



Menuliskan Langkah-langkah Eksperimen

Algoritms

Rangkaian Paralel

Rancanglah langkah-langkah percobaan rangkaian paralel seperti yang terdapat pada Gambar 1(b) untuk dapat mengamati variabel respon!

Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan untuk mengukur kuat arus listrik dan tegangan pada rangkaian paralel adalah sebagai berikut:

- 1.



Melaporkan Hasil Investigasi

Automation

Masukkanlah data variabel kontrol, variabel manipulasi, dan variabel respon berdasarkan data hasil pengamatan pada eksperimen rangkaian listrik arus searah ke dalam *Microsoft Excel*. Sesuaikan kelompok anda dengan sheet yang sudah disediakan!

Rangkaian Seri

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1hO18haFlxQdWpG6rsWXGSDODF5Em4f73/edit?usp=sharing&oid=101441153900117604210&rtpof=true&sd=true>



Rangkaian Paralel

https://docs.google.com/spreadsheets/d/18bnpvU71qF_dw9waVpcdF39dZyd7hIMW/edit?usp=sharing&oid=101441153900117604210&rtpof=true&sd=true





KEGIATAN 2

Hukum Kirchoff

Aktivitas 1. Yuk Cari Tahu!

Orientasi

Buatlah prediksi dan identifikasi konsep-konsep yang terkandung dalam fenomena yang disajikan dengan mengumpulkan informasi dari berbagai sumber belajar!



Mengamati Fenomena dan Membuat Prediksi

Problem Decomposition dan Abstraction

Mari amati video di bawah ini!

Video 1 di bawah ini memperlihatkan seorang praktikan sedang mengeksperimenkan pemasangan instalasi listrik di rumah!

Link Video 1. :

https://drive.google.com/file/d/1luzfPNUwGnl7ctoERt_94sS8VBHAOjLy/view?usp=sharing



Video 1. Pemasangan Alat Elektronik di Rumah

Sumber: https://drive.google.com/file/d/1luzfPNUwGnl7ctoERt_94sS8VBHAOjLy/view?usp=sharing

Video 1

Apabila kabel fase dan netral pada ELCB masuk ke dalam salah satu peralatan listrik di rumah misalnya pada kulkas, bagaimanakah arus yang mengalir pada kabel fase dan netral?

Prediksi:

Video 1

MCB berfungsi sebagai pengaman dari tegangan lebih, misalkan di grouping stop kontak ini memiliki MCB sebesar 6A yang memiliki kabel fase dan netral. Karena ingin menghemat biaya kuat arusnya hanya untuk 6A. Ketika kabel ini dialiri oleh arus lebih dari 6A, maka kabel akan panas dan terbakar. Pada stop kontak pertama digunakan untuk kipas angin yang arusnya 2A, pada stop kontak kedua digunakan untuk TV dengan arus 3A. Jika di total arusnya adalah 5A. Apabila pada stop kontak ketiga di gunakan untuk kulkas dengan arus sebesar 3A, apakah yang akan terjadi pada MCB?

Prediksi:

Perhatikan kembali video selanjutnya!

Video 2 di bawah ini memperlihatkan seorang praktikan sedang mengeksperimentasi pengukuran kuat arus listrik yang masuk melalui titik cabang dan kuat arus yang keluar dari titik cabang pada rangkaian tertutup.

Link Video 2. :

<https://drive.google.com/file/d/1-r73aqPE7fl3fZwHGwtJpYDJ2SWKsR6v/view?usp=sharing>



Video 2. Arus yang Mengalir pada Rangkaian Tertutup

Sumber: <https://drive.google.com/file/d/1-r73aqPE7fl3fZwHGwtJpYDJ2SWKsR6v/view?usp=sharing>

Video 2

Berdasarkan eksperimen pengukuran arus yang dilakukan oleh seorang praktikan pada rangkaian tertutup, bagaimanakah jumlah arus yang memasuki percabangan dan jumlah arus yang keluar dari percabangan?

Prediksi:

Video 3 di bawah ini memperlihatkan seorang praktikan sedang mengeksperimenkan pengukuran tegangan yang mengalir pada rangkaian tertutup.

Link Video 3. :

https://drive.google.com/file/d/16tIMb93F0X0e8yVatkzQbHL-56TFmh4_/view?usp=sharing



Video 3. Tegangan yang Mengalir pada Rangkaian Tertutup

Sumber: https://drive.google.com/file/d/16tIMb93F0X0e8yVatkzQbHL-56TFmh4_/view?usp=sharing

Video 3

Berdasarkan eksperimen pengukuran tegangan pada rangkaian tertutup yang dilakukan oleh seorang praktikan, bagaimanakah jumlah dari semua tegangan di sekitar rangkaian tertutup?

Prediksi:

Video 3

Berdasarkan eksperimen pengukuran tegangan pada rangkaian tertutup yang dilakukan oleh seorang praktikan, bagaimanakah tanda penurunan tegangan apabila arah loop sama dengan arah arus dan apabila arah loop berlawanan arah dengan arah arus? Dan bagaimanakah tanda pada GGL apabila kutub positif sumber tegangan dijumpai lebih dahulu daripada kutub negatifnya?

Prediksi:

1)

2)



Mengidentifikasi Konsep

Problem Decomposition

Berdasarkan fenomena yang telah Anda amati dengan menonton dua video yang disajikan pada langkah orientasi, identifikasi konsep-konsep yang terkandung dalam fenomena yang disajikan!

Identifikasi Konsep:

1.

Aktivitas 2. Mari Menemukan Masalah!

Ekspresi

Temukanlah masalah berdasarkan prediksi yang telah Anda buat pada aktivitas 1 ("Yuk Cari Tahu!")



Menemukan Masalah

Problem Decomposition

Menemukan Masalah

1.



Membuat Representasi Masalah

Abstraction

Video 1

https://drive.google.com/file/d/1luzfPNUwGnl7ctoERt_94sS8VBHAOjLy/view?usp=sharing

Berdasarkan video 1 yang telah Anda amati, buatlah gambar/sketsa arus listrik mengalir dari ELCB ke dalam peralatan elektronik (kulkas)!

Representasi Masalah:

Video 2

<https://drive.google.com/file/d/1-r73aqPE7fl3fZwHGwtJpYDJ2SWKsR6v/view?usp=sharing>

Berdasarkan video 2 yang telah Anda amati, buatlah gambar/sketsa diagram rangkaian mengenai bagaimana arah aliran arus listrik yang memasuki percabangan dan arus yang keluar dari percabangan!

Representasi Masalah:

Video 3

https://drive.google.com/file/d/16tIMb93FOX0e8yVatkzQbHL-56TFmh4_/view?usp=sharing

Berdasarkan video 3 yang telah Anda amati, buatlah gambar/sketsa diagram rangkaian mengenai bagaimana arah aliran arus listrik pada rangkaian tertutup!

Representasi Masalah:



Membuat Diagram

Video 2

<https://drive.google.com/file/d/1-r73aqPE7fl3fZwHGwtJpYDJ2SWKsR6v/view?usp=sharing>

Berdasarkan Video 2 yang telah Anda amati, buatlah diagram rangkaian hukum I kirchoff yang dilengkapi dengan arah aliran arus listrik serta nilai dari masing-masing resistor dan baterai pada rangkaian tersebut!

Representasi Masalah:

Video 3

https://drive.google.com/file/d/16tIMb93FOX0e8yVatkzQbHL-56TFmh4_/view?usp=sharing

Berdasarkan Video 3 yang telah Anda amati, buatlah diagram hukum II kirchoff yang dilengkapi dengan arah loop serta nilai dari masing-masing resistor dan baterai pada rangkaian tersebut!

Representasi Masalah:



Membuat Persamaan Fisika

Generalization

Video 2

<https://drive.google.com/file/d/1-r73aqPE7f13fZwHGwtJpYDJ2SWKsR6v/view?usp=sharing>

Berdasarkan video 2 yang telah Anda pahami mengenai aliran arus listrik pada rangkaian listrik, buatlah representasi fisika ke dalam persamaan matematika!

Persamaan Fisika:

Video 3

https://drive.google.com/file/d/16tIMb93FOX0e8yVatkzQbHL-56TFmh4_/view?usp=sharing

Berdasarkan video 3 yang telah Anda pahami mengenai gaya gerak listrik dan tegangan pada rangkaian listrik tertutup, buatlah representasi fisika ke dalam persamaan matematika!

Persamaan Fisika:

Aktivitas 3. Mari Melakukan Penyelidikan!

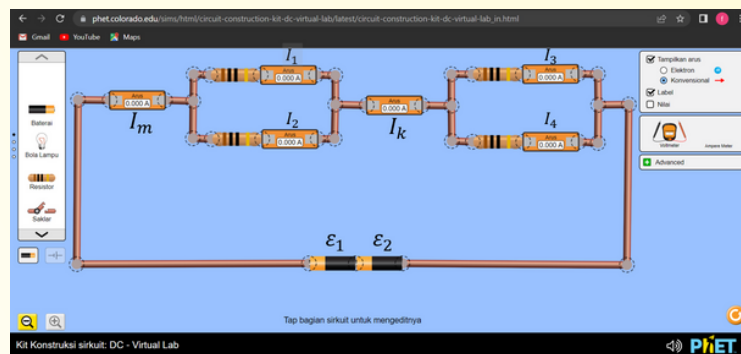
Investigasi

Lakukanlah penyelidikan dan kumpulkan informasi yang sesuai dengan data hasil penyelidikan! Kegiatan penyelidikan dilakukan secara berkelompok.

Indikator

- 4.1.1 Menyusun rumusan masalah dan hipotesis dari eksperimen dan percobaan rangkaian listrik arus searah yang akan dilakukan.
- 4.1.2 Menentukan variabel kontrol, variabel manipulasi, dan variabel respon pada eksperimen dan percobaan rangkaian listrik arus searah yang akan dilakukan.
- 4.1.3 Menuliskan alat dan bahan yang digunakan serta menyusun langkah percobaan yang akan dilakukan.
- 4.1.5 Melakukan percobaan prinsip kerja rangkaian listrik arus searah dengan menggunakan aturan hukum I kirchoff dan hukum II kirchoff.
- 4.1.6 Menyajikan data hasil penyelidikan dengan menggunakan Microsoft Excel.
- 4.1.8 Membuat sketsa arah aliran arus listrik yang mengalir untuk memperoleh persamaan matematis hukum I kirchoff.
- 4.1.9 Membuat sketsa arah loop pada rangkaian tertutup disertai deskripsi arah aliran arus listrik yang mengalir untuk memperoleh persamaan matematis hukum II kirchoff.

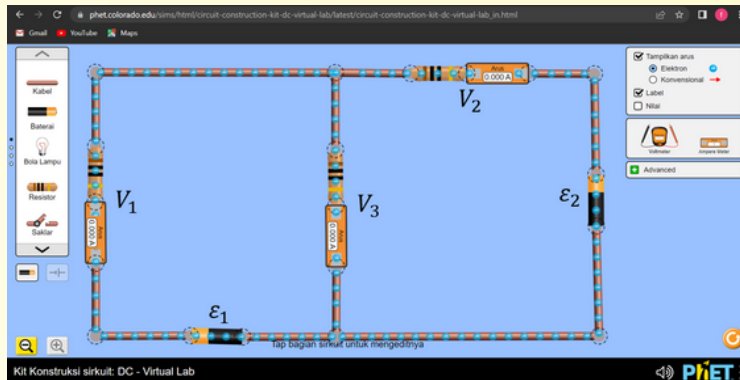
Gambar 1 di bawah ini merupakan gambar rangkaian percobaan hukum I kirchoff menggunakan virtual laboratory "PhET Simulation".



Gambar 1. Percobaan Hukum I Kirchoff

Sumber: https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_in.html

Gambar 2 di bawah ini merupakan gambar rangkaian percobaan hukum II kirchoff menggunakan virtual laboratory "PhET Simulation".



Gambar 2. Percobaan Hukum II Kirchoff

Sumber: https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_in.html



Membuat Rumusan Masalah

Algoritms

Berdasarkan masalah yang sudah kamu temukan pada aktivitas 2 "Mari Menemukan Masalah", buatlah rumusan masalahmu!

Rumusan Masalah:

1.



Membuat Hipotesis

Algoritms

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah di buat, tuliskan hipotesismu!

Hipotesis:

1.



Menentukan Variabel

Algoritms

Carilah informasi melalui internet dan sumber lain terkait pengertian variabel penyelidikan dan tentukan variabel-variabel pada percobaan hukum I kirchoff dan hukum II kirchoff melalui *virtual laboratory* PhET Simulation.

Link Percobaan

https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_in.html

a. Variabel Kontrol

Variabel kontrol dalam percobaan hukum I kirchoff dan hukum II kirchoff adalah

b. Variabel Manipulasi

Variabel manipulasi dalam percobaan hukum I kirchoff dan hukum II kirchoff adalah

c. Variabel Respon

Variabel respon dalam percobaan hukum I kirchoff dan hukum II kirchoff adalah



Melakukan Penyelidikan

Algoritms

Tuliskan alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan percobaan hukum I kirchoff dan hukum II kirchoff menggunakan *virtual laboraty* PhET Simulation!

Link PhET Simulation:

Tabel 1. Alat dan Bahan untuk Percobaan Hukum I Kirchoff

No	Nama Alat dan Bahan	Kuantitas
1		
2		
3		
4		

Tabel 2. Alat dan Bahan untuk Percobaan Hukum II Kirchoff

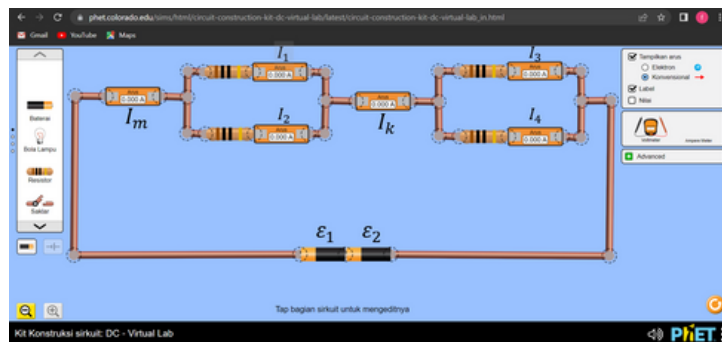
No	Nama Alat dan Bahan	Kuantitas
1		
2		
3		
4		
5		



Menuliskan Langkah-langkah Eksperimen

Algoritms

Rancanglah langkah-langkah percobaan hukum I kirchoff yang telah kalian lakukan dengan menggunakan 4 hambatan sebesar 10 ohm dan variasi baterai sebagai berikut ($\epsilon_1 = 1,5$ dan $\epsilon_2 = 1,5V$, $\epsilon_1 = 3V$ dan $\epsilon_2 = 3V$ serta $\epsilon_1 = 4,5V$ dan $\epsilon_2 = 4,5V$)



Langkah-langkah Percobaan:

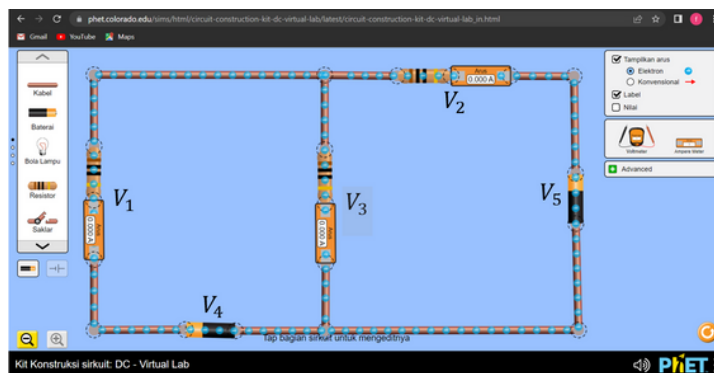
1.



Menuliskan Langkah-langkah Eksperimen

Algoritms

Rancanglah langkah-langkah percobaan hukum I kirchoff yang telah kalian lakukan dengan menggunakan 3 hambatan sebesar 10 ohm dan variasi baterai sebagai berikut ($\epsilon_1 = 18V$ dan $\epsilon_2 = 9V$, $\epsilon_1 = 12V$ dan $\epsilon_2 = 6V$ serta $\epsilon_1 = 9V$ dan $\epsilon_2 = 6V$)



Langkah-langkah Percobaan:

1.



Melaporkan Hasil Investigasi

Automation

Masukkanlah data variabel kontrol, variabel manipulasi, dan variabel respon berdasarkan data hasil pengamatan pada eksperimen rangkaian listrik arus searah ke dalam Microsoft Excel. Sesuaikan kelompok anda dengan sheet yang sudah disediakan!

Hasil Pengamatan Percobaan Hukum I Kirchoff

https://docs.google.com/spreadsheets/d/14sD0rMpH-_OyyMhiYc2MrYrPScPAk3Jf/edit?usp=sharing&oid=101441153900117604210&rtpof=true&sd=true



Hasil Pengamatan Percobaan Hukum II Kirchoff

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1nBZuwezX0WSPtfnrG_3cri_F3T6zyM03/edit?usp=sharing&oid=101441153900117604210&rtpof=true&sd=true





Membuat Diagram Grafik

Buatlah diagram grafik rangkaian percobaan hukum I kirchoff berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan (percobaan pertama, kedua, dan ketiga) serta lengkapi grafik tersebut dengan arah arus listrik yang mengalir dalam rangkaian tersebut!

Percobaan 1

Percobaan 2

Percobaan 3

Buatlah diagram grafik rangkaian percobaan hukum II kirchoff berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan (percobaan pertama, kedua, dan ketiga) serta lengkapi grafik tersebut dengan arah arus listrik yang mengalir dalam rangkaian tersebut!

Percobaan 1

Percobaan 2

Percobaan 3



Membuat Kesimpulan

Generalization

Hukum I Kirchoff

Berdasarkan percobaan hukum I kirchoff , tuliskan kesimpulanmu berdasarkan tabel hasil pengamatan dan analisis data yang telah dilakukan dan buatlah representasi fisika ke dalam persamaan matematika!

Kesimpulan:

Hukum II Kirchoff

Berdasarkan percobaan hukum II kirchoff, tuliskan kesimpulanmu berdasarkan tabel hasil pengamatan dan analisis data yang telah dilakukan dan buatlah representasi fisika ke dalam persamaan matematika!

Kesimpulan:

Aktivitas 4. Mari Mengevaluasi!

Evaluasi

Setelah melakukan kegiatan diskusi, silahkan masing-masing kelompok mengumpulkan video presentasi hasil penyelidikan dan lakukanlah penilaian terhadap teman sejawat dan diri sendiri!



Mempresentasikan Hasil Penyelidikan dan Memberikan Tanggapan

Silahkan memperhatikan presentasi yang disampaikan oleh setiap kelompok, kemudian masing-masing kelompok memberikan tanggapan pada kelompok penyaji dengan menggunakan bahasa yang sopan. Tanggapan yang diberikan dapat berupa pertanyaan ataupun saran untuk kelompok penyaji yang dapat disampaikan melalui link berikut ini.

<https://jamboard.google.com/d/1rPRxS3K2y5V0JnDb5nij-MsSmfTaE9D0KGbFLWrdb7c/edit?usp=sharing>

Selamat Mengerjakan!



Melakukan Penilaian

Setelah menanggapi video teman, silahkan lakukan penilaian untuk diri sendiri dan penilaian teman sejawat pada link di bawah ini!

a) Penilaian Individu

<https://docs.google.com/forms/d/1sCggeOQACBYcyjvxiJqfZqfMkk9XVsV55EZaDyiBwmU/edit?usp=sharing>

b) Penilaian Teman Sejawat

https://docs.google.com/forms/d/1seKAamaCt0a0jh41Yt4_rz-aZJHvdHDeZKoaRTyX1ho/edit?usp=sharing

Aktivitas 5. Mari Merencanakan Penyelesaian Masalah!

Generalisasi

Mari Menyelesaikan Masalah Keseharian (*Well-Structured Problem*)

Menyelesaikan masalah keseharian yang diberikan oleh guru dengan menerapkan *useful description*, *physics approach*, *specific application of physics*, *mathematical procedures*, dan *logical progression*.

Abstraction dan Problem Decomposition

Useful Description:

Mengetahui informasi-informasi penting yang digunakan dalam penentuan konsep dan perhitungan

(Meliputi: gambar/sketsa hukum kirchoff pada rangkaian listrik dua loop dan tiga loop berdasarkan eksperimen yang terdapat di dalam video dan menuliskan hal-hal yang diketahui dan ditanyakan)

Generalization

Physics Approach:

Menentukan konsep fisika yang akan digunakan dalam menyelesaikan permasalahan setelah membaca soal dan menuliskan informasi-informasi penting.

(Meliputi: Menuliskan konsep fisika)

Generalization

Specific Application of Physics:

Menentukan persamaan pada konsep fisika.

(Meliputi: Menuliskan persamaan berdasarkan konsep fisika yang sudah dituliskan)

Algorithms

Mathematical Procedures:

Menerapkan konsep dalam perhitungan.

(Meliputi: memperoleh solusi dengan menerapkan konsep dalam perhitungan berdasarkan persamaan fisika yang sudah dituliskan)

Generalization

Logical Progressions:

Membuat kesimpulan logis mengenai hasil dari permasalahan

(Meliputi: membuat kesimpulan yang logis berdasarkan hasil permasalahan)



Memberikan Umpan Balik

Setelah melakukan kegiatan penyelidikan dan menganalisis data, silahkan kumpulkan hasil diskusi dari masing-masing kelompok ke dalam link di bawah ini! Sesuaikan format laporan berdasarkan contoh yang terdapat pada link di bawah ini! Kerjakan laporan bersama dengan kelompok masing-masing.

https://docs.google.com/forms/d/1JcYYacDnPXG-ryZWdqqF_IXfYgsSXYwsjXoEpB7_YH8/edit?usp=sharing

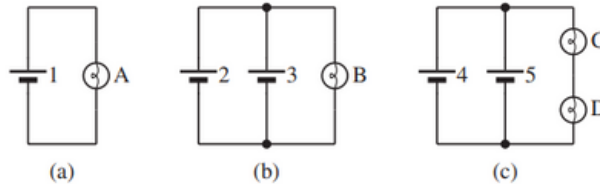
Selamat Mengerjakan!



Contoh Latihan Soal

Soal 1(a)

Perhatikan rangkaian di bawah ini!



Berdasarkan rangkaian diatas, berikan peringkat bohlam berdasarkan tingkat kecerahannya!

Sumber: Smith, D. P., & Kampen, P. V. 2011. Teaching electric circuits with multiple batteries: A qualitative approach. Physical Review Special Topics - Physics Education Research. 07 (02), 1-10.

A	<input type="checkbox"/>	$B > A > C = D$
B	<input type="checkbox"/>	$A = B > C = D$
C	<input type="checkbox"/>	$C > D = A = B$
D	<input type="checkbox"/>	$B > A = C = D$

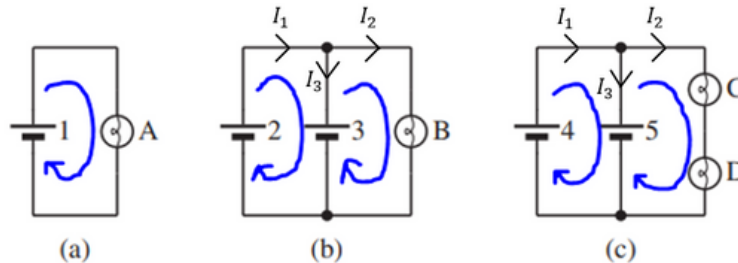
Soal 1(b)

(b)	Bagaimanakah Anda menjelaskan ini? Pilihlah satu jawaban!
A	<input type="checkbox"/> Arus yang melalui baterai 2 dan 3 memiliki nilai yang sama begitupun arus yang mengalir pada baterai 4 dan 5
B	<input type="checkbox"/> Arus yang melalui baterai yang ditarik paling dekat ke bohlam akan lebih besar
C	<input type="checkbox"/> Tegangan pada bola lampu B akan menjadi dua kali tegangan pada bola lampu A karena disuplai arus dari dua baterai daripada dari satu baterai
D	<input type="checkbox"/> Arus yang melalui baterai 2 lebih besar daripada yang melalui baterai 3, dan arus yang melalui baterai 4 lebih besar daripada yang melalui 5.

Penyelesaian Soal

Soal 1(a) dan 1(b)

Diketahui:



$$\begin{array}{llll} \varepsilon_1 = 9V & \varepsilon_3 = 9V & \varepsilon_5 = 9V & R_2 = 10\Omega \quad R_4 = 10\Omega \\ \varepsilon_2 = 9V & \varepsilon_4 = 9V & R_1 = 10\Omega & R_3 = 10\Omega \end{array}$$

Ditanya : Berdasarkan rangkaian diatas, berikan peringkat bohlam berdasarkan tingkat kecerahannya!

Dijawab :

Penyelesaian (a)	Penyelesaian (b)	Penyelesaian (c)
$\sum \varepsilon + \sum I.R = 0$	$\sum \varepsilon + \sum I.R = 0$	$\sum \varepsilon + \sum I.R = 0$
$-9 + I.10 = 0$	$-9 + I_2.10 = 0$	$-9 + I_2.10 + I_2.10 = 0$
$I.10 = 9$	$I_2.10 = 9$	$I_2(10 + 10) = 9$
$I = \frac{9}{10}$	$I_2 = \frac{9}{10}$	$I_2.20 = 9$
$I = 0,9A$	$I_2 = 0,9A$	$I_2 = \frac{9}{20}$
		$I_2 = 0,45A$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh kuat arus listrik pada masing-masing lampu sebagai berikut

- Lampu A memiliki kuat arus sebesar 0,9A
- Lampu B memiliki kuat arus sebesar 0,9A
- Lampu C memiliki kuat arus sebesar 0,45 A
- Lampu D memiliki kuat arus sebesar 0,45 A

Jadi, peringkat lampu berdasarkan tingkat kecerahan adalah $A = B > C = D$ (arus yang melalui baterai 2 dan 3 memiliki nilai yang sama begitupun arus yang mengalir pada baterai 4 dan 5)

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, L. 2018. *Fisika untuk Siswa SMA/MA Kelas XII Kelompok Peminatan Matematika dan Ilmu-ilmu Alam*. Depok: CV ARYA DUTA
- Halliday, D., Resnick, R., dan Walker, J. 2010. *Fisika Dasar Edisi Ketujuh Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Giancoli, S. 2014. *Physics Principles with Application Seventh Edition*. United States of America: Pearson Education, Inc.
- Marks, J. B. 2012. *Understanding Key Concepts of Electric Circuits*. Thesis. University of York.
- Smith, D. P., & Kampen, P. V. 2011. Teaching electric circuits with multiple batteries: A qualitative approach. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*. 07 (02), 1-10.