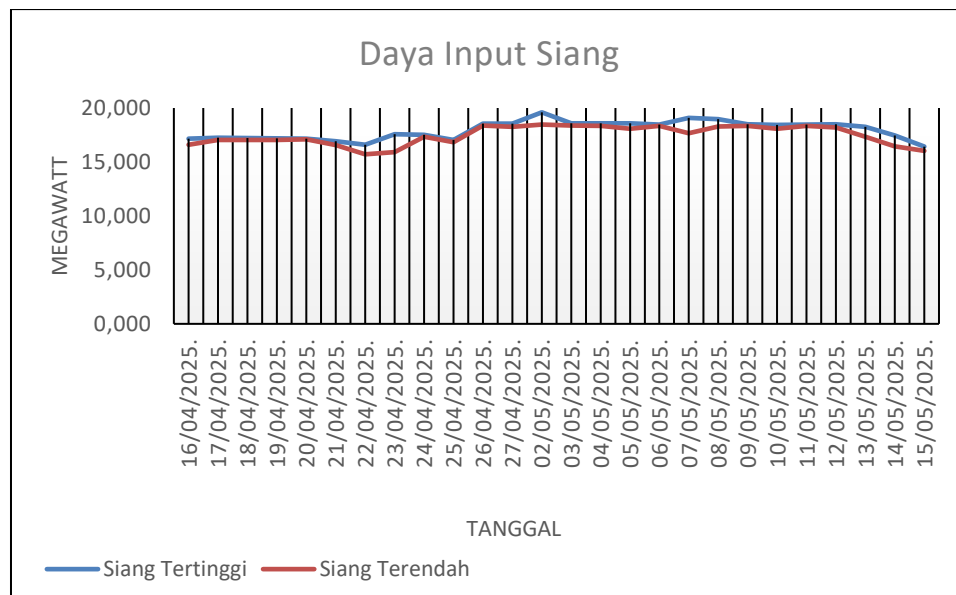
Hasil perhitungan nilai efisiensi pada generator:

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\ &= \frac{15,1}{15,467} \times 100\% \\ &= 97,159\ \% \end{aligned}$$

3.1 Hasil Perhitungan Efisiensi Generator

Setelah dilakukan perhitungan efisiensi pada Generator GT Unit 1, didapatkan hasil sebagai berikut :

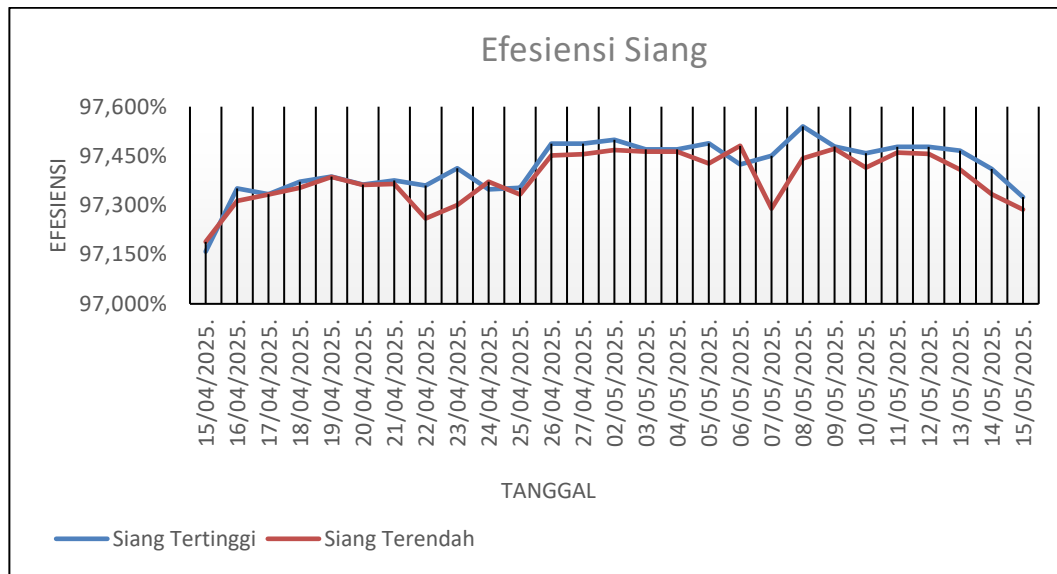
a. Perhitungan Efisiensi Beban Siang



Gambar 3.1 Grafik Perbandingan Daya Input Pada Beban Siang Tertinggi dan Terendah

Berdasarkan gambar 3.1, terlihat bahwa pada selama periode pengukuran yang telah dilakukan, diketahui bahwa nilai daya input mengalami perubahan secara fluktuatif yaitu berada pada beban siang tertinggi daya input terendah yaitu 15,541 MW dan daya input tertingginya hingga 19,600 MW dan pada beban siang terendah daya input terendah yaitu 15,537 MW dan daya input tertingginya yaitu 18,468 MW. Dari data di atas diketahui bahwa daya input pada beban siang tertinggi cenderung selalu lebih besar dibandingkan dengan daya input pada beban siang terendah, hal ini dikarenakan saat beban pada generator berubah secara fluktuatif maka

akan mempengaruhi nilai rugi – rugi tembaga dan rugi strayload, dimana hal tersebut juga mempengaruhi nilai rugi – rugi totalnya. Akibatnya besar daya input yang dibutuhkan juga naik untuk mengatasi nilai rugi – rugi dan daya output pada generator.

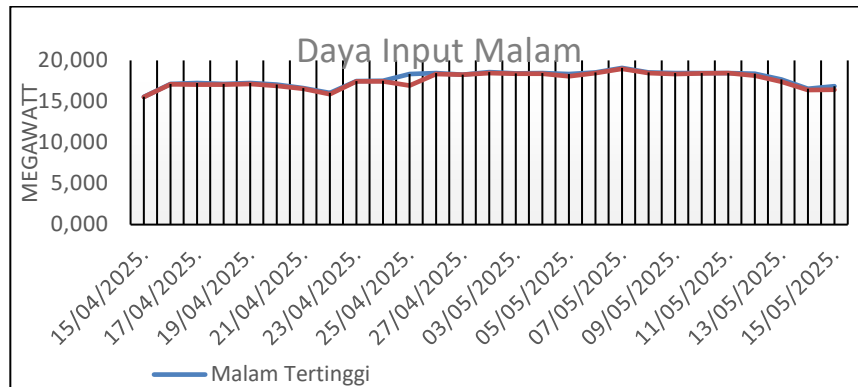


Gambar 3.2 Grafik Perbandingan Efisiensi Pada Beban Siang Tertinggi dan Terendah

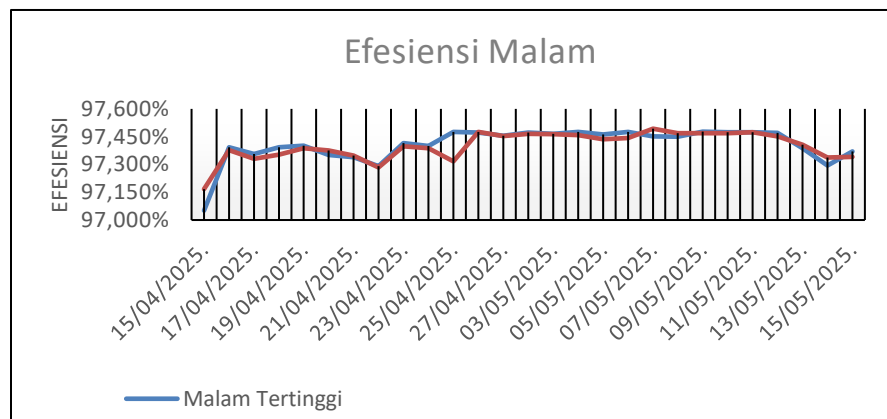
Berdasarkan dari gambar 3.2, terlihat bahwa pada beban siang tertinggi diketahui bahwa nilai efisiensi tertinggi terdapat pada tanggal 8 Mei 2025 pukul 07.00 WIB dengan 97,540% pada beban 18,5MW dan pada beban siang terendah nilai efisiensi tertinggi terdapat pada tanggal 6 Mei 2025 pukul 07.00 WIB dengan 97,481 % pada beban 17,89 MW. Untuk nilai efisiensi terendah pada beban siang tertinggi terdapat pada tanggal 15 April 2025 pukul 09.00 WIB dengan 97,159% pada beban 15,1 MW dan pada beban siang terendah nilai efisiensi

terendah terdapat pada tanggal 15 April 2025 pukul 07.00 WIB dengan 97,189 % pada beban 15,1 MW.

b. Perhitungan Efisiensi Beban Malam



Gambar 3.3 Grafik Perbandingan Daya Input Pada Beban Malam Tertinggi dan Terendah



Gambar 3.4 Grafik Perbandingan Efisiensi Pada Beban Malam Tertinggi dan Terendah

Berdasarkan dari gambar 3.4, terlihat bahwa pada beban malam tertinggi diketahui bahwa nilai efesiensi tertinggi terdapat pada tanggal 9 Mei 2025 pukul 00.00 WIB dengan 97,477% pada beban 18MW dan pada beban malam terendah nilai efesiensi tertinggi terdapat pada tanggal 7 Mei 2025 pukul 23.00 WIB dengan 97,493 % pada beban 18,5MW. Untuk nilai efesiensi terendah pada beban malam tertinggi terdapat pada tanggal 15 April 2025 pukul 23.00 WIB dengan 97,051% pada beban 15,1 MW dan pada beban malam terendah nilai efesiensi terendah terdapat pada tanggal 15 April 2025 pukul 21.00 WIB dengan 97,167 % pada beban 15,1 MW. Hal ini disebabkan oleh perubahan fluktuatif beban pada generator yang memengaruhi nilai rugi-rugi tembaga dan strayload, serta berdampak langsung pada total rugi-rugi.

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan pada Generator GT Unit 1, diketahui bahwa nilai efesiensi generator berada pada rentang 97,051% sampai 97,540% saat beroperasi pada beban 50%, baik pada beban siang maupun malam. Berdasarkan IEC 60034-1 tahun 2017 nilai standar efesiensi untuk generator sinkron sebaiknya di atas 85% dan ada juga yang menyebutkan efesiensi di atas 90% agar generator dapat bekerja secara maksimal. Dengan demikian, hasil perhitungan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai efesiensi aktual generator masih dalam batas toleransi yang diizinkan. Hal ini menunjukkan bahwa performa generator GT Unit 1 pada PLTGU Keramasan berada dalam kondisi yang sangat baik. Nilai efesiensi yang masih dalam batas yang diizinkan mengindikasikan bahwa generator telah dirawat dengan baik dan beroperasi dalam efesiensi yang optimal.

c. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan mengenai pengaruh perubahan beban terhadap generator GT(*Gas Turbine*) Unit 1 di PLTGU Keramasan, dapat diambil kesimpulan :

1. Setelah dilakukan perhitungan selama satu bulan penuh mulai dari tanggal 15 April 2025 – 15 Mei 2025 menunjukkan bahwa nilai rugi – rugi pada generator GT Unit 1 di PLTGU Keramasan mengalami fluktuasi. Pada saat generator beroperasi pada beban siang tertinggi, nilai rugi – rugi generator berkisar antara 0,438 MW sampai 0,490 MW, pada kondisi beban siang terendah, nilai rugi – rugi berkisar antara 0,434 MW sampai 0,486 MW. Untuk beban malam tertinggi, nilai rugi – rugi pada generator berkisar antara 0,429 MW sampai 0,479 MW, dan pada kondisi beban malam terendah nilai rugi – rugi generator berkisar antara 0,431 MW sampai 0,476 MW.
2. Hasil perhitungan nilai efisiensi generator GT Unit 1 di PLTGU Keramasan selama satu bulan penuh mulai dari tanggal 15 April 2025 – 15 Mei 2025 pada saat generator beroperasi pada beban siang tertinggi nilainya bervariasi antara 97,159% sampai 97,540%, dan pada kondisi beban siang terendah nilai efisiensinya berkisar antara 97,189% sampai 97,481%. Untuk beban malam tertinggi, nilai efisiensi generator berkisar antara 97,051% sampai 97,447 %, dan pada kondisi beban malam terendah nilai efisiensigenerator berkisar antara 97,167% sampai 97,493 %.
3. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa perubahan beban pada generator dapat mempengaruhi kinerja generator GT Unit 1 di PLTGU Keramasan, saat beban meningkat arus yang mengalir pada generator juga bertambah besar, sehingga menyebabkan peningkatan rugi-rugi daya generator meningkat, terutama rugi tembaga dan rugi strayload yang secara langsung mempengaruhi kinerjanya, terutama dari sisi efisiensi yang berada dalam rentang 97,051% hingga 97,540%, di mana efisiensi tetap tinggi dan

stabil selama beban berada mendekati kapasitas optimal generator, nilai ini masih berada dalam batas nilai toleransi standar yang diizinkan yaitu diatas 85 % menurut IEC 60034 – 1 tahun 2017, menandakan bahwa sistem beroperasi dengan efisien meskipun terjadi fluktuasi beban.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Zulhakim, Y. S. Handayani dan I. Priyadi, *Pengaruh Sistem Eksitasi Terhadap Generator Sinkron Tiga Fasa Di Unit 1 PT. PLN Indonesia Power ULPL TA Musi, Jurnal Teknosia*, vol. 17, no. 1, p. 2, 2023.
- [2] ABB, *Manual Book Generator GT 01*, Palembang: PT. PLN (Persero), 2014.
- [3] D. M. Dr. Hantje Ponto, *Dasar Teknik Listrik*, Sleman: Deepublish, 2018.
- [4] F. A. Pangestu, *Analisis Pengaruh Perubahan Beban terhadap Kinerja Generator GT02 di PT. PLN Indoneisa Power UPDK Keramasan menggunakan Software Matlab*, Laporan Akhir, Palembang, 2023.
- [5] M. Gussow, *Dasar - Dasar Teknik Listrik*, Jakarta: Erlangga, 2004.
- [6] M. R. Ariwan, M. dan R. Syahputra, *Analisis Perubahan Beban Terhadap Kinerja Generator Di PT. PJB Ubjom PLTMG Arum, Jurnal Tektro*, vol. 7, no. 2, p. 178, 2022.
- [7] R. Fadilah, S. Yahya dan S. M. Ilman, *Analisis Pengaruh Pembebanan Terhadap Efisiensi Generator 55 MW Unit 3 di PLN Indonesia Power UBP Kamojang, Jurnal IRWNS*, p. 181, 2024.
- [8] R. Kurniawan dan M. Hazwi, *Analisa Performasi Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) Sicanang Belawan, Jurnal E-Dinamis*, vol. 2, no. 10, p. 102, 2014.
- [9] S. Sudirham, *Analisis Rangkaian Listrik*, Bandung: Darpublic, 2012.
- [10] Z. Anthony, *Mesin Listrik Arus Bolak - Balik*, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2019.

- [11] Z. Muna, S. F. dan J. , *Studi Perubahan Beban Terhadap Rugi – Rugi Daya Output Generator Sinkron Tiga Phase 20 MW Pada Generator Turbin Gas Unit 2 Pada PT Pupuk Iskandar Muda*, *Jurnal Tektro*, vol. 7, no. 1, pp. 112 – 113, 2023.