

Nama : Nanda Denny DPJ
NPM : 2123025013
Tugas Elektrodinamika

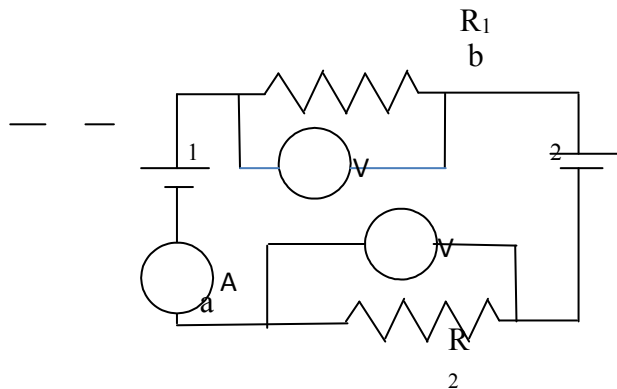
HUKUM KIRCHHOFF

Membahas konsep arus dan tegangan pada rangkaian simpal dan multisimpal. Menganalisis arus listrik pada rangkaian simpal (loop tunggal)

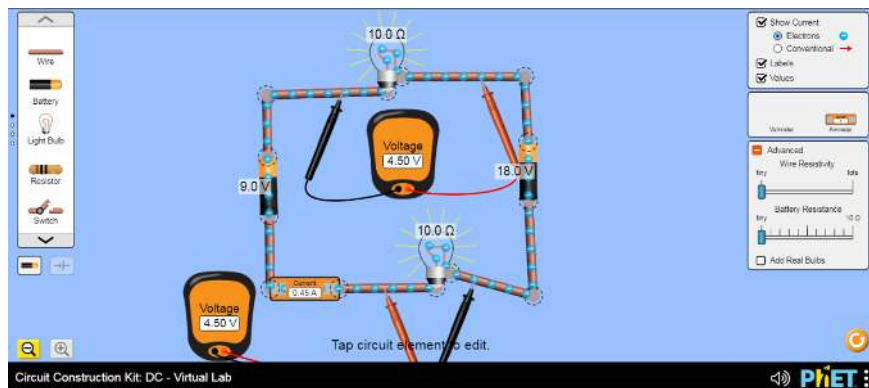
Silahkan anda klik: <http://www.phet> Colorado animasi. Pilih fisika. Pilih *electric circuit*.

Selanjutnya ikuti petunjuk berikut ini!

1. Susunlah rangkaian seperti gambar di bawah ini!



R_1 dan R_2 identik, $V_1 > V_2$, pasang voltmeter pada masing-masing hambatan secara paralel, dan amperemeter secara seri.



2. Sebelum melakukan pengukuran, buat rumusan masalahnya!
Apakah jumlah tegangan pada komponen hambatan ($\sum V$) dengan tegangan sumber (IR) sama dengan nol?
3. Buat hipotesis atas rumusan masalah di atas!
 H_0 : Komponen hambatan ($\sum V$) dengan tegangan sumber tidak sama dengan nol ($\sum I.R$)
 H_a : Komponen hambatan ($\sum V$) dengan tegangan sumber sama dengan nol ($\sum I.R$)

4. Lakukan pengukuran dan isilah tabel di bawah ini!

Kuat arus (A)	Tegangan sumber (V)	Tegangan pada komponen hambatan (V)
$I = 0,45$	$I.R_1 = 0,45 \times 10 = 4,50 \text{ v}$	$V_1 = -18 \text{ volt}$
	$I.R_2 = 0,45 \times 10 = 4,50 \text{ v}$	$V_2 = 9 \text{ volt}$
	$\sum I.R = 9 \text{ volt}$	$\sum V = 9 \text{ volt}$

5. $\sum \mathcal{V} + \sum I.R = -18 \mathcal{V} + 18 \mathcal{V} = 0$

6. Sekarang coba Anda lakukan perhitungan dan buktikan bahwa $\sum \mathcal{V} + \sum I.R = 0$

$$\sum \mathcal{V} + \sum I.R = 0$$

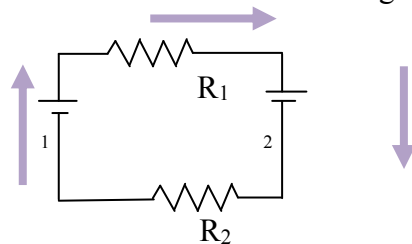
$$\mathcal{V}_1 + \mathcal{V}_2 + I.R_1 + I.R_2 = 0$$

$$-18 \mathcal{V} + 18 \mathcal{V} + (0,45 \text{ A} \times 10 \Omega) + (0,45 \text{ A} \times 10 \Omega) = 0$$

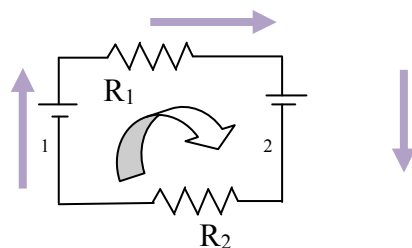
$$-18 \mathcal{V} + 18 \mathcal{V} + 4,50 \mathcal{V} + 4,50 \mathcal{V} = 0$$

$$0 = 0$$

7. Gambar Arah arus listrik dalam rangkaian, jika $\mathcal{V}_1 > \mathcal{V}_2$



8. Buat loop di dalam rangkaian sesuka hatimu!



9. Jumlahkan tegangan () mengikuti arah loop, arah loop membentur tanda positif sumber tegangan, maka positif dan sebaliknya.

$$\varepsilon_1 = -18 \mathcal{V} \text{ (nilai negatif karena arah loop membentur tanda negatif)}$$

$$\varepsilon_2 = 9 \mathcal{V} \text{ (nilai positif karena arah loop membentur tanda positif)}$$

$$\varepsilon_1 - \varepsilon_2 = -18 \mathcal{V} + 9 \mathcal{V} = -9 \mathcal{V}$$

10. Jumlahkan arus dikali hambatan (I.R), jika arah arus searah dengan arah loop, maka I.R bertanda positif dan sebaliknya.

$$I = 0,45 \text{ A}$$

$$R_1 = 10 \Omega$$

$$R_2 = 10 \Omega$$

$$I \cdot R_1 = 0,45 \text{ A} \times 10 \Omega = 4,5 \text{ V}$$

$$I \cdot R_2 = 0,45 \text{ A} \times 10 \Omega = 4,5 \text{ V}$$

11. Jika $\epsilon_1 = 18 \text{ V}$, $\epsilon_2 = 9 \text{ V}$, $R = 10 \text{ ohm}$, berapa arus dalam rangkaian tersebut?

$$\sum \epsilon + \sum I \cdot R = 0$$

$$\epsilon_1 + \epsilon_2 + IR_1 + IR_2 = 0$$

$$-18 + 9 + (I \times 10) + (I \times 10) = 0$$

$$-18 + 9 + 10 I + 10 I = 0$$

$$-9 + 20 I = 0$$

$$20 I = 9$$

$$I = 9/20 = 0,45 \text{ A}$$

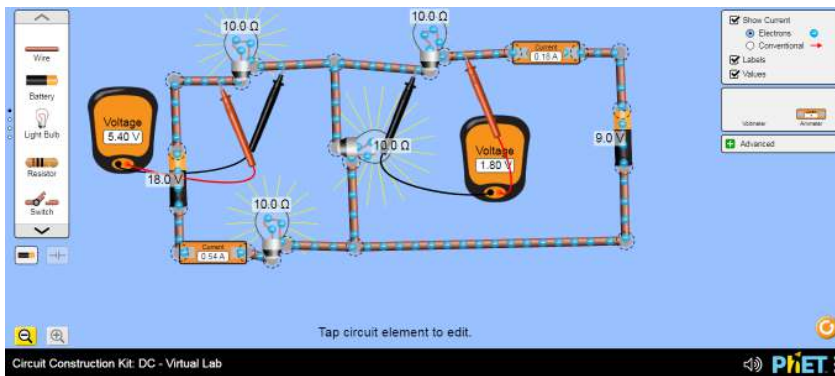
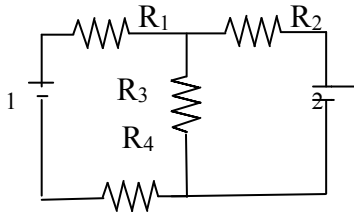
12. Apa kesimpulan Anda tentang percobaan yang telah dilakukan?

Berdasarkan hasil perhitungan maka jumlah tegangan pada komponen hambatan ($\sum V$) dengan tegangan sumber (IR) sama dengan nol, artinya H_a diterima dan H_0 ditolak

Kegiatan: 2. Menganalisis arus listrik pada rangkaian multisimpal.

Silahkan anda klik: <http://www.phet.colorado.edu>. Pilih *circuit electric*. Cari gambar komponen-komponen yang dapat dipindahkan seperti lampu, voltmeter, amperemeter, saklar, dan kabel. Selanjutnya ikuti petunjuk berikut ini.

1. Susun rangkaian seperti pada gambar di bawah!
2. Gunakan hambatan masing-masing 10 ohm dan $\epsilon_1 = 18$ volt, $\epsilon_2 = 9$ volt



3. Pasang amperemeter pada setiap hambatan secara seri.
4. Catat arus listrik pada setiap hambatan.

Sumber tegangan	Arus pada tiap hambatan	Pengukuran tegangan
$\epsilon_1 = 18 \text{ V}$	$I_{R1} = 0,54 \text{ A}$	$V_{R1} = 5,40 \text{ V}$
$\epsilon_2 = 9 \text{ V}$	$I_{R2} = 0,18 \text{ A}$	$V_{R2} = 1,80 \text{ V}$
	$I_{R3} = 0,72 \text{ A}$	$V_{R3} = 7,20 \text{ V}$
	$I_{R4} = 0,54 \text{ A}$	$V_{R4} = 5,40 \text{ V}$

5. Perhatikan loop I. Masukkan hasil pengukuran di atas, dan buktikan rumus berikut ini.

$$\sum \mathcal{E} + \sum I \cdot R = \mathcal{E}_1 + I_1 \cdot R_1 + I_2 \cdot R_2 + I_3 \cdot R_3 + I_4 \cdot R_4 = 0$$

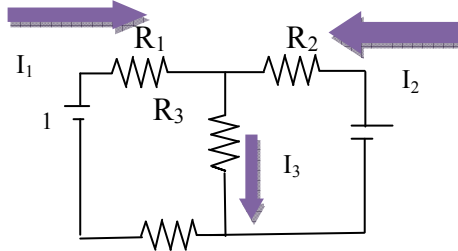
Jawaban

$$\begin{aligned}
 \sum \mathcal{E} + \sum I \cdot R &= -18 + (0,54 \times 10) + (0,54 \times 10) + (0,72 \times 10) = 0 \\
 &= -18 + 5,4 + 5,4 + 7,2 = 0 \\
 &= -18 + 18 = 0 \\
 &0 = 0
 \end{aligned}$$

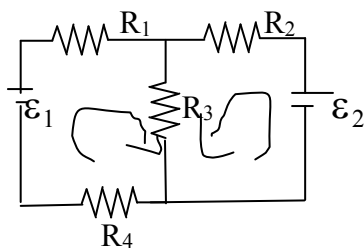
6. Perhatikan loop 2. Masukkan hasil pengukuran di atas, dan buktikan rumus berikut ini.

$$\begin{aligned}
 \sum \mathcal{E} + \sum I \cdot R &= \mathcal{E}_2 + I_2 \cdot R_2 + I_3 \cdot R_3 = 0 \\
 \sum \mathcal{E} + \sum I \cdot R &= 9 + (-0,18 \times 10) + (-0,72 \times 10) = 0 \\
 &= 9 + (-1,8) + (-7,2) = 0 \\
 &0 = 0
 \end{aligned}$$

7. Cocokkan hasil pengukuran yang Anda lakukan dengan hasil perhitungan dengan menggunakan aturan-aturan dalam hukum Kirchoff, yaitu:
- Gambar arah arus dengan memperhatikan sumber tegangan yang ada!
 - Beri nama arus yang mengalir pada masing-masing cabang, seperti arus dari sumber tegangan (I_1) adalah I_1 dan arus pada R_2 adalah I_2 , dan R_3 adalah I_3



- Buat loop sesuka Anda!



- Jumlahkan sumber tegangan pada loop 1, jika arah loop mengarah pada tanda negatif sumber tegangan, berarti nilai sumber tegangan negatif dan sebaliknya! Jumlahkan perkalian arus dan hambatan pada loop tersebut!
Jika arah loop berlawanan dengan arah arus, berarti nilai arus negatif, dan sebaliknya!

$$\begin{aligned}\sum \varepsilon + \sum I \cdot R &= \varepsilon_1 + I_1 \cdot R_1 + I_1 \cdot R_4 + I_3 \cdot R_3 = 0 \\ &= -18 + (0,54 \times 10) + (0,54 \times 10) + (0,72 \times 10) = 0 \\ &= -18 + 5,4 + 5,4 + 7,2 = 0 \\ &= -18 + 18 = 0 \\ 0 &= 0\end{aligned}$$

- Lakukan hal yang sama pada loop 2!

$$\begin{aligned}\sum \varepsilon + \sum I \cdot R &= \varepsilon_2 + I_2 \cdot R_2 + I_3 \cdot R_3 = 0 \\ &= -9 + (0,18 \times 10) + (0,72 \times 10) = 0 \\ &= -9 + (1,8) + (7,2) = 0 \\ 0 &= 0\end{aligned}$$

- Jumlahkan loop 1 dan loop 2 untuk menghitung arus listrik tiap-tiap loop!

Menggunakan Hukum I Kirchoff

$$I_1 + I_2 = I_3 \rightarrow I_1 = I_3 - I_2 \dots (1)$$

Loop 1

$$\sum \varepsilon + \sum IR = 0$$

$$-\varepsilon_1 + I_1 R_1 + I_3 R_3 + I_1 R_4 = 0$$

$$-18 + I_1 \cdot 10 + I_3 \cdot 10 + I_1 \cdot 10 = 0$$

$$-18 + 10I_1 + 10I_3 + 10I_1 = 0$$

$$-18 + 20I_1 + 10I_3 = 0$$

$$20I_1 + 10I_3 = 18$$

$$10I_1 + 5I_3 = 9 \dots (2)$$

Loop 2

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

$$-\mathcal{E}_2 + I_2 R_2 + I_3 R_3 = 0$$

$$-9 + I_2 \cdot 10 + I_3 \cdot 10 = 0$$

$$-9 + 10I_2 + 10I_3 = 0$$

$$10I_2 + 10I_3 = 9 \dots (3)$$

Masukkan Persamaan 1 ke Persamaan 2

$$10I_1 + 5I_3 = 9$$

$$10(I_3 - I_2) + 5I_3 = 9$$

$$10I_3 - 10I_2 + 5I_3 = 9$$

$$15I_3 - 10I_2 = 9 \dots (4)$$

Eliminasi Persamaan 3 dan Persamaan 4

$$10I_3 + 10I_2 = 9$$

$$\underline{15I_3 - 10I_2 = 9 +}$$

$$25I_3 \quad 0 = 18$$

$$I_3 = 18/25 = 0,72 \text{ A}$$

Masukkan Nilai I_3 ke Persamaan 3

$$10I_2 + 10I_3 = 9$$

$$10I_2 + 10(0,72) = 9$$

$$10I_2 + 7,2 = 9$$

$$10I_2 = 9 - 7,2$$

$$10I_2 = 1,8$$

$$I_2 = 1,8/10 = 0,18 \text{ A}$$

Masukkan Nilai I_2 dan I_3 ke Persamaan 1

$$I_1 = I_3 - I_2$$

$$I_1 = 0,72 \text{ A} - 0,18 \text{ A}$$

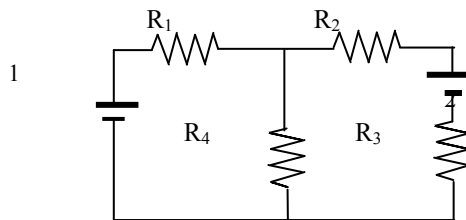
$$I_1 = 0,54 \text{ A}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dan percobaan menggunakan het simulation diperoleh hasil yang sama.

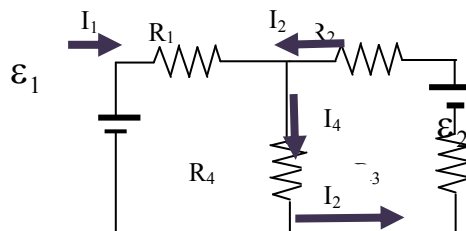
8. Apa kesimpulan Anda tentang arus listrik dalam rangkaian multisimpal atau loop ganda?
Berdasarkan hasil perhitungan dan percobaan menggunakan het simulation diperoleh hasil yang sama.

Soal

1. Rancanglah sebuah rangkaian seri yang terdiri dari dua buah accu, masing-masing mempunyai tegangan 12 volt, dengan hambatan dalam 0,2 ohm dan 10 volt, dengan hambatan dalam 0,2 ohm. Hitunglah arus hasil rancanganmu itu! Sekarang ubahlah hasil rancanganmu itu dengan mengubah arah hubungan kutub salah satu accu. Hitunglahlah arus listrik yang mengalir dalam rangkaian tersebut. Coba Anda pikirkan dimana kasus ini dijumpai dalam kehidupan sehari-hari!
2. Hitung arus listrik pada setiap hambatan pada rangkaian berikut ini, jika nilai hambatan masing-masing 5 ohm, dan sumber tegangan masing-masing 15 V, dan 10 V



JAWAB:



Hukum I Kirchoff

$$I_1 + I_2 = I_3 \rightarrow I_1 = I_3 - I_2 \dots (1)$$

Loop 1

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

$$-\mathcal{E}_1 + I_1 R_1 + I_4 R_4 = 0$$

$$-15 + I_1 \cdot 5 + I_4 \cdot 5 = 0$$

$$-15 + 5I_1 + 5I_4 = 0$$

$$5I_1 + 5I_4 = 15 \dots (2)$$

Loop 2

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

$$-\mathcal{E}_2 + I_2 R_2 + I_4 R_4 + I_2 R_3 = 0$$

$$-10 + I_2 \cdot 5 + I_4 \cdot 5 + I_2 \cdot 5 = 0$$

$$-10 + 5I_2 + 5I_4 + 5I_2 = 0$$

$$10I_2 + 5I_4 = 10 \dots (3)$$

Masukkan Persamaan 1 ke Persamaan 2

$$5I_1 + 5I_4 = 15$$

$$5(I_4 - I_2) + 5I_4 = 15$$

$$5I_4 - 5I_2 + 5I_4 = 15$$

$$10I_4 - 5I_2 = 15 \dots (4)$$

Eliminasi Persamaan 3 dan Persamaan 4

$$10I_4 - 5I_2 = 15 \quad \times 2 \quad 20I_4 - 10I_2 = 30$$

$$\begin{array}{rcl} 10I_4 - 5I_2 = 15 & \times 1 & 5I_4 + 10I_2 = 10 \\ \hline 25I_4 & & = 40 \end{array}$$

$$25I_4 = 40$$

$$I_4 = 40/25 = 1,6 \text{ A}$$

Masukkan Nilai I_4 ke Persamaan 3

$$10I_2 + 5I_4 = 10$$

$$10I_2 + 5(1,6) = 10$$

$$10I_2 + 8 = 10$$

$$10I_2 = 10 - 8$$

$$10I_2 = 2$$

$$I_2 = 2/10 = 0,2 \text{ A}$$

Masukkan Nilai I_2 dan I_4 ke Persamaan 1

$$I_1 = I_4 - I_2$$

$$I_1 = 1,6 \text{ A} - 0,2 \text{ A}$$

$$I_1 = 1,4 \text{ A}$$