

Analisis Unjuk Kerja Sistem Produksi Listrik Pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Waena

Anton Ilintamon, Marthinus Pakiding, Hans Tumaliang

Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115
antonioilintamon@gmail.com, marthinuspakiding@unsrat.ac.id, hans.tumaliang@gmail.com

Abstract — With the increasing need for electrical energy, the efficiency and reliability of a diesel power plant is also directly proportional to the savings in electricity energy requirements. Performance analysis is something that is achieved, achievements are shown or the work capability of the Waena diesel power plant, efficiency is the result of a comparison between achievements with the resources used to produce these achievements. Reliability is an indicator of the level of capability, smoothness, durability and security of Waena diesel power plants, in their operations to produce KWH electricity) according to the planned needs or targets. The electricity production system produced at Waena diesel power plant for 1 year period, for 2018 amounted to 30,763,659 Kwh / year.

Keywords — Performance Analysis; Efficiency; Reliability; Electricity production system in PLTD Waena.

ABSTRAK — Dengan meningkatnya kebutuhan energi listrik maka efisiensi dan keandalan suatu pembangkit listrik tenaga diesel juga berbanding lurus dengan penghematan kebutuhan energi listrik. Analisis unjuk kerja (Performance) adalah sesuatu yang dicapai, prestasi yang diperlihatkan atau kemampuan kerja pembangkit listrik tenaga diesel PLTD Waena, efisiensi adalah hasil perbandingan antara capaian dengan sumber daya yang digunakan untuk menghasilkan capaian tersebut. Keandalan merupakan suatu indikator tingkat kemampuan, kelancaran, ketahanan maupun keamanan pembangkit listrik tenaga diesel Waena, dalam operasinya untuk memproduksi tenaga listrik KWH) sesuai keperluan atau target yang telah direncanakan. Sistem produksi listrik yang dihasilkan pada pembangkit listrik tenaga diesel Waena periode 1 tahun, untuk tahun 2018 sebesar 30.763.659 Kwh/tahun.

Kata kunci — Analisis Unjuk Kerja; Efisiensi; Keandalan; Sistem produksi listrik pada PLTD Waena.

I. PENDAHULUAN

PLTD Waena mulai berdiri sejak tahun 1984 dan mulai beroperasi tahun 1986, pengoperasian PLTD Waena ini berkaitan dengan semakin meningkatnya konsumsi listrik masyarakat dikota Jayapura, Kabupaten Jayapura maupun Kabupaten Keerom[1].

Energi listrik merupakan suatu faktor penunjang yang sangat penting bagi perkembangan secara menyeluruh di seluruh kota Jayapura Papua. Di papua dengan semakin meningkatnya kegiatan industri dan jumlah penduduknya, maka sangat membutuhkan energi listrik, dengan demikian Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Waena, berusaha meningkatkan unjuk kerja sistem produksi listrik guna memenuhi/mengurangi kebutuhan tersebut. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi ketersediaan listrik di Papua, antara lain ketersediaan energi

primer, harga bahan bakar, teknologi, dan budaya masyarakat. Beberapa usaha yang dapat ditempuh perusahaan Listrik Negara dalam mengatasi peningkatan kebutuhan listrik antara lain dengan pembangunan pembangkit baru dan sistem sewa pembangkit dengan pemda/pengusaha.

Listrik dilihat sebagai sesuatu yang dapat mengubah pola hidup masyarakat dan disinilah energi listrik memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat sebagai kebutuhannya[2].

Dikaitkan dengan pola pemakaian listrik oleh konsumen, beban listrik secara keseluruhan yang dipakai oleh semua konsumen dalam suatu perusahaan listrik memang besar sangat tergantung pada aktivitas setiap harinya. Pada umumnya terdapat dua beban puncak yaitu siang hari karena aktifitas kegiatan industri dan malam hari karena peningkatan penggunaan listrik oleh rumah tangga[3].

A. Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD)

Pembangkit listrik yang menggunakan mesin diesel sebagai prime mover. Prime mover merupakan peralatan yang mempunyai fungsi menghasilkan energi mekanis yang diperlukan untuk memutar rotor generator.

Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) biasanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik dalam jumlah beban kecil, terutama untuk daerah terpencil atau untuk listrik pedesaan dan untuk memasok kebutuhan listrik suatu pabrik[4].

B. Bagian - Bagian Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD)

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) ialah pembangkit listrik yang menggunakan mesin diesel sebagai penggerak mula (prime mover), yang berfungsi menghasilkan energi mekanis yang diperlukan untuk memutar rotor generator[5]. Dilengkapi dengan bagian – bagian utama pembangkit listrik tenaga diesel yaitu:

- 1) Tangki penyimpanan bahan bakar
- 2) Penyaring bahan bakar
- 3) Tangki penyimpanan bahan bakar sementara (bahan bakar yang disaring)
- 4) Pengabut.
- 5) Mesin diesel
- 6) Turbo charger
- 7) Penyaring gas pembuangan
- 8) Tempat pembuangan gas (bahan bakar yang disaring)

- 9) Generator
- 10) Trafo
- 11) Saluran Transmisi

Selain bagian – bagian ada juga terdapat sistem – sistem yang digunakan pada pembangkit listrik tenaga diesel PLTD[1].

1) Sistem Penggerak Mula

Termasuk aki, tangki hampa udara, starter sendiri dan sebagainya. Fungsi sistem penggerak mula adalah menjalankan mesin. Sistem ini memungkinkan mesin pada awalnya berputar dan berjalan sampai terjadi pembakaran dan unit meninggalkannya untuk memperoleh daya.

2) Sistem Bahan Bakar (Fuel System)

Berfungsi untuk mengatur pendistribusian pemakaian bahan bakar pada tiap-tiap silinder sesuai dengan tekanan pengabutan dan volume yang dibutuhkan pada tiap perubahan beban saat mesin beroperasi[6].

3) Sistem Pelumasan (lube oil system)

Termasuk pompa minyak pelumas, tangki minyak, penyaring, pendingin, alat pembersih dan sambungan pipa kerja. Fungsi sistem pelumasan yaitu untuk mengurangi pergeseran dari bagian yang bergerak dan mengurangi pemakaian dan sobekan bagian-bagian mesin.

4) Sistem Pendinginan (Cooler System)

Termasuk pompa-pompa pendingin, menara pendingin, perawatan air atau mesin penyaring dan sambungan pipa kerja. Kegunaan system pendinginan adalah untuk meningkatkan panas dari mesin silinder yang menyimpan temperature silinder dalam tempat yang aman. Pompa mengedarkan air melewati silinder dan kepala selubung mengangkut panas. Sistem pendinginan membutuhkan sumber air, sebuah pompa dan tempat untuk pembuangan air panas, penyebaran air oleh mesin pendingin ini seperti dalam alat radiator, pendingin uap, menara pendingin, penyemprot dan sebagainya.

5) Sistem Udara Masuk

Termasuk saringan udara, saluran pompa kompresor (bagian integral dari mesin). Kegunaan saringan udara adalah untuk membersihkan debu dari udara yang disuplai ke mesin, juga semua ini dapat menimbulkan kenaikan daya keluaran.

Berfungsi untuk mengarahkan aliran udara masuk agar temperatur udara masuk konstan dan gas sisa pembakaran dari tiap-tiap silinder untuk dimanfaatkan serta meredam polusi saat mesin beroperasi. Dan untuk Menyaring udara masuk dari partikel debu yang dapat merusak komponen yang berhubungan dengan ruang bakar.

6) Sistem Pembuangan Gas

Termasuk peredam dan penyambungan saluran. Temperatur pembuangan gas panasnya cukup tinggi, gas ini merupakan pemanas minyak atau persediaan udara pada mesin. Peredam mengurangi kegaduhan suara.

Berfungsi untuk meredam polusi dari gas buang yang terdiri dari panas, gas beracun, suara dan debu-debu carbon.

C. Motor Diesel

Motor diesel adalah motor bakar torak yang proses penyalannya bukan menggunakan loncatan bunga api

melainkan ketika torak hampir mencapai titik mati atas (TMA) bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang bakar melalui nosel sehingga terjadilah pembakaran pada ruang bakar dan udara dalam silinder sudah mencapai temperatur tinggi, yaitu berkisar 16-25. (Arismandur. W, 1988)[7].

D. Unjuk Kerja Pembangkit

Unjuk kerja pembangkit listrik tenaga diesel yang dimaksudkan disini adalah kinerja operasi, karena itu didefinisikan sebagai kemampuan operasi dalam memproduksi tenaga listrik (KWh) yang diperlihatkan atau kemampuan kerja suatu peralatan pada kurun waktu / periode tertentu. Ada beberapa macam kelompok unjuk kerja yang ditetapkan pembangkit. Oleh manajemen unjuk kerja itu dinilai dan penilaian unjuk kerja itu adalah performance (unjuk kerja) yang diukur dengan target yang telah ditentukan dan disepakati bersama. Kemampuan operasi PLTD Waena tergantung pada kondisi dan nilai-nilai yang ditentukan terhadap efisiensi[7].

1) Efisiensi

Secara umum adalah hasil perbandingan antara capaian dengan sumber daya yang digunakan untuk menghasilkan capaian tersebut, secara singkat efisiensi adalah perbandingan antara output dengan input. Sasaran efisiensi salah satunya adalah penghematan[7].

a. Faktor Kapasitas (Capacity Factor)

Faktor kapasitas merupakan tolok ukur besarnya pemanfaatan unit pembangkit untuk memproduksi tenaga listrik secara keseluruhan dalam kurun waktu tertentu berdasarkan daya yang tersedia.

$$CF = \frac{\text{Produksi Energi Listrik Per periode}}{\text{Kapasitas Unit Terpasang X Jam periode}} \times 100\% \quad (1)$$

b. Faktor Produktivitas (Out put Factor)

Faktor produktivitas merupakan kemampuan memproduksi tenaga listrik dari suatu SPD dalam periode tertentu dengan daya yang tersedia. Data hasil produksi diambil dari catatan - catatan operasi atau dari laporan - laporan hasil operasi yang dihasilkan oleh generator dan dijumlah dalam periode tertentu.

$$OF = \frac{\text{Produksi Bruto Energi Listrik Per Periode}}{\text{Kapasitas Unit Terpasang X Jam Periode}} \times 100 \quad (2)$$

c. Faktor Beban (Load Factor)

Faktor beban merupakan tolok ukur pemanfaatan daya pada saat beban tertinggi / beban puncak (peak load) dalam memproduksi tenaga listrik (KWh) semaksimal mungkin.

$$LF = \frac{\text{Produksi Bruto Energi Listrik Per Periode}}{\text{Beban Tertinggi Per Periode X Jam Periode}} \times 100\% \quad (3)$$

d. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (Specific Fuel Oil Consumption)

Konsumsi / pemakaian bahan bakar spesifik adalah pemakaian bahan bakar yang digunakan untuk membangkitkan / memproduksi setiap satu satuan tenaga listrik (KWh).

$$SFC = \frac{\text{Pemakaian Bahan Bakar Sebenarnya Per Periode}}{\text{Kwh Produksi Bruto Per Periode}} \times 100\% \quad (4)$$

e. *Konsumsi Minyak Pelumas Spesifik (Specific Lub Oil Consumption)*

Pemakaian minyak pelumas spesifik prinsipnya sama dengan pemakaian bahan bakar spesifik yaitu pemakaian minyak pelumas yang digunakan sebenarnya selama memproduksi setiap satuan tenaga listrik (KWh) yang dibangkitkan.

$$SLC = \frac{\text{Pemakaian Minyak Pelumas sebenarnya Per Periode}}{\text{Kwh Produksi Bruto Per Periode}} \times 100\% \quad (5)$$

f. *Efisiensi Thermal (Thermal Efficiency)*

Efisiensi thermal merupakan perbandingan antara tenaga/energi listrik (KWh) yang dibangkitkan oleh generator secara keseluruhan per tahun / per periode terhadap jumlah energi panas yang di gunakan oleh PLTD dalam membangkitkan energi listrik tersebut per periode.

$$= \frac{\text{Kwh Produksi Bruto Per Periode} \times \text{Jam Periode}}{\text{Pemakaian Bahan Sebenarnya Per Periode} \times (\text{Kcal})} \times 100\% \quad (6)$$

g. *Faktor Ketersediaan (Availability Factor)*

Merupakan perbandingan antara daya yang tersedia unit pembangkit pada waktu tertentu dengan daya mampu netto unit pembangkit tersebut.

$$AF = \frac{\text{Daya tersedia unit pembangkit (MW)}}{\text{DMN Unit Pembangkit MW}} \quad (7)$$

h. *Efisiensi Mesin*

Merupakan rasio energi yang dikeluarkan (atau kerja yang dilakukan) oleh mesin dengan energi yang dibutuhkan (atau kerja yang dibutuhkan) untuk mengoperasikannya (yaitu, output energi/input energi).

Menyatakan perbandingan daya output dengan daya input dengan persamaan 8 sebagai berikut:

$$\eta_{\text{mesin}} = \frac{P_{\text{Out}}}{P_{\text{In}}} = \frac{P_{\text{out}} - P_{\text{loss}}}{P_{\text{in}}} = 1 - \frac{P_{\text{loss}}}{P_{\text{in}}}$$

Bila dinyatakan dalam prosen maka,

$$\eta_{\text{mesin}} = \frac{P_{\text{Out}}}{P_{\text{In}}} \times 100\% \quad (8)$$

2) *Keandalan*

Keandalan merupakan suatu indikator tingkat kemampuan, kelancaran, ketahanan maupun keamanan suatu SPD dalam operasinya untuk memproduksi tenaga listrik (KWh) sesuai keperluan / target yang telah direncanakan[8].

a) *Faktor Jumlah Gangguan (Outage Factor)*

Jumlah gangguan merupakan kumulatif dari gangguan - gangguan yang telah terjadi dalam periode tertentu. Ukuran sering tidaknya unit pembangkit mengalami gangguan dinyatakan dengan Force Outage Rate disingkat FOR dan secara matematis ditulis persamaan 9 sebagai berikut:

$$FOR = \frac{\text{Jumlah jam unit terganggu}}{\text{Jumlah jam Unit Beroperasi} + \text{jumlah jam unit terganggu}} \quad (9)$$

b) *Faktor Keluar (Force Outage Factor)*

Jam keluar suatu SPD ialah jumlah waktu dari suatu SPD yang sedang beroperasi terpaksa distop karena ada gangguan. Keterpaksaan keluar dari perusahaan SPD dinyatakan tidak layak operasi selanjutnya perlu mengalami pemeliharaan.

$$FOF = \frac{\text{Jam keluar karena gangguan per periode}}{\text{Jam periode}} \times 100\% \quad (10)$$

c) *Faktor ketersediaan Operasi (Operating Availability Factor)* adalah waktu jam siap suatu SPD dapat dioperasikan (jam operasi + jam stand by) dalam suatu periode dibagi jam periode (8760 jam).

d) *Faktor Ketersediaan Unit Pembangkit (Equivalent Availability Factor EAF)*

Faktor ketersediaan unit pembangkit listrik adalah jumlah waktu yang mampu menghasilkan listrik selama jangka waktu tertentu, dibagi dengan jumlah waktu dalam periode tersebut. Lebih detailnya lihat pada rumus berikut ini:

$$EAF = \frac{AH - (EFDH + EPDH)}{\text{Jam periode PH (8760)}} \times 100\% \quad (11)$$

e) *Ketidaksiapan Unit Pembangkit (Equivalent Forced Outage Rate (EFOR))*

Merupakan salah satu indeks kinerja pembangkit listrik. EFOR menunjukkan kuantitas (%) unit pembangkit keluar dari sistem atau memenuhi sistem (derating). Mengukur tingkat ketidaksiapan unit pembangkit karena adanya keluar paksa yang disebabkan oleh gangguan peralatan (*Outage*) dan derating.

$$EFOR = \frac{EFDH + FOHD}{SH + FOHD + EFDH} \times 100\% \quad (12)$$

II. METODE PENELITIAN

A. *Lokasi Penelitian*

Penelitian ini dilakukan di PLTD Waena, Kota Jayapura. Adapun waktu yang dialokasikan adalah selama 2 bulan terhitung dari keluarnya ijin penelitian.

B. *Populasi dan Sampel*

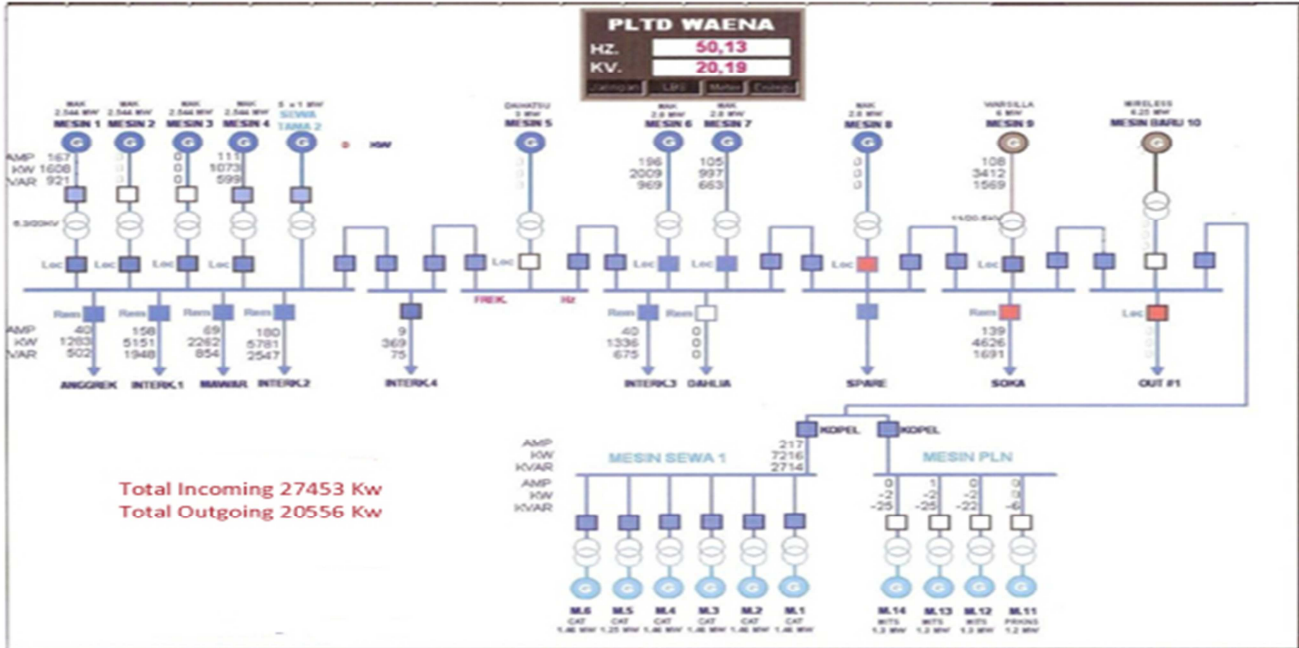
Populasi data dalam penelitian ini merujuk pada penunjukkan pada unjuk kerja pembangkit selama periode 1 tahun yaitu 2018. Baik itu penggunaan bahan bakar HSD, Minyak Pelumas, Penggunaan panas kalori dan energi listrik dihasil setiap bulan pada tahun 2018.

Kegiatan utama pembangkit listrik Waena adalah memproduksi energi listrik dengan sistem pembangkit listrik tenaga diesel. Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) merupakan sistem pembangkit tenaga listrik yang memanfaatkan mesin diesel sebagai penggerak utama. Mesin ini beroperasi melalui proses pembakaran antara bahan bakar

dan udara di dalam silinder. Pada proses pembakaran dihasilkan tenaga gerak yang menjalankan generator listrik untuk menghasilkan energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan dikendalikan melalui panel kontrol dilengkapi sistem proteksi dan penyaluran ke pelanggan melalui sistem interkoneksi dengan (PLTD Yarmokh, PLTD Sentani, PLTD Arso, PLTA Orya Genyem dan PLTU Holtekamp)[9].

C. Teknik Pengumpulan data

Digunakan dalam penelitian yaitu observasi, pengamatan langsung keadaan dimana dalam pengoperasian dan mencatat langsung beban hari setiap mesin. Adapun data – data yang dikumpulkan pada penelitian ini terdapat pada tabel.



Gambar 6. Single Line Diagram PLTD Waena

TABEL I.
DAFTAR INVENTARIS PEMBANGKIT LISTRIK PLTD WAENA

PT PLN(Persero)		DAFTAR INVENTARISASI PEMBANGKIT LISTRIK PLTD WAENA 2018																		
SEKTOR PAPIA DAN PAPIA BARAT																				
NO	NO	NO.	PENGGERAK				GENERATOR				TERPSG	MAMPU	BEBAN	KET.						
			URUT	KIT/SENTRAL	URUT	MSN	MERK	TYPE	NOSERIE	HP					RPM	THN	MERK	TYPE	NOSERIE	VOLT
I. SISTEM JAYAPURA																				
1	PLTD WAENA	1	1	M A K	8M 453 AK	26829	3,411	600	1986	SIEMENS	1FC 7809 3 HA63Z	D-8662606201	6,300	3,180	0.8	2,544	2,162	2,100	0.8	Operasi
2		2	2	M A K	8M 453 AK	26830	3,411	600	1986	SIEMENS	1FC 7809 3 HA63Z	D-8662606202	6,300	3,180	0.8	2,544	2,162	2,100	82.5	Operasi
3		3	3	M A K	8M 453 AK	26831	3,411	600	1986	SIEMENS	1FC 7809 3 HA63Z	D-8662606203	6,300	3,180	0.8	2,544	0	0	0	Overhaul
4		4	4	M A K	8M 453 AK	26832	3,411	600	1998	SIEMENS	1FC 1804-3HC63-Z	GB 98000161/0037	6,300	3,180	0.8	2,544	2,162	2,050	80.6	Operasi
5		5	5	DAIHATSU	11 DS 32	DV 632 Z0040	4,023	600	1995	SHINKO ELECTRIC	1FC 1804-3HC63-Z	GB 98000162/0038	6,300	3,750	0.8	3,000	0	0	0	Gangguan
6		6	6	M A K	8M 453 C	27184	3,848	600	1994	SIEMENS PINDAD	FVL-IK-1800-T	U-091171001	6,300	3,500	0.8	2,800	0	0	0	Overhaul
7		7	7	M A K	8M 453 C	27183	3,848	600	1993	SIEMENS PINDAD	FVL-IK-1800-T	U-091171002	6,300	3,500	0.8	2,800	2,379	2,150	76.8	Overhaul
8		8	8	M A K	8M 453 C	27284	3,848	600	1998	SIEMENS PINDAD	AA27185001	16185 - 01	6,300	3,500	0.8	2,800	0	0	0	Operasi
9		9	9	WARTSILA	18V32	5605	8,046	750	1999	PINDAD electric	18V32	5605/157821	6,300	7,500	0.8	6,000	0	0	0	Operasi
10		10	10	MIRBLEES	2KV MAJOR MK	IH 10682	8,381	750	1999	LEROY SOMER	LSA-60-90-10-10P	600557.1	6,300	7,812	0.8	6,000	5,000	4,000	66.7	Operasi
											TOTAL JUMLAH PLTD WAENA		33,576	13,865	12,400	36.9				

TABEL II
DATA REKAPITULASI HASIL UNJUK KERJA PEMBANGKIT PLTD WAENA



REKAPITULASI PENGUSAHAAN TAHUN 2018																								
DATA PEMBANGKIT						DATA PENGUSAHAAN						DATA KINERJA												
NO.	JMH	JMH	MSN	MERK	TYPE	NO.SERIE	PROD. ENERGI LISTRIK (KWH)	PEM. SENDIRI (KWH)	(%)	PEMAKAIAN BBM (LTR)	S F C (LTR/KWH)	S L C (LTR/KWH)	TARA KALOR (KCAL/KWH)	JAM OPS. (JAM)	JAM SIAJ OPERASI (JAM)	JAM HAR. (JAM)	JAM GANGG. (JAM)	C F (%)	O F (%)	S F (%)	S O F (%)	E F O R (%)	E A F (%)	
I	PLTD WAENA																							
1	1	1	M A K	8M 453 AK		26829	5,389,185	242,218	4.50	HSD 11,802,164	3,199.000	24,750,128.000	26,536	3,972	3,263	205	1,344	41.44	53.33	109.60	5.66	26.19%	62.22	
2	2	2	M A K	8M 453 AK		26830	7,621,445	298,327	3.91	HSD 8,819,348	3,223.000	31,648,326.000	29,209	5,179	3,046	401	158	58.60	57.85	142.91	11.07	26.25%	68.27	
3	3	3	M A K	8M 453 AK		26831	0	0	-	HSD 0	#DIV/0!	0.000	#DIV/0!	0	0	3,600	744	0.00	0.00	0.00	99.34	50.00%	0.00	
4	4	4	M A K	8M 453 C		26832	6,381,820	300,881	4.71	HSD 13,163,607	2,689.000	27,702,551.000	29,275	4,056	4,218	201	309	49.07	61.85	111.92	5.55	20.85%	71.25	
5	5	5	DAIHATSU	12 DS 32	DV 632 Z 0040		0	0	-	HSD 0	#DIV/0!	0.000	#DIV/0!	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	
6	6	1	M A K	8M 453 C		27184	0	0	-	HSD 0	#DIV/0!	0.000	#DIV/0!	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	
7	7	2	M A K	8M 453 C		27183	10,000,539	332,654		HSD 12,334,682	2,859.000	18,723,341.000	28,183	2,205	2,589	160	24	69.87	161.98	60.84	4.42	19.70%	78.47	
8	8	3	M A K	8M 453 C		27264	0	0	-	HSD 0	#DIV/0!	0.000	#DIV/0!	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	
9	9	1	WARTSILA	18V32		5605	0	0	-	HSD 0	#DIV/0!	0.000	#DIV/0!	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	
10	10	1	MIRLESS	KV12MAJOR	IH10682		1,370,670	123,412	9.00	HSD 8,532,220	169.000	42,225,313.000	17,390	249	5,222	2,972	72	4.47	91.74	6.87	82.01	0.00%	50.22	
TOTAL JUMLAH PLTD WAENA :							30,763,659	1,297,592	4.22	HSD 54,652,021	14,744.000	156,698.000	133,576	15,661	18,338	7,539	2,651	22.35	42.68	43.21	20.80	17.35%	61.33	

TABEL III
DATA ENERGI LISTRIK DIHASILKAN PERBULAN



ENERGI DIBANGKIT (KWH)

TAHUN 2018																			
DATA PEMBANGKIT						JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGUST	SEPT	OKT	NOP	DES	TOTAL	
NO.	JMH	JMH	MSN	MERK	TYPE	NO.SERIE													
I	PLTD WAENA																		
1	1	1	M A K	8M 453 AK		26829	538,421	57,162	539,519	605,963	606,863	76,652	509,532	466,224	568,762	497,176	487,882	435,029	5,389,184
2	2	2	M A K	8M 453 AK		26830	588,124	496,602	698,572	676,139	766,367	748,344	684,926	755,287	538,785	582,503	499,587	586,210	7,621,445
3	3	3	M A K	8M 453 AK		26831	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	4	M A K	8M 453 AK		26832	572,834	668,024	557,276	462,985	479,045	508,034	603,203	512,751	297,207	695,881	537,135	487,446	6,381,820
5	5	5	DAIHATSU	11 DS 32	DV 632 Z 0040		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	6	6	M A K	8M 453 C		27184	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	7	7	M A K	8M 453 C		27183	368,684	636,104	880,534	804,462	638,439	835,157	888,992	1,012,677	968,926	943,711	944,133	1,078,720	10,000,540
8	8	8	M A K	8M 453 C		27284	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	9	9	WARTSILA	18V32		5605	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	10	10	MIRLEES	12KV MAJOR MK3	IH 10682		0	0	0	0	0	17,780	504,430	56,930	95,130	103,120	273,280	320,000	1,370,670
JUMLAH PLTD WAENA :							2,068,063	1,857,892	2,675,901	2,549,548	2,490,714	2,185,967	3,191,082	2,803,869	2,468,810	2,822,392	2,742,017	2,907,403	30,763,659

TABEL IV
PEMAKAIAN MINYAK PELUMAS



PEMAKAIAN MINYAK PELUMAS (LTR)

NO.	JMH	JMH	DATA PEMBANGKIT			TAHUN 2018															
			URT	KIT/SENTRAL	UNIT	MSN	MERK	TYPE	NO.SERIE	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGUST	SEP	OKT	NOP	DES
I. SISTEM JAYAPURA																					
1	1	1	M A K	8M 453 AK	26829	200	200	1,200	300	400	205	4,305	615	1,200	300	500	1,500	10,925			
2	2	2	M A K	8M 453 AK	26830	1,000	900	1,200	1,000	700	1,600	410	615	1,200	1,000	1,500	1,115	12,240			
3	3	3	M A K	8M 453 AK	26831	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
4	4	4	M A K	8M 453 AK	26832	545	610	1,110	400	550	1,955	820	205	1,100	200	2,200	1,000	10,695			
5	5	5	DAIHATSU	11 DS 32	DV 632 Z 004C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
6	6	1	M A K	8M 453 C	27184	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
7	7	2	M A K	8M 453 C	27183	300	1,110	1,000	400	550	750	615	820	1,000	2,000	550	1,105	10,200			
8	8	3	M A K	8M 453 C	27284	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
9	9	1	WARTSILA	18V32	5605	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10	10	1	MIRRLYES	12KV MAJOR MK3	IH 10682	0	0	0	4,000	0	0	700	0	1,300	2,500	800	100	9,400			
TOTAL JUMLAH PLTD WAENA :						2,045	2,820	4,510	6,100	2,200	4,510	6,850	2,255	5,800	6,000	5,550	4,820	53,460			

TABEL V
PEMAKAIAN PANAS KALORI



TARA KALOR (K.CALORI/KWH)

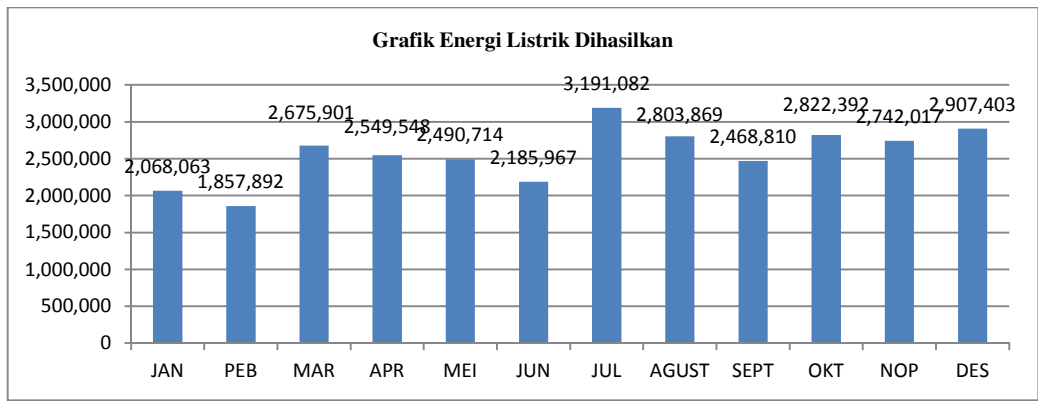
NO.	JMH	JMH	DATA PEMBANGKIT			TAHUN 2018															
			URT	IT/SENTRAL	UNIT	MSN	MERK	TYPE	NO.SERIE	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGUST	SEP	OKT	NOP	DES
I. I.																					
1	1	1	M A K	8M 453 A	26829	2,476	2,494	2,385	2,389	2,363	2,415	2,447	2,433	2,449	2,403	2,368	2,361	26,536			
2	2	2	M A K	8M 453 A	26830	2,468	2,441	2,398	2,407	2,422	2,432	2,460	2,444	2,489	2,449	2,402	2,395	29,209			
3	3	3	M A K	8M 453 A	26831	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
4	4	4	M A K	8M 453 A	26832	2,461	2,466	2,421	2,422	2,415	2,421	2,466	2,443	2,460	2,417	2,403	2,477	29,275			
5	5	1	DAIHATSU	11 DS 32V	632 Z 004C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
6	6	1	M A K	8M 453 C	27184	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
7	7	2	M A K	8M 453 C	27183	2,467	2,421	2,290	2,292	2,306	2,347	2,369	2,362	2,357	2,370	2,350	2,252	28,183			
8	8	1	M A K	8M 453 C	27284	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
9	9	1	WARTSILA	18V32	5605	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10	10	1	MIRRLYES	12KV MA.	IH 10682	0	0	0	0	0	2,628	2,542	2,587	2,563	2,583	2,539	2,488	17,390			
JUMLAH PLTD WAENA :						9,872	9,822	9,495	9,511	9,506	12,243	12,284	12,268	12,319	12,221	12,062	11,973	133,576			

TABEL VII
DATA PENGGUNAAN BAHAN BAKAR MINYA HSD

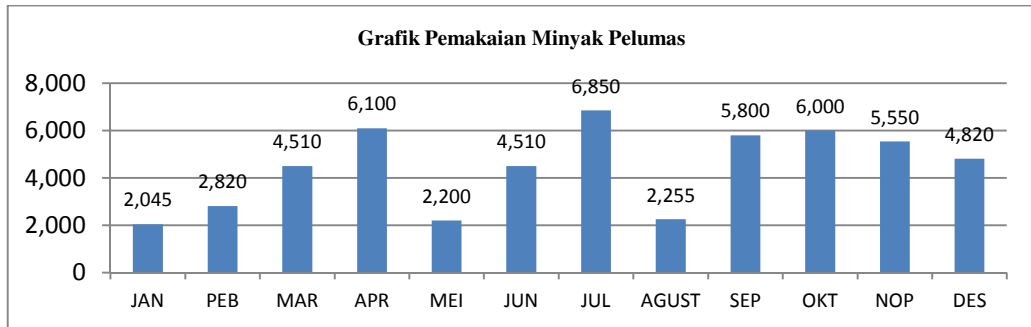


PEMAKAIAN BAHAN BAKAR HSD

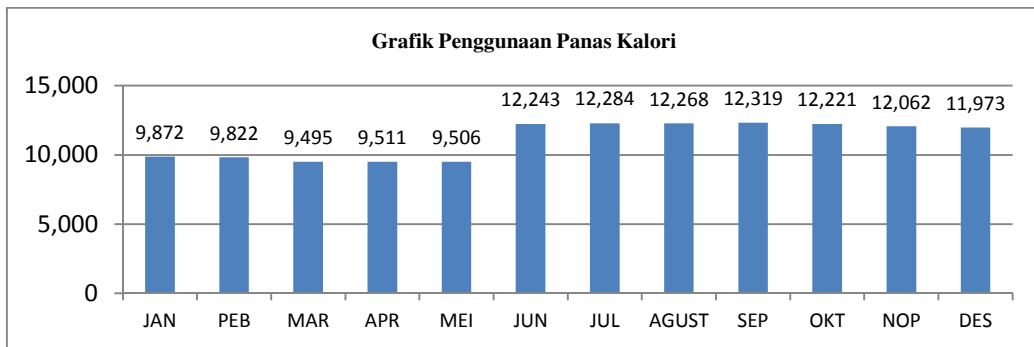
NO.	JMH	JMH	DATA PEMBANGKIT			JENIS BBM	TAHUN 2018															
			URT	I/SENTRAL	UNIT		MSN	MERK	TYPE	NO.SERIE	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGUST	SEPT	OKT	NOP	DES
I. SISTEM																						
1	1	1	M A K	8M 453 AK	26829	HSD	1,276,128	1,148,831	1,592,672	1,225,961	1,479,622	660,673	1,016,173	670,477	681,017	687,007	673,597	690,006	11,802,164			
						BIO Solar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2	2	2	M A K	8M 453 AK	26830	HSD	1,842,454	1,342,274	1,254,427	1,185,618	1,146,721	574,777	549,170	264,344	175,935	167,882	156,150	159,596	8,819,348			
						BIO Solar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
3	3	3	M A K	8M 453 AK	26831	HSD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
						BIO Solar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
4	4	4	M A K	8M 453 C	26832	HSD	1,842,454	1,548,228	1,506,720	132,193	1,620,564	1,649,295	1,577,600	1,128,124	416,340	749,437	570,322	422,330	13,163,607			
						BIO Solar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
5	5	5	DAIHATSU	12 DS 32	DV 632Z0040	HSD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
						BIO Solar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
6	6	6	M A K	8M 453 C	27184	HSD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
						BIO Solar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
7	7	7	M A K	8M 453 C	27183	HSD	1,395,014	1,176,377	1,146,911	1,091,061	1,004,814	1,010,754	953,284	953,345	741,155	952,673	1,005,565	903,729	12,334,682			
						BIO Solar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
8	8	8	M A K	8M 453 C	27284	HSD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
						BIO Solar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
9	9	9	WARTSILA	18V32	5605	HSD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
						BIO Solar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10	10	10	MIRRLYES	12KV MAJOR MK3	IH 10682	HSD	0	0	0	0	0	1,183,313	1,319,672	136,295	1,538,097	1,529,729	1,384,290	1,440,824	8,532,220			
						BIO Solar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
JUMLAH PLTD WAENA :							HSD	6,356,050	5,215,710	5,500,730	3,634,833	5,251,721	5,078,812	5,415,899	3,152,585	3,852,544	4,086,728	3,789,924	3,616,485	54,652,021		



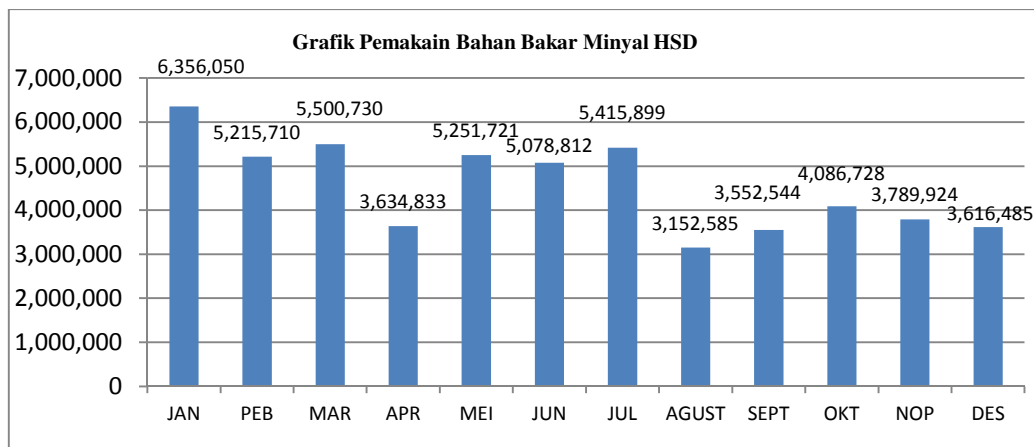
Gambar 1. Grafik Energi Listrik Dihasilkan



Gambar 2. Grafik Pemakaian Minyak Pelumas



Gambar 3. Grafik Penggunaan Panas Kalori



Gambar 4. Grafik Pemakaian Bahan Bakar Minyak HSD

Berdasarkan data gambar 1 dan tabel I. Data daftar inventarisasi peralatan pembangkit listrik tenaga diesel dan gambar I *single Line Diagram* pembangkit listrik tenaga diesel PLTD Waena.

Berdasarkan data tabel II data total rekapitulasi hasil unjuk kerja pembangkit listrik tenaga diesel waena, periode 1 tahun untuk tahun 2018.

Berdasarkan data tabel III dan gambar 1. Data energi listrik dihasilkan per bulan. Energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga diesel Waena sebesar 30.763.659 Kwh/tahun.

Berdasarkan data tabel IV dan gambar 2. Data pemakaian minyak pelumas pada pembangkit listrik tenaga diesel waena, dalam memproduksi energi listrik.

Berdasarkan data tabel V dan gambar 3. Data penggunaan panas kalori, dimana besarnya pemanfaatan energi panas yang tersimpan dalam bahan bakar untuk mengubah menjadi daya efektif oleh mesin pembakaran dalam.

Berdasarkan data tabel VI dan gambar 4. Data pemakaian bahan bakar minyak dalam proses pembangkitan energi listrik pada PLTD waena. Dimana pada tabel VI dapat memperlihatkan jumlah pemakaian bahan setiap bulan untuk memproduksi energi listrik.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perhitungan

Dimana perhitungan dapat dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dari, data hasil unjuk kerja sistem produksi listrik pada PLTD Waena, periode 1 tahun dapat dilihat pada tabel II, III, IV, V dan VI, dapat menghitung mengenai beberapa faktor yaitu: faktor efisiensi dan keandalan.

1) Faktor Kapasitas (*Capacity Factor*)

Berdasarkan data yang diperoleh pada tabel II dapat menghitung berdasarkan persamaan (1).

$$CF = \frac{\text{Produksi Energi Listrik Per periode}}{\text{Kapasitas Unit Terpasang X Jam periode}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\begin{aligned} CF &= \frac{30.763.659}{16.432 \times 8760} \times 100\% \\ &= \frac{30.763.659}{143.944.320} \times 100\% \\ &= 21.37\% \end{aligned}$$

2) Faktor Produktivitas (*Output Factor*)

Berdasarkan data tabel II. Data produksi tenaga/energi listrik bruto (KWh) yang dibangkitkan generator dalam kurun waktu tertentu (per periode) dengan, kapasitas / daya terpasang dan jam kerjanya pada persamaan (2).

$$OF = \frac{\text{KWH Produksi Bruto}}{\text{Kapasitas Unit Terpasang X Jam periode}} \times 100\% \quad (2)$$

$$OF = \frac{30.763.659}{16.432 \times 15.661} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} &= \frac{30.763.659}{257.351.552} \times 100\% \\ &= 11.95\% \end{aligned}$$

3) Faktor Beban (*Load Factor*)

Faktor beban merupakan nilai atau angka perbandingan / pembagian antara produksi tenaga listrik (KWh) seluruh (bruto) dan beban tertinggi selama periode pada persamaan (3)

$$LF = \frac{\text{KWH Produksi Bruto Per periode}}{\text{Beban Tertinggi Per Periode X Jam periode}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\begin{aligned} LF &= \frac{30.763.659}{12.400 \times 8760} \times 100\% \\ &= \frac{30.763.659}{108.624.000} \times 100\% \\ &= 28.32\% \end{aligned}$$

4) Konsumsi BBM SFC (*Specific Fuel Oil Consumption*)

Berdasarkan pada data tabel VI dan gambar 4 dapat menghitung pemakaian bahan bakar dengan persamaan (4).

$$SFC = \frac{\text{Pemakaian bahan bakar per periode}}{\text{KWh Produksi per periode}} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} CF &= \frac{69.396.021}{30.763.659} \\ &= 2,255 \text{ ltr/Kwh} \end{aligned}$$

5) Pemakaian Minyak Pelumas Spesifik (*Specific Lub Oil Consumption*)

Berdasarkan data tabel III pemakaian minyak pelumas dapat menghitung dengan persamaan (5).

$$SLC = \frac{\text{Pemakaian Minyak Pelumas per periode}}{\text{Kwh Produksi per periode}} \times 100\% \quad (5)$$

$$\begin{aligned} SLC &= \frac{156.751.460}{30.763.659} \times 100\% \\ &= 5,095 \text{ ltr/kwh} \end{aligned}$$

6) Efisiensi Thermal (*Thermal Efficiency*)

Berdasarkan data tabel V dan gambar 3. Merupakan ukuran besarnya pemanfaatan energi panas yang tersimpan dalam bahan bakar untuk mengubah menjadi daya efektif oleh mesin pembakaran dalam dengan persamaan (6)

$$= \frac{\text{Kwh Produksi Bruto Per Periode X Jam Periode}}{\text{P. Bahan Sebenarnya Per Periode X (Kcal)}} \times 100\% \quad (6)$$

$$\begin{aligned} &= \frac{30.763.659 \times 8760}{30.763.659 \times 133.576} \times 100\% \\ &= \frac{269.489.652.840}{4.109.286.514} \times 100\% \\ &= 65\% \end{aligned}$$

7) Efisiensi mesin

Berdasarkan data pada gambar I Menyatakan perbandingan daya output dengan daya input, sehingga untuk mengetahui efisiensi mesin tersebut, menggunakan persamaan (7).

$$\eta_{\text{mesin}} = \frac{P_{\text{Out}}}{P_{\text{In}}} = \frac{P_{\text{out}} - P_{\text{loss}}}{P_{\text{In}}} = 1 - \frac{P_{\text{loss}}}{P_{\text{In}}}$$

Bila dinyatakan dalam prosen maka,

$$\begin{aligned} \eta_{\text{mesin}} &= \frac{P_{\text{Out}}}{P_{\text{In}}} \times 100\% & (7) \\ &= \frac{20566}{27453} \times 100\% \\ &= 74.9\% \end{aligned}$$

8) *Faktor Jumlah Gangguan (Outage Factor)*

Ketidaknormalan kondisi pembangkit pada saat beroperasi yang kemungkinan trip (stop secara otomatis) atau harus di stop keluar dari pembangkitan untuk pemeriksaan dan perbaikan. menggunakan persamaan (8).

$$\begin{aligned} \text{OF} &= \frac{\text{Jumlah Jam unit terganggu}}{\text{Jumlah jam unit beroperasi} \times \text{Jumlah jam gangguan}} & (8) \\ \text{LF} &= \frac{2.651}{15.661 + 2.651} \times 100\% \\ &= \frac{30.763.659}{108,624,000} \times 100\% \\ &= 14,476 \text{ Jam} \end{aligned}$$

9) *Faktor Keluar (Force Outage Factor)*

Merupakan jumlah waktu dari suatu pembangkit yang beroperasi terpaksa distop karena adanya gangguan. Untuk menghitung faktor keluar menggunakan persamaan (9).

$$\begin{aligned} \text{FOF} &= \frac{\text{Jumlah jam keluar karena gangguan (FOH)}}{\text{Jam periode (PH)}} \times 100\% & (9) \\ \text{LF} &= \frac{2.651}{8760} \times 100\% \\ &= 30,26\% \end{aligned}$$

10) *Faktor Ketersediaan Operasi (Operating Availability Factor)*

Waktu yang tersedia oleh suatu pembangkit dalam kondisi siap di operasikan, kapan saja diperlukan untuk pembangkitan tenaga listrik. Menggunakan persamaan (10)

$$\begin{aligned} \text{OAF} &= \frac{\text{Jam operasi} + \text{jam Stand By}}{\text{Jam periode (PH)}} \times 100\% & (10) \\ \text{OAF} &= \frac{15.661 + 18.338}{8760} \times 100\% \\ &= \frac{33.999}{8760} \times 100\% \\ &= 38,81\% \end{aligned}$$

11) *Faktor Ketersediaan Unit Pembangkit Equivalent Availability Factor (EAF)*

Keadaan dimana unit pembangkit dapat dioperasikan. Menggunakan persamaan (13).

$$\begin{aligned} \text{EAF} &= \frac{AH - (EFDH + EPDH)}{\text{Jam periode PH (8760)}} \times 100\% & (11) \\ \text{EAF} &= \frac{204.335 - 5.279}{8760} \times 100\% \\ &= \frac{209.614}{8760} \times 100\% \\ &= 38,81\% \end{aligned}$$

12) *Faktor ketidaksiapan unit (Equivalent Forced Outage Rate (EFOR))*

Keadaan dimana unit pembangkit tidak dapat di operasikan karena adanya gangguan/Outage dan pemeliharaan. menggunakan persamaan (12).

$$\begin{aligned} \text{EFOR} &= \frac{EFDH + FOHD}{SH + FOHD + EFDH} \times 100\% & (12) \\ \text{EFOR} &= \frac{5.279 + 2.651}{15.661 + 2.651 + 5.279} \times 100\% \\ \text{EFOR} &= \frac{7.930}{23.591} \times 100\% \\ &= 33.61\% \end{aligned}$$

B. *Analisis Unjuk Kerja Pembangkit*

Analisis unjuk kerja (*Performance*) sistem produksi listrik pada PLTD Waena dipengaruhi oleh, beberapa faktor seperti faktor kapasitas, faktor produktivitas, faktor beban, faktor konsumsi minyak, efisiensi thermal, efisiensi mesin, faktor jumlah gangguan, faktor keluar, dan faktor ketersediaan operasi dan lain sebagainya. Untuk nilai keefisienan dan keandalan tergantung pada faktor diatas, semakin baik nilai efisiensi dan keandalan maka semakin baik unjuk kerja pembangkit sistem produksi listrik. [10]

Dalam SPLN 111 - 4 - 1995 tersebut diberikan batasan-batasan nilai/harga yang wajar. sehingga berdasarkan standar diatas hasil perhitungan unjuk kerja Pembangkit PLTD Waena dapat (dikategorikan tidak menguntungkan) karena nilai - nilai yang didapatkan dibawah standar PLN untuk PLTD yaitu:

Faktor kapasitas : dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa faktor kapasitas PLTD Waena 21,37% ini dibawah (Standar PLN untuk PLTD berkisar antara 55 - 65%).

Faktor produktivitas : dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa pembangkit listrik PLTD Waena untuk faktor produktivitas 11,95%. Masih dibawah standar (faktor produktivitas secara normal antara 65 - 85% dalam waktu periode 1 tahun).

Faktor beban : dari hasil perhitungan faktor beban dapat dilihat bahwa pembangkit listrik PLTD Waena untuk faktor beban dibawah standar juga yaitu 28,32%. (Secara normal faktor beban antara 55 - 74% dalam periode 1 tahun).

Konsumsi bahan bakar minyak SFC: dari hasil perhitungan konsumsi bahan bakar minyak SFC mencapai 2,225 lt/kwh. Sebagai tolok ukur (pedoman) besarnya nilai konsumsi bahan bakar spesifik mengacu pada standard PLN (SPLN. 79 : 1987).

Efisiensi mesin : dari hasil perhitungan nilai efisiensi

didapatkan 74,9%.

Peralatan lain: Dari hasil pengambilan data peralatan yang ada di pembangkit listrik tenaga diesel PLTD Waena sebagian besar peralatan mengalami penurunan (*Performance*) yang diakibatkan karena kurangnya perawatan dan usia sebagian sudah melebihi batas usia ekonomis. Kondisi ini akan mempengaruhi unjuk kerja (*Performance*) sistem produksi listrik pada PLTD Waena dan kenyamanan kerja karyawan. Karena dari 10 unit mesin pembangkit yang terpasang dengan daya 33.576 Kw hanya 5 unit mesin yang bekerja atau dapat dioperasikan, sedangkan 5 unit mesin lainnya mengalami gangguan atau Overhaul.

Hal inilah yang menyebabkan sehingga pembangkit listrik tenaga diesel PLTD Waena hasil unjuk kerja masih dibawah standar PLN untuk PLTD, hasil unjuk kerja (*Performance*) sistem produksi listrik untuk periode 1 tahun PLTD Waena menghasilkan energi listrik sebesar 30,763,659 kWh/thn.

A. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari pembahasan data analisis unjuk kerja (*Performance*) Sistem Produksi Listrik pada PLTD Waena dapat disimpulkan bahwa:

Pengoptimalan kondisi PLTD Waena dengan mengoptimalkan setiap unit yang disesuaikan dengan karakteristik dan tiap unit yang bekerja. Kondisi ini akan mempengaruhi unjuk kerja (*Performance*) sistem produksi listrik pada PLTD Waena dan kenyamanan kerja karyawan. Karena dari 10 unit mesin pembangkit yang terpasang dengan daya 33.576 Kw hanya 5 unit mesin yang bekerja dengan daya sebesar 16,432 Kw yang dapat dioperasikan, sedangkan 5 unit mesin lainnya dengan daya sebesar 17,144 Kw mengalami gangguan atau Overhaul.

Untuk mendapatkan atau memperoleh nilai hasil produksi listrik sesuai dengan karakteristik setiap unit yang bekerja, sehingga hasil produksi listrik periode 1 tahun pada PLTD Waena menghasilkan sebesar 30,763,659 Kwh/thn. Dan nilai hasil perhitungan didapatkan nilai tidak sesuai dengan standart pada SPLN 111 - 4 - 1995. Ini dikarenakan kurang optimalnya mesin yang beroperasi dan sering mengaalami gangguan dan overhaul sehingga berpengaruh pada kwh produksi yang dihasilkan setiap bulan.

B. Saran

Adapun beberapa saran yang dapat diberikan dari hasil pembahasan ini adalah perawatan rutinitas (*Maintenance routine*) harus dilakukan setiap hari untuk menjaga kehandalan/performa dari unjuk kerja sistem produksi listrik. Diharapkan juga adanya sikap yang konsisten dalam menentukan jadwal perawatan harian, karena dapat mempengaruhi *performance* dari sistem yang digunakan. Sebaiknya dapat menggantikan peralatan yang umurnya sudah tua dari usia ekonomis yang masih saja digunakan.

V. KUTIPAN

- [1] A. S. Fofiet, *Standart Operation Procedure (SOP) Prosedur tetap peroperasi bersama system kelistrikan Jayapura PT. PLN (Persero) WP2B, Pusat Listrik Jayapura Unit PLTD Waena*. 2017, 2017.
- [2] S. Nafis, "Evaluasi Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro," *Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan*, vol. 11, 2012.
- [3] D. D. Prayogo, *Laporan Pusat listrik Waena semester I. Waena _ Jayapura*, 2017.
- [4] H. Ramadan, *Pengertian Pembangkit Listrik Tenaga Diesel*. Malang, 2018.
- [5] A. Yudha, *komponen-Utama-PLTD*. Jakarta, 2012.
- [6] E. Widagdo, "Optimasi Pola Pembebanan Daya Mesin Pembangkit Listrik Tenaga Diesel SWD 16 TM 410 Terhadap Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar," *J. Elka*, vol. 5, p. 2.
- [7] A. S. Fafiet, *PT PLN (Persero) pusat pendidikan dan Pelatihan Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Diesel*. Jayapura, 2018.
- [8] S. Chaniago, "Studi Keandalan Ketersediaan Daya PLTD Pada Jaringan Listrik Daerah," *Elkomika*, vol. 10, no. 2338–8323, p. 93, 2013.
- [9] M. Reynaldi, *PT PLN (Persero) Pusat Pendidikan dan Pelatihan Pengoperasian Pembangkit Listrik Tenaga Diesel*. Jayapura, 2018.
- [10] I. G. K. Putra, I. G. B. W. Kusuma, and I. M. D. Budiana Penindra, "A Analisis Kinerja PLTD Dual-Fuel Di PT. Indonesia Power UBP Bali," *J. METTEK*, vol. 5, no. 1, p. 1, 2019.

TENTANG PENULIS



Penulis bernama Anton Ilintamon dan merupakan anak kedua dari pasangan Antreas Ilintamon dan Efina silak, lahir di Waniok pada tanggal 13 November 1995. Penulis mulai menempuh pendidikan di sekolah dasar SD YPK Waniok (2003 – 2008). Kemudian melanjutkan studi tingkat pertama di SMP YPK Betlehem Wamena (2008 – 2010) dan selanjutnya saya menempuh pendidikan tingkat atas di SMA YPK Betlehem Wamena (2011– 2014). Setelah itu, di tahun 2014 penulis melanjutkan pendidikan ke salah satu perguruan tinggi yang berada di Manado yaitu, Universitas Sam Ratulangi Manado, dengan mengambil Program Studi S-1 Teknik Elektro di Jurusan Elektro Fakultas Teknik.