

Upaya Meningkatkan Efisiensi PLTU Unit 5 PT. PJB Muara Karang Dengan Metode Audit Energi

Rio Afianda¹; Kartika Tresya Mauriraya²; Nurmiati Pasra³

^{1, 2, 3} Sekolah Tinggi Teknik PLN

¹ rio@sttpln.ac.id

ABSTRACT

Energy Audit is an act of checking and testing energy used in an activity to obtain energy usage data, as input and advice in the form of corrective actions with the aim of achieving energy use efficiently, where as much as possible the same output can be obtained by using more energy little, or by reducing consumption and activities that use energy. PLTU unit 5 PT. PJB Muara Karang which has been operating for approximately 35 years has experienced a significant gap performance towards commissioning (new and clean condition) so that an identification effort is needed to narrow the gap performance.

Keywords: PLTU, Commissioning, Audit Energy

ABSTRAK

Audit Energi adalah tindakan pemeriksaan dan pengujian terhadap energi yang digunakan dalam suatu kegiatan untuk mendapatkan data pemakaian energi, sebagai bahan masukan dan saran berupa tindakan perbaikan dengan tujuan agar dapat dicapainya penggunaan energi secara efisien, dimana semaksimal mungkin output yang sama dapat diperoleh dengan menggunakan energi lebih sedikit, ataupun dengan mengurangi konsumsi dan kegiatan yang menggunakan energi. PLTU unit 5 PT. PJB Muara Karang yang telah beroperasi selama kurang lebih 35 tahun mengalami gap performance yang cukup signifikan terhadap commissioning (new and clean condition) sehingga diperlukan suatu upaya identifikasi untuk mempersempit gap performance tersebut.

Kata kunci: PLTU, Commissioning, Audit Energy

1. PENDAHULUAN

Audit energi dapat didefinisikan sebagai suatu proses untuk mengevaluasi kebutuhan energi dan mengidentifikasi peluang untuk mengurangi konsumsi energi pada suatu bangunan, pabrik, proses, atau kegiatan [1]. Audit energi terdiri dari rincian dan evaluasi bagaimana semua fasilitas menggunakan energi, dan apakah penggunaan energi tersebut mengeluarkan biaya. Kemudian pada akhirnya memberikan solusi agar sebuah sistem dapat melakukan konsumsi energi lebih efektif dan menghemat penggunaan biaya.

Pusat Pembangkit listrik Muarakarang merupakan salah satu industri pembangkitan listrik di Indonesia yang terdiri dari Unit PLTU dengan kapasitas terpasang 200 MW, dan telah beroperasi penuh sejak 1981. Pengujian awal untuk mengidentifikasi efisiensi dari masing-masing entitas unit sebagai data awal (*new and clean condition*) dari performance unit telah dilakukan pada awal pengoperasian, dan seiring dengan banyaknya frekuensi gangguan yang terjadi pada masing-masing unit sehingga diperlukan upaya identifikasi untuk mengetahui seberapa besar penyusutan energi yang terjadi sejak awal pengoperasian dan peluang penghematan energi serta perbaikan yang dapat diimplementasikan untuk mendekati keadaan awal yaitu *new and clean*. PT PJB Unit Pembangkitan Muara Karang merupakan salah satu unit pembangkitan dari PT PJB yang berlokasi di wilayah DKI Jakarta. Mengelola asset pembangkit dengan kapasitas sebesar 1.614 MW yang terdiri dari PLTU 2 x 200 MW, PLTG 3 x 107 MW, PLTG 2 x 250 MW, STG 1 x 185 MW serta STG 3 x 70 MW.

Adapun tujuan dari pelaksanaan audit energi antara lain adalah: (1) mencegah pemborosan tanpa mengurangi keandalan pembangkit, (2) Memberikan masukan kepada manajer energi tentang peluang peluang penghematan energy yang dapat dilakukan pada masing-masing unit PLTU Muarakarang, (3) untuk mengetahui kinerja pemanfaatan energi dan faktor yang mempengaruhinya, (4) untuk mengetahui potensi penghematan dan kelayakan energi, (5) untuk membuat rekomendasi perbaikan kirja industry, (6) Identifikasi awal untuk improvement Operasi dan Pemeliharaan, (7) Identifikasi awal dan perbaikan untuk alat ukur / instrumen yang rusak. Sedangkan manfaat audit energi sendiri adalah: (1) saving in money, (2) Environmental protection, dan (3) Sustainable development.

2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

2.1. Audit Energi

Audit Energi adalah salah satu klausul dalam ISO 50001 tentang manajemen energi. Audit energi dapat membantu menejer energi dalam menentukan kebijakan untuk mengidentifikasi rugi-rugi (losses) energi, menghitung atau mengukur jumlah rugi-rugi energi, dan mencari peluang penghematan energi untuk menurunkan pemakaian sendiri dari suatu unit pembangkit. Teknik Audit Energi mengevaluasi efisiensi seluruh proses peralatan/sistem yang memerlukan energi. Orang yang melakukan Audit energy di sebut auditor energi. Auditor energi mulai audit dengan megumpulkan dan mengukur penggunaan energi dari meteran yang digunakan, menemukan semua sumber energi menuju suatu fasilitas. Kemudian auditor mengidentifikasi aliran energi setiap peralatan pengguna energi, mengukur aliran energi tersebut ke dalam fungsi diskret, mengevaluasi efisiensi setiap fungsi tersebut, dan mengidentifikasi kesempatan penghematan energi dan biaya. Parameter yang digunakan untuk menentukan keberhasilan audit energi pada motor 4.16 kV adalah sebagai berikut:

- 1) Nett plant Heat Rate (NPHR) = Jumlah panas untuk 1 KWH

$$NPHR = \frac{\sum kCal Bahan Bakar}{\sum kWh \times Energi \times Listrik \times Netto} \quad (1)$$

- 2) Auxiliary Power = persen pemakaian sendiri (PS)

$$PS = \frac{pemakaian sendiri satu bulan}{total produksi satu bulan} \times 100\% \quad (2)$$

2.2. Metode Penelitian

Adapun metode penelitian yang digunakan dalam audit energi yaitu: (1) Survey kondisi, (2) membuat mandat audit, (3) Menentukan Lingkup audit, (4) Menganalisa konsumsi dan biaya energi, (5) Membandingkan kinerja energi, (6) Membuat profil penggunaan energi, (7) Membuat daftar penggunaan energi, (8) Mengidentifikasi energi management opportunities/ EMOs, (9) Assess manfaat dan penghematan, (10) Membuat laporan tindakan yang harus dilakukan. Berikut ini gambar denah PT. PJB UP Muara Karang dan tipe pembangkit Muara Kawang adalah sebagai berikut.



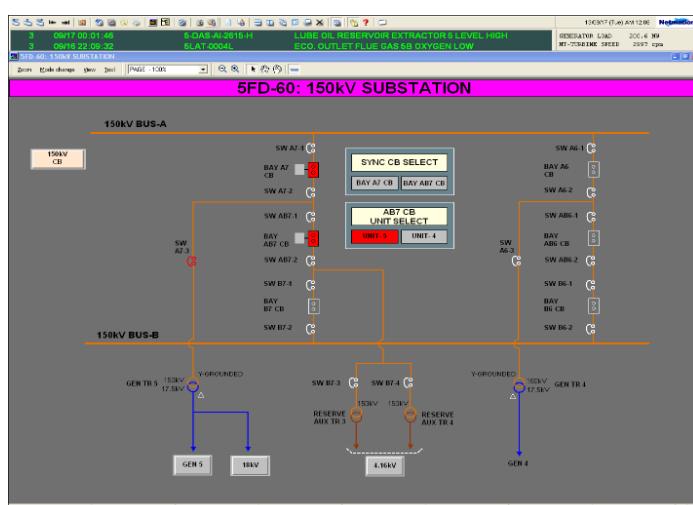
Gambar 1. Denah PT. PJB UP Muara Karang

Tabel 1. Spesifikasi Tipe Pembangkit Muara Karang

PT PJB UP MUARA KARANG								
NO	PEMBANGKIT TERPASANG	TIPE PEMBANGKIT	COD	KAPASITAS TERPASANG	DESAIN SUPLAI BAHAN BAKAR	EKSISTING SUPLAI BAHAN BAKAR	TEKANAN GAS	KEBUTUHAN KOMPRESI GAS
1	EKSISTING	Steam Power Plant	PLTU 1	1979	100 MW	MFO	Demolished on 2009	Demolished on 2009
2			PLTU 2	1979	100 MW	MFO		
3			PLTU 3	1979	100 MW	MFO		
1		Combined Cycle Power Plant	PLTU 4	1981	200 MW	MFO	HSD/GAS	350 PSI
2			PLTU 5	1982	200 MW	MFO	HSD/GAS	
3			GTG 1.1	1992	107 MW	HSD	HSD/GAS	
4			GTG 1.2	1992	107 MW	HSD	HSD/GAS	
5			GTG 1.3	1992	107 MW	HSD	HSD/GAS	
6		Combined Cycle Power Plant	STG 1.0	1995	185 MW			Tidak Diperlukan
7			GTG 2.1	2009	250 MW	GAS	GAS	
8			GTG 2.2	2009	250 MW	GAS	GAS	
9			STG 2.1	2011	70 MW			620 PSI
10			STG 2.2	2011	70 MW			
11			STG 2.3	2011	70 MW			
1	PERENCANAAN PEMBANGUNAN	Combined Cycle Power Plant	GT	2018	500 MW	GAS	GAS	620 PSI
2			ST	2018				Diperlukan

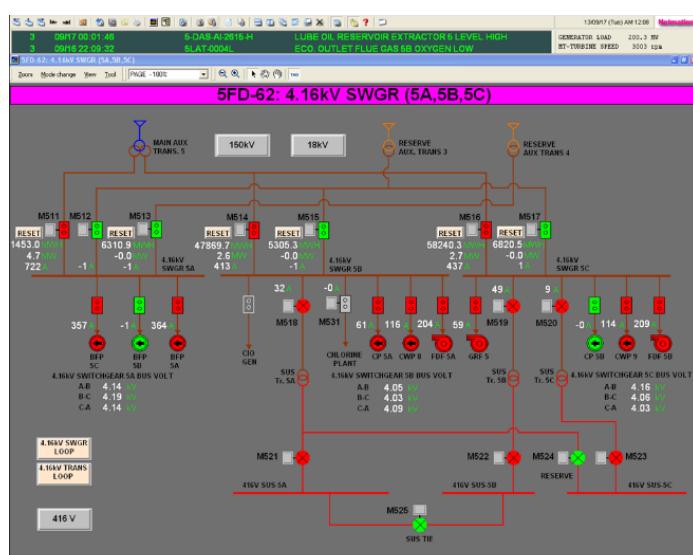
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

PLTU Muarakarang Unit 45 mempunyai kapasitas total terpasang 400 MW yang terdiri dari 2 unit steam turbine generator dengan kapasitas masing-masing 200 MW yang bekerja pada tegangan 20 kV. Output dari masing-masing generator menuju GI 150 KV melalui Main Auxiliary Transformer. Sebagian output generator diperuntukkan melayani kebutuhan didalam pembangkit melalui Main auxiliary transformer (MAT). Berikut ini merupakan gambar Sistem Kelistrikan single line PLTU Unit 5 MKR sebagaimana berikut.



Gambar 2. Sistem Kelistrikan single line PLTU 5 MRR

Pada sistem kelistrikan, audit energy difokuskan pada penggunaan sendiri energi listrik motor-motor 6.3 kV khususnya pada PLTU Muarakarang Unit 5. Metode pengumpulan data dengan melakukan pencatatan daya (kwh) secara manual pada display relay yang berada di DCS. Kemudian data hasil pencatatan akan dibandingkan dengan nilai baselinanya. Saat pengambilan data, kondisi unit 5 dengan beban 100 MW dan 150 MW. Berikut ini merupakan gambar Distribusi beban Switchgear PLTU Unit 5 MKR sebagai berikut.

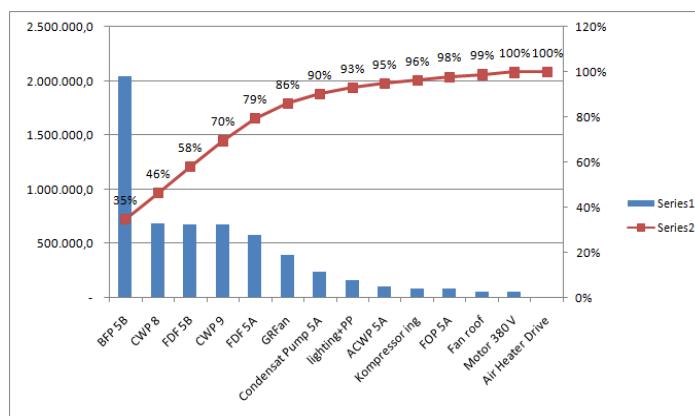


Gambar 3. Distribusi beban Switchgear PLTU Unit 5 MKR

Adapun hasil pencatatan daya (kwh) pada motor-motor unit 5 yang sedang beroperasi dan pareto motor dengan konsumsi energi pada beban 100MW dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Konsumsi energi listrik motor unit 5 100 MW

Hasil konsumsi energy listrik motor 6.3 kV dan 380 V PLTU unit 5 beban 100 MW			
BFP 5B	2,046,637.4	0.35	35%
CWP 8	685,525.6	0.12	46%
FDF 5B	682,518.1	0.12	58%
CWP 9	681,454.6	0.12	70%
FDF 5A	579,486.9	0.10	79%
GRFan	394,757.7	0.07	86%
Condensat Pump 5A	245,277.7	0.04	90%
lighting+PP	166,126.5	0.03	93%
ACWP 5A	108,053.6	0.02	95%
Kompressor ing	90,005.5	0.02	96%
FOP 5A	85,530.1	0.01	98%
Fan roof	56,072.5	0.01	99%
Motor 380 V	58,235.4	0.01	100%
Air Heater Drive	10,312.0	0.00	100%
TOTAL distribusi	5,889,993.6		
PS tercatat	6,200,000.00	310,006.43	5.26%
		susut trafo	

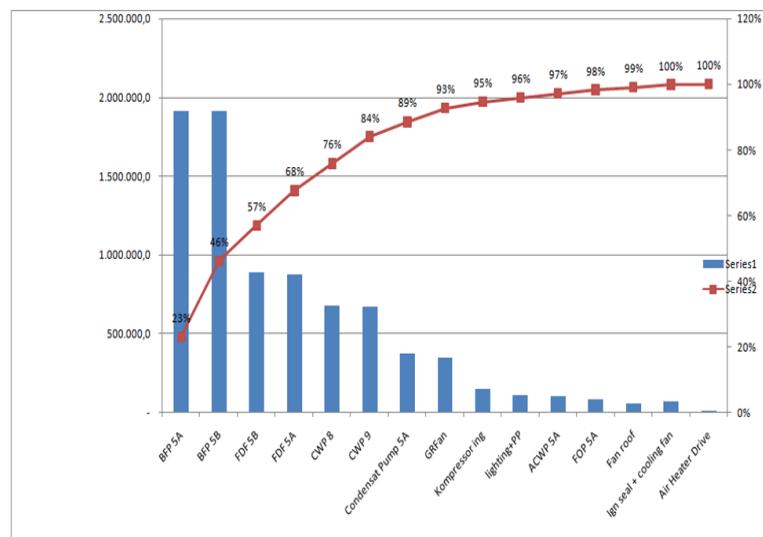


Gambar 4. Konsumsi energi listrik motor unit 5 beben 100 MW

Sedangkan untuk konsimsi energi listrik motor unit 5 beban 150 MW adalah sebagai berikut.

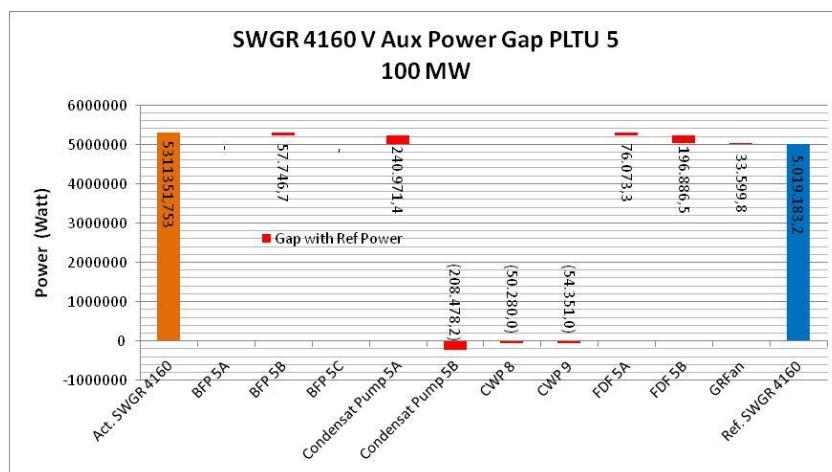
Tabel 3. Konsumsi energi listrik motor unit 5 150 MW

Hasil konsumsi energy listrik motor 6.3 kV unit 2			
BFP 5A	1,915,595.3	0.23	23%
BFP 5B	1,912,793.3	0.23	46%
FDF 5B	889,217.4	0.11	57%
FDF 5A	874,151.7	0.11	68%
CWP 8	680,871.8	0.08	76%
CWP 9	673,497.9	0.08	84%
Condensat Pump 5A	374,068.1	0.05	89%
GRFan	351,347.6	0.04	93%
Kompressor ing	153,323.7	0.02	95%
lighting+PP	108,989.9	0.01	97%
ACWP 5A	108,339.4	0.01	100%
FOP 5A	85,353.5	0.01	96%
Fan roof	57,481.9	0.01	98%
Ign seal + cooling fan	71,300.3	0.01	99%
Air Heater Drive	10,843.0	0.00	100%
TOTAL distribusi	8,267,174.7		
PS tercatat	8,200,000.00	(67,174.74)	-0.81%
		susut trafo	

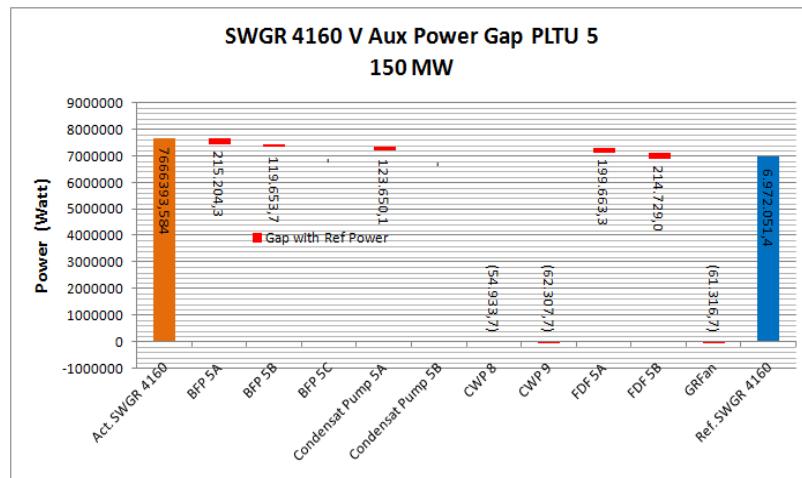


Gambar 5. Konsumsi energi listrik motor unit 5 beban 150 MW

Berdasarkan Tabel 2 dan Tabel 3 beban untuk komsumsi energy Lighting dan power panel pada malam hari naik sebesar 2 % dibanding pada siang hari yaitu sebesar 166.126,5 kw pada siang hari sebesar 108.989,9 kw.



Gambar 6. Power Gap motor unit 5 beban 100 MW



Gambar 7. Power Gap motor unit 5 beban 150 MW

Sedangkan Deviasi antara pemakaian energy listrik actual pada setiap motor dengan nilai baselinanya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Deviasi konsumsi energy listrik motor dengan base Line unit 5 beban 100 MW

PowerSource	Peralatan	P Actual	P Reference	P Losses
		Watt	Watt	Watt
SWGR4160 V	BFP 5A	-	-	-
	BFP 5B	2,046,637.4	1,988,890.7	57,746.7
	BFP 5C	-	-	-
	Condensat Pump 5A	240,971.4	-	240,971.4
	Condensat Pump 5B	-	208,478.2	(208,478.2)
	CWP 8	685,525.6	735,805.6	(50,280.0)
	CWP 9	681,454.6	735,805.6	(54,351.0)
	FDF 5A	579,486.9	503,413.6	76,073.3
	FDF 5B	682,518.1	485,631.7	196,886.5
	GRFan	394,757.7	361,157.9	33,599.8
TOTAL		5,311,351.8	5,019,183.2	292,168.5

Tabel 5. Deviasi konsumsi energy listrik motor dengan base Line unit 5 beban 150 MW

PowerSource	Peralatan	P Actual	Base line	P Losses
		Watt	Watt	Watt
SWGR4160 V	BFP 5A	1,915,595.3	1,700,391.0	215,204.3
	BFP 5B	1,912,793.3	1,793,139.6	119,653.7
	BFP 5C	-	-	-
	Condensat Pump 5A	368,918.6	245,268.5	123,650.1
	Condensat Pump 5B	-	-	-
	CWP 8	680,871.8	735,805.6	(54,933.7)
	CWP 9	673,497.9	735,805.6	(62,307.7)
	FDF 5A	874,151.7	674,488.4	199,663.3
	FDF 5B	889,217.4	674,488.4	214,729.0
	GRFan	351,347.6	412,664.3	(61,316.7)
TOTAL		7,666,393.6	6,972,051.4	694,342.2

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan penelitian ini adalah (1) Total pemakaian energy listrik pada unit 5 mengalami peningkatan dibandingkan baseline sebesar 560,05 kwh atau 9,9 % pada beban 100 MW dan 392,36 kwh atau 5,6% pada beban 150 MW. (2) Motor – motor yang mengalami peningkatan signifikan antara lain motor FDF A, FDF B, BFP A, dan BFP 5B serta Condensate Pump. (3) Terjadi penurunan pemakaian energy listrik pada CWP 8 sebesar 54,9 kwh atau -7% dan CWP 9 sebesar 63,2 kwh atau -8,03 %, dikarenakan mengalami kenaikan tidal level pasang air laut pada suction pompa di water intake, sehingga total head pompa mengalami kenaikan dan menurunkan daya motor CWP.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Thumann A, Younger WJ. 2007. Handbook of Energy Audit, 7th edn. Fairmont Press. Lilburn
- [2]. EN ISO 13790. 2008. Energy Performance of Building: Calculation of energy use for space heating and cooling.
- [3]. Syahputra, R., (2013), “A Neuro-Fuzzy Approach For the Fault Location Estimation of Unynchronized Two-Terminal Transmission Lines”, International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT), Vol. 5, No. 1, pp. 23-37.
- [4]. Mulyadi. 2007. Sistem perencanaan dan Pengendalian Manajemen. Salemba Empat. Jakarta
- [5]. Apparius, J. C. Electric Utility System And Practice. Edited by Homer M. Rustebakke. New York: John Wiley & Sons, 1983.
- [6]. Cengel, Y. A. and Michael A. Boles. Thermodinamics: An Enginering Approach. Singapore: McGraw- Hill, 1989.
- [7]. Eastop, T. D. and D. R. Croft. Energy Efficiency. Harlow: Longman, 1990.
- [8]. El-Wakil, M.M. Power Plant Technology. New York: Butterworths, 1984.
- [9]. Cogeneration Pembangkit Listrik yang Ideal, Deni Almanda, FT UGM, Yogyakarta, 1999.
- [10]. Miller, R. H. and James H. Malinowski. Power System Operation. Singapore: McGraw-Hill International Editions, 1994.
- [11]. Reynolds, W. C. and Henry C. Perkins. Enginering Thermod ynamics . Translated by Filino Harahap. Jakarta: Penerbit Erlangga, 1977.