

**ANALISIS FLUKTUASI BEBAN TERHADAP EFISIENSI GENERATOR
SINKRON DI PT PEMBANGKIT LISTRIK PALEMBANG JAYA**



SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana
Strata I Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridianti Palembang**

Oleh :

ICHSAN REFALDI

1702230023

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

2021

**ANALISIS FLUKTUASI BEBAN TERHADAP EFISIENSI GENERATOR
SINKRON DI PT PEMBANGKIT LISTRIK PALEMBANG JAYA**



SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana
Strata I Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridianti Palembang**

Oleh :



ICHSAN REFALDI

1702230023

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

2021

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Ichsan Refaldi
NPM : 1702230023
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : ANALISIS FLUKTUASI BEBAN TERHADAP
EFISIENSI GENERATOR SINKRON DI PT
PEMBANGKIT LISTRIK PALEMBANG JAYA

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II



(Ir. H. Yuslan Basir, M.T.)



(Ir. Letifa Shintawaty, MM.)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Program Studi Teknik Elektro,



(Ir. Zulkarnain Fatoni, M.T., M.M.)



(M. Husni Syahbani, S.T., M.T.)

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ichsan Refaldi

NPM : 1702230023

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : ANALISIS FLUKTUASI BEBAN TERHADAP
EFISIENSI GENERATOR SINKRON DI PT
PEMBANGKIT LISTRIK PALEMBANG JAYA

Dengan ini menyatakan :

- Hasil penulisan skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Jika terdapat kata-kata dan rumusan yang sama itu hanya di jadikan bahan referensi dan di masukkan dalam daftar pustaka.
- Apabila ternyata di kemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan Undang-undang republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang "sistem Pendidikan Nasional Pasal 25, ayat 2 pasal 70".

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak di paksakan.

Palembang, Oktober 2021
Penulis,



Ichsan Refaldi

LEMBAR PERSEMBAHAN

MOTTO :

“ Sekuat apapun kita berusaha, kalau Allah tidak ridho maka tidak bisa kita dapatkan. Sekuat apapun orang menyingkirkan kita, kalau allah beri ridho-nya maka akan kita dapatkan. ”

(Penulis)

Motivasi :

“ Terima kasih untuk diriku sendiri yang telah berhasil bangkit dari 2 x kegagalan di tahun 2017. Tidak diberi kesempatan menempuh studi di polsri, namun tuhan mmberiku kesempatan belajar di polsri lewat skripsi ini. Hal tersebut memperkuat kepercayaanku bahwa semua memang sudah ada yang mmengatur”.

(Penulis)

Kupersembahkan Untuk

- **Ayah dan Ibuku Tercinta**
- **Kakak Kandungku**
- **Teman-teman Angkatanku**
- **Diriku Di Tahun 2017**
- **Almamaterku**

ABSTRAK

Generator sinkron merupakan sebuah objek vital bagi suatu pembangkitan tenaga listrik. Kinerja sebuah generator sinkron dapat diukur dengan perhitungan efisiensi perbandingan antara daya input pada generator dan daya output generator. PT. Pembangkit Listrik Palembang Jaya memiliki generator sinkron yang tersambung secara sinkronisasi paralel yang dihidupkan secara nonstop atau terus menerus. Suatu efisiensi generator sinkron dapat dipengaruhi oleh jumlah pembebanan dan faktor daya berupa naik turunnya nilai $\cos \phi$ pembebanan. Menurunnya faktor daya ($\cos \phi$) akan mengakibatkan turunnya sebuah efisiensi. PT. PLPJ menggunakan nilai $\cos \phi$ 0.85 dan untuk nilai $\cos \phi$ optimal pada generator PT. PLPJ sebesar 0.90. Semakin besarnya pembebanan maka akan semakin turunnya sebuah efisiensi. begitu pula sebaliknya, semakin kecilnya pembebanan maka akan naiknya efisiensi.

Kata kunci : Generator sinkron, Pembangkit Listrik, Efisiensi, ETAP 12.6.

ABSTRACT

Synchronous generator is a vital object for an electric power generation. The performance of a synchronous generator can be measured by calculating the efficiency of the ratio between the input power of the generator and the generator's output power. PT. The Palembang Jaya Power Plant has a synchronous generator that is connected in parallel synchronization which is turned on non-stop or continuously. A synchronous generator efficiency can be influenced by the amount of loading and the power factor in the form of fluctuations in the value of $\cos \phi$ loading. The decrease in power factor ($\cos \phi$) will result in a decrease in efficiency. PT. PLPJ uses the $\cos \phi$ value of 0.85 and for the optimal $\cos \phi$ value on the generator PT. PLPJ is 0.9. The greater the load, the lower the efficiency. and vice versa, the smaller the load, the higher the efficiency.

Keyword : Synchronous Generator, Power Plant, Efficiency, ETAP 12.6.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena rahmat dan ridho-nya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “ANALISIS FLUKTUASI BEBAN TERHADAP EFISIENSI GENERATOR SINKRON DI PT. PEMBANGKIT LISTRIK PALEMBANG JAYA”. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

- Ibu Rektor Universitas Tridianti Palembang.
- Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.
- Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Tridianti Palembang.
- Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Tridianti Palembang.
- Bapak Ir. H. Yuslan Basir, M.T. selaku Dosen Pembimbing I.
- Ibu Ir. Letifa Shintawaty, M.M. selaku Dosen Pembimbing II.
- Bapak dan Ibu Dosen beserta staf karyawan program studi Teknik Elektro.
- Bapak Anton Firmansyah selaku dosen pembimbing ETAP
- Pimpinan PT. Pembangkit Listrik Palembang Jaya
- Kakak - kakak operator dan mekanik PT. Pembangkit Listrik Palembang Jaya
- Teman – teman angkatan 2017 Program studi teknik elektro

Yang telah dengan sabar dan ikhlas memberikan bimbingan beserta dukungan kepada penulis untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Sarjana Strata-1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang pada waktu yang tepat . Tak ada gading yang tak retak,

demikian pula tak ada karya yang sempurna. Oleh karena, itu penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada skripsi ini dan penulis tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak yang telah memberikan bimbingan. Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Palembang, Oktober 2021

Penulis,



Ichsan Refaldi

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	I
KATA PENGANTAR	II
DAFTAR ISI.....	III
DAFTAR GAMBAR.....	IV
DAFTAR TABEL	V
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metode Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Generator Sinkron	4
2.2 Prinsip Kerja Generator.....	5
2.3 Rangkaian Ekuivalen Generator Sinkron Tanpa Beban.....	6
2.4 Rangkaian Ekuivalen Generator Sinkron Berbeban.....	7
2.5 Jenis Beban.....	8
2.6 Impedansi	9
2.7 Daya Listrik	10
2.8 Faktor Daya.....	11
2.9 Rugi-rugi Generator Sinkron.....	12
2.10 Efisiensi Generator	14
2.11 ETAP (Electrical Transient Analysis Program) 12.6.....	15
BAB III TINJAUAN PT.PLPJ	18
3.1 Sistem Kelistrikan Pembangkitan PT. PLPJ	18
3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian	19
3.3 Data Sistem Pembangkitan PT. PLPJ	19
3.3.1 Spesifikasi Generator PT. PLPJ	20
3.3.2 Spesifikasi Transformator Daya PT. PLPJ.....	21
3.4 Single Line Diagram ETAP 12.6	22

3.5 Data Pembebanan Pada Tanggal 29 April 2021.....	23
3.6 Data Pembebanan Pada Tanggal 30 April 2021.....	25
3.7 Diagam Blok	27
BAB IV Perhitungan Dan Analisa.....	28
4.1. Perhitungan Rugi-rugi Total.....	28
4.1.1 Perhitungan Efisiensi Generator.....	29
4.1.2 Hasil Perhitungan Pada Penyulang Boeing	30
4.1.3 Hasil Perhitungan Pada Penyulang Airbus.....	33
4.1.4 Hasil Perhitungan Pada Penyulang Fokker	36
4.1.5 Data Pembagian Waktu Beban Pada Tanggal 29 April 2021	39
4.1.6 Hasil Perhitungan Efisiensi Berdasarkan Waktu Beban	40
4.1.7 Grafik efisiensi pada penyulang Boeing dalam 24 jam.....	41
4.1.8 Grafik efisiensi pada penyulang airbus dalam 24 jam	42
4.1.9 Grafik efisiensi pada penyulang fokker dalam 24 jam.....	43
4.1.10 Grafik Fluktuasi Beban Terhadap efisiensi tgl 29.....	44
4.2. Hasil perhitungan efisiensi pada penyulang boeing	45
4.2.1 Hasil perhitungan efisiensi pada penyulang airbus	48
4.2.2 Hasil perhitungan efisiensi pada penyulang fokker	51
4.2.3 Data Pembagian Waktu Beban Pada Tanggal 30 april 2021	54
4.2.4 Hasil Perhitungan Efisiensi Berdasarkan Waktu Beban	55
4.2.5 Grafik efisiensi pada penyulang boeing	56
4.2.6 Grafik efisiensi pada penyulang airbus	57
4.2.7 Grafik efisiensi pada penyulang fokker	58
4.2.8 Grafik Fluktuasi Beban Terhadap efisiensi tgl 30.....	59
BAB V KESIMPULAN	60
5.1 Kesimpulan.....	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	62

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Konstruksi generator sinkron	4
2.2 Rangkaian ekivalen generator sinkron tanpa beban.....	6
2.3 Rangkaian ekivalen generator sinkron berbeban	7
2.4 Bentuk gelombang arus beban resistif	8
2.5 Bentuk gelombang arus beban induktif	9
2.6 Bentuk gelombang arus beban Kapasitif.....	9
2.7 Faktor daya leading	12
2.8 Faktor Daya lagging	12
2.9 Standar IEC	16
2.10 Generator	17
2.11 Trafo Standar Ansi	17
2.12 beban Statis	17
3.1 Wois	18
3.2 Spesifikasi Generator sinkron PT.PLPJ	20
3.3 Spesifikasi transformator daya.....	21
3.4 Single line Diagram ETAP	22
4.1 pembebanan penyulang boeing terhadap efisiensi (I)	41
4.2 Pembebanan penyulang boeing terhadap efisiensi (II)	41
4.3 pembebanan penyulang Airbus terhadap efisiensi (I).....	42
4.4 Pembebanan penyulang Airbus terhadap efisiensi (I).....	42
4.5 Pembebanan penyulang Fokker terhadap efisiensi (I)	43
4.6 Pembebanan penyulang foker terhadap efisiensi (II).....	43

4.7 Grafik Fluktuasi Beban Terhadap Efisiensi Tgl 29 (I).....	44
4.8 Grafik Fluktuasi Beban Terhadap Efisiensi Tgl 29 (II)	44
4.9 Pembebanan penyulang boeing terhadap efisiensi (I).....	56
4.10 Pembebanan penyulang boeing terhadap efisiensi(II)	56
4.11 Pembebanan penyulang airbus terhadap efisiensi (I)	57
4.12 Pembebanan penyulang airbus terhadap efisiensi (II)	57
4.13 Pembebanan penyulang fokker terhadap efisiensi (I)	58
4.14 Pembebanan penyulang fokker terhadap efisiensi (II).....	58
4.15 Grafik Fluktuasi Beban Terhadap Efisiensi Tgl 30 (I).....	59
4.16 Grafik Fluktuasi Beban Terhadap Efisiensi Tgl 30 (II)	59

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Spesifikasi Generator Sinkron PT. PLPJ	20
3.2 Spesifikasi trafo daya	21
3.3 Data pembebanan tanggal 29 april 2021	23
3.4 Data Pembebanan tanggal 30 April 2021.....	25
4.1 Hasil perhitungan pada penyulang boeing tgl 29	30
4.2 Hasil perhitungan pada penyulang airbus tgl 29	33
4.3 Hasil perhitungan pada penyulang fokker.....	36
4.4 Data beban puncak dan diluar beban puncak tgl 29.....	39
4.5 Data beban berdasarkan data ETAP 12.6	39
4.6 Hasil perhitungan manual	40
4.7 hasil perhitungan berdasarkan data etap	40
4.8 Hasil perhitungan pada penyulang boeing tgl 30	45
4.9 Hasil perhitungan pada penyulang airbus tgl 30	48
4.10 Hasil perhitungan pada penyulang fokker tgl 30	51
4.11 Data beban puncak dan diluar diluar beban puncak tgl 30	54
4.12 Data beban berdasarkan data ETAP 12.6.....	54
4.13 Hasil perhitungan manual	55
4.14 Hasil perhitungan berdasarkan data ETAP 12.6	55

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Nameplate Generator Sinkron
- Lampiran 2 Nameplate Transformator Daya
- Lampiran 3 Struktur Organisasi PT.PLPJ
- Lampiran 4 Wartsila Operation Interface System SLD
- Lampiran 5 Wois Control Generator Unit I
- Lampiran 6 Single Line Diagram Pendistribusian IPP PLTMG SAKO
- Lampiran 7 Technical DataSheet For AVK- Alternator
- Lampiran 8 DIG 167 GENERATOR
- Lampiran 9 Data Beban Generator Tgl 29 April 2021
- Lampiran 10 Data Beban Generator TGl 30 April 2021
- Lampiran 11 Surat Keputusan Bimbingan Skripsi
- Lampiran 12 Keterangan Perbaikan Seminar Pra-Skripsi
- Lampiran 13 Catatan Hasil Dari Seminar Pra-Skripsi
- Lampiran 14 Keterangan Perbaikan Skripsi Dari Hasil Sidang Sarjana
- Lampiran 15 Catatan Hasil Dari Sidang Sarjana
- Lampiran 16 Kartu Bimbingan Skripsi Pembimbing I
- Lampiran 17 Kartu Bimbingan Skripsi Pembimbing II

BAB I

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

PT. Pembangkit Listrik Palembang Jaya merupakan salah satu perusahaan yang mengelola bisnis pembangkit listrik di Palembang. Operasi kegiatan di PT. Pembangkit Listrik Palembang Jaya menghasilkan kapasitas listrik Daya Mampu Netto (DMN) sebesar 2 x 7 MW. Terdapat 2 buah unit mesin gas dengan 16 silinder yang dimana masing-masing memiliki kapasitas sebesar 7 MW. Pengoperasian dua unit mesin gas dilakukan dengan sistem paralel sinkronisasi (serempak) yang dioperasikan secara terus-menerus untuk menggerakkan generator.

Pembebanan PT PLPJ diatur oleh unit Pengatur Beban (UPB). Unit UPB inilah yang akan mengatur besaran pembagian beban pada masing-masing pembangkit tenaga listrik melalui sistem jaringan yang terhubung antara pusat beban dan pembangkit tenaga listrik. Pada saat beban listrik berubah-ubah (Fluktuasi), maka biasanya akan mempengaruhi kinerja dari sebuah generator. Semakin tinggi kebutuhan listrik dan semakin tinggi pula beban yang dibangkitkan maka kerja generator semakin menurun. Maka dari itu, pembangkit listrik harus menghasilkan kapasitas yang besar agar kebutuhan listrik tercukupi. Namun, sehubungan dengan besarnya permintaan beban dan terjadinya sebuah fluktuasi. Maka generator akan mengalami sebuah penurunan efisiensi. Oleh karena itu penulis mengambil judul penelitian **“ANALISIS FLUKTUASI BEBAN TERHADAP EFISIENSI GENERATOR SINKRON DI PT PEMBANGKIT LISTRIK PALEMBANG JAYA”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat diambil perumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh fluktuasi beban terhadap efisiensi generator.
2. Bagaimana perbandingan hasil analisa efisiensi generator saat terjadinya beban puncak atau diluar beban puncak.
3. Bagaimana efisiensi pada tiap-tiap penyulang karena dampak fluktuasi pembebanan generator.

1.3 Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak fluktuasi pembebanan terhadap efisiensi generator sinkron milik PT Pembangkit Listrik Palembang Jaya.

1.4 Batasan Masalah

Di dalam penelitian penulis perlu membatasi suatu permasalahan agar terfokus dalam suatu permasalahan, yaitu :

1. Dilakukannya sebuah penyederhanaan single line diagram dalam melakukan simulasi pada ETAP 12.6 dengan mengikuti pedoman berdasarkan pada aplikasi WOIS yang tertera pada monitoring operator.
2. Penelitian ini dilakukan sebuah perhitungan dalam 2 hari/24 jam pada tiap-tiap penyulang dalam 30 menit sekali.

1.5 Metode Penulisan

Metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini yaitu dengan studi literature yang semuanya mengacu pada referensi yang ada. Dan adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penulisan tugas akhir ini yaitu :

1. Pengumpulan data

Dalam langkah ini, penulis membagi lagi langkah pertama ini menjadi dua bagian yakni :

a. Data Langsung

Data spesifikasi, Beban harian yang diperoleh dari PT. Palembang Jaya.

b. Data Tidak Langsung

Data ini diperoleh dengan studi literature dan konsultasi dengan pihak perusahaan dan dosen pembimbing.

2. Identifikasi masalah

Dalam langkah ini, penulis mencangkup masalah pokok yang terjadi dan diangkat dalam topik pembahasan penulisan ini.

3. Pembatasan Masalah

Dalam langkah ini, penulis telah menentukan batasan penelitian ini melalui data-data yang telah didapat. Data yang telah terkumpul inilah yang akan membantu menunjang pemecahan masalah yang diangkat.

4. Kesimpulan

Dalam langkah ini, penulis akan mendapatkan penyelesaian permasalahan dan dapat menyimpulkannya yang akan dirangkum didalam kesimpulan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rijono, Yon. 2002. Dasar Teknik Tenaga Listrik. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- [2] Anthony, Zuriman. 2013. *Mesin listrik arus bolak-balik edisi revisi*.
Yogyakarta : Penerbit ANDI.
- [3] Ismail, Muchsin. 2010. *Elektronika dan tenaga listrik. Universitas Mercu Buana*.
- [4] Kadaffi, Muhammar. 2011. *Perancangan Sistem Tenaga Listrik. Pusat Pengembangan Bahan Ajar Universitas Mercu Buana*
- [5] Sudirham, Sudharyanto. 2012. *Analisa Rangkaian Listrik(Jilid I)*. Bandung : Darpublic, kanayakan D-30.
- [6] Ramesh. A, Kasinathan. 2010, e-book Electrical Engineering.
- [7] Stevenson, Jr, W.D. “*Analisis Sistem Tenaga Listrik*”. Edisi ke 4. Erlangga, Jakarta. 1983.
- [8] VN Mittle, Arvind Mittal. 2006. *Basic Electrical Engineering Second Edition*. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited. New Delhi.
- [9] Firmansyah, Anton. 2021. *Electrical Transient Analysis Program ETAP Power Station*. Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- [10] Ariwibowo, Bagustri. Sabar Setiawidayat. Mohammad Muksim. 2018. *Simulasi Analisis Load Flow Sistem Interkoneksi Kalimantan Timur Menggunakan Software Etap 12.6*. Universitas Widyagama Malang, ISSN cetak :2622-1276. ISSN Online : 2622-1284.
- [11] Dadin, Rony Seto Wibowo, IGN Satriyadi Hernanda. 2014. *Analisa Keandalan Sistem Kelistrikan Jawa Bali Akibat Proyeksi Percepatan*

10.000 MW. Jurnal Teknik Elektro POMITS Vol. 1, No. 1 (2014) 1-6. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

[12] Markoni. 2017. *Teori Dasar Tenaga Listrik*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

[13] Marsudi, Djiteng. 2011. *Pembangkitan Energi Listrik*, Jakarta : Erlangga.

[14] Roza, Indra. 2018. *Analisis penurunan cos phi dengan menentukan kapasitas kapasitor bank pada pembangkit tenaga listrik pabrik kelapa sawit (PKS)*. JESCE, Vol. 2(1). P-ISSN : 2549-628X e-ISSN : 2549-6298.

[15] Zuhail, 1977. *Dasar Teknik Tenaga Listrik*. Penerbit: ITB, Bandung.