

STUDI ANALISA SISTEM EKSITASI GENERATOR PADA PLTG PAYA PASIR DI PT PLN(PERSERO)

Oleh:

Selamat Febri Sitanggang ¹⁾
Muhamad Wahyudi Munthe ²⁾
Janter Napitupulu ³⁾
Universitas Darma Agung ^{1,2,3)}

E-mail:

selamatfebris@gmail.com ¹⁾
Myudi2148@gmail.com ²⁾
janternapitupulu@gmail.com ³⁾

Abstract

The Paya Pasir Gas Power Plant (PLTG) is one of the power plants located in the city of Medan. Power plants are used to generate electrical energy through energy conversion processes. Most types of power plants produce alternating voltage and current. To generate an electric field, an excitation system or magnetic field generator is required, which typically utilizes carbon brushes. However, often sparks are found on the carbon brushes. If these sparks are not properly addressed, it can negatively impact the commutator of the excitation slip ring. To identify the causes of these sparks, a study was conducted to calculate the resistance of the current conductor on the carbon brush, based on PLN (Persero) Belawan Generation Sector excitation data.

Keywords: Generator, excitation, carbon brush

Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) Paya Pasir merupakan salah satu pembangkit yang ada di Kota Medan. Pembangkit listrik digunakan untuk membangkitkan energi listrik melalui proses perubahan energi. Sebagian besar jenis pembangkit listrik menghasilkan tegangan listrik dan arus bolak-balik 3-fasa. Untuk memunculkan medan listrik maka diperlukan sistem eksitasi atau pembangkit medan magnet, dimana sistem eksitasi ini memakai sikat arang(carbon brush). Namun seringkali ditemukan adanya bunga api pada sikat arang. Bila percikan api tersebut tidak diatasi dengan baik akan berdampak tidak bagus pada komutator slipring eksitasi. Untuk melihat pemicu adanya bunga api tersebut maka dibuat penelitian untuk menghitung besar ketahanan penghantar arus pada sikat arang, dari data-data eksitasi PLN (Persero) sektor Pembangkitan Belawan.

Kata Kunci: Generator, Eksitasi, Sikat Arang

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi Listrik adalah salah satu jenis energi utama yang dibutuhkan bagi peralatan listrik . Dan energi listrik merupakan salah satu keperluan yang sangat penting untuk kehidupan

manusia. Daya listrik dapat dibentuk dari proses konversi sumber energi primer seperti, potensial air, minyak bumi, energi angin, gas dan batubara sebagai sumber pembangkitnya. PT PLN (Persero) Sektor

Pembangkitan merupakan salah satu unit pembangkit di Sumatra Utara yang mempunyai fungsi untuk menjalankan dan merawat mesin-mesin pembangkit yang penerapannya sejak tahun 1984 dimana kapabilitas awal 130 MegaWatt. Saat ini sudah bertambah menjadi 1156,3 MegaWatt yang terdiri dari empat Unit Pembangkit Listrik Tenaga Uap(PLTU), dua Unit Blok Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap dan lima Unit Pembangkit Listrik Tenaga Gas. Proses menghasilkan tegangan listrik dilakukan dengan memutar generator sinkron akibatnya timbul tenaga listrik dengan arus bolak-balik tiga fasa. Tenaga mekanik yang digunakan untuk menggerakkan generator listrik yang berasal dari mesin penggerak generator listrik atau biasa disebut turbin. Mesin penggerak generator listrik ini melakukan transformasi tenaga primer menjadi tenaga mekanik yang selanjutnya akan dihasilkan energi listrik oleh generator listrik. Untuk membangkitkan medan listrik dibutuhkan sistem eksitasi.

Tujuan dari sistem eksitasi atau penguat pada generator adalah dengan mengatur keluaran dari generator agar tetap konstan pada beban sistem yang bisa berubah – ubah dan sebagai penguat medan magnet. Sistem eksitasi sendiri tidak lepas juga dari komponen pendukung lainnya seperti carbon brush (sikat arang). Dimana sikat arang ini berfungsi mengalirkan arus eksitasi pada belitan rotor yang akan menjadi penguat medan

magnet pada rotor tersebut. Namun sering munculnya percikan api pada sikat arang tersebut yang disebabkan tidak berfungsi dengan baik sebuah sikat arang dan terlalu besarnya arus eksitasi yang mengalir atau disebut MVAR.

1.2. Rumusan Masalah

Dalam konteks analisis sistem eksitasi generator, terdapat beberapa rumusan masalah dalam penulisan, antara lain :

- a. Bagaimana kaitan luas penampang yang terdapat di sikat arang akan munculnya bunga api pada sistem eksitasi generator?
- b. Apa akibat yang terjadi jika pada sikat arang timbul bunga api pada sistem eksitasi generator?

1.3. Tujuan Penelitian

- a. Untuk menunjukkan besar penghantar arus maksimum pada sikat arang dengan perhitungan eksitasi generator pada PLTG Paya Pasir.
- b. Untuk mengetahui akibat dari bunga api yang disebabkan oleh sikat arang terhadap generator.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pembangkit Listrik Tenaga Gas(PLTG) merupakan peralatan konversi energi yang merubah energi kimia berupa bahan bakar menjadi energi listrik. PLTG menggunakan sistem siklus fluida dimana prinsip kerjanya memakai siklus terbuka (open cycle) atau siklus sederhana (simple cycle). Prinsip kerja PLTG adalah dengan memanfaatkan tekanan aliran udara untuk menggerakkan turbin. Pertama-tama udara dinaikkan

tekanannya dengan menggunakan kompresor dan kemudian dibakar di ruang pembakaran untuk meningkatkan energinya. Pembakaran dilakukan dengan menggunakan bahan bakar gas (bisa juga digunakan MFO atau HSDO, tapi dengan efisiensi yang lebih rendah). Udara yang sudah bertekanan tinggi kemudian dialirkan melalui turbin dan menggerakkan generator, sehingga menghasilkan listrik. Keuntungan lain menggunakan PLTG adalah gas yang dipakai bisa dibilang lebih mudah untuk disiapkan daripada uap, sehingga PLTG bisa mulai memproduksi dengan cepat dari keadaan „dingin“ dalam hitungan menit, jauh lebih cepat daripada PLTU. Gas yang dihasilkan dalam ruang bakar pada pusat listrik tenaga gas (PLTG) akan menggerakkan turbin dan kemudian generator, yang akan mengubahnya menjadi energi listrik. Sama halnya dengan PLTU, bahan bakar PLTG bisa berwujud cair (BBM) maupun gas (gas alam). Penggunaan bahan bakar menentukan tingkat efisiensi pembakaran dan prosesnya.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan oleh penulis adalah penelitian kuantitatif . Dimana penelitian kuantitatif adalah penelitian yang bertujuan untuk mencari dan menghitung sistem eksitasi generator yang ada di PLTG Paya Pasir .

3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Dalam melakukan penelitian tentunya harus memiliki lokasi yang dituju. Lokasi yang dipilih penulis sebagai tempat

penelitian ,yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) di PT. PLN(Persero). Adapun waktu penelitian terhitung mulai Juli 2023.

3.3. Data Penelitian

Percobaan ini bersumber dari informasi di Pembangkit Listrik Tenaga Gas(PLTG) di PT.PLN(Persero).

Tabel 3. 1 Data-data Beban Pada PLTG

ST 20 (TURBIN UAP)							
Beban 10MKA01CE002 MVAR 10MKA01CE004	Tegangan	Arus	Suhu Winding Rata – rata		Suhu Air Pendingin		
			A t a s	B a w a h	A t a s	B a w a h	
14 (MVAR)	1 (KV)	8 (KA)	90 °C	90 °C	37 °C	50 °C	

Dapat dilihat pada tabel 3.1 merupakan generator yang dipakai di Pembangkit Listrik Tenaga Gas(PLTG) adalah Merk Siemens yang mempunyai jenis atau type M127638 . Mempunyai kapasitas beban sebesar 150 Mega Watt(MW) dan tegangan sebesar 16 Kilo Volt(KV).

Tabel 3.2 Informasi Generator di PLTG Paya Pasir

PERINCIAN GENERATOR		
JENIS	Nomor	Tahun

GENERATOR	Serial M 127638	1994
Kode tentang isolasi generator jenis F(ketahanan temperatur maksimal 155°C)	Mempunyai tipe standar internasional yaitu IM1106	Memiliki indeks protection 44
3-FASA	Memiliki 1 output pada tiap fasanya (U1, V1, W1)	→
Tegangan Rating 15750 Volt + memiliki range 5%- 5%	7441 Ampere	S1
Daya tampak dari generator 203000KVA(203 MVA)	Mempunyai power faktor generator (COS μ) sebesar 0.8	
EKSITASI EKSTERNAL (sistem penguatan terpisah)	Data tegangan eksitasi generator 485 Volt	Data arus eksitasi generator 889 Ampere
TLRI 108 cm(rongga rotor)/ 48dm(panjang inti rotor)	Putaran ideal 50 s ⁻¹ /300rpm	Arah putaran rotor LEFT(dilihat dari sisi turbin)

Pendingin Udara	Memiliki Temperatur Pendingin Udara 43 °C	
Data Berat Stator sebesar 215 MG		
Data Berat Rotor sebesar 44 MG		

PLTG Paya Pasir menggunakan arus sebesar 500 Volt Dc atau VDC dan tegangan sebesar 300 Volt DC. Jumlah sikat arang atau carbon brush yang digunakan sebanyak 16 sikat arang . Pembagian pada sisi positif(+) ada delapan sikat arang dan sisi negatif(-) ada delapan sikat arang. Untuk penampang pada sikat arang tersebut sebesar 32×64 mm. Dan untuk kapasitas current density 10 ^A/_{Cm}².

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun hasil penelitian yang dilakukan oleh penulis yaitu:

4.1. Menentukan Arus Motor yang diperlukan untuk memutar beban penuh yang disebut dengan Arus Nominal yang terdapat pada Sikat Arang(Carbon Brush)

Pengambilan data di lapangan dengan perincian kerapatan arus (current density) sebesar 10 ^A/_{Cm}² dan data luas penampang yang terdapat pada sikat arang sebesar 3,4 cm². Untuk menetapkan seberapa kuat ketahanan arus nominal maka dipakai rumus dibawah ini:

$$I_{nc} = I_d \times A_c$$

Keterangan :

I_{nc} = Arus Nominal(Ampere)

I_d = Kerapatan Arus atau

Current Density (A/cm^2)

A_c = Luas Penampang(cm^2)

Bila diketahui:

- $I_d = 10 A/cm^2$

$A_c = 3,4 cm^2$

$I_{nc} = I_d \times A_c = 10 \times 3,4 = 34 A$

Jadi Arus Nominal sebesar 34 A.

Bila dilihat dari arus yang terdapat di generator adalah 899 Ampere.

Arus pada Generator =

899A

Jumlah sikat =

posisi positif ada delapan buah, posisi negatif ada delapan

buah: total 16 buah

Luas Penampang = $3,4 cm^2$

Menghitung kerapatan arus/

current density (I_d):

$I_{density} = I_{GENERATOR} / N_c \times A$

$I_{density} = 899 A / 16 \times 3,4 cm^2$

$I_{density} = 899 A / 54,4 = 16,5$

A/cm^2

Jadi didapat kerapatan arus atau current density sebesar 16,5

A/cm^2 .

Namun kita ketahui bahwa batasan dari nilai kapasitas sebesar

$10 A/cm^2$, dan dapat

dihitung selisih $16,5 A/cm^2$ dan $10 A/cm^2$ adalah $6,5 A/cm^2$.

Kembali dihitung Arus

Nominal (I_{nc}):

$I_{arus nominal} = I_{density} \times A_c$

$I_{arus nominal} = 16,5 A/cm^2 \times 3,4 cm^2$

$I_{arus nominal} = 56,1 Ampere$

Didapat arus nominal sebesar 56,1 A dimana melampaui arus maksimum yang terdapat pada sikat arang yaitu 32 A.

Selisihnya sebesar 24,1 Ampere.

- Menggunakan cara kedua jika dilihat dari sumber informasi arus eksitasi yang digunakan

oleh generator PLTG.

$I_{arus nominal} = I_{density} \times A_c$

$I_d = 10$

A/cm^2 (kerapatan arus)

$A_c = 3,4 cm^2$ (luas penampang)

$I_{arus nominal} = I_d \times A_c$

$I_{arus nominal} = 10 A/cm^2 \times 3,4 cm^2$

$I_{arus nominal} = 34 Ampere$

Didapat arus nominal pada sikat arang sebesar 34 Ampere.

Menggunakan data Arus

Eksitasi Generator ($I_{GENERATOR}$ eksitasi) sebesar

550 Ampere, pembagian sikat arang terdiri dari delapan buah

posisi positif, delapan buah

posisi negatif (total 16 buah)

, dan luas penampang (A)

sebesar $3,4 cm^2$.

Maka dapat dihitung kerapatan arus (current density):

$I_{density} = I_{GENERATOR} / N_c \times A_c$

$I_{density} = 550 A / 16 buah \times 3,4 cm^2$

$I_{density} = 550 A / 54,4 cm^2$

$I_{density} = 10,11 A/cm^2$

Maka nilai kerapatan arus

sebesar $10,11 A/cm^2$

melampaui batas dari nilai

ketahanan yang digunakan

yaitu $10 A/cm^2$, dan

mempunyai selisihnya sebesar $0,11 A/cm^2$.

Jadi nilai arus maksimal (I_{nc}) adalah:

$I_{nc} = I_d \times A_c$

$= 10,11 A/cm^2 \times 3,4 cm^2$

$= 34,37 Ampere$

Didapat nilai arus

maksimumnya sebesar 34,37

Ampere dimana angka

tersebut melebihi nilai yang

tertera pada sikat arang, yaitu

32 A. Mempunyai selisih

sebesar 2,37 A.

Maka dapat diketahui besar nilai arus tidak sesuai dengan kapasitas sikat arang tersebut. Sehingga terjadi percikan api. Pada saat beban puncak arus yang mengalir 550 A, tegangan (V) 400 V_{dc}, dan beban 135 Mw sering munculnya bunga api.

- Percobaan dilakukan dengan menambah jumlah pada sistem eksitasi generator yang semula berjumlah 16 buah sikat arang menjadi 20 buah (8 buah sisi positif dan 8 buah sisi negatif) Pertama dihitung Arus Nominal .

$$I_{nc} = I_d \times A_c$$

$$I_d = 10 \text{ A/cm}^2$$

$$A_c = 3,4 \text{ cm}^2$$

$$I_{nc} = I_d \times A_c$$

$$I_{nc} = 10 \times 3,4 = 34\text{A}$$
 Didapat arus nominal pada sikat arang sebesar 34Ampere Memakai Arus Eksitasi Generator ($I_{\text{GENERATOR EKSITASI}}$) sebesar 550 Ampere, jumlah sikat arang sebanyak 20 buah, dan luas penampang (A) sebesar 3,4 cm². Maka dapat dihitung Kerapatan Arus :

$$I_{\text{density}} = I_{\text{GENERATOR}} / N_c \times A_c$$

$$I_{\text{density}} = 550 \text{ A} / 20 \times 3,4 \text{ cm}^2$$

$$I_{\text{density}} = 550\text{A} / 68 \text{ cm}^2$$

$$I_{\text{density}} = 8.09 \text{ A/cm}^2$$
 Dari perhitungan di atas kerapatan arus (current density) pada sikat arang sebesar 8.09 A/cm². Maka dapat disimpulkan nilai ini lebih kecil dibandingkan dengan nilai ketahanan sikat arang yang dipakai adalah 10 A/cm² dimana perbedaannya sebesar 1.91 A/cm². Selanjutnya dihitung nilai arus maksimal pada sikat arang tersebut.

$$I_{nc} = I_d \times A_c$$

$$= 8,09 \text{ A/cm}^2 \times 3,4 \text{ cm}^2$$

$$= 27,506 \text{ Ampere}$$

Didapat juga nilai arus maksimal diatas lebih kecil yang ada pada sikat arang yaitu 32 Ampere. Dan mempunyai perbedaan selisih lebih sedikit sebesar 4,5 Ampere.

4.2. Memahami akibat Bunga Api yang disebabkan oleh sikat arang terhadap generator

Akibat timbulnya percikan api bila terus menerus yaitu disebut dengan flash over, dimana kondisi seperti ini harus diwaspadai sebagai suatu kondisi yang akan membuat terjadinya *flash over*. Apabila bunga api yang dalam keadaan besar, akan membuat permukaan udara yang diatas daerah komutator mempunyai kemampuan penghantar yang baik atau disebut dengan konduktif karena adanya udara yang terionisasi (tercampur). Dengan adanya konduktifnya udara maka menyebabkan timbulnya perpindahan muatan listrik yang besar dari satu tempat sikat ke tempat sikat yang lain. Dapat dilihat juga adanya bunga api tembaga pada bagian ujung di brush holder (tempat sikat) dan sekitar isolasi, bahkan pada kerangka luar pada bagian dalam alternator (frame).

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan dengan menganalisis dan menghitung maka penulis menyimpulkan :

1. Untuk menunjukkan nilai kapasitas yang ada pada

sikat arang ditemukan arus eksitasi generator dengan ketahanan sikat arang tidak sesuai. Arus yang berjalan selisihnya lebih besar 0.11 Ampere daripada kapasitas sikat arang yang digunakan . Hal ini membuat munculnya bunga api pada sikat arang .Keadaan seperti ini berlangsung disaat salah satu Unit Pembangkit Listrik Tenaga Gas(PLTG) melayani bertambahnya beban puncak sebesar 135 MW dengan arus eksitasi generator 550 Ampere dan tegangan 400 VDC(Volt DC)

2. Akibat dari percikan api yaitu timbulnya loncatan api(flashover) pada daerah komutator.

5.1. Saran

Dari serangkaian percobaan yang dilakukan maka penulis membuat solusi agar ditambahkan empat buah sikat arang pada generator Pembangkit Listrik Tenaga Gas(PLTG) yang terdiri atas dua buah pada sisi positif dan dua buah sikat arang pada sisi negatif. Kegunannya untuk menghindari munculnya bunga

api apabila terjadi peningkatan beban puncak.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, A dan Kuwahara. 1991. *Buku Pedoman Teknik Tenaga Listrik.*Jakarta : Pradnya Paramita.
- Heru Diby Laksono, 2016 “*Analisa Ketahanan Tegangan Sistem Eksitasi Generator Terhadap Perubahan Parameter Penguatan Generator dengan Berbagai Pengendali*” Artikel Jurnal Universitas Eka Sakti
- Imam Mardahatillah, 2015 "Akibat Tingkat Keausan Brush Generator pada Kapal". Surabaya. Artikel jurnal Institut Teknologi Sepuluh November
- Marsudi, Djiteng. 2005. *Pembangkitan Energi Listrik.* Jakarta : Erlangga
- Kadir, Abdul. 1999. *Mesin-mesin Sinkron.* Jakarta: Djembatan..
- Zuhal. 1986.*Dasar Tenaga Listrik.*Bandung:Insitut Teknologi Bandung(ITB)