

## Effect of System Frequency on Fuel at Peak Load MTU 12V 2000 G Engine 62 Units of PLTD Biduk-Biduk

### Pengaruh Frekuensi Sistem Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Beban Puncak Mesin MTU 12V 2000 G 62 Unit PLTD Biduk-Biduk

Eka Mahdi Ananta, Anis Siti Nurrohkayati\*  
{Corresponding Author: asn826@umkt.ac.id}

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur

**Abstract.** *The demand for electrical power in the Biduk-Biduk sub-district increases in population and the use of electronic devices as primary needs and other devices that create excess power at peak loads. This greatly affects the use of less efficient fuel. The purpose of this study was to determine the frequency of the system on the fuel consumption of the MTU 12V 2000 G 62 engine at PT. PLN (Persero) PLTD Biduk-Biduk unit. The method of collecting data is through direct field observation by conducting interviews and clear observations and recording the facts of the data observed in the field. frequency increase to 50.20 HZ to keep the increase in usage or shock load from consumer usage. The average usage in January 2022 with total operating hours of 161 hours on the MTU 12V 2000 G 62 engine is 0.29021 /kWh. The average percentage of fuel used in the average use of Sfc in January 2022 is 0.0989%/kWh..*

**Keywords** – 12V 2000 G 62 Engine; Diesel Motor; Fuel; System Frequency

**Abstrak.** *Permintaan daya listrik di kecamatan Biduk-Biduk meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk dan penggunaan alat-alat elektronik sebagai kebutuhan primer dan perangkat lainnya yang membuat berlebihnya daya pada beban puncak. Hal ini sangat mempengaruhi pemakaian bahan bakar yang kurang efisien. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui frekuensi sistem terhadap konsumsi bahan bakar mesin MTU 12V 2000 G 62 di PT. PLN (persero) unit PLTD Biduk-Biduk. Metode pengumpulan data melalui observasi secara langsung kelapangan dengan melakukan wawancara dan pengamatan secara jelas dan melakukan pencatatan terhadap fakta data yang diamati di lapangan. kenaikan frekuensi ke 50.20 HZ untuk menjaga kenaikan pemakaian atau beban kejut dari pemakaian konsumen. Rata rata penggunaan pada bulan Januari 2022 dengan total jam operasi 161 jam pada mesin MTU 12V 2000 G 62 adalah 0,29021 l/kWH. Rata-rata persentase penggunaan bahan bakar pada rata-rata penggunaan Sfc bulan Januari 2022 sebesar 0.0989%/kWH.*

**Kata Kunci** – Mesin MTU 12V 2000 G 62; Motor Diesel; Bahan Bakar; Frekuensi Sistem

## I. PENDAHULUAN

Masalah tentang energi listrik adalah salah satu topik yang akan selalu dibahas sepanjang peradaban manusia. Seiring perkembangan zaman akan semakin besar akan kebutuhan energi listrik. Oleh karena itu, pemikiran tentang sumber energi terbarukan menjadi langkah yang tidak akan sia-sia [1]. Sistem tenaga listrik sendiri adalah kumpulan mesin listrik atau peralatan, seperti transformator, generator, saluran transmisi, saluran distribusi dan beban yang merupakan suatu kesatuan yang membentuk suatu sistem yang disebut sistem distribusi tenaga listrik yang memiliki fungsi menyuplai tenaga yang mengalirkan listrik dari sumber tenaga listrik [2].

Listrik dilihat sebagai sesuatu yang dapat mengubah pola hidup masyarakat dan di sinilah energi listrik memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat sebagai bentuk mengatasi pasokan listrik di kecamatan Biduk-Biduk maka didirikan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel [3]. Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) adalah pembangkit listrik yang menggunakan mesin diesel sebagai penggerak [4]. Unjuk kerja pembangkit listrik tenaga diesel yang dimaksudkan adalah kinerja operasi, karena itu didefinisikan sebagai kemampuan operasi dalam memproduksi tenaga listrik *kilowatt/Hour* (kWH) yang diperlihatkan atau kemampuan kerja suatu peralatan dalam periode tertentu. Ada beberapa unjuk kerja yang yang ditetapkan pembangkit [5]. Prinsip kerja PLTD yaitu bahan bakar di dalam tangki penyimpanan bahan bakar dipompakan ke dalam tangki penyimpanan sementara namun sebelumnya disaring terlebih dahulu, kemudian disimpan di dalam tangki sementara. Jika bahan bakar adalah bahan bakar minyak maka bahan bakar dari tangki penyimpanan sementara dipompakan ke pengabut (*nozzle*), bahan bakar dinaikkan temperaturnya hingga menjadi kabut [6].

Sistem tenaga listrik memiliki variasi beban yang sangat dinamis dimana setiap waktunya akan berubah-ubah, dengan adanya perubahan ini pasokan daya listrik tetap dan harus disuplai dengan besaran daya yang sesuai [7]. Selain itu, pemakaian bahan bakar yang baik dan sesuai standar sangat mempengaruhi kinerja mesin pembangkit Listrik Tenaga Diesel [8]. Inilah yang menjadi permasalahan utama pada perindustrian pembangkit listrik pemakaian bahan bakar yang semakin tinggi membuat biaya produksi listrik juga ikut meningkat [9].

Berdasarkan sumber di PLTD Biduk-Biduk yang merupakan unit pembangkit dari PT.PLN (Persero), dapat diketahui losses bahan bakar yang terjadi saat beban puncak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh frekuensi sistem terhadap bahan bakar pada mesin MTU 12V 2000 G 62 pada saat beban puncak di PLTD Biduk-Biduk. Dalam proses untuk mengetahui pengaruh frekuensi sistem terhadap bahan bakar pada saat beban puncak tentunya bersangkutan dengan perhitungan persentase kenaikan Spesifik *Fuel Consumption* bakar mesin MTU 12V 2000 G 62 di PT PLN (Persero) unit layanan PLTD Biduk-Biduk Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur.

## II. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengumpulan data dan analisis data. Metode pengumpulan data melalui observasi secara langsung kelapangan dengan melakukan wawancara dengan operator dan pengamatan secara jelas dan nyata dan melakukan pencatatan secara sistematis terhadap fakta data yang diamati di lapangan. Metode analisis data dilakukan setelah data-data yang diperoleh dan akan diolah untuk mendapatkan suatu kesimpulan yang dapat dipertanggungjawabkan. Metode analisis data yang digunakan adalah analisis data deskriptif untuk mengetahui frekuensi sistem terhadap konsumsi bahan bakar mesin MTU 12V 2000 G 62 di PT PLN (Persero) area Kabupaten Berau unit PLTD Biduk-Biduk [10].

### A. Alat dan bahan

Adapun sebelum melakukan pengujian dilakukan penentuan alat dan bahan sebagai berikut:

#### *Alat*

- Mesin MTU 12V 2000 G 62
- Panel monitoring

#### *Bahan*

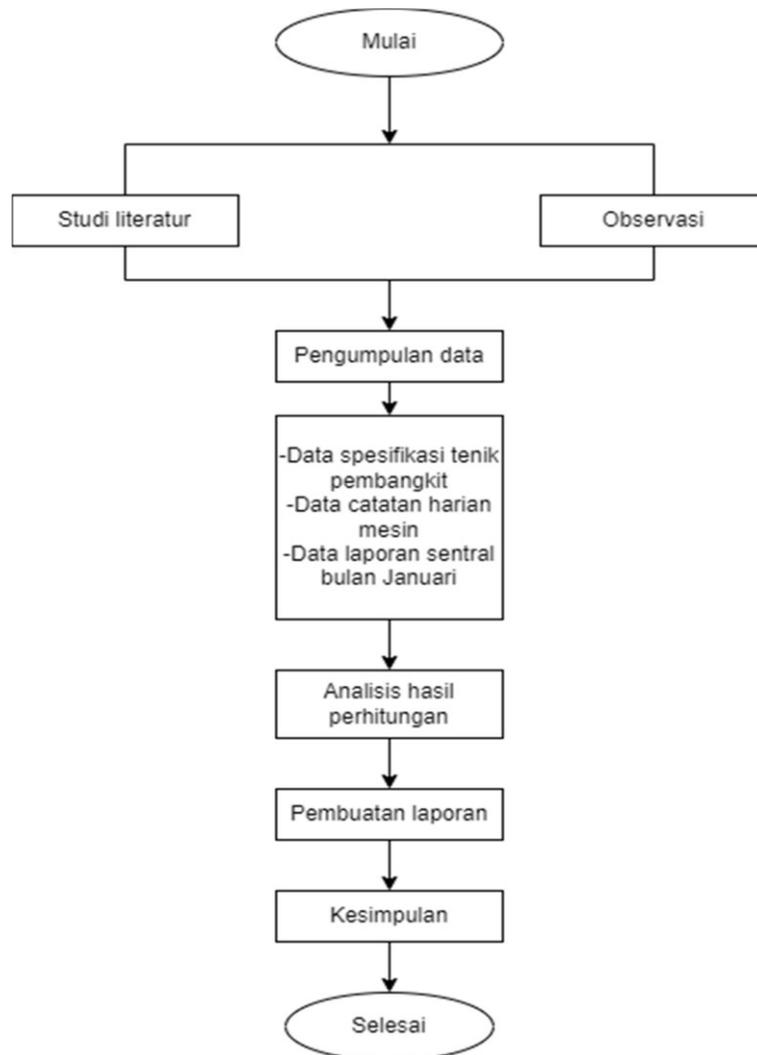
Buku catatan harian mesin, Buku catatan ini dipegang oleh operator yang bertugas hari itu, metode pencatatan harian dilakukan pada panel monitoring dengan mencatat keseluruhan jam operasi mesin, kWh total, temperature oli dan pendingin, dan muatan listrik di kabel RST.

### B. Alat pelindung diri (apd)

Adapun alat pelindung yang digunakan dalam metode proses kerja praktik pembubutan yaitu:

1. Penutup Telinga, alat yang digunakan untuk menghindari kebisingan yang di sebabkan oleh mesin.
2. Sepatu safety, sepatu yang sudah umum digunakan para pekerja. Baik pekerja bangunan, bidang manufaktur, pertambangan, dll. Karena melindungi kaki dari benda – benda tajam maupun benda yang berat. Kalau untuk pemesinan manufaktur contohnya mesin bubut supaya tidak terkena geram. Karena geram atau percikan sayatan itu sangat panas dan bisa luka kalau terkena kaki.
3. Helm, salah satu alat pelindung diri yang dipakai dalam proses pemesinan. Lebih dikenal dengan istilah APD. Helm terbuat dari plastik dengan ukuran tertentu yang dipakai untuk melindungi bagian kepala si pemakainya dari benda benda yang tidak diketahui akan terkena bagian kepala.

### C. Alur penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Perolehan data

Adapun spesifikasi mesin pembangkit dengan tipe MTU 12 V 2000 G 62 adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Mesin MTU 12 V 2000 G 62

Tabel 1. Data Spesifikasi Mesin

Type Mesin	12V2000G62
Produksi	Jerman

Nomor Seri	535102557
Tahun Produksi	2002
Daya Terpasang	520 kW
Daya Mampu	400 kW
Putaran Mesin	1500 rpm
Daya Trafo Step Up	630 kVa

**Tabel 2.** Data Parameter Arus Tanggal 14 Januari 2022

Tanggal / Jam	Beban Mesin	Tegangan (V)	Ampere (I)	Cos $\phi$
14 Januari 2022 Jam 12.00 WITA	300 kW	380 V	402 I	0,975
14 Januari 2022 Jam 13.00 WITA	350 kW	380 V	450 I	0,975

**Tabel 3.** Data Pada Catatan Mesin MTU 12V 2000 G 62 Pada Tanggal 14 Januari 2022

Jam	Air	RPM	R	S	T	Volt	KW	F	Stand kWH
07.00	65	1.500	242	222	250	380	350	50	33143,431
08.00	80	1.500	219	221	221	380	340	50	33145,396
09.00	85	1.500	219	223	221	380	330	50	33147,088
10.00	87	1.500	219	223	221	380	300	50	33148,321
11.00	87	1.500	220	223	222	380	300	50	33149,625
12.00	87	1.500	219	223	222	380	300	50	33150,988
13.00	87	1.500	219	222	222	380	350	50	33152,228
14.00		1.500				380		50	
15.00		1.500				380		50	
16.00	89	1.500	220	223	222	380	300	50	33156,355
17.00	85	1.500	220	223	222	380	300	50	33157,704

**Tabel 4.** Data Laporan Sentral Bulanan Mesin MTU 1V 2000 G 62

Tgl	kWH yang Dibangkitkan	Pemakaian BBM	SFC	Jam Kerja
	MTU12V2000G62	MTU12V2000G62	MTU12V2000G62	MTU12V2000G62
1	0	0	0	0
2	1.068	310	0,29026	3
3	0	0	0	0
4	3.033	880	0,29026	9
5	2.033	590	0,29021	5
6	1.206	350	0,29021	3
7	1.257	365	0,29037	3
8	0	0	0	0
9	2.583	750	0,29036	7
10	930	270	0,29032	2
11	1.257	365	0,29037	3
12	2.826	820	0,29016	6
13	1.068	310	0,29026	3
14	3.964	1150	0,29011	11

15	2.068	600	0,29013	5
16	4.308	1250	0,29015	11
17	3.447	1000	0,2901	11
18	3.792	1100	0,29008	11
19	1.206	350	0,29021	3
20	1.240	360	0,29032	3
21	5.170	1500	0,29013	12
22	3.791	1100	0,29016	11
23	689	200	0,29027	2
24	0	0	0	0
25	2.067	600	0,29027	6
26	2.136	620	0,29026	6
27	913	265	0,29025	2
28	1.206	350	0,29021	3
29	4.341	1260	0,29025	11
30	689	200	0,29027	2
31	2.206	600	0,29013	7
Jml	60.494	17.515	783.596	161
Rerata	2.150	625	0,29021	6

## B. Pengolahan data

### *Perubahan frekuensi sistem*

Besar daya aktif dan reaktif pada tanggal 14 Januari 2022 pukul 12.00 WITA dengan beban 300kW adalah sebagai berikut:

Daya aktif

$$P = V \times I \times \cos \phi$$

$$P = 380 \times 402 \times 0,975$$

$$P = 1.489 \text{ kW}$$

Daya reaktif

$$Q = V \times I \times \sin \phi$$

$$Q = 380 \times 402 \times 0,017$$

$$Q = 259 \text{ kVar}$$

Besar daya aktif dan reaktif pada tanggal 14 Januari 2022 pukul 13.00 WITA dengan beban 350kW adalah sebagai berikut:

Daya aktif

$$P = V \times I \times \cos \phi$$

$$P = 380 \times 450 \times 0,975$$

$$P = 1.667 \text{ kW}$$

Daya reaktif

$$P = V \times I \times \sin \phi$$

$$Q = 380 \times 450 \times 0,017$$

$$Q = 290 \text{ kVar}$$

**Tabel 5.** Perubahan Frekuensi Sistem Pada Mesin MTU 12V 2000 G 62

Pukul 12.00 WITA Mesin MTU12V2000G62	Daya Aktif : 1.489 kW
	Daya Reaktif : 259 kVar
	Frekuensi Mesin : 50.00 kW
	Frekuensi Sistem : 50.20 kW
	Putaran Mesin : 1500 rpm
	Beban Mesin : 300 kW
Pukul 13.00 WITA Mesin MTU12V2000G62	Daya Aktif : 1.667 kW
	Daya Reaktif : 290 kVar
	Frekuensi Mesin : 50.00 Hz
	Frekuensi Sistem : 50.20 Hz
	Putaran Mesin : 1500 rpm
	Beban Mesin : 350 kW

*Pemakaian bahan bakar pada mesin mtu 12v 2000 g 62*

Untuk perhitungan SFC mesin MTU 12V 2000G 62 dapat dibandingkan pada tanggal 14 Januari 2022 yang beroperasi selama 11 jam.

Pada tanggal 14 Januari 2022 penggunaan bahan bakar pada mesin MTU 12V 2000 G 62 sebagai berikut:

**Tabel 6.** kWh yang Dibangkitkan

No	Tanggal	Tegangan	Hz	Cos $\Phi$	Rpm	kWH	Sfc
		(kV)					
1	14/1/2022	20	50.20	0,975	1500	3.964	0.29011

**Tabel 7.** Penggunaan Bahan Bakar Pada Mesin MTU 12V 2000 G 62

kWh Produksi Awal	Stand Awal BBM	Pengisian Kedua, Stand Awal BBM	kWh Produksi Akhir	Stand Akhir BBM	Stand Akhir BBM Setelah Pengisian Kedua
33143,431	740 Liter	900 Liter	33157,704	300 Liter	280 Liter

Perhitungan produksi kWh, pemakaian BBM, Sfc BBM, dan persentase kenaikan Sfc pada tanggal 14 Januari 2022 dan persentase kenaikan Sfc selama bulan Januari sebagai berikut:

$$\sum \text{kWh Produksi} = \sum \text{kWh Produksi akhir} - \sum \text{kWh Produksi awal}$$

$$= 33157,704 - 33143,431$$

$$= 14.273 \times 220$$

$$= 3.140.060 \text{ kWh}$$

$$\sum \ell = \sum \ell \text{ in} - \sum \ell \text{ out}$$

$$= 740 \ell - 300$$

$$= 440 \ell$$

$$\sum \ell = \sum \ell \text{ in} - \sum \ell \text{ out}$$

$$= 900 \ell - 280 \ell$$

$$= 620 \ell$$

Total pemakaian BBM pada tanggal 14 Januari 2022 adalah  $440\ell + 620\ell = 1060 \ell$ .

Perhitungan jumlah total kWh yang dibangkitkan, Pemakaian BBM, jumlah Sfc dan rata-ratanya selama bulan Januari.

- Jumlah kWh yang dibangkitkan = menjumlahkan keseluruhan kWh yang dibangkitkan selama bulan Januari.
- Jumlah pemakaian BBM = menjumlahkan keseluruhan pemakaian BBM selama bulan Januari.
- Jumlah Sfc = Jumlah kWh yang dibangkitkan bulan Januari + Pemakaian BBM bulan Januari.
- Rata-rata = Jumlah / Jumlah hari beroperasi selama bulan Januari (27 hari).

**Tabel 3.** Perhitungan Jumlah Total Kwh yang Dibangkitkan, Pemakaian BBM, Jumlah Sfc dan Rata-Ratanya Selama Bulan Januari.

	kWh yang dibangkitkan	Pemakaian BBM	Sfc	Jam Kerja
Jumlah	60.494	17.425	77.919	161
Rata-rata	2.240	645	0.28784	6

### C. Analisis data

Sfc = Pemakaian BBM/kWH yang diproduksi  
 =  $1.060 \ell / 3.140.060 \text{ kWH}$   
 =  $0,00033757 \ell/\text{kWH}$

Sfc = Pemakaian BBM/kWH yang dibangkitkan  
 =  $1.060 \ell / 3.964 \text{ kWH}$   
 =  $0,26740 \ell/\text{kWH}$

Jadi jumlah Sfc pada tanggal 14 Januari 2022 adalah  $0,00033757 \ell/\text{kWH}$ . Jika disesuaikan dengan standar penggunaan Sfc maka pada tanggal 14 Januari 2022:

% Kenaikan Sfc =  $J.Sfc \text{ 14 Januari} / J.Sfc \text{ Standar}$   
 =  $0,00033757 / 0,2910 \times 100\%$   
 =  $0,0116\%$  per kWh

Jadi persentase kenaikan Sfc pada tanggal 14 Januari 2022 mencapai  $0,0116\%$  per kWh. Rata rata pemakaian pada bulan januari dengan jam operasi 161 jam pada mesin MTU 12V 2000 G 62 adalah  $0,29021 \ell/\text{kWH}$ . Jika dihitung dengan standar pemakaian Sfc maka pada bulan Januari rata-rata persentase kenaikan penggunaan Sfc dapat dihitung sebagai berikut:

% Kenaikan Sfc =  $J.Sfc \text{ rata-rata Januari} / J.Sfc \text{ standar}$   
 =  $0,28794 / 0,2910 \times 100\% = 0,0989\%$  per kWh.

Jadi rata-rata persentase penggunaan bahan bakar pada rata-rata penggunaan Sfc bulan Januari 2022 sebesar  $0,0989\%$ .

## IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian kenaikan frekuensi sistem menjadi  $50.20 \text{ Hz}$  dikarenakan panel *monitoring* yang digunakan pada mesin MTU 12V 2000 G 62 masih manual dan jika terjadi beban kejut posisi frekuensi sistem masih standar UPB  $50.00 \text{ Hz}$  maka akan terjadi penurunan frekuensi yang berakibat pada pemakaian konsumen yang dapat merusak peralatan rumah tangga dan sebagainya. Jumlah Sfc pada tanggal 14 Januari 2022 adalah  $0,00033757 \ell/\text{kWH}$ . Operasi pada beban puncak mengalami kenaikan pemakaian bahan bakar sebesar  $0,0116\%$  per kWh. Rata-rata persentase kenaikan penggunaan bahan bakar pada bulan Juni yaitu  $0,0989\%$  per kWh.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada proses penyusunan paper ini kami menjumpai berbagai hambatan, namun berkat dukungan materil maupun non-materil dari berbagai pihak, akhirnya kami dapat menyelesaikan penyusunan dari paper ini dengan cukup baik, maka pada kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Ir. Sarjito, M.T., Ph.D., IPM Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UMKT.
2. Anis Siti Nurrohkeyati, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin UMKT.
3. Anis Siti Nurrohkeyati, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing PKN.
4. Pimpinan beserta semua anggota PLTD Biduk-Biduk.
5. Keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan selama poses pembuatan laporan.
6. Rekan-rekan mahasiswa Prodi S1 Teknik Mesin UMKT. Semoga paper ini bisa memberikan manfaat bagi kita semua.

## REFERENSI

- [1] A. Aslimeri, "Hibrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel," *JTEV*, vol. 5, no. 1.1, p. 163, Sep. 2019, doi: 10.24036/jtev.v5i1.1.107374.

- [2] H. Eteruddin, M. Mutamalikin, and A. Arlenny, "PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI 20 KV DI SUNGAI GUNTUNG KABUPATEN INDRAGIRI HILIR-RIAU," *Jurnal Inovasi Penelitian*, vol. 2, no. 6, pp. 1863–1872, Nov. 2021, doi: 10.47492/jip.v2i6.1019..
- [3] R. Usman, "Analisis Kegagalan Katup Buang pada Mesin Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD)," *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, vol. 1, no. 1, Aug. 2016, doi: 10.30998/string.v1i1.974.
- [4] A. Maanary and K. Kasturi, "EBT-20 OPTIMASI POLA PEMBEBANAN DAYA MOTOR DIESEL MTU 12V 2000 G65 DI PT PLN (PERSERO) UP3 SAUMLAKI UNIT PLTD MOA," *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi dan Mineral*, vol. 1, no. 2, pp. 715–720, Dec. 2021, doi: 10.53026/sntem.v1i2.539.
- [5] A. Ilintamon, M. Pakiding, and H. Tumaliang, "Analisis Unjuk Kerja Sistem Produksi Listrik Pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Waena," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 8, no. 3, pp. 133–142, Dec. 2019, doi: 10.35793/jtek.8.3.2019.26593.
- [6] I. Susanto, W. Sunanda, and R. Kurniawan, "ANALISIS PEMBANGKIT TENAGA DIESEL DI PULAU CELAGEN," *PROCEEDINGS OF NATIONAL COLLOQUIUM RESEARCH AND COMMUNITY SERVICE*, vol. 3, pp. 122–126, Sep. 2019, doi: 10.33019/snppm.v3i0.1329.
- [7] Y. Yusniati and N. N. S. Matondang, "ANALISIS SISTEM PEMBEBANAN PADA GENERATOR DI PT. PLN (PERSERO) PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL TITI KUNING," *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU*, vol. 3, no. 1, pp. 59–64, Sep. 2020.
- [8] M. Syahrir Habiba, D. Darmulia, R. Efendi, and I. Irsal, "ANALISIS KINERJA MESIN DIESEL TERHADAP PEMAKAIAN BAHAN BAKAR HEAVY FUEL OIL (HFO) PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL (PLTD) TALLASA KABUPATEN TAKALAR," *ILTEK*, vol. 12, no. 02, pp. 1790–1795, Oct. 2017, doi: 10.47398/iltek.v12i02.383.
- [9] M. Marhaini, M. Mardwita, and A. Suranda, "Analisa Efisiensi Bahan Bakar Dan Dampak Lingkungan Emisi Gas Buang Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (Pltd) Terhadap Pembangkit Listrik Mesin Gas (PLTMG)," *JSE*, vol. 6, no. 2, p. 57, May 2022, doi: 10.32502/jse.v6i2.4215.
- [10] A. Ruchiyat, "PENGARUH FREKUENSI SISTEM TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA BEBAN PUNCAK MESIN RUSTON 16 RKC," *Jurnal Simetrik*, vol. 10, no. 1, p. 263, Jun. 2020, doi: 10.31959/js.v10i1.376.