

ANALISIS PERUBAHAN BEBAN TERHADAP KINERJA GENERATOR DI PT. PJB UBJOM PLTMG ARUN

Muhammad Rafli Ariwan¹, Maimun², Rudi Syahputra³

^{1,2,3} Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: mrafliariwantrpe@gmail.com¹, maimun.s210@gmail.com², rudi.syahputra75@gmail.com³

ABSTRAK

Perubahan beban saat pembebanan perlu diketahui dan disesuaikan dengan kemampuan generator sehingga kestabilan generator dapat dijaga. Perubahan beban akan mempengaruhi temperatur lilitan stator. Besar temperatur lilitan berbanding lurus dengan beban generator. Kenaikan temperatur stator dapat menyebabkan penurunan keandalan generator, panas yang ditimbulkan generator ini dapat mempengaruhi kerja dari generator sehingga dapat menurunkan efisiensi dari generator. Tujuan melakukan penelitian ini untuk mengetahui bagaimana pengaruh perubahan beban terhadap kinerja generator dan pengaruh kenaikan beban terhadap temperatur stator. Pada penelitian ini peneliti menggunakan metode kuantitatif, melakukan perhitungan secara manual dengan cara mengumpulkan data pada logsheet. Berdasarkan hasil perhitungan maka efisiensi terendah pada saat beban 4000 kW dengan persentase 94.18% dan efisiensi tertinggi pada beban 8800 kW dengan persentase 97.02%. Untuk pengaruh kenaikan beban terhadap temperatur stator didapatkan berdasarkan data di lapangan, beban tertinggi pada saat jam 12.00 dengan beban yang dihasilkan sebesar 8865 kW dengan nilai temperatur terbaca pada lilitan L1 103.8 °C, L2 104.1 °C, dan L3 103.7 °C. Beban terendah yaitu pada saat jam 14.00 dengan nilai beban 8552 kW juga nilai temperatur yang dihasilkan pada lilitan L1 sebesar 98.5°C, L2 98.3 °C, dan L3 96.7°C.

Kata Kunci: *Perubahan Beban, Kinerja Generator, Temperatur Stator*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan listrik pada era milenial akan terus meningkat seiring dengan membaiknya kondisi perekonomian, pertumbuhan jumlah penduduk, peningkatan pembangunan dan kemajuan suatu teknologi dengan berkembangnya wilayah.

PT. PJB UBJOM PLTMGARun mempunyai 19 unit generator yang diparalelkan, yang mampu menyediakan energi sebesar 184 MW. permintaan daya konsumen yang selalu naik turun membuat P3B menyesuainya, P3B meminta untuk kenaikan daya pada pembangkit yang sudah *on line* saat ini masih dilakukan dengan cara manual.

Permintaan perubahan beban pada PLTMG diatur oleh PT PLN (Persero) Pusat Pengaturan Beban (P3B). Dalam merespon perubahan beban yang terjadi, maka secara otomatis performa mesin ikut menyesuaikan. Tuntutan bahwa pembangkit harus mempunyai kinerja yang baik mengakibatkan faktor efisiensi merupakan hal yang sangat penting dan selalu menjadi pembahasan utama di dalam setiap pembangkit listrik. Salah satu hal yang menjadi parameter penting dalam menentukan seberapa besar efisiensi yang telah dihasilkan oleh PLTMG adalah efisiensi mesin dan generator.

Sebagaimana diketahui bahwa masing-masing unit pembangkit mempunyai efisiensi yang berbeda. Faktor perubahan beban juga akan berefek terhadap

jumlah bahan bakar yang dikonsumsi mesin. Besar atau tidaknya konsumsi bahan bakar tergantung dari seberapa besar daya yang dikeluarkan, semakin besar daya yang dikeluarkan maka semakin banyak konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan oleh mesin pembangkit,

Generator adalah komponen utama dalam pembangkit listrik, yang berfungsi sebagai alat untuk Merubah energi mekanik menjadi energi listrik. Generator akan menimbulkan rugi-rugi panas akibat *eddy current* pada belitan stator/rotor. Perubahan beban akan mempengaruhi temperatur lilitan stator. Besar temperatur lilitan berbanding lurus dengan beban generator. Kenaikan temperatur stator dapat menyebabkan penurunan keandalan generator, panas yang ditimbulkan generator ini dapat mempengaruhi kerja dari generator sehingga dapat menurunkan efisiensi dari generator.[1]

Sehingga peran sistem pendingin generator yang berfungsi untuk menjaga keandalan generator agar kenaikan temperatur lilitan stator tidak melampaui batas kemampuan generator.

Pelaksanaan dari penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan beban terhadap kinerja generator serta pengaruh perubahan beban terhadap temperature stator pada PLTMG.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Gas Engine

Gas Engine adalah mesin pembakaran internal yang menggunakan *gas blast furnace*, gas penghasil, gas alam, dan lainnya sebagai bahan bakar. Mesin gas praktis pertama dibangun pada tahun 1860 oleh seorang ilmuwan asal Perancis bernama Lenoir, tetapi karena sebagian besar ditingkatkan oleh Dr. Otto, namanya diberikan pada siklus operasinya. Dia membuat mesin gas pertamapada tahun 1876. Siklus Otto memanfaatkan sumber pengapian seperti percikan atau sejumlah kecil bahan bakar pilot untuk memulai pembakaran bahan bakar gas.

Wartsila 18V50SG didasarkan pada prinsip - prinsip desain yang sama dengan teknologi yang telah digunakan dalam Wartsila 34SG dan Wartsila Mesin 50DF. Perkembangannya sangat cepat diimplementasikan. Pengembangan dimulai pada 2008. Perakitan mesin pelanggan pertama dimulai pada tahun berikutnya dan pengujian selesai pada akhir 2010.

Tipe mesin didasarkan pada Wartsila 18V50DF mesin bahan bakar ganda dengan teknologi terintegrasi yang sama oli pelumas dan saluran air pendingin. Sistem pembakaran didasarkan pada Wartsila 34SG, tetapi memiliki yang lebih besar ukuran *bore* untuk memaksimalkan daya potensi blok mesin. Meningkatkan ukuran *bore* dari 340 mm (milimeter) hingga 500 mm (milimeter) pada mesin, percikan api itu area kunci pengembangan teknologi. Dalam mesin gas modern, *lean – burn*. Teknologi adalah suatu keharusan dalam mencapai tingkat emisi rendah tanpa eksternal gas buang setelah perawatan.[2]. Dalam *lean - burn* teknologi, muatan dalam silinder memiliki udara jauh lebih banyak daripada yang sebenarnya dibutuhkan untuk pembakaran penuh gas.

Pengapian bahan bakar yang sangat ramping biaya, dan benar teknologi pengapian diperlukan untuk menyediakan sumber pengapian berenergi tinggi. Pilihan teknologi pengapian paling cocok untuk mesin berbahan bakar gas murni. Percikan api dengan *pre - chamber* juga dikenal sebagai teknologi SG, digunakan pada mesin gas murni yang ada.

B. Generator

Konversi energi elektromagnetik, yaitu perubahan energi dari bentuk energi mekanik ke bentuk energi listrik dan bentuk energi listrik ke bentuk energi mekanik. Generator sinkron (*alternator*) merupakan jenis mesin listrik yang berfungsi untuk menghasilkan tegangan bolak - balik dengan cara mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Energi mekanik diperoleh dari penggerak mula, sedangkan energi listrik diperoleh dari proses induksi elektromagnetik yang terjadi pada kumparan stator dan rotornya. Generator sinkron dengan definisi sinkronnya, mempunyai makna bahwa frekuensi listrik yang dihasilkannya sinkron dengan putaran mekanik generator tersebut. Rotor generator sinkron yang terdiri dari belitan medan dengan suplai arus searah akan menghasilkan medan

magnet yang dapat diputar dengan suplai arus searah akan menghasilkan medan magnet yang diputar dengan kecepatan yang sama dengan kecepatan putar rotor.

C. Prinsip Dasar Kerja Generator

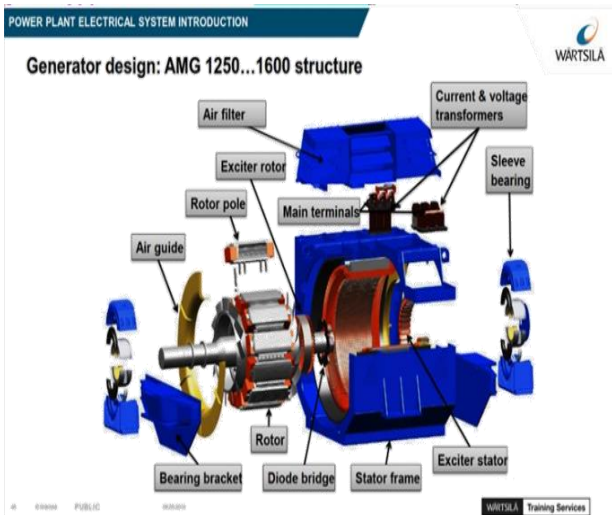
Perbedaan prinsip antara generator DC (*Direct current*) dengan generator AC adalah untuk generator DC, kumparan jangkar ada pada bagian rotor dan terletak di antara kutub-kutub magnet yang tetap di tempat, diputar oleh tenaga mekanik. Pada generator sinkron, konstruksinya sebaliknya, yaitu kumparan jangkar disebut juga kumparan stator karena berada pada tempat yang tetap, sedangkan kumparan rotor bersama-sama dengan kutub magnet diputar oleh tenaga mekanik.

Prinsip kerja dari generator sesuai dengan hukum Lens, yaitu arus listrik yang diberikan pada stator akan menimbulkan momen elektromagnetik yang bersifat melawan putaran rotor sehingga menimbulkan GGL pada kumparan rotor. Tegangan GGL ini akan menghasilkan suatu arus jangkar.[3]. Jadi diesel sebagai prime mover akan memutar rotor generator, kemudian rotor diberi eksitasi agar menimbulkan medan magnet yang berpotongan dengan konduktor pada stator dan menghasilkan tegangan pada stator. Karena terdapat dua kutub yang berbeda yaitu utara dan selatan, maka pada 90° pertama akan dihasilkan tegangan maksimum positif dan pada sudut 270° kedua akan dihasilkan tegangan maksimum negatif. Ini terjadi secara terus menerus/continue. Bentuk tegangan seperti ini lebih dikenal sebagai fungsi tegangan bolak-balik.

D. Konstruksi Generator

Generator Sinkron adalah suatu mesin listrik yang mengonversi energi mekanik menjadi energi listrik bolak - balik secara elektromagnetik. Energi mekanik berasal dari penggerak mula yang memutar rotor, sedangkan energi listrik dihasilkan dari proses induksi elektromagnetik yang terjadi pada kumparan - kumparan stator.

Konstruksi belitan medan pada bagian yang berputar dari belitan jangkar pada bagian yang diam telah menyederhanakan masalah isolasi generator sinkron, karena tegangan yang dibangkitkan dalam belitan kiloVolt, maka tegangan tinggi ini tidak perlu dikelurakan melalui cincin geser (*slip ring*) dan kotak geser.



Gbr 1 Konstruksi Generator

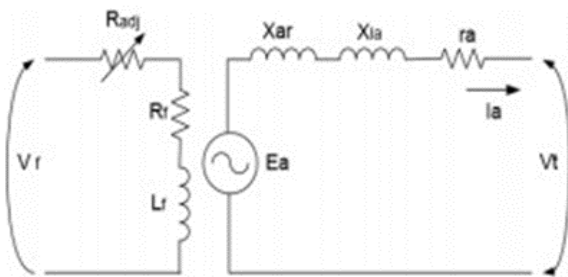
Secara umum generator sinkron terdiri atas : bagian stator, bagian rotor dan celah udara. Stator merupakan bagian dari generator sinkron yang diam, sedangkan rotor adalah bagian yang berputar.[4]. Celah udara adalah ruang antara rotor dan stator.

E. Rangkaian Ekivalen

Bila generator diberi beban yang berubah – ubah maka besarnya tegangan terminal V_t akan berubah – ubah pula. Hal ini disebabkan adanya :

1. Jatuh tegangan karena resistansi jangkar (R_a)
2. Jatuh tegangan karena reaktansi bocor jangkar (X_L)
3. Jatuh tegangan karena reaksi Jangkar

Rangkaian ekivalen generator sinkron diperlihatkan pada Gambar 2.



Gbr 2 Rangkaian Ekivalen Generator Sinkron

Keterangan :

- V = Tegangan terminal generator (Volt)
- X_{la} = Reaktansi bocor belitan jangkar (Ohm)
- V_f = Tegangan eksitasi (Volt)
- I_a = Arus jangkar (Ampere)
- R_f = Tahanan belitan eksitasi (Ohm)
- E = Tegangan induksi (Volt)
- L_f = Induksi belitan medan (H)
- R_{adj} = Tahanan Variabel (Ohm)
- X_{ar} = Reaktansi reaksi jangkar (Ohm)
- r_a = Tahanan jangkar (Ohm)

F. Daya

Daya adalah sebuah kuantitas yang penting dalam rangkaian - rangkaian praktis. Daya merupakan ukuran disipasi energi dalam sebuah alat. Karena tegangan dan arus dapat berubah sesuai fungsi dari waktu, dapat diperkirakan bahwa nilai sesaat dan nilai rata-rata dapat digunakan untuk menggambarkan disipasi.

1. Daya Aktif

Dalam sirkuit yang mengandung komponen reaktif, daya nyata (P) adalah bagian yang lebih kecil dibandingkan daya semu (S). Daya nyata (P) didefinisikan sebagai hasil perkalian antara tegangan dan arus serta koefisien faktor dayanya.

$$P = V \times I \times \cos \phi \tag{1}$$

Sedangkan dalam sirkuit yang mengandung resistif murni, daya nyata (P) sama dengan daya semu (S), karena koefisien faktor daya ($\cos \phi$ adalah 1, sehingga tidak ada daya yang terdisipasi)

2. Daya Reaktif

Daya reaktif (Q) atau daya kuadratur yaitu daya yang terdisipasi akibat sifat reaktansi komponen pasif (induktor dan kapasitor) dalam sirkuit, dan memiliki satuan VAR (Volt Ampere Reaktif). Daya reaktif (Q) dapat didefinisikan sebagai hasil perkalian antara tegangan dan arus . serta nilai $\sin \phi$.

$$Q = V \times I \times \sin \phi \tag{2}$$

Daya reaktif (Q) tidak memiliki dampak positif dalam kerja suatu beban listrik. Dengan kata lain daya reaktif ini tidak berguna dalam konsumsi listrik.

3. Daya Semu

Gabungan antara daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) adalah daya tampak atau daya semu (S) dengan satuan VA (Volt Ampere). Daya tampak (daya total) adalah daya yang masuk ke rangkaian listrik AC atau dengan kata lain daya yang sebenarnya diterima dari pemasok sumber tegangan dan arus listrik AC, adalah merupakan resultan daya total keseluruhan antara daya aktif (P) dan daya reaktif (Q). Daya tampak atau daya semu (S) didefinisikan serbagai hasil perkalian dari tegangan dan arus dalam rangkaian listrik AC tanpa memperhatikan selisih sudut fasa arus dan tegangan listrik.

$$S = V \times I \tag{3}$$

Sama halnya seperti defenisi dari daya disipasi dalam rangkain listrik DC. Oleh karena itu daya tampak atau daya semu (S) sering dinyatakan dengan satuan Volt Ampere (VA).

4. Faktor Daya

Faktor daya yang merupakan rasio daya nyata (P) terhadap daya tampak atau daya semu (S) merupakan faktor indikator penting tentang bagaimana efektifnya sebuah beban melaksanakan

fungsinya sehubungan dengan disipasi daya, yang didefinisikan sebagai :

$$\cos \phi = \frac{P}{S} \tag{4}$$

G. Sistem Pendingin Generator

Generator memiliki kipas yang dipasang di poros di dalam. Udara sekitar digunakan untuk pendinginan. Udara pendingin ditarik masuk melalui filter udara (panel elektrostatis pengisian otomatis) dan dihembuskan ke lingkungan sekitar.

Operasi generator selama proses pembangkitan tidak hanya menghasilkan energi listrik, hal ini juga menghasilkan panas di dalam generator. Kenaikan temperatur tidak dapat dihindari karena adanya arus pusar (*eddy current*) merupakan efek dari proses konversi energi.[6]. Sistem pendinginan generator dibutuhkan untuk hal - hal sebagai berikut ini :

1. Menyerap panas yang timbul di dalam generator.
2. Melindungi isolasi. Hal ini karena panas yang lebih dapat merusak isolasi, tetapi dengan adanya sistem pendingin, panas di dalam generator dapat diserap.
3. Menaikkan efisiensi generator karena output generator akan lebih besar saat sistem pendingin digunakan.

III. METODOLOGI

A. Pengambilan Data Lapangan

Data penelitian yang diperoleh dari hasil observasi Logsheets harian, *manual book*, data *record*. Yang meliputi spesifikasi generator, *Single Line diagram*, Data pembebanan, data tahanan dan data temperatur stator. Pengambilan data penelitian dilakukan pada generator unit 17 di PT. PJB UBJOM PLTMG ARUN yang terletak di jl. Medan Banda Aceh, Desa Meuriah Paloh, Kec. Muara Satu Kota Lhokseumawe pada tanggal 10 – 12 Juli 2022.

TABEL I
Spesifikasi Generator PT. PJB UBJOM PLTMG ARUN

Spesifikasi Generator	
TYPE	AMG 1120LT08 DSE
Output	12163 kVA
Current	638 A
Voltage	11000 V
Power Factor	0.80
Frequency	50 Hz
Speed	750 Rpm
Over speed	900 Rpm

TABELII
Data Tahanan Generator

RESISTANCES AT 20°C	
Stator winding	0,0321 Ω
Field winding	0,9583 Ω
Excitation winding	5,7 Ω

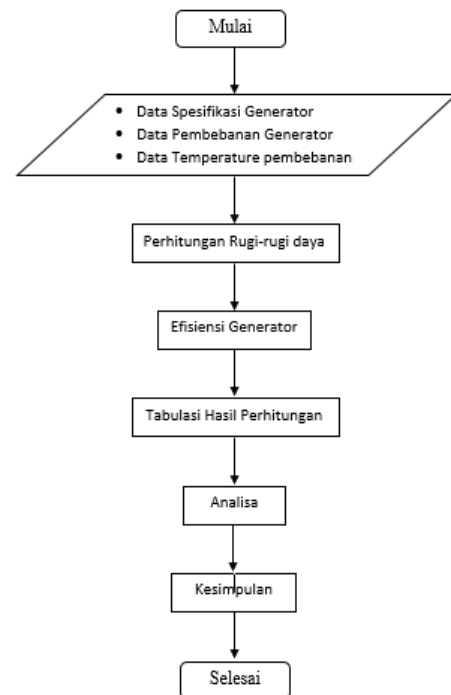
TABEL III.
Data Pembebanan

P (kW)	Arus Generator (A)			Teg. Eksitasi (V)	Arus Eksitasi (A)	Suhu Belitan (°C)			
	L1	L2	L3			L1	L2	L3	Medan
4000	221	194	217	25.9	2.3	67.9	67.2	66.6	55.1
5000	241	220	238	26.7	2.3	68.6	69.1	68.1	58.2
6000	322	302	323	28	2.5	70.6	71.1	70.1	60.3
7000	366	356	377	29.6	4.3	74.2	73.5	73.7	62
8000	439	428	446	31	5.2	79	77.8	77.9	64.1
8800	471	460	472	31.8	5.7	104.3	104.8	103.2	70.2

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam menganalisis data dapat di jelaskan sebagai berikut.

1. Menganalisis pengaruh perubahan beban terhadap kinerja generator listrik di PT. PJB UBJOM PLTMG ARUN
2. Menganalisis pengaruh kenaikan beban generator terhadap temperatur stator di PT. PJB UBJOM PLTMG ARUN

B. Flowchart



Gbr 3. Flowchart

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Konversi Nilai Hambatan Generator

Pada Tabel 3 diketahui nilai tahanan jangkar dan tahanan medan sebesar 0,0321 Ω dan 0,9583 Ω pada saat suhu 20 °C. Pada Tabel 3.2 diketahui pada beban 8800 kW suhu tahanan jangkar bernilai 104.3 °C, 104.8 °C, 103.2 °C pada masing-masing fasa dan suhu tahanan medan sebesar 70.2 °C, maka nilai hambatan akan dikonversikan sesuai dengan suhu tahanan menggunakan persamaan 8 dengan nilai koefisien tembaga generator (α) yaitu sebesar 0.0039.

Konversi hambatan tahanan jangkar fasa L1

$$R_t = R_0 (1 + \alpha \Delta t)$$

$$0.0321 (1 + 0.0039 \times (104.3 - 20))$$

$$0.0321 \times 1.3287$$

$$0.04265 \Omega$$

Konversi hambatan tahanan jangkar fasa L2

$$R_t = R_0 (1 + \alpha \Delta t)$$

$$0.0321 (1 + 0.0039 \times (104.8 - 20))$$

$$0.0321 \times 1.3307$$

$$0.04271 \Omega$$

Konversi hambatan tahanan jangkar fasa L3

$$R_t = R_0 (1 + \alpha \Delta t)$$

$$0.0321 (1 + 0.0039 (103.2 - 20))$$

$$0.0321 \times 1.3244$$

$$0.04251 \Omega$$

Konversi hambatan tahanan medan

$$R_t = R_0 (1 + \alpha \Delta t)$$

$$0.9583 (1 + 0.0039 (70.2 - 20))$$

$$0.9583 \times 1.1957$$

$$1.1459 \Omega$$

B. Perhitungan Rugi-rugi Belitan Jangkar

Perhitungan dilakukan pada saat beban bernilai 8800 kW dengan menggunakan Persamaan 9 maka nilai rugi tembaga jangkar sebagai berikut:

$$P_{cu} \text{ jangkar fasa L1} = I_a^2 \cdot R_a$$

$$471^2 \times 0.04265$$

$$9461.51 \text{ W}$$

$$9.461 \text{ kW}$$

$$P_{cu} \text{ jangkar fasa L2} = I_a^2 \cdot R_a$$

$$460^2 \times 0.04271$$

$$9037.43 \text{ W}$$

$$9.037 \text{ kW}$$

$$P_{cu} \text{ jangkar fasa L3} = I_a^2 \cdot R_a$$

$$472^2 \times 0.04251$$

$$9470.54 \text{ W}$$

$$9.470 \text{ kW}$$

$$\text{Total } P_{cu} \text{ jangkar} = L1 + L2 + L3$$

$$9.461 + 9.037 + 9.470$$

$$27.968 \text{ kW}$$

C. Perhitungan Rugi-rugi Belitan Medan

Perhitungan dilakukan pada saat beban 8800 kW dan dapat dilihat nilai pada Tabel 3.1 yaitu besar arus eksitasi (If) sebesar 5.7 A dengan nilai tahanan medan sebesar 1.1459 Ω, dan juga menggunakan Persamaan 10 maka nilai rugi tembaga medan adalah sebagai berikut:

$$P_{cu} \text{ medan} = I_f^2 \times R_f$$

$$5.7^2 \times 1.1459$$

$$37.23 \text{ W}$$

$$0.0372 \text{ kW}$$

D. Perhitungan Rugi-rugi Tetap Generator

Pada penelitian ini rugi tetap generator akan dihitung berdasarkan nilai efisiensi generator yang terdapat pada data spesifikasi. Berikut ini merupakan perhitungan efisiensi generator yang diambil pada saat beban puncak :

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta}$$

$$\frac{10.000}{97.31}$$

$$10.27 \text{ kW}$$

$$\sum P_{rugi} = P_{in} - P_{out}$$

$$10.27 - 10$$

$$0.27 \text{ MW}$$

$$270 \text{ kW}$$

$$P_{tanpa \text{ beban}} = \sum P_{rugi} - (P_{cu} \text{ jangkar} + P_{cu} \text{ medan})$$

$$= 270 - (27.96 + 0.0372)$$

$$= 242 \text{ kW}$$

E. Perhitungan Total Rugi-rugi Daya

Total besar rugi-rugi daya dapat dihitung dengan Persamaan 2.24

$$\sum P = P_{tanpa \text{ beban}} + P_{cu} \text{ medan} + P_{cu} \text{ jangkar}$$

$$242 + 0.0372 + 27.96$$

$$269.99 \text{ kW}$$

Dengan cara perhitungan yang sama untuk menghitung total rugi-rugi daya, maka nilai rugi-rugi pada beban lain dapat dihitung menggunakan data pembebanan pada Tabel 3 Hasil rugi-rugi daya untuk pembebanan generator dimulai dari beban 4000 kW hingga beban 8800 kW ditunjukkan pada Tabel IV .

TABEL IV
Hasil Perhitungan Rugi-rugi Daya dimulai dari beban 4 MW

P (kW)	Total Rugi (kW)	Efisiensi (%)
4000	247.081	94.18
5000	248.236	95.27
6000	253.503	95.94
7000	257.661	96.44
8000	264.667	96.79
8800	269.99	97.02

F. Perhitungan Efisiensi Generator

Pada perhitungan rugi-rugi daya sebelumnya, nilai rugi-rugi daya pada Beban 8800 kW. Efisiensi generator dapat dihitung :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$= \frac{8800}{8800 + 269.99} \times 100\%$$

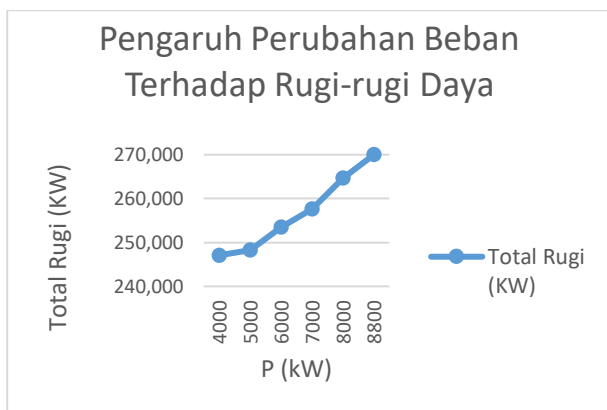
$$= 97.02\%$$

Dengan menggunakan perhitungan yang sama nilai efisiensi pada beban lain dapat dihitung.

Nilai efisiensi pada beban 4000 – 8800 kW yang didapatkan dari hasil perhitungan mengalami kenaikan yaitu dalam rentang nilai 94.18% - 97.02%. Untuk kinerja generator dapat dilihat dari nilai efisiensi, efisiensi terendah pada saat beban 4000 kW yaitu 94.18% dengan nilai tertinggi pada beban 8800 kW yaitu 97.02%, efisiensi generator yang semakin besar dapat membuat kinerja generator akan meningkat dan juga jika efisiensi generator yang semakin rendah dapat menyebabkan kinerja pada generator akan menurun.

G. Grafik Pengaruh Perubahan beban terhadap Kinerja Generator

Berdasarkan hasil perhitungan rugi-rugi daya dan efisiensi generator maka dapat dilihat grafik pengaruh perubahan beban terhadap kinerja generator pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gbr 4. Grafik Pengaruh Beban terhadap Rugi-rugi Daya

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa hubungan pembebanan dengan rugi-rugi daya saat terjadinya kenaikan beban yang dapat mengakibatkan kenaikan rugi-rugi daya. Hal ini dikarenakan kenaikan beban menyebabkan kenaikan arus generator yang mempengaruhi tingginya rugi daya yang dihasilkan tahanan jangkar. Rugi daya terendah didapat pada saat beban 4000 kW sebesar 247.081 kW dan juga rugi-rugi daya terbesar didapat pada saat beban 8800 kW sebesar 269.99 kW.



Gbr 5. Grafik Perubahan Beban terhadap Efisiensi

Pada Gambar 5 Grafik pengaruh perubahan beban terhadap efisiensi generator relatif naik ke atas yang mengartikan bahwa semakin besar beban pada generator dapat mengakibatkan efisiensi yang dihasilkan juga akan semakin besar. efisiensi terendah pada beban 4000 kW yaitu 94.18% dengan nilai tertinggi pada beban 8800 kW yaitu 97.02% , walaupun rugi-rugi daya yang dihasilkan juga mengalami kenaikan akan tetapi rugi-rugi tetap pada generator dapat diasumsikan bernilai sama pada setiap beban sehingga menghasilkan nilai efisiensi yang tinggi pada saat nilai beban yang besar.

H. Pengaruh Kenaikan beban Generator terhadap Temperatur Stator

Data pembebanan generator terhadap temperatur stator yang dilakukan penelitian dan juga proses pengambilan data secara berkala pada log sheet harian di PT. PJB UBJOM PLTMG ARUN dan dapat ditunjukkan pada Tabel 6 berikut..

TABEL VI
Data Pembebanan Generator terhadap Temperatur Stator

JAM	P (KW)	Temperatur (°C)		
		GW L1	GW L2	GW L3
00:00	8736	94.1	92.3	93.3
01:00	8742	95.6	95.8	94.8
02:00	8809	99	100.6	100.3
03:00	8847	101.2	100.9	101.4
04:00	8835	100.2	100	100.2
05:00	8832	101.3	101.2	100.2
06:00	8770	98.8	99.3	98.6
07:00	8820	102.3	101.8	102.5
08:00	8779	101	102.2	102.4
09:00	8609	98.2	98.3	97
10:00	8753	93.4	93.8	94
11:00	8817	93.8	94.2	94.4
12:00	8865	104.8	104.7	103.7
13:00	8759	101	102.3	102.4
14:00	8552	98.5	98.3	96.7
15:00	8687	99.1	99.8	98.9
16:00	8835	104.3	103.9	102.9
17:00	8813	104.3	103.7	103.1
18:00	8800	104.3	104.8	102.5
19:00	8854	103.7	104.8	102.5
20:00	8849	102.4	103.1	102
21:00	8750	98.3	98.4	98.8
22:00	8809	102.4	102.8	103.1
23:00	8801	102	103.1	103.8

Berdasarkan Tabel 6 di dapatkan beban tertinggi pada saat jam 12.00 dengan beban yang dihasilkan sebesar 8865 kW dengan nilai temperatur terbaca pada lilitan L1 103.8 °C, L2 104.1 °C, dan L3 103.7 °C. Beban terendah yaitu pada saat jam 14.00 dengan nilai beban 8552 kW juga nilai temperatur yang dihasilkan pada lilitan L1 sebesar 98.5°C, L2 98.3 °C, dan L3 96.7°C.

Dari data dapat disimpulkan bahwa Perubahan beban akan mempengaruhi temperatur lilitan pada stator. Seperti pada Tabel 4.3 saat pengoperasian pada jam 04:00 dengan nilai beban 8835 kW didapatkan nilai temperatur pada lilitan L1 100.2°C, L2 100°C, dan L3 100.2 °C. Pengoperasian berikutnya pada saat jam 16:00 dengan nilai beban 8835 kW sedangkan temperatur pada lilitan L1 dengan angka sebesar 104.3°C, L2 103.9°C, dan L3 102.9°C. Pada saat pengoperasian jam 04.00 dan 16.00 beban generator bernilai sama akan tetapi temperatur yang terbaca berbeda. Penyebab temperatur yang bernilai berbeda dikarenakan suhu

lingkungan sekitar engine hall mengalami kenaikan pada saat jam 16.00. Beban memiliki nilai yang sama akan tetapi temperatur lilitan stator berbeda hal ini disebabkan oleh sistem pendingin dan suhu lingkungan sekitar. Permasalahan yang terjadi pada sistem pendingin yaitu filter sistem pendingin mengalami penyumbatan yang mengakibatkan udara yang di salurkan kipas pendingin ke generator berkurang. kenaikan beban akan berpengaruh terhadap temperatur lilitan stator. Semakin besar beban maka temperatur stator juga akan mengalami kenaikan.

V. KESIMPULAN

Dari hasil analisa perhitungan dari data-data yang didapat, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Perubahan beban sangat berpengaruh terhadap rugi-rugi daya yang dihasilkan. Rugi-rugi daya terbesar dengan nilai 269.99 kW pada saat beban 8800 kW dan rugi-rugi daya terendah dengan nilai 247.081 kW pada saat beban 4000 kW.
2. Semakin tinggi beban maka akan semakin tinggi juga rugi-rugi daya pada generator sehingga dapat berpengaruh terhadap meningkatnya efisiensi generator.
3. Efisiensi terendah pada saat beban 4000 kW dengan persentase 94.18% dan efisiensi tertinggi pada beban 8800 kW dengan persentase 97.02%.
4. Efisiensi generator yang semakin besar akan menyebabkan kinerja generator meningkat begitu sebaliknya efisiensi generator yang rendah akan menyebabkan kinerja generator menurun.
5. Perubahan beban akan mempengaruhi temperatur pada lilitan stator. di dapatkan beban tertinggi sebesar 8865 kW dengan nilai temperatur terbaca pada lilitan L1 103.8 °C, L2 104.1 °C, dan L3 103.7 °C. Beban terendah yaitu dengan nilai beban 8552 kW juga nilai temperatur yang dihasilkan pada lilitan L1 sebesar 98.0°C, L2 98.3 °C, dan L3 96.7 °C. Semakin besar beban maka temperatur stator juga akan mengalami kenaikan.

REFERENSI

- [1] Juhenda Haris, Muhamad. 2017. **Pengaruh Pembebanan terhadap Temperatur Stator Generator Sinkron pada PLTU Pelabuhan Ratu.** Medan: Departemen Teknik Elektro Universitas Sumatera Utara
- [2] Warsila. 2019. **Power Plant Electrification.** 47.
- [3] Renate, Mita. 2020. **Analisa Pengaruh Perubahan Beban terhadap Rugi Daya pada Stator dan Rotor Generator PT. Indonesia Power UPBJ Kamojang.** Surakarta: Departemen Teknik Elektro Universitas Muhamadiyah Surakarta.
- [4] Arun, P. 2014. **Wartsila ABB. 31 – 35,** Finlandia.
- [5] Wijayanti, Estu Nur. 2021. **Analisa Pengaruh Perubahan Beban terhadap Kinerja Generator PT. Pembangkitan Jawa Bali (PJB)-Unit Pembangkit Gresik.** Surakarta: Departemen Teknik Elektro Universitas Muhamadiyah Surakarta.
- [6] Winny, D. 2015. **Analisis Pengaruh beban terhadap efisiensi generator sinkron pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) Pangkalan Susu.** Medan: Teknik Elektro Universitas Muhamadiyah Surakarta.