
ANALISA OPERASI GENSET GAS ENGINE MODE LOAD SHARING PADA PT. PLAZA INDONESIA REALTY TBK.

Ujang Wiharja¹, BagriatnaAllan Pintadi²
Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana Jakarta
ujangwiharja@unkris.ac.id, bagriatna@gmail.com

Abstrak - PT. Plaza Indonesia Realty Tbk merupakan perusahaan real estate di pusat kota Jakarta. PLN sebagai suplai utama listrik gedung Plaza Indonesia, dengan kontrak daya listrik 13 MVA tegangan 20kV. Pengaturan load sharing setiap pengoperasian genset gas engine awal start diatur memikul beban 800-1000 kW setiap genset disesuaikan pada kebutuhan beban kelistrikan gedung. Pada saat kondisi *peak load* empat unit genset gas engine diseting memikul beban maksimal 1800 kW untuk setiap genset dengan suplai atau impor PLN dibatasi 100 kW. Untuk nilai drop tegangan pada saluran digunakan batas atas 5 % dan batas bawahnya -5 %, pada saat pengukuran lapangan berlangsung presentase drop tegangan didapati sebesar 0.001 %.

Hasil analisa total daya yang hilang sebesar 117,8 kW dan 526,8 kVar pada saat *peak load* atau WBP pengoperasian genset gas engine sebagai suplai energi listrik. Sedangkan apabila menggunakan sumber PLN sebagai pasokannya total daya yang hilang sebesar 76,3 kW dan 271,1 kvar. Hal ini dikarenakan kualitas suplai PLN sudah baik sedangkan dari suplai genset gas engine banyak mengalami drop tegangan pada saat penyaluran energi listrik yang disebabkan oleh spesifikasi komponen listrik baik penghantar, settingan transformator maupun jenis beban yang terpasang

Keyword- Gas Engine Generator Set, Load Sharing, beban puncak

Abstract - PT. Abstract - PT. Plaza Indonesia Realty Tbk is a real estate company in downtown Jakarta. PLN as the main supply of electricity for the Plaza Indonesia building, with a power contract of 13 MVA with a voltage of 20kV. Load sharing settings for every operation of the initial engine gas generator set is set to carry a load of 800-1000 kW each generator is adjusted to the electrical load requirements of the building. When peak load conditions, four gas engine generator sets are set up to a maximum load of 1800 kW for each generator with PLN supply or import limited to 100 kW. For the value of the voltage drop in the channel used the upper limit of 5% and the lower limit of -5%, when the field measurement took place the percentage of voltage drop was found to be 0.001%.

The results of the analysis of total power loss of 117.8 kW and 526.8 kVar during peak load or WBP operation of the gas engine generator as an electrical energy supply. Whereas when using PLN sources as its supply the total lost power is 76.3 kW and 271.1 kvar. This is because the quality of the PLN supply is good while the supply of gas engine generators experiences a lot of voltage drop during the distribution of electrical energy caused by electrical component specifications both conductor, transformer settings and the type of load attached

Keyword- Gas Engine Generator Set, Load Sharing, Peak load

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Gedung perusahaan milik PT. Plaza Indonesia Realty Tbk telah beroperasi selama kurun waktu 29 tahun dan sejak tahun 2004 telah mengoperasikan catu daya cadangan berupa pembangkit mandiri (Generator Gas), sehingga suplai energi listrik tidak tergantung pada sumber PLN. Gedung ini merupakan pusat perbelanjaan, pusat perkantoran, apartemen dan hotel yang telah menerapkan *green building*. Oleh sebab itu sangat diperhatikan mengenai penyuplaian energi listrik, agar terjaga dari terjadinya *blackout*/padam.

Kebutuhan energi listrik pada gedung ini sebagai sumber penerangan ruangan, pendinginan ruangan, serta utilitas lainnya yang berkaitan dengan operasional gedung. Pembangkit listrik Gas Engine tergolong unit yang masa startnya singkat yaitu sekitar 1-2 menit yang mana umumnya distart tanpa pasokan daya dari luar karena memiliki prinsip kerja yang hampir sama dengan mesin diesel. Gas Engine didesain untuk memikul beban puncak atau peak load pada rentang waktu beban puncak/WBP antara jam 18:00 sampai dengan 22:00 setiap harinya. Dengan desain dapat dibebani lebih tinggi 10% dari ratingnya selama kurang lebih dua jam. Gas Engine yang digunakan yakni merek Jenbacher tipe J 620 GS sebanyak 4 unit, dengan masing-masing berkapasitas 3508.75 kVA yang beroperasi sejak tahun 2004 untuk menggantikan Genset Diesel konvensional. Gas engine dikopel dengan generator sinkron bertegangan 11/6,6 kV output daya maksimal 3391.3 kVA, selanjutnya transmisikan melalui trafo step-up 11kV/20kV lalu dikirimkan ke switchboard 20 kV panel distribusi Gas Engine. Setelah berada pada panel distribusi Gas Engine akan dikirimkan lagi ke Panel Switchgear MSA. Dari panel switchgear MSA akan didistribusikan ke masing-masing panel MVDP (*Medium Voltage Distribution Panel*: MA, MB dan MC) dan dibagi lagi ke masing-masing LVDP (*Low Voltage Distribution Panel*: LV123, LV4, dan LV Chiller) guna melayani keperluan operasional gedung digunakan,

trafo step-down dengan daya 1.600 kVA tegangan kerja 20kV/380V sebanyak 11 unit terletak pada masing masing panel low voltage distribusi, sebagai trafo pemakaian. Sisi tegangan tinggi trafo pemakaian sendiri dihubungkan ke switchgear 20 kV melalui kabel berisolasi. Titik bintang sisi tegangan rendah dari tiap unit trafo pemakaian sendiri ditanahkan langsung. Main grid atau power utama yang digunakan pada gedung ini bersumber dari PLN berkapasitas 13 MVA/20 kV untuk dua buah gardu utama.

1.2 Pembahasan Masalah

Pokok masalah yang akan dikemukakan adalah :

1. Referensi alternatif dalam meningkatkan kehandalan sistem kelistrikan untuk operasional gedung Plaza Indonesia Shopping Center di PT Plaza Indonesia Realty Tbk.
2. Mengetahui karakteristik beban yang ada pada Gedung Plaza Indonesia.
3. Simulasi aliran beban kelistrikan pada saat operasional gedung Plaza Indonesia Shopping Center.
4. Memperdalam pengetahuan mengenai operasi pembangkit listrik mode operasi load sharing pada saat Waktu Beban Puncak (WBP).

II. TEORI DASAR

2.1 Synchron Generator

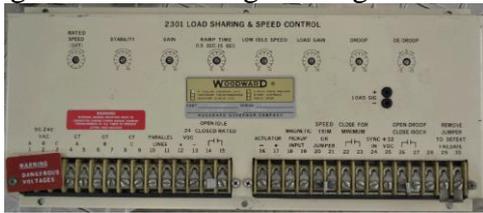
2.1.1 Operasi 2 atau lebih Generator secara Paralel berspesifikasi sama dengan generator lainnya

Dua mode pengoperasian Generator set yaitu:

1. Peak Load Lopping, pada saat suplai energi listrik menggunakan PLN serta Genset yang bekerja secara paralel maka genset akan mengambil beban tetap besarnya sesuai dengan settingan yang diinginkan sedangkan untuk sisa beban secara fluktuatif masih dibebankan kepada sumber PLN.
2. Peak Load Saving, yakni kondisi dimana sumber PLN akan mengambil beban yang tetap besarnya sedangkan suplai genset akan melayani sisa beban yang ditanggung secara fluktuatif.

2.1.2 Load Sharing

Load Sharing adalah suatu sistem operasi pembagian beban secara bersama oleh beberapa generator, dengan tujuan untuk menjaga suplai tenaga listrik dan sebagai proteksi untuk pengamanan dari generator itu sendiri apabila terjadi penurunan atau kenaikan beban maupun performanya. Fungsi dari Load Sharing bertujuan pada saat generator beroperasi parallel dapat mensuplai beban dengan seimbang antara unit generator satu dengan unit generator lain.



Gambar 1. Modul load sharing [4]

Alat pembagi beban (Load Sharing) merupakan peralatan otomatis yang menyeragamkan operasi governor dalam menaikkan atau menurunkan power mesin atau daya generator pembangkit listrik sesuai dengan perubahan bebannya. Governor yang beroperasi pada mesin penggerak sehingga generator menghasilkan keluaran arus yang dapat diatur dari 0 persen sampai dengan 100 persen kemampuannya. Jadi masukan ke mesin penggerak sebanding dengan keluaran arus generatornya atau dengan kata lain pengaturan governor 0 persen sampai dengan 100 persen sebanding dengan arus generator 0 persen sampai dengan 100 persen pada tegangan dan frekuensi yang konstan.

2.2 Pembangkit Listrik Generator Gas Engine Gedung Plaza Indonesia

Main Power Plant gedung Plaza Indonesia Shopping Center menggunakan 4 unit Gas Engine Jenbacher tipe J 620 GS yang beroperasi sinkron.



Gambar 2. Generator Gas Engine J 620 GS MK

Kapasitas power standar ISO 3046 maks. 2807 kW; kVA maks. 3508.75 kVA; Generator Sinkron 3 fase (U, V, W) Merk AVK tipe DIG140 1/6

Adapun daya yang tebangkitkan oleh generator didistribusikan melalui masing-masing panel MV yang ada di gedung Plaza Indonesia yakni: MA, MB dan MC dimana dari tegangan keluaran generator 11/6.6 kV dinaikan menjadi tegangan 20kV melalui transformator Step-Up (11kV/20k)

Setelah energi listrik yang dibangkitkan oleh GE guna melayani kebutuhan sesuai beban yang ada. Keluaran tegangan generator yang memiliki nilai sebesar 11/6,6 kV dinaikan nilai tegangannya dengan transformator step-up sesuai spesi-fikasi diatas menjasi tegangan 20/11 kV. Dan selanjutnya di salurkan melalui panel transmisi medium voltage yang dapat sinkron dengan sumber daya listrik utama, dengan dibagi sesuai desain pemebebanan yang ada. Pada panel medium voltage yang ada pada gedung Plaza Indonesia difungsikan sebagai switchgear atau pembagi sumber listrik. Untuk pendistribusian tenaga listrik diguna-kan transformator penurun tegangan atau step-down guna melayani beban yang pada umumnya memiliki tegangan kerja 380volt pada sumber tiga fasa dan 220volt pada tegangan satu fasanya.

Pada jaringan tegangan listrik rendah dilengkapi dengan kapasitor bank. Penggunaan kapasitor bank pada jaringan listrik difungsikan untuk memperbaiki nilai faktor daya atau Cos Phi (ϕ) guna menurunkan nilai daya reaktif (Q /VAr) yang berasal dari beban-beban kapasitif dan induktif yang digunakan pada jaringan. Cos Phi (ϕ) atau faktor daya PLN memiliki standar minimal yakni 0.85. Adapun capasitor bank gedung Plaza Indonesia dioperasikan pada saluran distribusi jaringan listrik setelah trafo step down dekat panel main distribusi dengan faktor daya (Cos Phi/ ϕ) diatur pada 0.90.

2.3 Operasi Load Sharing Generator Gas Engine (GE)

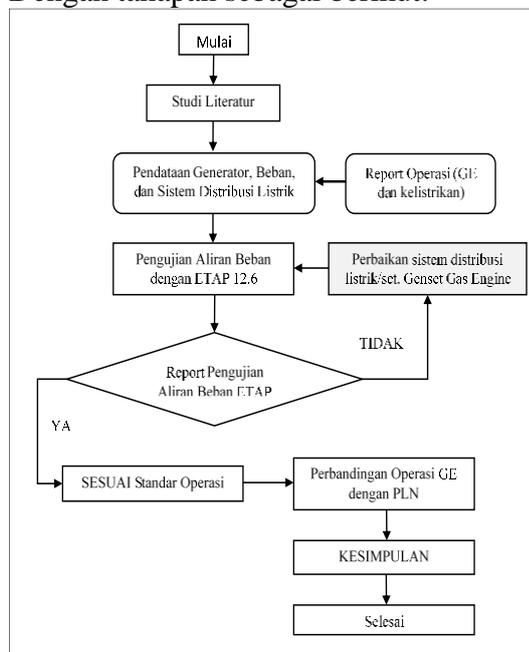
Pengoperasian Genset gas engine pada gedung Plaza Indonesia ditujukan untuk memback-up kebutuhan energi listrik pada saat terjadi kegagalan/trip suplai sumber listrik atau *main failure* dari sumber PLN dengan mode operasi GE DROOP. Dimana sistem proteksi jaringan listrik mengambil alih kerja dengan cara menggantikan suplai tegangan pada peralatan yang mengalami gangguan dengan tujuan untuk mengisolasi system lainnya yang tidak mengalami gangguan.

Dan juga sebagai operasi normal untuk memback-up suplai listrik pada waktu beban puncak (WBP) yakni pada pukul 18:00 hingga 22:00. Hal ini ditujukan untuk menekan pengeluaran biaya listrik PLN, dikarenakan tarif listrik pada saat WBP lebih mahal dibandingkan tarif listrik luar waktu beban puncak (LWBP) yakni pukul 22:01 sampai dengan 17:59.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Sebagai langkah lanjutan penelitian akan digambarkan diagram alur penelitian operasi genset gas engine saat *peak load*/WBP. Dengan tahapan sebagai berikut:



IV. ANALISA OPERASI

4.1. Langkah Operasi Gas Engine Secara manual melalui modul display Diane Adapun cara pengoperasian secara manual sebagai berikut:

1. Pastikan semua area genset aman, tidak kendala ataupun pekerjaan.
2. Perhatikan parameter temperatur atau suhu genset meliputi kondisi mekanis (radiator, oli, dan kondisi ruangan) dan elektik (generator dan transformator).

Untuk memonitor temperature genset dapat dilihat melalui display kontrol diane genset.



Gambar 4. Display Diane Genset Gas Engine [6]

3. Perhatikan selektor switch genset pada posisi Manual (Service selection pada posisi Manual; Demand pada posisi ON dan switch syncron pada posisi 0)



Gambar 5. Selektor switch operasi gas engine pada kondisi standby [6]

4. Tekan tombol Start pada display Diane kontrol hingga muncul perintah Push Button – Start. Tekan dan tahan hingga muncul indikator putaran Genset mencapai 350 rpm dan lepas tombol push button start.



Gambar 6. Start manual melalui display diane dan indicator putaran mesin [6]

5. Saat Genset telah menyala pastikan ulang semua parameter yang ditampilkan pada display diane Genset sesuaikan dengan data parameter standar. Patrikan tidak ada parameter yang abnormal maupun trouble.
6. Setelah genset running selanjutnya dilakukan langkah penyinkronan dengan memindahkan selektor switch sinkron pada posisi auto. Genset akan memikul beban secara otomatis pada titik beban yang telah ditentukan melalui modul synchronizer yang terpasang. Pada Master kontrol modul synchro-nizer terhubung dengan scada sehingga dapat diatur pembagian beban masing-masing generator secara otomatis dan dapat di-monitor secara sentral pada ruang kontrol.
7. Saat Genset beroperasi memikul beban dilakukan pengambilan data operasi sebagai report atau la-poran.
8. Pengaturan batas operasi genset akan diturunkan atau dinaikkan mengikuti besar kecilnya ke-butuhan beban setiap jamnya pada rentang waktu *peak load*. rentang maksimal pembebanan masing-masing genset adalah 2000 kW. Untuk kondisi normal diatur pada 1800 kW untuk masing-masing genset.
9. Setelah beban yang dilayani semakin kecil maka akan di-lakukan pengurangan unit Genset Gas Engine mengikuti kebutuhan beban. Operator scada akan ber-koordinasi dengan operator genset gas engine untuk mengurangi gen-set.

4.1.2 Langkah Operasi Gas Engine secara otomatis dengan perintah scada.

Untuk pengoperasian genset gas engine secara otomatis yakni:

1. Pastikan semua area pengoperasian genset sudah aman.
2. Perhatikan parameter temperatur atau suhu genset meliputi kondisi mekanis (radiator, oli, dan kondisi ruangan) dan elektik (generator dan transformator). Untuk me-monitor temperature genset dapat dilihat melalui display kontrol diane genset.

3. Perhatikan selektor switch genset pada posisi Auto (Service selection pada posisi Auto; Demand pada posisi ON dan switch synchron pada posisi 0)
4. Setelah genset running periksa parameter pada display diane Genset, bila sudah aman lakukan langkah penyinkronan generator dengan memindahkan selektor sinkron pada posisi Auto hingga mencapai titik beban standar operasi genset gas engine.
5. Monitoring operasi genset dapat dilakukan melalui display diane genset dan operator scada akan diberikan informasi mengenai ope-rasi genset guna melakukan perubahan batas pembebanan genset.
6. Langkah selanjutnya sama dengan langkah operasi pada saat manual.

4.2 Data Beban kelistrikan Gedung Plaza Indonesia

4.2.1 Data beban listrik operasional *peak load* gedung Plaza Indonesia

Berikut adalah beban kelistrikan pada gedung Plaza Indonesia

Tabel 1. Report beban listrik gedung Plaza Indonesia *peak load* per-jam

Beban	I (kA)	Daya Aktif : S (kVA)	Daya Nyata : P (kW)	Daya Reaktif (kVAR)
ACB - 24	865,5	569,6	512,7	248,3
Priority 2-24	233,6	153,7	138,3	67,0
ACB - 25	216,5	142,5	128,2	62,1
Priority 2-25	513,4	337,9	304,1	147,3
ACB - 26	530,8	349,3	314,4	152,3
Priority 2-26	578,4	380,7	342,6	165,9
ACB - 51	808,9	532,4	479,2	232,1
Priority 2-51	544,6	358,4	322,6	156,2
ACB - 21	571,0	375,8	338,2	163,8
Priority 2-21	328,2	216,0	194,4	94,1
ACB - 103	942	619,7	557,7	270,1
Priority 2-103	411	270,2	243,2	117,8
ACB - MSB-5 (from TX-6)	215,2	141,6	127,5	61,7
Chiller 5	36,7	24,2	21,8	10,5
ACB - MSB-4 (from TX-7)	368,6	242,6	218,3	105,7
Chiller 4	660,7	434,9	391,4	189,6
ACB - MSB-3 (from TX-8)	621,9	409,3	368,4	178,4
Chiller 3	792,5	521,6	469,4	227,4
ACB - MSB-2 (from TX-9)	380,1	250,2	225,1	109,0
Chiller 2	782,8	515,2	463,7	224,6
ACB - MSB-1 (from TX-10)	411,9	271,1	244,0	118,2
Chiller 1	736,1	484,5	436,0	211,2

sumber: Report Sheet Operational Engineering Plaza Indonesia Per Bulan April-Juni 2019

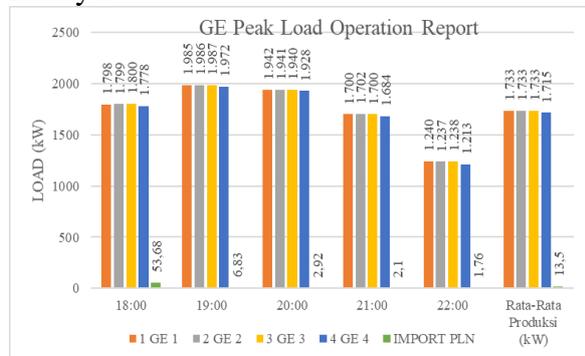
4.2.2 Data Operasional Gaenset Gas Engine
Dibawah ini adalah data rata-rata operasi genset gas engine untuk memback-up

rentang waktu beban puncak dalam satu hari. Adapun sumber data didapatkan dari report operasional Power Plant.

Tabel 2. Data Operasional Genset Gas Engine Waktu Beban Puncak atau *peak load*

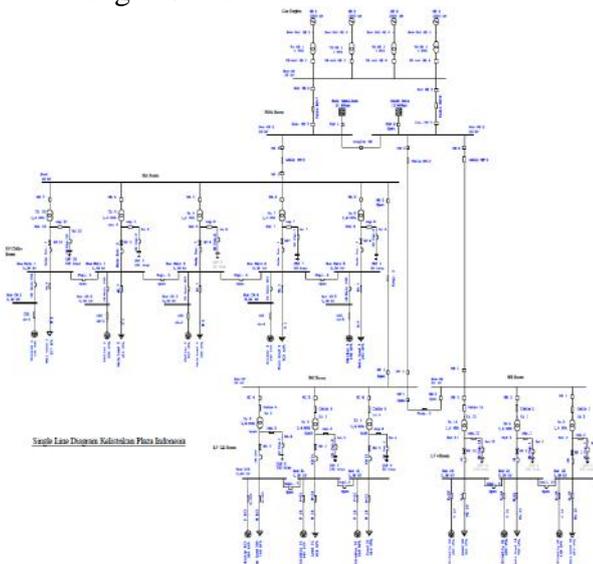
No	Jam	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	Rata-Rata Produksi (kW)
	Genset GE						
1	GE 1	1798	1985	1942	1700	1240	1733,0
2	GE 2	1799	1986	1941	1702	1237	1733,0
3	GE 3	1800	1987	1940	1700	1238	1733,0
4	GE 4	1778	1972	1928	1684	1213	1715,0
IMPORT PLN		53,68	6,83	2,92	2,1	1,76	13,5
TOTAL/CUSTOMER		1847,43	1989,33	1940,67	1698,6	1233,76	1728,5

Dari data tersebut dapat digambarkan grafik pengoperasian generator selama pengoperasian WBP atau *peak load* setiap harinya.



4.3 Load Flow atau Aliran Beban Listrik pada operasi Genset Gas Engine menggunakan pro-gram ETAP 12.6

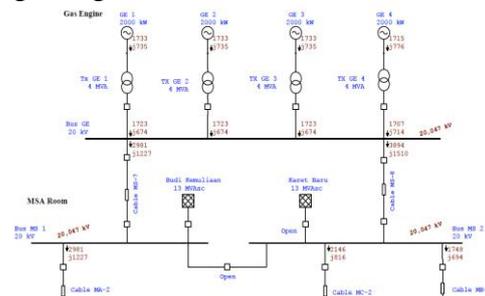
Berikut single line diagram ke-listrikan Plaza Indonesia dengan sekema pasokan listrik bersumber dari genset Gas Engine sinkron dengan sumbe PLN.



Gambar 7. Single Line Diagram Ke-listrikan Plaza Indonesia.

4.3.1 Hasil analisa menggunakan program ETAP

Setelah dilakukan pengamatan pada pengoperasian gas engine dan dilakukan pengambilan data dan parameter yang dibutuhkan sebagai input atau masukan program ETAP maka didapatkan hasil single line diagram aliran daya pada saat genset gas engine sabagai suplai utama kelistrikan gedung Plaza Indonesia.



Gambar 8. Single Line Diagram Aliran Daya Operasional Genset Gas Engine

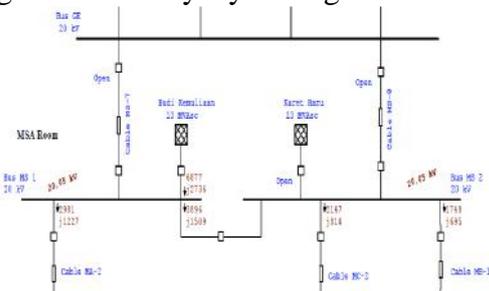
Hasil simulasi gas engine menopang beban 1728.5 kW untuk setiap unitnya. Daya yang dibangkitkan oleh gas engine akan transmisikan melalui transformator step-up 11/20 kV untuk dikirimkan ke beban melalui panel distribusi tegangan menengah dan tegangan suplai akan diturunkan nilainya menjadi 380/220 V. Dimana untuk panel distribusi tegangan menengah mendapatkan pasokan daya listrik sebesar: MA = 2981 kW; MB = 2146 kW; dan MC = 1748 kW, sesuai dengan kebutuhan beban yang ada. Berikut ini adalah ringkasan hasil analisisnya. Adapun beban yang ada terkelompokan menjadi beban static dan beban motor. Beban listrik Plaza Indonesia merupakan perusahaan real estate yang banyak menggunakan jenis beban static sebagai kebutuhan operasional Hotel dan Pusat Perbelanjaan dengan nilai total 5081 kW. Sedangkan beban motor yang digunakan yakni sebagai suplai operasional utilitas/equipment gedung dengan nilai sebesar 1759 kW.

Tabel 3 Ringkasan hasil analisa ETAP operasi gas engine

SUMMARY OF TOTAL GENERATION, LOADING & DEMAND

	MW	Mvar	MVA	% PF
Source (Swing Buses):	6.958	3.214	7.664	90.79 Lagging
Source (Non-Swing Buses):	0.000	0.000	0.000	
Total Demand:	6.958	3.214	7.664	90.79 Lagging
Total Motor Load:	1.759	0.832	1.946	90.39 Lagging
Total Static Load:	5.081	1.834	5.409	93.94 Lagging
Total Constant Load:	0.000	0.000	0.000	
Total Generic Load:	0.000	0.000	0.000	
Apparent Losses:	0.118	0.527		
System Mismatch:	0.000	0.000		

Saat suplai energi listrik menggunakan sumber PLN di-simulasikan melalui program ETAP, dengan single line diagram aliran dayanya sebagai berikut:



Gambar 9. Sigle Line Diagram Aliran Daya suplai PLN [7]

Hasil simulasi gas engine menopang beban 1728.5 kW untuk setiap unitnya. Daya yang di-bangkitkan oleh gas engine akan transmisikan melalui transformator step-up 11/20 kV untuk dikirimkan ke beban melalui panel distribusi tegangan menengah dan tegangan suplai akan diturunkan nilainya menjadi 380/220 V. Dimana untuk panel distribusi tegangan menengah mendapatkan pasokan daya listrik sebesar: MA = 2981 kW; MB = 2146 kW; dan MC = 1748 kW, sesuai dengan kebutuhan beban yang ada. Berikut ini adalah ringkasan hasil analisisnya. Adapun beban yang ada terkelompokan menjadi beban static dan beban motor. Beban listrik Plaza Indonesia merupakan perusahaan real estate yang banyak menggunakan jenis beban static sebagai kebutuhan operasional Hotel dan Pusat Perbelanjaan dengan nilai total 5081 kW. Sedangkan beban motor yang digunakan yakni sebagai suplai operasional utilitas/equipment gedung dengan nilai sebesar 1759 kW.

Pada saat beban dilayani oleh suplai genset total energi yang harus dipenuhi yakni 6958 MW dengan beban reaktif 3.214 Mvar

power faktornya 90,79%. Sedang dari suplai PLN total energi yang harus dipenuhi yakni 6854 MW dengan beban reaktif 2.935 Mvar dan power faktornya 91.93 %. Pada saat pengoperasian suplai beban dengan genset memiliki selisih pasokan sebesar 104 MW dikarenakan karakteristik beban pada Plaza Indonesia memiliki dominasi beban statik yang cukup besar. Sehingga pada operasi suplai beban melalui genset memiliki kecenderungan untuk lebih tinggi dari pada menggunakan suplai PLN dikarenakan karakteristik pelayanan operasi beban genset. Pada pengoperasian genset Plaza Indonesia sebagai pemenuh kebutuhan listrik saat WBP/peak load memiliki keunggulan lebih murah dibandingkan PLN dikarenakan regulasi tarif PLN pada konsumen golongan B3-TM di-bedakan menjadi 2 operasi yakni Luar Waktu Beban Puncak/LWBP dan Waktu Beban Puncak. Terlebih apabila penggunaan daya reaktif pada sisi konsumen tidak memenuhi standar PLN akan dikenakan tarif lebih diluar tarif LWBP dan WBP yang harus dibayarkan konsumen tersebut. Sementara untuk biaya penggunaan Gas tidak memiliki ketentuan lain, hanya kewajiban untuk membayarkan penggunaan Gas sesuai kuota yang telah disepakati oleh perusahaan dan PGN.

4.3.2 Load Flow Report Operasi Gas Engine dan PLN saat WBP

Setelah parameter input dan output kelistrikan gedung Plaza Indonesia dimasukan pada single line diagram program ETAP 12.6. Didapatkan hasil aliran beban atau *Load Flow Report* pada setiap busbar yang terpasang pada saluran distribusi listrik tersebut. Dengan esimpulan sementara untuk suplai operasional listrik gedung Plaza Indonesia pada jam operasi WBP/peak load masih bekerja dengan baik sesuai dengan laporan hasil analisa menggunakan *software* ETAP 12.6. Dari hasil analisa didapatkan juga nilai beban pada setiap titik busbar pada saat gas engine beroperasi memasok listrik pada waktu *peak load*.

Data analisa perhitungan program ETAP dijabarkan pada tabel adalah rating

tegangan maupun arus busbar, pembacaan beban listrik sesuai tipenya yang bekeja pada busbar, serta total beban busbar yang meliputi daya dalam MVA, power faktor %PF, arus listrik dalam Ampere dan persentase beban.

4.3.3 *Drop Voltage* pada analisa operasi genset gas engine saat WBP

Pada rangkaian distribusi tenaga listrik berkaitan erat dengan pengaruh tegangan jatuh pada ujung saluran. Tegangan jatuh ini merupakan penurunan nilai tegangan pada saluran tenaga listrik. Sesuai standar PLN *drop voltage* atau tegangan jatuh yang disarankan pada saluran distribusi tenaga listrik memiliki toleransi +5% dan -10% dari tegangan yang dikirimkan oleh sumber listrik baik PLN maupun pembangkit genset. Tegangan jatuh ini disebabkan oleh beberapa faktor rugi tegangan akibat hambatan listrik (R) dan reaktansi (X), faktor tersebut terkait dengan panjang maupun ukuran penghantar pada saluran distribusi tenaga listrik baik dan jenis beban yang terpasang. Tegangan jatuh disimbolkan dengan $V_d = I \times Z$. Berikut ini adalah hasil analisa *drop voltage* yang ada pada saluran distribusi tenaga listrik Plaza Indonesia.

Hasil analisa total daya yang hilang sebesar 117,8 kW dan 526,8 kvar pada saat *peak load* atau WBP pengoperasian genset gas engine sebagai suplai energi listrik. Sedangkan apabila menggunakan sumber PLN sebagai pasokannya total daya yang hilang sebesar 76,3 kW dan 271,1 kvar. Hal ini dikarenakan kualitas suplai PLN sudah baik sedangkan dari suplai genset gas engine banyak mengalami drop tegangan pada saat penyaluran energi listrik yang disebabkan oleh spesifikasi komponen listrik baik penghantar, settingan transformator maupun jenis beban yang terpasang.

4.4 Alarm critical pada sistem ke-listrikan Plaza Indonesia saat analisa menggunakan ETAP

Pada saat analisa aliran daya menggunakan suplai genset gas engine maupun sumber PLN didapatkan peringatan atau masalah mengenai penggunaan

penghantar pada beban chiller. sebagai solusi mengenai peringatan tersebut dapat dilakukan dengan mengganti ukuran penghantar semakin besar atau dengan menambahkan jumlah penghantar dengan ukuran yang sama. Hal ini dapat dilakukan untuk mem-perbaiki kualitas penyaluran tenaga listrik bersumber dari PLN maupun genset gas engine untuk sisi beban chiller. Kedua langkah perbaikan ini dapat dipilih sesuai dengan kebijakan manajemen perusahaan.

4.4.1 Analisa Setelah perbaikan *alarm critical* pada diagram distribusi listrik Plaza Indonesia

Tabel 4. Critical Report Operasi Gas Engine saat WBP

Critical Report

Device ID	Type	Condition	Rating/Limit	Unit	Operating	% Operating	Phase Type
CE1	Cable	Overload	469.74	Amp	712.39	151.7	3-Phase
CE2	Cable	Overload	469.74	Amp	772.41	164.4	3-Phase
CE3	Cable	Overload	469.74	Amp	787.70	167.7	3-Phase
CE4	Cable	Overload	469.74	Amp	630.82	133.5	3-Phase

Dan berikut tabel data kabel setelah dilakukan penambahan jumlah penghantar
Tabel 5. Report beban setelah perbaikan rangkaian

Branch Loading Summary Report

CKT / Branch		Cable & Reactor		
ID	Type	Ampacity (Amp)	Loading Amp	%
CH1	Cable	939.48	711.16	75.70
CH2	Cable	939.48	770.93	82.06
CH3	Cable	939.48	786.14	83.68
CH4	Cable	939.48	649.77	69.16
CH5	Cable	469.74	36.31	7.73

Dari hasil analisa diatas menyatakan bahwa penggunaan kabel penghantar harus disesuaikan dengan spesifikasi kuat hantar arus dari penghantar tersebut. Agar tidak terjadi rugi beban pembangkitan energi listrik yang berakibat pada penurunan tegangan/*drop voltage* pada sisi beban dengan imbasnya terjadi losses daya. Adapun perbaikan ini meng-hasilkan penurunan kehilangan daya sebesar 1,6 kW dan 3,3 kvar.

4.4.2 Perbandingan biaya penggunaan pasokan listrik menggunakan PLN dengan Genset Gas Engine pada saat *peak load*.

Pengoperasian genset ditujukan untuk penghematan pada biaya operasional gedung. Gedung Plaza Indonesia menjalankan bisnisnya pada sektor Real Estate dengan Pusat perbelanjaan atau Mall dan Hotel beropersai di sini. Sehingga pasokan listrik yang harus disediakan cukup besar, apabila hanya mengandalkan suplai listrik hanya dari PLN maka biaya operasional setiap bulan yang harus dibayarkan sangat besar nilainya. Maka dari itu kebijakan manajemen Plaza Indonesia untuk mengoperasikan pembangkit mandiri berupa genset gas engine menjadi pilihan tepat untuk menekan biaya operasional yang harus dikeluarkan setiap bulannya.

a. Biaya listrik menggunakan PLN

Tarif daya aktif setiap bulan

$$= (\mathbf{K} \times \text{Rp. } 1.035,78 / \text{kWh}) \times \text{Total Daya listrik per-bulan}$$

$$= (1.6 \times \text{Rp. } 1.035,78 / \text{kWh}) \times 1026167,6 \text{ kWh/bulan}$$

$$= \text{Rp. } 1.700.614.143,55 / \text{bulan}$$

b. Biaya operasional genset gas engine perbulan

Biaya penggunaan gas Plaza Indonesia adalah Total Pemakaian Gas Per-Bulan \times Tarif gas PGN gol. PK-2

$$= 446014,35 \text{ mbtu/bulan} \times \text{Rp. } 3.010,00 / \text{mbtu}$$

$$= \text{Rp. } 1.342.503.194,00$$

c. Selisih Biaya yang harus dikeluarkan operasional WBP/*peak load* pada Plaza Indonesia saat menggunakan sumber PLN dengan sumber Genset

Biaya WBP dengan sumber PLN - Biaya WBP dengan Genset Gas Engine

$$= \text{Rp. } 1.700.614.143,55 - \text{Rp. } 1.342.503.194,00$$

$$= \text{Rp. } 358.110.949,6$$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa operasi genset gas engine mode load sharing saat melayani kebutuhan operasional WBP (waktu beban puncak) atau *peak load* pada gedung Plaza

Indonesia. Dengan menggunakan program ETAP 12.6 didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Beban operasional gedung Plaza Indonesia pada waktu jam operasi WBP yakni sebesar 6841,1 kW sesuai dengan report atau laporan operasional engineering maupun operasional genset gas engine.

2. Pengaturan load sharing setiap pengoperasian genset gas engine awal start diatur memikul beban 800-1000 kW setiap genset disesuaikan pada kebutuhan beban kelistrikan gedung. Pada saat kondisi *peak load* empat unit genset gas engine diseting memikul beban maksimal 1800 kW untuk setiap genset dengan suplai atau impor PLN dibatasi 100 kW. Untuk nilai drop tegangan pada saluran digunakan batas atas 5 % dan batas bawahnya -5 %, pada saat pengukuran lapangan berlangsung presentase drop tegangan didapati sebesar 0.001 %.

3. Pada ada saat analisa menggunakan ETAP masing-masing genset gas engine menyuplai daya sebesar 1728.5 kW atau 1920.56 kVA, dengan total daya yang terbangkitkan genset sebesar 6914 kW untuk drop tegangannya sebesar 0,005 % dari suplai power.

5.2 Saran

Pada saat dilakukan pengujian didapatkan juga alarm cirical pada program ETAP mengenai overload kabel penghantar beban chiller dengan ukuran awal 300 mm memiliki rating limit 469,74 ampere akan tetapi pada saat beban 4unit chiller beroperasi memiliki arus rata-rata 730,83 Ampere. Sehingga memerlukan tindakan perbaikan dengan melakukan penggantian ukuran kabel penghantar atau dengan menambah-kan kabel penghantar setiap phase. Pada pengujian selanjutnya dilakukan penambahan jumlah penghantar menjadi 2 buah setiap phase nya sehingga menjadi 2 \times 300 mm, dengan rating limit 939,48 Ampere.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setiadi, Ardi. (2015). Perancangan Modifikasi Mode Operasi Load Sharing Pada Pembangkit Gas Engine Di PT. Plaza Indonesia Realty. Tbk. Skripsi

- Universitas Mercu Buana Teknik Elektro. Jakarta
- [2] Chapman, Stephen J. 2012. Electric Machinery Fundamentals Fifth Edition. Australia
- [3] Supari Muslim, dkk. 2008. Teknik Pembangkit Tenaga Listrik. Jakarta: Direktorat Pendidikan SMK; Departemen Pendidikan Nasional
- [4] Allan Pintadi, Bagriatna (2019) Pemeliharaan Pane Distribusi jaringan Tegangan Menengah Gedung Plaza Indonesia Shoppig Center. Laporan Kerja Praktek Universitas Krisnadwipayana Teknik Elektro. Jakarta
- [5] PT. Plaza Indonesia Realty. Tbk. (2019) Electrical Report Operasional dan Report Power Plant Gas Engine Divisi Engineering. 2019. Jakarta
- [6] PT. Trafoindo (2016) Catalogue of Transformer. Jakarta.
- [7] Multa, Lesnanto P dan Aridani, Restu Prima. (2013). Modul Pelatihan ETAP 12.6. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada
- [8] PT. PLN (Persero). 2005. Penetapan Tarif Dasar Listrik Januari s.d Maret Tahun 2019 [di akses pada: 23:34, 24 Juni 2019]
- [9] Muhammad Ikhsan, Nurhabibah Naibaho 2016 'Aplikasi Program ETAP Untuk Perbandingan Perhitungan Kapasitas Generator Diesel Darurat (EDG)', Elektrokrisna Vol. 5 No. 1 Juni, ISSN : 2302-4712, <https://jurnal.teknikunkris.ac.id/index.php/elektro/article/view/453/465>
- [10] Abdul Kodir Al Bahar, 2017 'Analisa Pengaruh Kapasitor Bank Terhadap Faktor Daya Gedung TI BRI Ragunan', Elektrokrisna, Vol. 6 No. 1 Oktober, ISSN : 2302-4712, <https://jurnal.teknikunkris.ac.id/index.php/elektro/article/view/206/214>
- [11] Abdul Kodir Al Bahar, Gusti Febriyanto, 2019 'Analisis Aliran Daya Pada Gedung Bertingkat Dengan Sumber Tegangan 20 KV Menggunakan Etap 12.6, Elektrokrisna, Vol. 7 No. 2 Februari, ISSN : 2302-4712, <https://jurnal.teknikunkris.ac.id/index.php/elektro/article/view/238/249>
- [12] Ujang Wiharja, Doddi Supri Hartono, 2020, 'Analisis Koordinasi Sistem Proteksi Trafo Distribusi Penyulang 20 KV Di GI Pulogadung', Elektrokrisna, Vol. 8 No. 2 Februari, ISSN : 2302-4712, <https://jurnal.teknikunkris.ac.id/index.php/elektro/article/view/431/432>