

MENGURANGI KONSUMSI ENERGI DENGAN AUDIT DAN MANAJEMEN ENERGI PADA RUANG KENDALI (STUDI KASUS DI PT PWI)

Wawan Gunawan

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Banten Jaya
Email : wawangunawan@unbaja.ac.id / w_gunawan57@gmail.com

ABSTRACT

The company is very difficult to reduce operating costs because of the increase in employee wages, the price of raw materials and which is not less important and the effect is the energy price of electricity continues to rise. Energy conservation is one of the efforts in controlling the use of electrical energy without having to reduce the quantity and quality of production. PT. PWI is one of the export-oriented shoe product manufacturing companies, the demand from consumers is increasing every year, especially for the European and American markets, this requires the adequacy of electricity that has high economic value. This research area is office floors and supporting buildings which are referred to as control rooms

Energy audit and management is one method that is often used in companies or government agencies in saving energy use, with the main step of conducting an initial audit of areas and equipment that uses electrical energy, data analysis, detailed audits, monitoring and recommendations for subsequent improvements. Based on the results of the collection of energy consumption intensity data (IKE) in the supporting space in total is 251.56 kWh / m², meaning that it is still above the standard set of 240 kWh / m². Potential opportunities for PHE are obtained in areas that have an air conditioning system (AC), namely by replacing the type of refrigerant previously Freon (synthetic) type into the Musicoool type. Through the measurement process before and after replacing the type of refrigerant, it is obtained a reduction in energy consumption of 908.170.84 kWh / year, and an efficiency of 64.42 % (rounding results).

Keywords: Energi Conservation, IKE, PHE.

1. PENDAHULUAN

Setiap tahun kebutuhan sumber daya mengalami peningkatan di berbagai sektor, seperti sektor rumah tinggal, perhotelan, perkantoran, dan industri. Energi listrik merupakan salah satu sumber daya yang sering dimanfaatkan dalam kebutuhan sehari-hari. Seiring berjalannya waktu penggunaan energi listrik semakin hari kian meningkat, rata-rata pertumbuhan konsumsi energi listrik saat ini 2,3-2,5 % dan akhir tahun 2030 kebutuhan energi listrik menjadi dua kali saat ini yang berkisar 16000 TWh per tahunnya (A. P. Dahono, 2011). Energi listrik yang saat ini kita gunakan adalah energi listrik yang berasal dari sumber daya alam seperti minyak bumi, batu bara, dan gas. Sumber daya seperti ini sulit untuk diperbarukan, karena butuh waktu lama untuk dapat menghasilkan sumber daya alam yang sudah terkonsumsi. Oleh karena itu perlu adanya tindakan yang tepat untuk mengatur penggunaan energi listrik. Penerapan konservasi energi meliputi audit energi dan manajemen energi pada saat perencanaan, pengoperasian dan pengawasan dalam pemanfaatan energi. Konservasi energi ini diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 70 tahun 2009 tentang konservasi energi

Manajemen energi dilakukan agar penggunaan energi terutama energi listrik menjadi lebih efisien sedangkan audit energi bertujuan untuk mengetahui profil penggunaan energi dan peluang penghematan energi sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi.

PT. PWI adalah salah satu konsumen energi listrik Negara (PT PLN) yang termasuk ke dalam jenis bangunan industri manufaktur yang bergerak di bidang produksi sepatu. Dalam menjalankan operasional pabrik, PT. PWI memerlukan energi listrik yang cukup besar, daya yang tersambung dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebesar 10 MVA dapat digunakan untuk operasional pabrik penerangan dan pekerjaan-pekerjaan operasional di setiap gedung yang berada di dalam PT. PWI.

Tujuan yang ingin di capai dari penelitian adalah mengetahui potensi penghematan energi yang dapat dilakukan, dan mengetahui besarnya intensitas konsumsi energi (IKE) sebelum dan sesudah penghematan energi dilakukan

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daya dan Energi Listrik

Energi adalah sesuatu yang bersifat abstrak dan sukar dibuktikan tetapi dapat dirasakan adanya. Menurut Astu Pujanarsa dan Djati Nursuhud (2012) Energi adalah kemampuan. Dengan upaya seperti ini diharapkan penggunaan energi listrik dapat diatur yang dihasilkan dapat berasal dari berbagai sumber,

seperti air, minyak, batu bara, angin, panas bumi, nuklir, matahari dan lainnya.dengan baik oleh berbagai konsumen.. Penerapan konservasi energi meliputi audit energi dan untuk melakukan kerja (*energy is capability for doing work*), secara umum energi dapat dikategorikan menjadi enam macam yaitu , energi mekanik, energi listrik , energi elektromagnetik , energi kimia, energi nuklir, dan energi termal (panas). Energi listrik adalah salah satu jenis energi yang paling banyak dimanfaatkan pada masa kini dan yang akan datang.

Energi listrik adalah energi yang berkaitan dengan akumulasi arus elektron , dinyatakan dalam *Watt-jam* atau kilo *Watt-jam* (Astu Pujanarsa dan Djati Nursuhud, 2012). Daya listrik merupakan perkalian antara tegangan yang disuplai dengan arus yang mengalir dan faktor daya peralatan, dengan persamaan :

$$P = V \times I \times \cos \theta \text{ [Watt]}$$

Dimana :

P = Daya listrik (Watt)

V = Tegangan yang disuplai (Volt)

I = Kuat arus (Ampere)

Cos θ = Faktor daya (0.85)

Semakin lama waktu operasi, maka energi yang dikonsumsi akan semakin besar, berikut ini persamaannya :

$$W = \frac{P \times t}{1000} \text{ [kWh]}$$

Dimana :

W = Energi listrik (kWh)

P = Daya listrik (Watt)

t = Satuan waktu (Hour)

2.2 Efisiensi Konsumsi Daya Listrik

Efisiensi disebut juga sebagai daya guna, maksudnya tidak semua daya yang diberikan ke suatu sistem di ubah menjadi daya yang dihasilkan oleh sistem tersebut. Persentase perbedaan daya masuk dan daya keluar tersebutlah yang disebut efisiensi. Dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100\%$$

Dimana :

Efisiensi (%)=Persentase efisiensi konsumsi daya listrik

P1= Konsumsi daya listrik awal

P2= Konsumsi daya listrik setelah dilaksanakan peluanghemat energi

Apabila peluang hemat energi telah diidentifikasi, selanjutnya perlu ditindak lanjuti dengan analisis peluang hemat energi, yaitu dengan cara membandingkan potensi perolehan hemat energi dengan biaya yang harus dibayar untuk pelaksanaan rencana penghematan energi yang direkomendasikan. Penghematan energi pada bangunan gedung harus tetap memperhatikan kenyamanan penghuni.

Analisis peluang hemat energi dapat dilakukan dengan usaha antara lain:

- a. menekan penggunaan energi hingga sekecil mungkin (mengurangi daya terpasang/terpakai dan jam operasi)
- b. memperbaiki kinerja peralatan.
- c. menggunakan sumber energi yang murah.

2.4 Audit Energi

Audit energi adalah suatu inspeksi, survey dan analisa aliran energi untuk melakukan konservasi energi di sebuah industri, proses untuk mengurangi sejumlah energi yang masuk ke dalam sistem tanpa menimbulkan efek negative pada keluaran (Manoj Kumar Lamba dkk , 2015). Audit energi adalah sebuah pengujian dan analisa bagaimana sebuah perusahaan menggunakan energi sesuai dengan aturan dan hukum konservasi energi dalam pemakaian, investigasi dan manajemen audit energi. Menurut Manoj Kumar Lamba dkk.(2015), Audit energi adalah suatu inspeksi, survey dan analisa aliran energi untuk melakukan konservasi energi di sebuah industri, proses untuk mengurangi sejumlah energi yang masuk ke dalam sistem tanpa menimbulkan efek negative pada keluaran.

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) merupakan pembagi antara konsumsi energi dengan satuan luas bangunan gedung. Untuk dapat menghitung IKE pada bangunan gedung, pertama kita memerlukan data pemakaian energi pada audit energi awal. Kedua, kita harus mengetahui luas gedung yang akan diteliti. IKE dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut:

$$IKE = \frac{\sum kWh}{L}$$

Dimana :

- IKE : Intensitas Konsumsi Energi (kWh/m²)
 $\sum kWh$: Total kWh dalam 1 (satu) Tahun
 L : Luas Bangunan (m²)

3. METODOLOGI PENELITIAN

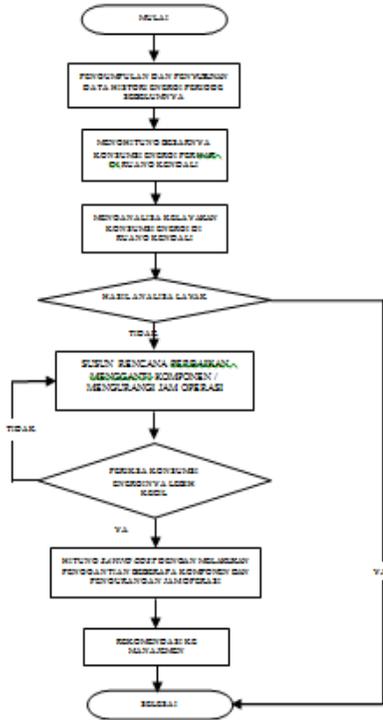
Penelitian ini menggunakan metode audit dan manajemen energi yaitu salah satu metode yang sering digunakan di perusahaan atau instansi pemerintah dalam melakukan penghematan

2.3 Analisa Peluang Hemat Energi penggunaan energi, dengan langkah utama melakukan audit awal pada area dan peralatan yang menggunakan energi listrik, analisa data, audit rinci, monitoring dan rekomendasi untuk perbaikan berikutnya. Penelitian ini dilakukan di ruang kendali (gedung pendukung) PT. PWI. Gedung pendukung yang dimaksud adalah ruang kantor ,ruang kendali produksi, ruang bahan baku, kantin, tempat ibadah dan dapur umum. Adapun Langkah pengolahan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung Besarnya Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) di tahun sebelumnya.
- b. Membandingkan nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dengan standar sesuai SNI 03-6196-2000, yaitu untuk gedung perkantoran maksimal 240 kWh/m² pertahun.
- c. Identifikasi kemungkinan Peluang Hemat Energi (PHE)
- d. Analisis Peluang Hemat Energi (PHE)
- e. Implementasi
Melakukan penerapan yang sesuai dengan rekomendasi dari peluang hemat energi, sehingga diharapkan mampu mengurangi pemakaian energi listrik di ruang kendali PT PWI
- f. Mengecek nilai IKE Setelah Implementasi PHE
- g. Analisa besarnya penghematan (efisiensi) yang didapat dari audit energy

Langkah penelitian secara keseluruhan dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini.

Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data awal pemakaian energi di Ruang Kendali PT PWI adalah data konsumsi energi listrik selama satu tahun (Agustus 2017 – Juli 2018) tampak pada tabel 4.1 dibawah ini. Luas ruangan kendali 80,250 m2 yang meliputi ruang main kantor ruang bahan baku, ruang kendali produksi, mushola, dapur umum dan kantin. Data ini diperoleh berdasarkan hasil pengukuran langsung di lokasi tempat penelitian.

Tabel 1: Konsumsi Energi Listrik di Ruang Kendali PWI

No	Bulan	Total kWh	Total Tagihan (Rp)	Luas Ruangan (m ²)	IKE (kWh/m ²)
1	Aug-17	1.623.000	1.849.353.694	80.250	20.22
2	Sep-17	1.585.920	1.809.794.770	80.250	19.76
3	Oct-17	1.843.560	2.102.133.939	80.250	22.97
4	Nov-17	1.584.960	1.793.151.858	80.250	19.75
5	Dec-17	1.632.360	1.854.090.524	80.250	20.34
6	Jan-18	1.665.480	1.890.704.933	80.250	20.75
7	Feb-18	1.629.840	1.841.666.350	80.250	20.31
8	Mar-18	1.680.720	1.868.166.989	80.250	20.94
9	Apr-18	1.789.968	2.035.441.067	80.250	22.30
10	May-18	1.863.912	2.115.621.501	80.250	23.23
11	Jun-18	1.235.520	1.401.397.289	80.250	15.40
12	Jul-18	2.045.280	2.324.054.784	80.250	25.49
Maksimum		2.045.280	2.324.054.784	80.250	25.49
Minimum		1.235.520	1.401.397.289	80.250	15.40
Rata-rata		1.681.710	1.907.131.475	80.250	20.96
Total		20.180.520	22.885.577.698		251.47

Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) yang direkomendasikan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI 03-6196-2000), yang merujuk pada hasil penelitian yang dilakukan oleh ASEAN-USAID – Lawrence Barkeley Laboratory yang dipublikasikan tahun 1992, yang merekomendasikan nilai IKE untuk perkantoran di Indonesia sebesar 240 kWh/m2 per tahun. Dari data audit energi awal yang dilakukan didapatkan nilai IKE di ruang kendali identik dengan gedung perkantoran pada PT PWI selama satu tahun dari Agustus 2017- Juli 2018 sebesar 251,47 kWh/m2 per tahun, nilai ini masih diatas nilai standar sehingga masih diperlukan audit energi lanjut (rinci) untuk menemukan alternatif peluang hemat energi yang diharapkan bisa mengurangi konsumsi energi listrik di ruang kendali PT PWI. Penerangan di ruang kendali menggunakan lampu jenis LED tanpa balast sedangkan sistem tata udara masih menggunakan AC dengan refrigerant Freon jenis sintetis. Identifikasi dimana saja peluang penghematan energi dimungkinkan perlu dilakukan untuk mendapatkan langkah-langkah dalam rangka penghematan yang signifikan tanpa mengurangi pemanfaatan energi karena dapat menurunkan produktivitas sistem. Setelah itu dilakukan analisa terhadap kemungkinan penghematan (efisiensi) energi listrik yang mungkin bisa dilakukan untuk mengurangi beban pemakaian daya listrik di ruang kendali PT PWI.

a. Audit awal pada peralatan penerangan

PT PWI menggunakan penerangan dengan jenis lampu LED 18W atau satu armature 38W karena berisi 2 lampu LED. Jumlahnya tiap ruangan berbeda beda, secara rinci dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini

Tabel 2: Konsumsi Energi Listrik Lampu Penerangan

No	Nama Ruangan	Daya (W)	Waktu Nyala (Jam)	Jumlah (Set)	Total Daya (W)	kWh per hari
1	Main Office	36	7	1200	43,200	302
2	Ruang bahan baku	36	7	88	3,168	22
4	Ruang kendali produksi	36	7	44	1,584	11
5	Mushola	36	7	8	288	2
6	Dapur umum	36	7	12	432	3
7	Kantin	36	7	8	288	2
Total		216	42	1,360	48,960	343

Berdasarkan data di atas untuk lampu penerangan sebesar 343 kWh per hari dengan jam nyala 7 jam sehari, nilai konsumsi energi untuk penerangan dapat diketahui luas area ideal yang diinginkan.

b. Audit awal pada sistem pendingin (AC)

Besarnya tingkat konsumsi energi listrik untuk sistem pendingin dipengaruhi oleh total daya AC, jumlah AC yang digunakan dan lama waktu beroperasi dari ac untuk tiap ruangan.

Dari keseluruhan sistem pengkonsisan (AC) di PT PWI menggunakan refrigran sintetik jenis R22 dalam pengoperasiannya. Dari tabel 3, dapat dihitung total konsumsi energinya.

Tabel 3: Hasil Audit Awal Pada AC

No	Nama Ruangan	Daya (W)	Waktu Nyala (Jam)	Jumlah (Unit)	Total Daya (W)	kWh per hari
1	Main Office	750	7	200	150,000	1,050
2	Ruang bahan baku	750	7	14	10,500	74
4	Ruang kendali produksi	750	7	107	80,250	562
5	Mushola	750	7	2	1,500	11
6	Dapur umum	750	7	1	750	5
7	Kantin	750	7	2	1,500	11
Total		4,500	42	326	244,500	1,712

Total konsumsi energi listrik pada sistem pengkondisian (AC) sebesar 1712 kWh per hari.

c. Audit Awal Pada Komputer

Hasil yang didapat adalah bahwa total komputer yang terpasang pada sistem sebanyak 158 unit dengan kapasitas daya sebesar 475 watt, besarnya konsumsi

energi listrik per hari sebesar 525 kWh per hari. lebih lengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 4: Konsumsi Energi Listrik per Hari pada Komputer

No	Nama Ruangan	Daya (W)	Waktu Nyala (Jam)	Jumlah (Unit)	Total Daya (W)	kWh per hari
1	Main Office	475	7	90	42,750	299
2	Ruang bahan baku	475	7	2	950	7
4	Ruang kendali produksi	475	7	65	30,875	216
5	Mushola	-	0	-	-	-
6	Dapur umum	-	0	-	-	-
7	Kantin	475	7	1	475	3
Total		1,900	28	158	75,050	525

Konsumsi energi pada komputer sebesar 525 kWh per hari tidak lebih besar dari konsumsi pada sistem pengkondisian udara (AC), dari ketiga komponen di atas yang memiliki potensi PHE paling besar adalah pada komponen AC, sehingga perlu dilakukan langkah audit lanjut. Berdasarkan data di atas sistem pengkondisian memiliki andil besar dalam konsumsi energi listrik di ruang kendali yaitu sebesar 66.35% sedang paling sedikit pada sistem penerangan sebesar 13.29 %.

Berdasarkan analisis di atas maka akan dilakukan pencarian peluang hemat energi yang terkait dengan kerja perangkat AC tersebut. Setelah dilakukan observasi pada unit-unit AC yang terdapat pada ruang kendali di PT PWI Jepara dapat dikenali peluang hemat energi (PHE) antara lain:

- Usaha penghematan konsumsi diarahkan kepada usaha penggantian *refrigerant*, hal ini diambil karena jumlah operasi AC di satu ruangan lebih dari satu AC yang beroperasi sehingga dapat dilakukan penggantian *refrigerant* secara bergilir, namun terlebih dahulu dilakukan pengamatan serta pengecekan yang cermat terhadap berbagai aspek dari mesin AC. Hasil pengamatan atau pengecekan tersebut akan menghasilkan, apakah mesin AC tersebut dalam kondisi baik dan secara teknis dapat dilakukan *recovery* dan konversi *refrigerant*. Pengecekan *performance* mesin AC sebelum *recovery* (ketika masih menggunakan freon), meliputi : Arus/Daya Listrik, tekanan dan temperatur pada evaporator. Pengeluaran *refrigerant freon* dari mesin AC, Pemvakuman mesin AC, sekaligus pengecekan kebocoran pengisian dengan bahan pendingin *Musicool*. Pengecekan *performance* Mesin AC setelah diisi *musicool* untuk dibandingkan dengan *performance* sewaktu masih menggunakan *freon*.

b. Penggantian *refrigerant* dengan menggunakan *musicool*, dimana *refrigerant musicool* merupakan bahan pendingin alamiah jenis *hidrokarbon* yang ramah lingkungan yang merupakan pengganti *refrigerant sintetic* kelompok halokarbon CFC R-12, HCFC R-22 dan HFC R-134a yang masih memiliki potensi merusak alam. Dari pengenalan peluang hemat energi listrik (PHE) di atas, peluang yang dapat menurunkan konsumsi energi listrik difokuskan hanya pada sistem pendingin ruangan (AC) karena memiliki konsumsi energi paling tinggi.

Berikut data hasil pemakaian energi sebelum dan sesudah penggantian *refrigerant* dengan menggunakan merek *Musicool* yang ada di ruangan kantor utama (*main office*). Data hasil pengukuran amper dan tegangan pada AC Split 1 PK yang menggunakan *refrigerant sintetic*:

Tabel 5: Data Hasil Pengukuran Ampere-Tegangan AC Refregerant Sintetis

No	Nama Ruangan	Arus / I (Ampere)	Tegangan (Volt)	Power Factor	Waktu Nyala (Jam)	Jumlah (Unit)	kWh per hari	Tariff / kWh (Rp)	Biaya Listrik / hari
1	Main Office	9.40	218	0.85	7	200	2,438.55	1035.78	2,525,799.25
2	Ruang bahan baku	9.32	220	0.85	7	14	170.80	1035.78	176,909.48
4	Ruang kendali produksi	8.91	220	0.85	7	107	1,247.96	1035.78	1,292,613.39
5	Mushola	8.89	219	0.85	7	2	23.17	1035.78	23,997.19
6	Dapur umum	9.43	218	0.85	7	1	12.23	1035.78	12,669.30
7	Kantin	9.05	219	0.85	7	2	23.59	1035.78	24,429.08
	Rata-rata	9.17	219.00	0.85	7	326	652.72	1035.78	676,069.62
	Total	55.00	1,314.00	5.10	42.00	326.00	3,916.29	6,214.68	4,056,417.69

Rata-rata Konsumsi Energi Listrik (E) per hari adalah:

$$E = I \times V \times \text{Power Factor (PF)} \times \text{Jam pemakaian}$$

$$E = 9.17 \times 219 \times 0.85 \times 7$$

$$E = 652,720 \text{ Wh}$$

$$E = 652.72 \text{ kWh / Hari}$$

Biaya Listrik perhari:

$$\text{Biaya} = \text{Energi listrik} \times \text{tariff/ kWh}$$

$$= 652.72 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 1035.78$$

$$= \text{Rp. } 676,069.62,-/\text{hari}$$

Data hasil pengukuran amper dan tegangan pada AC Split 1 PK yang menggunakan *refrigerant musicool*:

Tabel 6: Data Hasil Pengukuran Ampere dan Tegangan AC Refrigerant Musicool

No	Nama Ruangan	Arus / I (Ampere)	Tegangan (Volt)	Power Factor	Waktu Nyala (Jam)	Jumlah (Unit)	kWh per hari	Tariff / kWh (Rp)	Biaya Listrik / hari
1	Main Office	3.20	219	0.85	7	200	833.95	1035.78	863,790.80
2	Ruang bahan baku	3.33	220	0.85	7	14	61.03	1035.78	63,209.08
4	Ruang kendali produksi	3.41	220	0.85	7	107	477.61	1035.78	494,703.89
5	Mushola	3.15	220	0.85	7	2	8.25	1035.78	8,541.77
6	Dapur umum	3.35	219	0.85	7	1	4.37	1035.78	4,521.40
7	Kantin	3.22	219	0.85	7	2	8.39	1035.78	8,691.89
	Rata-rata	3.28	219.50	0.85	7	326	232.27	1035.78	240,576.47
	Total	19.66	1,317.00	5.10	42.00	326.00	1,393.60	6,214.68	1,443,458.83

Konsumsi Energi Listrik (E) Rata-rata per Hari:

$$E = I \times V \times \text{Power Factor (PF)} \times \text{Jam pemakaian}$$

$$E = 3,28 \times 220 \times 0,85 \times 7$$

$$E = 232,270 \text{ Wh}$$

$$E = 232.27 \text{ kWh / Hari}$$

Biaya Listrik perhari:

$$\text{Biaya} = \text{Energi listrik} \times \text{tariff/ kWh}$$

$$= 232,27 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 1035.78$$

$$= \text{Rp. } 240,576.47/\text{hari}$$

Analisa penghematan yang diperoleh :

Energi Listrik:

E=Menggunakan *Freon(sintetis)* – Menggunakan *Musicool*

$$= 652.72 \text{ kWh} - 232.27 \text{ kWh}$$

$$= 420.45 \text{ kWh}$$

Selisih Biaya Listrik/ Hari:

Biaya =Menggunakan *Freon* –Menggunakan *Musicool*

$$= \text{Rp. } 676,069.62 - \text{Rp. } 240,576.47$$

$$= \text{Rp. } 435,495.14$$

Dari hasil implementasi penggantian *refrigerant* AC tersebut, biaya yang harus dibayar untuk pelaksanaan rencana tersebut, diperoleh analisa sebagai berikut :

Analisa penggantian refrigerant:

Jumlah total PK = 326 PK (Asumsi 1 PK = 750 Watt)

Harga penggantian per PK = Rp. 275.000

(asumsi harga service dipasaran)

Biaya = Jumlah PK x Harga penggantian per PK

$$= 326 \text{ PK} \times \text{Rp. } 275.000$$

$$= \text{Rp. } 89,650,000,-$$

Dengan demikian perusahaan harus mengeluarkan baiya penggantian refrigerant sebesar Rp. 89,650,000,- . biaya sebesar bisa kembali (*pay back periode*) dalam jangka waktu tidak lebih dari satu tahun, cara perhitunganya seperti di bawah ini.

Pay back periode =

Total Biaya yang dikeluarkan dibagi

Selisih Biaya Penghematan Selama Satu tahun
 = 89,650,000 / (435,495.14)/360
 = 0.57 tahun
 = +/- 6 bulan (pembulatan)

Dari hasil implementasi peluang hemat energi (PHE) diatas, maka analisis penghematan yang diperoleh dari penggantian *refrigerant* sintetic jenis HCFC R-22. Dimana sebelum penggantian *refrigerant* diperoleh total konsumsi energi listrik sebesar 3,916.29 kWh per hari, namun setelah penggantian diperoleh total konsumsi energi listrik menjadi 1,393,60 kWh per hari. Sehingga didapatkan efisiensi sebesar 2,522.70 kWh per hari. Besarnya nilai efisiensi dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini dan di dapatkan nilai efisiensi sebesar

$$Efisiensi\% = \left(\frac{P1 - P2}{P1} \right) \times 100\%$$

$$Efisiensi (\%) = \frac{3,916.29 - 1,393.60}{3,916.29} \times 100 = 64.42\%$$

Dari perhitungan diatas didapatkan efisiensi konsumsi energi listrik untuk pengkondisi udara (AC) sebesar 64.42% lebih hemat dibanding dengan sebelum diganti *refrigerant*-nya menggunakan *musicool*.

Dari hasil implementasi diatas dapat diperoleh jumlah pemakaian energi listrik di gedung pendukung (ruang kendali) PT PWI Jepara setelah dilakukan PHE selama satu bulan adalah sebesar 1,393.60 x 30 = 41,807.88 kWh/bulan. Dan rata-rata jumlah untuk pemakaian listrik selama satu tahun adalah:

= 12 Bulan x Jumlah kWh sebulan
 = 12 x 41,807.88 kWh
 = 501,694.55 kWh per tahun

Biaya rata-rata untuk pemakaian listrik selama periode tersebut adalah sebesar:

=Rata-rata harga per kWh X jumlah kWh
 = Rp. 1,035.78 per kWh X 501,694.55 kWh
 = Rp. 519,645,179.98,-

Dari jumlah pemakaian dan biaya energi selama periode satu tahun terlihat adanya penurunan seperti terlihat pada tabel 7 berikut :

Tabel 7: Perbandingan Kondisi Sebelum dan Sesudah PHE

Kondisi	Energi kWh/Thn	Total Rp./Thn
Sebelum PHE	1,409,865.39	1,460,310,368.81
Sesudah PHE	501,694.55	519,645,179.98
Selisih	908,170.84	940,665,188.82

Energi kWh per tahun sebelum PHE di dapat dari besarnya konsumsi energi per hari 3916.29 kWh dikalikan jumlah hari operasi dalam satu tahun 360 hari sehingga diperoleh nilai energi kWh satu tahun sebelum PHE sebesar 1,409,865.39 kWh. Untuk perhitungan energi kWh per tahun setelah PHE menggunakan rumusan yang sama. Dari data tabel 7 diatas menunjukkan penurunan biaya energi listrik yang dihemat sebesar Rp. 940.665.188.82,-, dengan biaya yang harus dibayar untuk pelaksanaan penggantian *refrigerant* sebesar Rp. 89,650,000,-. Sehingga dari data konsumsi energi dan data luasan bangunan serta tingkat konsumsi energi listrik di gedung pendukung PT PWI berdasarkan analisa Peluang Hemat Energi (PHE) yang telah diperoleh dan hasil pengukuran area yang menggunakan AC yaitu seluas 2300m², maka dapat dihitung besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) di ruang pendukung yang menggunakan AC selama satu tahun.

5. KESIMPULAN

Mengacu pada tujuan penelitian dan hasil pengolahan data serta analisis dan pembahasan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan adalah sebagai berikut:

- 1) Pelaksanaan peluang hemat energi yang layak dilaksanakan adalah mengganti *refrigerant* pengkondisian udara (AC) dari bahan freon R22 diganti dengan bahan hidrokarbon MC-22, dengan rata-rata AC beroperasi selama 7 jam per hari.
- 2) Besarnya konsumsi energi listrik sebelum dilakukan penghematan pada sistem pengkondisian udara adalah sebesar 1,409,865.39 kWh/tahun, setelah dilakukan penghematan dengan cara mengganti jenis *refrigerant* AC, maka besarnya konsumsi energi menjadi 501,694.55 kWh/tahun, jadi ada pengurangan sebesar 908,170.84 kWh/tahun
- 3) Total penghematan biaya per tahun yang didapat setelah dilakukan penggantian jenis *refrigerant* AC sebesar Rp. 940,665,188.82,- Sedangkan untuk persentase efisiensi yang didapat setelah dilakukannya perhitungan penghematan adalah sebesar 64.42%.

REFERENCES

- Abbas Wahidin (2013), Dasar Konversi Energi, Deepublish, CV. Budi Utama, Yogyakarta
- Adini, G. D. (2012). Analisis Potensi Pemborosan Konsumsi Energi Listrik pada Gedung Kelas Fakultas Teknik Universitas Indonesia. *Skripsi, Jakarta: Universitas Indonesia*.
- Ajapunje, A. K., & Apte, S. (2016). ANALYTICAL STUDY OF ENERGY CONSERVATION AND AUDITING. *International Journal of Electrical Engineering & Technology*, 7(2), 79-87.

- ASEAN-USAID. June 1992. Building Energy Conservation Project, Final Report. ASEAN & Lawrence Berkeley Laboratory
- Bachri, A. (2015). Analisis Efisiensi Pemakaian Daya Listrik Di Universitas Islam Lamongan. *Jurnal TeknikA*, 7(1), 649-658.
- Choudhury, A. (2012). ISO 50001: Are the Auditors Equipped Enough?. *Open Journal of Energy Efficiency*, 1(03), 57-61.
- Dahono. P. A., (2011), Konversi ITB, Retrieved May 4, 2012, <http://konversi.wordpress.com/2011/03/07/menghemat-energi-dengan-menggunakan-energi-listrik>
- Doty, S., & Turner, W. C. (2007). *Energy management handbook*. CRC Press.
- Lamba, M. K., & Sanghi, A. (2015). Energy audit on academic building. *International Journal of Engineering Research and General Science*, 3(4), 600-604.
- Nasional, B. S. (2000). SNI 03-6196-2000, Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung. *Jakarta: BSN*.
- Nasional, B. S. (2000). SNI 03-6197-2000: Konservasi energi pada sistem pencahayaan. *Jakarta, BSN*.
- Nasional, B. S. (2011). Standar Nasional Indonesia (Indonesian National Standardization)-SNI 6390: 2011 Konservasi Energi Sistem Tata Udara Bangunan Gedung. *BSN: Jakarta, Indonesia*.
- Peraturan Kementerian ESDM No. 18 tahun 2017. *Tarif Taneaga Listrik yang Disediakan Oleh Perusahaan Listrik Negara (PERSERO)*.
- Prihantoro Rudy C. (2012), Konsep Pengendalian Mutu, Rosda Karya, Bandung, ISBN 978-979-692-108-9
- Pudjana Astu dan Nuesuhud Djati (2012), Mesin Konversi Energi, Andi Yogyakarta, ISBN:978-979-29-3452-6
- Sokovic, M., Pavletic, D., & Pipan, K. K. (2010). Quality improvement methodologies–PDCA cycle, RADAR matrix, DMAIC and DFSS. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 43(1), 476-483.
- Suhada. (2017). *Daftar Pertanyaan Hasil Wawancara. Cilegon: PT Mitsubishi Chemical Indonesia*.
- Sultana, G., & HU, H. (2015). Electrical Energy Audit a Case Study. *IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 10(3), 01-06.
- Tanod, A. W., Tumaliang, H., & Patras, L. S. (2015). Konservasi Energi Listrik di Hotel Santika Palu. *E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer*, 4(4), 46-56.
- Trimunandar, C. (2015). Audit Energi Untuk Efisiensi Listrik Di Gedung B Universitas Dian Nuswantoro. *Skripsi, Jakarta: Universitas Dian Nuswantoro*.