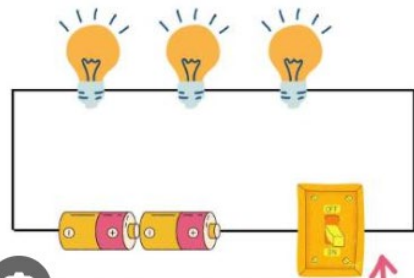
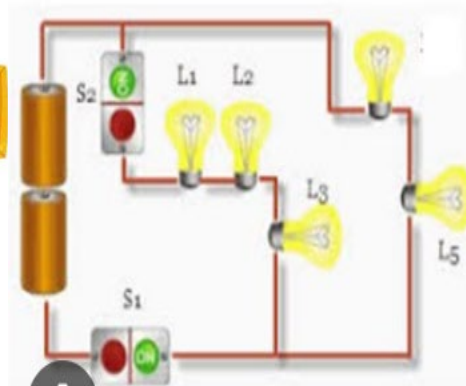
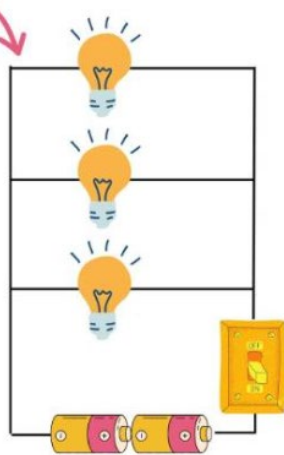


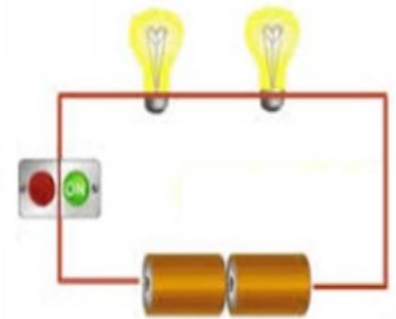
RANGKAIAN LISTRIK PARAREL



RANGKAIAN LISTRIK SERI



Rangkaian Paralel

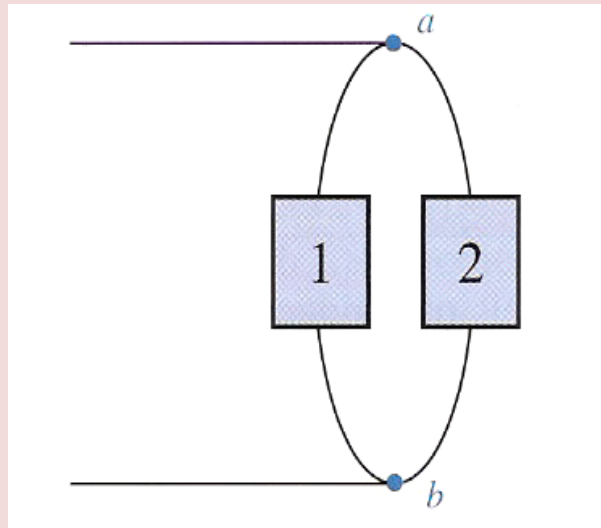


Rangkaian Seri

# 1. RANGKAIAN PARALEL

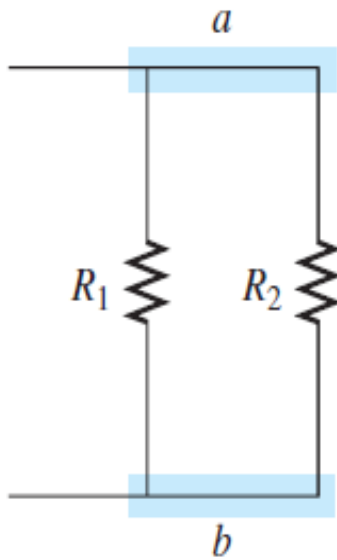
## Definisi

- Dua elemen, cabang atau rangkaian terhubung paralel jika keduanya memiliki dua titik yang sama

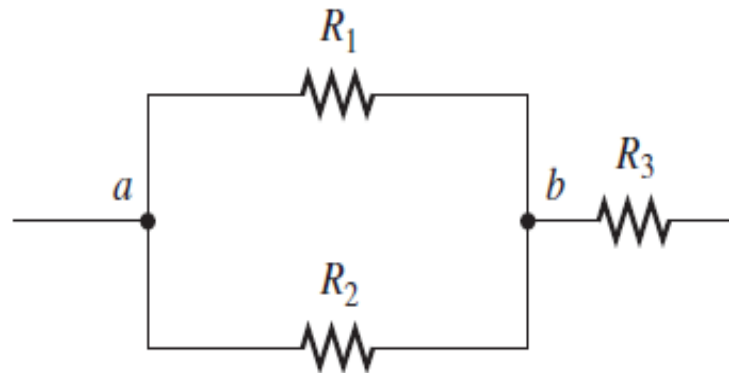


Gambar 1. Definisi Rangkaian Paralel

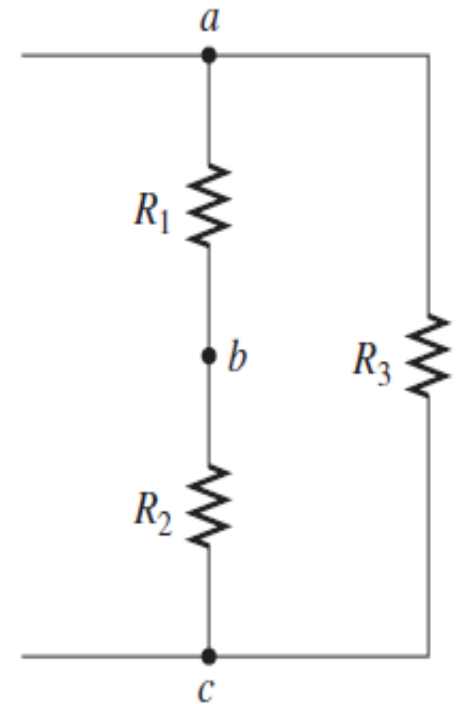
# 1. Contoh Rangkaian Paralel



(a)



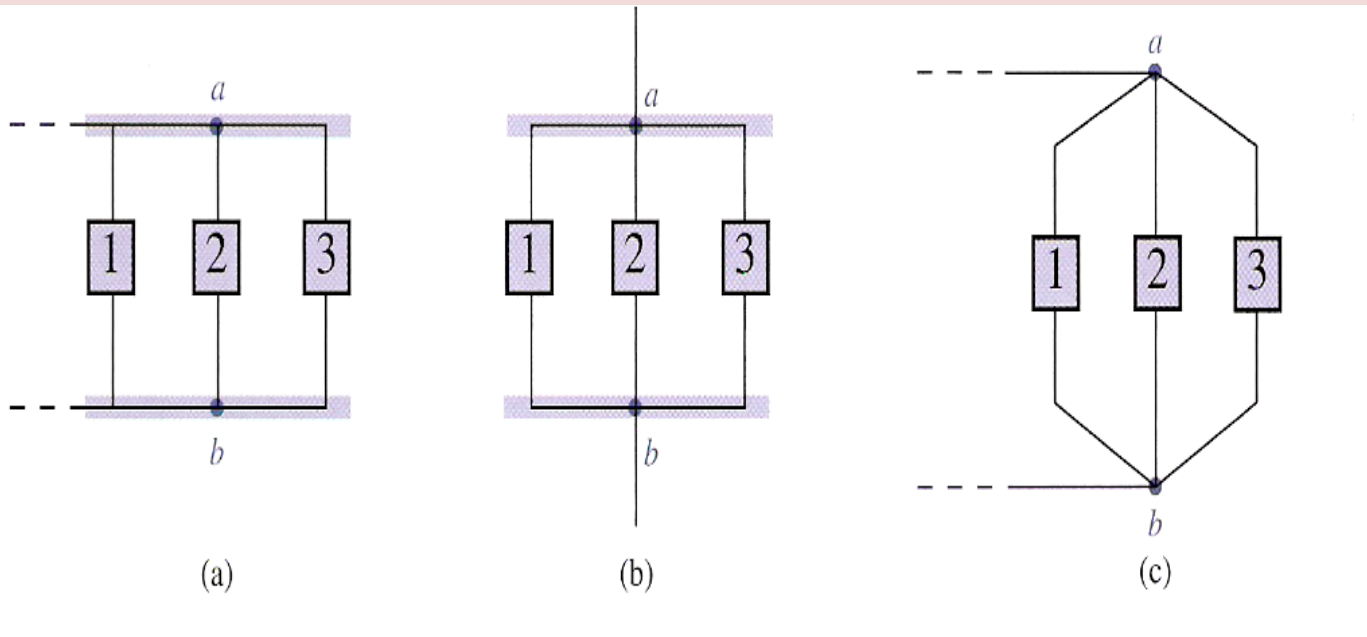
(b)



(c)

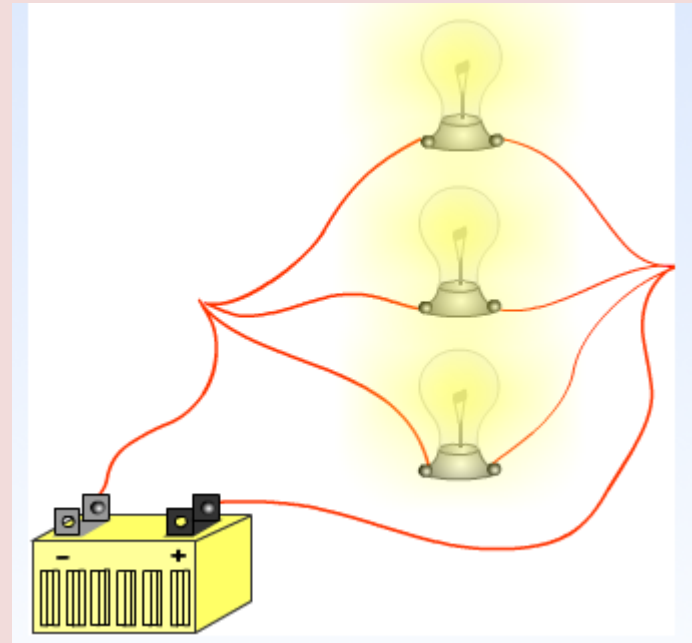
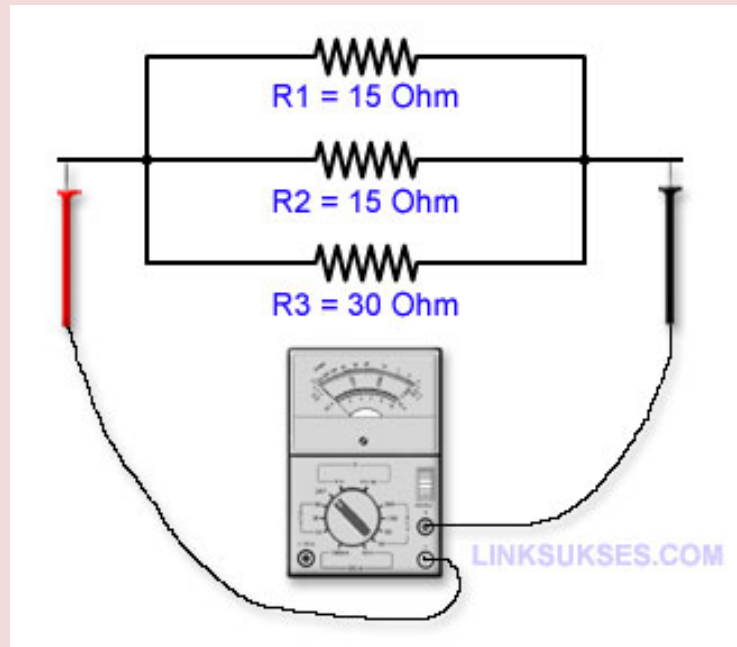
Gambar 2. Rangkaian Paralel Resistor

# 1. Contoh Rangkaian Paralel



Gambar 3. Representasi skema dari tiga resistor paralel

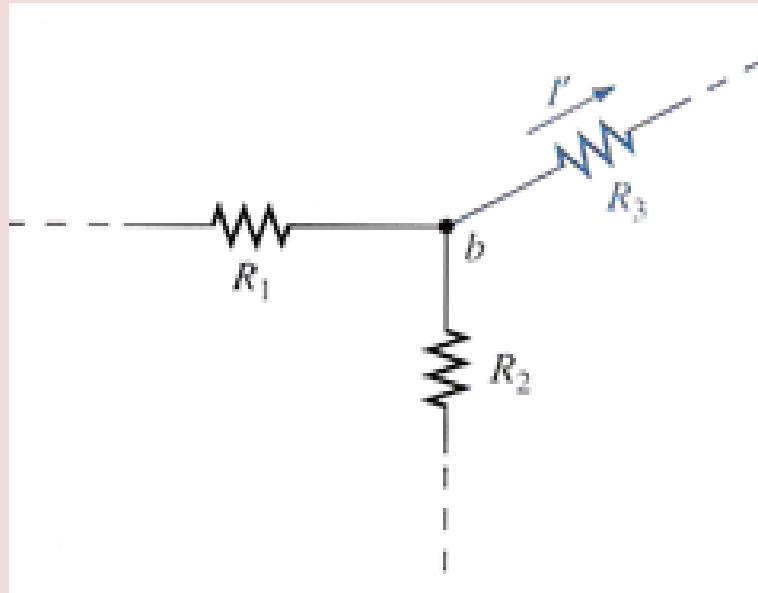
# 1. Contoh Rangkaian Paralel



Gambar 4. Contoh aplikasi rangkaian paralel

# 1. Contoh Rangkaian Paralel

Contoh 1 :



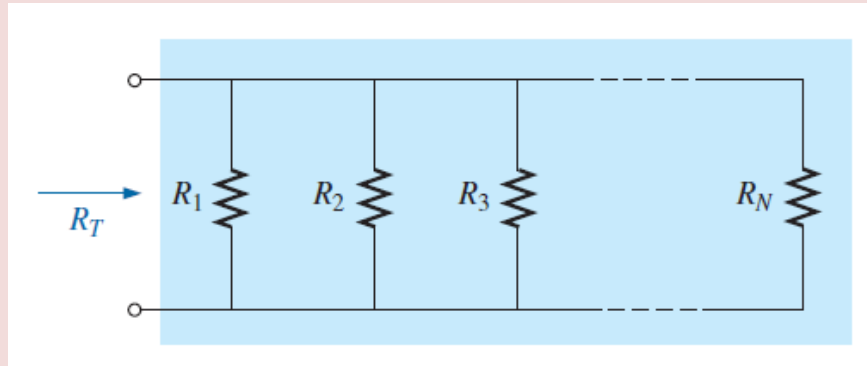
Gambar 5. Rangkaian Contoh 1

## 2. Karakteristik Rangkaian Paralel

- Arus yang mengalir dalam rangkaian terbagi sesuai banyaknya cabang dalam rangkaian tersebut.
- Besarnya Tegangan setiap cabang sama besar.
- Rangkaian paralel digunakan untuk memperoleh hambatan yang lebih kecil.
- Besarnya Arus dalam rangkaian dipengaruhi oleh besarnya hambatan.
- Pada tahanan terbesar mengalir arus terkecil dan pada tahanan terkecil mengalir arus terbesar.
- Tahanan total lebih kecil dari tahanan bagian / cabang yang terkecil.
- Arus total adalah sama dengan jumlah arus-arus bagian (cabang).

### 3. Resistor di Rangkai Paralel

- Untuk resistor yang dirangkai secara paralel seperti ditunjukkan pada Gambar 6, resistansi total ditentukan sebagai berikut:



Gambar 6. Kombinasi paralel resistor.

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}$$

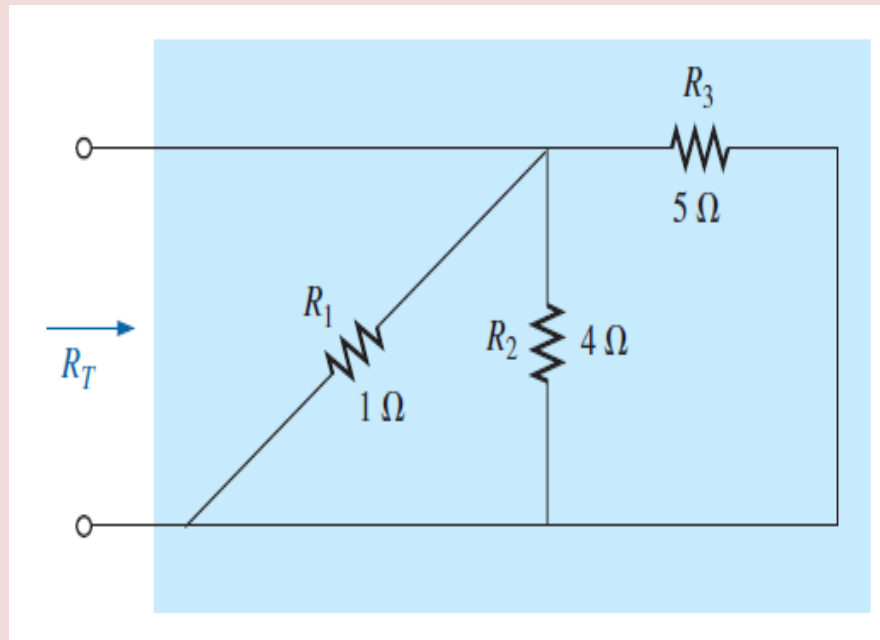
$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}}$$



### 3. Resistor di Rangkai Paralel

Contoh 2 :

Tentukan resistansi total untuk Gambar 7 berikut



Gambar 7. Rangkaian contoh 2

### 3. Resistor di Rangkaian Paralel

- Untuk resistor yang nilainya sama secara paralel, persamaan resistansi total menjadi lebih mudah diterapkan. Untuk N resistor yang sama secara paralel, persamaannya menjadi

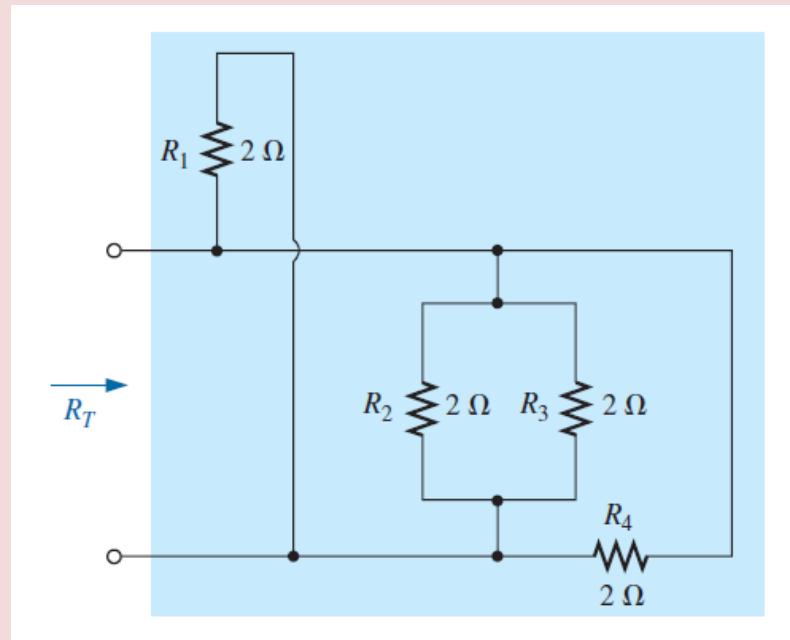
$$\begin{aligned} R_T &= \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \cdots + \frac{1}{R_N}} \\ &= \frac{1}{N\left(\frac{1}{R}\right)} = \frac{1}{\frac{N}{R}} \end{aligned}$$

$$R_T = \frac{R}{N}$$

### 3. Resistor di Rangkai Paralel

Contoh 3 :

Tentukan resistansi total untuk gambar dibawah ini



Gambar 8. Rangkaian contoh 3

## 4. Dua Resistor di Rangkai Paralel

- Sebagian besar kasus, hanya dua atau tiga resistor paralel yang harus digabungkan. Dengan mengingat hal ini, persamaan telah diturunkan untuk dua resistor paralel yang mudah diterapkan sedangkan untuk tiga resistor paralel, persamaan yang diturunkan di sini dapat diterapkan dua kali.

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

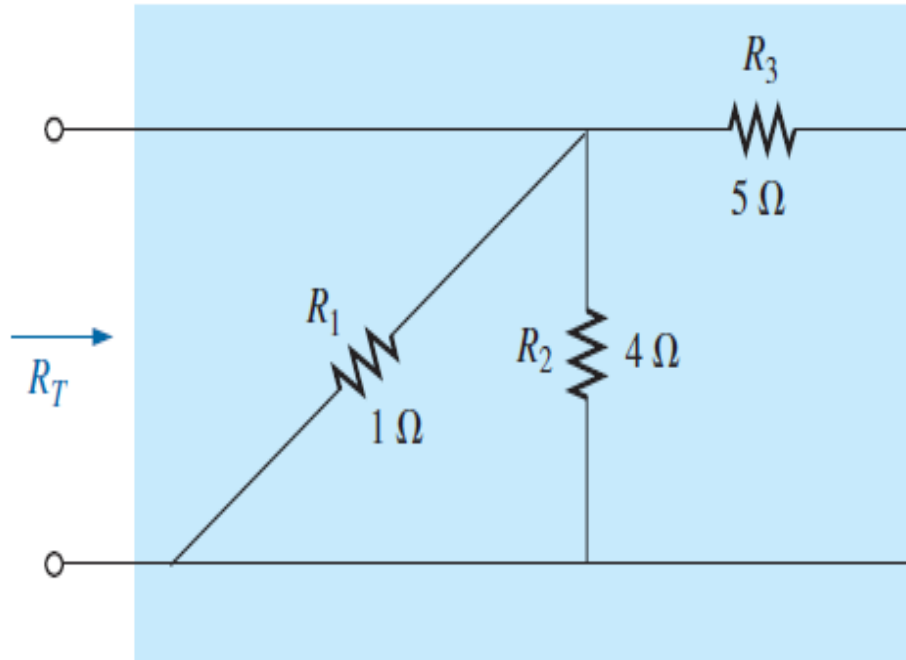


$$R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

## 4. Dua Resistor di Rangkai Paralel

Contoh 4 :

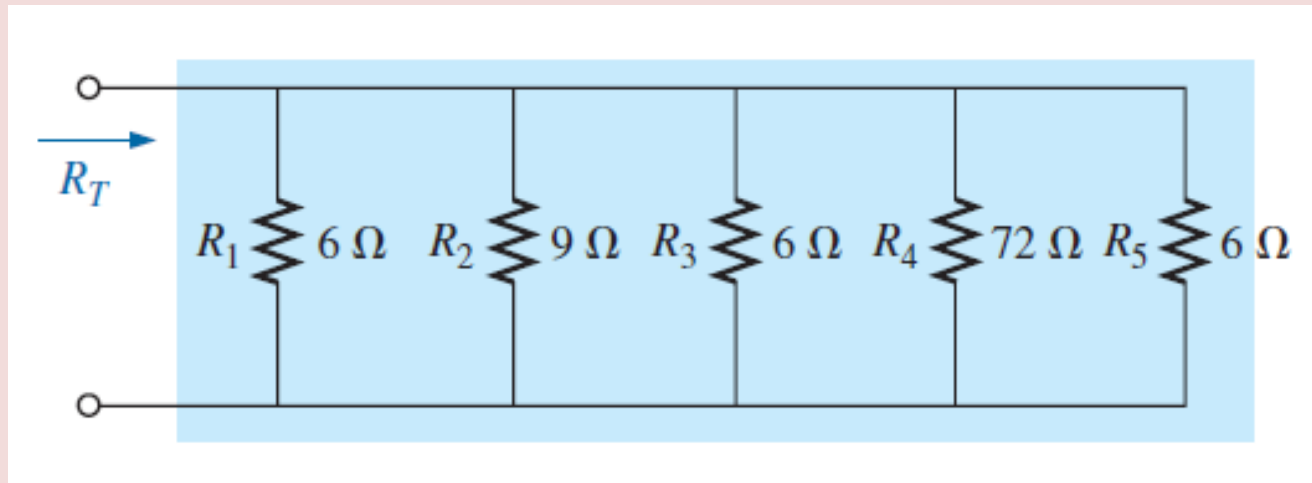
Tentukan resistansi total, menggunakan dua resistor rangkaian paralel?



## 4. Dua Resistor di Rangkai Paralel

Contoh 5 :

Tentukan resistansi total untuk elemen paralel Gambar dibawah ini



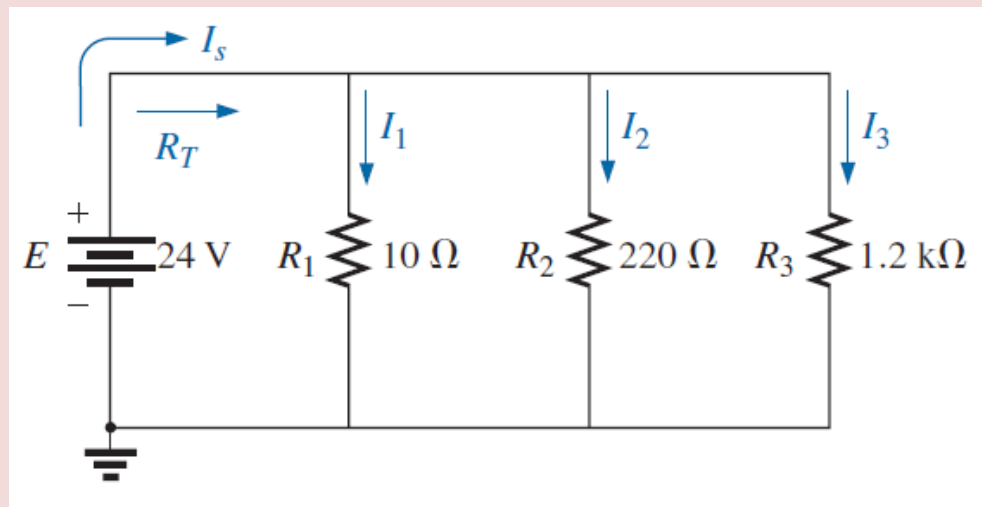
Gambar 9. Rangkaian contoh 5

## 4. Dua Resistor di Rangkaian Paralel

### Contoh 6

Untuk rangkaian paralel pada Gambar 10.

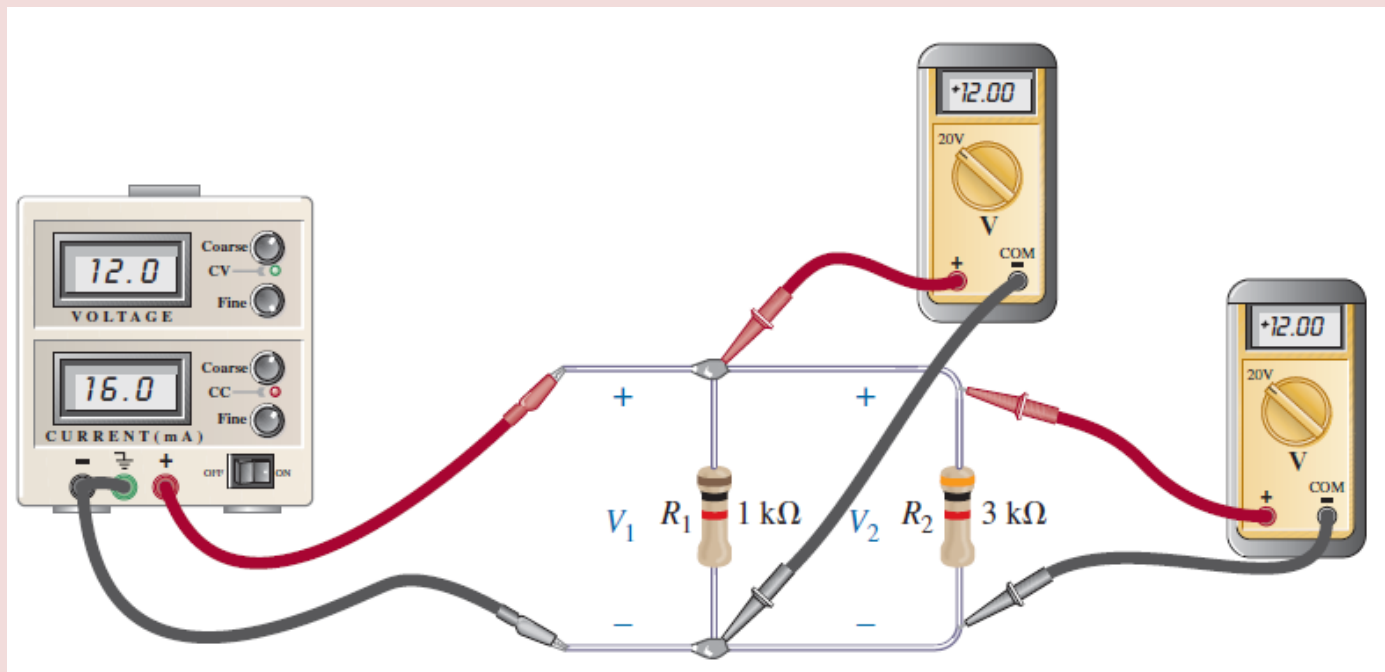
- A. Tentukan resistansi totalnya.
- B. Hitung arus sumber
- C. Tentukan arus yang melalui setiap cabang.



Gambar 10. Rangkaian contoh 6

## 5. Pengukuran Tegangan & Arus pada Rangkaian Paralel

Pada Gambar 11, voltmeter dihubungkan untuk memverifikasi bahwa tegangan pada elemen hubungan paralel adalah sama.

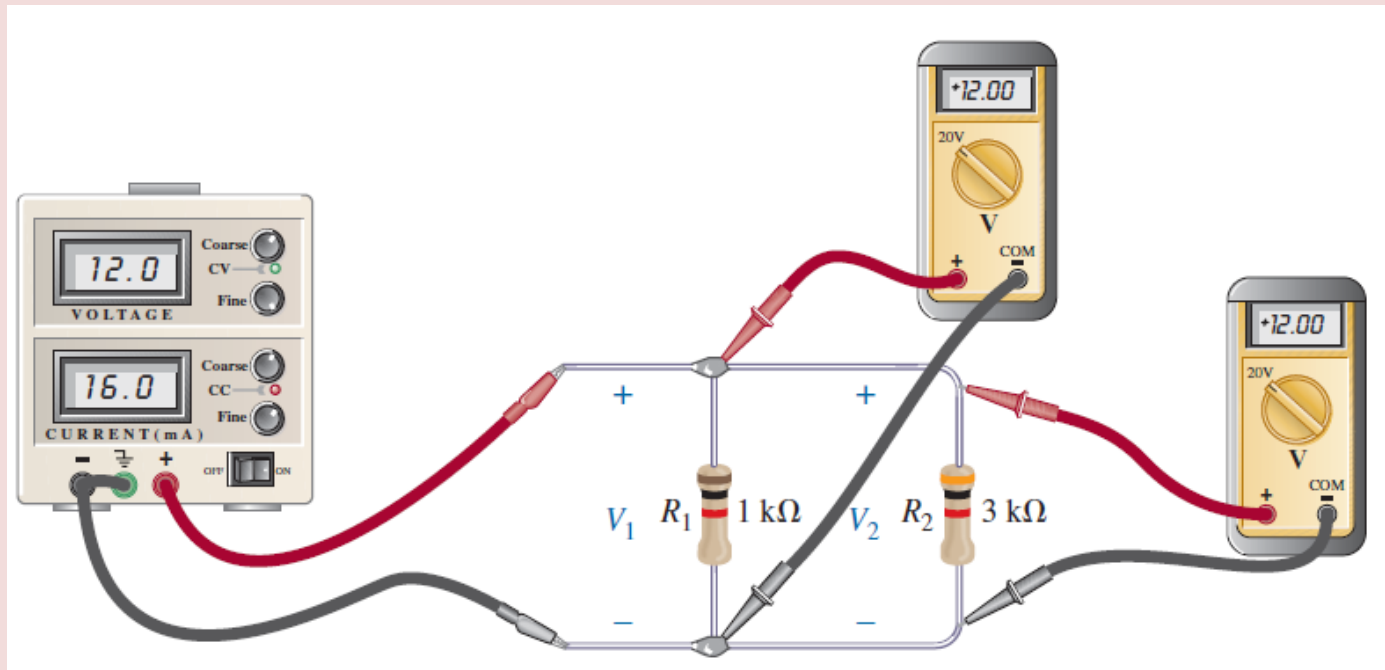


Gambar 11. Pengukuran tegangan



## 5. Pengukuran Tegangan & Arus pada Rangkaian Paralel

Pada Gambar 12, sebuah amperemeter telah dipasang untuk mengukur arus sumber.

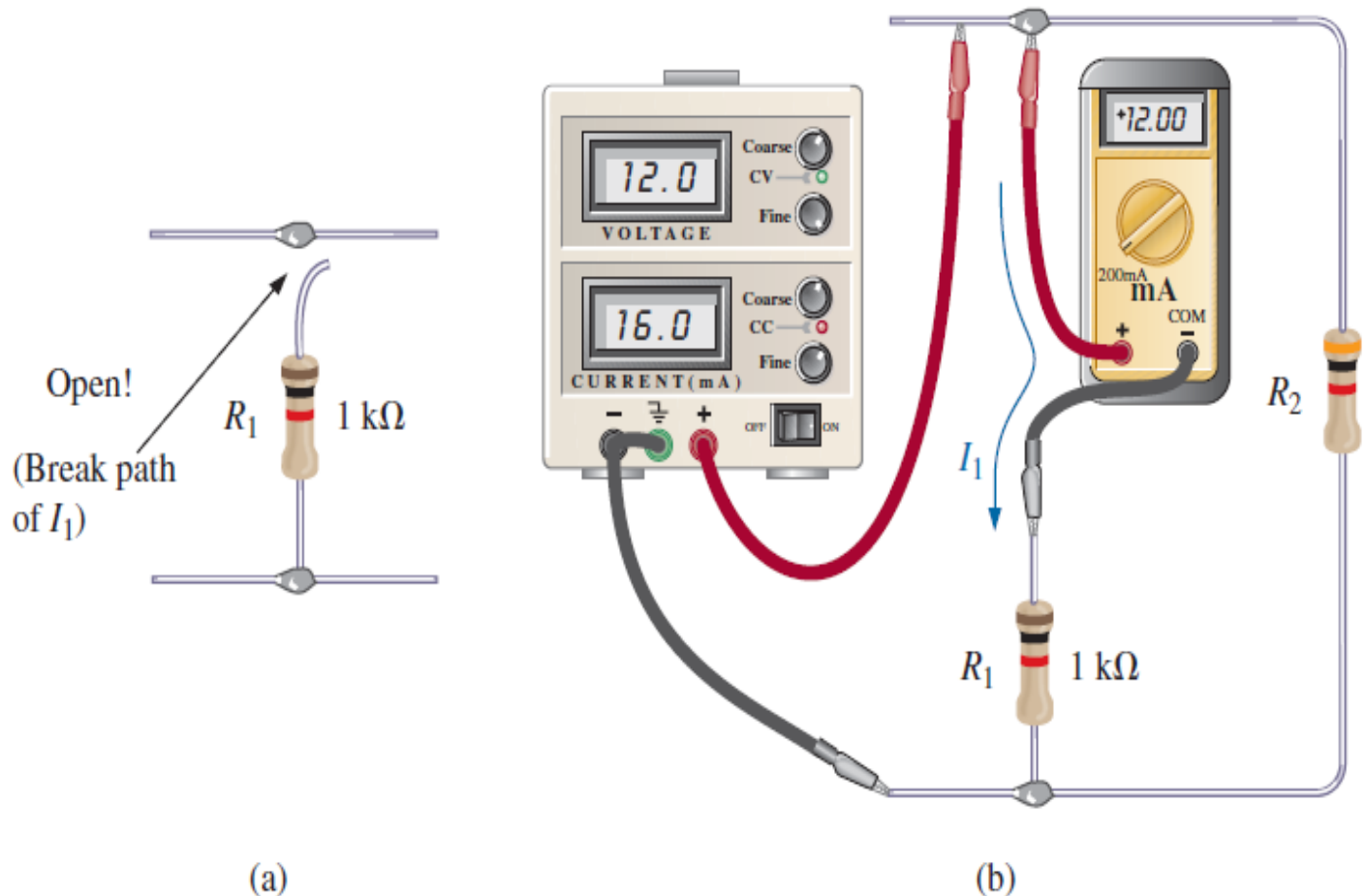


Gambar 12. Pengukuran arus sumber

## 5. Pengukuran Tegangan & Arus pada Rangkaian Paralel

- Pengukuran arus melalui resistor sering menimbulkan kesulitan, karena resistor  $R_1$  harus diputuskan dari titik sambungan a untuk membentuk rangkaian terbuka seperti ditunjukkan pada Gambar 13(a), Ammeter kemudian dimasukkan di antara terminal sehingga dihasilkan arus memasuki terminal positif, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13(b)

## 5. Pengukuran Tegangan & Arus pada Rangkaian Paralel



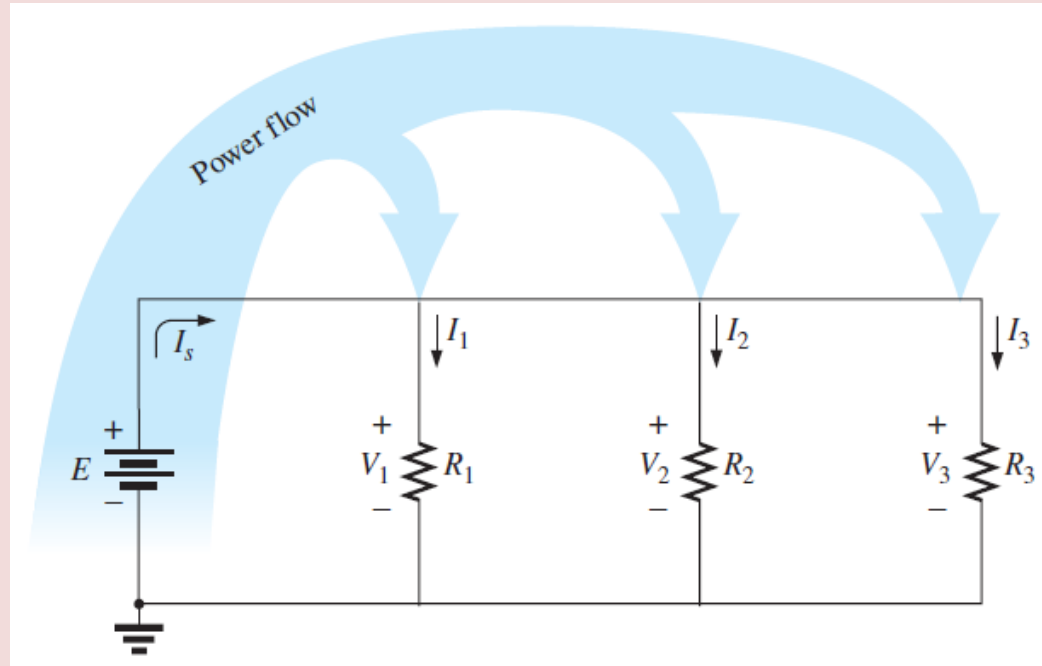
Gambar 13. Pengukuran arus yang melalui resistor

## 6. Distribusi Daya pada Rangkaian Paralel

- Dari pembahasan rangkaian seri bahwa daya yang diterapkan pada rangkaian resistif seri sama dengan daya yang diserap oleh elemen resistif. Hal yang sama berlaku untuk rangkaian resistif paralel.
- Untuk setiap rangkaian yang terdiri dari elemen resistif, daya yang digunakan oleh baterai akan sama dengan daya yang diserap oleh elemen resistif.
- Untuk rangkaian paralel pada Gambar 14, berlaku

$$P_E = P_{R_1} + P_{R_2} + P_{R_3}$$

## 6. Distribusi Daya pada Rangkaian Paralel



Gambar 14. Daya pada rangkaian paralel

$$P_E = EI_s$$

$$P_1 = V_1 I_1 = I_1^2 R_1 = \frac{V_1^2}{R_1}$$

## 6. Distribusi Daya pada Rangkaian Paralel

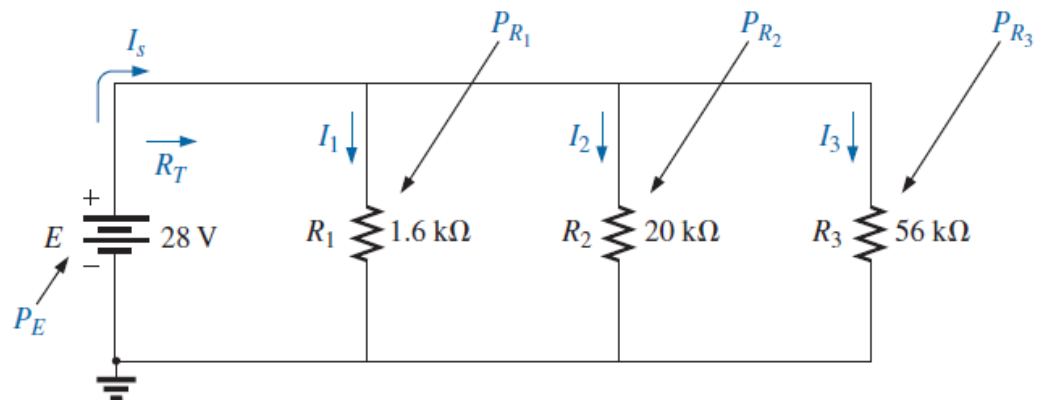
- Untuk rangkaian resistif paralel, semakin besar resistor maka daya yang diserap semakin kecil.

Contoh 7

Rangkaian paralel lihat pada Gambar 15

- Tentukan resistansi total?
- Tentukan arus sumber, arus yang melalui setiap resistor.
- Hitunglah daya yg diserap setiap resistor & daya yang dialirkan oleh sumber.

Gambar 15.  
Rangkaian paralel  
contoh 7



## 7. Hukum Kirchhoff tentang Arus

- Jumlah arus yang masuk ke satu simpul sama dengan jumlah arus yang keluar dari simpul tersebut atau dengan kata lain jumlah arus pada simpul sama dengan nol
- Perkataan masuk dalam hal ini adalah arus yang mengalir menuju simpul atau menjauhi/keluar dari simpul. Arus yang menuju simpul di asumsikan positif dan yang keluar dari simpul adalah negatif

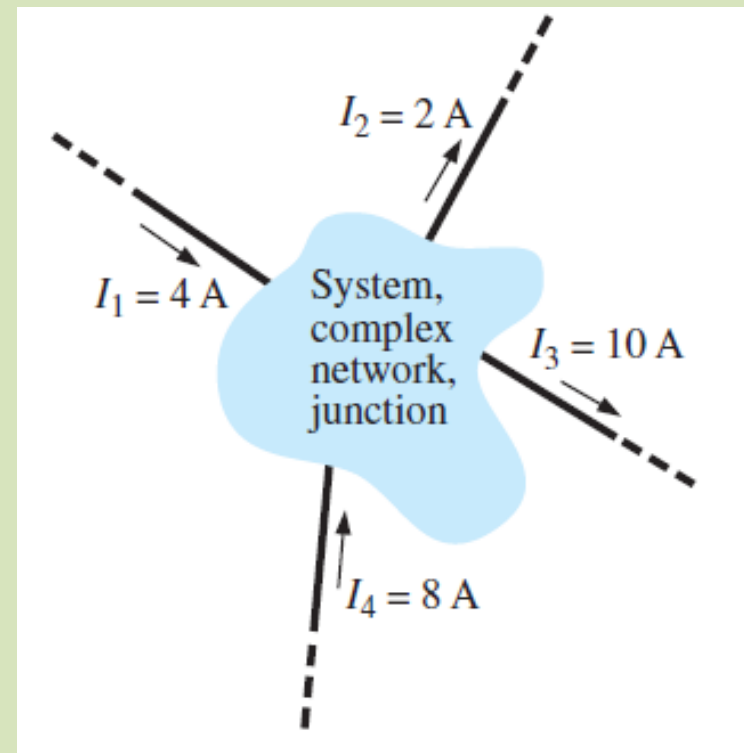
# 7. Hukum Kirchhoff tentang Arus

- Secara matematik dapat dituliskan :

$$\Sigma (i)_{\text{simpul/node}} = 0$$

## Contoh 8

Gambar 16. Memperkenalkan hukum Kirchhoff tentang Arus

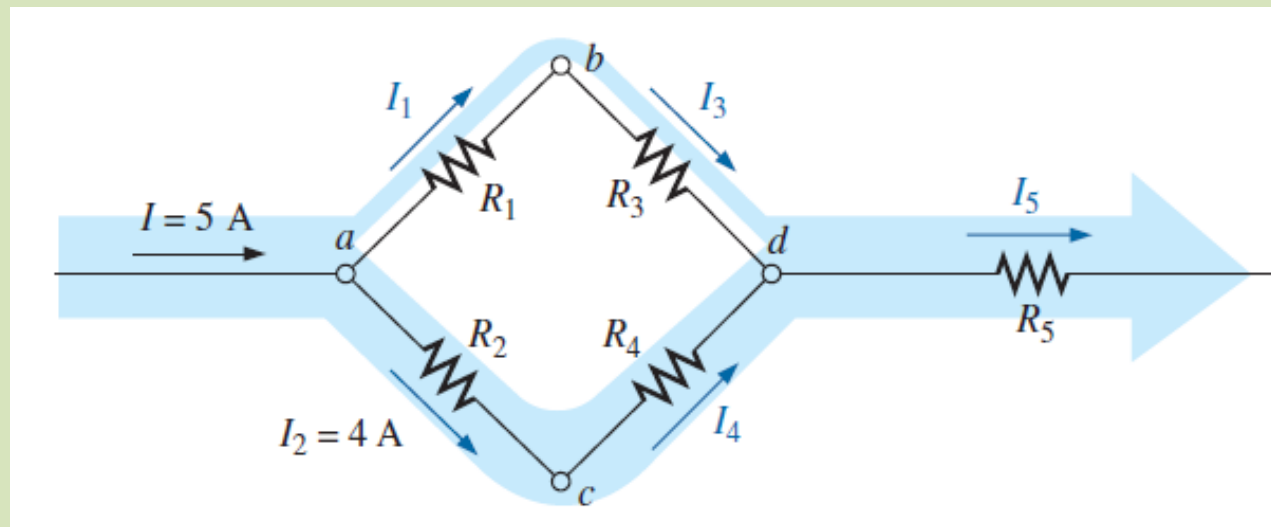




# 7. Hukum Kirchhoff tentang Arus

## Contoh 9

Tentukan arus  $I_1$ ,  $I_3$ ,  $I_4$ , dan  $I_5$  untuk rangkaian pada Gambar 16?



Gambar 17. Memperkenalkan hukum Kirchhoff tentang Arus

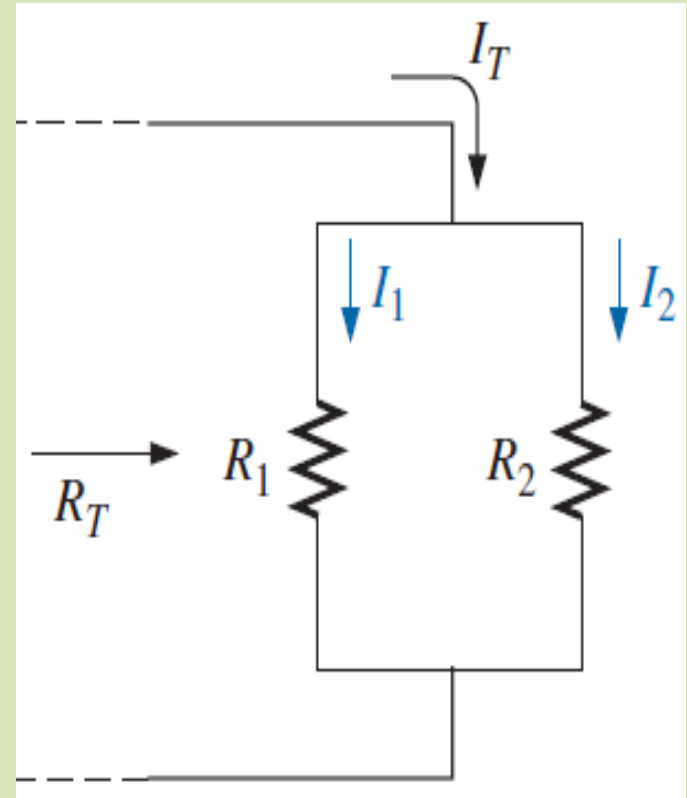
## 8. Aturan Pembagi Arus

- Dua elemen yang besarnya sama terhubung paralel akan menghasilkan arus yang sama pula.
- Untuk elemen terhubung paralel yang nilainya berbeda akan menghasilkan arus yang lebih besar untuk nilai  $R$  yang kecil.
- Untuk elemen paralel yang nilainya berbeda, arus akan terbagi dengan rasio yang sama dengan kebalikan dari nilai resistornya.

# 8 Aturan Pembagi Arus

$$I_1 = \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) I_T$$

$$I_2 = \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) I_T$$

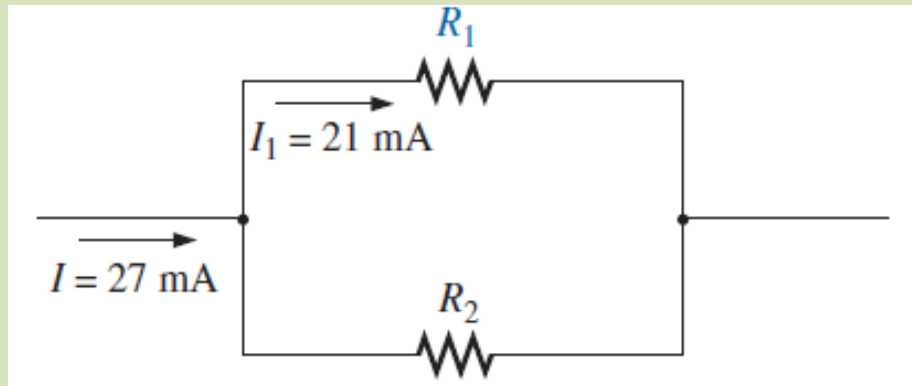


Gambar 18. Menurunkan aturan pembagi arus untuk dua resistor paralel

## 8. Aturan Pembagi Arus

### Contoh 10

Tentukanlah resistor  $R_1$ , dengan menggunakan pembagi arus



Gambar 19. Contoh 10

## 8. Aturan Pembagi Arus

### Jawab 10

Oleh karena itu, secara ringkas, ingatlah bahwa arus selalu mencari jalannya resistansi terkecil, dan rasio nilai resistor adalah kebalikan dari level arus yang dihasilkan seperti ditunjukkan pada Gambar 6.46. Ketebalan pita biru pada Gambar 6.46 menunjukkan pembagian arus.

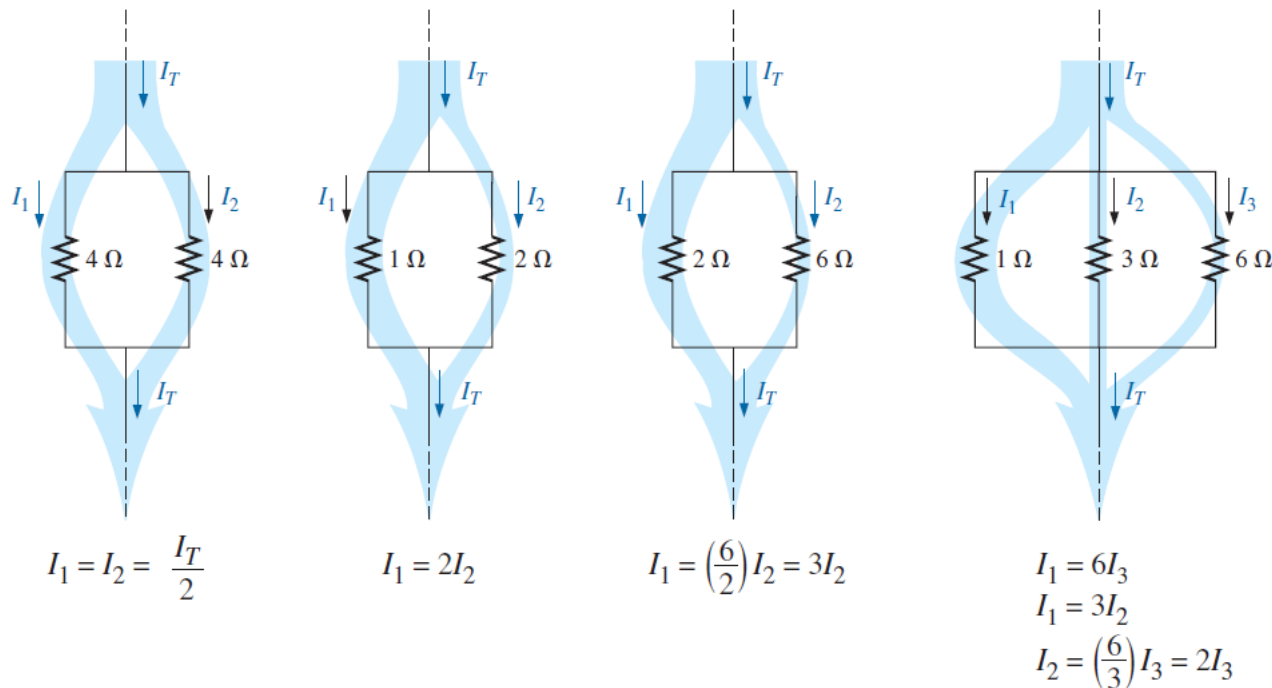
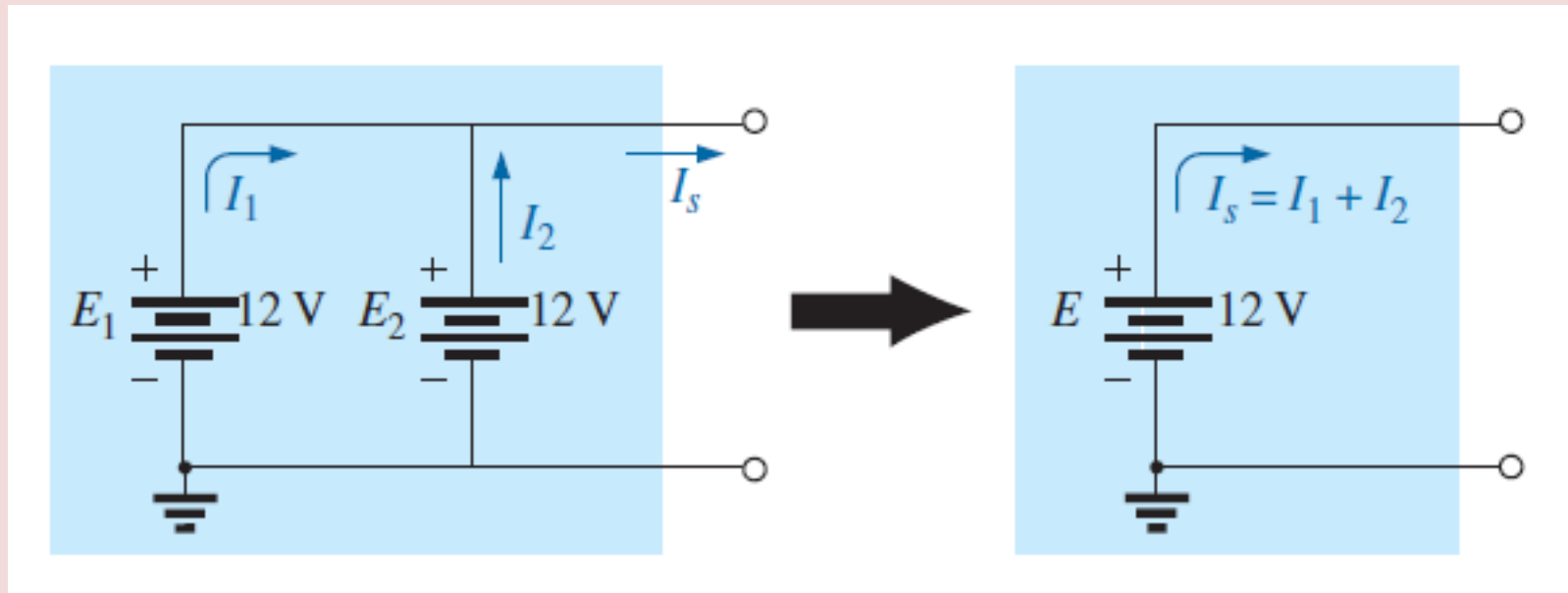


FIG. 6.46

*Demonstrating how current divides through equal and unequal parallel resistors.*

## 9. Sumber Tegangan Hubung Paralel

- Sumber tegangan dipasang paralel seperti pada gambar 20, jika keduanya memiliki tegangan nominal yang sama.



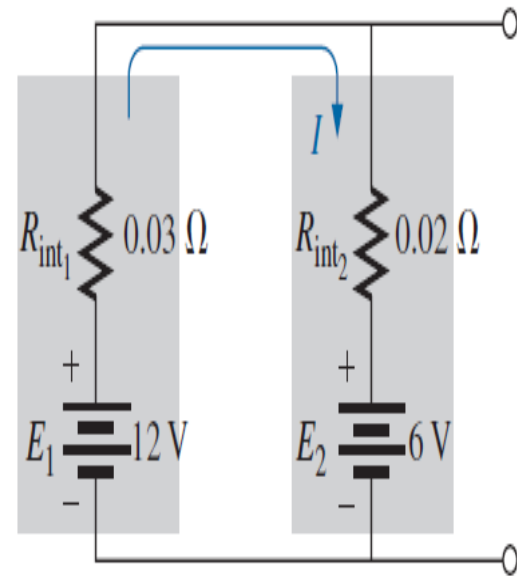
Gambar 20. Mendemonstrasikan efek penempatan dua suplai ideal dengan tegangan yang sama secara paralel.

## 9. Sumber Tegangan Hubung Paralel

- Alasan utama untuk menempatkan dua atau lebih baterai terhubung paralel pada tegangan terminal yang sama adalah untuk meningkatkan arus nominal dari sumber dengan demikian daya juga bertambah.
- Gambar 20, dimana arus nominal dari kombinasi ditentukan oleh  $I_s = I_1 + I_2$  pada tegangan terminal yang sama.
- Daya nominal yang diperoleh adalah dua kali dengan satu suplai.

## 9. Sumber Tegangan Hubung Paralel

- Jika dua buah baterai dihubungkan paralel dengan nilai nominalnya berbeda seperti pada Gambar 21 adalah tidak efektif karena akan saling mempengaruhi sehingga akan diperoleh tegangan terminal yang lebih rendah.



Gambar 21. Meneliti dampak penempatan dua baterai dengan tegangan terminal berbeda secara paralel.



## 9. Sumber Tegangan Hubung Paralel

- Dapat menguji dampaknya dengan memasukkan resistensi internal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 21. Satu-satunya resistor yang membatasi arus dalam jaringan adalah resistansi internal, sehingga menghasilkan arus pengosongan yang sangat tinggi untuk baterai dengan tegangan suplai yang lebih besar. Arus yang dihasilkan adalah

$$I = \frac{E_1 - E_2}{R_{\text{int}_1} + R_{\text{int}_2}} = \frac{12 \text{ V} - 6 \text{ V}}{0.03 \Omega + 0.02 \Omega} = \frac{6 \text{ V}}{0.05 \Omega} = 120 \text{ A}$$

- Nilai ini jauh melebihi arus pengurasan terukur baterai 12 V, yang mengakibatkan pelepasan E1 dengan cepat dan berdampak merusak pada E2 yang lebih kecil karena arus yang berlebihan.

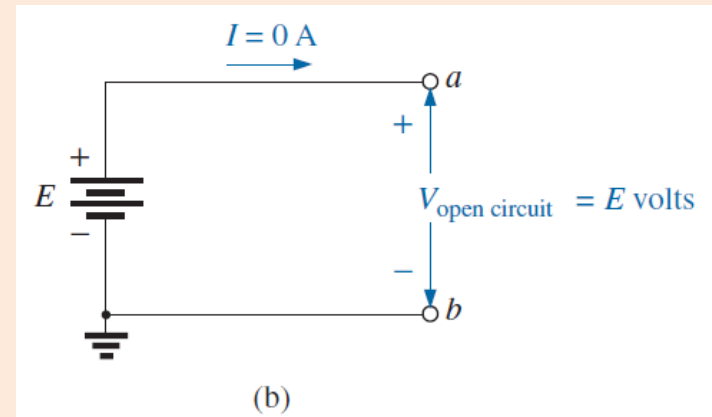
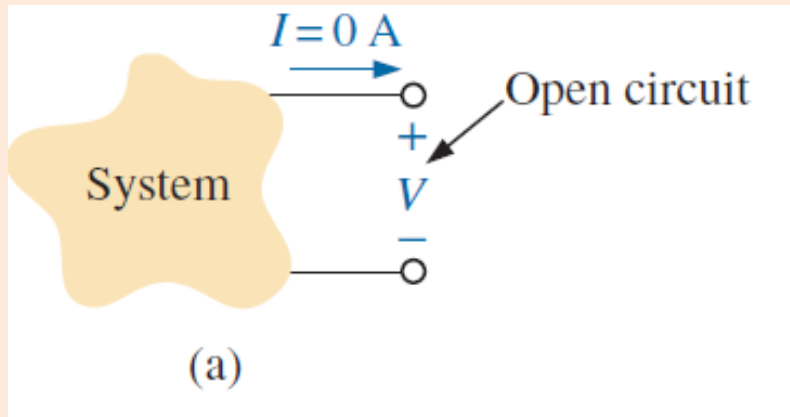
# 10. Open Circuit & Short Circuit

## 10.1 Open Circuit (OC)

- Dua titik dikatakan hubung buka (open circuit) bila tidak ada hubungan antara kedua titik tersebut, sehingga rangkaian dapat dikatakan terputus (Gambar 22), dengan demikian :
  - resistansi antara dua titik besar ( $\infty$ )
  - tidak ada arus yang mengalir antara dua titik tersebut
  - tegangan pada terminal open circuit adalah sama dengan tegangan suplai, tetapi arus yang mengalir sama dengan nol karena rangkaian terbuka

## 10.1 Open Circuit (OC)

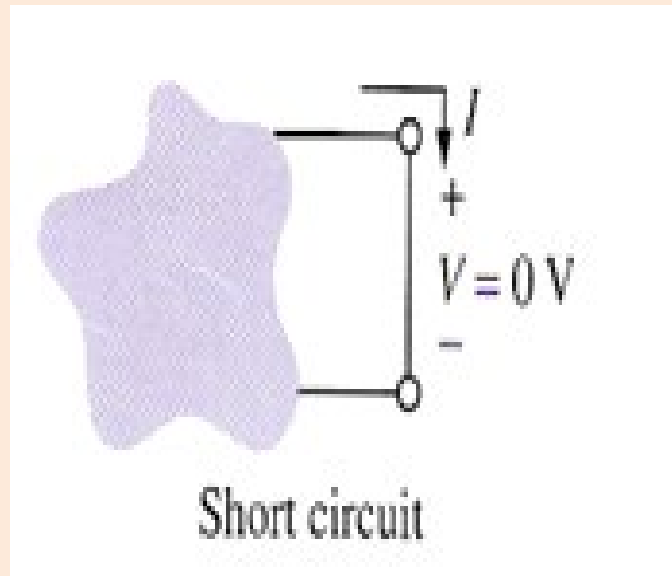
- Dua titik dikatakan hubung buka (open circuit) bila tidak ada hubungan antara kedua titik tersebut, sehingga rangkaian dapat dikatakan terputus (Gambar 22), dengan demikian :



Gambar 22. Definisi Open Circuit (OC)

## 10.2 Short Circuit (SC)

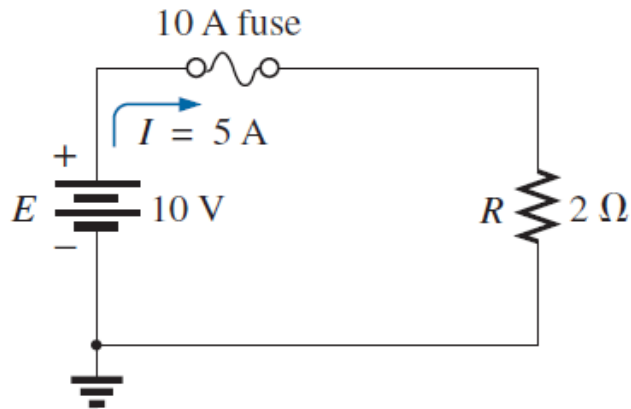
- Dua titik dikatakan terhubung singkat (short circuit) bila kedua titik tersebut dihubungkan bersama dengan suatu penghantar yang memiliki resistansi sangat rendah ( $\approx 0$ ) (Gambar 24 ).



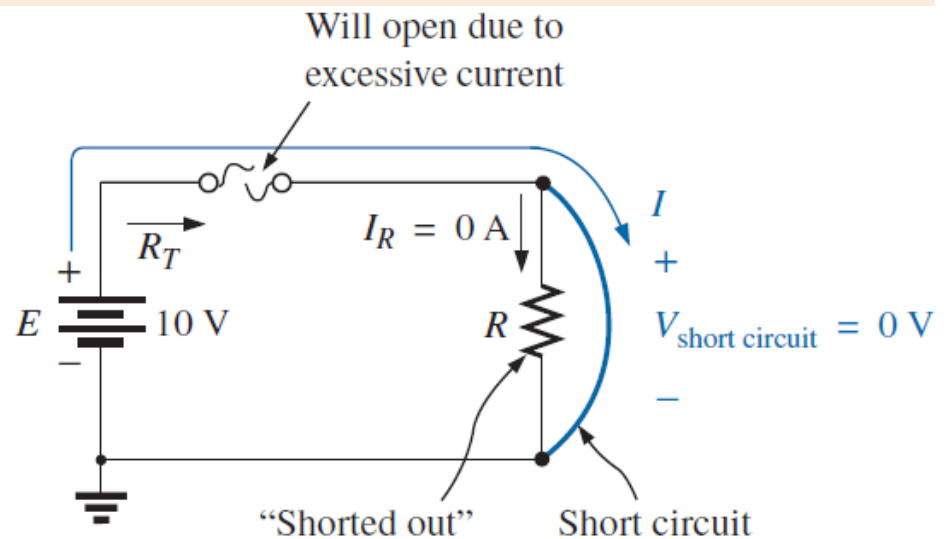
Gambar 24. Definisi Short Circuit (SC)

## 10.2 Short Circuit (SC)

- Dengan demikian tegangan pada titik Short Circuit  $V = I \cdot 0 = 0$  volt, Arus yang mengalir pada titik tersebut sangat besar ( $I_{HS}$ ).



(a)



(b)

Gambar 25. Demonstrasikan efek hubung singkat pada level arus

## 10.2 Short Circuit (SC)

- Pada Gambar 25, arus yang melalui tahanan  $2\Omega$  adalah 5A. Jika SC terjadi pada  $2\Omega$  maka diperoleh resistansi total sama dengan 0 (Gambar 25b), dengan demikian arus akan besar sebagaimana ditentukan oleh Hk. Ohm.

$$2\Omega \parallel 0\Omega = \frac{(2\Omega)(0\Omega)}{2\Omega + 0\Omega} = 0\Omega$$

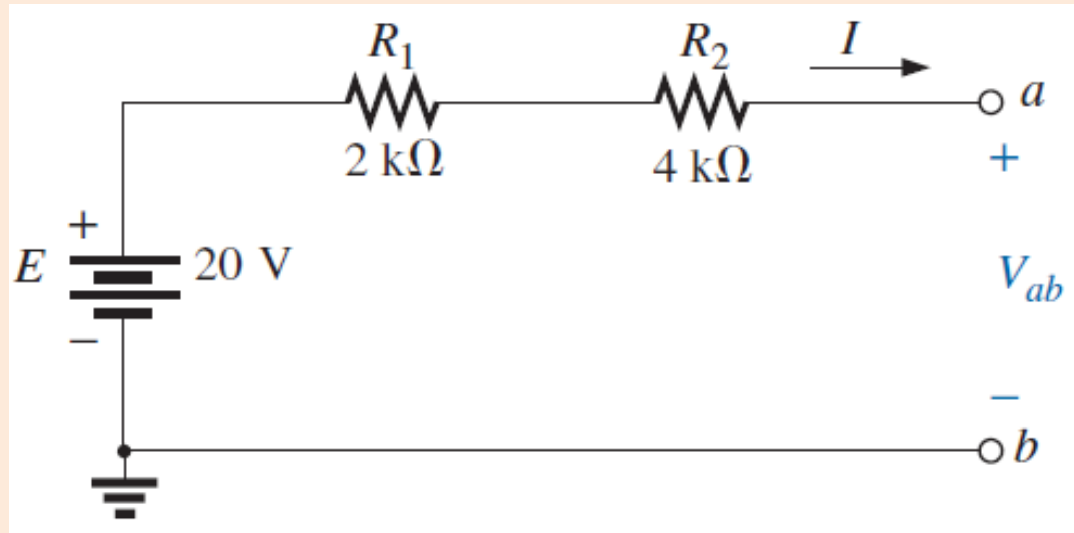
$$I = \frac{E}{R} = \frac{10\text{ V}}{0\Omega} \rightarrow \infty\text{ A}$$

- Efek dari resistor  $2\Omega$  secara efektif telah “korsleting” oleh sambungan resistansi rendah. Arus maksimum kini hanya dibatasi oleh pemutus arus atau sekering yang dirangkai seri dengan sumbernya.

## 12. Contoh Soal

Contoh 11 :

Tentukanlah tegangan  $V_{ab}$  untuk rangkaian pada Gambar 27?

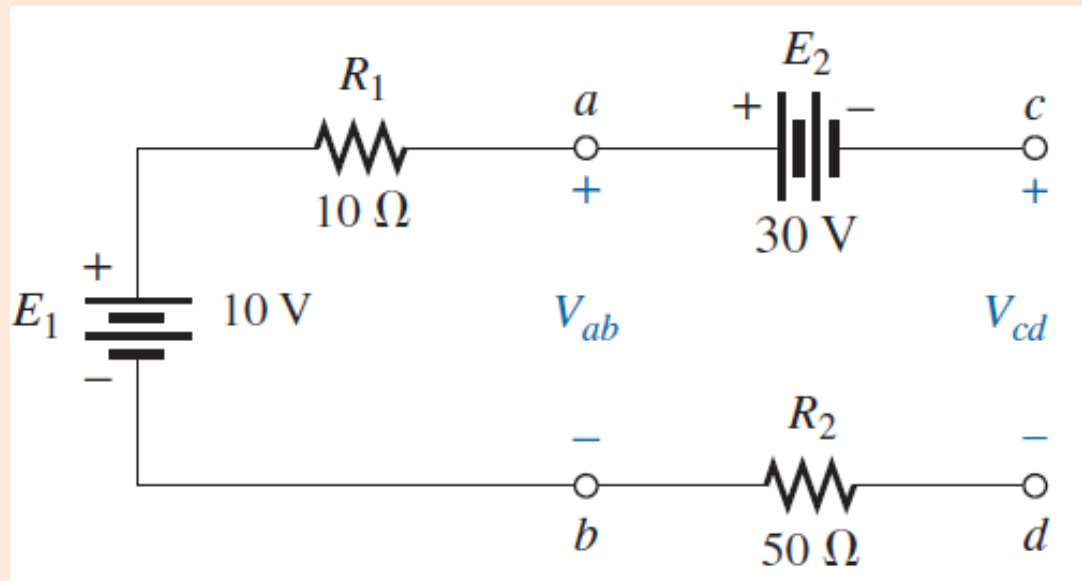


Gambar 27. Rangkaian untuk contoh 11

## 12. Contoh Soal

Contoh 12 :

Tentukanlah tegangan  $V_{ab}$  dan  $V_{cd}$  untuk rangkaian pada Gambar 28?



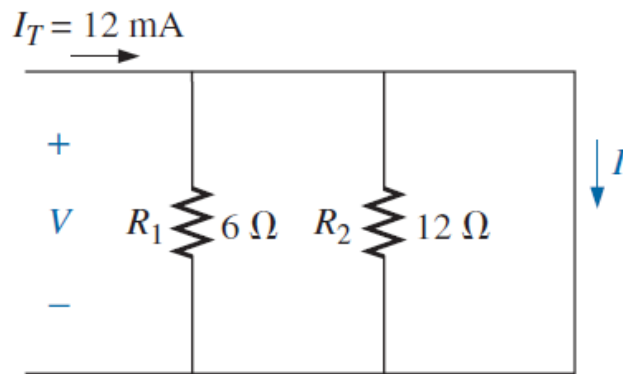
Gambar 28. Rangkaian untuk contoh 12



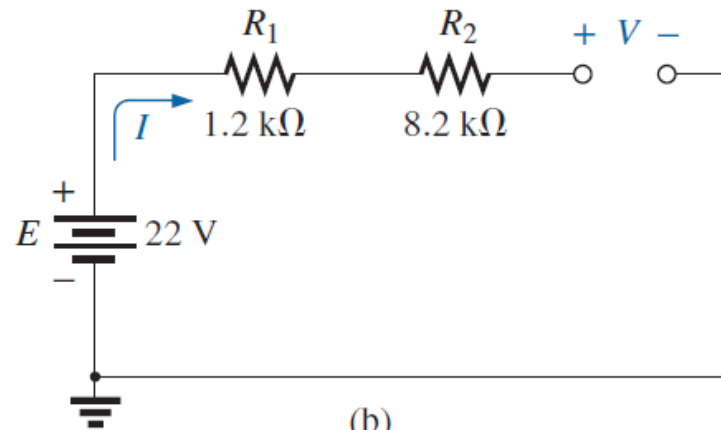
## 12. Contoh Soal

Contoh 13 :

Tentukanlah tegangan dan arus yang tidak diketahui untuk rangkaian pada Gambar 29?



(a)



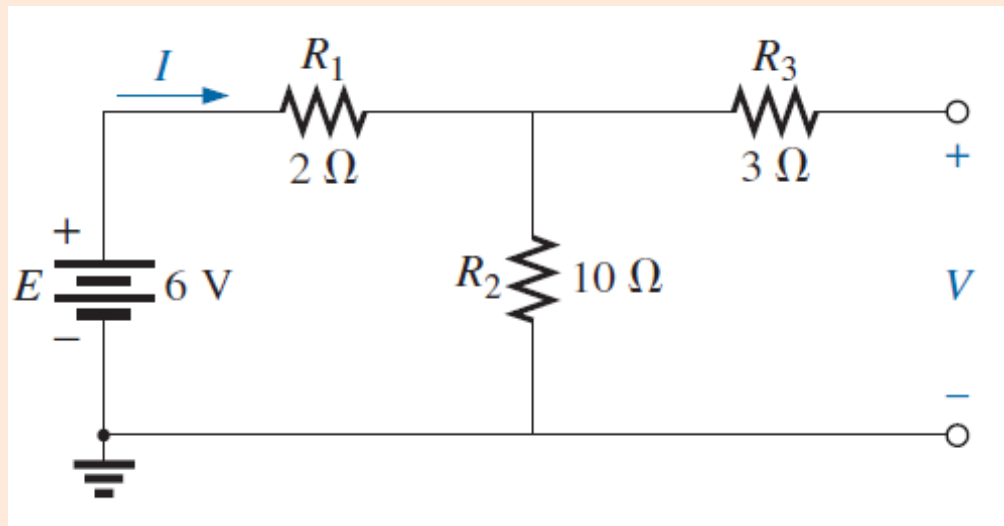
(b)

Gambar 29. Rangkaian untuk contoh 13

## 12. Contoh Soal

Contoh 14 :

Tentukanlah tegangan dan arus yang tidak diketahui untuk rangkaian pada Gambar 30, jika resistor  $R_2$  terjadi SC?

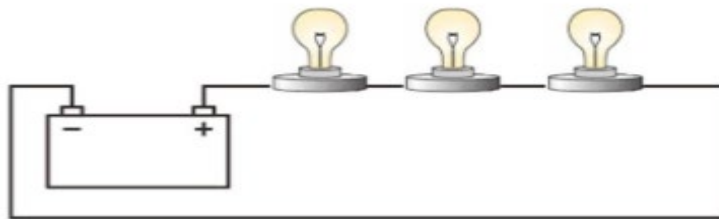


Gambar 30. Rangkaian untuk contoh 14

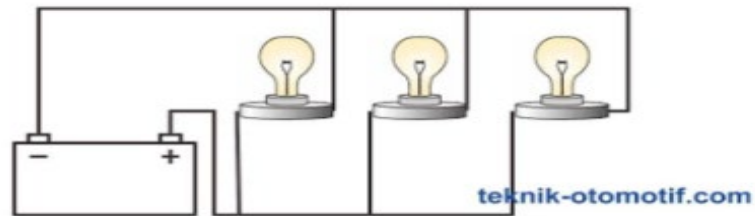
# 13. KESIMPULAN

Series and Parallel Circuits		
Series	Duality	Parallel
$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_N$ $R_T$ increases ( $G_T$ decreases) if additional resistors are added in series Special case: two elements $R_T = R_1 + R_2$	$R \rightleftharpoons G$ $R \rightleftharpoons G$ $R \rightleftharpoons G$	$G_T = G_1 + G_2 + G_3 + \cdots + G_N$ $G_T$ increases ( $R_T$ decreases) if additional resistors are added in parallel $G_T = G_1 + G_2$ and $R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$
$I$ the same through series elements $E = V_1 + V_2 + V_3$ Largest $V$ across largest $R$	$I \rightleftharpoons V$ $E, V \rightleftharpoons I$ $V \rightleftharpoons I$ and $R \rightleftharpoons G$	$V$ the same across parallel elements $I_T = I_1 + I_2 + I_3$ Greatest $I$ through largest $G$ (smallest $R$ )
$V_x = \frac{R_x E}{R_T}$	$E, V \rightleftharpoons I$ and $R \rightleftharpoons G$	$I_x = \frac{G_x I_T}{G_T} = \frac{R_T I_T}{R_x}$ with $I_1 = \frac{R_2 I_T}{R_1 + R_2}$ and $I_2 = \frac{R_1 I_T}{R_1 + R_2}$
$P = EI_T$ $P = I^2 R$ $P = V^2 / R$	$E \rightleftharpoons I$ and $I \rightleftharpoons E$ $I \rightleftharpoons V$ and $R \rightleftharpoons G$ $V \rightleftharpoons I$ and $R \rightleftharpoons G$	$P = I_T E$ $P = V^2 G = V^2 / R$ $P = I^2 / G = I^2 R$

# 13. Rangkaian Seri-Paralel



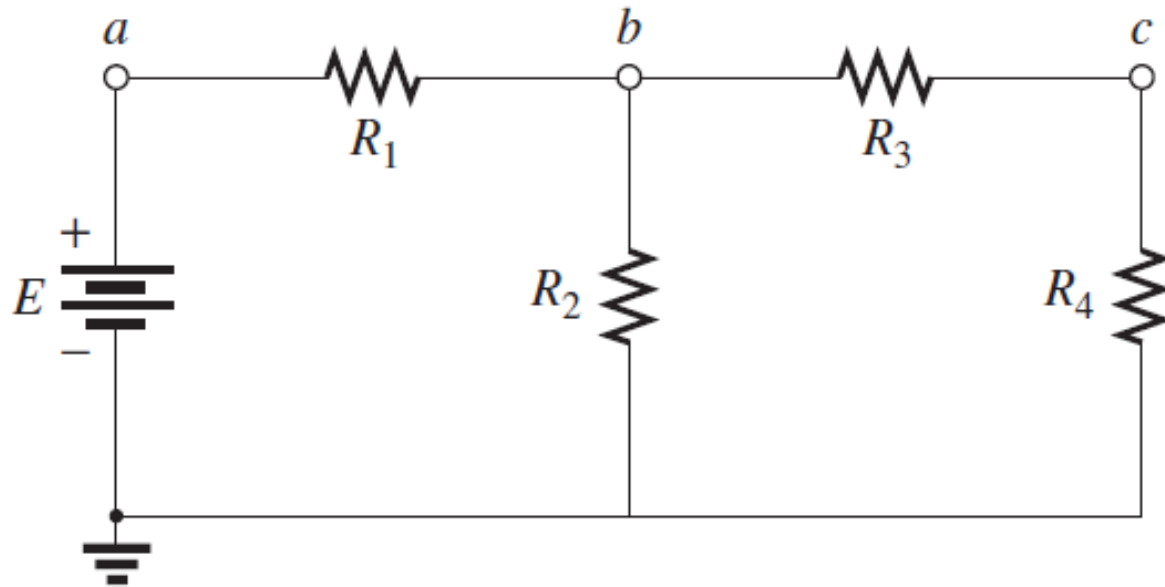
**Rangkaian Seri**



**Rangkaian Paralel**

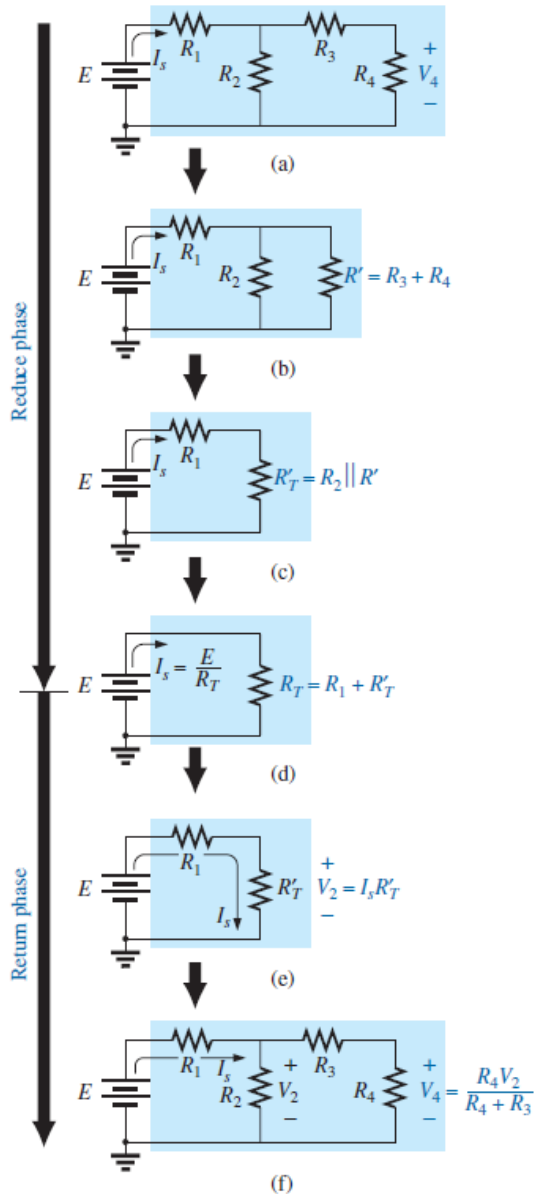
## 13.1 Pendekatan Penyederhanaan & Mengembalikan

Contoh 1 :



Gambar 1. Rangkaian DC Seri - Paralel

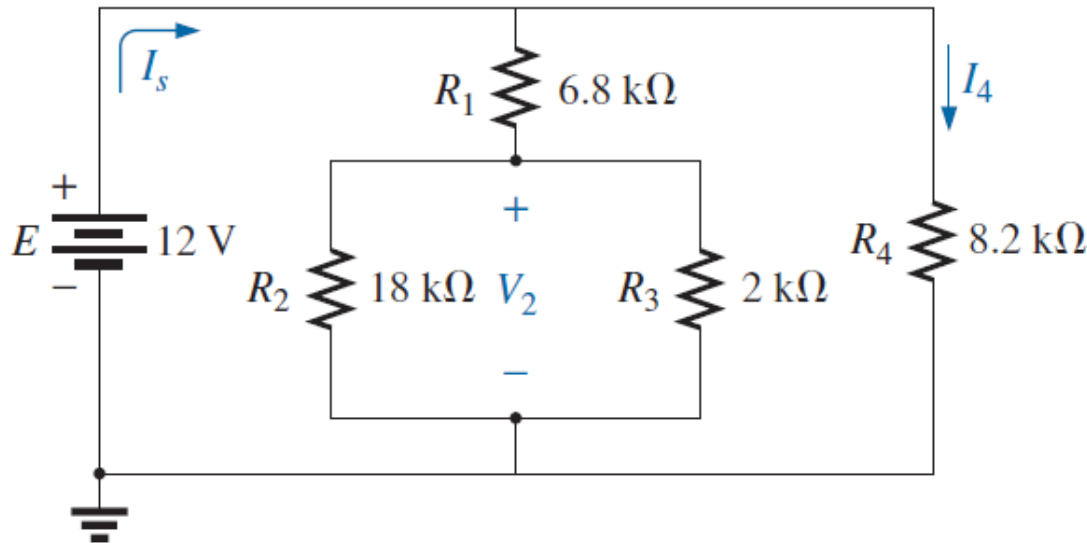
# 1. Pendekatan Penyederhanaan & Mengembalikan



## 13.1 Pendekatan Penyederhanaan & Mengembalikan

Contoh 2 : untuk rangkaian pada Gambar 2

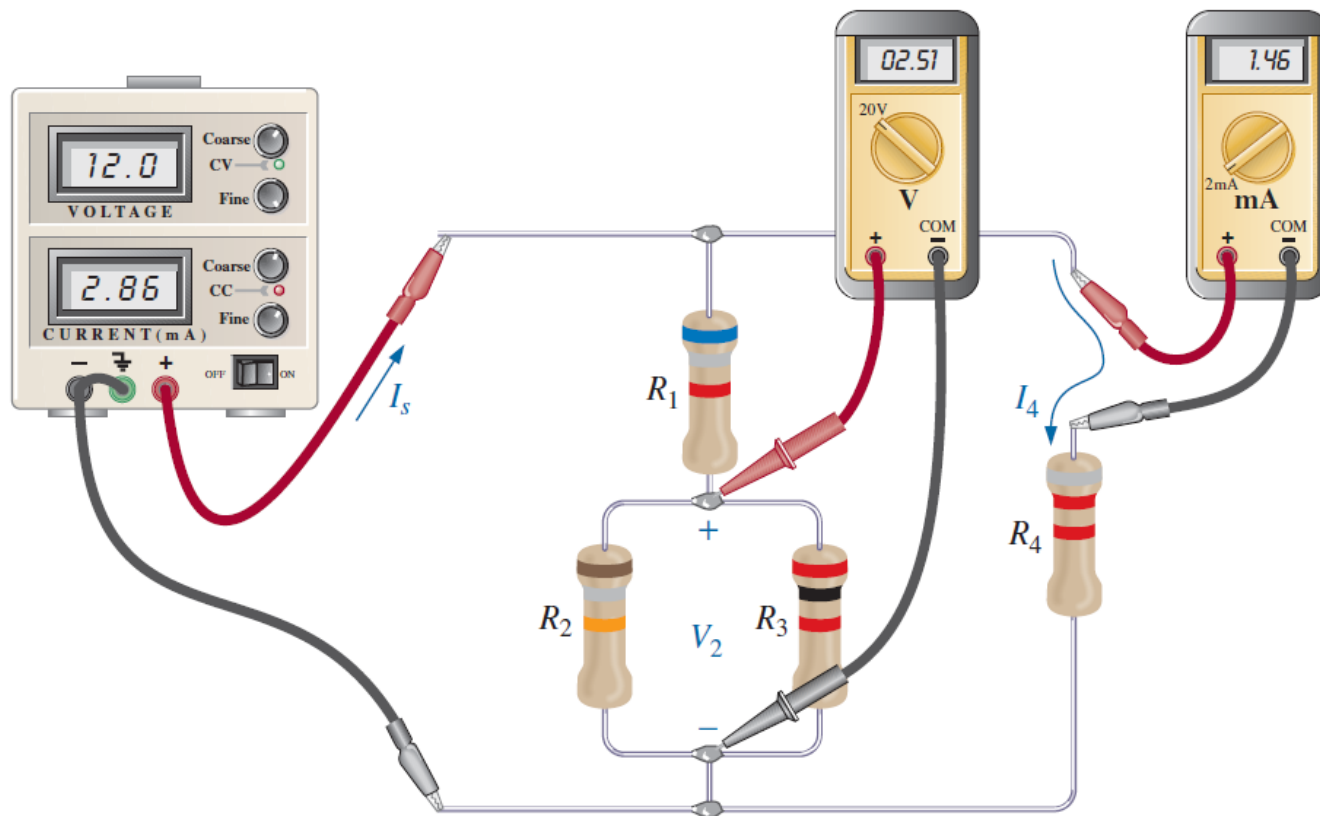
- Tentukan arus  $I_4$  dan  $I_s$  serta tegangan  $V_2$ .
- Masukkan meter untuk mengukur arus  $I_4$  dan tegangan  $V_2$ .



Gambar 2. Rangkaian DC Seri – Paralel Contoh 2

# 1. Pendekatan Penyederhanaan & Mengembalikan

Jawab 2b :



**FIG. 7.7**

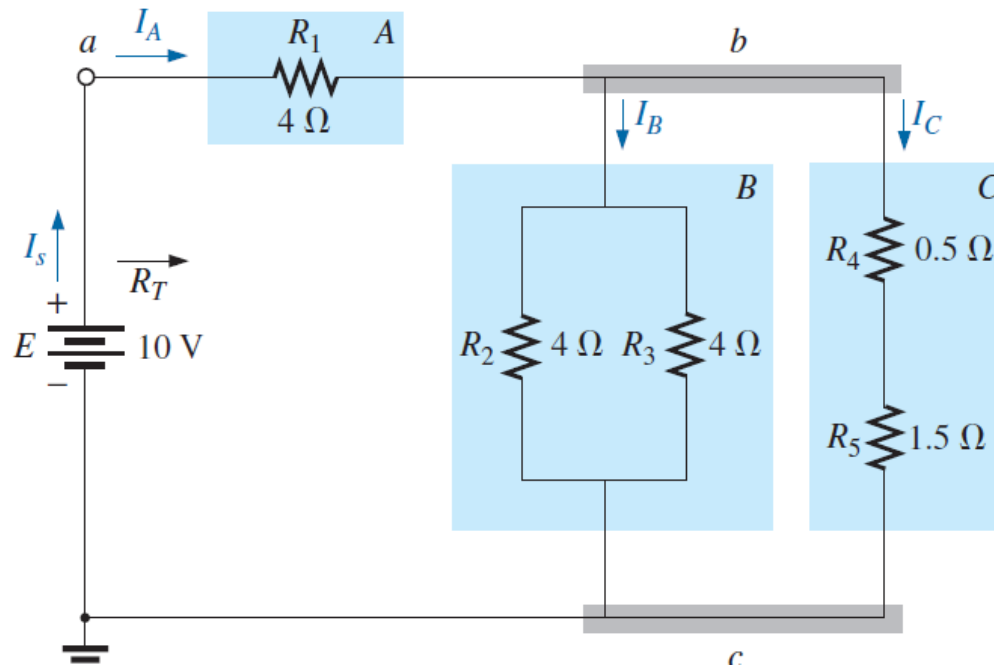
*Inserting an ammeter and a voltmeter to measure  $I_4$  and  $V_2$ , respectively.*



# 1. Pendekatan Penyederhanaan & Mengembalikan

Contoh 3 :

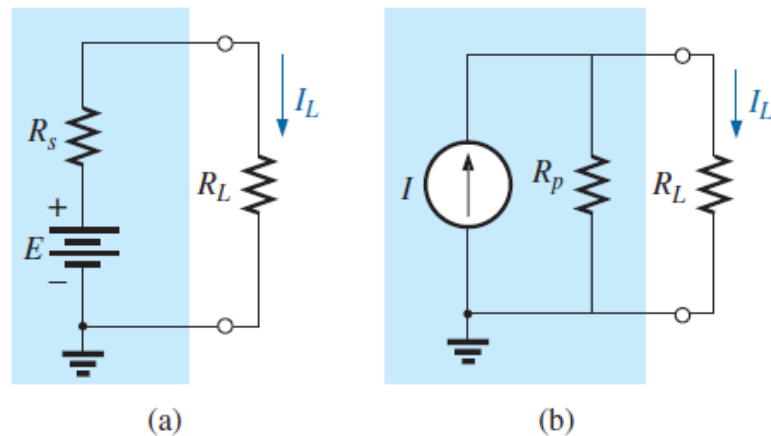
Tentukanlah arus dan tegangan rangkaian pada Gambar 3



Gambar 3. Rangkaian DC Seri – Paralel Contoh 3

### 3. Konversi Sumber

- Sumber arus ataupun sumber tegangan yang telah dijelaskan sebelumnya adalah sebuah sumber arus atau sumber tegangan tanpa resistansi internal.
- Tapi kenyataannya bahwa semua sumber, apakah sumber arus atau sumber tegangan memiliki resistansi internal yang letaknya seperti yang diperlihatkan pada Gambar 5a dan Gambar 5b.



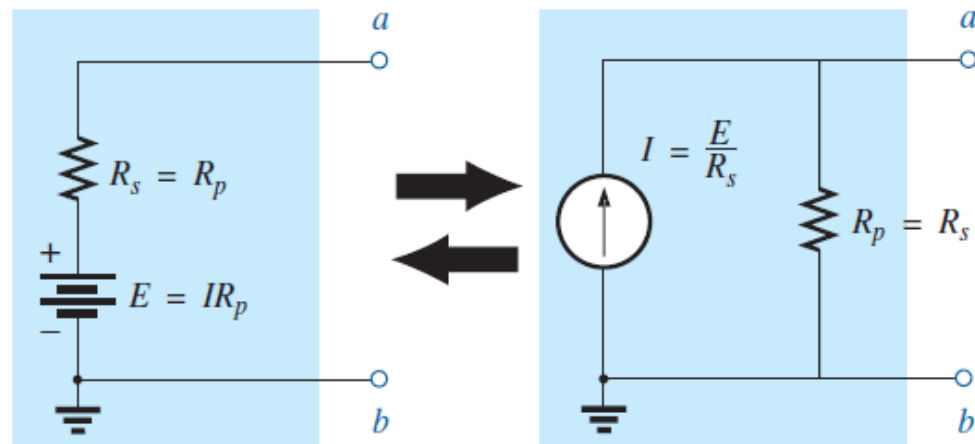
Gambar 5. Sumber praktir a) tegangan b ) arus

### 3. Konversi Sumber

- Untuk sumber tegangan, jika  $R_s = 0 \Omega$  atau cukup kecil bila dibandingkan dengan resistor seri maka dapat diabaikan sehingga kita memiliki sumber tegangan ideal.
- Untuk sumber arus, jika  $R_s = \infty \Omega$  atau cukup besar bila dibandingkan dengan resistor paralel yang lain maka dapat diabaikan sehingga kita memiliki sumber arus ideal.

### 3. Konversi Sumber

- Sebuah sumber arus yang paralel dengan resistansinya dapat di konversi menjadi sebuah sumber tegangan yang seri dengan impedansinya, berlaku pula sebaliknya sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 6.



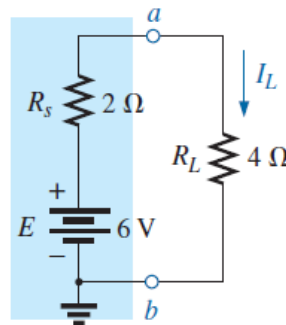
Gambar 6. Konversi sumber

### 3. Konversi Sumber

#### Contoh 5

Untuk rangkaian pada Gambar 7:

- Tentukan arus  $I_L$  ?
- Ubahlah sumber tegangan menjadi sumber arus.
- Dengan menggunakan sumber arus yang dihasilkan pada bagian (b), hitung arus yang melalui resistor beban, dan bandingkan jawabannya dengan hasil pada bagian (a).

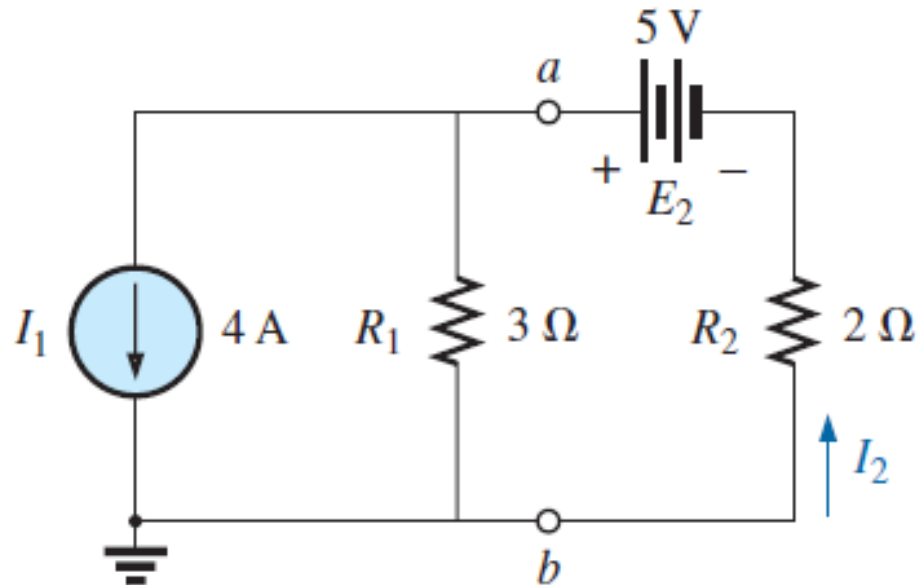


Gambar 7. Konversi sumber contoh 5

### 3. Konversi Sumber

Contoh 6

Tentukanlah  $I_2$  untuk rangkaian pada Gambar 8:



Gambar 8. Rangkaian dua sumber contoh 6

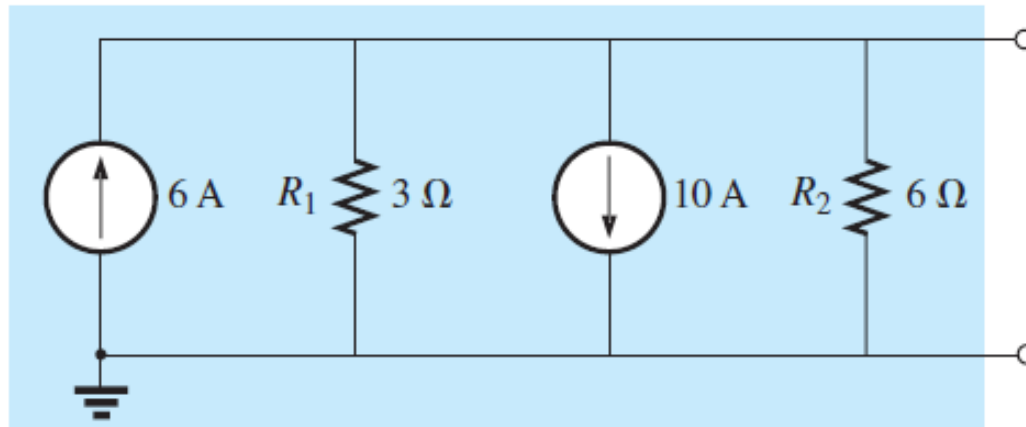
## 4. Sumber Arus Hubungan Paralel

- ❖ Dua atau lebih sumber arus yang dirangkai paralel dapat diganti dengan satu sumber arus yang besarnya ditentukan oleh selisih jumlah arus dalam satu arah dan jumlah arus dalam arah berlawanan.
- ❖ Resistansi internal paralel yang baru adalah resistansi total dari elemen resistif paralel yang dihasilkan.

## 4. Sumber Arus Hubungan Paralel

Contoh 7

Sederhanakan rangkaian Gambar 9 menjadi sumber arus tunggal ?



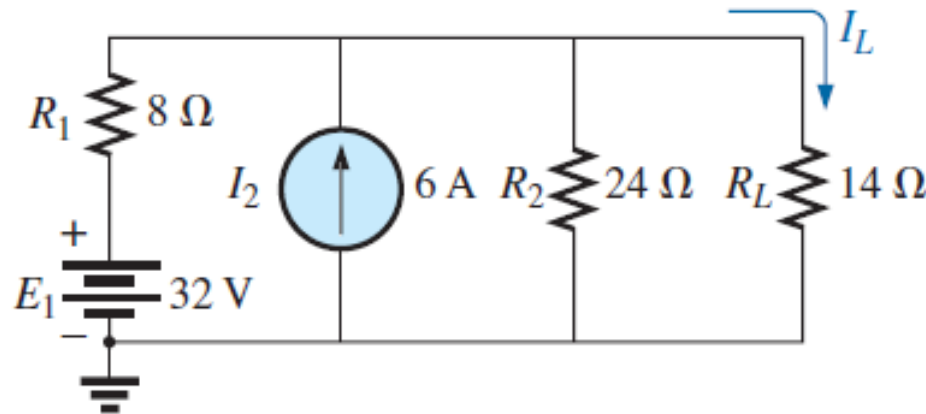
Gambar 9. Sumber arus paralel contoh 7



## 4. Sumber Arus Hubungan Paralel

### Contoh 8

Sederhanakan rangkaian Gambar 10 menjadi sumber arus tunggal dan hitunglah Arus yang melalui beban ?

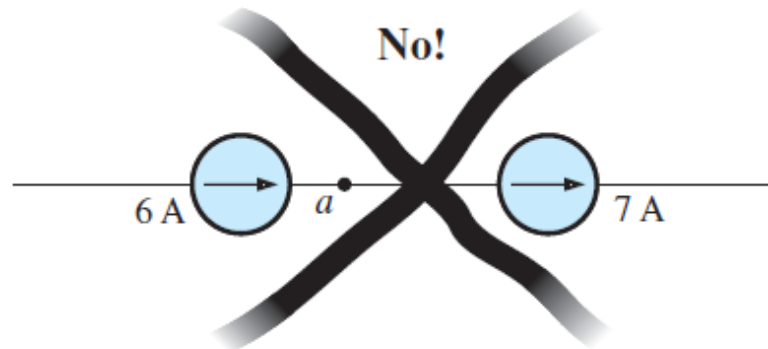


Gambar 10. Rangkaian contoh 8

## 5. Sumber Arus Hubungan Seri

- Arus yang mengalir pada suatu cabang rangkaian hanya dapat dilalui satu nilai arus.
- Kondisi yang diperlihatkan pada Gambar 11, dengan menerapkan hukum Kirchhoff tentang arus pada simpul a maka diperoleh arus yang meninggalkan simpul a lebih besar daripada arus yang menuju simpul a, dimana kondisi ini adalah tidak mungkin.

Gambar 11. Sumber arus  
hubung seri



## 5. Sumber Arus Hubungan Seri

Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa :

- Sumber-sumber arus dengan nilai nominal yang berbeda tidak dapat di hubungkan seri, demikian pula sumber-sumber tegangan dengan nilai nominal yang berbeda tidak dapat dihubung paralel.