

Analisis Penghematan Energi Motor Listrik di PT. X

IWAN ABDUL MALIK, NASRUN HARIYANTO, SYAHRIAL

Jurusan Teknik Elektro – Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: iwan_wonk@rocketmail.com

ABSTRAK

Analisis energi listrik merupakan upaya untuk mengoptimalkan kerja peralatan pada kondisi beban penuh sehingga penggunaan energi listrik menjadi lebih efektif, efisien dan rasional tanpa harus mengurangi kinerja produksi dan bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai tingkat konsumsi energi yang di gunakan per satuan output (produksi) serta mengidentifikasi peluang penghematan energi listrik. Penelitian ini dengan menggunakan VSD (variable speed drive) yang berguna sebagai pengatur kecepatan pada motor dan juga dengan melakukan pengukuran serta perhitungan intensitas kebutuhan energi (IKE) 115,21 kwh/ton, untuk menghasilkan penghematan biaya yang diinginkan serta indentifikasi peluang penghematan dilakukan setelah kita menganalisis perilaku dan kinerja beban. Hal yang didapat adalah penghematan energi listrik sebesar 28-60% pada motor listrik, total penghematan energi listrik adalah 4,95%, atau sama dengan 43.149,6 kwh/bulan, atau bila dirupiahkan sama dengan Rp 343.412.232 /tahun.

Kata kunci : analisis energi, intensitas kebutuhan energi, penghematan energi, variable speed drive, efisiensi

ABSTRACT

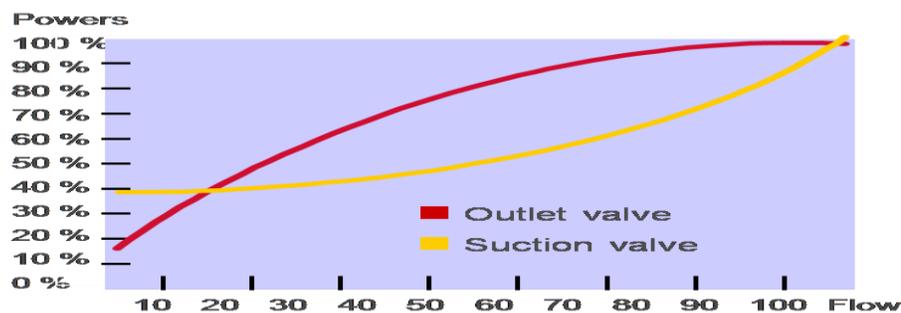
Energy analysis is an effort to optimize the working equipment at full load conditions, so that the use of energy become effective, efficient, and rational without relieve performance of production to obtain information about the level of consumption of energy used per unit of output (production) and to indentify opportunities for energy savings. This research was used by using VSD (variable speed drive) that adjust the motor speeds, and by the measuring and calculation of the intensity of energy demand (IED) 115,21 kwh/ton, to find out how much the opportunity for energy saving, that was made after analyzed the load behavior and performance. It showed the energy saving as 28%-60% on the motors. The total electrical energy savings was 4.95% or equal to 43.149,6 kwh/month, or same as Rp. 343.412.232 /year.

Keywords: energy analyzing, energy demand intensity, energy saving, variable speed drive, efficiency, loading

1. PENDAHULUAN

Sumber energi listrik yang selama ini digunakan merupakan sumber energi listrik yang berasal dari fosil. Seperti kita ketahui sumber energi listrik ini persediaannya terbatas yang diperkirakan tersedia untuk 70 tahun kedepan. Biaya pembangkitan energi listrik yang berasal dari fosil tidaklah murah, membutuhkan biaya yang cukup mahal. Sehingga kita dituntut untuk dapat menggantinya dengan sumber energi alternatif yang mungkin untuk digunakan. PT. X merupakan salah satu industri cukup besar di Indonesia. Sebagai salah satu konsumen energi terbesar PT X dituntut untuk berupaya mengatur penggunaan energi secara efektif, efisien dan rasional. Sesuai dengan Instruksi Presiden (Inpres) No 10 (2005) yang menginstruksikan agar dilakukan penghematan energi di instansi – instansi pemerintah pusat ataupun daerah, serta dilakukan sosialisasi program penghematan energi listrik (DESDM, 2003).

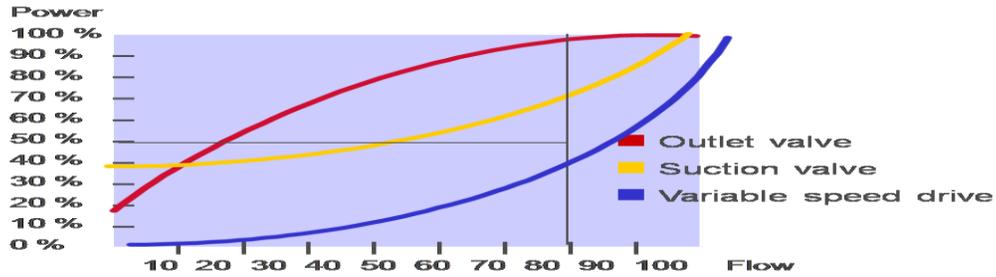
Penggerak kecepatan yang bervariasi / *variable speed drive* (VSD) juga dikenal dengan inverters dan dapat mengubah kecepatan motor, yang tersedia dalam dari mulai beberapa kW hingga 750 kW. VSD dirancang untuk mengoperasikan motor induksi standar dan oleh karena itu dapat dengan mudah dipasang pada sistem yang ada. Karakteristik kecepatan terhadap daya pada aplikasi motor listrik sistem konvensional dapat dilihat pada gambar dibawah ini (Chapman, 1991) :



Gambar 1. Karakteristik kecepatan terhadap daya pada sistem valve (throttle)

Gambar 1 merupakan karakteristik kecepatan motor listrik terhadap daya yang dibangkitkan pada sistem konvensional. Aplikasi torka beban memiliki nilai yang bermacam – macam untuk kurva torka terhadap kecepatan.

Pengendalian kecepatan pompa merupakan cara yang paling efisien dalam mengendalikan aliran, sebab jika kecepatan pompa berkurang maka pemakaian daya juga berkurang. Metoda yang biasanya banyak digunakan untuk menurunkan kecepatan pompa adalah penggerak kecepatan yang bervariasi / *variable speed drive* (VSD). Karakteristik kecepatan terhadap daya pada aplikasi motor listrik dengan *variable speed drive* (VSD) dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

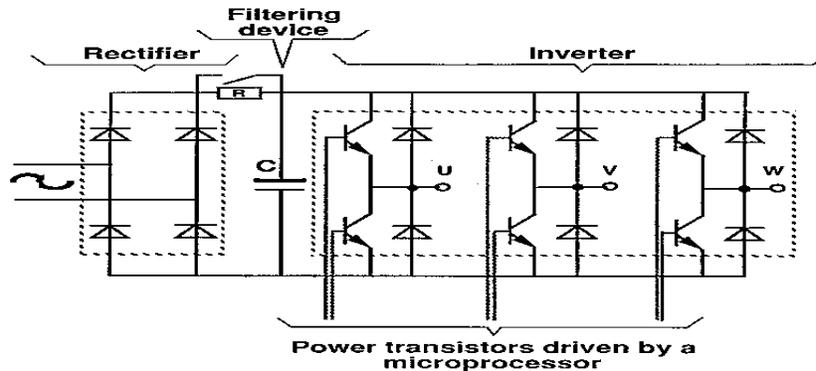


Gambar 2 Karakteristik kecepatan terhadap daya dengan throttle dan VSD

Gambar 2 merupakan karakteristik kecepatan motor listrik terhadap daya yang dibangkitkan dengan menggunakan *variable speed drive* (VSD). VSD memperbolehkan pengaturan kecepatan pompa berada diatas kisaran yang kontinyu, menghindari kebutuhan untuk melompat dari satu kecepatan ke kecepatan lainnya sebagaimana yang terjadi dengan pompa yang berkecepatan berlipat. Kecepatan pompa dengan pengendali VSD menggunakan dua jenis sistem :

1. VSD mekanis meliputi sarang hidrolik, kopling fluida, dan *belts* dan *pully* yang dapat diatur-aturl.
2. VSD listrik meliputi sarang arus eddy, pengendali motor dengan rotor yang melingkar, pengendali frekuensi yang bervariasi/ *variable frequency drives* (VFDs). VFDs adalah yang paling populer dan mengatur frekuensi listrik dari daya yang dipasok ke motor untuk mengubah kecepatan perputaran motor.

Aplikasi *variable speed drive* (VSD) banyak diperlukan dalam industri. Jika sebelumnya banyak dipergunakan sistem mekanik, kemudian beralih ke motor slip/ pengereman maka saat ini banyak menggunakan semikonduktor. Tidak seperti *softstarter* yang mengolah level tegangan, inverter menggunakan frekuensi tegangan masuk untuk mengatur speed motor. Seperti diketahui pada kondisi ideal (tanpa slip). Jadi dengan memainkan perubahan frekuensi tegangan yang masuk pada motor, kecepatan akan berubah. Karena itu inverter disebut juga *Variable Frequency Drive* (Schneider Electric, 2006).



Gambar 3 Blok diagram (Variable Speed Drive) VSD

Gambar 3, dapat dijelaskan prinsip kerja inverter yang sederhana adalah :

1. Tegangan yang masuk dari jala jala 50 Hz dialirkan ke board Rectifier/ penyearah DC, dan ditampung ke bank capacitor. Jadi dari AC di jadikan DC.
2. Tegangan DC kemudian diumpankan ke board inverter untuk dijadikan AC kembali dengan frekuensi sesuai kebutuhan. Jadi dari DC ke AC yang komponen utamanya adalah Semikonduktor aktif seperti IGBT. Dengan menggunakan frekuensi carrier (bisa sampai 20 kHz), tegangan DC dicacah dan dimodulasi sehingga keluar tegangan dan frekuensi yang diinginkan.

Keuntungan utama penggunaan VSD disamping penghematan energi adalah

1. Memperbaiki pengendalian proses sebab dapat memperbaiki variasi-variasi kecil dalam aliran lebih cepat.
2. Memperbaiki kehandalan sistem sebab pemakaian pompa, bantalan dan sil jadi berkurang.
3. Penurunan modal dan biaya perawatan sebab kran pengendali, jalur *by-pass*, dan *starter* konvensional tidak diperlukan lagi. Kemampuan *starter* lunak: VSD membolehkan motor memiliki arus *start-up* yang lebih rendah.

Tujuan penelitian ini adalah diperoleh tingkat penghematan konsumsi energi listrik di PT X Sidoarjo dan beberapa cara yang memungkinkan untuk menghemat energi yang dikonsumsi.

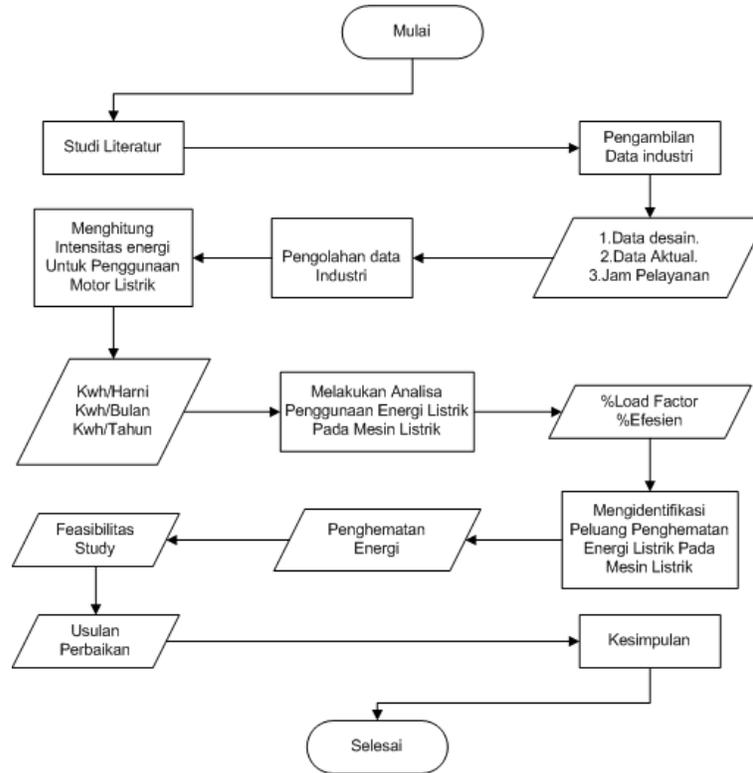
2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan proses ataupun langkah-langkah yang bertujuan supaya penelitian dapat dilakukan secara sistematis. Penelitian dilakukan berdasarkan beberapa tahapan dari awal hingga akhir yang dinyatakan dalam diagram alir. Diagram alir yang dibuat menggambarkan hubungan antara satu proses tahapan dengan tahapan berikutnya dimana output dari suatu tahapan merupakan input untuk tahapan selanjutnya. Diagram alir metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian adalah untuk memperoleh masukan-masukan dan menunjang tentang permasalahan yang akan diteliti. Gambar 4 merupakan langkah-langkah penelitian, dimana pada tahap pertama dilakukan studi literature, kemudian pengambilan data di industri, data desain, data aktual dan jam pelayanan, serta pengolahan data industry. Selanjutnya perlu dilakukan perhitungan intensitas energi untuk penggunaan motor listrik, kwh/hari, kwh/bulan, kwh/tahun. Kemudian dilakukan analisis penggunaan energi listrik pada mesin listrik, prosentase faktor beban dan prosentase efisiensi. Akhirnya perlu diidentifikasi peluang penghematan energi listrik

pada mesin listrik dan diperoleh penghematan energy dan studi kelayakan serta usulan perbaikan.



Gambar 4. Diagram alir penelitian

2.2 Pengambilan Data

Pengambilan data merupakan langkah awal untuk mengetahui berapa kebutuhan energi yang diperlukan sebelum melakukan pengolahan data. Proses pengambilan data ini terbagi dua, yaitu:

Pengambilan data desain.

Pengambilan data desain merupakan data-data yang diperlukan sebelum melakukan pengukuran, seperti data sistem elektrikal, *name plate boiler* dan motor dan data – data lain yang mendukung untuk melihat profil penggunaan energi listrik.

Pengambilan data aktual

Pengambilan data aktual merupakan data – data hasil pengukuran atau data aktual penggunaan energi. Pengambilan data ini dilakukan setelah mempelajari data desain dan untuk mengetahui berapa energi sebenarnya yang digunakan untuk melakukan produksi. Pengukuran ini dilakukan selama satu minggu sebagai acuan untuk melihat penggunaan energi selama satu bulan. Data – data yang di dapat dari pengukuran dari lapangan adalah sebagai berikut :

- ❖ Data beban Listrik
- ❖ Total data Pemakaian beban

Pengukuran data aktual menggunakan beberapa alat ukur untuk mengetahui besarnya daya yang digunakan, yaitu:

1. Logger
2. Klem Ampere
3. Volt meter
4. Tacaho meter
5. Termo kopel

Data Desain Motor Listrik

Data desain merupakan data motor listrik yang digunakan sebagai berikut :

1. Motor listrik ID Fan

- Daya design motor (kW) : 37 kW
- Arus (I) : 52,01 Amp
- Daya : 29,06 Kw
- Cos ϕ : 0,85
- Tegangan : 380 Volt
- Putaran motor : 1465 rpm

2. Motor listrik FD Fan

- Daya design motor (kW) : 7,5kW
- Arus (I) : 5,93kW
- Daya : 10,62Amp
- Cos ϕ : 0,85
- Tegangan : 380 Volt
- Putaran motor : 1435 rpm

2.3 Proses Pengukuran Energi dan Alat Ukur yang Digunakan

Pengukuran energi pada motor listrik (*induce draft fan, force draft fan*) digunakan alat ukur clamp-on.



Gambar 5 Hioki 3286-20 Clamp-onPowerHitester (Hioko Ltd)

Gambar 5 merupakan alat ukur clamp-on yang digunakan untuk mengukur parameter sebagai berikut:

- Tegangan: 150 V sampai dengan 600 V, 3 jarak antara.
- Arus : 200 A atau 1000 A, 2 jarak antara
- Tegangan / arus puncak
- Daya efektif/reaktif/ nyata (satu-fase atau 3- fase); 30 kW sampai dengan 1200 kW, 14 pola
- Faktor daya.
- Sudut fase.
- Frekuensi.
- Fase deteksi (3- fase)
- Tegangan /tingkatan arus harmonis (mencapai 20 tingkat).

2.4 Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data, maka dilakukan pengolahan dari data yang telah didapat. Pengolahan data ini dilakukan untuk mengetahui profil penggunaan energi yang sebenarnya. Mengetahui berapa intensitas kebutuhan energi dan apa saja peluang penghematan energi yang mungkin dilakukan dengan melihat intensitas kebutuhan energi, analisis kerja dari motor listrik dan identifikasi peluang penghematan yang dapat dilihat pada pengolahan data (Soenaryo, 2003).

Intensitas kebutuhan energi listrik

- **Mesin Produksi**

Pada mesin produksi ini dilakukan konservasi energi untuk mengetahui besarnya energi listrik yang digunakan untuk melakukan produksi, yang bertujuan agar mempermudah pengontrolan penggunaan energi listrik dalam melakukan produksi. Perhitungan intensitas kebutuhan energi (IKE) dilakukan dengan perbandingan antara penggunaan energi rata-rata perbulan dengan hasil produksi perbulan seperti ditunjukkan pada persamaan 1.

$$\text{IKE} = \text{kWh rata2/jml produksi} \quad (1)$$

- **Penggunaan Motor Listrik**

Pada penggunaan listrik ini dilakukan konservasi energi untuk mengetahui besarnya penggunaan energi listrik dengan memperhatikan perilaku beban dan pembebanan pada motor listrik. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah motor sudah maksimal bekerja dalam sistem atau belum, sehingga kita dapat mengeluarkan suatu rekomendasi untuk membuat sistem dapat bekerja lebih efisien, efektif dan tepat guna.

Perhitungan intensitas kebutuhan energi (IKE) listrik dilakukan dengan persamaan (1).

$$\text{kWh/hr} = P_{ak} \times t \quad (2)$$

Dengan :

P_{ak} = Daya aktual hasil pengukuran (kW)

t = Waktu penyalaan (jam)

Dari persamaan (2) dihasilkan penggunaan energi per hari, maka dengan persamaan diatas bisa kita peroleh besarnya energi per bulan seperti ditunjukkan pada persamaan (3).

$$\text{kWh/bln} = \text{kWh/hr} \times \text{jumlah hari penyalaan} \quad (3)$$

Dari persamaan (3) dengan cara yang sama , maka didapat penggunaan energi per tahun ditunjukkan pada persamaan (4).

$$\text{kWh/thn} = \text{kWh/bln} \times \text{jumlah bulan penyalaan} \quad (4)$$

dengan mengetahui data tersebut maka besar efisiensi motor listrik dapat digunakan dengan persamaan berikut :

$$\eta = \frac{P_{des} \times LF}{P_{ak}} \times 100\% \quad (5)$$

Dengan :

η = efisiensi kerja motor (%)

LF = Load factor (%)

P_{aktual} = Daya tiga fasa (kW)

HP = Daya name plate (HP)

P_{des} = Daya pada motor (KW)

$$\text{LoadFactor} = \frac{P_{ak}}{P_{des}} \times 100\% \quad (6)$$

Dengan :

P_{ak} = Daya actual atau Daya tiga fasa (kW)

P_{des} = Daya Desain atau Daya pada motor (kW)

Melakukan Analisis Penggunaan Energi Pada Motor Listrik

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui peluang – peluang yang mungkin dilakukan untuk menghemat penggunaan energi listrik pada motor . Pada analisis merupakan perbandingan antara konsumsi energi yang digunakan pada dengan konsumsi energi yang di hasilkan atau dapat dilihat pada persamaan 5 sampai 8 sedangkan analisa motor listrik merupakan perbandingan energi listrik aktual yang dikonsumsi dengan penggunaan energi listrik yang diusulkan. Energi listrik yang dilakukan merupakan perhitungan konsumsi energi dengan memperbaiki sistem pengoperasian motor listrik yang digunakan.

Pada tugas akhir ini pembahasan perbaikan sistem difokuskan pada penggunaan konsumsi energ motor listrik. Motor listrik merupakan pendukung proses produksi. Sedangkan motor listrik yang berfungsi sebagai pendukung proses produksi adalah ID fan dan FD fan

➤ Motor listrik

Setelah mendapatkan data, maka dilakukan pengolahan dari data yang telah didapat. Pengolahan data ini dilakukan untuk mengetahui profil penggunaan energi yang sebenarnya. Mengetahui berapa intensitas kebutuhan energi dan apa saja peluang penghematan energi yang mungkin dilakukan dengan melihat intensitas kebutuhan energi, analisis kerja dari motor listrik dan identifikasi peluang penghematan yang dapat dilihat pada pengolahan data.

Identifikasi Peluang Penghematan Energi

Identifikasi peluang penghematan energi listrik ini merupakan cara mencari peluang – peluang penghematan yang mungkin untuk dilakukan dengan tidak mengurangi kualitas produksi. Menjaga kualitas produksi bisa dilakukan dengan memperhatikan kebutuhan daya saat operasi serta besar pembebanan per satuan waktu sebagai referensi kerja sistem. Sehingga akan didapat sebuah rekomendasi perbaikan sistem dengan penggunaan energi listrik yang lebih efektif serta efisien (ILMTA, 2008).

Besarnya penghematan energi yang dihasilkan dengan merubah kerja sistem dari motor akan sangat berpengaruh pada penggunaan energi listrik itu sendiri. Penghematan energi yang dihasilkan dalam bentuk persentase daya yang digunakan kemudian dikonversi kedalam kWh per hari, bulan dan tahun.

Perhitungan persentase ditentukan dari ketentuan peralatan yang digunakan untuk memperbaiki sistem pengoperasian.

Besarnya selisih daya yang dihasilkan ditunjukkan seperti persamaan (7).

$$\Delta P = \% \Delta P \times P_{\max} \quad (7)$$

Dengan :

ΔP = Daya yang di reduksi (kW)

$\% \Delta P$ = Daya yang di reduksi berdasarkan ketentuan sistem (%)

P_{max} = Daya maksimum hasil pengukuran (kW)

Setelah didapat besar selisih daya yang dihasilkan, maka besarnya energi yang dihemat pun didapatkan dengan menggunakan persamaan (2) sampai (5) dan untuk mendapatkan berapa besar biaya yang dihemat di hitung dengan persamaan (8) dengan asumsi 1 kWh adalah Rp 600,-.

$$\text{Penghematan (Rp)} = \text{kWh} \times \text{Rp } 600,- \quad (8)$$

3. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

3.1 Data dan Pembahasan

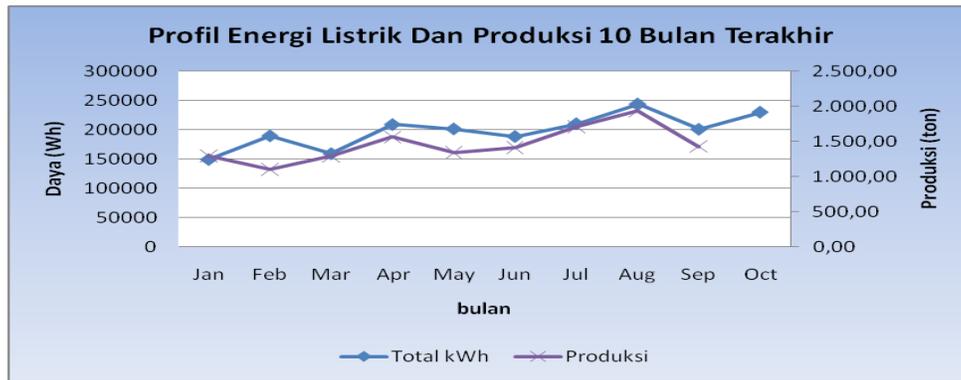
Pola Penggunaan Energi

Distribusi penggunaan energi listrik pada proses produksi, daya listrik terpasang PT X Sidoarjo adalah sebesar 3x197 kVA. Beroperasi dengan menggunakan 3 unit trafo dengan kapasitas 197 kVA yang didistribusikan secara radial guna mensuplai seluruh kebutuhan listrik untuk proses produksi dan penerangan. Pada sistem distribusi listriknya digunakan 1 unit generator set berkapasitas 500 kVA berfungsi sebagai *emergency power* PLN hanya untuk penerangan darurat saja. Untuk mengetahui karakteristik beban total dan pada peralatan utilitas dilakukan pengukuran pada peralatan yang mengkonsumsi energi listrik besar dan berfungsi sangat dominan serta memiliki peluang penghematan penggunaan energi terhadap jalannya proses produksi. Pada PT X dilakukan pengukuran pada incoming 380 V dan feeder lainnya guna mendapatkan profil beban atas penggunaan energinya selama 20 jam (Hakim, 2009.).

Tabel 1. Data Penggunaan Energi Listrik 10 Bulan Terakhir PT X

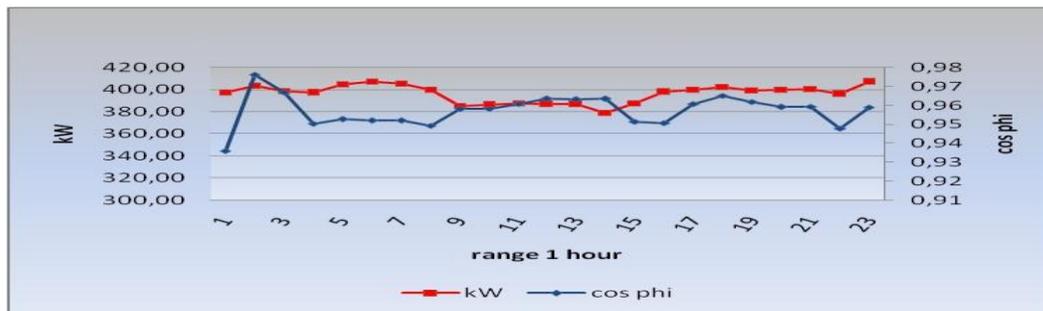
No	Bulan	Listrik		Batu bara		Total	Produksi
		kWh	Mcal	kg	Mcal	Mcal	Ton
1	Januari	129.950,40	111.757,34	503.700,00	2.669,61	114.426,95	1.297,22
2	Februari	133.369,80	114.698,03	456.820,00	2.421,15	117.119,17	1.105,42
3	Maret	149.115,60	113.095,85	587.900,00	3.115,87	116.211,72	1.290,09
4	April	132.784,80	114.194,93	664.753,00	3.523,19	117.718,12	1.565,60
5	Mei	124.893,60	107.408,50	569.188,00	3.016,70	110.425,19	1.347,81
6	Juni	141.687,60	121.851,34	632.439,00	3.351,93	125.203,26	1.412,44
7	Juli	140.923,20	121.193,95	515.690,00	2.733,16	123.927,11	1.709,97
8	Aug	155.687,80	133.891,51	737.795,00	3.910,31	137.801,82	1.938,78
9	Sep	110.475,00	95.008,50	466.838,00	2.474,24	97.482,74	1.431,22
10	Okt	145.676,20	125.281,53	876.824,00	4.647,17	129.928,70	0,00

Berdasarkan Tabel 1, evaluasi data penggunaan energi total untuk sumber energi yang dipakai yakni sumber energi listrik dari PLN pada bulan Januari 2011 sampai dengan Oktober 2011, terlihat bahwa penggunaan energi untuk konsumsi listrik PLN tiap bulannya relatif meningkat puncak konsumsi terbesar terjadi pada bulan Agustus 2011 yakni sebesar 155.687,8 kWh (setara dengan 133.891,51 Mcal). Sedangkan penggunaan energi listrik terkecil terjadi pada Bulan September 2011 yakni sebesar 110.475 kWh (setara dengan 95.008,5 Mcal). Penggunaan batu bara terbesar terjadi pada bulan Oktober 2011 sebesar 876.824 kg (setara dengan 4647,17 Mcal) dan yang terendah terjadi pada bulan 456.820 kg (setara dengan 2.421,15 Mcal).



Gambar 6 . Grafik penggunaan energi listrik 10 bulan terakhir terhadap biaya listrik

Pada Gambar 6 dapat dijelaskan bahwa distribusi penggunaan energi primer hanya energi listrik PLN yang digunakan untuk seluruh supply energi peralatan utama proses produksi dan utilitas pendukung proses utama. Penggunaan total energi pada periode Bulan Januari 2011 sampai dengan Oktober 2011 berfluktuasi pada setiap bulannya. Hal ini sesuai dengan data produksi yang juga berfluktuasi pada setiap bulan. Fluktuasi penggunaan total energi terhadap produksi ini, atau yang dapat kita sebut sebagai intensitas energi akan di bahas lebih jauh pada bagian lain di laporan ini.



Gambar 7. Profil penggunaan energi listrik (incoming 380V)

Load profile penggunaan energi listrik untuk *incoming* 380 kV pada kondisi prduksi dapat dilihat pada Gambar 7, diambil dari pengukuran pada tanggal 2 November 2011, terlihat bahwa rata-rata penggunaan energi listrik sebesar 396 kW (430,95 kVA) dengan $\cos\phi$ 0,96. Beban maksimum berdasarkan hasil pengukuran didapatkan sebesar 407,25 kW (436,5 kVA) dengan faktor daya mencapai 0,95. Hasil evaluasi pengukuran penggunaan energi listrik untuk incoming 380 V pada kondisi beban puncak (WBP) terjadi penurunan penggunaan daya. Hal ni terkait

dengan aturan dari PLN yang membatasi penggunaan daya pada saat waktu beban puncak berada pada posisi rata-rata penggunaan energi listrik sebesar 387,31 kW (371,82 kVA) dengan $\cos\phi$ 0,96.

3.2 Intensitas Energi Listrik Terhadap Produksi

Intensitas energi total (Mcal/Ton) dihitung berdasarkan total penggunaan energi dalam hal ini energi listrik dan Batu bara yang dikonversikan dalam satuan Mcal terhadap total produksi (Ton) dan dalam satuan Mcal/Ton. Perhitungan intensitas energi bulan Januari :

$$\begin{aligned} \text{IKE} &= \text{kWh rata2/jml produksi} \\ &= 115.2079 \text{ kWh/Ton} \end{aligned}$$

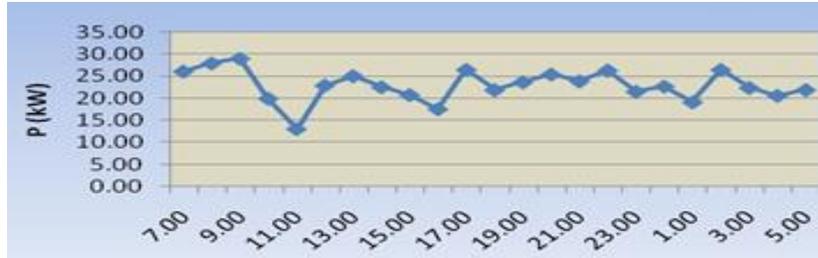
Hasil perhitungan Intensitas energi total pada periode Bulan Januari 2011 sampai dengan September 2011 dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2 Data Intensitas Energi 10 Bulan Terakhir PT. X

Bulan	Office		Manufacture		Catur Bhakti		Total	TOTAL	Produksi	IKE	
	WBP	LWBP	WBP	LWBP	WBP	LWBP	kWh	Mcal	Ton	(kWh/ton)	Mcal/ton
Jan	9,072	49,92	7,394	43,169	6,749	33,146	149,450	128.527,00	1.297,22	115.2079	99,08
Feb	11,983	61,285	10,931	10,931	7,228	39,091	189,724	163.162,64	1.105,42	171.6307	147,60
Mar	9,788	51,727	10,062	52,118	5,695	29,956	159,346	137.037,56	1.290,09	123.5158	106,22
Apr	12,865	64,847	10,852	60,154	10,433	49,815	208,966	179.710,76	1.565,60	133.4736	114,79
May	11,989	59,227	8,843	45,750	12,476	63,266	201,551	173.333,86	1.347,81	149.5401	128,60
Jun	11,420	57,149	9,443	51,095	10,154	49,357	188,618	162.211,48	1.412,44	133.5402	114,84
Jul	12,193	61,627	9,406	51,976	10,950	64,142	210,293	180.851,81	1.709,97	122.9801	105,76
Aug	14,071	68,147	12,134	58,147	15,386	76,066	243,951	209.797,86	1.938,78	125.8272	108,21
Sep	11,817	59,173	8,675	46,295	12,023	62,945	200,928	172.798,08	1.431,22	140.3896	120,74
Oct	13,457	65,392	10,067	50,585	16,048	74,366	229,915	197.726,90			

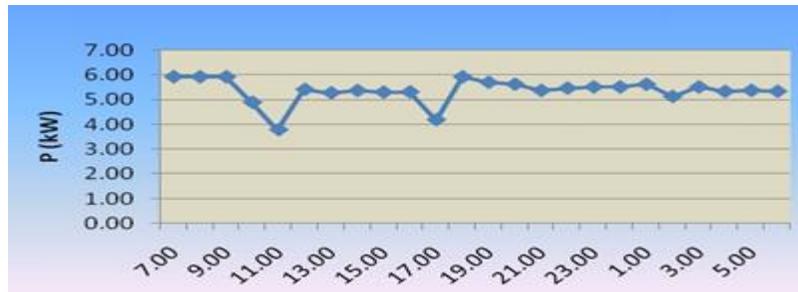
Berdasarkan Tabel 1, Evaluasi data penggunaan energi total untuk sumber yang dipakai, yakni sumber energi listrik dari PLN pada bulan Januari 2011 hingga September 2011 mengalami fluktuasi. Nilai intensitas energi (kWh/Ton) maksimum didapatkan sebesar Dapat dijelaskan dari gambar 6 nilai intensitas energi (Mcal/Ton) untuk perioda bulan Januari 171,6 kWh/Ton, rata – rata 135,12 kWh/Ton dan minimum 115,2 kWh/Ton. Fluktuasi energi ini mengindikasikan ketidakseimbangan atau kurang efektif manajemen penggunaan energi pada proses produksi.

3.3 Intensitas Energi Listrik Pada Motor Listrik ID Fan



Gambar 8. Grafik Profil Energi Listrik Pada ID Fan

Profile penggunaan energi listrik pada ID Fan pada kondisi produksi dapat dilihat pada Gambar 8, diambil dari pengukuran terlihat bahwa penggunaan energi listrik maksimum sebesar 29,06 kW dengan $\cos\phi$ 0,85 dan energi listrik minimum sebesar 13,04 kW Jadi penggunaan energi pada motor listrik ID Fan berfluktuasi tiap jamnya tergantung beban yang di masukan.



Gambar 9. Grafik Profil Energi Listrik Pada FD Fan

Profile penggunaan energi listrik pada FD Fan pada kondisi produksi dapat dilihat pada Gambar 9, diambil dari pengukuran terlihat bahwa penggunaan energi listrik maksimum sebesar 5,93 kW dengan $\cos\phi$ 0,85 energi listrik minimum sebesar 3,78 kW Jadi penggunaan energi pada motor listrik FD Fan berfluktuasi tiap jamnya tergantung kebutuhan beban yang di masukan.

Tabel 3. Rekomendasi perbaikan sistem

NO.	PELUANG PENGHEMATAN	PENGHEMATAN			BIAYA IMPLEMENTASI (Rp)	SIMPLE PAYBACK PERIODE
		kWh/bln	BIAYA (Rp)	(%)		
1	Memasang Inverter (VSD) pada motor ID Fan	5.918,40	3.551.040,00	0,60	57.552.400,00	24 bulan
2	Memasang Inverter (VSD) pada motor 55 kW FD Fan	3.240	1.952.640,00	0,33	25.000.000,00	15 bulan

Dari Tabel 3 didapat total penghematan yang dihasilkan adalah 4,95% bilad irupiahkan sekitar Rp 28.617.696,-/bln atau Rp 343.412.352,-/thn. Rata – rata lamainvestasi adalah 19,67 bulan dengan investasi kembali paling lama 24 bulan.

4. KESIMPULAN

Dari analisa yang telah dilakukan oleh penulis dalam laporan tugas akhir ini serta pengamatan yang penulis lakukan selama analisis penggunaan energi di PT X Sidoarjo, maka penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Besarnya intensitas kebutuhan energi listrik untuk produksi adalah *115,21 kWh/Ton*, dengan derajat deviasi 22,99.
2. Intensitas kebutuhan energi listrik terdapat pada *induce draft fan* dan *forced draft fan*. IKE pada ID fan adalah *20923,2 kWh/bln*, FD fan adalah *4269,6 kWh/bln*.
3. Besar pembebanan ID fan dan FD fan berada di range 75% - 80%.
4. Perbaikan sistem yang direkomendasikan adalah dengan menggunakan *variable speed drive (VSD)* di ID fan dihasilkan penghematan energi sebesar 0,60% terhadap daya total atau *5918,40 kWh/bulan* bila dirupiahkan adalah Rp 3.551.040,-/bulan dan FD fan dihasilkan penghematan energi sebesar 0,33% terhadap daya total atau *3240 kWh/bulan* bila dirupiahkan adalah Rp 1.952.640,-/bulan dan dari total pemakaian daya total.
5. Perbaikan sistem yang direkomendasikan adalah dengan menggunakan *economize* dihasilkan penghematan energi sebesar 4,02% atau *33.991,2 kWh/bulan* bila dirupiahkan adalah Rp 23.114.016,-/bulan dari pemakaian daya total.
6. Total penghematan energi listrik adalah 4,95% atau sama dengan 43.149,6 kWh/bulan, bila dirupiahkan sama dengan Rp.28.617.696,-/bulan.
7. Lama waktu investasi kembali dengan memperbaiki system penggunaan beban adalah rata-rata selama 19,67 bulan dengan investasi kembali paling lama 24 bulan dan paling cepat 15 bulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Chapman (1991), *Electric Machinery Fundamental*, Mc Graw Hill, Inc. Singapore.
- ILMTA, (2008), Job Sheet Training, *raining Konservasi Energi – Ditjen ILMTA*, Bandung.
- Soenaryo, Ir., (2003) Kumpulan Catatan Kuliah Mesin-mesin Elektrik, Itenas, Bandung.
- Schneider Electric (1991), *Characteristic Variable Speed Drive*, Training efisiensi energi.
- DESDM (2003), Kebijakan Pengembangan Energi Terbarukan dan Konrevasi Energi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Hakim, Nurachman (2009), Tugas Akhir Analisis Peluang Penghematan Energi Pada Motor Listrik, Itenas, Bandung.