

Solusi Tutorial 3 Fisika Dasar 2A ITB

oleh: Wawan K

A. PERTANYAAN

- ① Jawaban : a, b dan c sama, kemudian d

Penjelasan : (i) Arus pada bagian (a) ekivalen dengan muatan positif yang bergerak ke kiri
Karena muatan negatif yang bergerak ke kanan sama dengan muatan positif
yang bergerak ke kiri, yakni 7 muatan (+) ke kiri

(ii) Arus pada bagian (b) dan (c) ekivalen dengan 7 muatan (+) bergerak
ke kiri

(iii) Arus pada bagian (d) adalah ekivalen dengan 5 muatan (+) bergerak
ke kiri

- ② Arus dapat di definisikan sebagai laju muatan

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

$$dq = i dt$$



Muatan total dapat kita peroleh :

$$\int dq = \int i dt$$

$$Q_{\text{total}} = \int i dt$$

Luas Grafik i terhadap t merupakan definisi $\int i dt$ yang tidak lain muatan total.

② (i) Luas (a) = $1 \times 2 = 2$ satuan

(ii) Luas (b) = $2 \times 1 = 2$ satuan

(iii) Luas (c) = $\frac{1}{2} \times 2 \times 2 = 2$ satuan

(iv) Luas (c) = $L_1 + L_2$

$$= \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2$$

$$= 1 + 1 = 0$$

Jadi, jawabannya adalah a, b dan c sama, kemudian d (tol)

- ③ a) Bagian ini disusun seri, karena antara kedua resistor dipisahkan oleh sebuah titik percabangan

- b) Bagian ini disusun paralel karena pada dua resistor dipisahkan oleh sebuah titik percabangan di antara kedua resistor.

- c) Bagian ini disusun paralel, karena terdapat titik percabangan di antara dua resistor

- ④ a) Resistor R_1 dan R_2 pada gambar (a) tidak disusun seri karena antara R_1 dan R_2 terdapat titik percabangan (di tengah)

- b) Ya, Resistor R_1 dan R_2 disusun secara paralel

- c) Resistansi ekivalen keempat rangkaian adalah sama.



④ c) Bukti

a) R_1 dan R_2 disusun paralel, maka $\frac{1}{R_{p1}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

$$\frac{1}{R_{p1}} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}$$

Kemudian R_{p1} dan R_3

disusun seri



$$R_{p1} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Cetingga diperoleh

$$R_{euiV} = R_3 + R_{p1}$$

$$R_{euiV} = R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_{euiV} = \frac{R_3 R_2 + R_3 R_1 + R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

b) R_1 dan R_2 disusun paralel. (sama dengan no (a))

$$R_{p1} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

Kemudian R_3 dan R_{p1} disusun seri.

$$R_{euiV} = R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}{R_1 + R_2}$$

c) Resistor R_1 dan R_2 di susun paralel

$$R_{p1} = \frac{(R_1 \epsilon R_2)}{R_1 + R_2} \quad \text{dan} \quad R_{euiV} = R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

(4) d) R_1 dan R_2 disusun paralel,

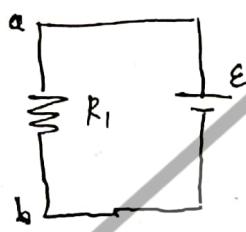
$$\text{maka } R_{p1} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\text{dan } R_{\text{ekiv}} = R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$



Jadi Kelebihan keempat rangkaian (a), (b), (c) dan (d) adalah sama.

(5) (i) mula-mula



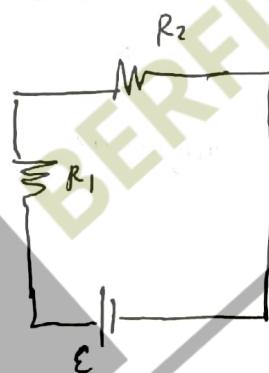
$$i = \frac{\mathcal{E}}{R_1}$$

pada awalnya

$$V_{ab} = i R_1$$

$$V_{ab} = \frac{\mathcal{E}}{R_1} (R_1) = \mathcal{E}$$

(ii) kemudian



Kemudian

$$\sum I R + \sum \mathcal{E} = 0$$

$$-i R_1 - i R_2 + \mathcal{E} = 0$$

$$i = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2}$$

$$V_{ab} = i R_1$$

$$V_{ab} = \frac{\mathcal{E}}{(R_1 + R_2)} \cdot R_1$$

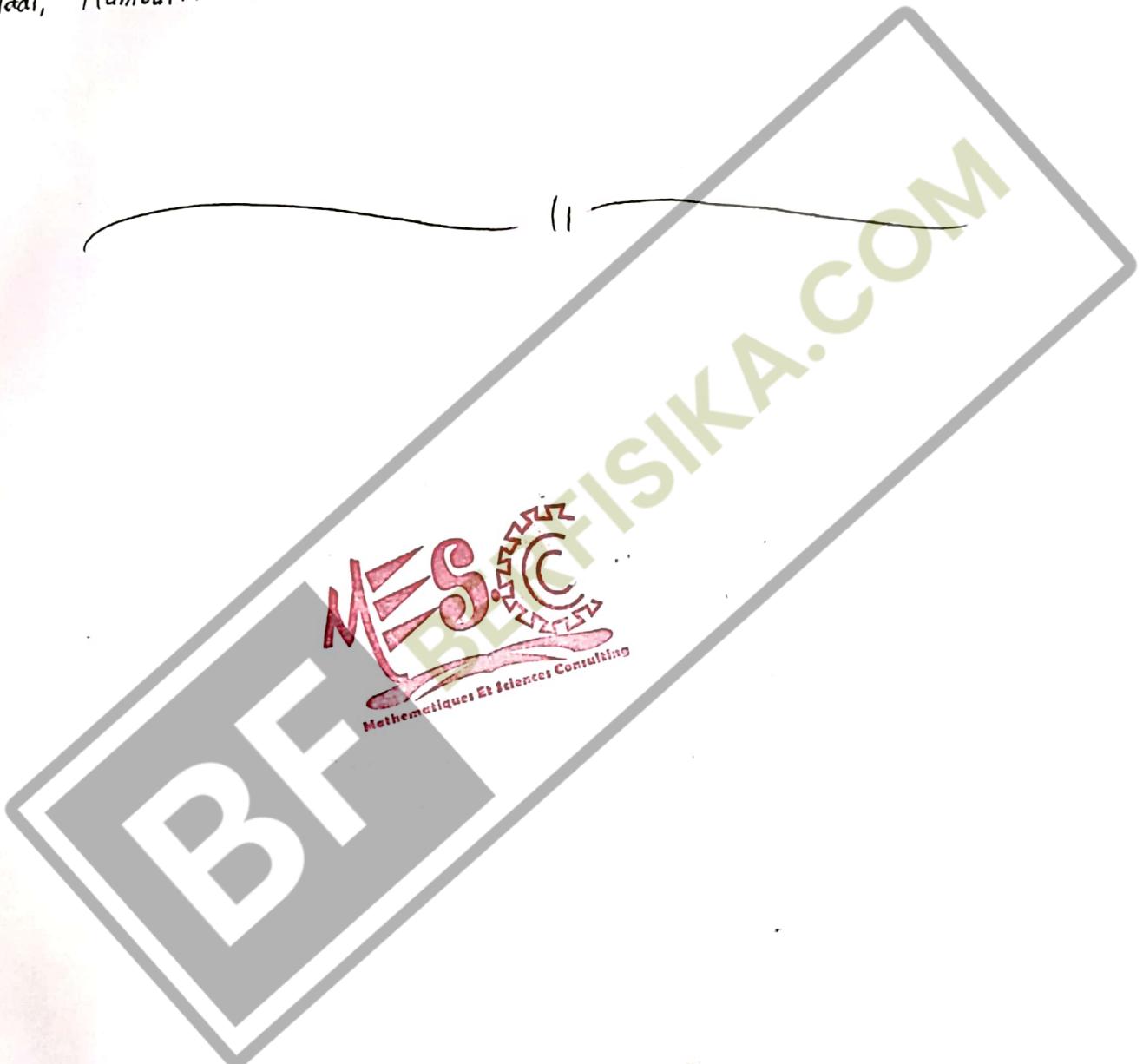
- a) Sehingga beda potensial kedua kali R_1 (V_{ab}) akan berkurang
 b) kuat arus i akan berkurang

⑤ c) R_{12} disusun seri, sehingga

$$R_{12} = R_1 + R_2$$

sehingga hambatan ekivalen $R_{12} > R_1$

Jadi, Hambatan ekivalen R_{12} lebih dari R_1



B. SOALdibuat oleh : Wawan K
YouTube : Berfisika.com

- ① a) Arus pada kabel :

$$i = \frac{V}{R} = \frac{23V}{15 \times 10^{-3}\Omega} = 1,53 \times 10^3 A$$

- b) Luas penampang melintang

$$A = \pi r^2 = \frac{1}{4} \pi D^2$$

Sehingga densitas arusnya

$$J = \frac{i}{A} = \frac{i}{\frac{1}{4} \pi D^2} = \frac{4i}{\pi D^2}$$

$$J = \frac{4(1,53 \times 10^3 A)}{(3,14)(6 \times 10^{-3} m)^2}$$

$$J = 5,41 \times 10^7 A/m^2$$

- d) Resistivitas bahan kabel adalah

$$\rho = \frac{RA}{L} = \frac{15 \times 10^{-3}\Omega}{L} \frac{\left(\frac{1}{4} \pi D^2\right)}{L}$$
$$= \frac{15 \times 10^{-3}\Omega}{4(4m)} \frac{(3,14)(6 \times 10^{-3})^2}{(3,14)(6 \times 10^{-3})^2}$$

$$\rho = 10,6 \times 10^{-8} \Omega m.$$

② Luas penampang melintang, $A = \pi r^2 = (3,14)(0,002)^2$

Resistivitas tembaga = $1,69 \times 10^{-8} \Omega \text{m}$.

Dari grafik kita ketahui : $\Delta V = 12 \mu\text{V}$

dan $L = 3 \text{ m}$

Dengan menggunakan hukum ohm.

$$\Delta V = iR$$

Konduktan $R = \rho \frac{L}{A}$, maka

$$\Delta V = i \left(\frac{\rho L}{A} \right)$$

$$i = \frac{(V - 0) A}{\rho L}$$

$$i = \frac{V (\pi r^2)}{\rho L}$$

$$i = \frac{12 \times 10^{-6} (3,14)(0,002)^2}{(1,69 \times 10^{-8})(3)}$$

$$i = 0,00297 \text{ A}$$

atau 3 mA



③ Karena beda potensial V dan arus i dihubungkan dengan

$$V = iR$$

dimana R adalah hambatan teknisi,

Sehingga Tegangan yang dapat membahayakan adalah:

$$V = iR$$

$$= (50 \times 10^{-3} A) (2000 \Omega)$$

$$\boxed{V = 100 \text{ Volt}}$$

④ Sama dengan bagian pertanyaan (A) no 4

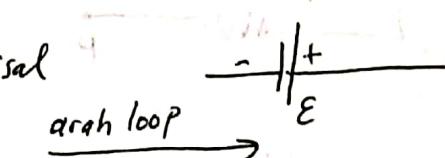
⑤ Pertama, kita cari arus yang melalui rangkaian dengan menggunakan hukum Kirchoff II dan aturan loop.

Aturan loop dapat dituliskan :

(i) Buat loop searah atau berlawanan jarum jam (saran : ambil arah loop sesuai dengan energi (baterai) yang terbesar). pada soal ini $\epsilon_1 > \epsilon_2$ jadi ambil arah loop berlawanan jarum jam (sesuai arah ϵ_1)

(ii) Jika arus searah loop maka tanda arus adalah negatif, dan jika arus berlawanan loop maka tanda arus positif

(iii) Tanda ggl diambil dari tanda ggl paling terakhir di lalui loop.

misal 

tanda E adalah (+)

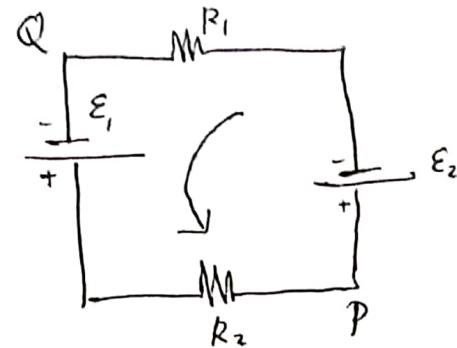
5

Berdasarkan hukum kirchoff II, maka

$$\Delta V = 0$$

$$\sum \mathcal{E} + \sum IR = 0$$

Arah loop berlawanan jarum jam sesuai $\mathcal{E}_1 > \mathcal{E}_2$

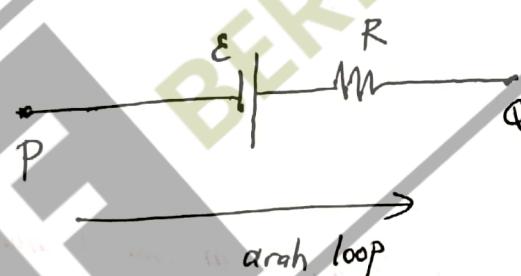


$$+ \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 - IR_1 - IR_2 = 0$$

$$I(R_1 + R_2) = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2$$

$$I = \frac{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2}{R_1 + R_2} = \frac{150V - 50V}{3\Omega + 2\Omega} = 20A$$

Beda potensial antara 2 titik

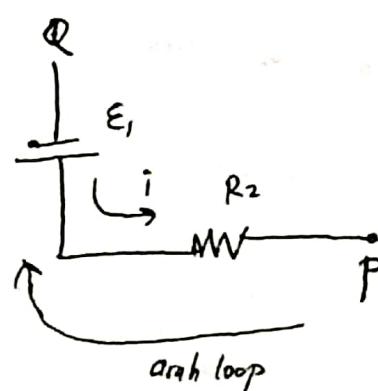


$$V_{PQ} = +\mathcal{E} - IR$$



Sehingga kita terapkan Tegangan P dengan Q lewat dua jalur

(i) Jalur bawah



$$V_{PQ} = iR_2 - \mathcal{E}_1$$

$$= 20(2) - 150$$

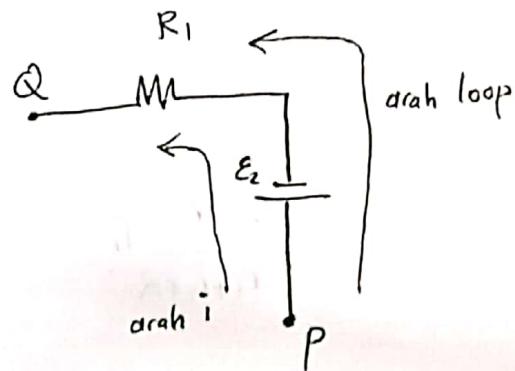
$$= 40 - 150$$

$$V_{PQ} = -110 \text{ Volt}$$

(5)

 V_{PQ}

(ii) Lewat jalur atas



$$\text{Sehingga: } V_{PQ} = -iR_1 - E_2$$

$$= -20(3) - 50$$

$$= -60 - 50$$

$$V_{PQ} = -110 \text{ Volt}$$



Sehingga $V_{PQ} = -110 \text{ Volt}$, Valid untuk kedua jalur, (jalur atas = jalur bawah).

(6)

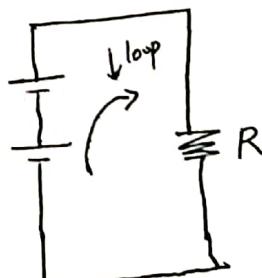
Kita misalkan r_1 = hambatan dalam baterai 1 dan r_2 = hambatan dalam baterai 2

a) Aturan loop, memberikan persamaan :

$$\Delta V = 0$$

$$\sum iR + \sum E = 0$$

$$V_2 - ir_2 + V_1 - ir_1 - iR = 0$$



$$i = \frac{V_2 + V_1}{r_1 + r_2 + R}$$

Tegangan terminal dari baterai 1 adalah V_{1T} .

Kita ketahui bahwa tegangan terminal dua titik (a dan b)

$$V_{ab} = E - ir - iR$$

⑥ maka tegangan terminal baterai 1 :

$$V_{1T} = V_1 - ir_1 \\ = V_1 - \frac{(V_1 + V_2)}{r_1 + r_2 + R} r_1 \quad \dots \dots (1)$$

dan tegangan terminal baterai 2

$$V_{2T} = V_2 - ir_2 \\ V_{2T} = V_2 - \frac{(V_1 + V_2)}{r_1 + r_2 + R} r_2 \quad \dots \dots (2)$$

Dalam soal ini kita ketahui bahwa V_1 dan V_2 bernilai masing-masing 1,20 Volt

Dari grafik (pada soal) kita lihat bahwa,

$$V_{2T} = 0 \text{ dan } V_{1T} = 0,40 V \text{ untuk } R = 0,10\Omega$$

Sehingga, pers (1) .

$$0,40 = 1,20 - \frac{(1,2 + 1,2) r_1}{r_1 + r_2 + 0,10}$$

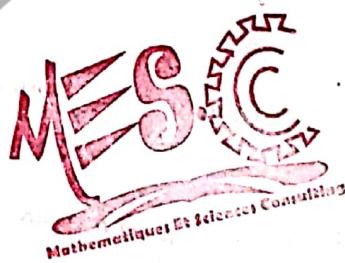
$$-0,80 = -\frac{2,4 r_1}{r_1 + r_2 + 0,10}$$

$$+0,80(r_1 + r_2 + 0,10) = +2,4 r_1$$

$$+0,80 r_1 + 0,80 r_2 + 0,08 = +2,4 r_1$$

$$-1,6 r_1 + 0,80 r_2 = -0,08$$

$$-2 r_1 + r_2 = -0,1 \quad \dots \dots (3)$$



MES.C
Mathématiques Et Sciences Consulting

⑥

Kemudian pers (2) dapat kita tulis

$$0 = 1,20 - \frac{(2,4) r_2}{r_1 + r_2 + 0,10}$$

$$-1,20 = \frac{-2,4 r_2}{r_1 + r_2 + 0,10}$$

$$+1,20 r_1 + 1,20 r_2 + 0,12 = +2,4 r_2$$

$$+1,20 r_1 - 1,20 r_2 = -0,12$$

$$+r_1 - r_2 = -0,1 \quad \dots \quad (4)$$

Kemudian, pers (3) dan pers (4) jumlahkan,

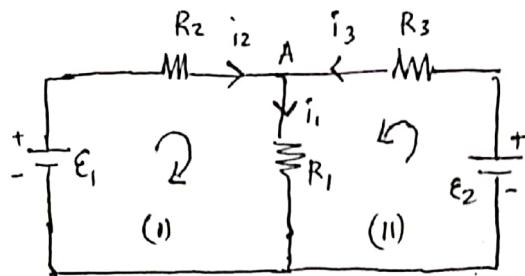
$$\begin{array}{r} -2r_1 + r_2 = -0,1 \\ +r_1 - r_2 = -0,1 \\ \hline -r_1 = -0,2 \end{array}$$

a) $r_1 = 0,20 \Omega$

Kemudian b) $0,20 - r_2 = -0,1$

$$r_2 = 0,20 + 0,10 = 0,30 \Omega$$

(7)



- (i) Untuk loop 1 asumsikan searah jarum jam
(ii) Untuk loop 2 berlawanan jarum jam

pada titik A percabangan, maka :

$$i_1 = i_2 + i_3$$

Loop I

$$\sum \epsilon + \sum IR = 0$$

$$\epsilon_2 - i_3 R_3 - (i_2 + i_3) R_1 = 0 \quad \dots \dots (1)$$

loop II

$$\sum \epsilon + \sum IR = 0$$

$$\epsilon_1 - i_2 R_2 - (i_2 + i_3) R_1 = 0 \quad \dots \dots (2)$$

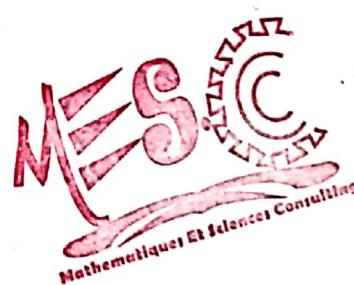
Sehingga Persamaan (1) dan (2) dapat kita sederhanakan :

(i) Persamaan (1)

$$i_2 - i_3 (300) - (i_2 + i_3) 100 = 0$$

$$i_2 - 300 i_3 - 100 i_2 - 100 i_3 = 0$$

$$i_2 = 400 i_3 + 100 i_2 \quad \dots \dots (1)$$



(ii) Persamaan (2)

$$\epsilon_1 - i_2 R_2 - i_2 R_1 - i_3 R_1 = 0$$

$$6 - i_2 (200) - i_2 (100) - i_3 (100) = 0$$

$$6 = 300 i_2 + 100 i_3 \quad \dots \dots (2)$$

Sehingga Persamaan (1) dapat kita tulis :

$$100 i_2 + 400 i_3 = 12$$

$$300 i_2 + 100 i_3 = 6 \times 4$$

⑦ Sehingga menjadi :

$$\begin{aligned}100i_2 + 400i_3 &= 12 \\1200i_2 + 400i_3 &= 24\end{aligned}$$

$$-1100i_2 = -12 \rightarrow i_2 = 0,0109 A \text{ (arah ke kanan)}$$

Substitusi i_2 ke pers (1), sehingga,

$$400i_3 + 100i_2 = 12$$

$$400i_3 + 100(0,0109) = 12$$

$$i_3 = 0,0273 A \text{ (arah ke kiri)}$$

Kemudian kita dapatkan $i_1 = i_2 + i_3 = 0,0109 A + 0,0273 A$

$$i_1 = 0,0382 A \text{ (arah ke bawah)}$$

Jadi, a) $i_1 = 0,0382 A$ (arah ke bawah)

b) $i_2 = 0,0109 A$ (arah ke kanan)

c) $i_3 = 0,0273 A$ (arah ke kiri)

d) Tegangan melalui R_1 sama dengan V_A , (karena titik di ujung R_1 satulagi adalah ground $V=0$)

$$\text{maka : } V_A = i_1 R_1$$

$$= 0,0382 A (100\Omega)$$

$$V_A = +3,82 V$$

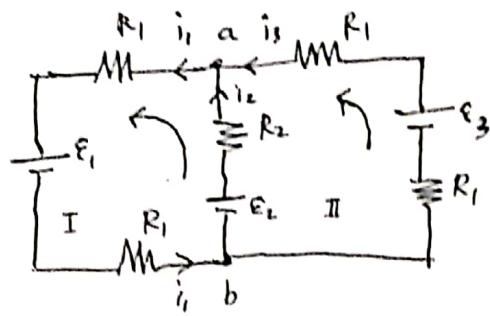
↓
harusnya

$$V_{AB} = i_1 R_1$$

$$V_A - 0 = i_1 R_1$$

$$V_A = i_1 R_1$$

⑧



$$\epsilon_2 = \epsilon_3 = 4 \text{ V}$$

$$\text{Pada titik } a \quad i_2 + i_3 = i_1$$

Loop I : $\sum \epsilon + \sum iR = 0$

$$-\epsilon_1 + \epsilon_2 - i_2 R_2 - i_1 R_1 - i_1 R_1 = 0$$

$$-2 + 4 - i_2(2) - i_1(R_1 + R_1) = 0$$

$$+2 - 2i_2 = i_1(2)$$

$$2i_1 + 2i_2 = 2$$

$$i_1 + i_2 = 1 \quad \dots \dots \quad 1)$$

Loop II : $\sum \epsilon + \sum iR = 0$

$$\epsilon_3 - \epsilon_2 - i_3 R_1 + i_2 R_2 - i_3 R_1 = 0$$

$$4 - 4 - i_3(1) + i_2(2) - i_3(1) = 0$$

$$-i_3 - i_3 + 2i_2 = 0$$

$$i_2 = i_3 = i$$

$$-2i_3 = -2i_2$$

$$i_3 = i_2 \quad \dots \dots \quad 2)$$

sehingga

$$i_2 + i_3 = i_1$$

$$\boxed{2i_2 = i_1}$$

8

Pers (1) menjadi,

$$i_1 + i_2 = 1$$

$$2i_2 + i_2 = 1$$

$$i_2 = \frac{1}{3} A = 0,33 A$$

a) Besar arus pada baterai 1 adalah

$$i_1 = 2 i_2$$

$$i_1 = 2 (0,33 A)$$

$$i_1 = 0,67 A$$

b) Arah dari i_1 adalah ke bawah

c) arus melalui ϵ_2 adalah $i_2 = 0,33 A$

d) arah dari i_2 adalah ke atas

e) dari bagian (a), kita mempunyai $i_3 = i_2 = 0,33 A$

f) arah dari i_3 juga ke atas

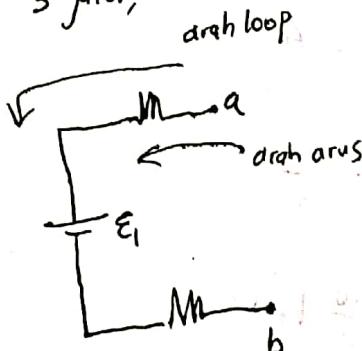
g) $V_a - V_b$ dapat kita hitung dari 3 jalur,

(i) Jalur pertama :

$$V_a - V_b = -i_1 R_1 - \epsilon_1 - i_1 R_1$$

$$= -\frac{2}{3}(1) - 2 - \frac{2}{3}(1)$$

$$V_a - V_b = -\frac{4}{3} - \frac{6}{3} = -\frac{10}{3} V_{olt}$$



(8)

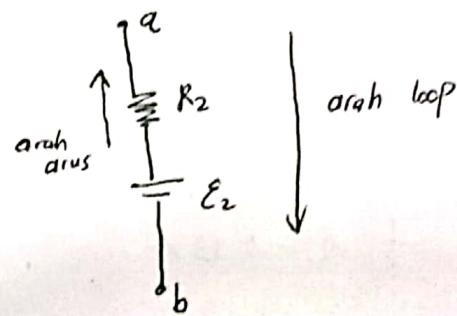
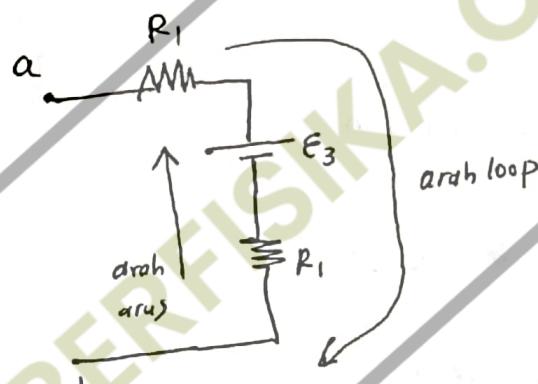
(ii) Jalur kedua (tengah)

$$V_a - V_b = + i_2 R_2 - \epsilon_2$$

$$= \frac{1}{3}(2) - 4$$

$$= \frac{2}{3} - \frac{12}{3}$$

$$V_a - V_b = -\frac{10}{3} \text{ Volt}$$

(iii) Jalur ketiga

$$V_a - V_b = i_3 R_1 + i_3 R_1 - \epsilon_3$$

$$= 2 i_3 R_1 - \epsilon_3$$

$$= 2 \left(\frac{1}{3}\right) - 4$$

$$= \frac{2}{3} - \frac{12}{3}$$

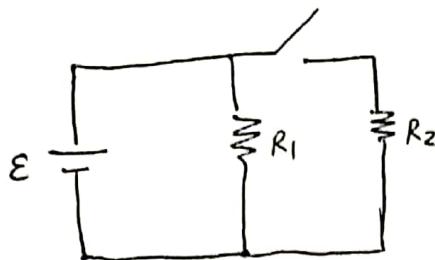
$$V_a - V_b = -\frac{10}{3} \text{ Volt}$$



Jadi $V_a - V_b = -\frac{10}{3} \text{ Volt}$

(9)

a)

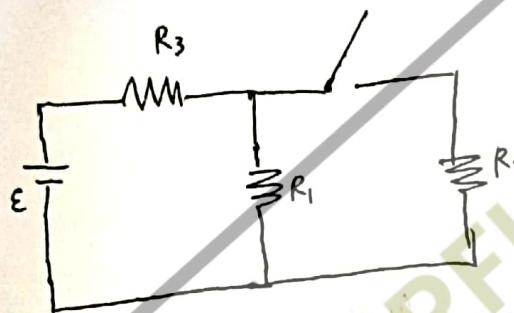


•) Saat S terbuka, $V_1 = V_{R_1} = E$

arus yang melalui R_1 adalah $i = \frac{E}{R_1}$

•) Saat S tertutup, R_1 dan R_2 paralel, sehingga V_1 adalah tetap = $E = 12$ Volt

b)



•) Saat terbuka i pada R_1 dapat kita peroleh

$$-iR_1 - iR_3 + E = 0$$

$$i = \frac{E}{R_1 + R_3} = \frac{12}{6+6} = 1 \text{ A}$$

maka $V_1 = iR_1$

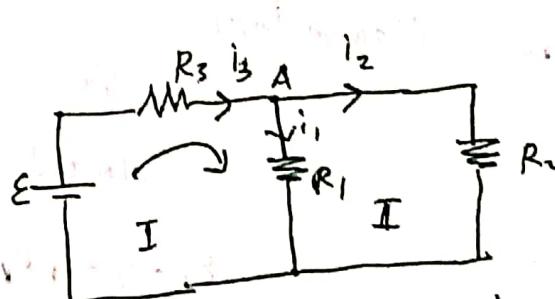
$$V_1 = 1(6) = 6 \text{ Volt}$$

•) Saat S tertutup, ada 2 loop.

$$\text{loop 1 : } -i_3R_3 - i_1R_1 + E = 0$$

$$6i_3 + 6i_1 = 12$$

$$i_1 + i_3 = 2 \quad \dots \dots \text{I}$$



$$\text{loop 2 : } -i_2R_2 + i_1R_1 = 0$$

$$i_2R_2 = i_1R_1 \rightarrow i_1 = i_2 \quad \text{(ii)}$$

⑨ b) Pada titik A

$$i_3 = i_1 + i_2$$

$$= i_1 + i_1$$

$$i_3 = 2i_1$$

Substitusi ke pers (1)

$$i_1 + i_3 = 2$$

$$i_1 + 2i_1 = 2$$

$$3i_1 = 2$$

$$i_1 = \frac{2}{3} A$$

Sehingga $V_1 = i_1 R_1$

$$= \left(\frac{2}{3} A\right) 6 \text{ Ohm}$$

$$V_1 = 4 \text{ Volt}$$

⑩ a) Ketika Saklar S dibuka selama waktu yang cukup lama, maka muatan pada C

$$\text{adalah } q_1 = E_2 C$$

b) Kemudian S ditutup dalam waktu yang cukup lama, arus yang melalui R_1 dan R_2

adalah : (aturan loop) :

$$\Delta V = 0$$

$$\sum I R + \sum \mathcal{E} = 0$$

$$E_2 - E_1 - i R_1 - i R_2 = 0$$

$$i = \frac{E_2 - E_1}{R_1 + R_2} = \frac{3 - 1}{0,2 + 0,4} = 3,33 A$$

(10) Beda potensial yang melalui kapasitor adalah :

$$V_{ab} = \varepsilon_2 - iR_2$$

$$V_C = 3V - (3,33A)(0,40\Omega)$$

$$V_C = 1,67 \text{ Volt}$$

Jadi, muatan akhir pada kapasitor C adalah $q_f = CV$

Sehingga, perubahan muatan yang terjadi dalam kapasitor adalah :

$$\begin{aligned}\Delta q &= q_f - q_i \\&= CV - \varepsilon_2 C \\&= C(V - \varepsilon_2) \\&= C(1,67 - 3) \\&= 10 \mu F (1,67 - 3) \\&= 13,4 \mu C\end{aligned}$$

