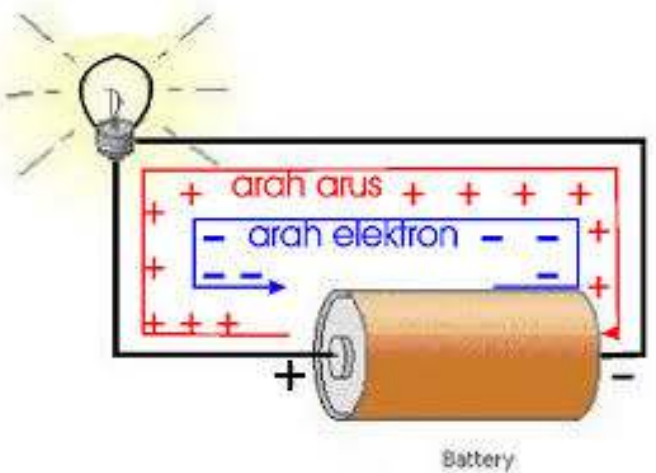
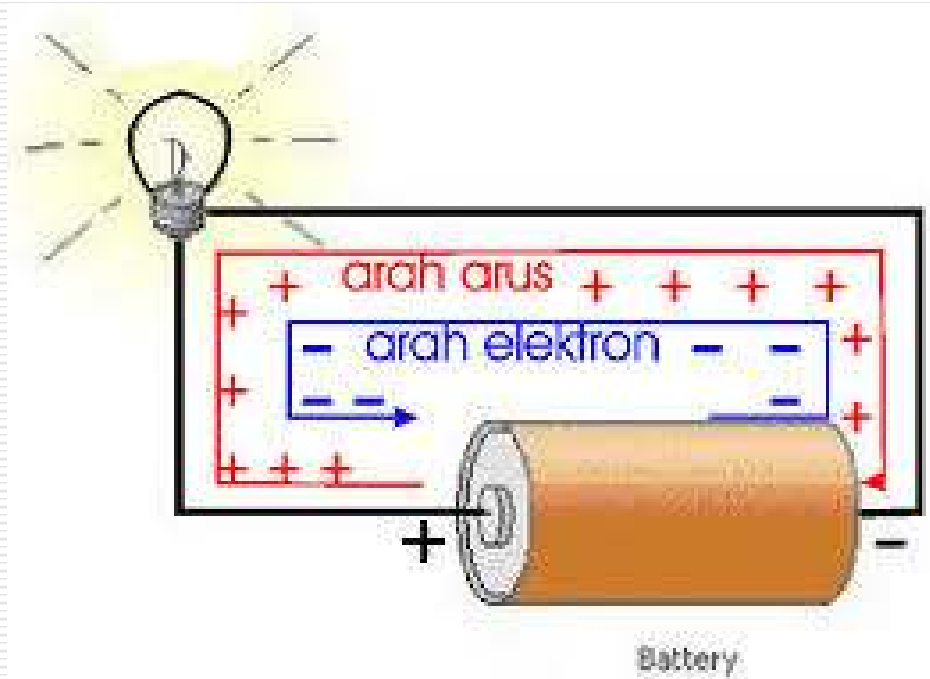


Rangkaian Arus Searah



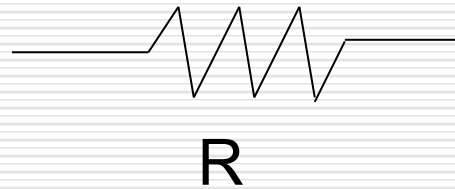
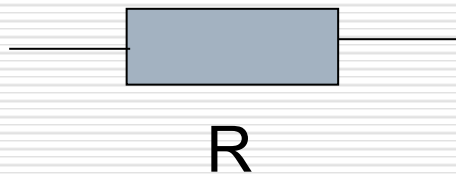
Tujuan

- Dapat menggunakan hukum Ohm dan aturan Kirchhoff pada analisa rangkaian listrik.

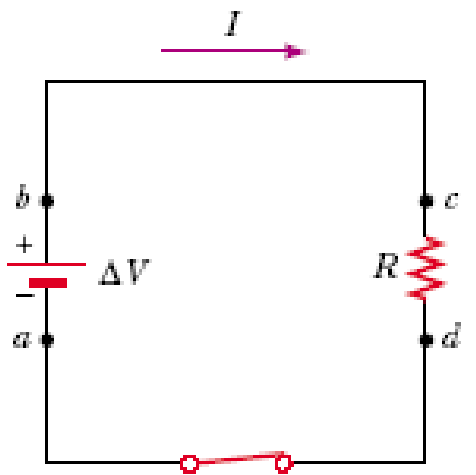


Hambatan dalam suatu rangkaian listrik

Dalam rangkaian listrik suatu hambatan atau resistor atau tahanan R biasa diberi simbol sebagai berikut.



- Contoh resistor dalam suatu rangkaian listrik



Color Code

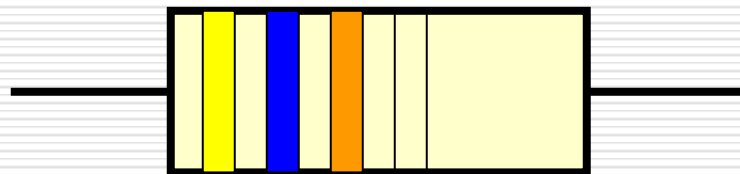
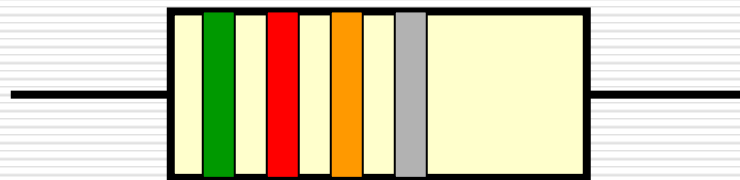
- Resistors mempunyai 4 pita warna untuk menyatakan nilai hambatannya

Color	Value
hitam	0
coklat	1
merah	2
Orange	3
kuning	4
hijau	5
biru	6
Violet	7
Abu-abu	8
putih	9

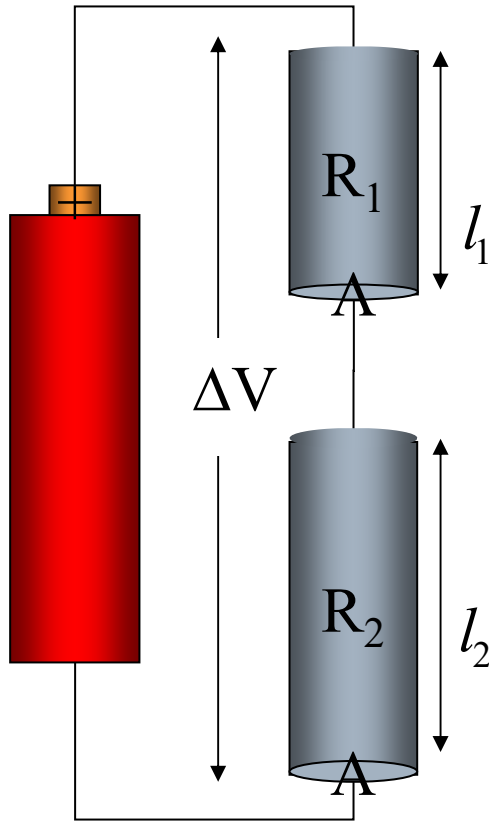
$$\underline{1st} \ \underline{2nd} \ \times \ 10^{\underline{3rd}} \ \pm \ \underline{tolerance}$$

Tolerance	Value
emas	5%
perak	10%
Tdk berwarna	20%

Berapa nilai hambatan transistor dibawah ini



RANGKAIAN HAMBATAN : Rangkaian Seri



$$R_1 = \rho \frac{l_1}{A} \quad R_2 = \rho \frac{l_2}{A}$$

Hambat ekivalen:

$$l = l_1 + l_2$$

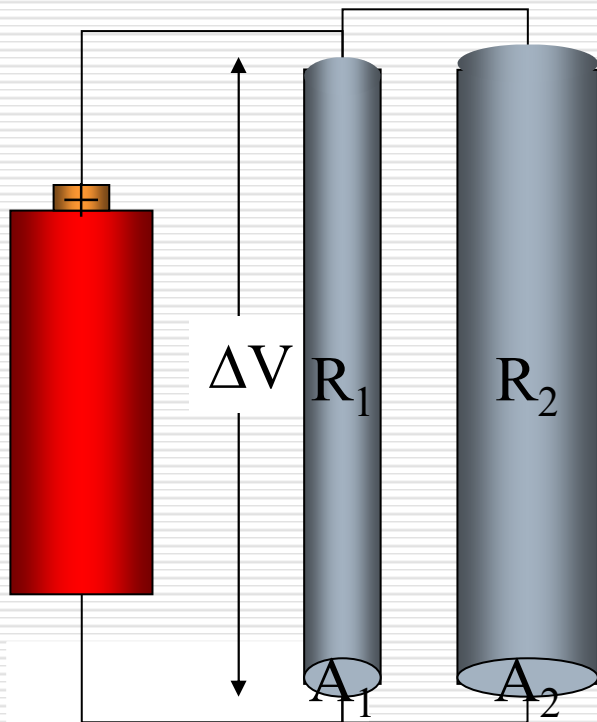
$$R = \rho \frac{l}{A} = \rho \frac{l_1 + l_2}{A} = \rho \left(\frac{l_1}{A} + \frac{l_2}{A} \right) = R_1 + R_2$$

Ditinjau dari beda potensial:

$$\Delta V = IR = IR_1 + IR_2 = I(R_1 + R_2)$$

$$R = R_1 + R_2$$

RANGKAIAN HAMBATAN : Rangkaian Paralel



Hambat ekivalen: $R = \rho \frac{l}{A}$

$$\frac{1}{R} = \frac{A}{\rho l} = \frac{A_1 + A_2}{\rho l} = \frac{A_1}{\rho l} + \frac{A_2}{\rho l} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Ditinjau dari beda potensial:

$$\Delta V = IR = I_1 R_1 = I_2 R_2$$

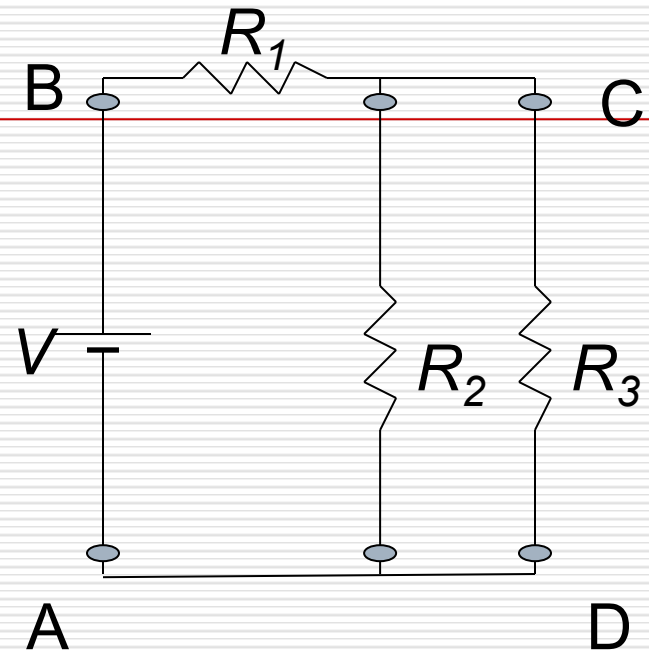
$$I = I_1 + I_2$$

$$\frac{\Delta V}{R} = \frac{\Delta V}{R_1} + \frac{\Delta V}{R_2}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

➤ Contoh Soal:

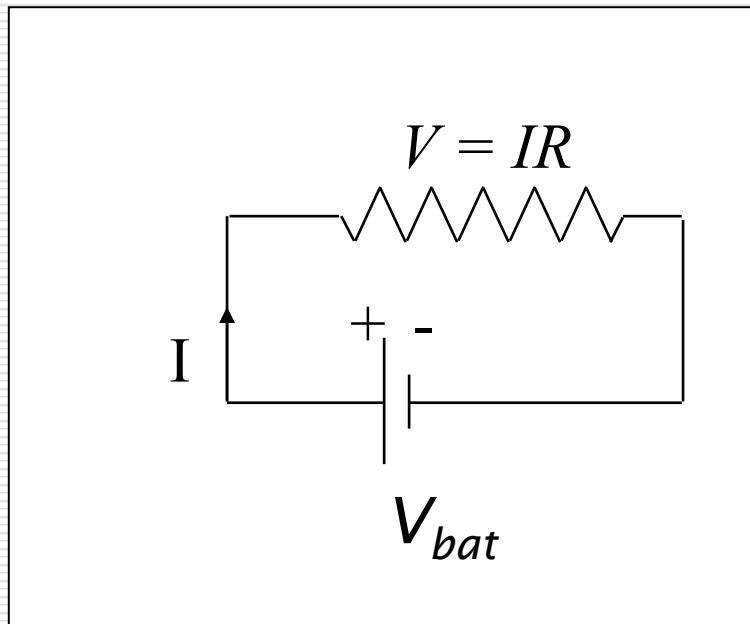
- $V = 18$ volt
- $R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 6\Omega$; $R_3 = 12\Omega$
- Hitung:
 - Hambatan ekivalen pada rangkaian tersebut
 - Arus yang melalui masing-masing hambatan
 - Beda tegangan di C dan di D ($V_{CD} = V_C - V_D$)



Jawab: $R_{ek} = 6\Omega$; $I_1 = 3A$, $I_2 = 2A$, $I_3 = 1A$; $V_{CD} = 12 V$

Rangkaian Arus Searah

- Syarat terjadinya arus dalam rangkaian :
- Ada sumber tegangan (Baterai, Generator, Accu, PLN)
 - Rangkaian tertutup (Close loop circuit)



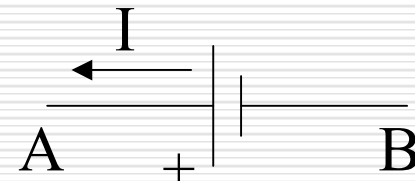
$$V = IR = V_{bat}$$

Hindari terjadinya hubung singkat
($R = 0 \text{ ohm}$)

Gunakan pembatas arus /
sekering untuk pengaman
rangkaiannya

POTONGAN RANGKAIAN

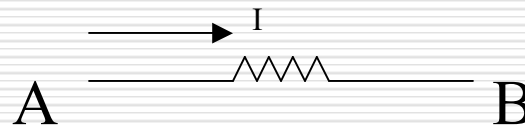
Di luar baterai, arus mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah dan baterai memberikan DAYA pada rangkaian sebesar $P = EI$ dimana $E = V_{AB} = V_A - V_B > 0$



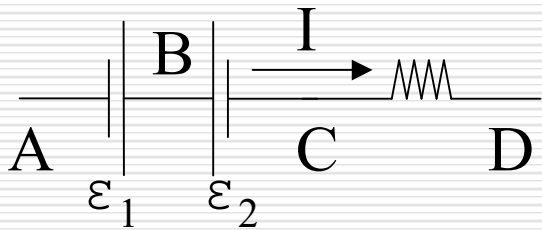
Arus I yang melalui hambatan R akan memberikan DAYA pada hambatan sebesar $P = IR$

Arus listrik pada rangkaian mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah, jadi $V_{AB} = V_A - V_B > 0$

$$V_{AB} = IR$$



RANGKAIAN LISTRIK



Pada potongan rangkaian AD, arus mengalir dari A menuju D, jadi $V_{AD} > 0$

Arus I mengambil daya dari baterai ε_1 , memberi daya dari baterai ε_2 dan R

$$V_{AD} = V_{AB} + V_{BC} + V_{CD}$$

$$V_{AD} = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 + IR$$

$$V_{AD} = IR - (-\varepsilon_1 + \varepsilon_2)$$

$$V_{AD} = \sum IR - \sum \varepsilon$$

E positif jika arah hitungan dari $-$ ke $+$

Hukum Kirchhoff

Hukum I Kirchhoff (aturan titik cabang):

$$\sum I_{in} = \sum I_{out}$$

Jumlah arus yang masuk ke suatu titik cabang sama dengan jumlah arus yang meninggalkannya.

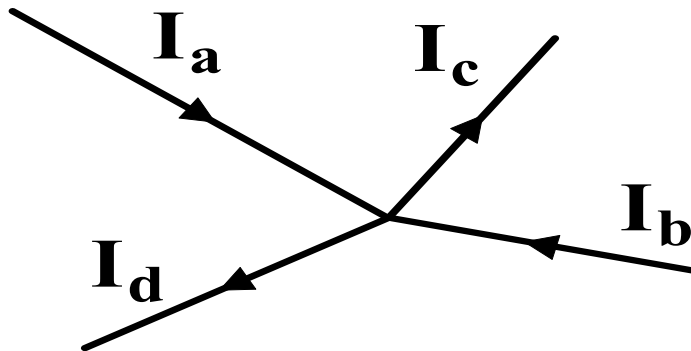
Hukum II Kirchhoff (aturan loop):

$$\sum_{\text{closed loop}} \Delta V = 0$$

Jumlah beda potensial yang melewati seluruh elemen dalam suatu rangkaian listrik tertutup sama dengan nol.

Aturan Kirchhoff's

- ❑ Prosedur analisa rangkaian yang kompleks dapat diselesaikan dengan aturan Kirchhoff (aturan arus dan tegangan)
- ❑ Aturan Arus (Junction)
Jumlah arus yang masuk node (titik persambungan) sama dengan jumlah arus yang meninggalkannya.



$$I_a + I_b = I_c + I_d$$

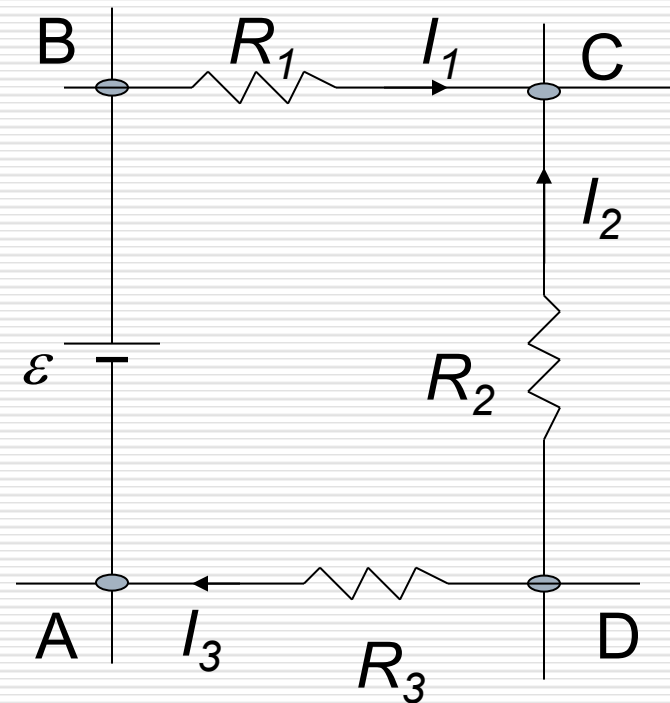
Aturan Kirchhoff's

- Aturan Tegangan (loop)
Jumlah perubahan potensial mengelilingi lintasan tertutup pada suatu rangkaian harus nol.

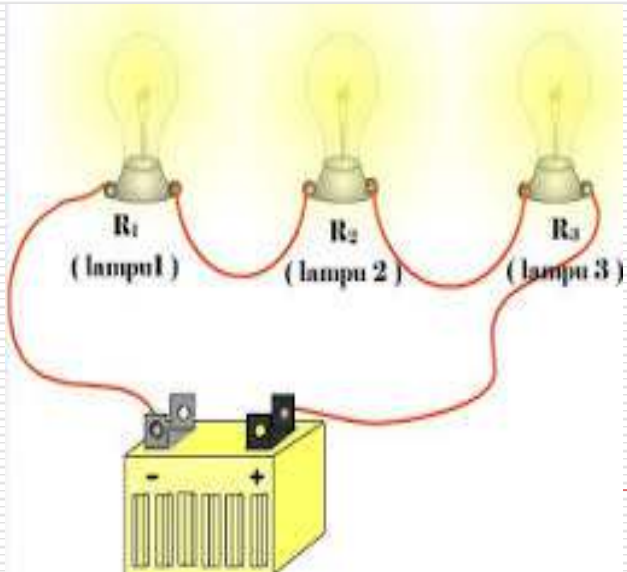
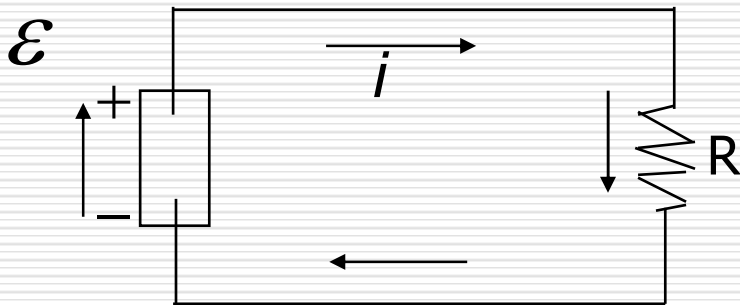
A, B, C dan D merupakan titik-titik cabang

$$V_{AB} + V_{BC} + V_{CD} + V_{DA} = 0$$

$$\varepsilon - I_1 R_1 + I_2 R_2 - I_3 R_3 = 0$$



Arus dalam loop tunggal



Tinjau rangkaian satu loop di atas, yang terdiri dari satu sumber ggl \mathcal{E} dan sebuah resistor R . Dalam waktu dt sejumlah energi $i^2 R dt$ muncul pada resistor sebagai energi dalam. Dalam waktu bersamaan suatu muatan $dq = idt$ bergerak melewati sumber ggl, dan sumber ini melakukan usaha pada muatan ini sebesar:

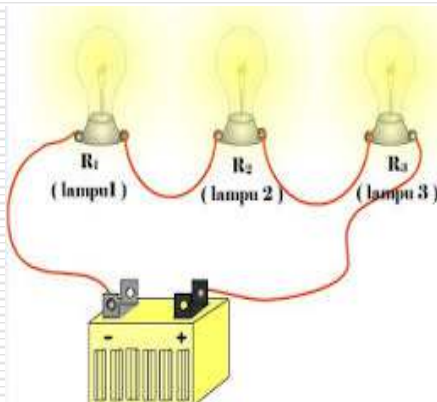
$$dW = \mathcal{E}dq = \mathcal{E}idt$$

Arus dalam loop tunggal...

Dari prinsip kekekalan energi:

$$\varepsilon i dt = i^2 R dt$$

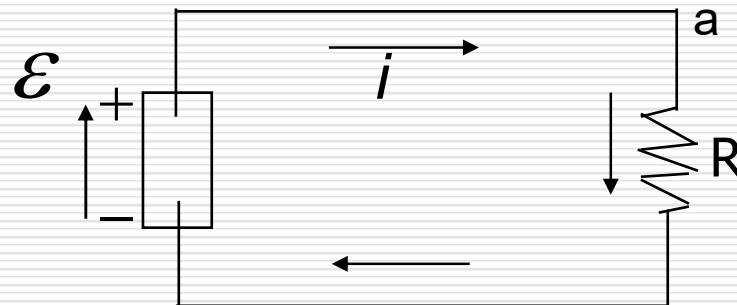
Sehingga diperoleh:



$$i = \varepsilon / R$$

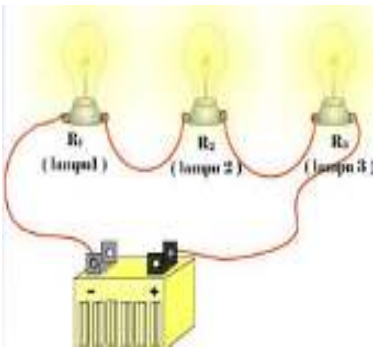
Hukum Kirchhoff II

Hukum Kirchhoff II: *Jumlah aljabar dari perubahan potensial yang dilalui dalam suatu rangkaian tertutup adalah nol.*



$$\Sigma \Delta V = 0$$

Tinjau rangkaian di atas. Mulai dari titik a dengan potensial V_a , dan bergerak searah dengan arah jarum jam. Dalam resistor terdapat perubahan potensial $-iR$. Tanda minus karena bagian atas resistor memiliki potensial lebih tinggi dibanding bagian bawah. Kemudian bertemu dengan baterai dari bawah ke atas dengan potensial yang meningkat $+\varepsilon$. Jumlah dari perubahan potensial ini ditambah dengan V_a haruslah menghasilkan V_a juga.



$$V_a - iR + \varepsilon = V_a$$

Hukum Kirchhoff II...

Diperoleh:

$$V_a - iR + \varepsilon = V_a$$

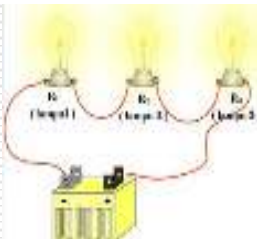
$$-iR + \varepsilon = 0$$

Sehingga:

(Hukum Kirchhoff II)

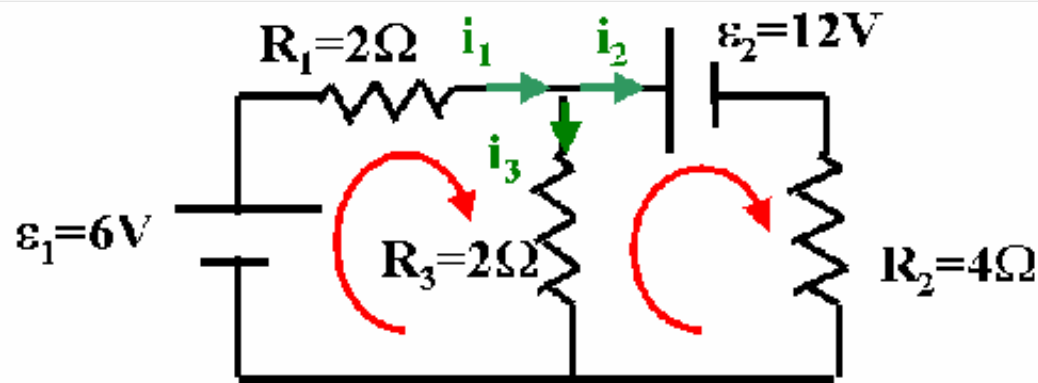
Ketentuan dalam menerapkan Hk. Kirchhoff II:

1. Jika resistor dilewati searah dengan arah arus, perubahan potensial adalah $-iR$, sebaliknya adalah $+iR$.
2. Jika sumber ggl dilalui dalam arah ggl (arah panahnya), perubahan potensial adalah $+\varepsilon$, sebaliknya adalah $-\varepsilon$.



Contoh: Rangkaian Listrik

□ Tinjau rangkaian berikut



- Junction rule $i_1 = i_2 + i_3$
- Loop 1 $\varepsilon_1 - i_1 R_1 - i_3 R_3 = 0$
- Loop 2 $-\varepsilon_2 - i_2 R_2 + i_3 R_3 = 0$

Contoh: Rangkaian Listrik ...

- **Loop1 + Loop2** and let us define $V = \varepsilon$

$$V_1 - V_2 - i_1 R_1 - i_2 R_2 = 0$$

$$i_1 = \frac{V_1 - V_2 - i_2 R_2}{R_1}$$

- **Junction Rule**

$$\frac{V_1 - V_2}{R_1} - i_2 \frac{R_2}{R_1} - i_2 - i_3 = 0$$

$$i_2 = \left(\frac{V_1 - V_2}{R_1} - i_3 \right) \frac{R_1}{R_2 + R_1}$$

- **Loop2**

$$-V_2 - R_2 \left(\frac{V_1 - V_2 - i_3 R_1}{R_2 + R_1} \right) + i_3 R_3 = 0$$

Contoh: Rangkaian Listrik...

- Finally i_3 is

$$i_3 \left(R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right) = V_2 + \frac{R_2 (V_2 - V_1)}{R_2 + R_1}$$

$$i_3 = V_2 + \frac{R_2 (V_2 - V_1)}{R_2 + R_1} \frac{R_2 + R_1}{R_2 R_3 + R_1 R_3 + R_1 R_2}$$

$$i_3 = 2.4A$$

Same direction

$$i_2 = -1.8A$$

Opposite
direction

$$i_1 = 0.6A$$

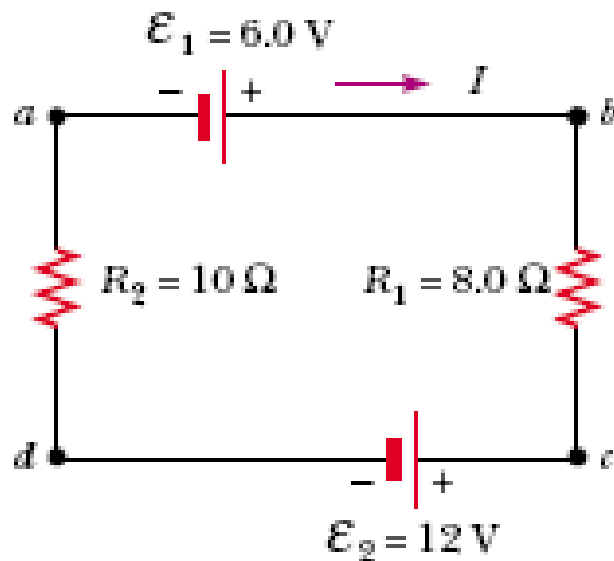
Same direction

Contoh soal 1

Suatu loop tunggal terdiri dari 2 resistor dan 2 baterai seperti pada gambar.

a) Hitunglah arus listrik dalam rangkaian.

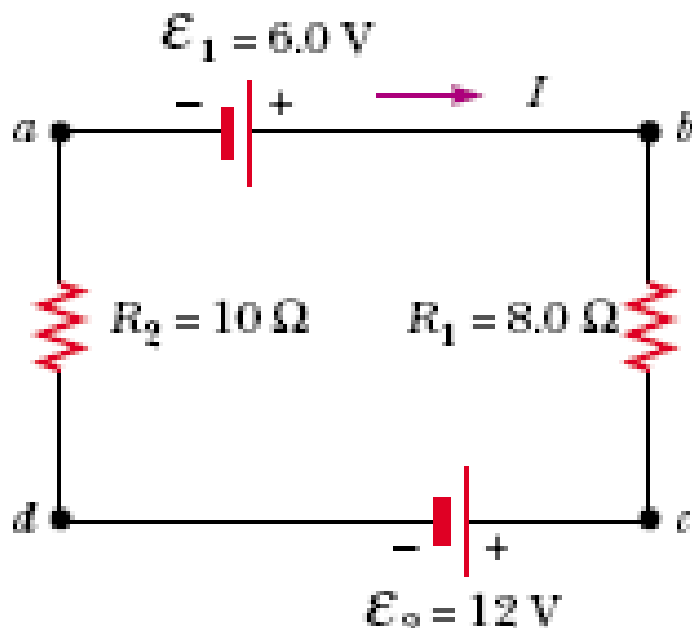
b) Tentukan daya listrik pada masing-masing resistor.



solusi

a. $\sum \Delta V = 0$
 $\mathcal{E}_1 - IR_1 - \mathcal{E}_2 - IR_2 = 0$

$$I = \frac{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2}{R_1 + R_2} = \frac{6.0 \text{ V} - 12 \text{ V}}{8.0 \Omega + 10 \Omega} = -0.33 \text{ A}$$

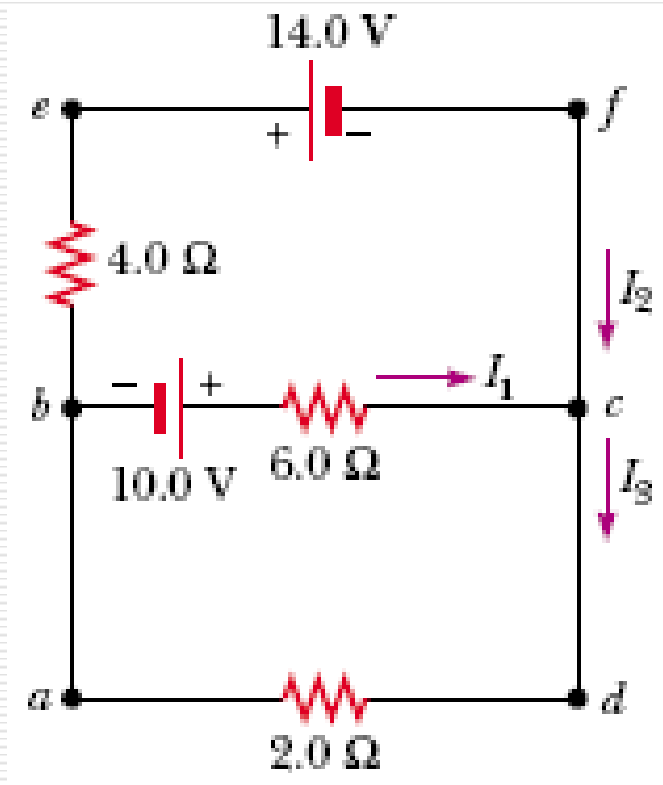


$$\mathcal{P}_1 = I^2 R_1 = (0.33 \text{ A})^2 (8.0 \Omega) = 0.87 \text{ W}$$

$$\mathcal{P}_2 = I^2 R_2 = (0.33 \text{ A})^2 (10 \Omega) = 1.1 \text{ W}$$

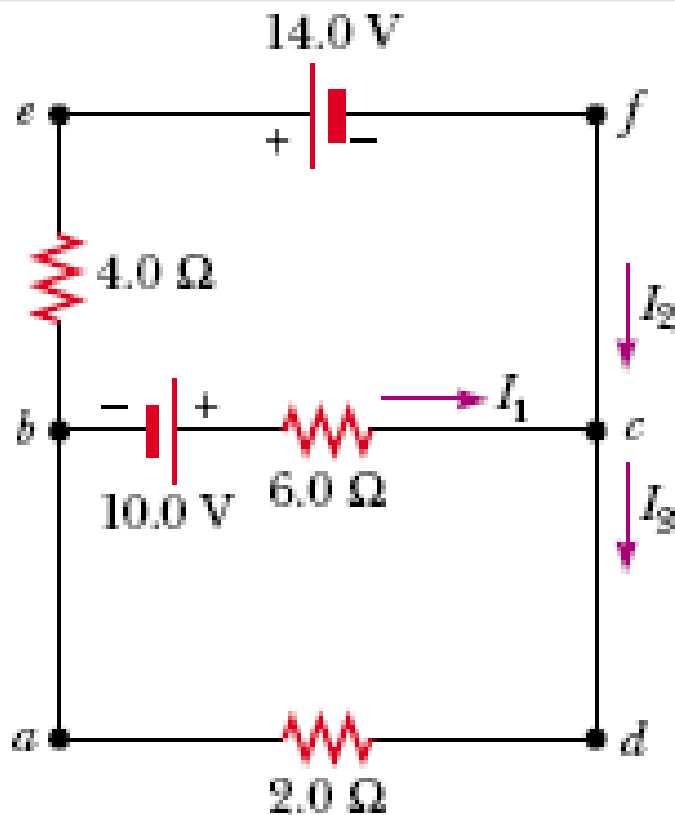
Contoh soal 2

Tentukan arus I_1 , I_2 dan I_3 dari rangkaian berikut.



Solusi..

Ada 3 variable yang tidak diketahui.
→ dibutuhkan 3 persamaan



$$(1) \quad I_1 + I_2 = I_3$$

$$(2) \quad \text{abcd} \quad 10.0 \text{ V} - (6.0 \Omega)I_1 - (2.0 \Omega)I_3 = 0$$

$$(3) \quad \text{befcb} \quad -14.0 \text{ V} + (6.0 \Omega)I_1 - 10.0 \text{ V} - (4.0 \Omega)I_2 = 0$$

$$10.0 \text{ V} - (6.0 \Omega)I_1 - (2.0 \Omega)(I_1 + I_2) = 0$$

$$(4) \quad 10.0 \text{ V} = (8.0 \Omega)I_1 + (2.0 \Omega)I_2$$

solusi...

- Bagi pers. (3) dengan 2 dan kemudian diatur lagi

$$(5) \quad -12.0 \text{ V} = -(3.0 \, \Omega)I_1 + (2.0 \, \Omega)I_2$$

- Kurangi pers. (4) dengan pers. (5) kemudian eliminasi I_2

$$22.0 \text{ V} = (11.0 \, \Omega)I_1$$

$$I_1 = 2.0 \text{ A}$$

- Masukkan I_1 ke pers. (5) untuk memperoleh I_2

$$\begin{aligned}(2.0 \, \Omega)I_2 &= (3.0 \, \Omega)I_1 - 12.0 \text{ V} \\ &= (3.0 \, \Omega)(2.0 \text{ A}) - 12.0 \text{ V} = -6.0 \text{ V}\end{aligned}$$

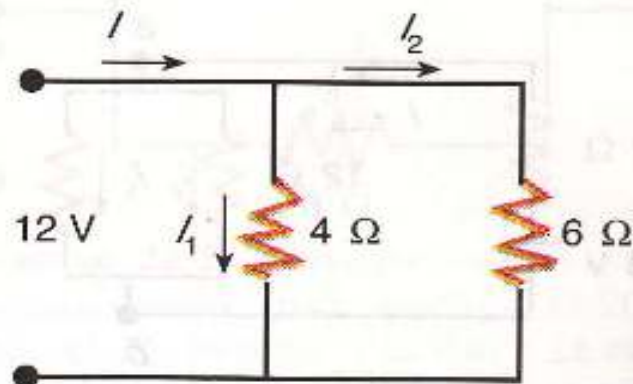
$$I_2 = -3.0 \text{ A}$$

Akhirnya diperoleh I_3

$$I_3 = I_1 + I_2 = -1.0 \text{ A}$$

Contoh Soal 3

Resistor $4\ \Omega$ dan $6\ \Omega$ disusun paralel seperti tampak pada Gambar 22-17, dan dikenakan beda potensial $12\ \text{V}$ pada kombinasi tersebut. Carilah (a) resistansi ekivalen, (b) arus total, (c) arus pada masing-masing resistor, dan (d) daya yang didisipasi oleh masing-masing resistor.



Gambar 22-17 Dua resistor disusun secara paralel pada suatu beda potensial $12\ \text{V}$

solusi

(a) Pertama, kita hitung resistansi ekuivalen dari

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{4 \Omega} + \frac{1}{6 \Omega} = \frac{3}{12 \Omega} + \frac{2}{12 \Omega} = \frac{5}{12 \Omega}$$

atau

$$R_{eq} = \frac{12 \Omega}{5} = 2,4 \Omega$$

(b) Sehingga arus totalnya

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{12 \text{ V}}{2,4 \Omega} = 5 \text{ A}$$

(c) Kita peroleh arus pada masing-masing resistor dari fakta bahwa tegangan jatuhnya adalah 12 V pada masing-masing resistor (Persamaan 22-21). Dengan menyebut arus pada resistor 4 Ω dengan I_1 , dan pada resistor 6 Ω dengan I_2 , kita dapatkan

solusi

$$V = I_1 R_1 = I_1 (4 \Omega) = 12 \text{ V}$$

$$I_1 = \frac{12 \text{ V}}{4 \Omega} = 3,0 \text{ A}$$

dan

$$I_2 = \frac{12 \text{ V}}{6 \Omega} = 2,0 \text{ A}$$

(d) Daya yang didisipasikan dalam resistor 4Ω adalah

$$P = I_1^2 R_1 = (3,0 \text{ A})^2 (4 \Omega) = 36 \text{ W}$$

Daya yang didisipasikan dalam resistor 6Ω adalah

$$P = (2,0 \text{ A})^2 (6 \Omega) = 24 \text{ W}$$

Daya ini berasal dari sumber ggl yang menjaga beda potensial 12 V pada kombinasi resistor. Daya yang dibutuhkan untuk mengalirkan 5 A pada 12 V adalah

$$P = IV = (5,0 \text{ A})(12 \text{ V}) = 60 \text{ W}$$

yang sama dengan daya total yang didisipasikan dalam kedua resistor.

- (a) Tentukan arus dalam setiap bagian rangkaian seperti tampak dalam Gambar
- (b) Tentukan energi yang didisipasikan dalam resistor 4Ω selama 3 detik.

