

BAB X ENERGI DAN DAYA LISTRIK



Kita sudah mengetahui bahwa listrik adalah salah satu bentuk energi yang sangat banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Hal itu disebabkan karena energi listrik memiliki keunggulan, yaitu dapat diubah menjadi bentuk-bentuk energi yang lain seperti energi panas, energi cahaya, energi gerak, energi bunyi dan energi kimia.



Kipas angin adalah contoh alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Lampu bohlam mengubah energi listrik menjadi energi cahaya, setrika listrik mengubah energi listrik menjadi energi panas, penyepuhan (melapisi permukaan logam dengan jenis logam yang lain) adalah contoh perubahan energi listrik menjadi energi kimia. Sesungguhnya masih banyak peralatan yang dapat mengubah energi listrik menjadi bentuk energi yang lainnya. Coba kalian temukan dan catat beberapa dari peralatan tersebut.

10.1. PEMBAYARAN REKENING LISTRIK

Energi listrik yang kita pergunakan di rumah adalah berasal dari PLN yang besarnya selalu dicatat dengan menggunakan alat kWh meter. Berdasarkan ketentuan tarif biaya beban dan pemakaian energi listrik, maka setiap bulan kita harus membayar rekening listrik. Agar tagihan rekening listrik tidak besar, maka penghematan dalam penggunaan energi listrik harus benar-benar dijalankan dengan baik. Sebab kalau tidak, orang tua kalian akan selalu membayar rekening listrik dengan jumlah yang cukup besar.

Bagaimanakah cara PLN menghitung besar tagihan rekening listrik ?

Untuk mengetahui hal tersebut, coba kalian perhatikan dengan baik contoh rekening listrik rumah tangga berikut ini. Kemudian kerjakanlah tugas diskusi 10-1 secara berkelompok.

 PT. PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JAWA BARAT & BANTEN		04-37426898			
UNIT NPWP:		ASLI 21/09/04-HL-OFF			
REKENING LISTRIK					
BL-TH	NOMOR	TP. BAYAR	KELOMPOK	PERIODE TGL BAYAR	GOL. TARIF
SEP-2004	608965	HL	A	1 s/d 20	R1
NAMA : ALAMAT : NO. GRDTIANG: T. PEMBAYARAN :					
KD. GOL.	DAYA(VA)	KODE KEDUDUKAN		IDENTITAS PELANGGAN	
0000	1300	LKA-HLYP-040-00		53575.147797.3	
KEDUDUKAN METER		LWBP/BLOK 1	WBP/BLOK 2	KVARH/BLOK 3	
AKHIR		4013			
LALU		3783			
FAKTOR KALI PEMAKAIAN		1			
HARGA PEMAKAIAN		20	40	170	
		385.00	445.00	495.00	
HARGA PER KVABEBAN	TARIF PPN	HARGA KEL. KVARH		KELEBIHAN KVARH	
30.100					
RINCIAN REKENING (RUPIAH)					
B. BEBAN		39.130,-			
KWH BLOK I		7.700,-			
KWH BLOK II		17.800,-	MET		0,-
KWH BLOK III		84.150,-	PPN		0,-
JUMLAH REKENING LISTRIK YANG HARUS DIBAYAR					
TERbilang		*****148.790 MANAJER			
RATUS EMPAT PULUH DELAPAN RI BU TUJUH RATUS DELAPAN PULUH RUPIAH					

TUGAS DISKUSI 10-1.

1. Dalam rekening tersebut ada satuan VA, kVA dan kWh, jelaskan apa artinya?
2. Berapa daya listrik maksimum yang terpasang di rumah tersebut?
3. Berapa besar energi listrik yang terpakai pada bulan September 2004?
4. Mengapa rumah tersebut terkena : Biaya beban sebesar Rp.39.130?
Biaya kWh Blok 1 sebesar Rp. 7.700?
Biaya kWh Blok 2 sebesar Rp.17.800?
Biaya kWh Blok 3 sebesar Rp.84.150?
5. Ceritakan bagaimana cara kalian menghemat penggunaan energi listrik di rumah?

Satuan VA (*Volt Ampere*) yang ada di dalam rekening listrik sesungguhnya sama dengan satuan *Watt*, yaitu satuan besaran daya yang telah kalian kenal dalam mempelajari materi usaha dan energi. Sesuai dengan sistem metrik, maka :

$$1\text{kVA (kilo Volt Ampere)} = 10^3 \text{ VA (Volt Ampere)}$$

$$\text{Atau : } 1 \text{ kW (kilo watt)} = 10^3 \text{ Watt}$$

Sedangkan satuan kWh (*kilo watt hour*) atau *kilo watt jam* adalah satuan yang biasa digunakan untuk besaran energi listrik. Itulah sebabnya alat pengukur energi listrik disebut sebagai kWh meter.

Dari contoh rekening listrik di atas, dapat diketahui bahwa daya maksimum yang terpasang di rumah pelanggan listrik tersebut adalah 1300 Watt dengan tarif Rp 30,100 per kVA. Karena pelanggan listrik tersebut termasuk golongan tarif R₁, maka ketentuan perhitungan tarif pemakaian energi listriknya adalah sebagai berikut :

Batas pemakaian sampai 20 kWh (Blok-1) : tarifnya Rp 385,00 per kWh
Kelebihan pemakaian sampai 40 kWh (Blok-2) : tarifnya Rp 445,00 per kWh
Kelebihan pemakaian di atas 40 kWh (Blok-3) : tarifnya Rp 495,00 per kWh

Selama bulan September 2004 besar energi listrik yang mereka pakai adalah sebesar (4013-3783) = 230 kWh. Berarti kategori pemakaian Blok-1 = 20 kWh, Blok-2 = 40 kWh dan Blok-3 = 170 kWh. Sehingga perhitungan biaya beban dan biaya pemakaian untuk bulan September 2004 adalah sebaga berikut :

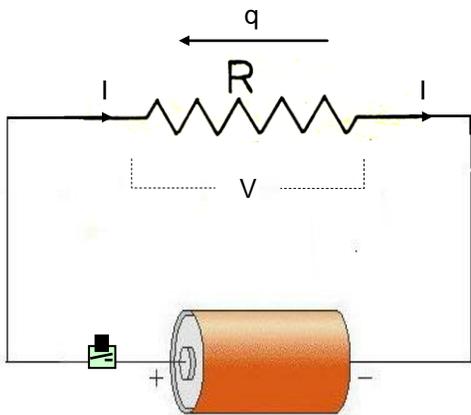
Biaya beban	: 1300 x Rp 30,10 = Rp. 39.130
Biaya pemakaian blok-1	: 20 x Rp 385,00 = Rp. 7.700
Biaya kelbihanpemakaian Blok-2	: 40 x Rp 445,00 = Rp 17.800
Biaya kelebihan pemakaian Blok-3	: 170 x Rp 495,00 = Rp 84.150

Jumlah total yang harus dibayar = Rp 148,780

10.2. ENERGI LISTRIK

Kita sudah mengetahui bahwa arus listrik akan mengalir dalam suatu penghantar, jika pada ujung-ujung penghantar tersebut diberikan selisih potensial. Arus listrik mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah, karena ada perpindahan muatan listrik (elektron) dari potensial rendah ke potensial yang lebih tinggi.

Besar usaha atau energi yang diperlukan untuk memindahkan muatan listrik tersebut, ditentukan oleh jumlah muatan dan selisih potensial ujung-ujung penghantar tersebut. Artinya, semakin besar selisih potensial dan jumlah muatan yang dipindahkan, maka usaha atau energi yang diperlukan akan semakin besar. Dalam bentuk persamaan dapat dituliskan sebagai berikut :



Gambar 10-2. Arah perpindahan

$$W = q V \dots\dots\dots (10-1)$$

Dengan :

- q = muatan, satuannya coulomb (C)
- V = selisih potensial, satuannya volt (V)
- W = usaha atau energi, satuannya coulomb volt sama dengan joule (J)

Karena pengertian kuat arus adalah ($I=q/t$) maka persamaan (10-1) dapat juga dituliskan dalam bentuk :

$$W = V I t \dots\dots\dots (10-2)$$

Karena menurut Hukum Ohm ($V = I R$), maka bentuk persamaan (10-2) dapat juga dinyatakan sebagai berikut :

$$W = I^2 R t \quad \text{atau} \quad W = \frac{V^2}{R} t \dots\dots\dots (10-3)$$

- Dengan : I = kuat arus listrik, satuannya amper (A)
- R = hambatan listrik, satuannya ohm (Ω)
- V = selisih potensial listrik, satuannya volt (V)
- t = waktu, satuannya detik (s)
- W = energi listrik, satuannya volt amper detik atau joule (J)

10.3. DAYA LISTRIK

Sama seperti konsep daya yang pernah kita pelajari di kelas I, maka pernyataan daya dapat diartikan sebagai “*kelajuan melakukan usaha , atau besarnya usaha yang dilakukan persatuan waktu* “ Bentuk persamaannya adalah :

$$P = \frac{W}{t} \dots\dots\dots (10-4)$$

Dengan : W = usaha listrik, satuannya joule (J)
t = waktu, satuannya detik (s)
P = daya listrik, satuannya Joule perdetik (J s⁻¹ = watt)

Berdasarkan pengertian daya tersebut maka daya maksimum 1300 watt yang tertera pada rekening listrik, menunjukkan kepada kita bahwa penggunaan energi listrik di rumah tersebut tidak boleh lebih dari 1300 joule dalam waktu satu detik. Jika lebih dari 1300 joule per detik maka sekering pembatas akan segera membuka (off) secara otomatis, sehingga aliran listrik ke dalam rumah akan berhenti.

Karena persamaan usaha listrik memiliki banyak bentuk (lihat persamaan 10-2 dan 10-3), maka persamaan daya listrik dapat dituliskan dalam berbagai bentuk. Salah satu bentuk persamaan daya listrik adalah :

$$P = \frac{VIt}{t} \longrightarrow P = VI \dots\dots\dots (10-5)$$

Dengan : V = selisih potensial listrik, satuannya volt (V)
I = kuat arus listrik, satuannya ampere (A)
P = daya listrik, satuannya volt ampere atau watt (VA = watt)

Tugas diskusi 10-2

1. Mengapa satuan kWh (kilo watt hour) atau kilo watt jam bukan satuan daya listrik , tetapi satuan energi listrik? Jelaskan!
2. Apakah yang akan terjadi, jika peralatan listrik dengan karakteristik 60 watt, 220 volt, dipasag pada tegangan lebih kecil atau lebih besar dari 220 volt? Jelaskan!

Satuan kWh (*kilo watt hour*) atau *kilo watt jam* adalah satuan energi listrik, sebab :

$$1 \text{ kWh} = (1 \text{ kilo watt})(1 \text{ jam}) = (10^3 \text{ J s}^{-1})(60.60 \text{ s}) = 3,6.10^6 \text{ Joule}$$

Jika suatu peralatan listrik memiliki karakteristik 100 watt, 220 volt, maka informasi tersebut menunjukkan kepada kita bahwa peralatan tersebut akan bekerja secara maksimal dengan menggunakan energi listrik sebesar 60 joule dalam setiap detik. Jika peralatan tersebut dipasang pada tegangan yang besarnya kurang dari 220 V, maka peralatan tersebut akan bekerja dengan daya yang lebih kecil dari 100 watt. Sebaliknya jika dipasang pada tegangan lebih besar dari 220 V, maka peralatan tersebut akan rusak.

Misalkan sebuah peralatan memiliki karakteristik daya (P_1) pada tegangan (V_1), kita pasang pada tegangan (V_2). Maka perbandingan dayanya dapat kita tentukan sebagai berikut :

$$P_1 = V_1 I_1 \quad \text{dan} \quad P_2 = V_2 I_2$$

Karena menurut Hukum Ohm ($V = I R$) dan besar hambatan peralatan tersebut selalu tetap, maka :

$$P_1 = \frac{V_1^2}{R} \quad \text{dan} \quad P_2 = \frac{V_2^2}{R} \quad \text{sehingga :} \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1^2}{V_2^2} \quad \dots\dots\dots (10-6)$$

Contoh Soal dan Jawabannya

- Sebuah setrika listrik memiliki karakteristik 440 watt, 220 volt. Berapakah dayanya dan besar energi listrik yang dipakai selama 1 jam, jika setrika tersebut dipakai oleh siswa yang tegangan listrik dirumahnya :
 a. 220 V? b. 110 V?

Diketahui : Setrika $P = 440$ watt dan $V = 220$ volt
 Waktu $t = 3600$ detik

Ditanyakan : a. $W_1 = \dots ?$ dan $P_1 = \dots ?$ jika $V_1 = 220$ volt
 b. $W_2 = \dots ?$ dan $P_2 = \dots ?$ Jika $V_2 = 110$ volt

Jawaban : a. Karena $V_1 = 220$ V maka $P_1 = 440$ watt

$$W_1 = P_1 t = 440 (3600) = 158,4 \cdot 10^4 \text{ Joule}$$

$$b. \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1^2}{V_2^2} \longrightarrow \frac{440}{P_2} = \frac{(220)^2}{(110)^2} \longrightarrow P_2 = \frac{440}{4} = 110 \text{ watt}$$

$$\text{Hambatan setrika : } R = \frac{V_1^2}{P_1} = \frac{(220)^2}{440} = 110 \Omega$$

$$W_2 = \frac{V_2^2}{R} t = \frac{(110)^2}{110} 3600 = 3,96 \cdot 10^4 \text{ joule}$$

TUGAS MERANGKUM

Untuk menata kembali seluruh pengetahuan yang telah kalian peroleh dari bab ini, sekarang cobalah membuat rangkuman dengan menjawab pertanyaan berikut :

2. Bagaimana cara PLN menghitung rekening listrik rumah tangga?
3. Faktor apakah yang mempengaruhi besar energi listrik? Tuliskan persamaannya!
4. Apa perbedaan energi dan daya listrik? Jelaskan
5. Faktor apakah yang mempengaruhi besar daya listrik? Tulis persamaannya!
6. Apa yang akan terjadi, jika peralatan listrik dipasang pada tegangan yang berbeda dengan karakteristik tegangan dari peralatan tersebut? Jelaskan!
6. Alat apakah yang dipakai untuk mengukur energi listrik ?

SOAL-SOAL UNTUK LATIHAN

A. Bentuk Soal Pilihan Ganda

Pilih salah satu alternatif jawaban yang paling benar, dengan jalan memberikan tanda silang (X) pada lembar jawaban yang telah disediakan

1. Lampu dengan karakteristik 100 watt, 220 volt, hambatannya sebesar :
A. 0,5 ohm B. 120 ohm C. 320 ohm D. 484 ohm

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

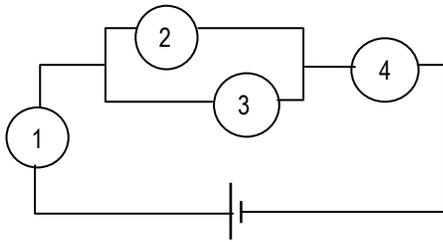
2. Jika untuk memindahkan muatan 6 C dari titik A ke titik B diperlukan energi sebesar 12 J, maka besar selisih potensial antara titik A dan B adalah :
A. 72 V B. 16 V C. 2 V D. 0,5 V

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

3. Setrika listrik 300 watt, 220 V, jika dipasang pada tegangan tersebut akan mengalirkan arus listrik sebesar :
A. 0,53 A B. 0,73 A C. 1,36 A D. 1,85 A

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

4. Empat buah lampu yang memiliki daya yang sama, dipasang seperti gambar berikut. Maka urutan terang nyalanya adalah :



- A. 1, 2, 3, dan 4
 B. 1, 2 = 3, dan 4
 C. 1 = 4, dan 2 = 3
 D. 1 = 2 = 3 = 4

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

5. Jumlah kalor yang keluar pada solder listrik 110 watt, 220 V jika dipakai selama 1 menit pada tegangan tersebut adalah :
- A. 30 J B. 120 J C. 6600 J D. 24200 J

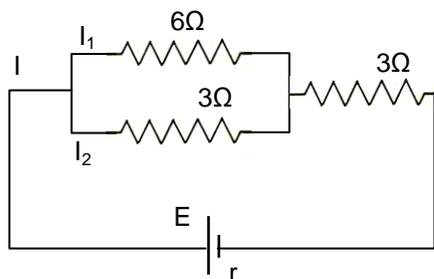
Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

6. Alat kwh meter yang ada di rumah-rumah berfungsi untuk mengukur :
- A. Daya listrik C. Energi listrik
 B. Hambatan listrik D. Tegangan listrik

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

B. Bentuk Soal Uraian

- Karena tegangan menurun, lampu 100 watt, 220 volt menyala dengan tegangan 200 volt. Berapakah kuat arus dan daya nyala lampu tersebut?
- Rumah siswa yang terdiri dari 5 kamar, menggunakan satu lampu 60 watt, 2 lampu 40 watt dan 2 lampu 20 watt. Jika rata-rata semua lampu menyala 10 jam dalam sehari dan tarif PLN Rp 400 per kWh, berapakah orang tua siswa tersebut harus membayar rekening listrik dalam setiap bulannya?
- Perhatikan rangkaian berikut dengan baik, kemudian tentukan :



- A. Kuat arus pada masing-masing cabang, yaitu I_1 , I_2 dan I_3
 B. Selisih potensial V_{AB} dan V_{BC}
 C. Daya yang dipakai oleh masing-masing hambatan.
- Diketahui $R_1 = 6\Omega$, $R_2 = 3\Omega$, $R_3 = 3\Omega$
 $E = 6$ volt, $r = 0,5\Omega$

4. Dua lampu masing-masing dayanya 40 watt, 220V dan 100 watt, 220V dipasang secara seri pada tegangan 110 V. Berapakah besar daya masing-masing lampu pada saat menyala?
5. Untuk menghindari terjadinya krisis energi, maka pemerintah selalu melaksanakan program penghematan energi. Usaha apakah yang kalian harus lakukan secara kongkrit, untuk mendukung program penghematan energi tersebut? Jelaskan!