

PhET Application Program: Strategi Menguatkan Pemahaman Siswa pada Materi Listrik DC melalui Pembelajaran Berbantu Lab Virtual

Thoha

MAN 3 Sleman Yogyakarta

e-Mail: thoha_m3@yahoo.co.id

Abstract

This article aims to improve the understanding of DC electrical material by utilizing the PhET circuit-construction-kit-DC application. Learning activities using the Smartloop method and the utilization of virtual labs to facilitate students to solve the problem of electrical circuit material on the law II Kirchoff, more specifically in the closed circuit two loops that the way of completion is very complex with mathematical counts. From the experience of teaching students in the class XII IPA beginning in the school year 2018/2019 received positive note: 1) DC Electrical Learning assisted by PhET applications can be done through online or offline utilization of the Phet circuit-construction-kit-DC application supported by the Smartloop method, makes solving DC electrical problems easier and simpler; 2) The presentation of learning becomes more meaningful, the use of the Phet circuit-construction-Kit-DC application with the Smartloop method continues to prioritize the mastery of basic concepts, follow the rules/Use the principles or agreements that have been prevalent, and use reasoning. The results showed: a) students are more enthusiastic about learning, with indications of students eager to teach their peers who still do not understand the learning process in class and have fun lingering in front of the monitor screen; b) Students are more confident with the learning outcomes, because they can match the results using the usual process and how smartloop and the use of PhET circuit-construction-kit-DC; c) Better learning outcomes.

Keywords: *Virtual Lab Assisted Learning, PhET Application Program*

Abstrak

Artikel ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman materi listrik DC dengan memanfaatkan aplikasi PhET circuit-construction-kit-dc. Kegiatan pembelajaran menggunakan metode smartloop dan pemanfaatan laboratorium virtual untuk memudahkan siswa memecahkan masalah materi rangkaian listrik pada Hukum II Kirchoff, lebih khusus pada rangkaian tertutup dua loop yang cara penyelesaiannya sangat kompleks dengan hitungan matematis. Dari pengalaman membelajarkan siswa di kelas XII IPA semester awal pada tahun ajaran 2018/2019 diperoleh catatan positif: 1) Pembelajaran Listrik DC berbantuan aplikasi PhET bisa dilakukan melalui

online atau secara offline Pemanfaatan aplikasi Phet circuit-construction-kit-dc yang didukung dengan metode Smartloop, membuat penyelesaian masalah listrik DC menjadi lebih mudah dan sederhana; 2) Penyajian pembelajaran menjadi lebih bermakna, Penggunaan Aplikasi Phet circuit-construction-kit-dc dengan metode smartloop tetap mengedepankan penguasaan konsep dasar, mengikuti kaidah/menggunakan prinsip atau kesepakatan-kesepakatan yang sudah lazim ada, dan menggunakan penalaran. Hasil penelitian menunjukkan: a) Siswa lebih antusias belajar, dengan indikasi siswa bersemangat mengajari teman sebayanya yang masih belum paham saat proses pembelajaran di kelas dan asyik berlama-lama di depan layar monitor; b) Siswa lebih yakin dengan hasil pembelajaran, karena bisa mencocokkan hasil menggunakan cara proses biasa maupun cara smartloop dan penggunaan PhET circuit-construction-kit-dc; c) Hasil belajar lebih baik.

Kata Kunci: *Pembelajaran Berbantu Lab Virtual, PhET Application Program*

Pendahuluan

Energi listrik merupakan energi yang paling mudah dan paling banyak dimanfaatkan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Energi listrik juga dapat disesuaikan dengan keinginan penggunaan, seperti mengubah energi listrik menjadi bentuk energi lainnya: energi cahaya dan energi kalor dalam lampu pijar, energi kinetik pada motor listrik, dan energi kalor dalam setrika dan solder listrik. Jika diperhatikan dengan seksama, jala-jala listrik di rumah, energi listrik banyak digunakan untuk penerangan, memasak, memanaskan makanan, mendinginkan udara, dan lain sebagainya.

Dalam pembelajaran, ada banyak rangkaian listrik yang perlu dipelajari secara optimal untuk menghindari berbagai dampak negatif dari energi listrik. Materi pembelajaran rangkaian listrik tidak semudah menggunakan energi listrik dalam proses pembelajarannya. Pembelajaran Fisika pada materi rangkaian listrik arus searah tidak selalu berjalan baik. Banyak siswa mengalami kesulitan ketika menemui masalah rangkaian listrik pada Hukum II Kirchoff, lebih khusus pada rangkaian tertutup dua loop. Ketika berhadapan dengan soal yang terkait dengan rangkaian 2 loop siswa cenderung malas, tidak bersemangat untuk menyelesaikan, karena terbayang panjangnya cara menyelesaikan dan detailnya hitungan matematis. Karena untuk menyelesaikan rangkaian listrik 2 loop siswa dituntut mempunyai pemahaman konsep tegangan dan arus percabangan (hukum 1 dan II Kirchoff) dan kemampuan matematis yang mendukung. Siswa harus bisa menguraikan dan menjelaskan secara proses berdasar hukum Kirchoff dan bisa menyelesaikan secara praktis jika menghadapi ulangan dan ujian yang waktunya terbatas.

Pada umumnya rangkaian listrik terdiri dari berbagai komponen yang tersusun secara mudah maupun rumit. Untuk memudahkan mempelajari rangkaian ini, siswa dapat menyederhanakannya dalam kelompok-kelompok komponennya, di antaranya kelompok hambat yang seri dan parallel. Kelompok ini dapat dipandang sebagai hambat yang efeknya pada rangkaian ekuivalen dengan

kelompok tersebut hingga dapat menjadi penggantinya. Begitu pula sebaliknya, satu hambatan lain bisa diperlukan. Komponen-komponen rangkaian listrik dikatakan dihubungkan secara seri antara dua titik bila dihubungkan berderet berurutan tanpa cabang sehingga arus yang melalui setiap komponen tersebut sama besar (Melly Ariska, 2015: 148).

Siswa diharapkan tidak hanya mengetahui cara praktis rangkaian arus listrik, tetapi mampu menjelaskan esensi konsepnya. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan metode khusus dalam menyelesaikan masalah kelistrikan tersebut. Guru dapat menggunakan menggunakan program aplikasi PhET dan pemanfaatan laboratorium virtual dengan metode *smartloop*.

Diera teknologi saat ini sudah tidak jaman lagi bagi guru IPA umumnya dan guru Fisika khususnya untuk tidak melaksanakan praktikum di laboratorium dengan alasan klasik tidak tersedianya fasilitas sarana-prasana laboratorium IPA. Physics Education Technology atau PhET merupakan sebuah solusi yang tanggap jaman terhadap perkembangan teknologi pembelajaran. PhET dikembangkan oleh Universitas Colorado di Boulder Amerika (University of Colorado at Boulder) dalam rangka menyediakan simulasi pengajaran dan pembelajaran MIPA berbasis laboratorium maya (*virtual laboratory*) yang memudahkan guru dan siswa dalam pembelajaran.

PhET merupakan simulasi interaktif fenomena-fenomena fisis, berbasis riset yang diberikan secara gratis. PhET adalah simulasi ilmu fisika, ilmu kimia, ilmu biologi, ilmu bumi dan matematika. PhET (Physics Education Technology) merupakan software pembelajaran dari Universitas Colorado, sebuah situs yang menyediakan simulasi pembelajaran fisika dan kimia untuk kepentingan pengajaran di kelas, juga dapat digunakan untuk kepentingan belajar individu. Simulasi yang disediakan PhET sangat interaktif yang mengajak siswa untuk belajar dengan cara mengeksplorasi secara langsung. Simulasi PhET dapat membuat suatu animasi fisika yang abstrak atau tidak dapat dilihat oleh mata telanjang, seperti: atom, elektron, foton, dan medan magnet. Interaksi yang dilakukan berupa menekan tombol, menggeser benda atau memasukkan suatu data, selanjutnya interaksi yang dilakukan akan segera terlihat. Untuk eksplorasi secara kuantitatif, simulasi PhET ini memiliki alat-alat ukur di dalamnya seperti penggaris, stop-watch, voltmeter, dan termometer.

Simulasi interaktif PhET sangat menarik sekali karena sangat asyik, mudah, dan menyenangkan sekali. Selain online langsung, Simulasi interaktif PhET juga dapat digunakan secara offline di kelas atau di rumah. Simulasi ini ditulis dalam Java dan Flash dan dapat dijalankan dengan menggunakan web browser baku selama plug-in Flash dan Java sudah terpasang. Simulasi-simulasi interaktif PhET merupakan gambar bergerak (animasi), interaktif dan dibuat seperti layaknya permainan, siswa dapat belajar dengan melakukan eksplorasi. Simulasi-simulasi tersebut menekankan korespondensi antara fenomena nyata dan simulasi komputer kemudian menyajikannya dalam model-model konseptual fisis yang mudah dimengerti oleh para siswa.

Kekurangan Phet Simulation sebagai media pembelajaran yang berbasis laboratorium virtual, di antaranya: 1) Keberhasilan pembelajaran berbantuan laboratorium virtual bergantung pada kemandirian siswa untuk mengikuti proses pembelajaran; 2) Akses untuk melaksanakan kegiatan laboratorium virtual bergantung pada jumlah fasilitas komputer yang disediakan sekolah; 3) Siswa dapat merasa jenuh jika kurang memahami tentang penggunaan komputer sehingga dapat menimbulkan respon yang pasif untuk melaksanakan percobaan virtual.

Manfaat dari simulasi PhET yang telah diuji adalah: a) dapat dijadikan satu pendekatan yang membutuhkan keterlibatan dan interaksi dengan siswa; b) memberikan *feedback* yang dinamis; c) mendidik siswa agar memiliki pola berfikir konstruktivisme, dimana siswa dapat menggabungkan pengetahuan awal dengan temuan-temuan virtual dari simulasi yang dijalankan; d) membuat pembelajaran lebih menarik karena siswa dapat belajar sekaligus bermain pada simulasi tersebut; dan e) memvisualisasi konsep-konsep fisika dalam bentuk model, seperti electron, photon, molekul, dan lain sebagainya.

Laboratorium virtual atau populer disebut dengan istilah Virtual Labs adalah serangkaian alat-alat laboratorium yang berbentuk perangkat lunak (*software*) komputer berbasis multimedia interaktif, yang dioperasikan dengan komputer dan dapat mensimulasikan kegiatan di laboratorium seakan-akan pengguna berada pada laboratorium sebenarnya. Laboratorium virtual potensial untuk memberikan peningkatan secara signifikan dan pengalaman belajar yang lebih efektif. Pengembangan laboratorium virtual ini diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan belajar yang dialami oleh peserta didik dan mengatasi permasalahan biaya dalam pengadaan alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan kegiatan praktikum bagi sekolah-sekolah yang kurang mampu. Melalui pembelajaran multimedia dalam bentuk laboratorium virtual, secara umum manfaat yang dapat diperoleh adalah proses pembelajaran menjadi lebih menarik, lebih interaktif, jumlah waktu mengajar dapat dikurangi, kualitas belajar dapat ditingkatkan dan proses belajar mengajar dapat dilakukan di mana saja dan kapan saja. Selain itu, melalui laboratorium virtual, bisa dilakukan penghematan biaya.

Pemanfaatan Aplikasi PhET Circuit-Construction-Kit-Dc

Pemanfaatan aplikasi PhET ini akan efektif jika pembelajaran didesain dengan perpaduan kelas dan pelaksanaan virtual labs. Beberapa penyedia layanan Laboratorium Virtual (Virtual Labs) memberikan layanan secara gratis dan sebagiannya lagi secara berbayar. Guru dan peserta didik bisa memanfaatkan Virtual Labs gratis untuk menunjang pemahaman peserta didik kita dalam memahami konsep listrik DC. Kadang guru kekurangan waktu untuk melakukan praktikum bersama siswa di laboratorium Fisika karena keterbatasan waktu ataupun karena keterbatasan peralatan serta sarana prasana praktikum. Virtual Labs menjadi solusi terbaik untuk melakukan praktikum secara "Real Time"

kapanpun dan di manapun peserta didik berada. Beberapa sumber penyedia layanan Virtual Labs secara gratis yang bisa dimanfaatkan. Semua layanan menggunakan bahasa Inggris sebagai pengantarnya. Persyaratan teknis komputer agar bisa mengakses Virtual Labs yaitu terinstal Flash Player dan terinstal Java Run Time Environment

Pada mata pelajaran Fisika, penyedia layanan Virtual Labs gratis yang bisa dipakai adalah PhET Interactive Simulations University of Colorado. Menurut Ferreira (2010), beberapa manfaat yang dapat diperoleh dengan menggunakan laboratorium virtual online adalah: 1) mengurangi keterbatasan waktu, jika tidak ada cukup waktu untuk mengajari seluruh peserta didik di dalam lab hingga siswa paham; 2) mengurangi hambatan geografis, jika terdapat siswa yang berlokasi jauh dari pusat pembelajaran (kampus perguruan tinggi); 3) ekonomis, tidak membutuhkan bangunan lab, alat-alat dan bahan-bahan seperti pada laboratorium konvensional; 4) meningkatkan kualitas eksperimen, karena memungkinkan untuk diulang untuk memperjelas keraguan dalam pengukuran di lab; 5) meningkatkan efektivitas pembelajaran, karena siswa akan semakin lama menghabiskan waktunya dalam lab virtual tersebut berulang-ulang; 6) meningkatkan keamanan dan keselamatan, karena tidak berinteraksi dengan alat dan bahan kimia yang nyata.

Di dalam kelas pembelajaran, metode *smartloop* (*Simple, Mind, Aplicable, Rational, Trick* dan *Loop*) yang sudah efektif digunakan tetap dipakai untuk pembelajaran arus DC. *Simple*, membuat penyelesaian masalah menjadi lebih mudah dan sederhana. *Mind*, pemahaman materi dan rumus lebih mudah diingat. *Aplicable*, dapat dan lebih mudah diterapkan untuk penyelesaian masalah. *Rational*, cara penyelesaian masuk akal dan sesuai tingkat nalar siswa. *Trick*, masalah diselesaikan dengan trik-trik tertentu dan tidak harus panjang lebar mengerjakannya. *Loop* yang dimaksud adalah rangkaian listrik arus searah 2 loop. Metode ini akan lebih meyakinkan dan lebih menarik setelah ada alat konfirmasi langsung menggunakan teknologi IT yaitu dengan pemanfaatan PhET *circuit-construction-kit-dc* untuk peningkatan pemahaman materi listrik DC. Pembelajaran ini dilakukan di laboratorium TIK atau bisa juga menggunakan laptop di kelas pembelajaran, bisa dengan online maupun off line.

Kelemahan dalam pemanfaatan Laboratorium Virtual online yaitu: a) Peserta didik harus online (terkoneksi internet) untuk menjalankan simulasi suatu praktikum; b) Keterbatasan pengetahuan mengenai tata cara pelaksanaan praktikum online, karena kebanyakan penyedia layanan Virtual Labs menggunakan bahasa Inggris sebagai bahasa pengantar; c) Kurangnya pengalaman secara riil di laboratorium nyata, sehingga terjadi kebingungan peserta didik dalam merangkai alat dan mengoperasikannya; d) Laboratorium Virtual tidak memberikan pengalaman di lapangan secara nyata. Untuk mengurangi kelemahan ini, maka pembelajaran bisa dilakukan tidak harus langsung terkoneksi internet secara langsung, namun bisa didownload dulu aplikasinya untuk bisa dipakai

secara *offline*, serta tidak meninggalkan praktikum yang riil agar tidak menghilangkan pengalaman siswa secara langsung.

Penyajian Pembelajaran dengan PhET Circuit-Construction-Kit-Dc

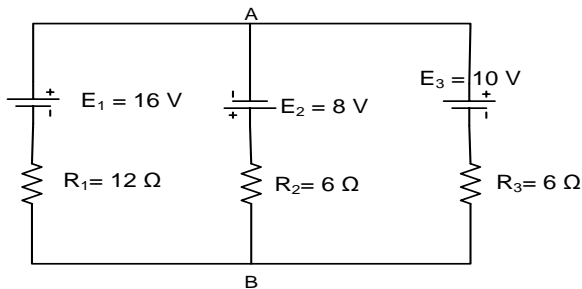
Pembelajaran ini dilakukan dengan 2 kali tatap muka masing-masing 2 JP:

1. Pertemuan pertama (2 JP): a) Guru memberikan permasalahan (beberapa soal) tentang rangkaian listrik DC 2 loop yang harus dicari besarnya arus atau tegangannya; b) Dengan tetap mengaktifkan siswa, guru memberikan contoh penyelesaian menggunakan cara biasa/cara prosedural (proses); c) Siswa melanjutkan pembelajaran dengan menyelesaikan masalah secara kelompok (4-5 siswa), salah satu siswa mengambil peran sebagai tutor/coordinator; d) Guru memandu melakukan konfirmasi terhadap jawaban siswa dengan menampilkan pembahasan oleh perwakilan kelompok siswa di depan kelas; e) Guru memberikan apresiasi dan penguatan; f) Guru melanjutkan memberikan contoh penyelesaian masalah yang telah dilakukan dengan cara smartloop (cara pintas, praktis dan cepat), metode ini diberikan setelah cara prosedural proses sudah dilakukan dan dipahami siswa. Siswa mencoba menerapkan smartloop untuk menyelesaikan masalah yang sebelumnya diselesaikan dengan cara prosedural.
2. Pertemuan kedua (2 JP): a) Guru mengenalkan program aplikasi circuit-construction-kit-dc untuk membantu penyelesaian masalah rangkaian listrik DC 2 loop; b) Dengan menggunakan tayangan sile LCD Guru memberikan contoh penggunaan aplikasi tersebut untuk menyelesaikan masalah yang sebelumnya diselesaikan dengan cara prosedural dan cara smartloop; c) Guru memfasilitasi siswa untuk mencoba menggunakan aplikasi secara berkelompok (4-5 siswa, salah satu sebagai tutor/koordinator); d) Guru memberikan tugas menyelesaikan rangkaian listrik DC 2 loop agar diselesaikan dengan tiga metode (prosedural, smartloop dan virtual labs); e) Dengan tiga metode ini siswa diharapkan memiliki pengalaman penyelesaian yang lengkap, serta memahami proses maupun jalan pintas, cepat dan praktis.

Kriteria keberhasilan pembelajaran dengan metode ini adalah: (a) Siswa dapat menyelesaikan masalah listrik DC 2 loop menggunakan cara biasa; (b) Siswa dapat menyelesaikan masalah listrik DC 2 loop menggunakan smartloop; (c) Siswa dapat menyelesaikan masalah listrik DC 2 loop menggunakan aplikasi circuit-construction-kit-dc.

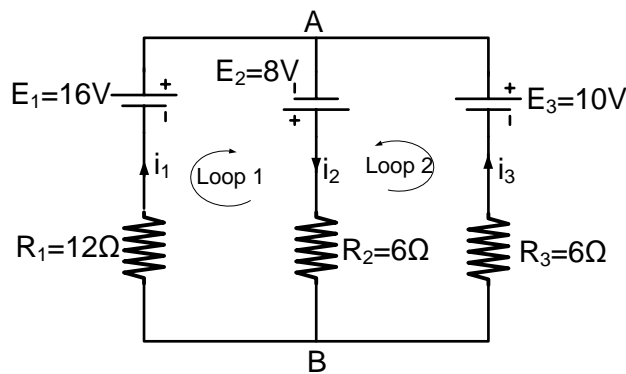
Berikut ini dijelaskan paparan contoh penerapan Phet circuit-construction-kit-dc untuk peningkatan pemahaman materi listrik DC. Agar lebih komprehensif pembahasannya, 2 contoh awal akan diuraikan lengkap penyelesaian soal dengan beberapa cara (cara umum, atau cara proses, cara langsung melalui praktikum maupun cara praktis/smartloop). Kemudian lakukan dengan lab virtual dengan aplikasi Phet circuit-construction-kit-dc sebagaimana contoh berikut ini.

Contoh 1
Perhatikan rangkaian berikut!



- Tentukanlah:
- Beda potensial antara titik A dan titik B
 - Kuat arus listrik yang mengalir pada masing-masing hambatan

Langkah prosedur biasa:
Tentukan arah loop beserta arus masing-masing, seperti gambar berikut:



Langkah 1

Loop 1:
 $\sum E + \sum iR = 0$
 $-E_1 - E_2 + i_1 R_1 + i_2 R_2 = 0$
 $-16 - 8 + i_1 12 + i_2 6 = 0$
 $12i_1 + 6i_2 = 24$
 $6i_1 + 3i_2 = 12 \dots \dots \dots (1)$

Langkah 2

Loop 2:
 $\sum E + \sum iR = 0$
 $-E_3 - E_2 + i_3 R_3 + i_2 R_2 = 0$
 $-10 - 8 + i_3 6 + i_2 6 = 0$
 $6i_3 + 6i_2 = 18$
 $i_3 + i_2 = 3 \dots \dots \dots (2)$

Langkah 3

Hk. I Kirchoff pada titik A
 $i_1 + i_3 = i_2 \dots \dots \dots (3)$

Langkah 4

Substitusi pers (3) ke pers (2)
 $i_3 + i_2 = 3 \dots \dots \dots (2)$
 $i_2 - i_1 + i_2 = 3$
 $-i_1 + 2i_2 = 3 \dots \dots \dots (4)$

eliminasi pers (4) dengan pers (1)

$(4) - i_1 + 2i_2 = 3 \quad | \times 6 |$
 $(1) 6i_1 + 3i_2 = 12 \quad | \times 1 |$
 Didapat:
 $i_2 = 2 \text{ A}$
 $i_1 = 1 \text{ A}$
 $i_3 = 1 \text{ A}$

Menentukan beda potensial antara titik A dan titik B berarti menggunakan rangkaian terbuka:

Lewat kiri	Lewat tengah	Lewat kanan
$V_{AB} = \sum E + \sum iR$ $V_{AB} = +E_1 - i_1 R_1$ $V_{AB} = +16 - 1.12$ $V_{AB} = 4\text{volt}$	$V_{AB} = \sum E + \sum iR$ $V_{AB} = -E_2 + i_2 R_2$ $V_{AB} = -8 + 2.6$ $V_{AB} = 4\text{volt}$	$V_{AB} = \sum E + \sum iR$ $V_{AB} = +E_3 - i_3 R_3$ $V_{AB} = +10 - 1.6$ $V_{AB} = 4\text{volt}$

Cara kedua:

$$V_{AB} = \frac{\sum \frac{E}{R}}{\sum \frac{1}{R}}$$

Atau menggunakan *Smartloop*

$$V_{AB} = \sum I \text{ masing-masing lintasan } \times R_{\text{paralel}}$$

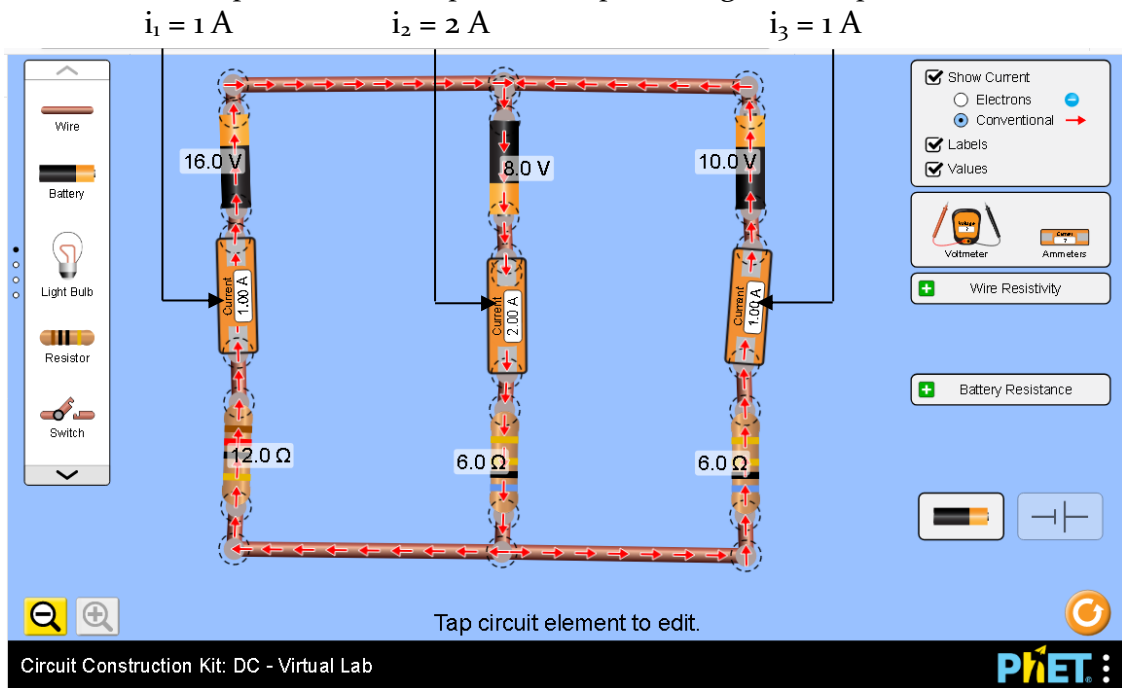
$$V_{AB} = \left[\frac{\sum E}{\sum R} \right] R_p$$

$$V_{AB} = \frac{\left(\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} + \frac{E_3}{R_3} \right)}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)} = \frac{\left(\frac{16}{12} + \frac{-8}{6} + \frac{10}{6} \right)}{\left(\frac{1}{12} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} \right)} = 4\text{volt}$$

Menentukan i_1 , i_2 dan i_3 (belum diketahui arahnya dengan menggunakan rangkaian terbuka:

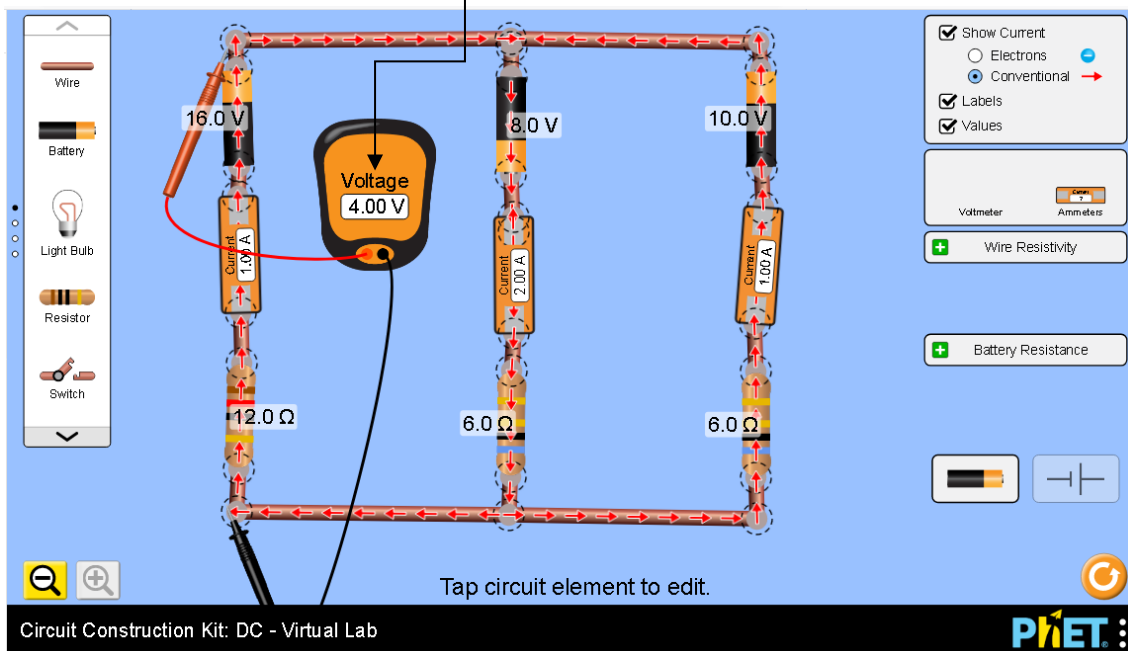
Lewat kiri	Lewat tengah	Lewat kanan
$V_{AB} = \sum E + \sum iR$ $V_{AB} = +E_1 + i_1 R_1$ $4 = +16 + i_1 12$ $i_1 = -1\text{A}$ <p>Arah ke atas (berlawanan arah jalan)</p>	$V_{AB} = \sum E + \sum iR$ $V_{AB} = -E_2 + i_2 R_2$ $4 = -8 + i_2 6$ $i_2 = 2\text{A}$ <p>Arah ke bawah (searah dengan jalan)</p>	$V_{AB} = \sum E + \sum iR$ $V_{AB} = +E_3 - i_3 R_3$ $4 = +10 - i_3 6$ $i_3 = -1\text{A}$ <p>Arah ke atas (berlawanan arah jalan)</p>

Pasang rangkaian pada PhET circuit-construction-kit-dc seperti berikut: Perhatikan hasil pembacaan Amperemeter pada rangkaian, diperoleh:



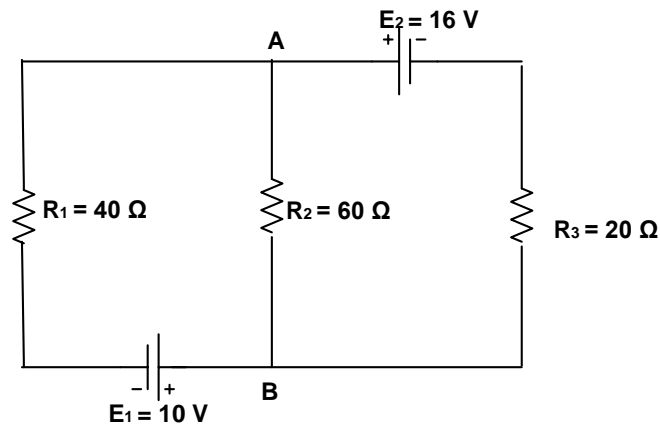
(sama dengan hasil perhitungan)

Untuk menghitung $V_{AB} = 4\text{volt}$ dapat dibuktikan dengan merangkai komponen sebagai berikut:



Contoh 2

Tentukan besar arus listrik pada R_1 , R_2 dan R_3 dari rangkaian berikut ini:

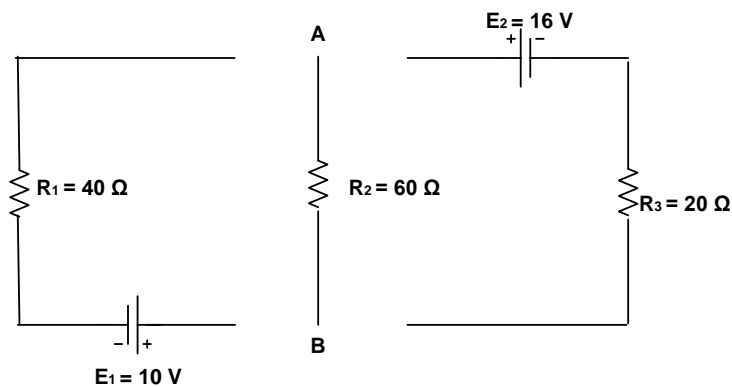


Jawaban:

Asumsikan rangkaian tertutup tersebut di atas menjadi rangkaian paralel terhadap ujung A dan B, sehingga bisa dipecah menjadi tiga rangkaian yaitu: kiri, tengah dan kanan.

Kaidah kesepakatan umum

- E : bertanda + jika kutub +(panjang) ditemui lebih dulu
 bertanda - jika kutub -(pendek) ditemui lebih dulu
- i : bertanda + jika searah dengan loop (jalan)
 bertanda - jika berlawanan arah dengan loop (jalan)



Pada rangkaian hambatan yang disusun paralel mempunyai sifat bahwa besar tegangannya sama pada masing-masing lintasan (cabang), sehingga V_{AB} pada lintasan kiri, tengah dan kanan adalah sama yaitu V_{AB} .

$$V_{AB} = \sum I \text{ masing-masing lintasan} \times R_{paralel}$$

$$V_{AB} = \left[\frac{\sum E}{\sum R} \right] R_p$$

$$V_{AB} = \left[-\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} + \frac{E_3}{R_3} \right] R_p$$

Tanda pada E bergantung pada kutub apa yang ditemui terlebih dahulu. Untuk lintasan AB, E₁ bertemu kutub negatif terlebih dahulu sehingga bertanda negatif (-E₁), sehingga soal tersebut diselesaikan menjadi:

$$V_{AB} = \left[-\frac{10}{40} + \frac{0}{60} + \frac{16}{20} \right] \times \frac{120}{3+2+6}$$

$$V_{AB} = \frac{66}{120} \times \frac{120}{11}$$

$$V_{AB} = 6 \text{ volt}$$

Untuk mencari kuat arus yang mengalir di masing-masing lintasan maka digunakan konsep hukum Kirchoff II:

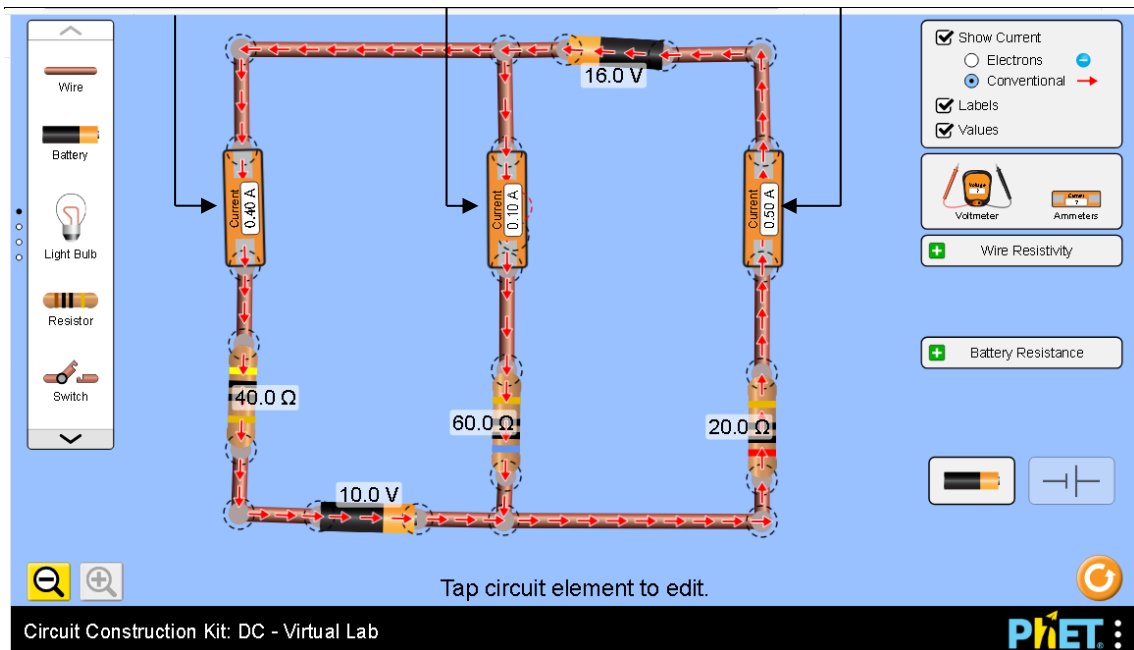
$$V_{AB} = \sum E + \sum IR$$

Untuk loop di atas maka:

Lintasan kiri	Lintasan tengah	Lintasan kanan
$V_{AB} = -E_1 + I_1 R_1$	$V_{AB} = E_1 + I_2 R_2$	$V_{AB} = E_3 + I_3 R_3$
$6 = -10 + 40 I_1$	$6 = 0 + 60 I_2$	$6 = 16 + 20 I_3$
$40 I_1 = 6 + 10$	$60 I_2 = 6$	$20 I_3 = 6 - 16$
$40 I_1 = 16$	$I_2 = \frac{6}{60} = 0,1 \text{ A (arah A ke B)}$	$I_3 = -\frac{10}{20} = -0,5 \text{ A}$ tanda minus artinya arah arus dari B ke A)
$I_1 = \frac{16}{40} = 0,4 \text{ A (arah A ke B)}$		

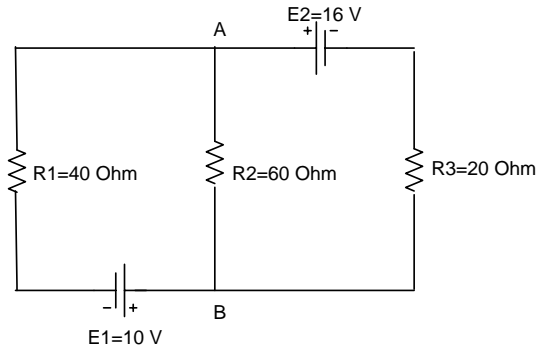
Untuk menyelesaikan persoalan no 2 pada Contoh 2 bisa dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Lintasan kiri	Lintasan tengah	Lintasan kanan
Hasil terbaca pada amperemeter	Hasil terbaca pada amperemeter	Hasil terbaca pada amperemeter
$I_1 = 0,4 \text{ A}$	$I_2 = 0,1 \text{ A}$	$I_3 = 0,5 \text{ A}$



Adapun contoh ke 3 dan 4 hanya menggunakan *smartloop* saja agar pembahasan tidak terlalu panjang. Penggunaan aplikasi PhET *circuit-construction-kit-dc* dapat dilakukan dengan cara yang sama dengan contoh 1 dan 2.

Contoh 3



Kuat arus yang melalui hambatan 20 Ω adalah

- A. 0,50 A
- B. 0,75 A
- C. 1,00A
- D. 1,25 A
- E. 1,50 A

Jawaban:

Langkah 1:

$$V_{AB} = \sum I \text{ masing-masing lintasan} \times R_{paralel}$$

$$V_{AB} = \left[-\frac{10}{40} + \frac{0}{60} + \frac{16}{20} \right] \times \frac{120}{3+2+6}$$

$$V_{AB} = \frac{66}{120} \times \frac{120}{11}$$

$$V_{AB} = 6 \text{ volt}$$

Langkah 2:

$$V_{AB} = E_3 + I_3 R_3$$

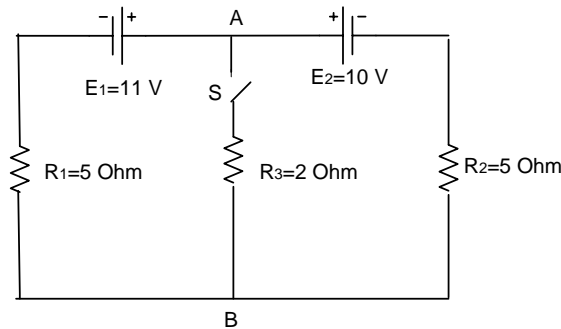
$$6 = 16 + 20 I_3$$

$$20 I_3 = 6 - 16$$

$$I_3 = -\frac{10}{20} = -0.5 \text{ A tanda minus artinya arah arus dari B ke A)}$$

Jawab: arus yang melalui R=20 Ω adalah 0.5 A

Contoh 4:



Jika saklar ditutup, maka kuat arus yang melalui hambatan R₃ adalah

- A. 1 A
- B. 2 A
- C. 3 A
- D. 4 A
- E. 5 A

Jawaban:

Langkah 1:

$$V_{AB} = \sum I \text{ masing-masing lintasan} \times R_{paralel}$$

$$V_{AB} = \left[\frac{11}{5} + \frac{0}{2} + \frac{10}{2} \right] \times \frac{10}{2+5+2}$$

$$V_{AB} = \left[\frac{132+0+300}{60} \right] \times \frac{10}{9}$$

$$V_{AB} = \frac{432}{54}$$

$$V_{AB} = 8 \text{ volt}$$

Langkah 2:

$$V_{AB} = E + I_3 R_3$$

$$8 = 0 + 2 I$$

$$2 I = 8$$

$$I = 4 \text{ A}$$

Dampak Penggunaan Aplikasi PhET Circuit-Construction-Kit-Dc

Dari pengalaman belajar siswa di kelas XII IPA semester awal pada tahun ajaran 2018/2019 diperoleh catatan positif bahwa: 1) siswa lebih antusias, dengan indikasi siswa bersemangat mengajari teman sebayanya yang masih belum paham saat proses pembelajaran di kelas dan asyik berlama-lama di depan layar monitor; 2) Siswa lebih yakin dengan hasil pembelajaran, karena bisa mencocokkan hasil menggunakan cara proses biasa maupun cara smartloop dan penggunaan Phet circuit-construction-kit-dc; dan 3) Hasil belajar mengalami peningkatan yang cukup signifikan.

Simpulan

Pemanfaatan aplikasi PhET *circuit-construction-kit-dc* yang didukung dengan metode *smartloop*, membuat penyelesaian masalah listrik DC menjadi lebih mudah dan sederhana. Untuk penyajian pembelajaran bermakna, menggunakan aplikasi PhET dengan metode *smartloop* tetap mengedepankan penguasaan konsep dasar, mengikuti kaidah, prinsip atau kesepakatan-kesepakatan yang sudah lazim ada, dan menggunakan penalaran. Dampak penggunaan aplikasi tersebut membuat siswa lebih antusias dan bersemangat dalam belajar, mampu mengintegrasikan penggunaan proses biasa maupun dengan cara *smartloop* dan penggunaan PhET *circuit-construction-kit-dc*.

Daftar Pustaka

- Ariska, Melly. "Studi Pemahaman Konsep Siswa pada Sub Konsep Rangkaian Listrik Arus Searah di Kelas XI SMA Negeri 1 Palembang," *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, Vol. 2, No. 2, November 2015
- Dul Rohman, Thoha. 2016. *Panduan Belajar Fisika*. Yogyakarta: MAYOGA.
- Ekawati, Yuniar. Haris, Abdul. Bunga Dara Amin, "Penerapan Media Simulasi Menggunakan PhET (*Physics Education and Technology*) terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Didik Kelas X SMA Muhammadiyah Limbung," *Jurnal Pendidikan Fisika*, Universitas Muhammadiyah Makassar, Vol. 3, No. 1 2015
- Ferreira, Sousa, Nafalski, Machotka, Nedic, 2010. *Collaborative Learning Based on a Micro-Webserver Remote Test Controller*, Bridgeport: University of South Australia,
<https://phet.colorado.edu/in/simulation/circuit-construction-kit-dc>
- Kanginan, Martin. 2010. *Seribu Pena Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- S. Prihatiningtyas, "Implementasi Simulasi PhET dan KIT Sederhana untuk Mengajarkan Keterampilan Psikomotor Siswa pada Pokok Bahasan Alat Optik," *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, Vol. 2, No. 1, 2013
- Sears dan Zemansky. 2001. *Fisika Universitas Jilid 1 dan 2*. Jakarta: Erlangga.
- Tipler. 1996. *Fisika untuk Sains dan Teknik Jilid 1 dan 2*. Jakarta: Erlangga.
- Wikipedia, 2010, "Virtual laboratory", <http://en.wikipedia.org/>