

Analisis Efisiensi *Generator Set* G8 di Unit Pembangkit dan Distribusi Listrik PPSDM Migas

Muhammad Fatih Musyaffa¹, M. Dalaeka Idris¹, Paryadi, S.T.²

¹Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta

²Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi

INFORMASI NASKAH

Diterima : 30 September 2024
Direvisi : 18 Oktober 2024
Disetujui : 15 November 2024
Terbit : 15 November 2024

Email korespondensi:
[muhammad1968ft.2021@
student.uny.ac.id](mailto:muhammad1968ft.2021@student.uny.ac.id)

Laman daring:
[https://doi.org/10.37525/
sp/2024-2/713](https://doi.org/10.37525/sp/2024-2/713)

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis efisiensi *Generator Set* nomor 8 yang selanjutnya disebut *genset* 8 di unit pembangkit dan distribusi listrik PPSDM Migas. Permasalahan yang dikaji adalah apakah *genset* 8 sudah mencapai efisiensi optimal sesuai standar yang ditetapkan. Tinjauan pustaka melibatkan konsep dasar efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), yang mengacu pada perbandingan antara daya listrik yang dihasilkan dengan konsumsi bahan bakar. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengumpulan data harian selama 7 hari meliputi beban (kW), tegangan, arus, *cos phi*, frekuensi dan konsumsi bahan bakar. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa *genset* 8 memiliki nilai efisiensi sebesar 35,37%, yang berada dalam kisaran standar efisiensi PLTD (35%-40%). Simpulan dari penelitian ini adalah *genset* 8 sudah efisien namun masih memiliki potensi peningkatan melalui optimasi operasional dan pemeliharaan rutin.

Kata kunci: Efisiensi, *Generator set*, *Genset*, Pembangkit Listrik Tenaga Diesel, PPSDM Migas, Konsumsi Bahan Bakar.



PENDAHULUAN

Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi (PPSDM MIGAS) berfokus pada sektor produksi minyak dan gas bumi. Untuk mendukung kelancaran produksi tersebut, terutama dalam hal kebutuhan listrik, PPSDM MIGAS mengoperasikan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD). PLTD ini berperan penting dalam menyuplai kebutuhan listrik yang digunakan untuk mendukung operasional kilang minyak. Salah satu komponen vital dalam PLTD adalah genset, yang bertugas mengonversi energi mekanik menjadi energi listrik. Di PLTD PPSDM MIGAS terdapat empat unit genset, namun hanya dua yang masih aktif beroperasi, yaitu genset unit 1 dan unit 8. Masing-masing genset ini memiliki kapasitas daya keluaran sebesar 1000 kVA, yang sepenuhnya digunakan untuk menopang operasional kilang minyak di PPSDM MIGAS.

Genset pada PLTD ini dioperasikan secara bergantian setiap mencapai 250 jam penggunaan. Setelah mencapai durasi tersebut, dilakukan perawatan rutin seperti penggantian oli, filter oli, filter udara, dan komponen penting lainnya. Perawatan rutin ini sangat diperlukan untuk memastikan agar genset tetap efisien dan dapat berfungsi optimal dalam menghasilkan listrik. Dengan perawatan yang baik, keberlanjutan suplai listrik yang stabil dan sesuai dengan kebutuhan operasional kilang dapat terus terjamin, sehingga proses produksi energi di kilang minyak dapat berjalan dengan lancar dan maksimal.

A. Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD)

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) merupakan jenis pembangkit listrik yang memanfaatkan mesin diesel sebagai penggerak utama untuk menghasilkan listrik (Marhaini, Mardwita, 2022). Mesin diesel ini berfungsi untuk mengubah energi bahan bakar menjadi energi mekanik, yang kemudian digunakan untuk memutar rotor pada generator. Proses ini dimulai dengan pembakaran bahan bakar di dalam mesin diesel, di mana ledakan yang terjadi di ruang bakar akan menggerakkan piston. Piston tersebut terhubung dengan poros engkol, yang mengubah gerakan linear menjadi energi putar. Dalam sistem ini, bahan bakar yang digunakan umumnya adalah solar.

Proses kerja PLTD dimulai dengan penyaringan dan pemompaan bahan bakar dari tangki penyimpanan utama menuju tangki penyimpanan sementara. Dari sana, bahan bakar dipompa ke pengabut (nozzle), di mana bahan bakar akan dipanaskan hingga berubah menjadi bentuk kabut. Sementara itu, udara bersih disalurkan melalui manifold masuk menuju tangki udara starter. Di dalam turbocharger, udara tersebut mengalami peningkatan tekanan dan suhu, mencapai sekitar 500 psi dan 600°C. Setelah udara dan bahan bakar mencapai kondisi yang optimal, keduanya dimasukkan secara bersamaan ke dalam ruang bakar. Di dalam ruang bakar inilah terjadinya pembakaran, yang menghasilkan energi mekanik yang kemudian dikonversi menjadi energi listrik (Marhaini, Mardwita, 2022). Gambar 1 di bawah ini adalah genset yang akan di Analisa.

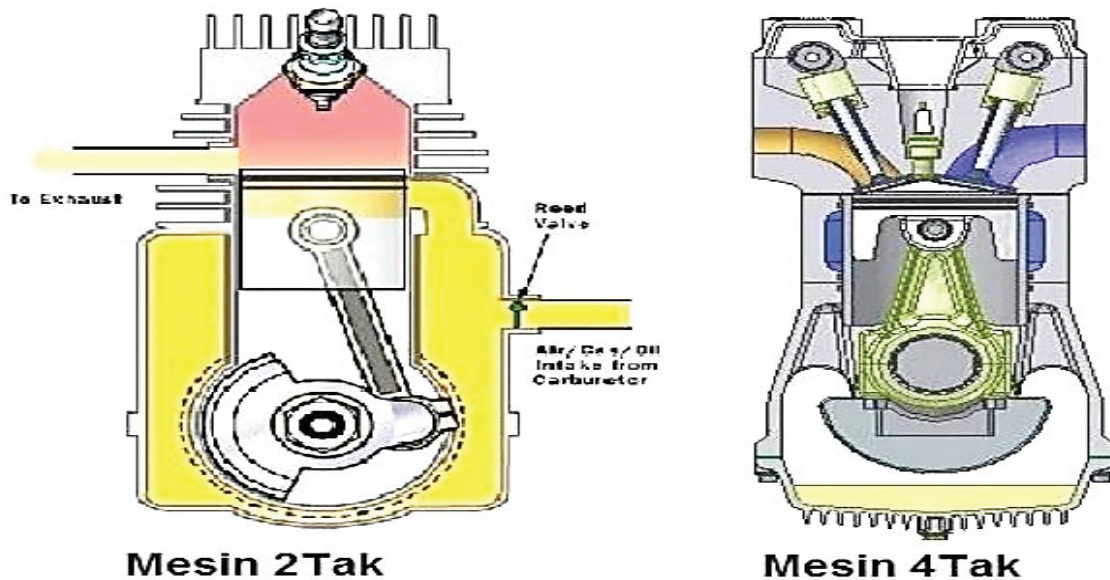


Gambar 1. Genset 8



B. Penggerak Mula

Mesin diesel merupakan jenis mesin dengan pembakaran internal, di mana proses pembakaran terjadi di dalam mesin itu sendiri. Proses ini diawali dengan pemampatan udara murni di dalam ruang bakar (silinder), yang menghasilkan tekanan dan suhu yang sangat tinggi. Pada saat yang bersamaan, bahan bakar disemprotkan atau dikabutkan ke dalam ruang bakar, menyebabkan terjadinya pembakaran. Ledakan yang dihasilkan dari pembakaran tersebut meningkatkan tekanan di dalam ruang bakar, yang kemudian mendorong piston bergerak ke bawah, dan gerakan ini diteruskan untuk memutar poros engkol (Syahrial, 2018). Berdasarkan gerakan piston dalam menjalankan satu siklus pembakaran, mesin diesel dibagi menjadi dua jenis, yaitu mesin diesel 4 langkah (4 tak) dan mesin diesel 2 langkah (2 tak).



Gambar 2. Mesin 2 Tak dan 4 Tak

Pada mesin diesel 4 tak, satu kali siklus pembakaran membutuhkan empat kali gerakan piston atau dua kali putaran poros engkol. Sementara itu, pada mesin diesel 2 tak, hanya dibutuhkan dua kali gerakan piston atau satu kali putaran poros engkol untuk menyelesaikan satu siklus pembakaran (Rahman, 2018).

Langkah kerja pada mesin diesel 4 tak terdiri dari empat tahapan utama, yaitu langkah hisap, langkah kompresi, langkah usaha atau kerja, dan langkah pembuangan. Mesin diesel 4 tak memiliki beberapa keunggulan, antara lain sistem pelumasan yang lebih sempurna, interval perbaikan (overhaul) yang lebih panjang, daya tahan mesin yang lebih baik untuk penggunaan jarak jauh, serta konsumsi bahan bakar yang lebih efisien dan ramah lingkungan karena sistem pembakaran yang lebih optimal serta minimnya gas yang terbuang. Namun, mesin diesel 4 tak juga memiliki beberapa kelemahan, seperti konstruksinya yang lebih rumit serta akselerasi yang lebih lambat dibandingkan mesin jenis lain (Rahman, 2018).

C. Generator

Generator adalah alat untuk merubah energi mekanik atau gerak dalam hal ini yaitu putaran rotor ataupun stator yang dirubah menjadi energi listrik. Pada pembangkitan tegangan generator, tegangan fasa dalam suatu kumparannya sebanding dengan banyaknya lilitan, frekuensi dan besarnya fluksi medan magnet yang menimbulkan tegangan. Prinsip kerja generator didasarkan pada hukum Faraday yaitu apabila suatu kumparan penghantar yang diputar atau digerakkan dan memotong medan magnet atau sebaliknya maka pada kumparan penghantar tersebut akan terbangkit tegangan induksi arus bolak-balik selama adanya gerakan relatif diantara kedua benda tersebut. Spesifikasi atau data generator 8 dapat dilihat seperti dibawah ini:

Tabel 1. Data Teknis Generator 8

MERK	ONAN
SERIAL NUMBER	197A003098
FRAME/CORE	880 DFJD
KVA BASE RATE (BR)	1000 kVA
KW BASE RATE (BR)	800 KW
FREQUENCY	50 HZ
RPM	1500 RPM
VOLTS	380 VOLTS
PHASE	3 PHASE
POWER FACTOR (PF)	0,8
RATING	CONT
INSULATION CLASS	H
STATOR WENDING	312
STATOR CONNECTION	STAR
AVR	MX321
BUATAN	Australia-1997

Tabel 2. Data Teknis Mesin 8

Merk	Cummins
Type	KTA38-G5
Daya	1180 HP
Jumlah silinder	12 silinder
Putaran	1500 rpm
Siklus kerja	4 tak
Sistem pemasukan Udara	<i>Turbo charger & aftercooler</i>
<i>Firing order</i>	1R-6L-5R-2L-3R-4L-6R-1L-2R-5L-4R-3L
Susunan silinder	Bentuk sudut 60°
Bahan bakar	Solar
Putaran engine	Searah putaran jarum jam
Buatan Negara-Tahun	USA-1997

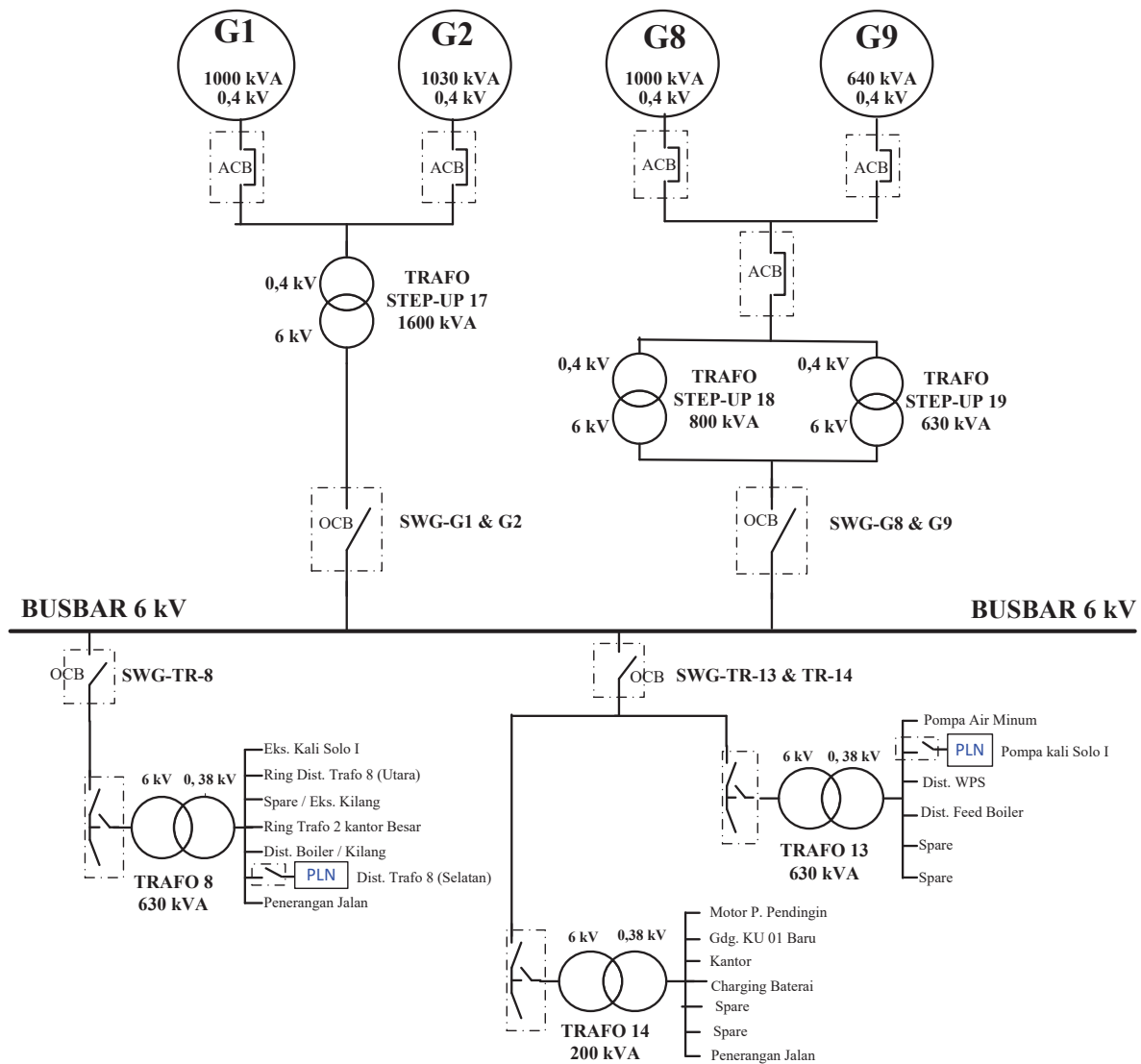
D. Single Line Diagram (SLD)

Single Line Diagram Pembangkit dan Distribusi Listrik PLTD PPSDM Migas yang mana proses distribusi listrik dimulai dari generator. Generator G1 yang terhubung secara paralel dengan G2, dan G8 yang terhubung secara paralel dengan G9 (dinonaktifkan). Energi mekanik menjadi energi listrik yang menghasilkan listrik dengan tegangan 400 V. Kemudian, listrik dari generator dialirkan ke Trafo *Step-Up*. Trafo ini berfungsi untuk meningkatkan tegangan. Dari 400 V menjadi 6 kV kemudian masuk Busbar melalui OCB in going. Selanjutnya dari *out going* di distribusikan ke trafo distribusi menggunakan kabel tanah jenis N2X *Seby* 3 x 95 mm² ke trafo *step-down* Trafo 8, 13,14, tegangan di turunkan menjadi 380 Volt kemudian di salurkan ke beban kilang dan utilitas. Agar lebih efisien saat di distribusikan melalui kabel listrik.

Selanjutnya, melalui busbar 6 kV, listrik dialirkan ke beban trafo *step-down* yang terhubung diantaranya Trafo 8, Trafo 13, dan Trafo 14. Dari trafo step down, listrik selanjutnya diteruskan ke beban-beban listrik pada unit pengolahan kilang minyak dan unit water treatment plant yang terhubung seperti pada gambar 3 dibawah ini.



SINGLE LINE DIAGRAM PEMBANGKIT & DISTRIBUSI LISTRIK PLTD PPSDM MIGAS



Gambar 3. Single Line Diagram Pembangkit dan Distribusi Listrik PPSDM Migas

E. Analisa Efisiensi Energi Listrik

Efisiensi secara umum dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara output dan input dalam suatu proses, yang menunjukkan seberapa baik energi dikonversi dari satu bentuk ke bentuk lainnya (Ilintamon et al., 2019). Dalam konteks termodinamika, efisiensi merupakan konsep penting untuk menilai kualitas konversi energi dalam suatu sistem. Pada generator listrik, input yang digunakan berupa energi mekanik yang dihasilkan oleh mesin diesel, yang kemudian dikonversi menjadi daya listrik. Mesin diesel dan generator bekerja secara terpadu; mesin diesel menghasilkan energi mekanik, sementara generator mengubahnya menjadi listrik.

Pada pembangkit listrik yang digerakkan oleh mesin pembakaran, efisiensi dihitung berdasarkan perbandingan antara daya listrik yang dihasilkan oleh generator dan jumlah bahan bakar yang dikonsumsi oleh mesin diesel. Setiap mesin memiliki nilai efisiensi yang bervariasi, tergantung pada desain awal saat mesin diproduksi. Namun, nilai efisiensi tersebut dapat berubah seiring waktu karena faktor penggunaan dan pemeliharaan mesin. Berikut ini adalah rumus perhitungan efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Listrik (PLTD) yang dapat dilihat dibawah ini (Syahrial, 2018) (Ilintamon et al., 2019):

$$\eta_{PLTD} = \frac{\text{Daya Efektif}}{\text{Daya mampu bahan bakar}} \times 100\% \dots\dots\dots \text{Persamaan (1)}$$

$$\text{Daya Efektif} = \frac{\text{Jumlah daya beban harian}}{n} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2)}$$

$$\text{Daya Mampu Bahan Bakar} = \dot{m} \times \text{NKKB} \dots\dots\dots \text{Persamaan (3)}$$

$$\dot{m} = \frac{\text{Jumlah bahan bakar harian}}{n} \dots\dots\dots \text{Persamaan (4)}$$

Keterangan:

- η_{PLTD} = Efisiensi Generator (%)
- \dot{m} = Konsumsi bahan bakar (liter/second)
- NKKB = Nilai Kalor Bahan Bakar (kJ/g)
- Daya Efektif = Daya rata-rata penggunaan generator (kW)
- Daya Mampu Bahan Bakar = Daya yang mampu dihasilkan bahan bakar (cal/g)
- n = jumlah (hari)

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) merupakan salah satu jenis pembangkit listrik konvensional yang mampu mencapai efisiensi hingga 47% (Ilintamon et al., 2019). Meski demikian, masih ada 60-70% energi primer yang tidak terkonversi menjadi energi listrik dan terbuang ke lingkungan dalam bentuk panas buang. Fenomena ini menunjukkan bahwa meskipun PLTD memiliki efisiensi yang relatif tinggi dibandingkan beberapa sistem pembangkit lain, sebagian besar energi masih hilang sebagai panas (Syahrial, 2018). Oleh karena itu, upaya untuk meningkatkan efisiensi pembangkit listrik sangat penting, baik melalui inovasi teknologi maupun optimalisasi dalam pengoperasian dan pemeliharaan mesin.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di kilang dan utilitas unit Pembangkit dan Distribusi Listrik PPSDM Migas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi produksi energi listrik pada Pembangkit Genset 8 di Unit PLTD PPSDM Migas. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimen lapangan, di mana data yang diambil meliputi tegangan, arus, faktor daya, beban, dan konsumsi bahan bakar. Penelitian akan dilakukan di lokasi PLTD PPSDM Migas, dengan objek penelitian berupa genset 8 yang beroperasi pada kondisi normal. Untuk pengambilan data dilakukan dengan 2 cara yaitu:

1. Pengamatan parameter listrik yang terpasang di panel listrik meliputi: Tegangan, Arus, Daya, Cos Ø, frekuensi)
2. Pengamatan konsumsi bahan bakar pada tangki harian

Dalam hal pengambilan data maka digunakan alat ukur seperti multimeter digital atau power meter untuk mengukur tegangan dan arus, power factor meter untuk mengukur faktor daya, dan load meter untuk mengukur beban yang dihasilkan oleh generator. Konsumsi bahan bakar akan diukur dengan mencatat penggunaan bahan bakar per jam menggunakan garis bar pada tanki atau data operasional yang tersedia.

Pengukuran dilakukan pada interval waktu tertentu selama periode operasi generator untuk mendapatkan data yang representatif, minimal selama satu minggu. Efisiensi energi dihitung menggunakan rumus yang membandingkan daya output listrik yang dihasilkan generator dengan konsumsi bahan bakar, di mana daya output dihitung berdasarkan tegangan, arus, dan faktor daya yang terukur. Analisis data dilakukan dengan metode statistik deskriptif untuk menggambarkan pola dari hasil pengukuran, serta analisis korelasi untuk melihat hubungan antara konsumsi bahan bakar, beban, dan efisiensi generator. Dari hasil analisis tersebut, akan disimpulkan apakah genset bekerja secara efisien dan apakah ada faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensinya.



HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Untuk menghitung efisiensi *genset* 8 pada unit pembangkit dan distribusi listrik, diperlukan pengambilan data *monitoring* secara berkala setiap 24 jam. Data yang dikumpulkan mencakup beban (kW), tegangan, arus, $\cos \phi$, frekuensi, serta penggunaan bahan bakar solar. Data ini sangat penting untuk mengevaluasi performa generator dalam mendukung operasional pembangkit. Pengukuran yang tepat memungkinkan untuk mengetahui bagaimana energi listrik yang dihasilkan dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar. Hal ini membantu memastikan bahwa kinerja generator berada pada tingkat efisiensi yang diharapkan.

A. DATA MONITORING HARIAN

Berikut ini adalah data monitoring harian *genset* 8 pada Unit Pembangkit dan Distribusi Listrik diantaranya:

1) Data Monitoring Tanggal 1 Agustus 2024

Pada Tabel 3 menunjukkan data *monitoring genset* 8 pada tanggal 1 Agustus 2024. Berdasarkan data tersebut, total keluaran beban yang dihasilkan oleh *genset* 8 adalah sebesar 6331 kW/hari dengan rata-rata 263,8 kW/jam. Penggunaan bahan bakar solar tercatat sebanyak 1600 liter/hari dan rata-rata konsumsi BBM 66,7 liter/jam. Selain itu, nilai $\cos \phi$ yang tercatat adalah 0,8, sedangkan frekuensi berada pada angka 50 Hz.

Tabel 3. Data Monitoring Tanggal 1 Agustus 2024

Hari, Tanggal		= Kamis, 1 Agustus 2024										
Generator		= 8										
GENERATOR	JAM	BEBAN (KW)	TEGANGAN			AMPERE BEBAN			COS PHI	FREKU ENSI (HZ)	HOURS	PENGUNAAN SOLAR TIAP JAM (LITER)
			V1	V2	V3	A1	A2	A3				
G8	09:00	310	409	409	408	480	500	540	0,82	50	2599	70
	10:00	296	409	409	408	480	490	540	0,82	50	2600	70
	11:00	307	408	409	408	500	510	560	0,81	50	2601	80
	12:00	280	409	409	408	460	460	520	0,82	50	2602	80
	13:00	278	409	409	408	460	420	520	0,81	50	2603	90
	14:00	275	408	408	408	460	470	520	0,82	50	2604	60
	15:00	327	408	408	408	540	550	560	0,82	50	2605	70
	16:00	323	408	408	408	550	560	610	0,81	50	2606	30
	17:00	244	409	409	408	460	460	510	0,81	50	2607	70
	18:00	225	408	409	408	400	400	440	0,81	50	2608	60
	19:00	224	408	409	408	400	400	440	0,76	50	2609	60
	20:00	219	409	409	408	380	380	430	0,77	50	2610	80
	21:00	293	408	407	408	530	530	580	0,78	50	2611	70
	22:00	270	408	409	408	480	480	530	0,77	50	2612	70
	23:00	222	409	409	408	400	400	450	0,75	50	2613	70
	00:00	244	409	409	408	390	380	430	0,78	50	2614	70
	01:00	211	408	409	408	390	380	430	0,75	50	2615	50
	02:00	243	408	409	408	420	420	470	0,78	50	2616	60
	03:00	213	409	409	408	390	380	430	0,74	50	2617	60
	04:00	210	409	409	408	380	380	430	0,74	50	2618	70
	05:00	243	409	409	408	420	420	470	0,74	50	2619	70
	06:00	262	409	409	408	462	465	513	0,74	50	2620	70
	07:00	272	409	409	408	480	480	530	0,77	50	2621	80
	08:00	340	409	409	408	579	586	634	0,81	50	2622	40
Jumlah		6331	9806	9811	9792	10891	10901	12087	18,8	1200	62652	1600
Rata-Rata		263,8	408,6	408,8	408	453,8	454,2	503,6	0,8	50	2610,5	66,7



2) Data Monitoring Tanggal 2 Agustus 2024

Pada Tabel 4 menunjukkan data *monitoring genset 8* pada tanggal 2 Agustus 2024. Berdasarkan data tersebut, total keluaran beban yang dihasilkan oleh genset 8 adalah sebesar 6548 kW/hari dengan rata-rata 272,8 kW/jam. Penggunaan bahan bakar solar tercatat sebanyak 1660 liter/hari dan rata-rata konsumsi BBM sebesar 69,2 liter/jam. Selain itu, nilai $\cos \emptyset$ yang tercatat adalah 0,8, sedangkan frekuensi berada pada angka 50 Hz.

Tabel 4. Data Monitoring Tanggal 2 Agustus 2024

Hari, Tanggal		= Jumat, 2 Agustus 2024										
Generator		= 8										
GENE RATOR	JAM	BEBAN (KW)	TEGANGAN			AMPERE BEBAN			COS PHI	FREKUENSI (HZ)	HOURS	PENGGUNAAN SOLAR
			V1	V2	V3	A1	A2	A3				TIAP JAM (LITER)
G8	09:00	311	409	408	408	570	580	630	0,81	50	2623	80
	10:00	306	408	409	408	520	510	560	0,8	50	2624	80
	11:00	340	408	408	408	560	570	610	0,82	50	2625	100
	12:00	320	409	408	408	500	570	550	0,82	50	2626	60
	13:00	303	409	409	408	470	480	520	0,81	50	2627	120
	14:00	355	409	409	408	500	500	550	0,80	50	2628	50
	15:00	337	409	409	408	550	560	610	0,82	50	2629	70
	16:00	279	409	409	408	450	450	500	0,80	50	2630	30
	17:00	234	409	409	408	410	410	470	0,75	50	2631	70
	18:00	252	409	409	408	430	430	480	0,76	50	2632	60
	19:00	214	409	409	408	360	360	410	0,77	50	2633	60
	20:00	301	409	409	408	510	520	570	0,77	50	2634	80
	21:00	293	409	409	408	540	510	560	0,79	50	2635	70
	22:00	289	409	409	408	500	500	550	0,79	50	2636	80
	23:00	252	409	409	408	440	440	490	0,77	50	2637	70
	00:00	234	409	409	408	420	410	460	0,77	50	2638	60
	01:00	242	409	409	408	420	420	470	0,78	50	2639	70
	02:00	243	409	409	408	420	420	470	0,78	50	2640	50
	03:00	215	409	409	408	380	370	420	0,76	50	2641	70
	04:00	239	409	409	409	420	420	470	0,77	50	2642	70
	05:00	281	409	409	409	490	490	540	0,77	50	2643	70
	06:00	248	409	409	409	450	450	500	0,74	50	2644	70
	07:00	245	409	409	408	430	440	490	0,76	50	2645	60
	08:00	215	409	409	408	380	390	440	0,74	50	2646	60
Jumlah		6548	9814	9813	9795	11120	11200	12320	18,75	1200	63228	1660
Rata-Rata		272,8	408,9	408,9	408,1	463,3	466,7	513,3	0,78	50	2634,5	69,2

3) Data Monitoring Tanggal 3 Agustus 2024

Pada Tabel 5 menunjukkan data *monitoring genset 8* pada tanggal 3 Agustus 2024. Berdasarkan data tersebut, total keluaran beban yang dihasilkan oleh genset 8 adalah sebesar 4013 kW/hari dengan rata-rata 236,1 kW/jam. Penggunaan bahan bakar solar tercatat sebanyak 1810 liter/hari dan rata-rata konsumsi BBM sebesar 106,5 liter/hari. Selain itu, nilai $\cos \emptyset$ yang tercatat adalah 0,74, sedangkan frekuensi berada pada angka 50 Hz.



Tabel 5. Data Monitoring Tanggal 3 Agustus 2024

Hari, Tanggal		= Sabtu, 3 Agustus 2024										
Generator		= 2 dan 8										
GENERATOR	JAM	BEBAN (KW)	TEGANGAN			AMPERE BEBAN			COS PHI	FREKUENSI (HZ)	HOURS	PENGGUNAAN SOLAR
			V1	V2	V3	A1	A2	A3				TIAP JAM (LITER)
G8	10:00	340	418	418	418	460	480	400	0,82	50	57082	0
	11:00	330	418	418	418	440	450	410	0,82	50	57092	0
	12:00	330	418	418	418	440	460	410	0,82	50	57102	0
	13:00	320	418	418	418	440	450	400	0,82	50	57112	0
	14:00	350	418	418	418	500	520	450	0,81	50	57122	0
	15:00	390	418	418	418	500	530	480	0,82	50	57131	0
	16:00	370	418	418	418	500	530	480	0,81	50	57142	0
	17:00	340	407	406	406	540	550	600	0,80	50	2647	80
	18:00	309	406	406	405	510	520	570	0,82	50	2648	80
	19:00	306	406	406	405	510	510	560	0,79	50	2649	60
	20:00	226	407	407	406	400	400	450	0,80	50	2650	80
	21:00	280	406	406	406	500	500	550	0,79	50	2651	70
	22:00	300	406	406	406	510	510	560	0,80	50	2652	70
	23:00	258	406	406	406	450	440	490	0,77	50	2653	70
	00:00	241	406	407	406	380	370	420	0,78	50	2654	50
	01:00	200	406	407	406	380	370	420	0,78	50	2655	50
	02:00	210	406	407	406	400	400	450	0,78	50	2656	60
	03:00	220	406	407	406	420	420	470	0,80	50	2657	110
	04:00	241	407	407	406	420	420	470	0,78	50	2658	20
	05:00	223	407	407	406	420	410	478	0,77	50	2659	70
06:00	250	407	407	406	440	440	490	0,77	50	2660	70	
07:00	202	407	407	406	370	370	478	0,75	50	2661	70	
08:00	207	406	407	406	380	380	430	0,75	50	2662	80	
Jumlah		4013	6502	6506	6494	7030	7010	7886	13	800	42472	1090
Rata-Rata		250,8	406,4	406,6	405,9	439,4	438,1	492,9	0,8	50	2654,5	68,1

4) Data Monitoring Tanggal 4 Agustus 2024

Pada Tabel 6 menunjukkan data *monitoring genset 8* pada tanggal 4 Agustus 2024. Berdasarkan data tersebut, total keluaran beban yang dihasilkan oleh *genset 8* adalah sebesar 5817 kW/hari dan rata-rata 242,4 kW/jam. Penggunaan bahan bakar solar tercatat sebanyak 1570 liter/hari dan rata-rata konsumsi BBM sebesar 65,4 liter/jam. Selain itu, nilai $\cos \emptyset$ yang tercatat adalah 0,8, sedangkan frekuensi berada pada angka 50 Hz.



Tabel 6. Data Monitoring Tanggal 4 Agustus 2024

Hari, Tanggal		= Minggu, 4 Agustus 2024										
Generator		= 8										
GENERATOR	JAM	BEBAN (KW)	TEGANGAN			AMPERE BEBAN			COS PHI	FREKUENSI (HZ)	HOURS	PENGGUNAAN SOLAR
			V1	V2	V3	A1	A2	A3				TIAP JAM (LITER)
G8	09:00	207	406	406	405	410	410	460	0,75	50	2663	60
	10:00	233	407	407	406	390	380	430	0,77	50	2664	60
	11:00	210	406	407	406	370	370	420	0,75	50	2665	70
	12:00	291	406	406	406	440	440	480	0,79	50	2666	70
	13:00	262	406	406	406	470	470	510	0,77	50	2667	70
	14:00	293	406	406	406	500	520	560	0,79	50	2668	70
	15:00	222	406	406	406	400	400	440	0,75	50	2669	60
	16:00	239	406	406	406	420	420	460	0,70	50	2670	100
	17:00	243	406	406	406	420	420	470	0,79	50	2671	60
	18:00	251	406	406	405	430	430	480	0,80	50	2672	60
	19:00	215	406	407	406	390	390	436	0,75	50	2673	70
	20:00	260	406	407	406	460	460	510	0,77	50	2674	80
	21:00	254	406	407	406	500	520	550	0,79	50	2675	70
	22:00	252	406	407	406	420	420	470	0,79	50	2676	70
	23:00	256	406	407	406	470	470	520	0,79	50	2677	60
	00:00	196	406	407	406	360	340	400	0,76	50	2678	40
	01:00	218	407	407	406	390	390	440	0,75	50	2679	60
	02:00	220	406	407	406	390	390	440	0,76	50	2680	60
	03:00	207	406	407	406	370	370	420	0,75	50	2681	60
	04:00	193	407	407	406	380	350	390	0,75	50	2682	70
	05:00	219	407	407	406	390	390	440	0,76	50	2683	60
	06:00	246	407	407	406	440	430	490	0,77	50	2684	60
	07:00	262	407	407	406	450	450	500	0,80	50	2685	80
	08:00	368	406	406	406	620	620	670	0,81	50	2686	50
Jumlah		5817	9750	9759	9742	10280	10250	11386	18,46	1200	64188	1570
Rata-Rata		242,4	406,3	406,6	405,9	428,3	427,1	474,4	0,77	50	2674,5	65,4

5) Data Monitoring Tanggal 5 Agustus 2024

Pada Tabel 7 menunjukkan data *monitoring genset* 8 pada tanggal 5 Agustus 2024. Berdasarkan data tersebut, total keluaran beban yang dihasilkan oleh *genset* 8 adalah sebesar 6856 kW/hari dan rata-rata 285,7 kW/jam. Penggunaan bahan bakar solar tercatat sebanyak 1720 liter/hari dan rata-rata konsumsi BBM sebesar 71,7 liter. Selain itu, nilai $\cos \emptyset$ yang tercatat adalah 0,8, sedangkan frekuensi berada pada angka 50 Hz.



Tabel 7. Data Monitoring Tanggal 5 Agustus 2024

Hari, Tanggal = Senin, 5 Agustus 2024

Generator = 8

Generator	JAM	BEBAN (KW)	KWH	TEGANGAN			AMPERE BEBAN			COS PHI	FREKUENSI (HZ)	HOURS	PENGUNAAN SOLAR
				V1	V2	V3	A1	A2	A3				TIAP JAM
G8	09.00	340	698484	406	406	406	570	580	620	0,82	50	2687	70
	10.00	308	698804	406	406	406	500	510	550	0,82	50	2688	80
	11.00	344	699121	406	406	406	520	530	570	0,84	50	2689	80
	12.00	308	699439	406	406	406	490	590	540	0,82	50	2690	80
	13.00	357	699766	405	405	405	600	600	650	0,82	50	2691	110
	14.00	365	700149	405	406	405	620	620	660	0,82	50	2692	80
	15.00	356	700504	406	406	406	500	590	630	0,84	50	2693	70
	16.00	298	700791	406	406	406	510	520	540	0,82	50	2694	60
	17.00	224	701036	406	407	406	400	400	400	0,77	50	2695	60
	18.00	259	701269	406	407	406	450	440	490	0,78	50	2696	60
	19.00	224	701513	406	407	406	400	400	400	0,77	50	2697	70
	20.00	267	701771	406	407	406	470	460	510	0,79	50	2698	70
	21.00	308	702031	406	407	406	531	528	575	0,8	50	2699	70
	22.00	366	702300	406	407	406	626	526	570	0,8	50	2700	80
	23.00	243	702629	406	407	406	420	420	470	0,79	50	2701	70
	00.00	247	702840	406	407	406	430	430	470	0,79	50	2702	50
	01.00	243	703100	407	407	406	430	420	470	0,78	50	2703	60
	02.00	240	703340	407	407	406	420	420	460	0,78	50	2704	60
	03.00	243	703580	406	407	406	420	420	470	0,79	50	2705	70
	04.00	245	703818	407	407	406	430	420	470	0,8	50	2706	50
05.00	224	704113	407	407	406	485	400	480	0,77	50	2707	50	
06.00	218	704407	407	407	406	400	400	440	0,74	50	2708	120	
07.00	270	707637	407	407	406	390	390	450	0,76	50	2709	70	
08.00	359	707917	406	406	406	590	600	650	0,72	50	2710	80	
Jumlah		6856	16850359	9748	9758	9742	11602	11614	12535	19	1200	64764	1720
Rata - rata		285,7	702098,3	406,2	406,6	405,9	483,4	483,9	522,3	0,8	50,0	2698,5	71,7

6) Data Monitoring Tanggal 6 Agustus 2024

Pada Tabel 8 menunjukkan data *monitoring genset* 8 pada tanggal 6 Agustus 2024. Berdasarkan data tersebut, total keluaran beban yang dihasilkan oleh *genset* 8 adalah sebesar 6376 kW/hari dan rata-rata 265,7 kW/jam. Penggunaan bahan bakar solar tercatat sebanyak 1650 liter/hari dan rata-rata konsumsi BBM sebesar 68,8 liter/jam. Selain itu, nilai $\cos \emptyset$ yang tercatat adalah 0,8, sedangkan frekuensi berada pada angka 50 Hz.



Tabel 8. Data Monitoring Tanggal 6 Agustus 2024

Hari, Tanggal = Selasa, 6 Agustus 2024

Generator = 8

Generator	JAM	BEBAN (KW)	KWH	TEGANGAN			AMPERE BEBAN			COS PHI	FREKUENSI (HZ)	HOURS	PENGUNAAN SOLAR
				V1	V2	V3	A1	A2	A3				TIAP JAM
G8	09.00	270	705236	407	407	406	440	440	490	0,8	50	2711	80
	10.00	327	705545	407	406	406	540	560	610	0,81	50	2712	60
	11.00	292	705885	407	407	406	470	490	530	0,81	50	2713	90
	12.00	276	706176	407	406	406	430	460	490	0,81	50	2714	80
	13.00	273	706451	407	407	405	440	450	510	0,81	50	2715	90
	14.00	324	706794	406	406	406	520	520	570	0,82	50	2716	80
	15.00	326	707122	406	406	405	540	550	590	0,82	50	2717	70
	16.00	229	707416	406	407	405	390	538	450	0,8	50	2718	70
	17.00	212	707644	406	407	405	390	380	430	0,75	50	2719	60
	18.00	218	707863	406	407	405	390	380	440	0,76	50	2720	60
	19.00	223	708090	406	407	405	400	390	440	0,76	50	2721	60
	20.00	296	708308	406	407	405	510	510	560	0,79	50	2722	70
	21.00	292	708633	407	407	405	460	470	520	0,77	50	2723	70
	22.00	294	708980	407	407	405	480	470	520	0,78	50	2724	70
	23.00	217	709130	407	407	405	403	392	445	0,74	50	2725	70
	00.00	204	709320	407	407	405	379	366	417	0,75	50	2726	40
	01.00	239	709546	406	407	405	420	410	470	0,78	50	2727	60
	02.00	240	709772	407	407	405	420	420	470	0,77	50	2728	60
	03.00	243	709917	407	407	405	420	420	470	0,77	50	2729	70
	04.00	220	710163	407	407	405	390	390	440	0,76	50	2730	70
	05.00	254	710451	407	407	405	460	460	520	0,76	50	2731	60
	06.00	266	710703	407	407	405	480	470	530	0,76	50	2732	60
	07.00	234	710943	407	407	405	420	420	470	0,75	50	2733	70
	08.00	407	711227	406	406	405	670	680	720	0,82	50	2734	80
Jumlah		6376	17001315	9759	9763	9725	10862	11036	12102	18,8	1200	65340	1650
Rata - rata		265,7	708388,1	406,6	406,8	405,2	452,6	459,8	504,3	0,8	50	2722,5	68,8

7) Data Monitoring Tanggal 7 Agustus 2024

Pada Tabel 9 menunjukkan data *monitoring genset* 8 pada tanggal 7 Agustus 2024. Berdasarkan data tersebut, total keluaran beban yang dihasilkan oleh *genset* 8 adalah sebesar 6658 kW/hari dan rata-rata 277,4 kW/jam. Penggunaan bahan bakar solar tercatat sebanyak 1710 liter/hari dan rata-rata konsumsi BBM sebesar 71,3 liter/jam. Selain itu, nilai *Cos Ø* yang tercatat adalah 0,78, sedangkan frekuensi berada pada angka 50 Hz.



Tabel 9. Data Monitoring Tanggal 7 Agustus 2024

Hari, Tanggal = Rabu, 7 Agustus 2024

Generator = 8

Generator	JAM	BEBAN (KW)	KWH	TEGANGAN			AMPERE BEBAN			COS PHI	FREKUENSI (HZ)	HOURS	PENGUNAAN SOLAR
				V1	V2	V3	A1	A2	A3				TIAP JAM
G8	09.00	409	711699	405	406	405	730	740	790	0,83	50	2735	90
	10.00	400	712112	406	406	405	650	660	720	0,83	50	2736	100
	11.00	436	712520	405	406	405	710	720	770	0,84	50	2737	110
	12.00	390	712934	406	406	405	650	660	710	0,82	50	2738	90
	13.00	428	713333	406	406	405	700	710	760	0,84	50	2739	110
	14.00	334	713758	406	406	406	650	570	620	0,83	50	2740	80
	15.00	262	714059	406	406	406	440	440	490	0,79	50	2741	60
	16.00	230	71316	406	407	405	400	400	450	0,77	50	2741	50
	17.00	193	714519	406	407	406	360	360	400	0,76	50	2743	70
	18.00	234	714737	406	406	406	410	410	450	0,78	50	2744	60
	19.00	207	714951	406	407	406	380	470	420	0,74	50	2745	60
	20.00	249	715187	406	407	406	450	450	490	0,76	50	2746	80
	21.00	249	715482	406	407	406	450	450	490	0,77	50	2747	70
	22.00	250	715710	406	407	406	450	450	490	0,77	50	2748	60
	23.00	233	715923	406	407	406	420	420	450	0,76	50	2749	60
	00.00	230	716150	406	407	406	420	410	450	0,76	50	2750	30
	01.00	240	716337	406	407	406	430	420	470	0,78	50	2751	70
	02.00	200	716552	406	407	406	420	410	450	0,74	50	2752	50
	03.00	200	716766	406	407	406	370	360	410	0,74	50	2753	60
	04.00	212	716929	406	407	406	370	360	410	0,75	50	2754	80
	05.00	257	717233	406	407	406	460	450	500	0,75	50	2755	60
	06.00	259	717504	407	407	406	490	490	540	0,76	50	2756	70
	07.00	257	717752	407	407	406	450	440	490	0,77	50	2757	80
	08.00	299	718067	406	407	406	510	500	560	0,8	50	2758	60
Jumlah		6658	16521530	9744	9760	9738	11770	11750	12780	18,74	1200	65915	1710
Rata - rata		277,4	715188,8	406	407	406	490,4	489,6	532,5	0,78	50	2746,5	71,3

B. Analisis

Berikut ini adalah analisis berupa perhitungan dengan menggunakan rumus efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) pada persamaan (1), persamaan (2), persamaan (3), dan persamaan (4). Untuk data perhitungan yang digunakan yaitu data *monitoring genset 8* selama 7 hari tiap 24 jam dari tanggal 1 Agustus 2024 sampai dengan 7 Agustus 2024.

1) Menghitung Daya Efektif Generator

Berikut ini perhitungan daya efektif *genset 8* diantaranya sebagai berikut:

$$\text{Daya Efektif} = \frac{\text{Rata-rata daya beban harian}}{n}$$

$$\text{Daya Efektif} = \frac{263,8+272,8+250,8+242,4+285,7+265,7+277,4}{7 \text{ hari}}$$

$$\text{Daya Efektif} = \frac{1858,6}{7 \text{ hari}}$$

$$\text{Daya Efektif} = 265,5 \text{ kW}$$

Dari perhitungan diatas, daya efektif yang dihasilkan *genset 8* selama 7 hari adalah 265,5 kW/hari.



2) Menghitung Konsumsi Bahan Bakar

Berikut ini perhitungan konsumsi bahan bakar yang digunakan *genset* 8 diantaranya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\dot{m} &= \frac{\text{Jumlah Bahan Bakar Harian}}{n} \\ \dot{m} &= \frac{1600+1660+1090+1570+1720+1650+1710}{7 \text{ hari}} \\ \dot{m} &= \frac{1571,429 \text{ liter/hari}}{86400 \text{ second}} \\ \dot{m} &= 0,0181 \text{ liter/second}\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, konsumsi bahan bakar yang dihasilkan *genset* 8 selama 7 hari adalah 0,0181 liter/second.

3) Menghitung Daya Mampu Bahan Bakar

Untuk menghitung daya mampu bahan bakar yang digunakan, perlu mengetahui bahan bakar yang digunakan oleh *genset* 8 dan nilai kalor bahan bakar tersebut. Pada *genset* 8 di Unit Pembangkit dan Distribusi Listrik PPSDM Migas menggunakan bahan bakar solar dengan nilai kalor bahan bakar sebesar 9240 kkal/kg atau 38600 kJ/kg dengan massa jenis sebesar 0,832 kg/liter (Syahrir Habiba et al., 2017). Berikut ini perhitungan daya mampu bahan bakar diantaranya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Daya Mampu Bahan Bakar} &= \dot{m} \times \text{NKBB} \\ \text{Daya Mampu Bahan Bakar} &= 0,0181 \text{ liter/s} \times 38600 \text{ kJ/kg} \\ \text{Daya Mampu Bahan Bakar} &= 698,66 \text{ cal/g}\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, daya mampu bahan bakar adalah 698,66 cal/g.

4) Menghitung Efisiensi Genset 8

Berikut ini perhitungan efisiensi *Generator set* G8 diantaranya sebagai berikut:

$$\eta \text{ PLTD} = \frac{\text{Daya Efektif}}{\text{Daya mampu bahan bakar}} \times 100\%$$

$$\eta \text{ PLTD} = \frac{265,5}{698,66} \times 100\%$$

$$\eta \text{ PLTD} = 37\%$$

Dari perhitungan diatas, nilai efisiensi *genset* 8 adalah 37%.

C. Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis efisiensi *genset* 8 di unit pembangkit dan distribusi listrik, nilai efisiensi yang dihitung mencapai 37%. Nilai ini berada dalam rentang standar efisiensi untuk Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), yang menurut SPLN berkisar antara 35% hingga 40%. Data ini menunjukkan bahwa *Genset* 8 masih beroperasi dalam kondisi yang efisien sesuai dengan standar yang ditetapkan. Penggunaan bahan bakar yang tercatat selama periode *monitoring* mendukung kinerja yang stabil dan memenuhi kebutuhan beban listrik di unit distribusi.

Meskipun demikian, ada ruang untuk peningkatan efisiensi lebih lanjut, terutama melalui optimalisasi pemeliharaan dan operasi harian. Dengan melakukan perawatan rutin dan analisis yang konsisten, potensi peningkatan efisiensi dapat tercapai, terutama jika faktor-faktor seperti beban generator dan penggunaan bahan bakar dikelola secara optimal. Selain itu, menjaga $\text{Cos } \phi$: 0,8 - 0.88 dan frekuensi 50 Hz dalam kisaran yang sesuai juga penting untuk menjaga kinerja maksimal. Evaluasi efisiensi ini memberikan dasar untuk perbaikan berkelanjutan dalam operasional pembangkit.



KESIMPULAN

Berikut adalah kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil analisis efisiensi *genset* 8 diantaranya sebagai berikut:

- 1) Nilai efisiensi *Genset* 8 adalah 37%, yang masih berada dalam rentang standar efisiensi PLTD menurut SPLN, yaitu 35% hingga 40%.
- 2) Konsumsi bahan bakar selama periode *monitoring* menunjukkan performa generator yang stabil dalam memenuhi kebutuhan beban listrik.
- 3) Nilai *Cos Ø* tercatat sebesar 0,8, dan frekuensi berada pada angka 50 Hz, sesuai dengan standar operasional.
- 4) Pemeliharaan rutin dan analisis data yang konsisten diperlukan untuk menjaga dan meningkatkan efisiensi operasional.
- 5) Terdapat potensi untuk meningkatkan efisiensi lebih lanjut melalui optimalisasi beban generator dan penggunaan bahan bakar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ilintamon, A., Pakiding, M., Tumaliang, H., Elektro, T., Sam, U., Manado, R., Kampus, J., & Manado, B.-U. (2019). Analisis Unjuk Kerja Sistem Produksi Listrik Pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Waena. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 8(3), 133–142.
- Marhaini, Mardwita, A. S. (2022). Analisa Efisiensi Bahan Bakar Dan Dampak Lingkungan Emisi Gas Buang Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Terhadap Pembangkit Listrik Mesin Gas (PLTMG). *JURNAL SURYA ENERGY*, 6(2), 57–61.
- Rahman, E. S. (2018). STUDI TENTANG PROSES PEMBANGKITAN LISTRIK TENAGA DIESEL PT . PLN (PERSERO) WILAYAH SULSELRABAR SEKTOR TELLO MAKASSAR No . Sampel Operator maintenance Supervisor Log seat pencatatan Jumlah. *Jurnal Teknik Elektro*, 2(1), 6.
- Syahrial, R. (2018). *Analisis Efisiensi Daya Listrik pada Generator Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Titi Kuning*.
- Syahrir Habiba, M., Darmulia, D., Efendi, R., & Irsal, I. (2017). Analisis Kinerja Mesin Diesel Terhadap Pemakaian Bahan Bakar Heavy Fuel Oil (Hfo) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (Pltd) Tallasa Kabupaten Takalar. *ILTEK : Jurnal Teknologi*, 12(02), 1790–1795. <https://doi.org/10.47398/iltek.v12i02.383>



