



PENGANTAR TEKNIK ELEKTRO

Konsep Dasar Rangkaian: Daya dan Energi Listrik Elemen Rangkaian

Wike Handini

DAYA dan ENERGI LISTRIK

- ✓ Power is the time rate of expending or absorbing energy, measured in watts (W)
- ✓ Daya adalah laju pasokan atau penyerapan energi, diukur dalam watt
- ✓ Energy is the capacity to do work, measured in joules (J)
- ✓ Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja, diukur dalam joule

$$P = \frac{W}{t}$$

$$W = P \times t$$

Dengan: P = daya dinyatakan dalam watt (W)
atau joule/dt (J/s)

W = energi dinyatakan dalam joule
(J) atau watt detik atau (Ws)

t = waktu (detik atau s)

DAYA dan ENERGI LISTRIK

$$V = \frac{W}{Q} \quad \text{dan} \quad I = \frac{Q}{t}$$

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{W}{Q} \times \frac{Q}{t}$$

$$W = P \times t$$

$$P = V \times I$$

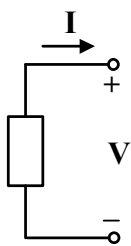
$$W = V \times I \times t$$

Perusahaan pembangkit listrik mengukur pemakaian energi listrik dalam Wh (watt jam)

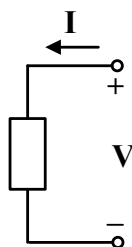
$$1 \text{ Wh} = 3600 \text{ Joule}$$

3

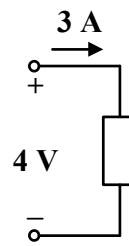
DAYA LISTRIK



Pasokan daya sebesar
 $P = VI$



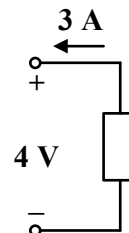
Daya yang diserap sebesar
 $P = VI$



$$P = V \times I$$

$$= 4 \times 3 = 12 \text{ W}$$

Daya yang diserap sebesar 12 W



Daya yang dipasok sebesar
12 W

4

CONTOH 5

Suatu sumber energi memasok arus konstan sebesar 2 A selama 10 detik ke sebuah lampu. Jika energi yang digunakan oleh lampu tersebut adalah 2,3 kJ, hitunglah tegangan jatuh (*drop voltage*) lampu tersebut.

Solusi

Diket:

$$I = 2 \text{ A}$$

$$W = 2,3 \text{ kJ} \\ = 2300 \text{ J}$$

$$t = 10 \text{ s}$$

$$V = \frac{W}{Q}$$

$$I = \frac{Q}{t}$$

$$Q = I \times t \\ = 2 \times 10 \\ = 20 \text{ C}$$



$$V = \frac{2300}{20} = 115 \text{ V}$$

Tegangan jatuh lampu tersebut adalah 115 V

5

CONTOH 6

Sebuah setrika listrik dengan daya sebesar 200 Watt dan tegangan 125 Volt, dipasang pada tegangan yang tepat selama 1 menit. Hitunglah energi listrik yang digunakan oleh setrika listrik tersebut selama 1 menit pemakaian.

Solusi

Diket: $P = 200 \text{ W}$

$$V = 125 \text{ V}$$

$$t = 1 \text{ menit}$$

$$= 60 \text{ detik}$$

$$= \frac{1}{60} \text{ jam}$$

$$= 0,0167 \text{ jam}$$

$$P = \frac{W}{t}$$

$$W = P \times t \\ = 200 \times 60 \\ = 12000 \text{ Joule} \\ = \frac{12000}{3600} \text{ Wh} \\ = 3,33 \text{ Wh}$$

$$W = P \times t \\ = 200 \times 0,0167 \\ = 3,33 \text{ Wh}$$

Energi listrik yang digunakan adalah 12000 J atau 3,33 Wh

6

CONTOH 7

Pada kumparan sebuah elemen pemanas 105 V mengalir arus sebesar 15 A selama 2 jam. Hitunglah energi yang digunakan oleh pemanas tersebut dalam Joule dan kWh.

Solusi

Diket:

$$V = 105 \text{ V}$$

$$I = 15 \text{ A}$$

$$t = 2 \text{ jam}$$

$$= 2 \times 3600 \text{ detik}$$

$$= 7200 \text{ s}$$

Energi dalam Joule:

$$W = V \times I \times t$$

$$= 105 \times 15 \times 7200$$

$$= 11.340.000 \text{ J}$$

Energi dalam kWh:

$$W = V \times I \times t$$

$$= 105 \times 15 \times 2$$

$$= 3150 \text{ Wh}$$

$$= 3,15 \text{ kWh}$$

7

BIAYA ENERGI LISTRIK

Pemakaian energi listrik diukur dengan alat ukur kWh meter.

kWh meter mengukur energi listrik dalam per seribuan Joule setiap jamnya.

Bagaimana menghitung biaya akibat pemakaian energi listrik?

8

CONTOH 8

Dalam sebuah rumah terdapat 4 lampu 20 W, 2 lampu 60 W dan sebuah TV 60 W. Setiap hari dinyalakan selama 4 jam. Berapakah biaya yang harus dibayar selama 1 bulan jika harga 1 kWh = Rp 1000,-?

Solusi

$$\begin{aligned}P &= (4 \times 20) + (2 \times 60) + (1 \times 60) \\&= 80 + 120 + 60 \\&= 260 \text{ W}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Biaya} &= 31,2 \times \text{Rp. } 1000, - \\&= \text{Rp. } 31.200, -\end{aligned}$$

$$t = 4 \times 30 = 120 \text{ jam}$$

Energi listrik:

$$\begin{aligned}W &= P \times t \\&= 260 \times 120 = 31200 \text{ Wh} \\&= \frac{31200}{1000} = 31,2 \text{ kWh}\end{aligned}$$

9

CONTOH 9

Pada suatu rumah tangga pemakaiannya setiap hari sbb : 3 lampu TL 40 Watt selama 5 jam, kulkas 100 Watt, setrika 300 Watt selama 3 jam, TV 50 Watt selama 10 jam dan pompa air 125 Watt selama 4 jam. Berapa kWh energi listrik yang dipakai selama sebulan ?

Solusi

Lampu TL	: $W = 3 \times 40 \times 5 \times 30$	= 18.000 Wh
Kulkas	: $W = 100 \times 24 \times 30$	= 72.000 Wh
Seterika	: $W = 300 \times 3 \times 30$	= 27.000 Wh
TV	: $W = 50 \times 10 \times 30$	= 15.000 Wh
Pompa	: $W = 125 \times 4 \times 30$	= 15.000 Wh

$$\text{Jumlah} = 147.000 \text{ Wh} = 147 \text{ kWh}$$

Jadi pemakaian energi listrik setiap bulan adalah 147 kWh

10

ELEMEN RANGKAIAN

Elemen aktif (*active elements*)

Mampu menghasilkan energi

Contoh

- Generator
- Batere

Elemen pasif (*passive elements*)

Tidak mampu menghasilkan energi

Contoh

- Resistor
- Kapasitor
- Induktor

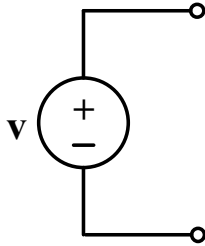
11

ELEMEN AKTIF

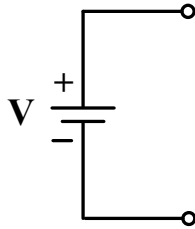
- ✓ Elemen aktif paling penting adalah sumber tegangan dan sumber arus.
- ✓ Sumber terdiri dari sumber bebas (*independent source*) dan sumber tak bebas (*dependent source*).
- ✓ An ideal independent source is an active element that provides a specified voltage or current that is completely independent of other circuit variables.
Sumber bebas ideal adalah elemen aktif yang menyediakan tegangan atau arus tertentu yang sepenuhnya independent terhadap variabel rangkaian lainnya.
- ✓ An ideal dependent (or controlled) source is an active element in which the source quantity is controlled by another voltage or current.
Sumber tak bebas (atau terkendali) ideal adalah elemen aktif yang besaran sumbernya dikendalikan oleh tegangan atau arus lain.

12

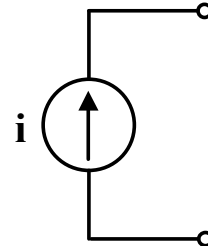
SUMBER BEBAS (*INDEPENDENT SOURCE*)



Simbol untuk sumber tegangan bebas (digunakan untuk tegangan konstan atau tegangan yang berubah terhadap waktu)



Simbol untuk sumber tegangan bebas (digunakan untuk tegangan konstan)

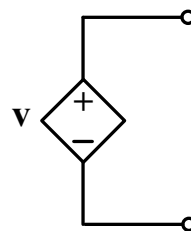


Simbol untuk sumber arus bebas (tanda panah menunjukkan arah arus)

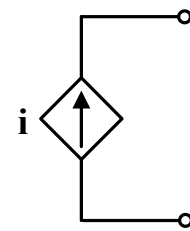
13

SUMBER TAK BEBAS (*DEPENDENT SOURCE*)

- ✓ Sumber tak bebas digambarkan dengan simbol intan (*diamond*)
- ✓ 4 tipe sumber tak bebas, yaitu:
 1. *A voltage-controlled voltage source (VCVS)*
→ Sumber tegangan dikontrol tegangan
 2. *A current-controlled voltage source (CCVS)*
→ Sumber tegangan dikontrol arus
 3. *A voltage-controlled current source (VCCS)*
→ Sumber arus dikontrol tegangan
 4. *A current-controlled current source (CCCS)*
→ Sumber arus dikontrol arus



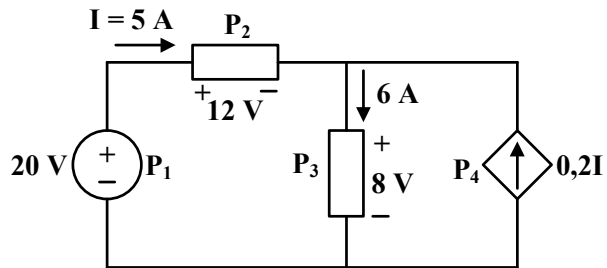
Simbol untuk sumber tegangan tak bebas



Simbol untuk sumber arus tak bebas

14

CONTOH 10



Hitunglah daya yang dipasok atau diserap oleh setiap komponen pada rangkaian

Solusi

$$P = V \times I$$

Daya yang
dipasok P_1

$$\begin{aligned} P_1 &= 20 \times 5 \\ &= 100 \text{ W} \end{aligned}$$

Daya yang
diserap P_2

$$\begin{aligned} P_2 &= 12 \times 5 \\ &= 60 \text{ W} \end{aligned}$$

Daya yang
diserap P_3

$$\begin{aligned} P_3 &= 8 \times 6 \\ &= 48 \text{ W} \end{aligned}$$

Daya yang
dipasok P_4

$$\begin{aligned} P_4 &= 8 \times 0,2I \\ &= 8 \times 0,2(5) \\ &= 8 \text{ W} \end{aligned}$$