

Evaluasi Kapasitas Genset Sebagai Sistem *Back-Up* Energi Listrik di Gedung Sekretariat Daerah

Afidah Zuroida^{*a)}, Galuh Prawetri Citra Handani^{a)}, Hanifiyah Darna Fidya Amaral^{a)}, Rohmanita Duanaputri^{a)}, Bayu Prasetyo^{a)}

(Received 1 Desember 2024 || Revised 17 Februari 2025 || Published 28 Februari 2025)

Abstract: Generator sets (gensets) are important tools to be available in public places as a backup source of electrical power, if there is a power outage from the main electrical source. In this study, an evaluation analysis of the generator capacity was carried out in the West Kalimantan secretariat building on April 2023. This building has a total load of 677 kW supplied by PLN medium voltage 20 kV and lowered by a 630 kVA step-down transformer. Current observations were made during Off Peak Load Time at 13.00-15.00 and Peak Load Time at 17.00-19.00. From this experiment, it can be concluded that in April 2023 the highest peak load usage was 568.67 kW or 710.83 kVA. After the calculations have been done, the generator power capacity in the building must be 651.61 kW, while the generators used were two units with a power capacity of 1280 kW. Thus, the generator has met the electrical energy needs of the building. The efficiency of the generator when the genset works for 60 minutes in the building is still relatively low, which is 26.25%. The ACB safety rating used on the outgoing genset to the Low Voltage Main Distribution Panel (LVMDP) has a rating of 2000 A for one genset unit and 4000 A for two synchronous genset units, which is in accordance with the calculation of the safety capability value from PUIL 2011 reference.

Keywords: efficiency, genset, peak load, safety rating

1. Pendahuluan

Semakin tahun, kebutuhan energi listrik semakin meningkat seiring bertambahnya pertumbuhan penduduk [1]. Di berbagai sektor, energi listrik merupakan sumber energi utama untuk keberlangsungan operasional. Pada saat-saat tertentu, gangguan pada sistem kelistrikan baik dikarenakan pemadaman terencana maupun tidak terduga dapat terjadi. Hal ini dapat mengganggu keberlangsungan kegiatan operasional. Generator set atau genset menjadi salah satu solusi sebagai sumber energi listrik cadangan, agar kegiatan operasional tidak terganggu selama terjadinya pemadaman listrik [2]. Oleh karena itu, evaluasi genset sebagai sistem *back-up* energi listrik penting untuk dilakukan.

Salah satu permasalahan yang terjadi di gedung sekretariat daerah adalah pemadaman listrik tidak terencana. Tugas dari sekretariat daerah berhubungan dengan penyusunan kebijakan daerah dan pelayanan administratif. Dengan demikian, suplai energi listrik penting untuk keberlangsungan kegiatan perangkat daerah agar tetap mampu melayani masyarakat. Pada gedung ini digunakan dua genset dengan kapasitas 1000 kVA sebagai sumber energi listrik cadangan. Pada penelitian ini dilakukan evaluasi kapasitas genset untuk menguji keandalan sistem *back-up* energi listrik di Gedung Sekretariat Daerah Kalimantan Barat.

Beberapa penelitian berkaitan dengan kinerja generator set sebagai sistem *back-up* energi listrik telah dilakukan di berbagai tempat. Musyaffa et al melakukan perhitungan efisiensi generator set 8 di PPSDM Migas. Diperoleh efisiensi genset yaitu 35,37%, yang masih masuk dalam efisiensi standar PLTD yaitu 35% sampai 40% [4]. Sementara, Yussarianto dan Prenata menghitung efisiensi generator set di UNTAG Surabaya [5]. Naibaho dan Yoverly menganalisis keperluan genset tipe Stamford 670 kVA di apartemen daerah Cikarang. Pada penelitian tersebut, dilakukan perhitungan kapasitas daya, efisiensi, rating penghantar dan pengaman genset [6]. Naibaho dan Syah menghitung konsumsi bahan bakar genset 275 kVA di RSUD Kebayoran Baru [7]. Deani et al dan Siregar et al menganalisa pemeliharaan generator set di rumah sakit yang berbeda dengan melakukan penentuan *Actual Operating Time*, *Specified Operating Time*, *Mean Time Between Failure*, keandalan, dan ketersediaan [8], [9]. Musmuliadi et al

membahas realibilitas generator set di PT Intracawood Manufacturing, di mana diperoleh realibilitas sebesar 99% [10].

Dari beberapa penelitian terdahulu, terdapat celah terkait evaluasi kapasitas genset yaitu kurangnya kajian yang komprehensif dalam membahas genset sebagai sistem *back-up* energi listrik. Evaluasi kapasitas genset masih hanya dilakukan di beberapa tempat, seperti rumah sakit dan apartemen. Selain itu, belum terdapat penelitain yang menggunakan perangkat lunak untuk melakukan simulasi. Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk mengatasi celah tersebut.

Penelitian ini membahas evaluasi kapasitas genset yang lebih komprehensif dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Dari pengambilan data di lapangan, kemudian dilakukan perhitungan kapasitas daya, efisiensi, rating kinerja, serta rating pengaman genset. Penggunaan perangkat lunak ETAP dengan melakukan simulasi aliran arus dan daya output dari genset terhadap beban, untuk mengetahui apakah genset dapat beroperasi dengan baik. Penelitian ini diharapkan memberikan solusi yang lebih terukur dan efektif dalam melakukan evaluasi kapasitas genset di gedung sekretariat daerah.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kapasitas genset sebagai sistem *back-up* energi listrik di gedung sekretariat daerah Kalimantan Barat. Penelitian ini mengukur total beban gedung dan daya output genset, menghitung efisiensi, serta menggunakan software ETAP untuk membandingkan dengan perhitungan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi kepada pihak sekretariat daerah Kalimantan Barat dalam mengoptimalkan penggunaan generator set sebagai sistem *back-up* energi listrik, sehingga kegiatan operasional tidak terganggu.

2. Metode

2.1 Generator Set

Genset merupakan sumber energi listrik cadangan saat terjadi pemadaman listrik, yaitu suatu peralatan yang dapat mengkonversi energi mekanik menjadi listrik menggunakan bahan bakar bensin. Pemasangan genset penting di tempat umum seperti rumah sakit maupun gedung pemerintahan. Genset terdiri atas mesin dan

*Korespondensi: afidah.z@polinema.ac.id

a) Prodi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Malang, Indonesia

Jum'at/07	13.00-15.00	17.00-19.00	970	890
Sabtu/08	13.00-15.00	17.00-19.00	976	900
Minggu/09	13.00-15.00	17.00-19.00	1030	940
Senin/10	13.00-15.00	17.00-19.00	990	975
Selasa/11	13.00-15.00	17.00-19.00	954	956
Rabu/12	13.00-15.00	17.00-19.00	1036	991
Kamis/13	13.00-15.00	17.00-19.00	1008	955
Jum'at/14	13.00-15.00	17.00-19.00	1025	995
Sabtu/15	13.00-15.00	17.00-19.00	1065	982
Minggu/16	13.00-15.00	17.00-19.00	1030	990
Senin/17	13.00-15.00	17.00-19.00	1030	962
Selasa/18	13.00-15.00	17.00-19.00	954	930
Rabu/19	13.00-15.00	17.00-19.00	998	978
Kamis/20	13.00-15.00	17.00-19.00	1022	994
Jum'at/21	13.00-15.00	17.00-19.00	1030	1007
Sabtu/22	13.00-15.00	17.00-19.00	1038	1008
Minggu/23	13.00-15.00	17.00-19.00	1080	994
Senin/24	13.00-15.00	17.00-19.00	980	980
Selasa/25	13.00-15.00	17.00-19.00	870	882
Rabu/26	13.00-15.00	17.00-19.00	998	978
Kamis/27	13.00-15.00	17.00-19.00	995	930
Jum'at/28	13.00-15.00	17.00-19.00	990	950
Sabtu/29	13.00-15.00	17.00-19.00	1001	975
Minggu/30	13.00-15.00	17.00-19.00	1002	986
Selasa/1 Mei	13.00-15.00	17.00-19.00	996	958
		Max	1080	1008
		Min	870	882
		Rata-Rata	999	960

Pada saat terjadi pemadaman listrik dari PLN tanggal 1 April 2023, dilakukan pencatatan terhadap daya output genset untuk memenuhi kebutuhan listrik gedung. Pemadaman tersebut berlangsung selama 1 jam, mulai pukul 10.00 sampai dengan pukul 11.00. Besarnya beban yang ditanggung oleh genset selama periode pemadaman tersebut disajikan dalam Tabel 3.2.

TABEL 3.2 DATA DAYA GENSET SAAT BEROPERASI SELAMA 1 JAM

Item Pemeriksaan	Kode	G1	G2	G1	G2	G1	G2
		10.00	10.00	10.30	10.30	11.00	11.00
Ampere	R	250	218	280	255	295	287
	S	220	200	240	244	255	261
	T	225	190	250	228	265	259
Voltage	R-S	380	380	380	380	380	380
	R-T	380	380	380	380	380	380
	S-T	380	380	380	380	380	380
	R-N	220	220	220	220	220	220
	S-N	220	220	220	220	220	220
	T-N	220	220	220	220	220	220
kW		140 kW	140 kW	164 kW	168 kW	180 kW	200 kW
Frekuensi		50 Hz					

3.2 Perhitungan Kapasitas Daya Genset

Berdasarkan Tabel 3.1, beban maksimum harian tertinggi di Gedung Sekretariat Daerah selama bulan April tercatat pada hari Minggu, 23 April 2023. Arus maksimum yang terukur adalah sebesar 1080 A, sehingga diperoleh nilai daya sebesar $P = 568,67$ kW. Sementara itu, total beban terpasang di seluruh gedung adalah sebesar 1400 A, yang setara dengan daya $P = 737,16$ kW. Agar daya genset dapat dimanfaatkan hingga kapasitas maksimal (100%), maka *Demand Factor* (DF) dihitung berdasarkan perbandingan daya pada kondisi arus maksimum terhadap daya terpasang, menghasilkan DF sebesar 77%. Dengan demikian,

kapasitas daya genset yang dibutuhkan adalah sebesar 651,61 kW.

3.3 Penentuan Rating Kinerja Genset

Tabel 3.3 menunjukkan kapasitas daya genset individual dan total. Genset yang digunakan di gedung merupakan *standby* unit genset, dengan putaran mesin yaitu 1500 rpm. Dua unit genset disinkronkan untuk bekerja bersama, masing-masing dengan kapasitas 1000 kVA atau 800 kW. Untuk menghindari beban kerja yang terlalu berat, diasumsikan bahwa total daya yang disuplai adalah 77% dari kapasitas total genset. Dengan demikian, rating genset sinkron mencapai 1600 kVA atau 1260 kW, sedangkan kapasitas kerja per unit genset adalah 800 kVA atau 640 kW. Sementara itu, daya terpasang di gedung sebesar 865 kVA atau 677 kW. Berdasarkan perhitungan tersebut, kapasitas genset yang digunakan telah memenuhi kebutuhan beban gedung. Namun, berdasarkan tabel data kontrol ampere meter PHBTR, daya terpasang di Gedung Sekretariat Daerah Kalimantan Barat tidak 100% digunakan secara keseluruhan.

TABEL 3.3 KAPASITAS DAYA GENSET

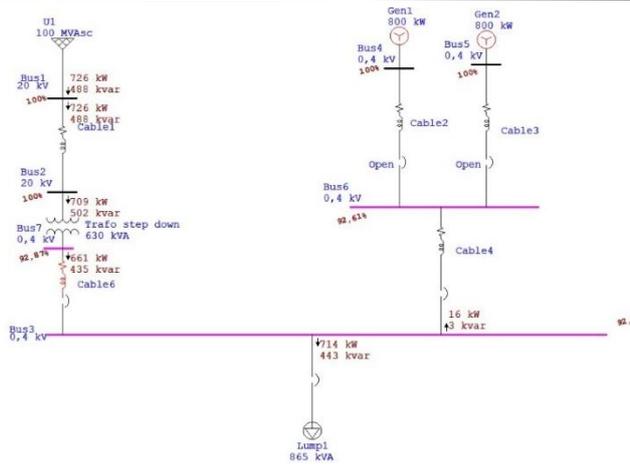
Unit Genset	Output	
	P	S
Genset 1	800	1000
Genset 2	800	1000
Paralel	1600 kW	2000 kVA

Dari Tabel 3.3, arus tertinggi yang tercatat pada panel PHBTR terjadi pada Minggu 23 April 2023, sebesar 1080 A. Dari tersebut, diperoleh daya $P = 568,67$ kW dan $S = 710,83$ kVA. Sehingga, pada bulan April 2023 beban tertinggi adalah 710,83 kVA/568,67 kW. Sementara itu, kapasitas genset sinkron mampu menyuplai daya hingga 1600 kVA atau 1280 kW. Hal ini menunjukkan kapasitas genset tersebut sudah mencukupi untuk memenuhi kebutuhan listrik gedung jika terjadi pemadaman dari PLN.

3.4 Perhitungan Efisiensi Genset

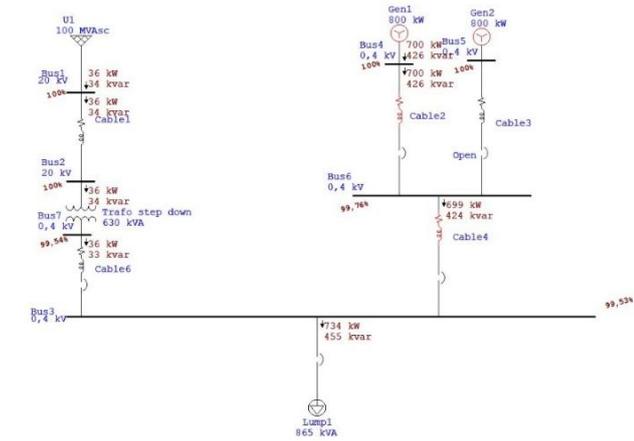
Perubahan daya yang dikonsumsi oleh beban dalam periode waktu tertentu dapat dilihat pada Tabel 3.4. Ketika kedua genset beroperasi selama 30 menit, total daya yang diserap beban mencapai 332 kW. Setelah beroperasi selama 60 menit, konsumsi daya meningkat menjadi 380 kW. Efisiensi generator dalam kondisi sinkron selama 30 menit pada daya 273 kW adalah sebesar 25,93%, sedangkan efisiensi masing-masing generator selama periode tersebut adalah 26,25%. Untuk kondisi operasi selama 60 menit dengan daya 380 kW, efisiensi generator dalam kondisi sinkron meningkat menjadi 29,68%, sementara efisiensi masing-masing generator mencapai 31,25%.

Perbandingan nilai efisiensi genset yang beroperasi selama 30 menit dan 60 menit dengan peningkatan daya ditampilkan pada Tabel 3.4. Nilai efisiensi dalam kondisi sinkron menunjukkan bahwa $25,93\% < 26,25\%$, sedangkan nilai efisiensi dalam kondisi pembagian beban (*sharing*) menunjukkan bahwa $29,68\% < 31,25\%$. Efisiensi genset selama periode operasi 60 menit dinilai rendah karena beban yang disuplai hanya sebesar 380 kW, padahal total beban gedung mencapai 677 kW. Oleh karena itu, agar efisiensi genset meningkat, diperlukan adanya penambahan beban saat genset beroperasi.

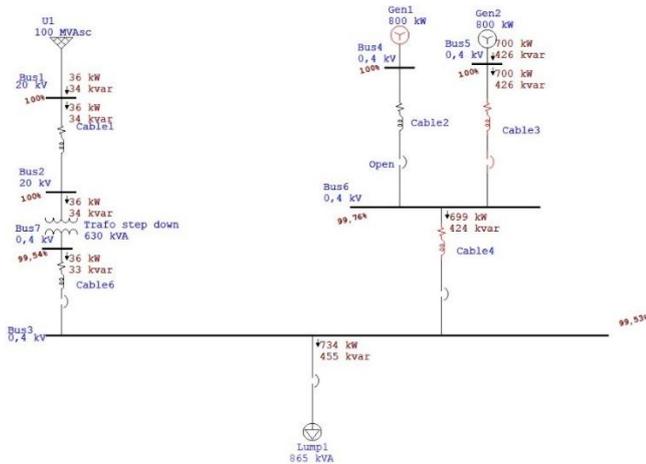


GAMBAR 3.3 SIMULASI ALIRAN DAYA KETIKA GENSET BELUM DIGUNAKAN

Terakhir, simulasi keempat yaitu menganalisis aliran daya ketika genset digunakan secara bergantian dapat dilihat pada Gambar 3.4 dan Gambar 3.5. Pada gambar tersebut, daya keluaran masing-masing genset hasilnya sama, yaitu sebesar 700 kW dan tidak terjadi peringatan *overload* di *critical analysis* dan terjadi rugi-rugi daya pada pembebanan bus cukup kecil.



GAMBAR 3.4 SIMULASI ALIRAN DAYA KETIKA HANYA GENSET 1 DIGUNAKAN



GAMBAR 3.5 SIMULASI ALIRAN DAYA KETIKA HANYA GENSET 2 DIGUNAKAN

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh total beban terpasang di gedung sekretariat daerah Kalimantan

Barat sebesar 677 kW atau 865 kVA. Pada bulan April 2023, pemakaian beban puncak tertinggi yang terjadi sebesar 568,67 kW atau 710,83 kVA. Hal ini menunjukkan bahwa, di bulan April 2023 beban yang ada pada gedung tidak digunakan secara keseluruhan.

Penelitian menunjukkan bahwa kapasitas daya genset harus sebesar 651,61 kW. Terdapat dua unit genset yang digunakan dengan kapasitas daya 1280 kW. Hal ini berarti bahwa kapasitas daya yang ada sudah sesuai. Selain itu, genset sudah dapat melakukan *back-up* kebutuhan energi listrik gedung sekretariat daerah Kalimantan Barat apabila terjadi pemadaman listrik.

Ketika genset bekerja selama 60 menit pada gedung sekretariat daerah Kalimantan Barat, efisiensi generator masih terbilang rendah yaitu sebesar 26,25%. Hal ini disebabkan, ketika generator bekerja pembebanan pada generator juga rendah yaitu 32,24% dari total beban gedung 677 kW. Selain itu, rating pengaman ACB yang digunakan pada *outgoing* genset ke busbar panel PDTR untuk satu unit genset memiliki rating 2000 A dan untuk dua unit genset sinkron memiliki rating 4000 A. Perhitungan ini berdasarkan nilai kemampuan pengamanan pada PUIL 2020.

Peningkatan kinerja dari generator set pada gedung sekretariat daerah Kalimantan Barat dapat dilakukan dengan melakukan optimasi operasional, dengan mengoperasikan genset pada beban sekitar 70%-80%. Selain itu, perlu dilakukan operasi harian dan optimalisasi pemeliharaan untuk meningkatkan efisiensi dari genset. Penggunaan teknologi modern seperti monitoring otomatis, maupun memanfaatkan teknologi hybrid seperti panel surya dapat juga dilakukan. Dengan demikian, genset dapat beroperasi secara optimal, penggunaan bahan bakar lebih hemat, dan sistem dapat bekerja tahan lama.

Referensi

- [1] Nurfitri Imro'ah, Vina Annisa Nurdiani Aji, Shantika Martha., 2019. "MODEL PERAMALAN BEBAN LISTRIK DI KALIMANTAN BARAT DENGAN METODE FUZZY LINEAR REGRESSION." *Bimaster. Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya* 8(1). doi.10.26418/bbimst.v8i1.30556.
- [2] D. N. Akbar, B. S. Gumilang, and A. Zuroida, "Studi Potensi Pengembangan Pembangkit Listrik Hybrid Genset-PV di Wilayah Pesisir Kabupaten Malang", *elposys*, vol. 10, no. 1, pp. 94–98, Mar. 2023.
- [3] D. Prasetyo and M. Z. L. Abrori. 2021. "PEMAKAIAN BEBAN LISTRIK GENERATOR SET PADA KAPAL PERIKANAN." *EPIC Journal of Electrical Power Instrumentation and Control* 4(2). 124. doi.10.32493/epic.v4i2.14640.
- [4] M. F. Musyaffa, M. D. Idris, and Paryadi. 2024. "Analisis Efisiensi Generator Set G8 Di Unit Pembangkit Dan Distribusi Listrik PPSDM Migas." *Majalah Ilmiah Swara Patra* 14(2). 115–30. doi.10.37525/sp/2024-2/713.
- [5] J. D. Yussarianto and G. D. Prenata. 2024. "Kajian Teknis Kebutuhan Genset Sebagai Sumber Energi Cadangan Di UNTAG Surabaya." *Mars. Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Ilmu Komputer* 2(4). 31–38. doi.10.61132/mars.v2i4.225.
- [6] N. Naibaho and M. Yoverly. 2022. "ANALISA PERHITUNGAN KEBUTUHAN GENSET STAMFORD 670 KVA PADA APARTEMEN MUSTIKA GOLF RESIDENCE CIKARANG JAWA BARAT." *Jurnal Elektro* 10(1). 11–19.
- [7] N. Naibaho and R. Syah. 2022. "ANALISA UTILISASI GENSET

- KAPASITAS 275 kVA DI RSUD KEBAYORAN BARU.” *Jurnal Elektro* 10(2). 119–24.
- [8] A. Deani, E. Roselina, and A. Nurfikri. 2023. “PEMELIHARAAN BERKALA GENERATOR SET RUMAH SAKIT.” *Jurnal Vokasi Indonesia* 11(1). doi.10.7454/jvi.v11i1.1189.
- [9] M. S. Siregar, Junaidi, A. Irwan, and H. Ibrahim. 2022. “ANALISIS PEMELIHARAAN BERKALA PADA MOTOR DIESEL GENERATOR SET DAYA 90 kVA SEBAGAI ENERGI LISTRIK CADANGAN DI UPT RUMAH SAKIT KHUSUS PARU.” *SINERGI POLMED. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 3(1). 55–67. doi.10.51510/sinergipolmed.v3i1.700.
- [10] Musmuliadi, I. Mado, A. Budiman, Subarianto, and A. Rantepadang. 2023. “Reliability Analysis of 3 Phase Generator Set as An Emergency Power Supply If There Are Electricity Outages at PT. Intracawood Manufacturing.” *Journal of Emerging Supply Chain, Clean Energy, and Process Engineering* 2(2). 99–108. doi.10.57102/jescee.v2i2.66.
- [11] Sumanto, and I. A. Bangsa. 2023. “ANALISIS KINERJA DAN SISTEM PEMELIHARAAN GENERATOR SET (GENSET) PADA APARTEMENT GREEN CENTRAL CITY.” *Aisyah Journal Of Informatics and Electrical Engineering (A.J.I.E.E)* 5(1). 88–97. doi.10.30604/jti.v5i1.127.
- [12] C.A.Putra, Budiman, and Y. Ridal. 2024. “Analisa Utilisasi Generator Set Kapasitas 200 kVA Di RSUD M. Natsir Kota Solok.” *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)* 5(2). 139–46. doi.https://doi.org/10.53695/jm.v5i2.1142.
- [13] B. Londong, Tachrir, A. D. Bunyamin, W. O Zulkaidah, W.O S. N. Alam, M. N. Anshari Nur. 2022. “Analisis Sistem Sinkronisasi Generator 2x2 MW Pada Bandar Udara Haluoleo Kendari.” *Jurnal Fokus Elektroda . Energi Listrik, Telekomunikasi, Komputer, Elektronika Dan Kendali* 7(4). 273–82. doi.https://doi.org/10.33772/jfe.v7i4.70.
- [14] Z. Bedalov. (2020). “Practical Power Plant Engineering”. Wiley, USA.
- [15] B.A. Prabowo, S. Handoko, E. W. Sinuraya. 2020. “REDESAIN SISTEM INSTALASI LISTRIK GEDUNG PT. PLN UDIKLAT SEMARANG.” *Transient. Jurnal Ilmiah Teknik Elektro* 9(2). 277-282.