

PENGARUH PERUBAHAN BEBAAN GENERATOR TERHADAP EFISIENSI PLTU (STUDI PADA PLTU SEMEN TONASA UNIT 35 MW)

Andi Ervianto Nur¹, Sugeng A Karim², Hasrul³

¹Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar
ervianto45@gmail.com

²Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar
sugengakarim@yahoo.com

³Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar
hasrulkakri@unm.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif yang bertujuan untuk mengetahui efisiensi sebelum dan setelah beban generator berubah. Serta untuk mengetahui pengaruh perubahan beban terhadap efisiensi generator. Objek pada penelitian ini adalah generator pada PLTU Semen Tonasa. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik observasi dan dokumentasi. Teknik analisis data yang digunakan adalah teknik analisis statistik deskriptif. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan efisiensi sebelum beban generator berubah yaitu 97,4% sedangkan efisiensi setelah beban generator berubah yaitu 84,68%, dan perubahan beban pada generator dapat mempengaruhi efisiensi generator dimana beban dan nilai efisiensi berbanding terbalik.

Kata Kunci: Perubahan Beban, Efisiensi, Generator

THE EFFECT OF GENERATOR LOAD CHANGES ON PLTU (STUDY ON PLTU SEMEN TONASA UNIT 35 MW)

ABSTRACT

This research is a descriptive study that aims to determine the efficiency before and after the generator load changes. As well as to find out the effect of load changes on the efficiency of the generator. The object of this study is a generator at the Tonasa Cement Power Plant. The data collection techniques used are observation and documentation techniques. The data analysis technique used is a descriptive statistical analysis technique. Based on the results of the study, it was concluded that the efficiency before the generator load changed was 97.4% while the efficiency after the generator load changed was 84.68%, and the change in load on the generator could affect the efficiency of the generator where the load and efficiency value are directly proportional.

Keyword: Load Change, Efficiency, Generator.

PENDAHULUAN

Energi listrik adalah kebutuhan penting bagi masyarakat ditengah perkembangan teknologi yang ada. Saat ini energi listrik sudah menjadi sesuatu yang sangat penting dan tidak dapat dipisahkan dari kehidupan sehari-hari. Energi listrik digunakan untuk berbagai hal seperti, sumber penerangan, sumber daya untuk peralatan listrik, bahkan sumber daya untuk kendaraan listrik [1]. Hal ini menimbulkan permintaan akan energi listrik semakin bertambah dari tahun ke tahun. Dalam perkembangan sekaligus kebutuhan listrik yang meningkat maka diperlukan sistem operasi yang stabil agar energi listrik yang tersalurkan dengan baik kepada seluruh konsumennya. Terdapat beberapa sistem tenaga listrik salah satunya yaitu pembangkit tenaga listrik [2].

Demi Mengantisipasi kebutuhan masyarakat akan listrik, maka pemerintah membangun pembangkit listrik yang menggunakan sumber alam sebagai fluida kerjanya (gas alam minyak bumi batu bara dan air) seperti pembangkit listrik tenaga air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), dan Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG). Pembangkit ini dimaksudkan untuk menyediakan kebutuhan listrik. Jenis-jenis pembangkit tersebut digerakkan berdasarkan penggerak mula (primemover) dari generatornya [3].

Listrik seperti diketahui bentuk energi skunder yang paling praktis digunakan oleh manusia, pada dasarnya listrik dihasilkan dari proses konversi dari bahan baku batu bara, minyak bumi, gas, panas bumi, potensial air, dan angin. Sistem pembangkit listrik, umumnya digunakan adalah mesin generator AC/Bolak-Balik, yang digerakkan oleh mesin-mesin utama, seperti: Mesin turbin, mesin diesel, atau mesin baling-baling. Dalam pengoperasian generator, sering terjadi fluaktasi akibat beban yang berubah, sehingga umumnya disediakan dua atau lebih generator untuk dioperasikan [4].

Generator adalah konverter yang digunakan untuk mengubah energi kimia atau kinetik menjadi energi listrik pada sebuah pembangkit listrik. Generator memiliki peranan beserta fungsi yang sangat penting dalam kelangsungan proses kinerja sebuah pembangkit listrik [5]. Kemampuan generator untuk mengkonversi suatu energi menjadi suatu energi listrik yang sangat bermanfaat, ditunjang pula oleh suatu perangkat dan controlling lainnya. Dimana perangkat controlling tersebut berpengaruh terhadap kemampuan optimal sebuah generator dalam menjalankan fungsinya yang

berperan untuk memenuhi kebutuhan pasokan listrik dilingkungan perusahaan industri dengan menggunakan generator sebagai alat konverternya [6].

PT. Semen Tonasa adalah produsen semen terbesar di Kawasan Timur Indonesia. Perseroan ini mempunyai empat unit pabrik, yaitu pabrik Tonasa II, III, IV, dan V. Sarana pendukung operasional yang berkontribusi besar terhadap pencapaian laba perusahaan adalah utilitas Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dengan kapasitas 2 x 25 MW dan 2 x 35 MW.

Pada PLTU Semen Tonasa terdapat 4 unit generator, dimana terdapat 2 unit berkapasitas 25 MW dan 2 unit berkapasitas 35 MW yang difungsikan untuk membangkitkan energi listrik yang akan disuplai ke pabrik semen, rumah pegawai, dan rumah penduduk yang terkena debu dari pabrik semen. PLTU semen tonasa membangkitkan energi listrik untuk memenuhi kebutuhan peralatan listrik yang digunakan pada pabrik dan seperti motor listrik, (beban listrik yang digunakan pada pabrik). Pengoperasian generator harus dalam keadaan stabil agar generator dapat bekerja secara optimal. Salah hal yang dapat mempengaruhi kestabilan pada generator yaitu beban listrik [7].

Berdasarkan hasil observasi awal diperoleh data nilai energi listrik yang dibangkitkan oleh PLTU pada bulan April 2021 sebesar 31.367 MW, pada bulan Mei 2021 sebesar 29.094 MW dan pada bulan Juni 2021 sebesar 28.351 MW. Dari hasil observasi dapat dilihat adanya perubahan nilai pada energi listrik yang dibangkitkan. Perubahan energi listrik yang dibangkitkan diakibatkan oleh perubahan penggunaan beban listrik. Dalam sistem pembangkit energi listrik, perubahan kebutuhan energi listrik sewaktu-waktu dapat berubah sesuai dengan penggunaan beban sehingga dapat berpengaruh terhadap efisiensi pada generator yang berperan sebagai pembangkit energi listrik.

Berdasarkan uraian diatas maka penulis mencoba melakukan studi dan mengambil judul skripsi tentang studi pengaruh perubahan beban generator terhadap efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Uap (Aplikasi pada PLTU Semen Tonasa Unit 35 MW).

METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian yaitu kuantitatif deskriptif. Kuantitatif deskriptif adalah jenis penelitian yang digunakan

untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya [8]. Penelitian yang diupayakan untuk mengamati permasalahan secara sistematis dan akurat mengenai fakta dan sifat objek tertentu. Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif deskriptif yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh beban generator terhadap efisiensi pembangkit pada PLTU PT. Semen Tonasa.

B. Teknik Analisis Data

Pada penelitian ini peneliti menganalisis data dengan teknik statistik deskriptif. Teknik ini mendeskripsikan data yang terkumpul tanpa menggeneralisasikan data tersebut. Adapun teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik perhitungan efisiensi generator [9].

$$\eta (\%) = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \quad (1)$$

Dimana:

η = efisiensi

P_{out} = daya keluaran (MW)

P_{in} = daya masukan (MW)

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil dokumentasi yang telah dikumpulkan di PLTU PT. Semen Tonasa, diperoleh data sebagai berikut:

1. Spesifikasi Generator

TABEL 1. SPESIFIKASI GENERATOR

Manufaktur	ABB
Tipe	AMS 1250 LD
Kapasitas	35 MW
Efisiensi	97,4%
Frekuensi	50 Hz
Daya Semu	45940 VA
Daya Aktif	35 kW
Tegangan	11000 V
Arus	2411 A
Kecepatan	1500 Rpm

2. Data Pembebanan Generator

Data pada Tabel 2 merupakan data pembebanan generator unit 35 MW di PLTU PT. Semen Tonasa. Data yang tercatat diambil selama 30 hari.

TABEL 2. DATA PEMEBEBANAN GENERATOR 30 HARI

Hari	Beban (MW)	Cos Phi	Arus (kA)	Tegangan (kV)	Frekuensi (Hz)
1	24,2	0,84	1,58	10,53	50,0
2	24,67	0,85	1,59	10,54	50,0
3	24,8	0,85	1,6	10,53	50,0

Hari	Beban (MW)	Cos Phi	Arus (kA)	Tegangan (kV)	Frekuensi (Hz)
4	23,99	0,86	1,53	10,53	50,0
5	23,65	0,86	1,53	10,53	50,0
6	23,52	0,86	1,5	10,53	50,0
7	24,79	0,85	1,6	10,53	50,0
8	24,14	0,86	1,54	10,53	50,0
9	24,98	0,85	1,61	10,54	50,0
10	25,44	0,85	1,64	10,54	50,0
11	21,46	0,83	1,41	10,59	50,0
12	19,15	0,79	1,33	10,53	50,0
13	21,64	0,84	1,41	10,53	50,0
14	24,81	0,84	1,61	10,53	50,0
15	23,81	0,84	1,55	10,53	50,0
16	24,48	0,85	1,58	10,53	50,0
17	24,12	0,85	1,54	10,59	50,0
18	23,43	0,85	1,5	10,61	50,0
19	24,11	0,85	1,54	10,62	50,0
20	23,76	0,85	1,52	10,62	50,0
21	24,71	0,85	1,58	10,62	50,0
22	25,32	0,85	1,62	10,62	50,0
23	26,26	0,86	1,66	10,62	50,0
24	25,32	0,85	1,63	10,62	50,0
25	25,46	0,85	1,61	10,62	50,0
26	25,81	0,85	1,65	10,62	50,0
27	22,38	0,84	1,45	10,61	50,0
28	25,38	0,84	1,64	10,64	50,0
29	26,13	0,84	1,66	10,78	50,0
30	23,09	0,84	1,49	10,65	50,0
Rata-Rata	24,16	0,85	1,56	10,58	50,0

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan data pembebanan generator pada hari pertama sampai hari ke 30 dengan nilai rata-rata 24,16 MW. Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan nilai beban tertinggi generator yaitu pada hari ke 23 sebesar 26,26 MW dan nilai beban terendah generator yaitu pada hari ke 12 sebesar 19,15 MW.

B. Pembahasan

1. Efisiensi Generator

Persamaan yang digunakan untuk menghitung efisiensi generator adalah persamaan (1), adapun hasil perhitungan sebagai berikut:

TABEL 3. HASIL PERHITUNGAN EFISIENSI GENERATOR

Hari	Pin (MW)	Pout (MW)	Efisiensi (%)
1	28,82	24,2	83,97
2	29,03	24,67	84,98
3	29,18	24,8	84,99
4	27,9	23,99	85,99
5	27,9	23,65	84,77
6	27,35	23,52	86,00
7	29,18	24,79	84,96
8	28,08	24,14	85,97
9	29,39	24,98	84,99
10	29,93	25,44	85,00
11	25,86	21,46	82,99

Hari	Pin (MW)	Pout (MW)	Efisiensi (%)
12	24,25	19,15	78,97
13	25,71	21,64	84,17
14	29,36	24,81	84,50
15	28,26	23,81	84,25
16	28,81	24,48	84,97
17	28,24	24,12	85,41
18	27,56	23,43	85,01
19	28,32	24,11	85,13
20	27,95	23,76	85,01
21	29,06	24,71	85,03
22	29,79	25,32	84,99
23	30,53	26,26	86,01
24	29,79	25,32	84,99
25	29,61	25,46	85,98
26	30,35	25,81	85,04
27	26,64	22,38	84,01
28	30,22	25,38	83,98
29	30,99	26,13	84,32
30	27,48	23,09	84,02
Rata-Rata	28,52	24,16	84,68

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh nilai rata-rata efisiensi generator unit 35 MW sebesar 84,68%, dengan beban rata-rata 24,16 MW dan daya masukan rata-rata 28,52 MW. Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa efisiensi terendah terjadi pada hari ke 12 dengan efisiensi sebesar 78,97 %, sedangkan nilai efisiensi tertinggi terjadi pada hari ke 23 dengan efisiensi sebesar 86,01%. Apabila menggunakan persamaan efisiensi generator untuk mencari daya masukan, maka diperoleh nilai daya masukan saat beban 35 MW.

TABEL 4. PERBANDINGAN HASIL PENELITIAN DENGAN DATA TERPASANG PADA GENERATOR

	Daya Input (MW)	Daya Output (MW)	Efisiensi (%)
Spesifikasi	35,93	35,00	97,4
Aktual	28,52	24,16	84,68

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa ada perubahan efisiensi dari data terpasang dan dari data aktual, dimana pada data terpasang generator memiliki daya input sebesar 35,93 MW, daya output sebesar 35 MW, dan tingkat efisiensi sebesar 97,4%, sedangkan dari hasil penelitian pada generator memiliki daya input sebesar 28,52 MW, daya output sebesar 24,16 MW, dan tingkat efisiensi sebesar 84,68%.

2. Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Efisiensi Generator

Efisiensi generator akan selalu berubah saat membangkitkan energi listrik, karena faktor yang mempengaruhi efisiensi yaitu kapasitas/beban, usia

pakai, putaran, dan suhu pada generator. Dimana suhu yang meningkat dihasilkan karena saat beban yang dibangkitkan besar maka akan membutuhkan arus eksitasi yang besar juga, dimana arus yang mengalir, ada yang beralih fungsi menjadi panas yang menyebabkan suhu pun meningkat pada generator, dapat dilihat dari hasil penelitian bahwa nilai efisiensi generator, arus, tegangan dan faktor daya berubah saat terjadi perubahan beban.

Saat generator mengubah energi mekanik menjadi energi listrik, generator pasti akan kehilangan daya (losses) atau biasa disebut rugi-rugi daya maka itulah yang menyebabkan efisiensi generator tidak dapat mencapai nilai 100% [10]. Pada generator terdapat rugi-rugi diantaranya rugi-rugi panas pada kumparan (winding), rugi-rugi pada intigenerator (core), serta rugi-rugi mekanik akibat gesekan terhadap udara saat berputar. Rugi-rugi panas yang dihasilkan dari inti dan kumparan generator dipengaruhi oleh sistem pendingin generator.

Bisa dilihat pada Tabel 3, terlihat dengan jelas bahwa perubahan beban dapat mempengaruhi efisiensi pada generator. Ketika nilai beban atau output generator besar maka nilai efisiensi semakin rendah, sedangkan ketika nilai beban atau output generator kecil maka nilai efisiensi akan meningkat.

SIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat perubahan efisiensi dari data spesifikasi dan dari data aktual (hasil penelitian), dimana pada spesifikasi generator memiliki daya input sebesar 35,93 MW, daya output sebesar 35 MW, dan tingkat efisiensi sebesar 97,4%, sedangkan dari hasil penelitian pada generator memiliki daya input sebesar 28,52 MW, daya output sebesar 24,16 MW, dan tingkat efisiensi sebesar 84,68%.
2. Perubahan beban pada generator dapat mempengaruhi nilai efisiensi, dimana ketika nilai beban atau output generator besar maka nilai efisiensi semakin rendah, sedangkan ketika nilai beban atau output generator kecil maka nilai efisiensi akan meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Bandri, "Analisa Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Karakteristik Genertor Sinkron (Aplikasi PLTG Pauh Limo Padang)," Jurnal Teknik Elektro, Vol. 2, No. 1, Pp. 42–48, 2013.

- [2] A. Pangkung, H. Nawir, And A. N. A. Santoso, "Analisis Pengaruh Perubahan Beban Generator Terhadap Efisiensi Kinerja PLTU Bosowa Energi Jenepono Unit 2," Jurnal Teknik Mesin Sinergi, Vol. 18, No. 2, Pp. 241–250, 2021.
- [3] W. Maisyarah, "Analisis Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Kinerja Generator Sinkron Tiga Fasa (Aplikasi Pada Laboratorium Konversi Energi FT-USU)," Universitas Sumatera Utara, 2017.
- [4] E. N. Wijayanti, "Analisis Perubahan Beban Terhadap Kinerja Generator Pada Pt. Pembangkit Jawa Bali (PJB)-Unit Pembangkit Gresik," Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2021.
- [5] A. Felen Diana Rosi, "Analisis Kinerja Mesin Induksi Tiga Fasa Sebagai Generator Induksi Satu Fasa Dengan Variasi Beban".
- [6] W. Setyawan, "Analisa Pengaruh Beban Terhadap Efisiensi Generator Pltu Di PT PJB Unit Pembangkitan Muara Karang," Universitas Mercu Buana, 2014.
- [7] M. Masrianto, "Studi Tentang Proses Pembangkitan Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Di PT. PLN (Persero) Wilayah Sulselrabar Sektor Tello Makassar," Universitas Negeri Makassar, 2021.
- [8] D. Sugiyono, "Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D," 2013.
- [9] P. Thosar And R. Mathur, "Design And Development Of High Efficiency Rectenna For Rf Harvesting," Materials Today: Proceedings, Vol. 29, Pp. 278–285, 2020.
- [10] R. Manangka, G. M. C. Mangindaan, And H. Tumaliang, "Analisa Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Efisiensi Generator Sinkron 3 Fasa Di PLTP Lahendong Unit 3," 2022.