

PERTEMUAN III

ELEMEN RANGKAIAN LISTRIK

Elemen (Komponen) listrik pada Rangkaian Listrik dapat dikelompokkan dalam :

- Elemen aktif
- Elemen pasif

Elemen Aktif

Elemen Aktif : elemen yang menghasilkan energi,

1. Sumber Tegangan (*Voltage Source*)
 - a. Sumber Tegangan Bebas/ *Independent Voltage Source*
 - b. Sumber Tegangan Tidak Bebas/ *Dependent Voltage Source*
2. Sumber Arus (*Current Source*)

Elemen Pasif

elemen pasif adalah elemen yang tidak dapat menghasilkan energi.

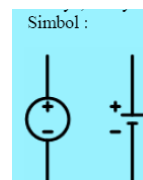
- Resistor (R)
- Induktor (L)
- Kapasitor (C)

1. Sumber Tegangan (*Voltage Source*)

- Sumber tegangan ideal adalah suatu sumber yang menghasilkan tegangan yang tetap, tidak tergantung pada arus yang mengalir pada sumber tersebut, meskipun tegangan tersebut merupakan fungsi dari t.
- Sifat lain : Mempunyai nilai resistansi dalam $R_d = 0$ (sumber tegangan ideal)

a. Sumber Tegangan Bebas/ *Independent Voltage Source*

Sumber yang menghasilkan tegangan tetap tetapi mempunyai sifat khusus yaitu harga tegangannya tidak bergantung pada harga tegangan atau arus lainnya, artinya nilai tersebut berasal dari sumber tegangan dia sendiri.



b. Sumber Tegangan Tidak Bebas/ *Dependent Voltage Source*

- Mempunyai sifat khusus yaitu harga tegangan bergantung pada harga tegangan atau arus lainnya.

Simbol :



2. Sumber Arus (*Current Source*)

Sumber arus ideal adalah sumber yang menghasilkan arus yang tetap, tidak bergantung pada tegangan dari sumber arus tersebut.

Sifat lain :

Mempunyai nilai resistansi dalam $R_d = \infty$ (sumber arus ideal)

a. Sumber Arus Bebas/ *Independent Current Source*

Mempunyai sifat khusus yaitu harga arus tidak bergantung pada harga tegangan atau arus lainnya.

Simbol :



b. Sumber Arus Tidak Bebas/ *Dependent Current Source*

Mempunyai sifat khusus yaitu harga arus bergantung pada harga tegangan atau arus lainnya.

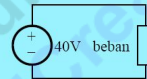
Simbol :



CONTOH-5.1: Sebuah sumber tegangan konstan 40 V ideal, mencatu sebuah beban. Jika diketahui bahwa beban menyerap daya konstan sebesar 100 W, berapakah arus yang keluar dari sumber? Jika beban menyerap 200 W, berapakah arus yang keluar dari sumber?

Penyelesaian :

Karena merupakan sumber tegangan ideal maka ia akan memberikan arus berapa saja yang diminta beban dengan tegangan yang konstan 40 V.



Jika daya yang diserap beban 100 W, maka arus yang diberikan oleh sumber adalah

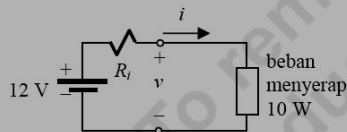
$$i = \frac{P}{v} = \frac{100}{40} = 2,5 \text{ A}$$

Jika daya yang diserap beban 200 W, maka arus yang diberikan oleh sumber adalah

$$i = \frac{P}{v} = \frac{200}{40} = 5 \text{ A}$$

CONTOH-5.4: Sebuah accu (accumulator) 12 V, berkapasitas 40

Ah. Jika sebuah beban yang menyerap daya 10 Watt dihubungkan padanya, berapa lamakah accu tersebut dapat melayani beban yang ditanggungnya?



Penyelesaian :

Jika kita menganggap accu sebagai sebuah sumber tegangan ideal yang memberikan daya kepada beban dengan tegangan konstan 12 V, maka arus yang akan mengalir ke beban adalah

$$i = \frac{P}{v} = \frac{10}{12} \text{ A}$$

Karena kapasitasnya 40 Ah, accu akan mampu mencatu beban selama

$$t = \frac{40}{10/12} = 48 \text{ jam}$$

RESISTOR

- Sering juga disebut dengan tahanan, hambatan, penghantar, atau resistansi.
- resistor mempunyai fungsi sebagai penghambat arus, pembagi arus, dan pembagi tegangan.
- Nilai resistor tergantung dari hambatan jenis bahan resistor itu sendiri (tergantung dari bahan pembuatnya), panjang dari resistor itu sendiri dan luas penampang dari resistor itu sendiri.

Secara matematis :

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

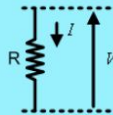
dimana : ρ = hambatan jenis
 l = panjang dari resistor
 A = luas penampang
 Satuan dari resistor : Ohm (Ω)

Pada suhu tetap
 20°C (suhu ruang)

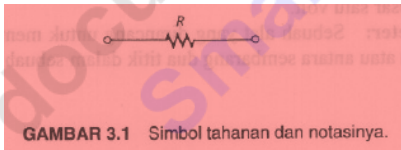


Gambar B. 1. Resistor

Jika suatu resistor dilewati oleh sebuah arus maka pada kedua ujung dari resistor tersebut akan menimbulkan beda potensial atau tegangan. Hukum yang didapat dari percobaan ini adalah: Hukum Ohm.
 Mengenai pembahasan dari Hukum Ohm akan dibahas pada bab selanjutnya.
 $V_R = IR$



$$V_R = IR$$



GAMBAR 3.1 Simbol tahanan dan notasinya.

4.1.2. Daya Pada Resistor

Daya yang diserap resistor dapat dihitung dengan hubungan

$$P_R = v_R i_R = i_R^2 R = v_R^2 G = \frac{v_R^2}{R} \quad (4.2)$$

Di sini, R bernilai positif maka daya selalu positif. Berdasarkan konvensi pasif, hal ini berarti bahwa resistor selalu menyerap daya.

CONTOH-4.1: Tegangan pada sebuah resistor 400 Ω adalah 200 V (konstan). Berapakah arus yang mengalir melalui resistor tersebut dan berapakah daya yang diserap ? Dalam waktu 8 jam, berapakah energi yang diserap ?

Penyelesaian:

Arus dan daya pada resistor adalah

$$i = \frac{v}{R} = \frac{200}{400} = 0,5 \text{ A} \quad \text{dan} \quad p = vi = \frac{v^2}{R} = \frac{(200)^2}{400} = 100 \text{ W}$$

Karena tegangan dan arus konstan maka jumlah energi yang diserap selama 8 jam adalah

$$w = \int_0^8 p dt = \int_0^8 100 dt = 100 \times 8 = 800 \text{ Watt. jam} = 0,8 \text{ kWh}$$

CONTOH-4.2: Tegangan pada suatu resistor 1200 Ω berubah terhadap waktu sebagai $v_R = 240\sin 400t$ Volt. Bagaimanakah arus yang melalui resistor dan daya yang diserapnya ?

Penyelesaian :

Arus yang melalui resistor adalah

$$i_R = \frac{v_R}{R} = \frac{240 \sin 400t}{1200} = 200 \sin 400t \text{ mA.}$$

Daya yang diserap adalah

$$p_R = v_R i_R = 240 \sin 400t \times 0.2 \sin 400t = 48 \sin^2 400t \text{ W}$$

Dengan menggunakan kesamaan $\sin^2 \alpha = (1 - \cos 2\alpha) / 2$, maka nilai daya dapat dituliskan

$$p_R = 48 (1 - \cos 800t) / 2 = 24 - 24 \cos 800t \text{ W}$$

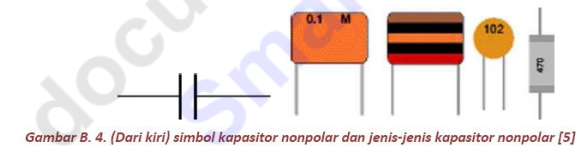
Kapasitor (C)

- Sering juga disebut dengan kondensator atau kapasitansi.
- Mempunyai fungsi untuk membatasi arus DC yang mengalir pada kapasitor tersebut, dan dapat menyimpan energi dalam bentuk medan listrik.
- Nilai suatu kapasitor tergantung dari nilai permitivitas bahan pembuat kapasitor, luas penampang dari kapasitor tersebut dan jarak antara dua keping penyusun dari kapasitor tersebut.

Secara matematis :

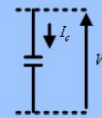
$$C = \epsilon \frac{A}{d}$$

dimana : ϵ = permitivitas bahan
 A = luas penampang bahan
 d = jarak dua keping
 Satuan dari kapasitor : Farad (F)



Jika sebuah kapasitor dilewati oleh sebuah arus maka pada kedua ujung kapasitor tersebut akan muncul beda potensial atau tegangan, dimana secara matematis dinyatakan :

$$i_c = C \frac{dv_c}{dt}$$



Penurunan rumus :

$$Q = CV$$

$$dq = Cdv$$

dimana :

$$i = \frac{dq}{dt}$$

$$dq = i dt$$

sehingga :

$$i dt = Cdv$$

$$i = C \frac{dv}{dt}$$

Dari karakteristik $v - i$, dapat diturunkan sifat penyimpanan energi pada kapasitor.

$$p = \frac{dw}{dt}$$

$$dw = p dt$$

$$\int dw = \int p dt$$

$$w = \int p dt = \int v i dt = \int v C \frac{dv}{dt} dt = \int C v dv$$

Misalkan : pada saat $t = 0$ maka $v = 0$
 pada saat $t = t$ maka $v = V$

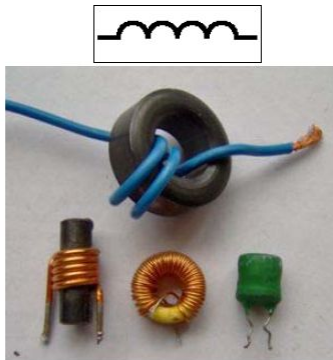
$$\text{Sehingga : } w = \int_0^V C v dv = \frac{1}{2} CV^2 \text{ yang merupakan energi yang disimpan pada}$$

kapasitor dalam bentuk medan listrik.

Jika kapasitor dipasang tegangan konstan/DC, maka arus sama dengan nol. Sehingga kapasitor bertindak sebagai rangkaian terbuka/ open circuit untuk tegangan DC.

Induktor (L)

- Seringkali disebut sebagai induktansi, lilitan, kumparan, atau belitan.
- Pada induktor mempunyai sifat dapat menyimpan energi dalam bentuk medan magnet.
- Satuan dari induktor : Henry (H)



Gambar B. 7. (Dari kiri) simbol induktor dan jenis-jenis induktor [4]

- Induktor adalah elemen dinamik yang berbasis pada variasi medan magnet yang ditimbulkan oleh arus.
- Pada kumparan dengan jumlah lilitan N , dan dialiri arus sebesar i_L , akan timbul fluksi magnet sebesar

$$\phi = kNi_L$$

- dengan k adalah suatu konstanta. Jika tidak ada kebocoran fluksi, fluksi ini akan memberikan fluksi lingkup sebesar

$$\lambda = N\phi = kN^2 i_L$$

- Hubungan antara arus yang melalui induktor itu dengan fluksi lingkup yang ditimbulkannya dinyatakan dengan suatu konstanta L yang kita sebut induktansi induktor dengan satuan henry.

$$\lambda = Li_L = kN^2 i_L$$

Arus yang mengalir pada induktor akan menghasilkan fluksi magnetik (ϕ) yang membentuk loop yang melingkupi kumparan. Jika ada N lilitan, maka total fluksi adalah :

$$\lambda = LI$$

$$L = \frac{\lambda}{I}$$

$$v = \frac{d\lambda}{dt} = L \frac{di}{dt}$$

Dari karakteristik v-i, dapat diturunkan sifat penyimpanan energi pada induktor.

$$p = \frac{dw}{dt}$$

$$dw = p \cdot dt$$

$$\int dw = \int p \cdot dt$$

$$w = \int p \cdot dt = \int vi \cdot dt = \int L \frac{di}{dt} i \cdot dt = \int Li \cdot di$$

Misalkan : pada saat $t = 0$ maka $i = 0$
 pada saat $t = t$ maka $i = I$

sehingga : $w = \int_0^I Li \cdot di = \frac{1}{2} LI^2$ merupakan energi yang disimpan pada induktor L dalam bentuk medan magnet.

Jika induktor dipasang arus konstan/DC, maka tegangan sama dengan nol. Sehingga induktor bertindak sebagai rangkaian hubung singkat/ short circuit.

CONTOH-6.2: Seutas kawat terbuat dari tembaga dengan resistivitas $0,018 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. Jika kawat ini mempunyai penampang 10 mm^2 dan panjang 300 m , hitunglah resistansinya. Jika kawat ini dipakai untuk menyalurkan daya (searah), hitunglah tegangan jatuh pada saluran ini (yaitu beda tegangan antara ujung kirim dan ujung terima saluran) jika arus yang mengalir adalah 20 A . Jika tegangan di ujung kirim adalah 220 V , berapakah tegangan di ujung terima? Berapakah daya yang “hilang” pada saluran ?

Penyelesaian :

Resistansi kawat adalah :

$$R = \frac{\rho l}{A} = \frac{0,018 \times 300}{10} = 0,054 \, \Omega$$

Jika kawat ini dipakai untuk saluran daya, diperlukan saluran balik sehingga resistansi total adalah :

$$R_{saluran} = 2 \times 0,054 = 0,108 \, \Omega$$

Tegangan jatuh pada saluran adalah :

$$\Delta V_{saluran} = i R_s = 20 \times 0,108 = 2,16 \, \text{V}$$

Jika tegangan ujung kirim adalah 220 V, maka tegangan di ujung terima adalah

$$V_{terima} = 220 - 2,16 = 217,84 \, \text{V}$$

Daya hilang pada saluran adalah :

$$P_{saluran} = i \times \Delta V_{saluran} = 20 \times 2,16 = 43,2 \, \text{W}$$

$$= i^2 R = (20)^2 \times 0,108 = 43,2 \, \text{W}$$

This document was created using
Smart PDF Creator
To remove this message purchase the
product at www.SmartPDFCreator.com