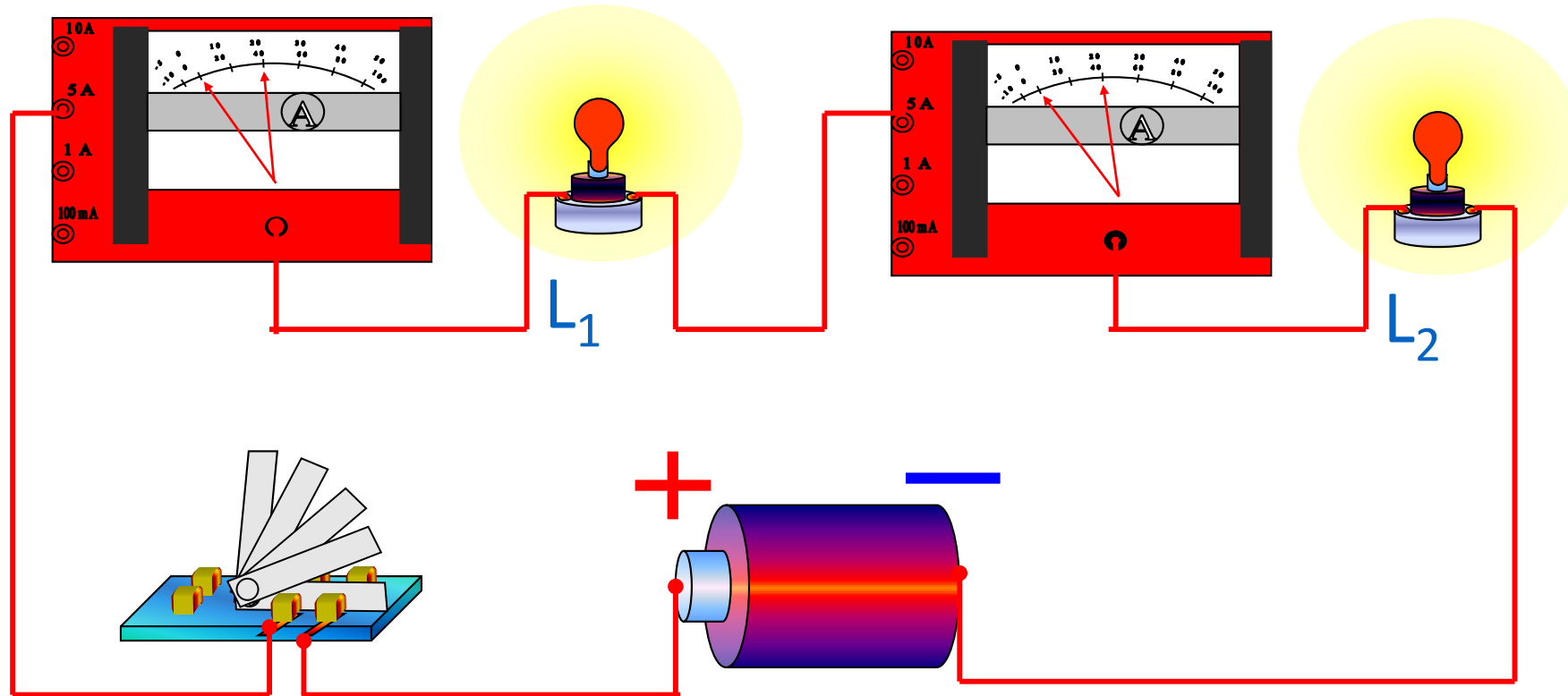


Hukum Kirchhoff

Hukum I Kirchoff

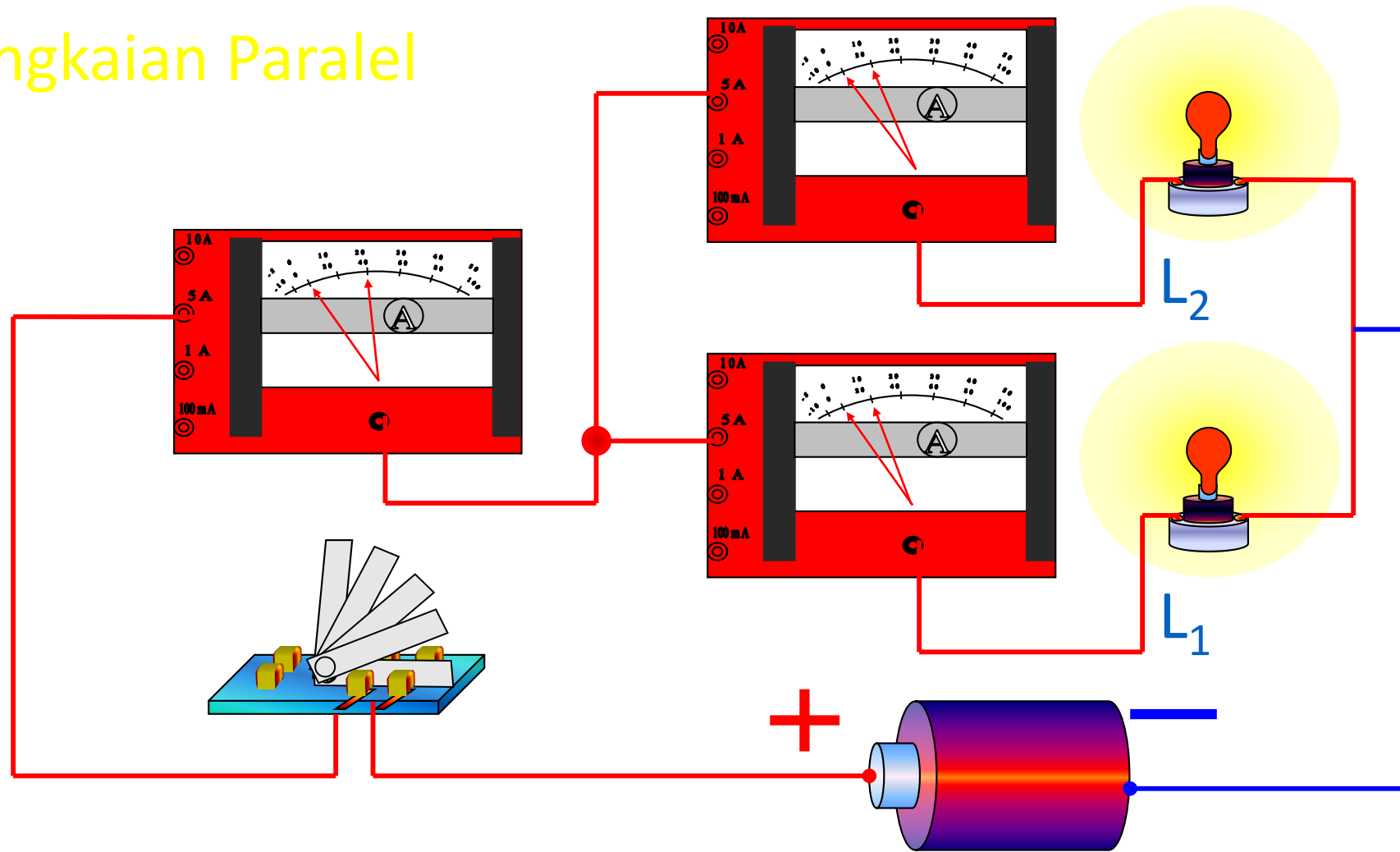
Rangkaian seri



Pada rangkaian tidak bercabang (seri) kuat arus listrik dimana-mana sama



Rangkaian Paralel



Apakah ketiga amperemeter menunjukkan angka yang sama ?

Pada rangkaian bercabang (Paralel) Jumlah kuat arus listrik yang masuk pada titik cabang sama dengan jumlah kuat arus yang keluar dari titik cabang



Hukum Kirchhoff

Hukum I Kirchhoff (aturan titik cabang): Jumlah arus yang masuk ke suatu titik cabang sama dengan jumlah arus yang meninggalkannya.

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

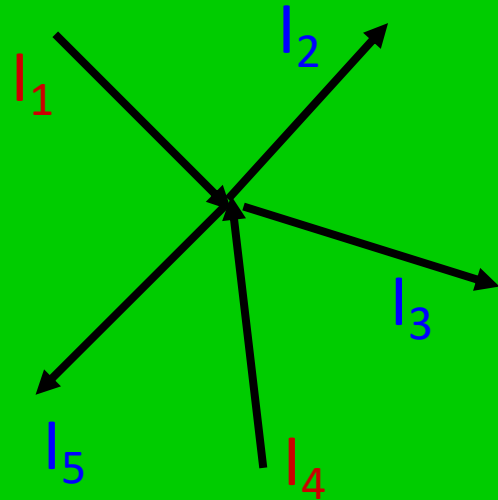
Hukum II Kirchhoff (aturan loop): Jumlah beda potensial yang melewati seluruh elemen dalam suatu rangkaian listrik tertutup sama dengan nol.

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

HUKUM KIRCHOFF 1

Pada setiap rangkaian listrik, jumlah aljabar dari arus-arus yang bertemu di suatu titik adalah Nol.

RUMUS KIRCHOFF 1 :



$$\sum I = 0$$

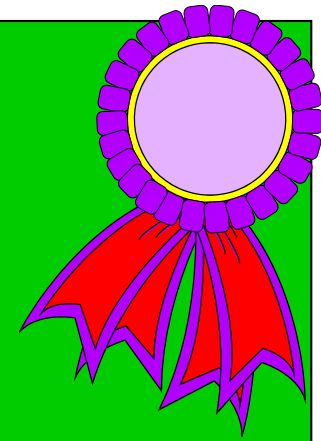
Atau :

$$I_1 + (-I_2) + (-I_3) + I_4 + (-I_5) = 0$$

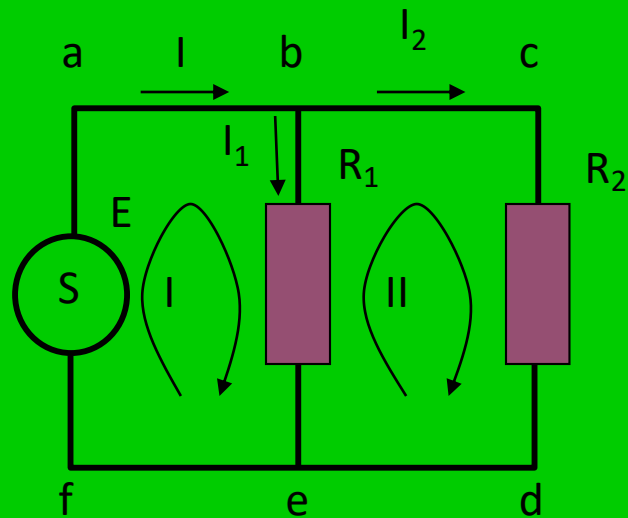
Atau :

$$I_1 + I_4 = I_2 + I_3 + I_5$$

HUKUM KIRCHOFF 2



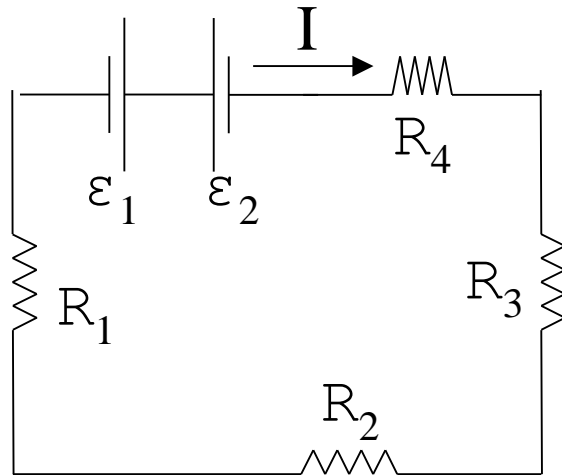
Jumlah aljabar dari hasil kali arus dgn tahanan pada setiap konduktor dalam suatu rangkaian tertutup (mesh), sama dengan jumlah aljabar dari ggl.



$$\sum I R = \sum GGL = \sum E$$

1. abefa = $E = I_1 R_1$
2. bcdeb = $0 = I_2 R_2 - I_1 R_1$
3. acdfa = $E = I_2 R_2$

Hk Kirchhoff untuk loop



$$V_{AA} = \Sigma IR - \Sigma \varepsilon$$

$$V_{AA} = 0$$



$$\Sigma IR - \Sigma \varepsilon = 0$$

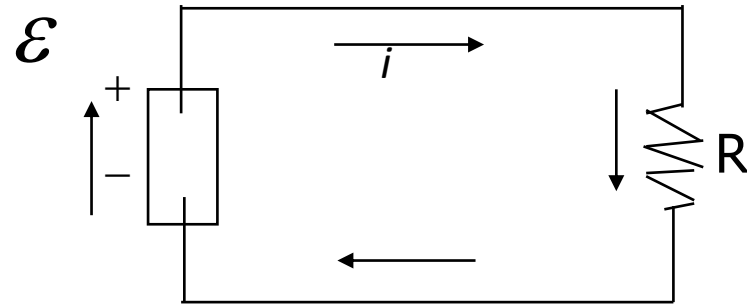
$$\Sigma IR = \Sigma \varepsilon$$

Hukum kekekalan muatan
tetap berlaku



$$\Sigma I \text{ di titik cabang} = 0$$

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:

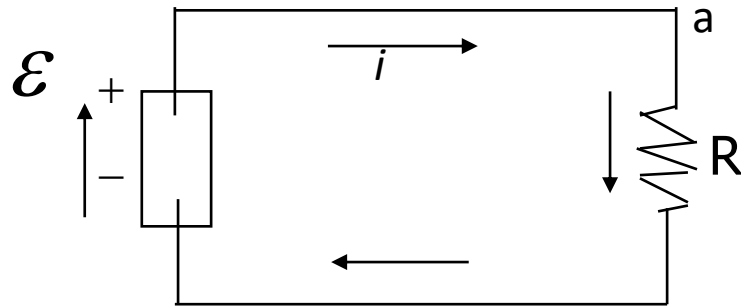
$$\varepsilon i dt = i^2 R dt$$

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 $+$. Jumlah dari perubahan potensial ini ditambah dengan V_a haruslah menghasilkan V_a juga.

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

Hukum Kirchhoff II...

Diperoleh:

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

Sehingga:

$$-iR + \varepsilon = 0$$

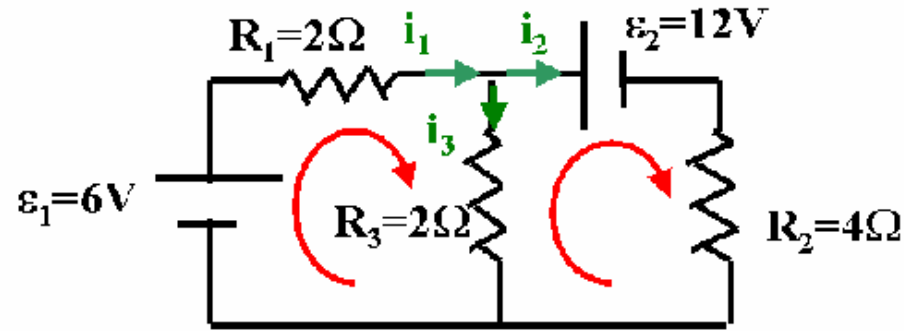
(Hukum Kirchhoff II)

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 $+$, sebaliknya adalah $-$.

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**

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

Gunakan Cara Eliminasi

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

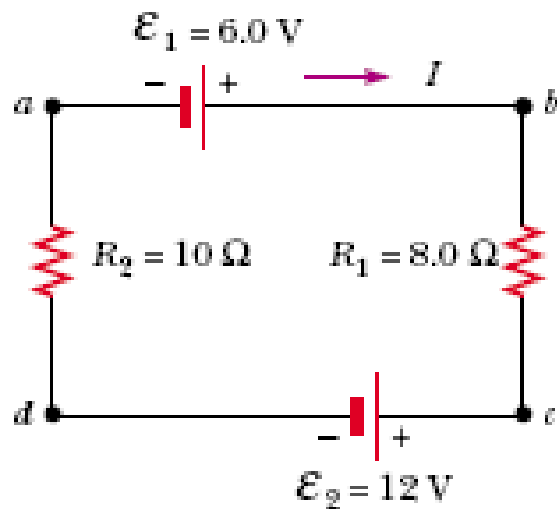
$$i_1 = 0.6A$$

Same direction

Contoh soal-1

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

a) Hitunglah arus listrik dalam rangkaian.



$$\begin{aligned}\sum \Delta V &= 0 \\ \mathcal{E}_1 - IR_1 - \mathcal{E}_2 - IR_2 &= 0 \\ I &= \frac{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2}{R_1 + R_2} = \frac{6.0 \text{ V} - 12 \text{ V}}{8.0 \Omega + 10 \Omega} = -0.33 \text{ A}\end{aligned}$$

b) Tentukan daya listrik pada masing-masing resistor.

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

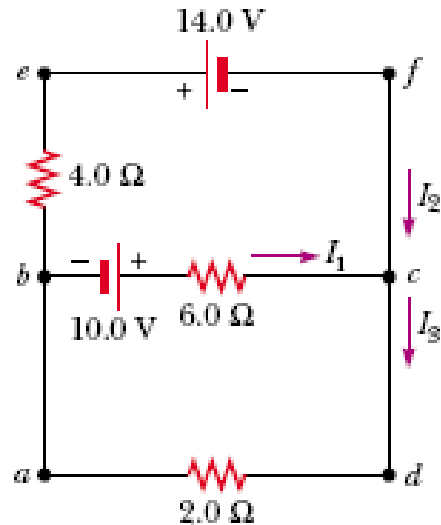
$$\mathcal{P}_2 = I^2 R_2 = (0.33 \text{ A})^2 (10 \Omega) = 1.1 \text{ W}$$

Contoh soal-2

Tentukan arus I_1 , I_2 dan I_3 dari rangkaian berikut.

Ada 3 variable yang tidak diketahui.

→ dibutuhkan 3 persamaan



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

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

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

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

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

Contoh soal-2...

- 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

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

Overview



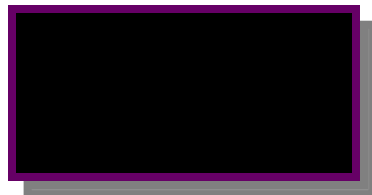
Arus Listrik



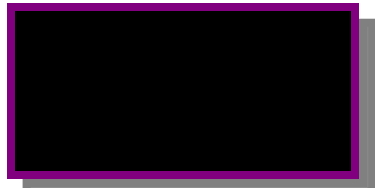
Hukum I Ohm

$$\sum_i I = 0$$

Hukum I
Kirchhoff



Rapat Arus



Hukum II Ohm

$$\sum E = \sum IR$$

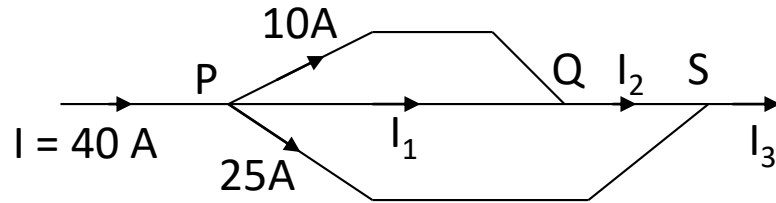
Hukum II
Kirchhoff

Latihan Sendiri.....
Kerjakan Lanjutannya.....

Klik

Contoh

1. Perhatikan rangkaian di bawah dan tentukan nilai I_1 , I_2 , I_3 ?



Jawab

Pada titik cabang P

$$I = 10\text{ A} + I_1 + 25\text{ A}$$

$$40\text{ A} = 10\text{ A} + I_1 + 25\text{ A}$$

$$40\text{ A} = 35\text{ A} + I_1$$

$$I_1 = 40\text{ A} - 35\text{ A}$$

$$I_1 = 5\text{ A}$$

Pada titik cabang Q

$$10\text{ A} + I_1 = I_2$$

$$10\text{ A} + 5\text{ A} = I_2$$

$$15\text{ A} = I_2$$

Pada titik cabang S

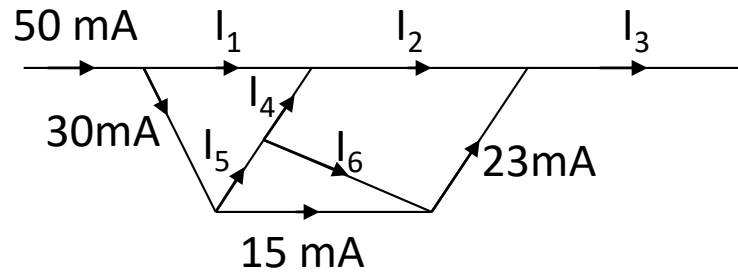
$$I_2 + 25\text{ A} = I_3$$

$$15\text{ A} + 25\text{ A} = I_3$$

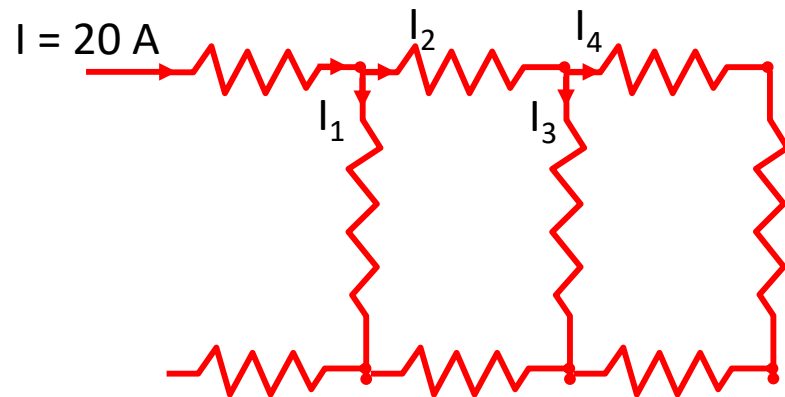
$$40\text{ A} = I_3$$



1. Tentukanlah kuat arus I_1 sampai dengan I_6 ?



2.

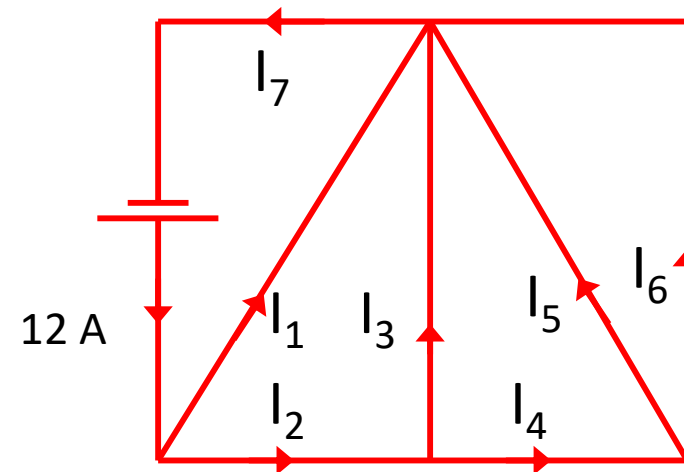


Jika $I_1 : I_2 = 1 : 4$

dan $I_1 : I_2 = 1 : 3$

Tentukan I_1 sampai I_4 ?

3. Perhatikan rangkaian di bawah dan tentukan nilai I_1 sampai I_7 ?



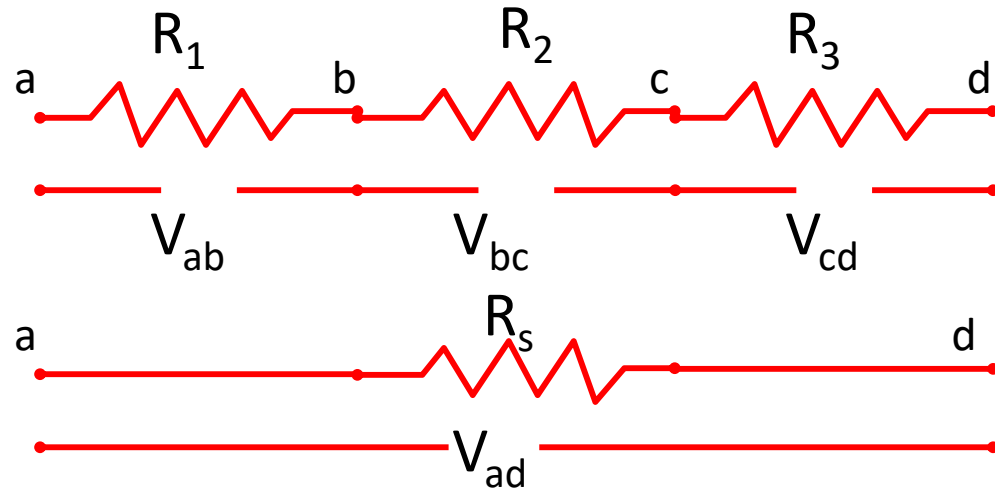
Jika $I_1 = I_2$

$I_3 : I_4 = 1 : 2$

dan $I_5 = 2 I_6$



Susunan seri pada Hambatan



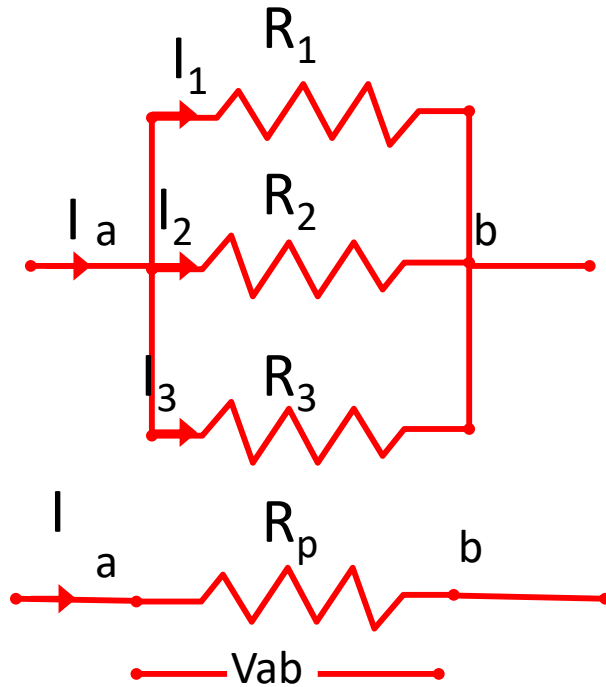
$$V_{ad} = V_{ab} + V_{bc} + V_{cd}$$

$$I R_s = I R_1 + I R_2 + I R_3$$

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3$$



Susunan Paralel pada Hambatan



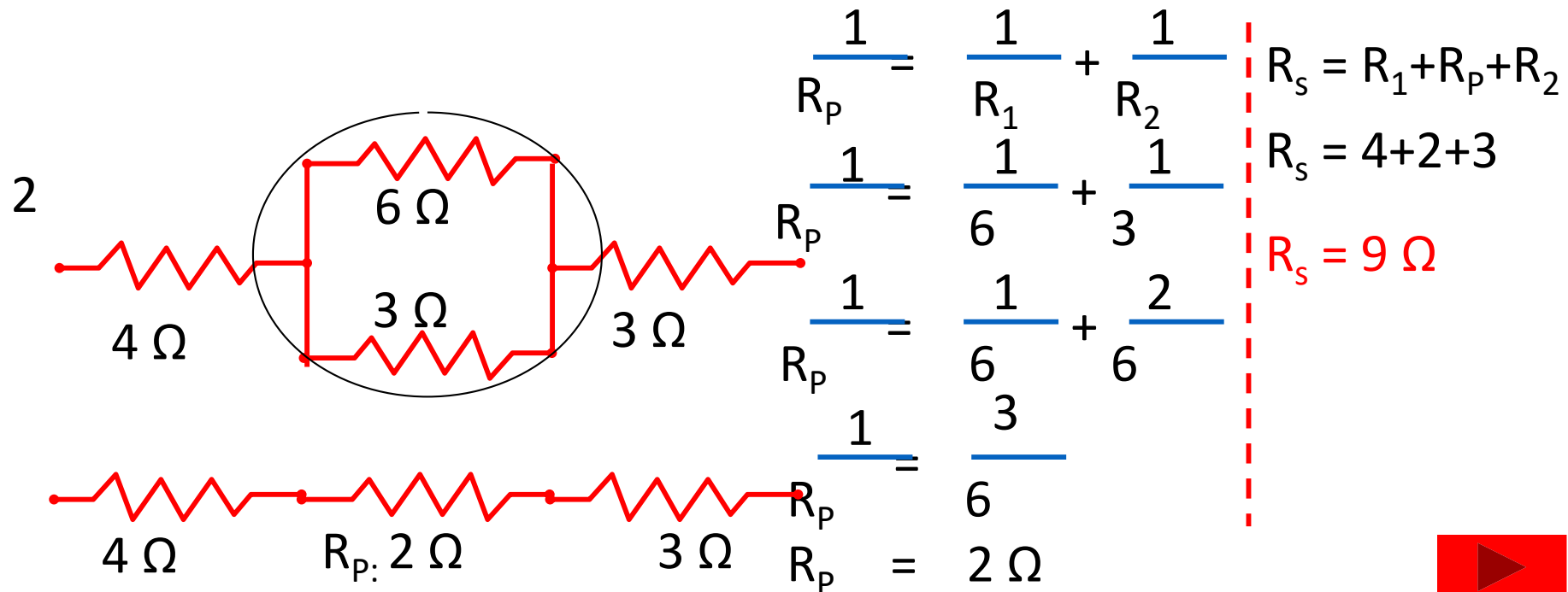
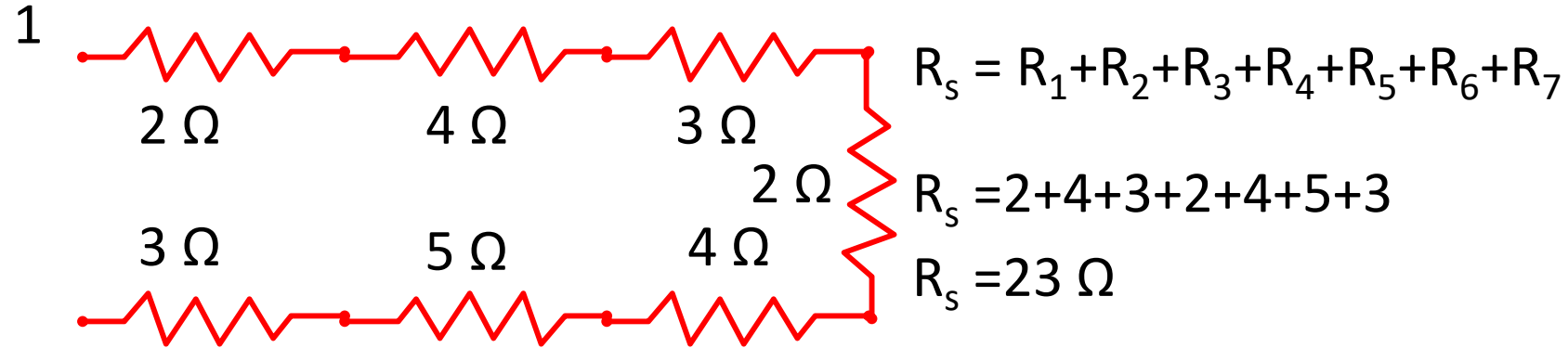
$$I = I_1 + I_2 + I_3$$
$$\frac{V_{ab}}{R_p} = \frac{V_{ab}}{R_1} + \frac{V_{ab}}{R_2} + \frac{V_{ab}}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

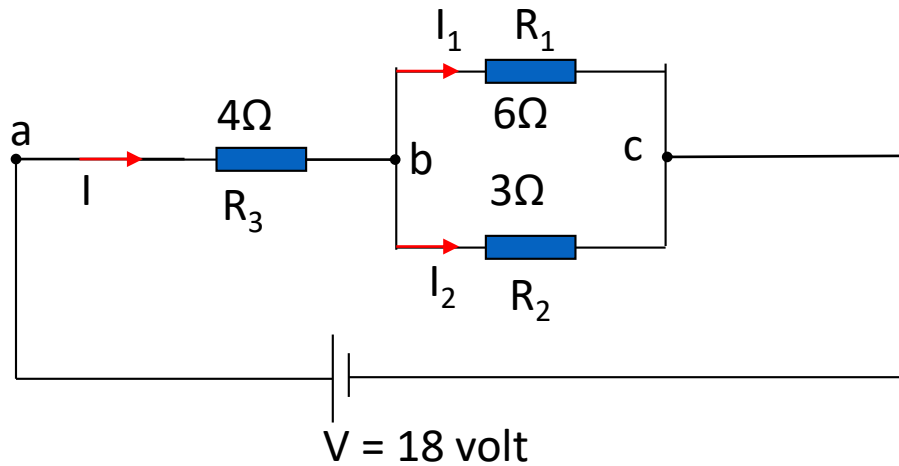


Contoh

- Tentukan hambatan pengganti pada rangkaian di bawah



Perhatikan gambar di bawah



Tentukan

a. Kuat arus total

b. Kuat arus I_1 dan I_2

c. Tegangan ab dan tegangan bc

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

$$R_p = \frac{1}{\frac{1}{6} + \frac{1}{3}}$$

$$R_p = \frac{1}{\frac{3}{6} + \frac{2}{6}} \rightarrow R_p = 2 \Omega$$

$$R_s = R_3 + R_p$$

$$R_s = 4 + 2$$

$$R_s = 6 \Omega$$

$$I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{18 \text{ volt}}{6 \Omega}$$

$$I = 3 \text{ A}$$

b

$$I_1 : I_2 = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2}$$

$$I_1 : I_2 = \frac{1}{6} : \frac{1}{3} \times 6$$

$$I_1 : I_2 = 1 : 2$$

$$I_1 = \frac{1}{3} \times I$$

$$I_1 = \frac{1}{3} \times 3$$

$$I_1 = 1 \text{ A}$$



c

$$V_{ab} = I R_3$$

$$V_{ab} = 3 \times 4$$

$$V_{ab} = 12 \text{ V}$$

$$V_{bc} = I_1 R_1$$

$$V_{bc} = 1 \times 6$$

$$V_{bc} = 6 \text{ V}$$

atau

$$V_{bc} = I_2 R_2$$

$$V_{bc} = 2 \times 3$$

$$V_{bc} = 6 \text{ V}$$

$$I_2 = \frac{2}{3} \times I$$

$$I_2 = \frac{2}{3} \times 3$$

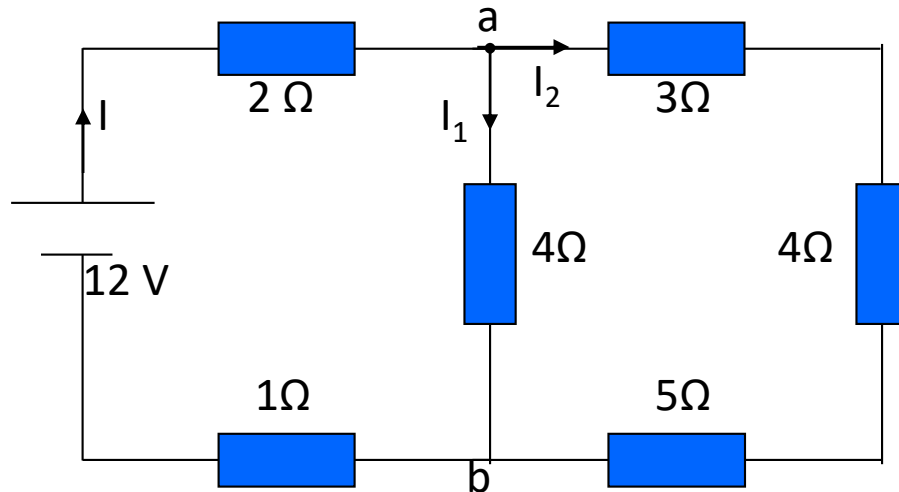
$$I_2 = 2 \text{ A}$$

Latihan

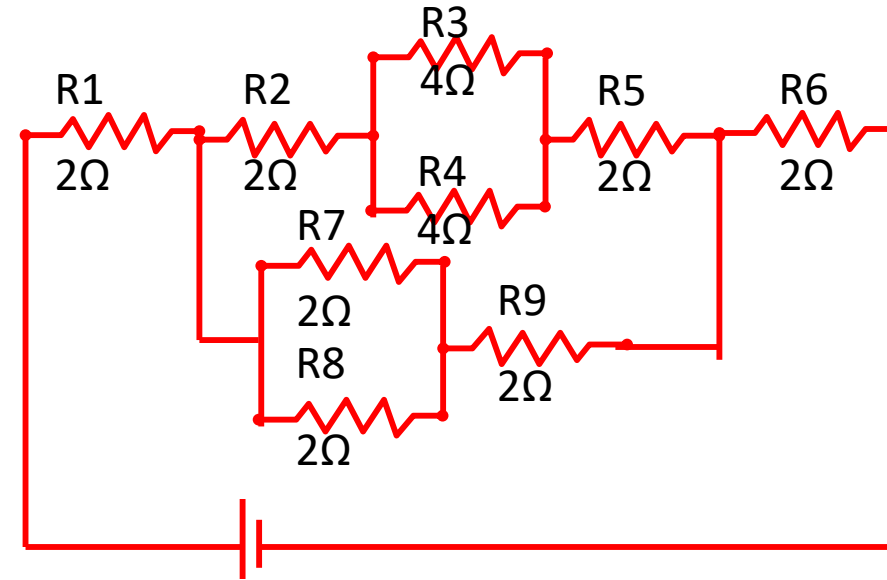
1

Tentukan

- Hambatan pengganti
- Kuat arus total
- Kuat arus I_1 dan I_2
- Tegangan V_{ab}



2



$V = 12 \text{ V}$

Tentukan

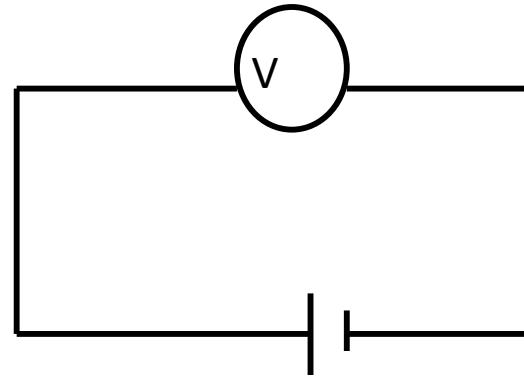
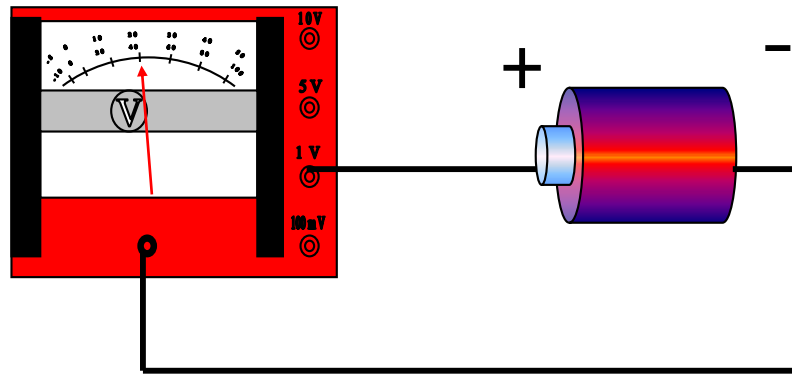
- Hambatan pengganti
- Kuat arus tiap hambatan
- Tegangan tiap hambatan



GAYA GERAK LISTRIK (E)

- Gaya gerak listrik adalah beda potensial antara ujung-ujung sumber tegangan pada saat tidak mengalirkan arus listrik atau dalam rangkaian terbuka.

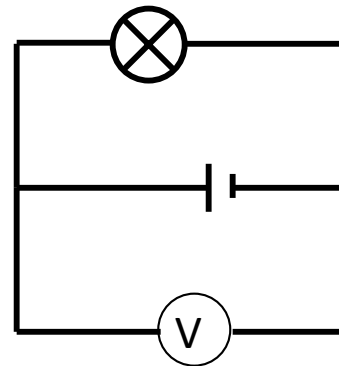
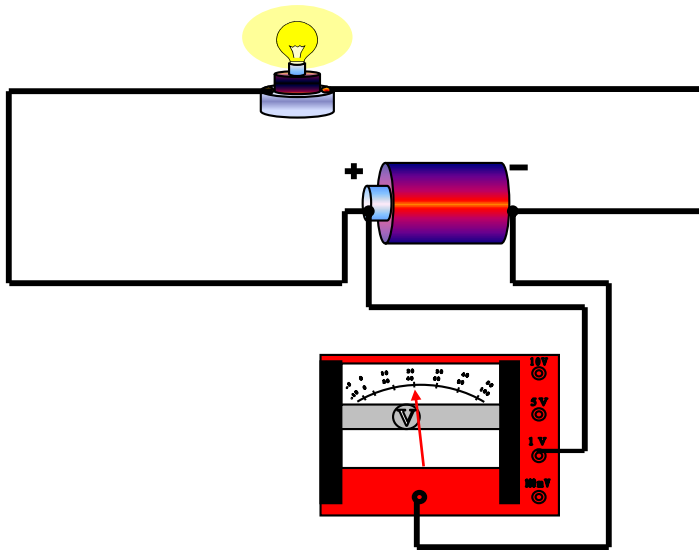
Pengukura ggl



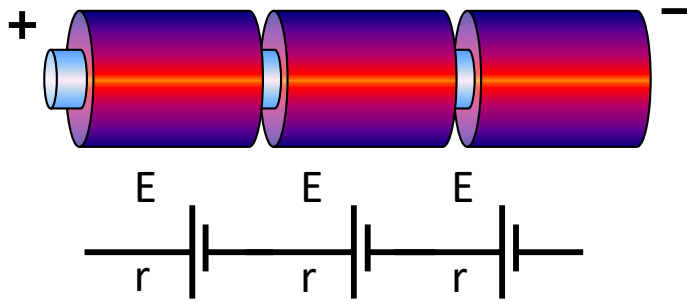
TEGANGAN JEPIT (V)

- Tegangan jepit adalah beda potensial antara ujung – ujung sumber tegangan saat mengalirkan arus listrik atau dalam rangkaian tertutup .

Pengukura Tegangan Jepit



Susunan Seri GGL



$$E_{\text{total}} = n E$$

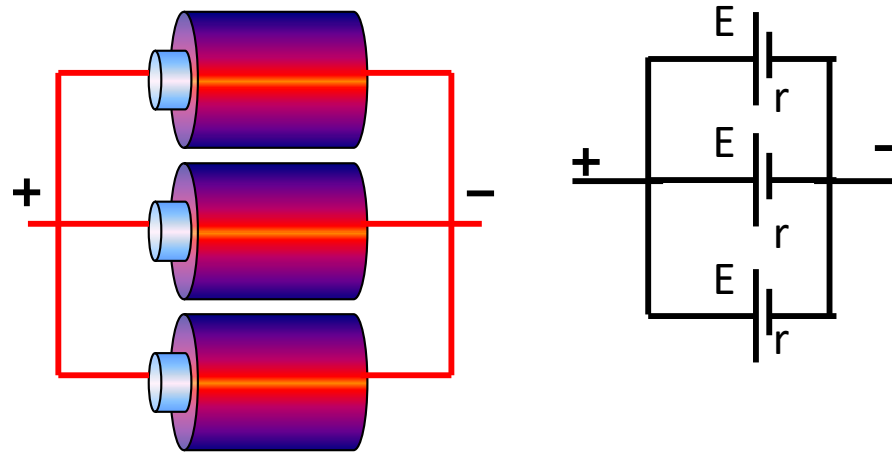
$$r_{\text{total}} = n r$$

$$E = \text{ggl (volt)}$$

$$r = \text{hambatan dalam (} \Omega \text{)}$$

$$n = \text{jumlah baterai}$$

Susunan Paralel GGL



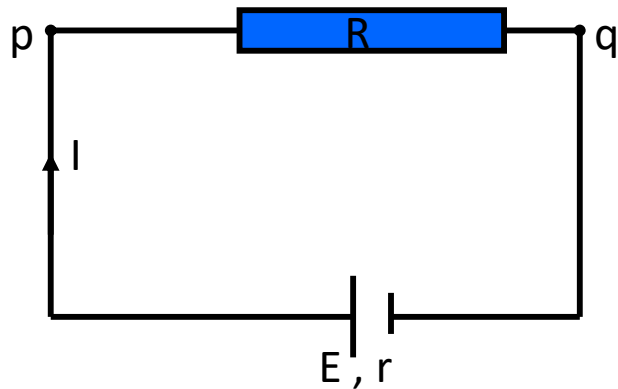
$$E_{\text{total}} = E$$

$$r_{\text{total}} = \frac{r}{n}$$



Hukum Ohm dalam rangkaian tertutup

Untuk sebuah ggl



Hubungan ggl dengan tegangan jepit

$$E = V_{pq} + I r$$

Kuat arus yang mengalir dalam rangkaian

$$I = \frac{E}{R + r}$$

Tegangan jepit

$$V_{pq} = I R$$

I = Kuat arus (A)

E = ggl (volt)

R = hambatan luar (Ω)

r = hambatan dalam (Ω)

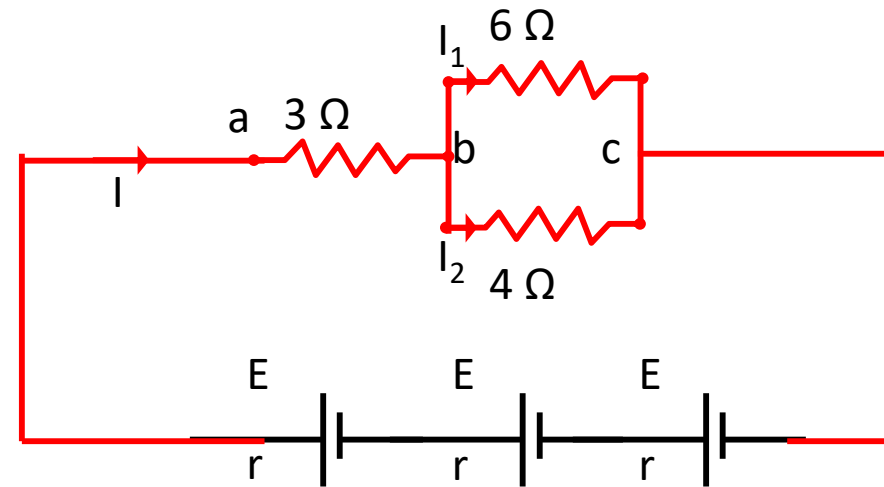
V_{pq} = tegangan jepit (volt)



LATIHAN

Tiga buah elemen yang dirangkai seri masing – masing memiliki GGL 4 V dan hambatan dalam 0,2 Ω , dirangkai dengan hambatan luar seperti gambar Tentukan :

- Hambatan luar
- Kuat arus total (I)
- Kuat arus I_1 dan I_2
- Tegangan V_{ab} , V_{bc}
- Tegangan jepit



$$V = 4 \text{ V}$$

$$r = 0,2 \Omega$$

