

PENGIRITAN ENERGI LISTRIK

Yani Ridal

Jurusan Teknik Elektro-Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
Kampus III Jl. Gajah Mada No. 19 Padang – 25143 Telp. (0751) 7054257 Fax. 7051341

Abstract

Electric energy is energy which is most used by consumers. Electric energy is easy and quickly distributed to consumers. In reaching effective performance and efficiency, it requires to be performed economically in its usage. In economizing electric energy, capacitors can be used on loads, evaluating attached energy, using economical loads and management processing of electric energy.

Key words : energy electric, efficiency

1. Pendahuluan

Dimasa lampau biaya energi listrik sedemikian murah. Dengan murahnya energi listrik, sehingga tidak ada konsumen berupaya untuk mengendalikan pemakaiannya. Tetapi hari-hari dengan listrik terlalu murah telah berlalu. Tarif listrik PLN terus meningkat, juga masih mungkin akan meningkat dimasa mendatang. Pemakaian listrik yang kurang bijaksana (boros), akan membebani biaya konsumen. Oleh sebab itu, pihak konsumen sudah harus mulai lebih intensif menghemat pemakaiannya. Penghematan listrik secara langsung, akan menekan ongkos operasional, yang pada akhirnya akan mengefisienkan pengeluaran.

Umumnya, biaya listrik merupakan biaya komponen energi terbesar pada konsumen, karena hampir setiap peralatan utiliti mengkonsumsi listrik. Karena itu, dalam rangka mencari peluang konversi energi, diperlukan perhatian khusus mengenai penggunaan energi listrik. Beberapa cara untuk mengirit pengeluaran akan energi listrik dilakukan dengan :

1. Menggunakan kapasitor bank.
2. Mengevaluasi jatah daya terpasang
3. Memakai beban hemat energi listrik.
4. Manajemen pengelolaan dan pemakaian energi.

2. Dasar Teori

Dalam kegiatan ini, sasaran utama adalah memperbaiki efisiensi pemakaian energi sendiri. Adapun faktor-faktor yang

mempengaruhi efisiensi adalah perbandingan antara beban rata-rata dan beban maksimum, faktor daya sistem dan faktor beban dari konsumen.

Salah satu cara dipakai dalam menganalisa fluktuasi beban harian atau mingguan dari suatu konsumen adalah melalui kurva beban. Kurva beban merupakan representasi data beban (Watt) yang dicatat setiap jam sekali. Melalui kurva beban dapat diketahui beban rata-rata dan beban puncak serta jam berapa terjadinya beban puncak. Kurva beban untuk suatu konsumen umumnya berbeda bentuknya, dibandingkan dengan industri. Kurva beban juga dapat mencirikan pola pembebanan konsumen.

Faktor beban (F_b) didefinisikan sebagai perbandingan antara beban rata-rata dan beban puncak dalam satu periode tertentu.

$$F_b = \frac{\text{Beban rata-rata}}{\text{Beban maks.}} \quad (1)$$

Dengan memperbaiki faktor beban, akan meningkatkan efisiensi pemakaian energi listrik. Untuk mengurangi beban maksimum atau menggeser kurva beban, perlu penanganan yang hati-hati.

Ada beberapa cara dibawah ini dapat dipertimbangkan :

1. Jadwal start seluruh beban, perlu dibuat dengan konsisten, diupayakan agar waktu start seluruh beban tidak terjadi dalam periode yang sama.

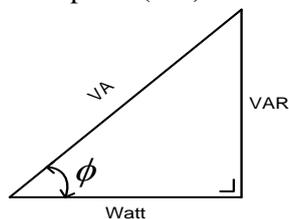
2. Peralatan atau beban yang memakai motor listrik, memerlukan beban starting yang tinggi dan digunakan sebentar-sebentar (intermitten).
3. Diusahakan, dimana memungkinkan pada setiap motor listrik distart pada kondisi tanpa beban.
4. Beban yang kapasitasnya besar, yang akan dijadualkan sebisa mungkin seragam pembebanannya.

Selain faktor beban, dikenal juga pengertian faktor kebutuhan (Fk) yang merupakan angka perbandingan antara beban maksimum dan kapasitas terpasang.

$$Fk = \frac{\text{Beban maks.}}{\text{Kapasitas terpasang}} \quad (2)$$

2.1. Perbaikan Faktor Daya

Berbicara lebih jauh mengenai pengiritan energi listrik, tidak dapat dilepaskan dengan pemahaman faktor daya (power factor). Faktor daya didefinisikan sebagai perbandingan daya aktif (Watt) dan daya semu/kompleks (VA).



Gambar 1. Vektor diagram segitiga daya

Menurut gambar 1, faktor daya (Pf) adalah :

$$Pf = \frac{P}{S} = \frac{\text{Watt}}{\text{VA}} \quad (3)$$

Untuk memperbaiki faktor daya, sementara daya reaktif yang disuplai ke beban, maka daya reaktif (VAR) harus dikurangi.

$$\text{Var}_{\text{lama}} = \text{VA} \cdot \sin \phi_{\text{lama}} \quad (4)$$

$$\text{Var}_{\text{baru}} = \text{VA} \cdot \sin \phi_{\text{baru}} \quad (5)$$

Dengan demikian, daya reaktif yang harus disuplai kapasitor :

$$\text{Var}_{\text{cap}} = \text{Var}_{\text{lama}} - \text{Var}_{\text{baru}} \quad (6)$$

Nilai kapasitor dapat ditentukan :

$$C = \frac{\text{Var}_{\text{cap}}}{2\pi fV^2} \quad (7)$$

Manfaat dari perbaikan faktor daya adalah :

1. Menambah kemampuan saluran distribusi listrik dalam melayani beban.
2. Mengurangi rugi-rugi daya (*losses*) dalam saluran listrik, sehingga memperpanjang usia saluran/kabel.
3. Meningkatkan kemampuan saluran/kabel dalam mengalirkan arus listrik, sehingga bisa menunda biaya penambahan kapasitas jaringan.
4. Mengurangi rugi-rugi daya transformator, sehingga dapat memperbesar kemampuan transformator.
5. Memperbaiki rugi-rugi daya yang terjadi pada motor listrik atau beban.

Manfaat teknis tersebut, juga dilengkapi dengan pengurangan langsung biaya rekening listrik.

Disamping menentukan faktor daya berdasarkan persamaan 3, dapat pula faktor daya dihitung berdasarkan rekening listrik, yaitu :

$$Pf = \frac{\text{kWH}}{\sqrt{(\text{kWH})^2 + (\text{kVARH})^2}} \quad (8)$$

2.2. Menggunakan Jatah Daya tersambung

Mengevaluasi jatah daya yang tersambung (VA) yang sesuai dengan kebutuhan ditentukan dengan :

$$\text{Daya} = \frac{\text{kWH}}{200} \times 1000 \text{ VA} \quad (9)$$

Jika hasil perhitungan dengan persamaan 9, memberikan daya lebih kecil dari daya yang tersambung atau yang sudah ada, sebaiknya dayanya diturunkan menjadi sebesar hasil perhitungan atau sesuai dengan golongan tarif yang standar.

Agar jatah daya tersambung dapat mencukupi untuk pemakaian energi listrik (kWH) sebulan tanpa harus mengganggu kegiatan sehari-hari, dapat dilakukan dengan cara :

1. Menggunakan daya listrik secara efisien, misalnya memadamkan lampu-lampu (beban) yang sudah tidak digunakan lagi.

- Mengatur waktu pemakaian peralatan listrik secara benar dan tidak bersamaan, misalnya menyetrika pada malam hari, tidak mengoperasikan pompa air listrik secara terus menerus pada hal air dalam bak sudah melimpah.
- Mengatur tata letak stop kontak dan saklar (*switch*) yang mudah dilihat/dijangkau dalam pengoperasian.

Unsur utama yang menentukan besarnya rekening listrik bagi konsumen adalah biaya pemakaian (abodemen) dan biaya beban(kWH).

2.3. Beban Hemat Energi

Kebanyakan beban menggunakan penerangan dari lampu. Beberapa konsumen energi listrik digunakan dari lampu sebagai pencahayaan sekitar 20-50%. Namun demikian, pengiritan energi listrik pada sistem pencahayaan dapat dilakukan dengan cara mudah dan murah.

Untuk mendapatkan pencahayaan yang baik, maka perlu dipertimbangkan faktor-faktor :

- Kenyamanan
- Keindahan/estetika.
- Ekonomis.
- Keandalan dari sistem.

Mengevaluasi tingkat penerangan yang telah direkomendasikan, merupakan salah satu peluang untuk pengiritan energi listrik. Tingkat penerangan tiap-tiap lokasi telah ditentukan sesuai dengan kebutuhan.

Untuk menentukan jumlah lampu yang digunakan dalam suatu ruangan dapat ditentukan dengan :

$$n = \frac{E \cdot A}{\phi \cdot \eta \cdot CU} \quad (10)$$

Dimana :

- E = intensitas penerangan (lux)
- A = luas ruangan (m²)
- ϕ = fluks cahaya (lumen)
- η = efisiensi
- CU = Coefisien Utilitas (50-75%)

Dengan mengganti lampu neon (TL) atau pijar dengan lampu hemat energi, juga dapat dilakukan pengiritan energi listrik.

Perbandingan pemakaian lampu yang lebih efisiensi secara ekonomi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan biaya pemakaian lampu pijar dengan lampu hemat energi.

No	Lampu pijar (Watt)	Lampu hemat energi (Watt)
1.	60	13
2.	75	16
3.	100	18
4.	120	20

2.4. Manajemen Pengelolaan Energi Listrik

Sumber-sumber pemborosan energi listrik pada umumnya, karena kurangnya pengawasan, disiplin personil dalam memanfaatkan beban berdasarkan kebutuhan.

Dalam pengiritan energi listrik, perlu suatu komitmen dan kemauan yang keras dari pimpinan atau manajer. Pimpinan selalu memberikan contoh dalam aplikasi sehari-hari pada karyawan dalam hal pengendalian energi listrik. Misalkan, pimpinan sewaktu meninggalkan ruangan selalu mematikan AC, lampu atau beban lainnya.

Pemakaian beban dan pengeluaran atas biaya listrik yang dikeluarkan tiap bulan, perlu dibukukan dan dievaluasi. Perlunya biaya perawatan peralatan listrik yang dianggarkan tiap bulan. Memberikan wewenang setiap pemakaian energi listrik, dalam pengontrolan pemakaian yang se efisien mungkin.

Cara yang lain, dengan cara memberikan penyuluhan dan memasang stiker hemat energi dilingkungan kerja. Memberikan reward kepada karyawan yang ditugaskan dalam pengendalian, perawatan dan pengontrolan beban, jika terjadi dalam pengiritan energi listrik.

3. Metodologi

Data diperoleh dari PT.PLN (Persero) cabang Padang. Bagi konsumen besar pada bulan Mei 2004 sesuai dengan edaran direksi PLN (Persero) No . 024 . E /471 / Dir / 1998 , konsumen dengan tarif S₃ , B₃ , I₂ ,I₃ ,I₄ , dan P₂ dikarenakan biaya pemakaian KvarH.Berdasarkan data ,diperoleh konsumen yang mempunyai tarif

S3 = 6, B3 = 9, I2 = 24, I3 = 6, I4 = 0 dan P2 = 2 konsumen. Dari data tersebut, dapat ditentukan PF konsumen. Jika $PF \leq 0,85$, kelebihan pemakaian KVARH dibebankan kepada konsumen sesuai dengan harga yang berlaku.

Bagi konsumen kecil (R2) dengan daya tersambung 2200 VA, energi listrik dapat dihemat dengan cara mengevaluasi beban terpakai, pemakaian lampu hemat energi dan pengaturan pemakaian beban.

3. Hasil dan Pembahasan

- Berdasarkan rekening listrik konsumen sosial sebesar (S3) dengan kapasitas terpasang 240 kVA dengan data :
 - LWBP 9923 – 9794 = 129kWH
 - WBP 9802 – 9794 = 8 kWH
 - kVARH 10.080–10.080 =123kVARH
 - Faktor kali = 400
 - Pemakaian = Selisih \times faktor kali

$$\begin{aligned} \text{LWBP} &= 128 \times 400 = 57.600 \text{ kWH} \\ \text{WBP} &= 8 \times 400 = 3.200 \text{ kWH} \\ \text{kVARH} &= 123 \times 10.080 = 49.200 \text{ kVARH} \end{aligned}$$

Pemakaian kVARH

$$\begin{aligned} &= (\text{Selisih} \times \text{faktorkali}) - (0,62 \times \text{TotalkWH}) \\ &= (123 \times 400) - [0,62 \times (57.600 + 3200)] \\ &= 15.224 \text{ kVARH} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya kVARH} &= \text{Pemakaian kVARH} \times \\ &\quad \text{Tarif biaya} \\ &= 15.224,- \times \text{Rp. 529,-} \\ &= \text{Rp. 8.053.496,-} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Beban} &= \text{Tarif daya} \times \text{Tarif biaya} \\ &\quad \text{beban /kVA} \\ &= 240 \times \text{Rp. 29.500,-} \\ &= \text{Rp. 7.080.000,-} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya LWBP} &= \text{Pemakaian} \times \text{Tarif biaya} \\ &\quad \text{pemakaian LWBP} \\ &= 51.600 \times \text{Rp. 325,-} \\ &= \text{Rp. 16.770.000,-} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya WBP} &= \text{Pemakaian} \times \text{Tarif biaya} \\ &\quad \text{pemakaian WBP} \\ &= 3.200 \times \text{Rp. 455,-} \\ &= \text{Rp. 1.456.000,-} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (\text{Pf}) &= \frac{(51.600 + 5.200)}{\sqrt{(51.600)^2 + (49.200)^2}} \\ &= 0,74 \end{aligned}$$

Berdasarkan edaran direksi PT. PLN (Perser) No. 024.E/471/Dir/1998, konsumen yang mempunyai faktor daya kurang dari 0,85 dikenakan denda pinalti sebesar biaya kVARH.

Dengan menggunakan peralatan kapasitor, maka faktor daya 0,74 dapat dijadikan 1 (satu) atau 100%, maka dapat terhindar dari denda sebesar Rp. 8.053.496.

- Suatu konsumen dengan jatah daya tersambung sebesar 2200 VA dengan pemakaian 180 kWH sebulan. Besarnya rekening yang harus dibayar adalah :

$$\begin{aligned} \text{Biaya beban} &= \left(\frac{2200}{1000} \right) \times \text{Rp. 30.200,-} \\ &= \text{Rp. 66.400,-} \end{aligned}$$

$$\text{Blok I} : 20 \times \text{Rp. 390,-} = \text{Rp. 7.800,-}$$

$$\text{Blok II} : 40 \times \text{Rp. 445,-} = \text{Rp. 17.800,-}$$

$$\text{Blok III} : 120 \times \text{Rp. 495,-} = \text{Rp. 59.400,-}$$

Total biaya + 10% biaya penerangan jalan umum adalah Rp. 166.584,-.

Pemakaian 180 kWH, bila dimasukkan kedalam persamaan 9, diperoleh

$$\begin{aligned} \text{Daya} &= \frac{180}{200} \times 1000 \text{ VA} \\ &= 900 \text{ VA} \end{aligned}$$

Jadi sebenarnya untuk pemakaian 180 kWH sebulan cukup dengan daya tersambung 900 VA. Dengan jatah daya 900 VA, maka besarnya biaya rekening yang harus dibayar adalah :

$$\begin{aligned} \text{Biaya beban} &= \left(\frac{900}{1000} \right) \times \text{Rp. 20.000,-} \\ &= \text{Rp. 18.000,-} \end{aligned}$$

$$\text{Blok I} : 20 \times \text{Rp. 275,-} = \text{Rp. 5.500,-}$$

$$\text{Blok II} : 40 \times \text{Rp. 445,-} = \text{Rp. 17.800,-}$$

$$\text{Blok III} : 120 \times \text{Rp. 495,-} = \text{Rp. 59.400,-}$$

Total biaya + 10% PJU adalah

$$\text{Rp. 110.700,-}$$

Jadi biaya yang dapat diirit sebesar Rp. 55.814,-

- Berdasarkan tabel 2, terdapat perbedaan konsumsi energi listrik dan biaya lampu pijar dengan lampu hemat energi.

Tabel 2. Perbandingan biaya lampu pijar dengan hemat energi.

	SL 18	Incandescent 75 W
<ul style="list-style-type: none"> • Power consumption • Harga satuan • Life time • (A) Investasi (8000/ jam) 	18 Watt Rp. 25.000,- 8.000 jam Rp. 25.000,-	17 Watt Rp. 4.000,- 1.000 jam $8.000/1.000 \times \text{Rp.}4.000,-$ = Rp. 32.000,-
Running cost : <ul style="list-style-type: none"> • (B) Electricity cost • (C) Energy cost 	Rp. 275/kWH $8.000/1.000 \times \text{Rp.}275,- \times 18$ = Rp. 39.600,-	$8.000/1.000 \times \text{Rp.}275,- \times 75$ = Rp. 165.000,-
Energi Saving	$(\text{Rp.} 165.000,-) - (\text{Rp.}39.600,-) = \text{Rp.} 125.400,-$	
Total cost = (A) + (C)	$\text{Rp.} 25.000,- + \text{Rp.} 39.600,-$ = Rp. 64.600,-	$\text{Rp.}32.000,- + \text{Rp.}165.000,-$ = Rp. 197.000,-
(D) Saving per bulb	$\text{Rp.} 197.000,- - \text{Rp.} 64.600,- = \text{Rp.} 132.400,-$	
Total saving = D \times number of bulb	Rp. 132.400,- \times number of bulb	

4. Kesimpulan

Dari pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan :

1. Dengan menggunakan kapasitor, menyebabkan faktor daya lebih baik, hingga mencapai 100% atau satu sehingga denda/penalti yang diberikan PT. PLN (Persero) dapat di nol kan.
2. Faktor daya yang tersambung dapat disesuaikan dengan kebutuhan energi yang terpakai dalam tiap bulan, sehingga dapat dilakukan pengirisan biaya rekening,
3. Dengan menggunakan lampu hemat energi, biaya dapat diefisiensikan, baik dalam pemakaian energi listrik maupun biaya peralatan/lampu.

5. Daftar Pustaka

1. _____, Pusat Penelitian Teknologi Bandung ITB, "Manual Untuk Pelatihan Pengirisan Pemakaian Listrik Dalam Sektor Komersia", Februari, 1993.
2. _____, "Buku Panduan TDL 2003/2004", PT. PLN (Persero)
3. Entoel Soepratman, "Langkah-langkah Penerapan Manajemen Energi", KNI-WEC, 1991.

4. Gonen Turan, "Distribution System Engineering", Mc Graw Hill, United States of America, 1996.

5. Gde Wisnaya Wisma, "Teknik Penghematan Listrik Pada Sistem Kelistrikan dan Pencerayaan", Maret 1995.

6. Gonen Turan, "Electrical Power Transmission Engineering System", John Wiley & Sons, 1998.

7. Wijaya IGN Putu, "Indeksasi Energi di Industri", Surabaya, 2002.

8. Yusgiantoro Purnomo, "Ekonomi Energi Teori dan Praktek", LP3ES, Jakarta, 2000.

