

# ANALISIS POTENSI PENGHEMATAN PADA PLTU UNIT 5 DENGAN AUDIT ENERGI PADA MOTOR PEMAKAIAN SENDIRI DI PT PJB MUARA KARANG

Supriadi Legino<sup>1)</sup>, Santoso Januwarsono<sup>2)</sup>, Rio Afrianda<sup>3)</sup>,

Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik PLN, Jakarta

<sup>1</sup>supriadi@sttpln.ac.id;

<sup>2</sup>sjwarsono@gmail.com

<sup>3</sup>rio.afrianda@ptpjb.com

**Abstract :** PT PJB Muara Karang power plant is an industry with a large electrical energy consumption for auxiliary power. In ISO50001 intensitas Energy Consumption (IKE) is a great need to audit energy consumption. In the contract the company's performance also set a percentage of personal use should not exceed 6% of the electricity production. Currently Posentase usage of own consumption at power plant unit 5 is greater than the power plant unit 4. It is necessary for an energy audit for the usage of its own in order to decrease the percentage of personal use in the power plant 5 0.5% of the current conditions and find energy savings opportunities in the power plant unit 5.

To analyze this problem using energy audits, analyzes the performance test method using "gate cycle" and testing the quality of the voltage source by using the power quality measurement analysis. Having found the equipment with the largest energy consumption fish bone tools used to find the main cause of this disorder.

**Keywords :** Auxiliary Power, Energy Audit

**Abstrak :** PT PJB Muara Karang merupakan suatu industri pembangkit listrik dengan konsumsi energi listrik yang besar untuk pemakaian sendiri. Didalam ISO50001 setiap industri dengan Intensitas Kosumsi Energi (IKE) yang besar perlu dilakukan audit kosumsi energi. Pada kontrak kinerja perusahaan juga diatur prosentase pemakaian sendiri tidak boleh melebihi 6 % dari produksi listrik. Saat ini Posentase konsumsi pemakaian sendiri pada PLTU unit 5 lebih besar dibandingkan PLTU unit 4. Untuk itu perlu dilakukan audit energi untuk pemakaian sendiri dengan tujuan menurunkan presentase pemakaian sendiri pada PLTU 5 sebesar 0.5 % dari kondisi saat ini dan menemukan peluang penghematan energi pada PLTU unit 5.

Untuk menganalisis permasalahan ini menggunakan metode audit energi, analisis dengan metode performance test menggunakan "gate cycle" dan pengujian kualitas sumber tegangan dengan pengukuran menggunakan power quality analisis. Setelah ditemukan peralatan dengan konsumsi energi terbesar digunakan tools fish bone untuk menemukan penyebab utama kelainan ini.

**Kata kunci :** Pemakaian Sendiri, Audit Energi

## 1. PENDAHULUAN

Manajemen energi adalah suatu penerapan ilmu manajemen di bidang energi untuk meningkatkan efektivitas pemakaian energi oleh manusia maupun oleh industri. Manajemen energi dalam suatu industri pembangkit listrik sangat diperlukan sebagai upaya untuk meningkatkan daya saing suatu pembangkit. Selain itu dengan adanya manajemen energi di suatu pembangkit

dapat meningkatkan keuntungan baik dari sektor *financial* maupun sektor lingkungan. Dari sektor *financial* dengan penerapan ilmu manajemen energi maka dengan menggunakan energi seminimal mungkin untuk memperoleh keuntungan semaksimal mungkin.

Tujuan dari penulisan ini untuk mencari peluang untuk menurunkan prosentase pemakaian sendiri hingga 0.5% dari kondisi saat ini.

Sebagai batasan masalah pada penelitian ini dilakukan terhadap motor listrik pemakaian sendiri yang beroperasi dengan tegangan 4,16 kV.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1. AUDIT ENERGI

Audit Energi adalah salah satu klausul dalam ISO 50001 tentang manajemen energi. Audit energi dapat membantu manajer 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 energi di sebut *auditor* energi. *Auditor* energi memulai audit dengan megumpulkan dan mengukur penggunaan energi, 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 meng-

identifikasi kesempatan penghematan energi dan biaya.

Parameter yang digunakan untuk menentukan keberhasilan audit energi pada motor 4.16 kV adalah:

- 1) *Nett Plant Heat Rate (NPHR)*

**NPHR**

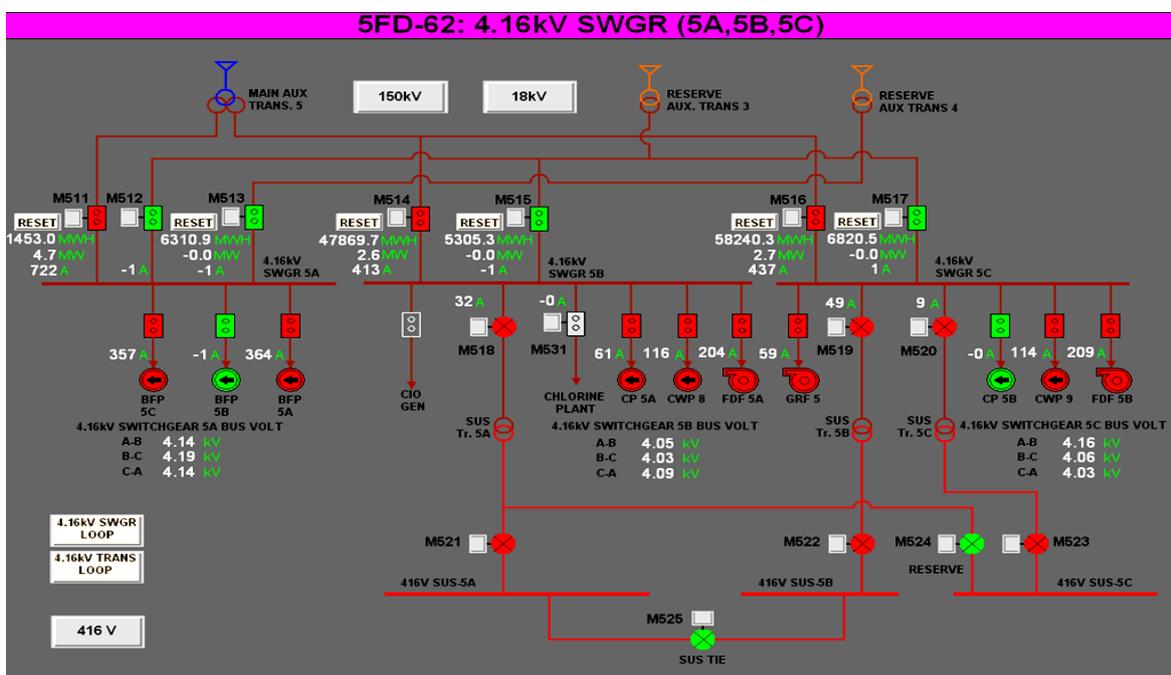
$$= \frac{\sum \text{kCal Bahan Bakar}}{\sum \text{kWh} \times \text{Energi} \times \text{Listrik} \times \text{Netto}}$$

$$NPHR = \frac{\left( \frac{\text{Volume Gas mmbtu}}{\text{Volume BP mmbtu}} \times \text{Energi BP mscf} \right) \times 252000}{(\text{Produksi Total kWh} - \text{Pemakaian Sendiri kWh})}$$

- 2) *Auxiliary Power*

$$PS = \frac{\text{pemakaian sendiri satu bulan}}{\text{total produksi satu bulan}} \times 100\%$$

Pada suatu sistem kelistrikan pemakaian sendiri pada umumnya terdiri dari Transformator pemakaian sendiri *Main Auxiliary Transformer (MAT)*, *Switchgear 4,16 kV*, *SUS 416 V*, *Motor Control Center (MCC)*, *Uninterrupted PowerSupply (UPS)*, *Emergency Power Supply (EPS)* dan Sumber Listrik Arus Searah (*DC Power Supply*)



Gambar 1.1 Single Line Diagram PLTU

### 3. METODELOGI AUDIT ENERGI

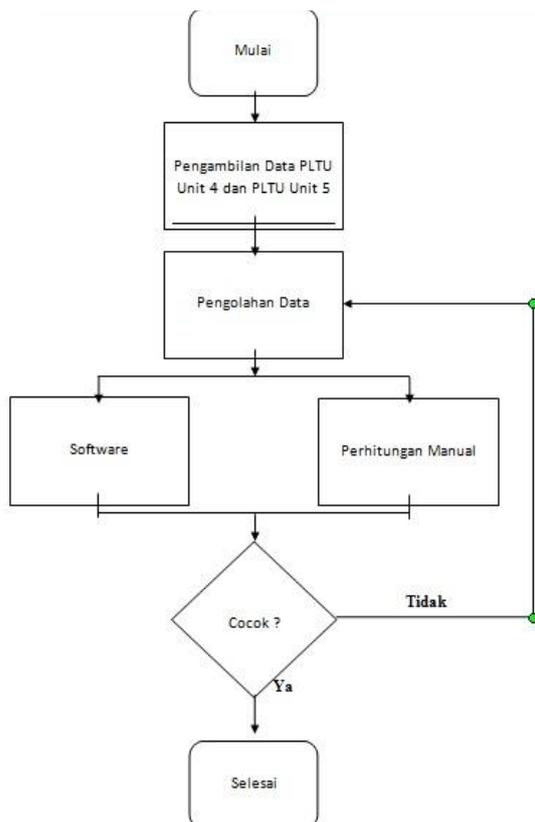
Langkah I dalam melakukan analisa potensi penghematan energi pada PLTU unit 5 menggunakan data dari pengukuran komputer DMPC, pemakaian sendiri dari PLTU 4 dibandingkan dengan data pemakaian sendiri dan PLTU 5. Kemudian dilakukan perbandingan hasil perhitungan intensitas kosumsi dari data tersebut.

Langkah II melakukan pemetaan konsumsi energi dari masing-masing unit dengan meparetokan penyumbang kosumsi energi terbesar dari masing masing unit.

Langkah III melakukan analisa penyebab besarnya kosumsi energi dari peralatan yang telah dipetakan, dengan membandingkan ke standar, data *komisioning* atau data performa terbaik.

Langkah IV menganalisa pola operasi terbaik untuk peralatan-peralatan dengan kapasitas penyerapan energi besar agar dapat lebih di optimalkan.

Langkah V Melakukan pengukuran setelah dilakukan tindak lanjut dari temuan diatas untuk melihat keberhasilan dari tindak lanjut diatas dan kembali dianalisa.

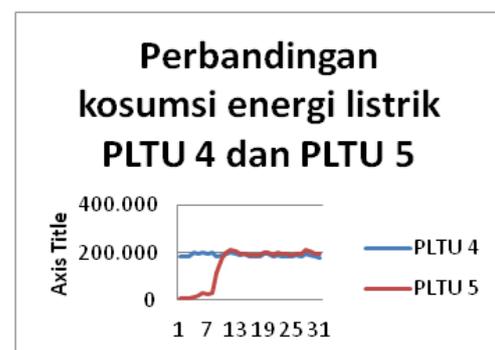


### 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Kosumsi energi listrik pada peralatan di suatu unit pembangkit selalu di monitor untuk mengetahui kosumsi dari tiap-tiap peralatan dengan tujuan apabila terjadi kejanggalan pada kosumsi suatu peralatan pada pembangkit dapat diketahui sejak dini sehingga dapat dilakukan penanganan secara cepat dan tepat. Seperti pada Tabel 4.1, Terlihat terdapat selisih yang cukup besar pada pemakaian sendiri antara PLTU 4 dan PLTU 5, Sehingga pada kondisi ini PLTU 5 lebih boros penggunaan energi hingga 258.700 KWH pada bulan Januari 2016, atau jika dihitung dalam rupiah senilai Rp.336.310.000,- lebih boros dari unit 4.

**Tabel 4.1** Tabel Pemakaian Sendiri 2016

Pemakaian sendiri Januari 2016			
TANGGAL	PLTU 4	PLTU 5	Selisih (KWH)
1	181.300	7.000	-174.300
2	182.100	7.900	-174.200
3	182.800	10.000	-172.800
4	198.600	13.900	-184.700
5	197.300	18.300	-179.000
6	199.200	29.600	-169.600
7	197.900	27.400	-170.500
8	202.200	33.100	-169.100
9	186.600	114.700	-71.900
10	187.000	176.700	-10.300
11	198.000	202.900	4.900
12	202.100	209.700	7.600
13	194.500	207.400	12.900
14	189.000	192.900	3.900
15	193.400	196.000	2.600
16	186.200	189.800	3.600
17	186.000	189.800	83.800
18	185.500	189.300	3.800
19	193.000	201.800	8.800
20	192.900	202.300	9.400
21	186.200	190.300	4.100
22	192.400	202.600	10.200
23	181.900	194.500	12.600
24	181.800	194.100	12.300
25	182.700	192.000	9.300
26	187.200	195.200	8.000
27	186.400	197.000	10.600
28	197.800	210.000	12.200
29	191.000	205.000	14.000
30	182.000	194.300	12.300
31	181.200	193.000	11.800
<b>Total Selisih Satu Bulan</b>			<b>258.700 KWH</b>
<b>Harga Listrik Rp/KWH</b>			<b>Rp 1300</b>
<b>Nilai kerugian</b>			<b>Rp 336.310.000</b>



**Gambar 4.1** Selisih NPHR PLTU 4 dan 5

#### 4.1 Analisis Kosumsi Energi Pada PLTU 4 dan PLTU 5

Dari data pengukuran di PLTU 4 dan PLTU 5 pada saat beban yang sama untuk beban-beban mulai dari tegangan 4160 Volt hingga 380 untuk mengetahui performa masing masing peralatan, dengan cara membandingkan performa saat ini dengan performa saat komisioning. Dengan menggunakan persamaan:

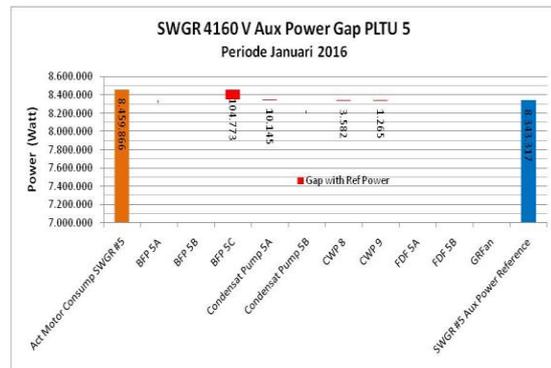
$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \theta$$

**Tabel 4.2** Tabel Pengukuran SWGR 4

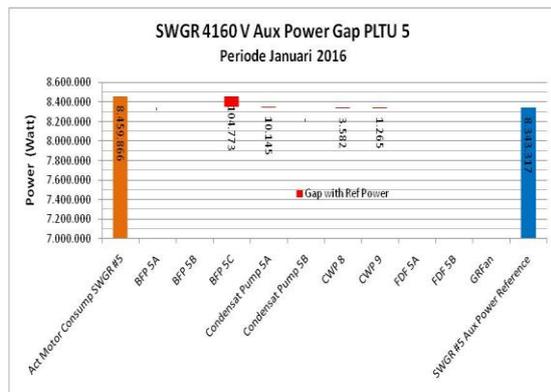
SWGR PLTU 4			
Peralatan	P act	P ref	P loss
	Watt		
BFP 4A	-	-	-
BFP 4A	2.019.896	2.013.402	6.494.8
BFP 4A	2.045.876	2.019.896	25.979.4
CP 4A	280.378	280.378	0
CP 4B	-	-	-
CWP 5	634.122	634.122	0.1
CWP 6	660.713	655.531	5.181.7
CWP 7	-	-	-
FD 4A	1.053.819	1.053.819	0
FD 4B	1.012.706	1.012.706	0
GRF	253.150	250.100	3.050
<b>Total</b>	<b>7.960.663</b>	<b>7.919.957</b>	<b>40.706</b>

**Tabel 4.3** Tabel Pengukuran SWGR 5

SWGR PLTU 5			
Peralatan	P act	P ref	P loss
	Watt		
BFP 4A	-	-	-
BFP 4A	2.135.752	2.135.753	-0.4
BFP 4A	2.242.965	2.138.196	104.773
CP 4A	300.314	290.168	10.145
CP 4B	-	-	-
CWP 5	651.971	648.398	3.581
CWP 6	637.012	635.748	1.264
CWP 7	-	-	-
FD 4A	1.070.351	1.072.505	-2.153
FD 4B	1.040.091	1.041.153	-1.061
GRF	381.402	381.403	-0.5
<b>Total</b>	<b>8.459.865</b>	<b>8.343.316</b>	<b>116.548</b>



**Gambar 4.2** Pareto SWGR 4160 Volt PLTU 4



**Gambar 4.3** Pareto SWGR 4160 Volt PLTU 5

Dari review terhadap *power gap motor* peralatan *auxiliary* PLTU 4 dan PLTU 5 dengan *power reference* terhadap data *komisioning* diketahui beberapa peralatan yang mempunyai *gap power* cukup besar sebagai berikut

**Tabel 4.4** Tabel Nilai Kerugian dari unit 4

PERALATAN	KWH	RP/KWH	KERUGIAN (RP/JAM)
BFP 4C	621,6	1300	<b>Rp 808,080</b>
BFP 4B	153,6	1300	Rp. 199,680
ACWP 4B	79,2	1300	Rp. 102,960
CWP 6	122,4	1300	Rp. 159,120
ISAF 4A	45,6	1300	Rp. 59,280
<b>TOTAL LOSSES PER HARI</b>			<b>Rp.1.329.120</b>

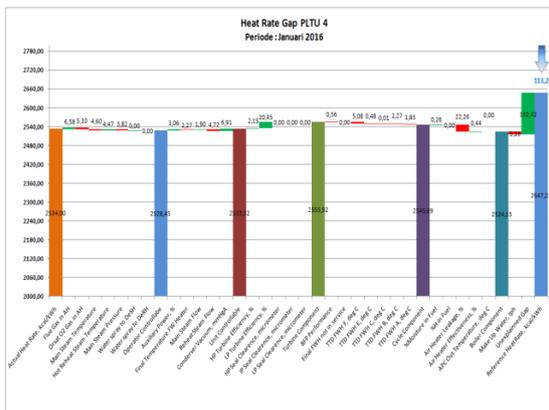
**Tabel 4.5** Tabel Nilai Kerugian dari unit 5

PERALATAN	KWH	RP/KWH	KERUGIAN (RP/JAM)
BFP 5C	6,017	1300	Rp. 7.821.840
CP 5A	242,4	1300	Rp 315.120
CWP 8	84	1300	Rp 109.200
CWP 9	28,8	1300	Rp 37.440
ACWP 5A	16,8	1300	Rp 21.840
<b>TOTAL LOSSES PER HARI</b>			<b>Rp. 8.305.440</b>

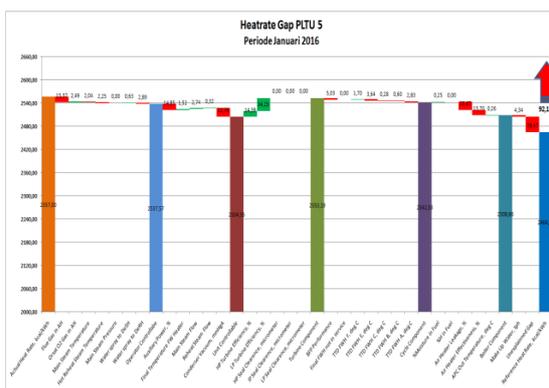
Setelah dilakukan audit dan mendata konsumsi energi pada motor, dilakukan perhitungan besarnya *losses* untuk motor-motor seperti pada tabel 4.4 dan 4.5 dengan *losses* paling besar dibandingkan data *komisioning*. Dari hasil pengukuran dan perhitungan di atas, dapat kita lihat bahwa PLTU 4 lebih boros **Rp.1.329.120,-** per hari dan PLTU 5 lebih boros **Rp.8.305.440,-** perhari, Atau PLTU 5 lebih boros **Rp.6.976.320,-** perhari.

#### 4.2 Analisis Performance Test PLTU 4 dan 5

Untuk mengetahui performa dari PLTU 4 dan PLTU 5 dilaksanakan *performance test* dengan mengambil data pada saat dan beban yang sama lalu di bandingkan dengan data hasil pengukuran pada beberapa bulan terakhir dan saat komisioning. Data yang di ambil pada saat *performance test* akan di olah menggunakan *soft ware gate cycle* untuk di ketahui hasil dan performa suatu unit pembangkit.



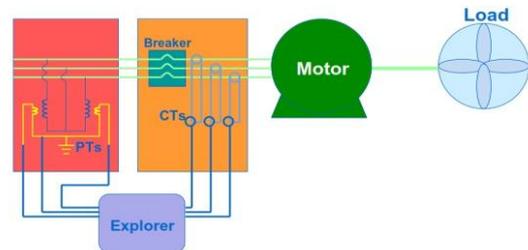
Gambar 4.4 Pareto Hasil Performance Test PLTU 4



Gambar 4.5 Pareto Hasil Performance Test PLTU 5

#### 4.3 Analisis Menggunakan Power Quality Analysis

Untuk mengetahui kinerja masing-masing motor PT PJB Bekerjasama dengan Pihak ketiga untuk melakukan pengukuran. dengan melakukan pengukuran motor-motor dengan alat *Power Quality Analyzer*.



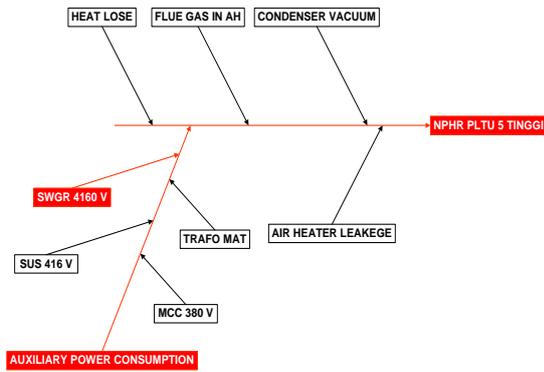
Gambar 4.6 Cara Pemasangan Power Quality Analysis

Tabel 4.6 Tabel Hasil Pengukuran menggunakan Power Quality Analysis

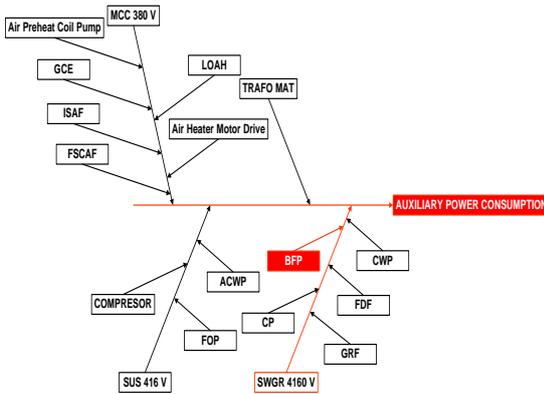
No.	Motor ID	Power Quality	Current Unbalance
1	BFP 4A	Pass	Pass
2	BFP 4B	Pass	Pass
3	BFP 4C	Pass	Pass
4	CP 4A	Pass	Pass
5	CP 4B	Pass	Pass
6	CWP 6	Pass	Pass
7	CWP 7	Pass	Pass
8	FD 4A	Pass	Pass
9	FD 4B	Pass	Pass
10	Gas Recirculation Fan 4	Pass	Pass
11	BFP 5A	Pass	Pass
12	BFP 5B	Pass	Pass
13	BFP 5C	Pass	Pass
14	CP 5A	Pass	Pass
15	CP 5B	Pass	Pass
16	CWP 8	Pass	Pass
17	CWP 9	Pass	Pass
18	FD 5A	Pass	Pass
19	FD 5B	Pass	Pass
20	Gas Recirculation Fan 5	Pass	Pass

#### 4.4 Analisis Akar Masalah Dengan Fish Bone Diagram

Untuk menemukan akar permasalahan dari tingginya penyerapan energi listrik dari PLTU 5 dibuat *fish bone diagram* untuk mempermudah dalam menemukan akar permasalahan.

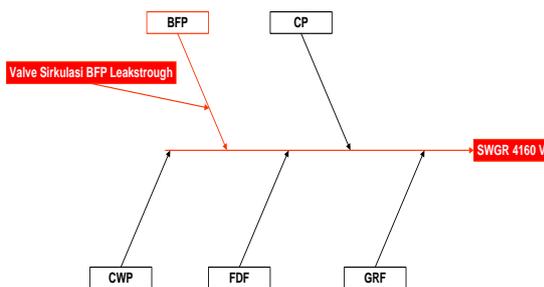


Gambar 4.7 Fish Bone NPHR



Gambar 4.8 Fish Bone Auxiliary Power

Dari hasil analisa menggunakan *fish bone* di dapatkan penyumbang tingginya berasal dari SWGR 4160 Volt, dan apabila di lakukan penarikan akar permasalahan selanjutnya di dapatkan permasalahan besarnya kosumsi pemakaian energi listrik pada SWGR 4160 Volt berasal dari BFP 5B yang di sebabkan oleh *leakstrough* pada valve sirkulasi yang menyebabkan BFP bekerja lebih berat untuk memompakan air menuju drum, karena sebagian air yang di pompakan menuju drum kembali ke *deaerator* levat kebocoran pada *Valve* siskulasi.



Gambar 4.9 Fish Bone SWGR 4160 Volt

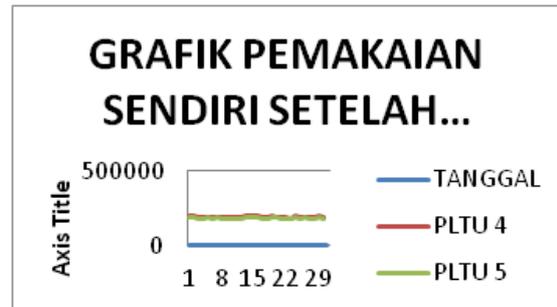
#### 4.5 Analisis Nilai Penghematan Energi

Dengan mengambil peluang di atas dapat di lakukan pengematan sebesar 266.46 KW per jam atau 6.3 MW per hari. Dan dapat menurunkan pemakaian sendiri sebesar 0.29 % dari 5.82 % menjadi 5.53 %

$$PS = \frac{\text{pemakaian sendiri satu bulan} - (6.3 \text{ MW} \times 23 \text{ hari})}{\text{total produksi satu bulan}} \times 100\%$$

$$\text{Pemakaian Sendiri} = \frac{2921.7 - (6.3 \times 23 \text{ hari})}{50.193.3 \text{ MW}} \times 100\%$$

$$\text{Pemakaian Sendiri} = 5.53\%$$



Gambar 4.10 Grafik Pemakaian Sendiri Setelah dilakukan Audit

#### 5. KESIMPULAN

1. Dari penelitian di atas di dapatkan yang menjadi penyebab terbesar tingginya prosentase pemakaian sendiri dari PLTU 5 berasal dari BFP 5C .
2. BFP 5C yang menyumbang sekitar 250 KW lebih boros setiap jam atau lebih boros 0.29% dari seharusnya, yang disebabkan oleh kebocoran pada valve sirkulasi dan mengakibatkan beban kerja dari BFP menjadi lebih besar.
3. Salah satu penyebab tingginya NPHR pada PLTU 5 karena nilai vakum kondenser sebesar 690 mmHg. Disebabkan banyak menghisap lumpur/kotoran.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

1. Appiarius, J. C.(1983). *Electric Utility System And Practice*. Edited by Homer M. Rustebakke. New York: John Wiley & Sons,.
2. Cengel, Y. A. and Michael A. Boles. (1989). *Thermodinamics: An Engineering Approach*. Singapore : McGraw- Hill.
3. Eastop, T. D. and D. R. Croft. (1990). *Energy Efficiency*. Harlow : Longman.
4. EI-Wakil, M.M.(1984).*Power Plant Technology*. New York: Butterworths.
5. Almada Deni.(1999). *Cogeneration Pembangkit Listrik yang Ideal*, FT UGM, Yogyakarta.
6. Miller, R. H. and James H. Malinowski. (1994). *Power System Operation*. Singapore: McGraw-Hill International Editions.
7. Reynolds, W. C. and Henry C. Perkins. (1977). *Engineering Thermodynamics*. Translated by Filino Harahap. Jakarta: Penerbit Erlangga.