ANALISIS DAYA YANG DIBANGKITKAN GENERATOR TERHADAP EFISIENSI PADA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS DI PLTG TELUK LEMBU

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning Pekanbaru

Diajukan Oleh:

M.BAYU MULYONO

NIM : 1720201056

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LANCANG KUNING

PEKANBARU

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri/tidak plagiat, dan semua sumber baik yang dikutip maupun rujukan telah saya nyatakan dengan benar. Jika ternyata tidak benar saya bersedia untuk pembatalan gelar kesarjanaan yang telah saya peroleh.

Nama : M.Bayu Mulyono
NIM :1720201056
Tanggal: 13 Juli 2024

Tanda Tangan :

M. Bayu Mulyono
NIM: 1720201056

LEMBAR PELAKSANAAN

Judul	:	Analisis Daya Yang Dibangkitkan Generator Terhadap Efisiensi Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Gas di PLTG Teluk Lembu
Nama	:	M.Bayu Mulyono
NIM	:	1720201056
Program Studi	:	Teknik Elektro

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji pada hari Sabtu tiga belas JuliTahun Dua Ribu Dua Puluh Empat Semester Genap Tahun Akademik 2023/2024.

Disetujui Oleh:

TIM PENGUJI

Ketua

Zulfahri, S.T., M.T.

NIDN. 1007097202

Sekretaris

Monice, S.ST., M.T.

NIDN. 1028088304

Anggota Penguji

Dr. Darmansyah, S.T., M.T.

NIDN. 0009127204

Anggota Penguji

Dr. David Setiawan, S.T., M.T.

NIDN. 1027127701

Anggota Penguji

Hamzah, S.T., M.T., Ph.D.

NIDN. 1012086701

LEMBAR PENGESAHAN

Judul	:	Analisis Daya Yang Dibangkitkan Generator Terhadap Efisiensi Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Gas di PLTG Teluk Lembu
Nama	:	M.Bayu Mulyono
NIM	:	1720201056
Program Studi	:	Teknik Elektro

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlakukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Lancang Kuning, sesuain dengan Berita Acara Nomor : 1450/FT/Ad/2024

Disahkan Oleh :

Pembimbing I	Pembimbing II
Elvira Zondra, S.T., M.T.	**Arlenny, S.T., M.T.**
NIDN. 1022047302	**NIDN. 1023126701**

Diketahui Oleh :

Dekan Fakultas Teknik	Ketua Prodi Teknik Elektro
Dr. H. Zainuri, S.T., M.T.	**Zulfahri, S.T., M.T.**
NIK. 0001198	**NIK. 0301207**

Tanggal Sidang Meja Hijau : Pekanbaru, 13 Juli 2024

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada kedua orang tua tercinta, Ayah Bejo Mulyono dan Ibu Yenni Nurlaili,atas doa dan dukungan yang diberikan. Kepada Bapak dan Ibu Dosen yang telah mendidik saya dengan Ikhlas. Kepada abang dan adik saya yang telah memberi semangat dan doa. Kepada teman – teman yang telah membantu saya dalam mengerjakan skripsi, dan juga untuk Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning Pekanbaru.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya ucapkan kepada Allah S.W.T yang karena berkah dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat mengikuti Sidang Tugas Akhir di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning beserta Tugas Akhirnya yang berjudul :

ANALISIS DAYA YANG DIBANGKITKAN GENERATOR TERHADAP EFISIENSI PADA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS DI PLTG TELUK LEMBU

Sidang Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memenuhi persyaratan akhir akademis dalam rangka meraih gelar kesarjanaan di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning Pekanbaru. Dalam menyelesaikan Sidang Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan, bimbingan dan petunjuk dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yanng sebesar - besarnya kepada :

1. Bapak Dr. H Zainuri, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning Pekanbaru.
2. Bapak Zulfahri, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning Pekanbaru.
3. Ibu Monice, S.ST., M.T., selaku sektretaris Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning Pekanbaru.
4. Ibu Elvira Zondra, S.T ., M,T. selaku Dosen Pembimbing I.
5. Ibu Arlenny, S. T ., M.T., selaku Dosen Pembimbing II.
6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro yang sudah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis.
7. Kedua orang tua penulis yang senantiasa selalu mendukung penulis dan mendidik penulis sehingga dapat menyelesaikan Sidang Tugas Akhir ini.
8. Teman – teman seperjuangan yang selalu mendukung untuk menyelesaikan Sidang Tugas Akhir ini.

9. Kapada abang – abang saya dan adik – adik saya yang telah memberikanbantuan dan *suport* untuk diri saya agar tetap terus bersemangat dalam membuat tugas akhir.
10. Kepada seluruh pihak perusahan PT. PLN ULPLTG Teluk Lembu yang telah membantu dan memberikan izin untuk saya dalam melakukan penelitian.
11. Kepada teman – teman masa sekolah yang ada di dalam Group 7J yang telah membantu dalam pembuatan tugas akhir ini.
12. Kepada teman – teman Faukay Esport dan semua anggota group para sepuh faukay yang telah membantu dan menyemangati dalam pembuatan tugas akhir ini.

Dalam penulisan Sidang Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekuranganya sehingga penulis memohon maaf dan agar dimaklumi. Semoga naskah Sidang Tugas Akhir ini bisa memberi manfaat kepada pembaca terutama kepada penulis sendiri.

Pekanbaru, 13 Juli 2024

M.Bayu mulyono

ANALISIS DAYA YANG DIBANGKITKAN GENERATOR TERHADAP EFISIENSI PADA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS DI PLTG TELUK LEMBU

ABSTRAK

Analisi Daya yang dibangkitkan Generator Terhadap Efisiensi pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) Teluk Lembu PT. PLN (Persero) Wilayah Pekanbaru Riau. Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning.Untuk mengetahui efisiensi generator pada pembangkit listrik tenaga gas (PLTG) Teluk Lembu PT. PLN (Persero) Wilayah Pekanbaru Riau yang meliputi daya masukan (*P in*), daya keluaran (*P out*), rugi mekanikal maupun rugi elektrikal. Berdasarkan hasil analisis perhitungan efisiensi generator maka apabila semakin tinggi beban pemakaian listrik maka semakin rendah efisiensi generatornya dan jika efisiensi generator rendah maka daya keluaran (*P out*) yang dihasilkan generator rendah dan begitupun sebaliknya, hal ini dipengaruhi oleh rugi-rugi tembaga pada generator apabila besar rugi-rugi tembaga maka daya keluaran (*P out*) dari generator akan semakin kecil dan apabila rugi-rugi tembaganya kecil maka daya keluaran (*P out*) dari generator akan semakin besar, dimana efisiensi tertinggi pada Pukul 00.00 yang diperoleh sebesar 99,67% dan efisiensi terendah pada pukul 11.00 yaitu sebesar 99,61%.

Kata Kunci: *PLTG, Generator, Efisiensi*

ANALYSIS OF POWER GENERATED BY GENERATORS ON EFFICIENCY IN GENRATING SYSTEMS GAS POWERED ELECTRICITY AT TELUK LEMBU PLTG

ABSTRACT

Analysis of the Power Generated by Generators on Efficiency in the Teluk Lembu PT Gas Power Plant (PLTG) System. PLN (Persero) Pekanbaru Riau Region. Department of Electrical Engineering Education, Faculty of Engineering, Lancang Kuning University

To determine the efficiency of the generator at the Teluk Lembu gas power plant (PLTG) PT. PLN (Persero) Pekanbaru Riau Region which includes input power (P in), output power (P out), mechanical losses and electrical losses. Based on the results of the generator efficiency calculation analysis, the higher the electricity usage load, the lower the generator efficiency and if the generator efficiency is low, the output power (P out) produced by the generator is low and vice versa, this is influenced by copper losses in the generator if it is large. copper losses, the output power (P out) from the generator will be smaller and if the copper losses are small then the output power (P out) from the generator will be greater, where the highest efficiency at 00.00 is 99.67% and The lowest efficiency was at 11.00, namely 99.61%.

Keywords: PLTG, Generator, Efficiency

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**

KATA PENGHANTAR ..... **iii**

ABSTRAK ..... **v**

ABSTRACT ..... **vi**

DAFTAR ISI ..... **vii**

DAFTAR GAMBAR ..... **ix**

DAFTAR TABEL ..... **xi**

BAB 1 PENDAHULUAN……..1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Tujuan Penelitian 2

1.3 Manfaat Penelitian 2

1.4 Rumusan Masalah 2

1.5 Batasan Masalah 2

1.6 Sistematika Penulisan 2

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA **4**

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Gas 4

2.1.1 Perinsip Kerja Turbin Gas 4

2.2 Turbin 5

2.2.1 Turbin Impuls 5

2.2.2 Turbin Reaksi 6

2.3 Siklus Brayton 6

2.4 Kompresor 8

2.5 Sistem Bahan Bakar 10

2.6 Generator 11

2.6.1 Eksitasi Pada Generator Sinkron 11

2. 6.2 Eksitasi Pada Generator Sinkron 13

2. 6.3 Eksitasi Pada Generator Sinkron 15
2. 6.4 Eksitasi Pada Generator Sinkron 19
2. 6.5 Eksitasi Pada Generator Sinkron 22
2. 6.6 Eksitasi Pada Generator Sinkron 23
2. 6.7 Eksitasi Pada Generator Sinkron 25
2. 6.8 Eksitasi Pada Generator Sinkron 26
2. 6.9 Eksitasi Pada Generator Sinkron 26
2. 6.10 Eksitasi Pada Generator Sinkron 28
2. 6.11 Eksitasi Pada Generator Sinkron 29
2.7 Faktor Daya 29
2.8 Efisiensi 31

BAB 3 METODE PENELITIAN 39
3.1 Data Teknis 39
3.1.1 Spesifikasi Generator 40
3.2 Alur Penelitian 40
3.3 Langkah - Langkah Penelitian 41
3.3.1 Metode Pengumpulan Data 43

BAB 4 PEMBAHASAN 39
4.1 Perhitungan Generator Unit 22 45
4.1.1 Menghitung Arus Stator Ia 45
4.1.2 Menghitung Rugi – Rugi Listrik 46
4.1.3 Menghitung Beban 47
4.1.4 Menghitung Efesiensi 48

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN **49**
5.1 Kesimpulan 51
5.2 Saran 51
DAFTAR PUSTAKA **53**
LAMPIRAN **54**

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2. 1 *Turbin Gas Sederhana* 4
Gambar 2. 2 Siklus Bryton Sistem Terbuka 7
Gambar 2. 3 Siklus Bryton Sistem Tertutup..... 7
Gambar 2. 4 Siklus *Brython* Udara Standar 7
Gambar 2. 5 Bentuk generator sinkron 13
Gambar 2. 6 Grafik Arus eksitasi (I_f) dan tegangan induksi (E) 12
Gambar 2. 7 Rangkain Ekivalen Generator Sinkron Tiga Phasa..... 13
Gambar 2. 8 Diagram aliran daya Generator Sinkron Tiga Phasa..... 14
Gambar 2. 9 Model reaksi jangkar 17
Gambar 2. 10 Rangkaian Ekivalen Berbeban dan Diagram Vektor Tegangan..... 20
Gambar 2. 11 Segitiga Daya..... 23
Gambar 2. 12 Sistem eksitasi statis 26
Gambar 2. 13 *Field Flashing* pada Generator Sinkron..... 27
Gambar 2. 14 Hubungan parameter-parameter generator..... 29
Gambar 2. 15 Rangkaian penyearah tiga fasa 31
Gambar 2.16 Rankaian Penyearah Gelombang Penuh 3 Fasa 31
Gambar 2. 17 Simbol thyristor 33
Gambar 2. 18 Efek arus gerbang pada tegangan maju blocking 33
Gambar 3. 1 Model Penelitian Daya Luaran Generator..... 39
Gambar 4. 1 Grafik Hasil Perhitungan P out dan P in ……...50
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Efisiensi Generator ……..……...51

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 3. 1 Spesifikasi Generator unit 22 40
Tabel 3. 2 Spesifikasi Teknik *Permanent Magnet Generator* (PMG) 40
Tabel 3. 3 Data Parameter Kinerja Generator unit 22 Berdasarkan *logsheet*..... 41
Tabel 4. 1 Hasil perhitungan generator 49

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pembangkit listrik tenaga gas (PLTG) adalah sebuah pembangkit energi listrik yang menggunakan peralatan atau mesin turbin gas untuk menggerakkan generator. Turbin gas dirancang dan dibuat dengan prinsip kerja yang sederhana dimana energi panas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar diubah menjadi energi mekanik dan selanjutnya diubah menjadi energi listrik atau energi lainnya sesuai kebutuhannya. Beban listrik adalah sesuatu yang harus ditanggung oleh pembangkit listrik, dalam kehidupan sehari–hari contoh beban listrik adalah perangkat elektronik, lampu listrik, televisi dan lain–lain.

Untuk melayani penambahan pasokan daya listrik kota Pekanbaru maka PT. PLN (Persero) sektor pembangkitan pekanbaru menggandeng UL PLTG Teluk Lembu. PLTG Teluk Lembu mulai beroperasi sejak tahun 1987, yang mempunyai kapasitas daya 21,6 MW ataumelakukan sistem pemadaman listrik bergilir yang sering terjadi saat inidikarenakan tidak sebandingnya pasokan dengan beban listrik yang harus dipenuhi.

Menurut Syarifuddin Nojeng (2007: 117-123), PLTG adalah pembangkit listrik yang termahal biaya operasinya khususnya biaya bahan bakar yang dikomsumsi. Pengoperasiannya diinginkan agar unit PLTG beroperasi dalam waktu yang sependek mungkin, misalnya pada waktu beban puncak atau pada waktu ada kerusakan atau gangguan unit lain (sebagai cadangan).

Kebutuhan akan listrik semakin lama semakin meningkat sejalan dengan perkembangan kemajuan industri dan semakin bertambahnya beban karena populasi manusia semakin bertambah. Semakin meningkatnya kebutuhan listrik masyarakat khusunya di kota Pekanbaru dan sekitarnya, maka pemerintah dalam hal ini PLN membangun Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) pada tahun 2007 Dengan memanfaatkan 1 unit gas turbin milik PT Caltex Pacific Indonesia yang dihibahkan kepada Pemprov Riau yang telah beroperasi lebih dari 17 tahun, karena sudah tergolong lumayan tua otomatis kinerja peralatan seperti generator pada

pembangkit listrik tidak sama seperti awal pembangunannya. Oleh karena itu, kualitas dari generator sebagai penghasil energi listrik tersebut juga harus diperhatikan, terutama efisiensinya.

Dengan adanya permasalahan diatas maka perlu dilakukan Analisa daya yang dibangkitkan oleh turbin Gas terhadap efisiensi pada seistem pembangkit listrik tenaga gas di PLTG Teluk Lembu.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan penulisan tugas akhir ini adalah ;

1. Menganalisis performa dengan menentukan efisiensi pembangkit listrik tenaga Gas (PLTG) Teluk Lembu
2. Menganalisis pengaruh beban terhadap Efisiensi

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui berapa daya yang dibangkitkan oleh Generator pada sistem pembangkit di PLTG Teluk Lembu

1.4 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah di tuliskan di atas, maka dapat di jabarkan rumusan masalahnya seagai berikut :

1. Penulis menganalisis pengaruh komponen terhadap daya yang dihasilkan
2. Penulis menganalisis tentang gangguan yg mempengaruhi kinerja turbin dan generator

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian tugas akhir ini tidak memiliki cakupan yang sangat luas, maka dalam penelitian ini diberikan batasan berupa :

1. Membahas proses pembangkitan sampai pada Generator.
2 Melakukan perhitungan daya listrik yang dibangkitkan oleh generator
3 Tidak membahas mengenai prinsip kerja peralatan *system proteksi*.

1.6 Sistem Penulisan

Penelitian yang berjudul **"Analisis Daya yang dibangkitkan Generator Terhadap Efisiensi pada system pembangkit listrik Tenaga Gas di PLTG Teluk Lembu"** terbagi menjadi lima Bab:

BAB 1 PENDAHULUAN

Berisi tentang penjelasan latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, serta sitematika penulisan.

BAB 2: TINJAUAN PUSTAKA & LANDASAN TEORI

Berisi tentang penelitian terdahulu yang berhubungan dengan topik permasaslahn. Baik teori teori yang digunakan untuk mendukung dan berhubungan dengan penyelesaian masalah yang akan dilakukan.

BAB 3: MOTODE PENELITIAN

Berisi tentang model penelitian, data data parameter operasi, metode dan alur penelitian PLTG Teluk Lembu Pekanbaru,Riau

BAB 4: HASIL & ANALISA

Berisi mengenai hasil dan analisa hitungan dari daya luaran generator yang dapat dihasilkan generator PLTG Teluk Lembu

BAB 5: PENUTUP

Berisi mengenai hasi-hasil simpulan analisa yang telah diteliti dan saran-saran program inovasi dalam mengatasi permasalahan pada temperature udara lingkungan.

BAB 5
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Bersumber pada hasil hitungan serta pengamatan data analisa yang sudah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Beban, Arus Eksitasi, Tegangan Output, Tegangan Eksitasi. Beban perhari generator PLTG Teluk Lembu bersifat sangat fluaktif atau berubah ubah tiap jam nya. Tegangan Output Generator berkisar 10,48 KV hingga 10,76 KV. Semakin tinggi beban pemakaian listrik maka semakin rendah efisiensi generatornya dan begitu juga sebaliknya semakin kecil beban pemakaian listrik makan semakin besar efisiensi dari generator tersebut.

2. Efisiensi generator rendah jika daya keluaran (P_{out}) yang dihasilkan generator rendah dan sebaliknya, hal ini dipengaruhi oleh rugi-rugi tembaga pada generator apabila besar rugi-rugi tembaga maka daya keluaran dari generator akan semakin keil dan apabila rugi-rugi tembaganya kecil maka daya keluaran dari generator akan semakin besar.

5.2 SARAN

1. Beban diusahakan dibawah kemampuan daya keluaran dari generator karena mengingat faktor usia generator yang sudah lumayan tua dan kurang mampu lagi menghasilkan daya maksimal, jika beban melebihi kapasitas daya keluaran generator maka akan terjadi kenaikan suhu yang dapat menyebabkan generator drop.
2. Dari sisi pengoperasian dilakukan pengecekan peralatan mesin pembangkit sebelum dan sesudah beroperasi dan agar mesin PLTG bekerja secara optimal maka harus dilakukan pemeliharaan secara rutin.

DAFTAR PUSTAKA

H. S. Muslim, Joko, and P. W. R., *Teknik Pembangkit Listrik, Jilid I*, vol. 4, no. 1. Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, 2016.

H. Hendry, H. Eteruddin, and A. Atmam, "Analysis of Voltage Sag Due to Short Circuit on the Sub System in Central Sumatera," *International Journal of Electrical, Energy an Power System Engineering*, vol. 1, no. 2, pp. 1–5, 2018.

M. Muharrir and I. Hajar, "Analisis Pengaruh Beban Terhadap Efisiensi Generator Unit 2 PLTP PT. Indonesia Power UPJP Kamojang," *Kilat*, vol. 8, no. 2, pp. 93–102, 2019.

Nasrun. 2016. "Studi Pengaturan Arus Eksitasi Untuk Mengatur Tegangan Keluaran Generator Di PT Indonesia Power UBP Kamojang Unit 2." *Jurnal Reka Elkomika* 4(1): 51–62.

R. Abdullah, D. Meliala, and Z. Zulfahri, "Studi PLTG Unit 2 Pusat Listrik Balai Pungut Sebagai Black Start Saat Kehilangan Tegangan Pada Sistem 150 kV," *SainETIn*, vol. 2, no. 1, pp. 11–17, 2018.

S. J. Chapman, *Electric Machinery Fundamentals*, 5th ed. New York: McGraw-Hill, 2012.

S. Bandri, "Analisa Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Karakteristik Generator Sinkron (Aplikasi PLTG Pauh Limo Padang)," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 2, no. 1, 2013.

Y. Rijono, *Dasar Teknik Tenaga Listrik*,Edisi Revi. Yogyakarta: Andi Offset, 2014.

Yudistira Heri Istanto. 2019. "Analisis Pengaruh Arus Eksitasi Pada Generator Sinkron Terhadap Pembebanan Di PLTA Wlingi PT PJB UP Brantas." *Jurnal Qua Teknika* 9(1): 43–55.

Zuhal, *Dasar Tenaga Listrik dan Elektonika Daya*. Jakarta: Gramedia, 2000.