FISIKA

Kelas XII SMA/Sederajat

MATERI

Listrik Arus Searah



POGIL

Nama : .....

Kelas : .....

Irfan Yusuf, M.Pd.
Prof. Dr. Punaji Setyosari, M.Ed.,M.Pd.
Prof. Dr. Dedi Kuswandi, M.Pd.
Saida Ulfa, M.Edu.,Ph.D.

LIVEWORKSHEETS

RANGKAIAN PARALEL

A. Identifikasi Kebutuhan Pembelajaran

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi rangkaian paralel, pebelajar diharapkan dapat dengan tepat:

- Menganalisis resistansi total pada rangkaian paralel.
- Menyelidiki karakteristik tegangan listrik pada rangkaian paralel.
- Menganalisis distribusi arus listrik setiap resistor pada rangkaian paralel.

Pengantar



Gambar 1. Rangkaian Paralel pada Instalasi Listrik Rumah

Banyak perangkat listrik di rumah dapat berfungsi secara bersamaan meskipun dihubungkan ke sumber listrik yang sama. Misalnya, lampu di berbagai ruangan dapat dinyalakan atau dimatikan tanpa memengaruhi lampu di ruangan lain. Kulkas, televisi, dan kipas angin tetap bekerja secara independen meskipun semuanya menggunakan daya dari sumber yang sama. Fenomena ini menunjukkan bahwa ada cara penyusunan komponen listrik yang memungkinkan setiap perangkat bekerja sendiri-sendiri tanpa bergantung pada perangkat lain dalam sistem yang sama.

Salah satu cara menyusun komponen listrik agar dapat bekerja secara independen adalah dengan menggunakan rangkaian paralel. Dalam kehidupan sehari-hari, rangkaian paralel dapat ditemukan pada instalasi listrik rumah, lampu lalu lintas, dan berbagai sistem elektronik lainnya. Dalam rangkaian ini, setiap komponen dihubungkan dalam jalur tersendiri yang langsung terhubung ke sumber tegangan. Dengan demikian, meskipun salah satu komponen dalam rangkaian mengalami gangguan, komponen lainnya tetap dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

LIVEWORKSHEETS

Penyusunan ini memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan rangkaian seri, terutama dalam hal bagaimana arus listrik mengalir dan bagaimana tegangan bekerja di setiap jalur. Untuk memahami lebih jauh bagaimana arus, tegangan, dan hambatan bekerja dalam rangkaian paralel resistor, diperlukan pemahaman mengenai bagaimana listrik mengalir dalam jalur bercabang dan bagaimana interaksi antar komponen memengaruhi keseluruhan sistem.

💡 Prediksi Awal



Sebelum mempelajari rangkaian paralel resistor, kita bisa mengamati contoh dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya di dalam mobil terdapat lampu, radio, AC, dan alat elektronik lainnya dapat terhubung dan menyala secara bersamaan (tanpa mengandalkan baterai terpisah). Jika salah satu alat dimatikan, alat lain tetap menyala. Apa yang memungkinkan hal ini terjadi? Bagaimana arus listrik mengalir ke setiap alat dalam sistem kelistrikan mobil? Apakah semua alat menerima tegangan yang sama? Apa yang terjadi pada arus dan hambatan saat lebih banyak alat ditambahkan ke dalam rangkaian? Pertanyaan-pertanyaan ini membantu kita memprediksi bagaimana arus, tegangan, dan hambatan bekerja dalam rangkaian paralel. Bagaimana tanggapan Anda?

Tulis jawabanmu pada kolom berikut:

LIVEWORKSHEETS

B. Menghubungkan Pengetahuan Sebelumnya

Kita telah belajar bahwa arus listrik mengalir dari sumber tegangan melalui penghantar. Jika dalam suatu rangkaian terdapat lebih dari satu jalur bagi arus listrik, bagaimana arus tersebut akan terbagi di setiap jalur? Kita juga telah memahami bahwa hambatan listrik dapat memengaruhi besar kecilnya arus yang mengalir dalam suatu rangkaian. Jika lebih banyak resistor ditambahkan dalam rangkaian paralel, bagaimana pengaruhnya terhadap hambatan total dalam rangkaian tersebut? Jelaskan kaitannya dengan rangkaian paralel resistor!.

Tulis jawabanmu pada kolom berikut:

LIVEWORKSHEETS

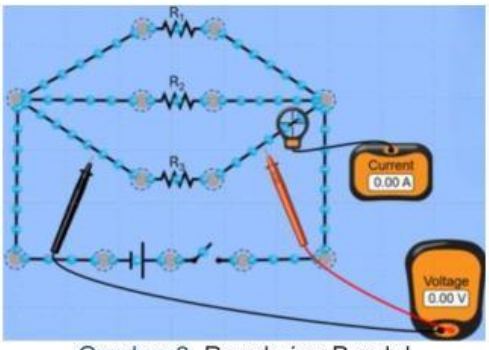
C. Eksplorasi Materi



Gambar 2. Inkubator Bayi

Sumber: https://hafeezsurgical.net/products/ip-100-infant-incubator-with-trolley-china

Perangkat seperti inkubator bayi memerlukan kestabilan fungsi berbagai komponen seperti pemanas, kipas sirkulasi udara, serta sensor suhu dan kelembapan. Jika sistem kelistrikan di dalam inkubator disusun secara seri, gangguan pada satu komponen dapat mengakibatkan matinya seluruh sistem, mengancam kestabilan lingkungan yang dibutuhkan bayi. Sistem kelistrikan dirancang sedemikian rupa agar setiap komponen terhubung langsung ke sumber listrik secara terpisah. Oleh karena itu, meskipun satu komponen mengalami gangguan, komponen lainnya tetap dapat berfungsi dengan normal, menjaga suhu dan kelembapan yang diperlukan serta memastikan sistem alarm tetap aktif. Lalu bagaimana rangkaian listrik dalam inkubator?.



Gambar 3. Rangkaian Paralel

Prinsip yang sama juga digunakan di rumah atau bangunan lain, agar setiap alat listrik bisa dioperasikan secara mandiri meskipun digunakan bersamaan. Rangkain yang demikian dinamakan rangkaian paralel. Gambar 15 memperlihatkan bentuk rangkaian paralel pada program laboratorium virtual PhET. Pada rangkaian paralel tersebut, terlihat bahwa semua resistor terhubung secara langsung pada sumber tegangan, sehingga apabila resistor satu tidak berfungsi maka resistor yang lainnya tetap dapat berfungsi.

LIVEWORKSHEETS

Pada rangkaian parallel, jumlah total arus yang keluar meninggalkan sumber listrik melalui resistor adalah berbeda dan namun mempunyai tegangan yang sama. Jadi,

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

Sehingga,

$$I_1 = \frac{V}{R_1} \; ; \; I_2 = \frac{V}{R_2}; \; I_3 = 3$$

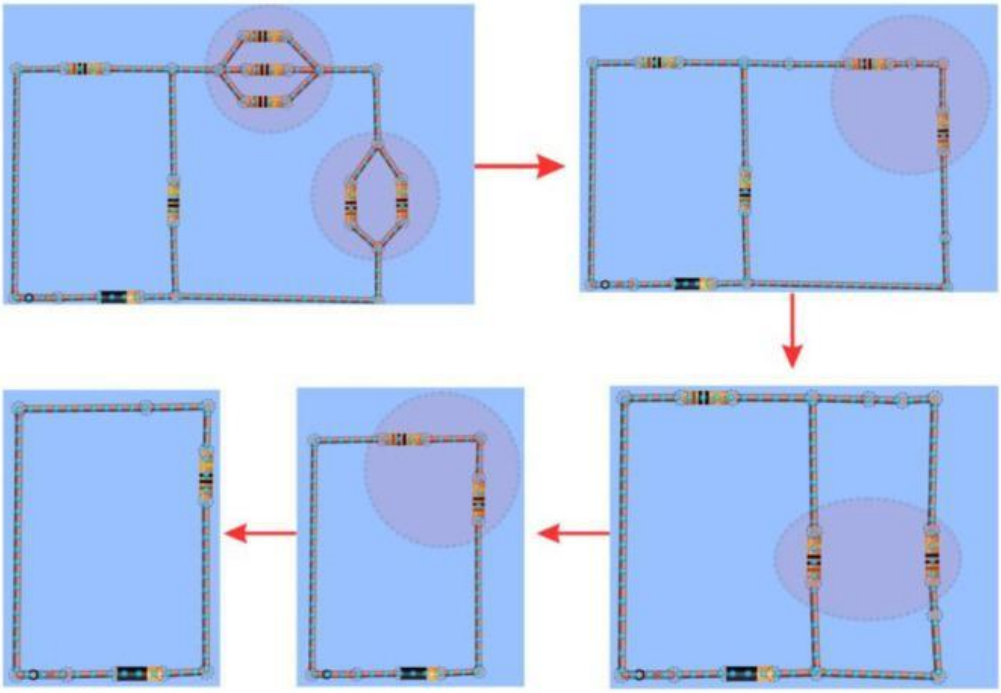
Karena I =V/R maka:

$$\frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Ada beberapa aturan persimpangan dalam suatu rangkaian yaitu suatu rangkaian tidak menyimpan atau melepaskan muatan, melainkan konservasi muatan menyiratkan bahwa arus total mengalir keluar persimpangan apa pun harus sama dengan total yang mengalir di rangkaian tersebut.

Sering terdapat rangkaian yang lebih kompleks, yaitu penggabungan kombinasi seri dan parallel. Hal ini sering ditemukan pada resistansi kawat. Kombinasi rangkaian seri dan paralel dapat direduksi menjadi resistansi tunggal yang setara, berbagai bagian diidentifikasi sebagai seri atau paralel, direduksi menjadi ekuivalennya, dan selanjutnya dikurangi hingga menjadi satu resistansi tersisa. Hal ini diilustrasikan pada Gambar 16.

LIVEWORKSHEETS

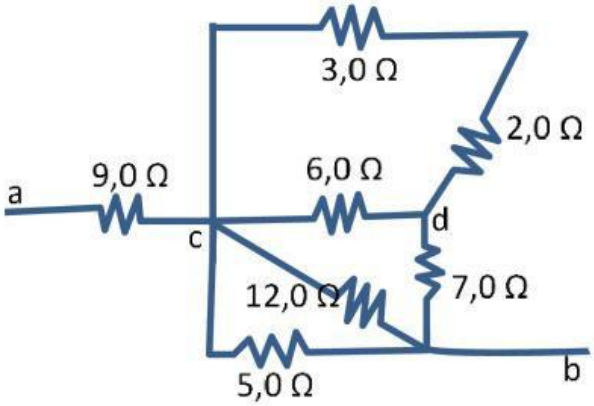


Gambar 4. Ilustrasi Penyelesaian Reduksi Resistansi pada Rangkaian Seri dan Paralel

D. Contoh Soal

Menganalisis

Anton sedang mengikuti ujian praktik Fisika Listrik dan diberikan tugas untuk merancang dan menganalisis rangkaian campuran beberapa resistor. Ia merakit resistor seperti pada gambar berikut, dengan titik awal di a dan titik akhir di b.



Anton diminta menentukan resistansi total antara titik a dan b, tetapi ia bingung karena bentuk rangkaian tampak kompleks.

LIVEWORKSHEETS

Pertanyaan:
Uraikan langkah-langkah penentuan resistansi total dari rangkaian tersebut!.

Jawaban:

- Menuliskan yang diketahui:
  Resistor-resistor 3,0 Ω dan 2,0 Ω berada dalam rangkaian seri dan ekuivalen dengan resistor 5,0 Ω. Resistor 5,0 Ω yang ekuivalen tersebut berada dalam rangkaian parallel dengan resistor 6,0 Ω dan resistor gabungannya adalah R_1. Nilai rangkaian semakin kecil, kemudian untuk rangkaian 7,0 Ω dan 2,73 Ω ekuivalen dengan 9,73 Ω. Kini 5 Ω, 12Ω, dan 9,73 Ω berada dalam rangkaian parallel dan ekuivalennya R_2.

- Menuliskan yang ditanyakan:
  Langkah logis dan sistematis untuk menentukan resistansi total.

- Mencari jawaban:
  Nilai resistor gabungan R1 yakni:

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{5{,}0\Omega} + \frac{1}{6{,}0\Omega}$$
$$\frac{1}{R_1} = 0{,}20\Omega + 0{,}167\Omega$$
$$\frac{1}{R_1} = 0{,}367\Omega^{-1}$$
$$R_1 = 2{,}73\Omega$$

  Nilai resistor gabungan R2 yakni

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{5{,}0\Omega} + \frac{1}{12{,}0\Omega} + \frac{1}{9{,}73\Omega}$$
$$\frac{1}{R_2} = 0{,}386\Omega^{-1}$$
$$R_2 = 2{,}6\,\Omega$$

  Resistor 2,6 Ω berada pada rangkaian seri dengan resistor 9,0 Ω. Oleh karena itu, hambatan ekuivalen dari gabungan tersebut adalah 9,0 Ω + 2,6 Ω = 11,6 Ω.

LIVEWORKSHEETS

☑ Menuliskan kesimpulan akhir:
Penguraian rangkaian menjadi bagian-bagian yang sederhana dengan terlebih dahulu menyelesaikan rangkaian paralel, kita dapat menghitung total resistansinya secara sistematis. Resistansi total antara titik a dan b adalah sekitar 11,6 Ω.

Metakognitif

1. Dina sedang merakit lampu hias di taman belakang rumahnya. Kali ini, ia memilih untuk menyusun lampu-lampu secara paralel agar jika satu lampu mati, yang lain tetap bisa menyala. Namun, saat ia menambahkan lebih banyak lampu (yang masing-masing memiliki resistor sendiri), dia mendapati bahwa lampu-lampu justru menyala lebih terang dari sebelumnya. Apa yang terjadi pada nilai resistansi total jika lebih banyak resistor ditambahkan dalam sebuah rangkaian paralel? Jelaskan bagaimana cara menghitung resistansi totalnya!
Jawaban:
Pada rangkaian paralel, jika lebih banyak resistor ditambahkan, maka resistansi total akan berkurang. Hal ini terjadi karena adanya jalur tambahan bagi arus listrik untuk mengalir, sehingga hambatan keseluruhan menjadi lebih kecil dari hambatan terkecil dalam rangkaian. Resistansi total dalam rangkaian paralel dihitung menggunakan persamaan:
$$\frac{1}{\mathrm{R}_{total}} = \frac{1}{\mathrm{R}_1} + \frac{1}{\mathrm{R}_2} + \ldots + \frac{1}{\mathrm{R}_n}$$

2. Raka sedang memperbaiki lampu-lampu di rumah neneknya yang disusun secara paralel. Ia penasaran mengapa semua lampu tetap menyala dengan terang yang sama, padahal posisi kabel dan panjangnya berbeda-beda. Bahkan ketika satu lampu dicopot, lampu lainnya tetap menyala tanpa berubah terang. Bagaimana tegangan listrik terbagi dalam rangkaian paralel?
Jawaban:
Pada rangkaian paralel, tegangan pada setiap cabang selalu sama dengan tegangan sumber. Persamaan utama dalam rangkaian paralel:

LIVEWORKSHEETS

$$V_{total}=V_1=V_2=V_3=\cdots=V_n$$

Cara menyelidikinya yaitu ukur tegangan pada setiap resistor dalam rangkaian paralel menggunakan voltmeter. Bandingkan hasil pengukuran dengan tegangan sumber. Jika semua hasil pengukuran sama, maka rangkaian paralel telah dikonfirmasi.

3. Tio sedang membuat proyek lampu otomatis dengan beberapa jenis lampu yang dihubungkan dalam rangkaian paralel. Masing-masing lampu memiliki jenis dan ukuran resistor yang berbeda. Saat ia mengukur arus listrik pada tiap cabang, ia menemukan bahwa besar arus yang mengalir pada masing-masing resistor berbeda, meskipun semuanya disambungkan ke sumber tegangan yang sama. Mengapa arus listrik yang mengalir pada setiap resistor dalam rangkaian paralel tidak selalu sama?

   Jawaban:

   Arus listrik dalam rangkaian paralel tidak selalu sama karena arus yang mengalir melalui setiap resistor bergantung pada nilai hambatan resistor tersebut. Distribusi arus dalam rangkaian paralel dapat dianalisis:

$$I_i = \frac{V}{R_i}$$

   di mana V adalah tegangan (sama untuk semua cabang), dan R_i adalah nilai resistansi pada masing-masing resistor. Inilah sebabnya Tio menemukan perbedaan arus pada tiap cabang, karena perbedaan resistansi yang memengaruhi pembagian arus, walaupun sumber tegangannya sama.

Tulis tanggapanmu terhadap eksplorasi materi di atas pada kolom berikut:

LIVEWORKSHEETS