BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Menurut Purwadarnita[1], energi adalah tenaga, atau gaya untuk berbuat sesuatu. Dalam pengertian sehari-hari energi dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan usaha. Energi mempunyai berbagai bentuk, dalam dunia listrik sebuah medan listrik akan mempunyai jumlah energi yang dinyatakan dalam rumus :

$$\text{Energi} = 0{,}5\ CU^2$$

Dimana C adalah kapasitansi dan U adalah besar tegangan. Sedangkan jumlah enegri yang tersimpan dalam sebuah medan magnet dinyatakan dalam rumus :

$$\text{Energi} = 0{,}5\ LI^2$$

Dimana L adalah induktansi dan I adalah besarnya arus yang mengalir[2]. Dimana C adalah kapasitansi dan U adalah besar tegangan. Umumnya bentuk energi adalah dalam bentuk panas, panas tersebut dihasilkan dari hasil perkalian antara massa benda dikalikan kalor jenis dan perubahan suhu yang dinyatakan dalam rumus :

$$\boxed{Q = m \cdot c \cdot t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.1)$$

Dimana :

Q = kalor (joule)

m = massa benda (Kg)

c = kalor jenis (j/Kg°C)

t = suhu (°C)

[1] W.J.S. Purwadarminta, "Kamus Umum Bahasa Indonesia" , (Jakarta: PN Balai Pustaka, 1976)

[2] Abdul Kadir, "ENERGI Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik Dan Potensi Ekonomi",(Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia, 1995)

Dalam kaitannya dengan dunia kelistrikan, energi tersebut sebanding dengan besarnya daya yang digunakan oleh suatu peralatan listrik yang dikalikan dengan lamanya alat tersebut dialiri arus listrik.

2.2 Energi Listrik

Energi listrik adalah energi akhir yang dibutuhkan bagi peralatan listrik untuk menggerakkan motor, lampu penerangan, memanaskan, mendinginkan ataupun untuk menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energi yang lain. Energi yang dihasilkan ini dapat berasal dari berbagai sumber misalnya, air, minyak, batu bara, angin, panas bumi, nuklir, matahari dan lainnya.

Energi listrik merupakan suatu bentuk energi yang berasal dari sumber arus.[3] Energi listrik dapat diubah menjadi bentuk lain, misalnya:

- Energi listrik menjadi energi kalor / panas, contoh: seterika, solder, dan kompor listrik.
- Energi listrik menjadi energi cahaya, contoh: lampu.
- Energi listrik menjadi energi mekanik, contoh: motor listrik.
- Energi listrik menjadi energi kimia, contoh: peristiwa pengisian accu, peristiwa penyepuhan (peristiwa melapisi logam dengan logam lain).

Jika arus listrik mengalir pada suatu penghantar yang berhambatan R, maka sumber arus akan mengeluarkan energi pada penghantar yang bergantung pada:

- Beda potensial pada ujung-ujung penghantar (V).
- Kuat arus yang mengalir pada penghantar (i).
- Waktu atau lamanya arus mengalir (t).

Berdasarkan pernyataan di atas, dan karena harga V = R.i, maka persamaan energi listrik dapat dirumuskan dalam bentuk :

$W = V.i.t = (R.i).i.t$, $W = i^2.R.t$ (dalam satuan watt-detik). dan karena $i = V/R$,

[3] http://dunia-listrik.blogspot.com/2015/04/konsep-energi-dan-daya-listrik.html, 13 April 2015

maka persamaan energi listrik dapat pula dirumuskan dengan:

$W = i^2.R.t = (V/R^2.R.t)$ …..……..(2.2)

$W = V^2.t/R$ (dalam satuan watt-detik)……...(2.3)

Keuntungan menggunakan energi listrik:

- Mudah diubah menjadi energi bentuk lain.
- Mudah ditransmisikan.
- Tidak banyak menimbulkan polusi/ pencemaran lingkungan.

Energi listrik yang dilepaskan itu tidak hilang begitu saja, melainkan berubah menjadi panas (kalor) pada penghantar. Besar energi listrik yang berubah menjadi panas (kalor) dapat dirumuskan:

Q = 0,24 V i t……kalori…..…….(2.4)

$Q = 0{,}24\ i^2\ R\ t$…..kalori……(2.5)

$Q = 0{,}24\ V^2.t/R$….kalori……(2.6)

Keterangan :

Q = banyaknya energi / panas yang dibutuhkan atau diserap (Kalori) V = Tegangan (Volt)

I = Arus yang mengalir (Ampere)

t = waktu yang dibutuhkan dalam menyerap energi

Jika V, i, R, dan t masing-masing dalam volt, ampere, ohm, dan detik, maka panas (kalor) dinyatakan dalam kalori.

Besarnya energi listrik sebanding dengan besarnya daya yang terpakai pada peralatan listrik terhadap waktu. Semakin lama daya yang terpakai maka semakin besar energy listrik yang digunakan. Energi listrik didefinisikan sebagai laju penggunaan daya listrik dikalikan dengan selama waktu tersebut.

Untuk mencari mencari energi listrik yang terpakai dapat digunakan rumus di bawah ini.[4]

$$W = P \times t \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.7)$$

Dimana,

$$P = V \times I \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.8)$$

Keterangan :

W = Energi listrik yang terpakai (watt-jam)

P = Daya listrik yang terpakai (watt)

V = Tegangan pada peralatan listrik (Volt)

I = Arus listrik yang mengalir (Ampere)

t = Waktu pemakain listrik (sekon)

Dari keterangan di atas satuan energy listrik adalah watt – jam, jika dikonversikan ke dalam satuan energi yang sebenarnya maka :

1 watt = 1 joule/second

1 watt sekion = 1 joule

1 kilowattjam = 1000 watt x 3.600 sekon

= 3.600.000 joule

Namun perhitungan untuk energi listrik biasanya langsung dikalikan per jam. Jadi energy listrik yang terpakai dalam 1 kWh = 3.600.000 joule.

2.3 Daya Listrik

Daya listrik[5] adalah banyaknya energi tiap satuan waktu dimana pekerjaan sedang berlangsung atau kerja yang dilakukam dalam persatuan waktu. Dari definisi ini, maka daya listrik (P) dapat dirumuskan :

---

[4] C.Cekdin, B.Taufik, "Rangkaian Listrik",(Yogyakarta: Penerbit Andi, 2013) hal: 78

[5] Owen Bishop,"Dasar-dasar Elektronika",(Jakarta: Penerbit Erlangga, 2004) hal:49

Daya = Energi/waktu

P =W/t

P = V.i.t/t

= V.i

$P = i^2.R$

$P = V^2.R$ (dalam satuan volt-ampere, VA)……..(2.9)

Satuan daya listrik :

a. watt (W) = joule/detik

b. kilowatt (kW): 1 kW = 1000 W.

Dari satuan daya maka muncul lah satuan energi lain yaitu jika daya dinyatakan dalam kilowatt (kW) dan waktu dalam jam, maka satuan energi adalah kilowatt jam atau kilowatt-hour (kWh).

1 kWh = 36×10^5 joule

Dalam satuan Internasional (SI), satuan daya adalah watt (W) atau setara Joule per detik (J/sec). daya listrik juga diekspresikan dalam watt (W) atau kilowatt (kW). Konversi antara satuan HP dan watt, dinyatakan dengan formula sebagai berikut:

1 HP = 746 W = 0,746 kW

1kW = 1,34 HP

2.3.1 Daya Aktif

Merupakan daya listrik yang dibutuhkan oleh peralatan listrik untuk mengoperasikan peralatan tersebut. Atau dengan kata lain daya aktif adalah daya yang terpakai oleh peralatan listrik. Daya aktif mempunyai nilai besaran dan arah. Besarnya daya aktif dapat dicari dengan menggunakan rumus di bawah ini :

$$P = V \cdot I \cos \varphi \text{ (Untuk 1 Phasa)} \ldots\ldots\ldots\ldots (2.10)$$

$$P = \sqrt{3}\ V \cdot I \cos \varphi \text{ (Untuk 3 Phasa)} \ldots\ldots\ldots (2.11)$$

Keterangan :

P = Daya Aktif (Watt)

I = Arus yang mengalir (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

Cos φ = Faktor Kerja (standart PLN = 0,85)

2.3.2 Daya Reaktif

Daya reaktif merupakan daya yang tidak terpakai dalam suatu system tenaga listrik. Yang akan kembali lagi ke system distribusi tenaga listrik. Adanya daya reaktif juga sering dipengaruhi oleh beban induktif atau kapasitif suatu rangkaian listrik. Secara matematis daya reaktif dapat dicari dengan menggunakan rumus di bawah ini :

$$P = V \cdot I \sin \varphi \text{ (Untuk 1 Phasa)} \ldots\ldots\ldots\ldots (2.12)$$

$$P = \sqrt{3}\ V \cdot I \sin \varphi \text{ (Untuk 3 Phasa)} \ldots\ldots\ldots (2.13)$$

Keterangan :

Q = Daya Aktif (VAR)

I = Arus yang mengalir (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

Sin φ= Faktor Kerja (tergantung besarnya φ)

2.3.3 Daya Semu

Daya semu adalah daya hasil resultan atau penjumlahan dari daya aktif dan daya reaktif. Umumnya daya semu ini adalah daya sambung yang tertera pada kWh meter atau dengan kata lain daya semu adalah daya yang diberikan oleh sumpai tenaga listrik. Dalam masyarakat umum daya inilaah yang diberikan langsung oleh

PLN dalam satuan VA(Volt Amper). Secara matematis daya semu dapat duhitung dengan rumus di bawah ini :

S = V x I (untuk 1 Phasa)……..…..(2.14)

S = √3 x V x I(untuk 3 Phasa)……(2.15)

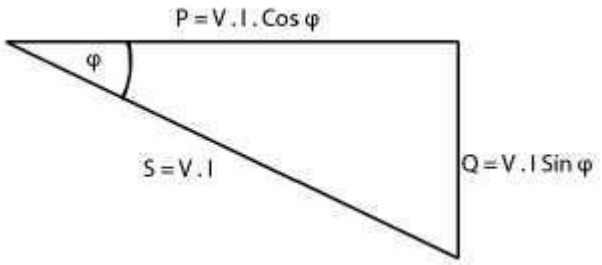
Keterangan :

S = Daya semu (VA)

I = Arus yang mengalir (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

Adapun hubungan antara daya aktif, daya reaktif dan daya semu dapat digambarkan dalam sebuah diagram daya seperti di bawah ini :



Gambar 2.1 Segitiga Daya

2.4 Beban Listrik Rumah Tangga

Pemakaian beban listrik rumah tangga pada umumnya beban rumah tangga berupa lampu untuk penerangan, alat rumah tangga, seperti TV, kipas angin, lemari es, penyejuk udara, mixer, oven, motor pompa air dan sebagainya. Beban rumah tangga biasanya memuncak pada malam hari. Peralatan – peralatan tersebut umumnya mempunyai nilai pemakaian energi yang besar berbeda tergantung pada komponen peralatan.

Untuk komponen peralatan rumah tangga tidak lepas dari ketiga beban listrik. Beban listrik resistif murni tardapat pada penerangan yaitu lampu pijar, sedangkan untuk lampu hemat energi terdapat beban induktif di dalamnya. Begitu juga untuk

paralatan rumah tangga lainnya yang termasuk dalam kategori peralatan elektronik ketiga beban di atas termasuk didalamnya.

Dalam sistem listrik arus bolak-balik, jenis beban dapat diklasifikasikan menjadi 3 macam, yaitu[6] :

– **Beban Resistif (R)**

Beban resistif (R) yaitu beban yang terdiri dari komponen tahanan ohm saja (*resistance*), seperti elemen pemanas (*heating element*) dan lampu pijar. Beban jenis ini hanya mengkonsumsi beban aktif saja dan mempunyai faktor daya sama dengan satu. Tegangan dan arus sefasa. Persamaan daya sebagai berikut :

$$P = VI \text{.....} (2.16)$$

Dengan :

P = daya aktif yang diserap beban (watt)

V = tegangan yang mencatu beban (volt)

I = arus yang mengalir pada beban (A)

Untuk mencari besarnya beban resistif suatu benda dapat dicari dari rumus dibawah ini:

$$R = \frac{V}{I} \text{.....} (2.17)$$

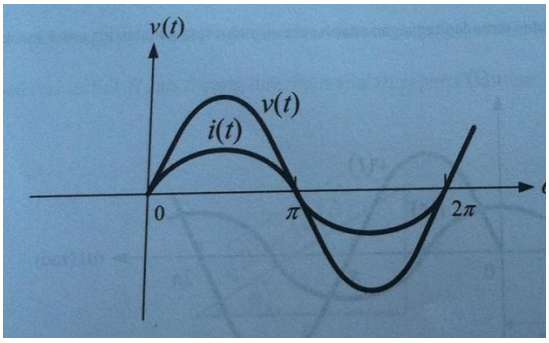
Keterangan :

R = Resistansi (Ω)

V = Tegangan pada beban resistif (Volt)

I = Arus yang mengalir pada beban resistif (Ampere)

[6] Trevor Linsey, "Instalasi Listrik Dasar", (Jakarta: Penerbit Erlangga, 2004) hal:116



Gambar 2.2 *Rangkaian Resistif Gelombang AC*

Gambar 2.3 *Grafik Arus dan Tegangan Pada Beban Resistif*

– **Beban Induktif (L)**

Beban induktif (L) yaitu beban yang terdiri dari kumparat kawat yang dililitkan pada suatu inti, seperti *coil*, transformator, dan solenoida. Beban ini dapat mengakibatkan pergeseran fasa (*phase shift*) pada arus sehingga bersifat lagging. Hal ini disebabkan oleh energi yang tersimpan berupa medan magnetis akan mengakibatkan fasa arus bergeser menjadi tertinggal terhadap tegangan. Beban jenis ini menyerap daya aktif dan daya reaktif. Persamaan daya aktif untuk beban induktif adalah sebagai berikut :

$$P = VI \cos \varphi \text{…….(2.18)}$$

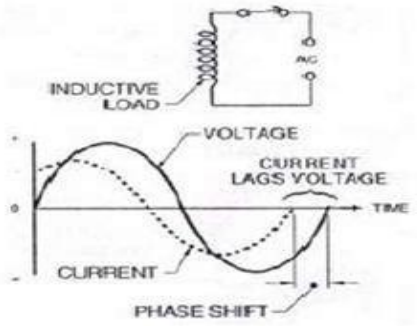
Dengan :

P = daya aktif yang diserap beban (watt)

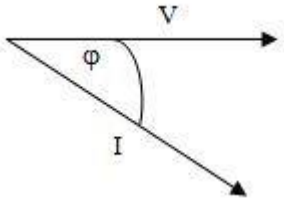
V = tegangan yang mencatu beban (volt)

I = arus yang mengalir pada beban (A)

φ = sudut antara arus dan tegangan



Gambar 2.4 *Rangkaian Induktif Gelombang AC*



Gambar 2.5 *Grafik Arus dan Tegangan Pada Beban Induktif*

Umumnya beban induktif banyak terdapat pada rangkaian elektronik. Peralatan rumah tangga umumnya menggunakan peralatan elektronik seperti TV, Tape, lemari es dan lain sebagainya. Beban induktif dapat menimbulkan fluks magnet. Beban induktif juga dapat mempengaruhi daya reaktif dari suatu rangkaian listrik.

Untuk menghitung besarnya rektansi induktif (X_L), dapat digunakan rumus :

$$X_L = 2\pi f L \quad \text{……. (2.19)}$$

Dengan :

X_L = reaktansi induktif

Π = Konstanta sebesar 3,142

F = frekuensi (Hz)

L = induktansi (Henry)

– **Beban Kapasitif (C)**

Beban kapasitif (C) yaitu beban yang memiliki kemampuan kapasitansi atau kemampuan untuk menyimpan energi yang berasal dari pengisian elektrik (*electrical*

discharge) pada suatu sirkuit. Komponen ini dapat menyebabkan arus *leading* terhadap tegangan. Beban jenis ini menyerap daya aktif dan mengeluarkan daya reaktif. Persamaan daya aktif untuk beban induktif adalah sebagai berikut :

$$P = VI \cos \varphi \ldots\ldots (2.20)$$

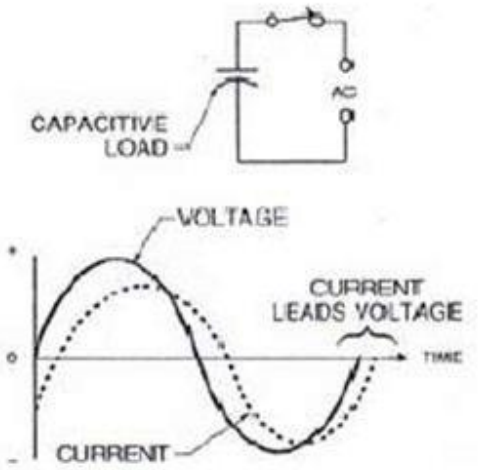
Dengan :

P = daya aktif yang diserap beban (watt)

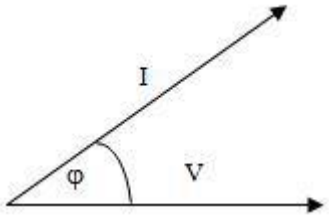
V= tegangan yang mencatu beban (volt)

I = arus yang mengalir pada beban (A)

φ = sudut antara arus dan tegangan



Gambar 2.6. *Rangkaian Kapasitif Gelombang AC*



Gambar 2.7 *Grafik Arus dan Tegangan Pada Beban Kapasitif*

Reaktansi kapasitif mengakibatkan arus rangkaian yang mendahului tegangan nya, Untuk menghitung besarnya rektansi kapasitif (X_C), dapat digunakan rumus[7] :
Dengan :

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} \quad \text{……..(2.21)}$$

X_L = reaktansi kapasitif

f = frekuensi

C = kapasitansi (Farad)

Tabel 2.1 Beban Resistif, Induktif, dan Kapasitif Untuk Rumah Tinggal

NO	Peralatan Listrik Rumah Tinggal	Beban		
		R	L	C
1.	Lampu Pijar	✓		
2.	Lampu Hemat Energi		✓	
3.	Televisi		✓	
4.	Lemari Es		✓	
5.	Radio		✓	
6.	AC Pendingin Ruangan		✓	
7.	Kipas Angin		✓	
8.	Dvd Player		✓	
9.	Charger Hp		✓	
10.	Dispenser	✓		

[7] Trevor Linsley, "Instalasi Listrik Dasar Tingkat Lanjut",(Jakarta: Penerbit Erlangga, 2004) hal: 113

11.	Mesin Pompa Air		✓	

2.5 Karakteristik Beban

Mengingat pengkonsumsi energi listrik berbeda – beda, maka karakteristik beban setiap konsumen berbeda – beda pula. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kerakteristik beban energy listrik, diantaranya :

- **Kebutuhan (Demand)**

  Faktor kebutuhan adalah perbandingan antara kebutuhan maksimum dalam sebuah sistem dengan total beban yang terpasang atau terhubung pada system tersebut. Faktor kebutuhan tergantung pada jenis dan kegiatan dari konsumen, berapa besarnya tergantung lokasi dan system tenaga.[8]

  Kebutuhan sistem listrik adalah beban pada terminal terima secara rata-rata dalam suatu selang (interval) waktu tertentu. Beban tersebut bisa dalam satuan Ampere, kiloAmpere, kiloWatts dan kiloVoltAmpere. Kebutuhan beban listrik pada suatu daerah tergantung dari keadaan penduduk, pertumbuhan ekonomi, rencana penggembangannya dalam waktu dekat dan waktu yang akan datang. Sehingga kebutuhan mendatang sangat bergantung pada factor faktor yang dapat diketahui tersebut.[9] Secara metematis faktor kebutuhan dapat ditulis sebagai berikut :

$$\text{Faktor Kebutuhan} = \frac{\text{Beban puncak}}{\text{Beban terpasang}} \quad \text{.....(2.22)}$$

  Faktor kebutuhan dipakai untuk menentukan kapasitas (juga biaya) dari peralatan tenaga listrik yang diperlukan untuk melayani beban tersebut.

[8] Kurniawan Fitrianto, *Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2006 – 2015 Pada Pt. Pln (Persero) Unit Pelayanan Jaringan (Upj) Di Wilayah Kota Semarang Dengan Metode Gabungan*, Makalah Seminar Tugas Akhir 2006, Teknik Elektro Fakultas Teknik UNDIP, Semarang

[9] Suswanto, Daman. *Analisis Peramalan Beban Dan Kebuthan Energi Listrik* . Sistem Distribusi Tenaga listrik

Karena ada pengaruhnya terhadap investasi, maka faktor kebutuhan ini menjadi penting dalam menentukan jadwal pembiayaannya.

Berikut faktor kebutuhan dari beberapa jenis bangunan :

a. Perumahan sederhana 50 – 75%
b. Perumahan besar 40 – 65%
c. Kantor 60 – 80%
d. Toko sedang 40 – 60%
e. Toko serba ada 70 – 90%
f. Industry sedang 35 – 65%

- **Kebutuhan Maksimum**

  Kebutuhan maksimun dapat terjadi selama waktu satu jam, harian, mingguan, bulanan atau tahunan. Kebutuhan maksimum adalah sebagai kebutuhan yang terbesar yang dapat terjadi dalam suatu selang tertentu, biasanya terjadi dalam selang 15 menit, selang 30 menit atau dalam hal-hal tertentu 60 menit.

- **Beban Tersambung**

  Beban tersambung adalah besaran dari jumlah beban yang terus menerus tersambung dan daya yang di konsumsi oleh peralatan listrik dengan pusat sistem suplai daya. Beban – beban ini akan di perhitungkan apabila saklar terhubung dengan pusat suplai daya dan tidak akan terhitung apabila terputus dengan pusat suplai daya.[10]

- **Beban Rata-Rata**

  Beban rata-rata (Br) didefinisikan sebagai perbandingan antara energi yang terpakai dengan waktu pada periode. Atau dituliskan menurut persamaan 1 periode tahunan :

[10] Kadaffi M.T, Muhammar. *Karakteristik Beban*. Modul 3. Program Kuliah Sabtu Minggu, Universitas Mercubuana

$$B_r = \frac{kWhyangterpakaiselama1tahun}{365X24} \quad \text{.....(2.23)}$$

- **Faktor Beban**

  Didefinisikan sebagai perbandingan antara beban rata-rata dengan beban puncak yang diukur untuk suatu periode waktu tertentu. Beban pucak (Lf) yang dimaksud adalah beban puncak sesaat atau beban puncak rata-rata dalam interval tertentu, pada umumnya dipakai beban puncak pada waktu 15 menit atau 30 menit. Untuk prakiraan besarnya faktor beban pada masa yang akan datang dapat didekati dengan data statistik yang ada. Dari definisi faktor beban dapat dituliskan menurut persamaan di bawah ini :

$$L_f = \frac{B_r(BebanRata-rata)}{B_p(BebanPuncak)} \quad \text{.....(2.24)}$$

  Persamaan di atas mengandung arti bahwa beban rata-rata akan selalu bernilai lebih kecil dari kebutuhan maksimum atau beban puncak, sehingga faktor beban akan selalu kecil dari satu.

- **Beban Harian**

  Faktor beban harian, bervariasi menurut karakterstik dari daerah beban tersebut, apakah daerah pemukiman, daerah industry, perdagangan ataupun gabungan dari bermacam pemakai/pelanggan, juga bagimana keadaan cuaca atau juga apakah hari libur dan sebagainya.

- **Faktor Kebutuhan / Beban Penggunan**

  Faktor kebutuhan adalah perbandingan beban puncak dengan seluruh beban terpasang pada sistem. Definisi faktor kebutuhan dapat ditulis dalam bentuk persamaan di bawah ini :

$$F_d = \frac{B_p(BebanPuncak)}{B_c(BebanTerpasang)} \quad \text{……(2.25)}$$

Faktor kebutuhan dipengaruhi oleh beberapa hal :

- besarnya beban terpasang
- Sifat pemakaian, sebagai contoh toko – toko, pusat perbelanjaan, kantor-kantor dan industri memiliki faktor kebutuhan tinggi sedangkan gudang dan tempat rekreasi memiliki faktor kebutuhan rendah.

2.6 Daya Guna atau Efisiensi

Setiap kali mengubah suatu bentuk menjadi yang lain, maka akan timbul adanya kerugian. Efisiensi atau daya guna dapat di definisikan sebagai kemampuan suatu komponen dalam menyerap energi. Dalam listrik, efisiensi sering dikaitkan dengan rugi – rugi daya atau dapat diartikan sebagai persentase perbandingan antara daya keluaran oleh suatu peralatan listrik terhadap daya masukannya. Besarnya persentase efisiensi dapat dituliskan dengan rumus (2.26) seperti dibawah ini.[11]

$$\text{Efisiensi\%} = \eta = \frac{Pout}{Pin} \times 100\% \quad \text{……..(2.26)}$$

2.7 Tarif Dasar Listrik (TDL)

Biaya pemakaian energi listrik untuk beban – beban listrik rumah tangga didasarkan atas penetapan Tarif Dasar Listrik (TDL) yang ditetapkan oleh pemerintah. Berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No. 31 Tahun 2014 yang berisikan peraturan sebagai berikut.

[11] Trevor Linsley, " Instalasi Listrik Dasar", (Jakarta: Penerbit Erlangga, 2004) hlm 135

2.1 Tabel Tarif Daya Listrik (TDL) Untuk Keperluan Rumah Tangga

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh)	
1.	R-1/TR	s.d.450 VA	11.000	Blok I : 0 s.d. 30 kWh : 169 Blok II : di atas 30 kWh s.d. 60 kWh : 360 Blok III : di atas 60 kWh : 495	415
2.	R-1/TR	900 VA	20.000	Blok I : 0 s.d. 20 kWh : 275 Blok II : di atas 20 kWh s.d. 60 kWh : 445 Blok III : di atas 60 kWh : 495	605
3.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.352	1.352
4.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.352	1.352
5.	R-2/TR	3.500 s.d 5.500 VA	*)	1.352	1.352
6.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.352	1.352

Sumber : Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Repulik Indonesia No.31 Tahun 2014

Catatan :

*) Diterapkan Rekening Minimum (RM) :

RM1 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian.

Biaya Pemakaian Normal Ditambah Pemakaian Standby

$$= \left(\{(\Sigma W_{on} \times 30) + (\Sigma W_{stnd} \times 30)\} \times TDL\right) + \text{Biaya Beban} \quad \text{.....(2.27)}$$