

TOPIK 3: ELEKTRIK

3.1 ARUS & BEZA KEUPAYAAN

MEDAN ELEKTRIK

Kawasan sekitar suatu **zarah bercas** di mana sebarang cas elektrik yang berada dalam kawasan tersebut akan mengalami



(a) Aliran air paip yang halus menjadi bengkok apabila sikat yang bercas didekatkan kepadanya



(b) Rambut tertarik oleh belon yang bercas



(d) Penyedut minuman yang bercas bergerak mendekati jari yang didekatkan kepadanya



(c) Cebisan kertas tertarik ke sikat plastik yang bercas

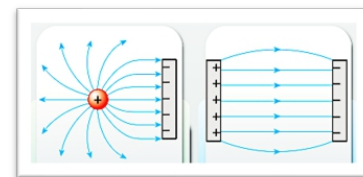
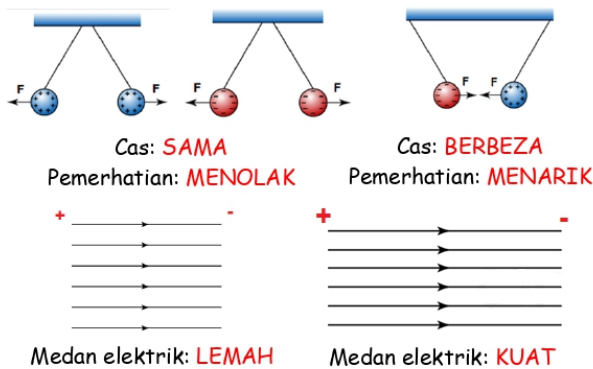
Rajah 3.1(a): Contoh kewujudan medan elektrik dalam kehidupan harian

1. Terdapat **dua** jenis cas elektrik, iaitu cas **positif** dan cas **negatif**.
2. Cas yang **sama menolak** satu sama lain.
3. Cas yang **berbeza menarik** antara satu sama lain.
4. Jasad yang **neutral** boleh tertarik dengan jasad lain yang mempunyai cas sama ada positif atau negatif.
5. Unit SI untuk aliran cas ialah **Coulomb (C)**.

CONTOH:

Cas 1 elektron = $-1.6 \times 10^{-19}C$

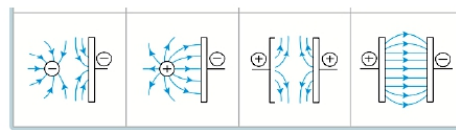
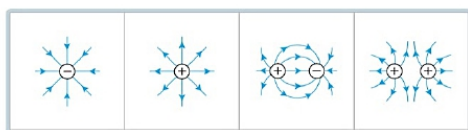
Cas 1 proton = $+1.6 \times 10^{-19}C$



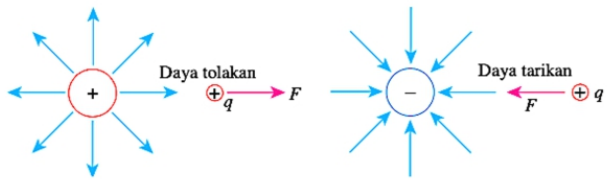
Semakin **dekat** garisan medan, semakin **kuat** medan elektrik di kawasan tersebut

TIPS SPM

Corak medan elektrik:



KEKUATAN MEDAN ELEKTRIK



$$E = \frac{F}{q} = \frac{N}{C} = N C^{-1}$$

E = kekuatan medan elektrik ($N C^{-1}$)

F = Daya elektrik (N)

q = kuantiti cas elektrik (C)

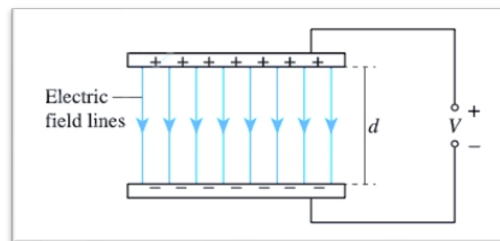
Kekuatan medan elektrik, E pada satu titik dalam medan elektrik boleh ditakrifkan sebagai **daya elektrik yang bertindak ke atas seunit cas positif yang terletak pada titik itu.**

$$E = \frac{V}{d} = \frac{V}{m} = V m^{-1}$$

E = kekuatan medan elektrik ($V m^{-1}$)

V = beza keupayaan di antara dua plat selari (V)

d = jarak di antara dua plat selari (m)



INFO



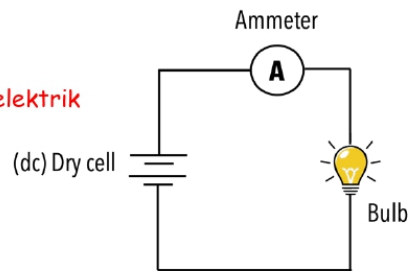
Instrumen: **Ammeter**

Kuantiti fizik: mengukur **arus elektrik**

Cara sambungan: secara **SIRI**

Unit S.I: **ampere (A)**

Symbol:



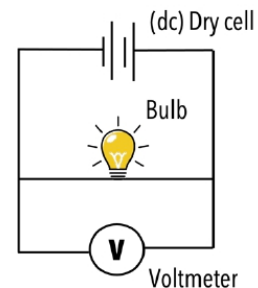
Instrumen: **Voltmeter**

Kuantiti fizik: mengukur **voltan (beza keupayaan) & daya gerak elektrik**

Cara sambungan: secara **SELARI**

Unit S.I: **Volt (V)**

Symbol:



TIPS SPM

Beza keupayaan, V:

Kerja yang dilakukan untuk menggerakkan satu coulomb cas di antara dua titik tersebut

$$V = \frac{W}{Q} = \frac{E}{Q} = \frac{E}{It} = \frac{E}{ne} = J C^{-1}$$

$$V = IR = A\Omega = \text{Volt (V)}$$

V = Voltan // Beza keupayaan (V)

I = Arus (A)

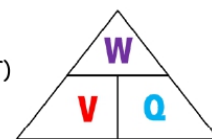
R = Rintangan (Ω)

W = Kerja // tenaga elektrik (J)

Q = Cas (Coulomb / C)

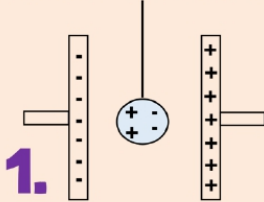
n = bilangan cas

e = electron ($1.6 \times 10^{-19} C$)

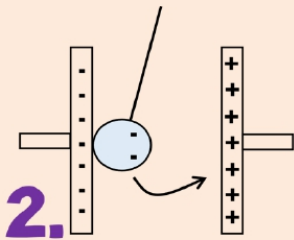


KESAN MEDAN ELEKTRIK

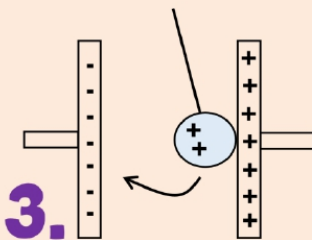
A. Kesan medan elektrik pada bola polistirena bersalut logam



- bekalan kuasa **dihidupkan**
- bebola polistirena bersalut logam yang berada di antara dua plat logam bercas tidak bergerak
- Bola polistirena adalah **neutral**



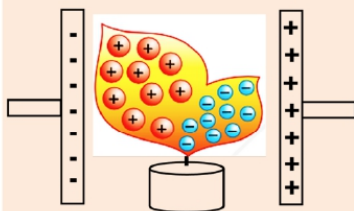
- Apabila bola polistirena menyentuh plat bercas **negatif**, bola menerima cas negatif daripada plat dan mengalami **daya tolakan**.
- Bola kemudiannya akan **bergerak ke plat bercas positif**



- Apabila bola polistirena menyentuh plat bercas **positif**, bola menerima cas positif daripada plat dan mengalami daya tolakan.
- Bola kemudiannya akan **bergerak ke plat bercas negatif**

4. Proses ini terus berulang (**berayun**) sehingga **bekalan kuasa dimatikan**

B. Kesan medan elektrik pada nyalaan lilin



Pemerhatian:

Api lilin terbelah kepada dua bahagian dalam arah bertentangan. Bahagian yang tertarik ke plat negatif adalah lebih besar daripada bahagian api yang tertarik ke plat positif.

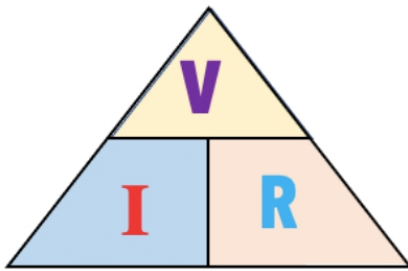
Penjelasan:

- Habu api mengionkan molekul udara untuk menjadi cas positif dan negatif.
- Cas positif tertarik ke plat negatif manakala cas negatif tertarik ke plat positif.
- Api ini tersebar dalam dua arah bertentangan tetapi lebih kepada plat negatif.
- Cas positif adalah lebih berat daripada cas negatif. Ini menyebabkan penyebaran api tidak sekata.

3.2 RINTANGAN

HUKUM OHM

Arus elektrik, I yang mengalir melalui konduktor adalah berkadar terus dengan beza keupayaan, V merentasi hujung konduktor jika suhu dan keadaan fizikal lain kekal malar



- Pemalar ini dikenali sebagai rintangan, R konduktor.
- Rintangan ditakrifkan sebagai nisbah beza keupayaan merentasi konduktor semasa, arus, I mengalir melalui konduktor.

$$R = \frac{V}{I} \text{ atau } V = IR$$

di mana:

V = Beza keupayaan [V]

I = Arus [A]

R = Rintangan [Ω]

- Unit untuk rintangan ialah volt per ampere ($V A^{-1}$) atau ohm (Ω).

	Konduktor Ohmik	Konduktor bukan Ohmik
Litar elektrik		
Graf	<p>V berkadar terus dengan I</p>	<p>V bertambah dengan I</p>
Kecerunan graf	Rintangan: tetap	Rintangan: bertambah
Kadar peningkatan voltan	Tetap	Bertambah

TIPS SPM

Konduktor Ohmik

- = mematuhi Hukum Ohm
- = contoh: perak (silver), kuprum, nikrom, konstantan & aluminium
- = Rintangan malar apabila arus meningkat

Konduktor bukan Ohmik (P3 SPM 2023)

- = tidak mematuhi Hukum Ohm
- = contoh: transistor, semikonduktor, diod, Filamen mentol (tungsten)
- = Rintangan meningkat apabila arus meningkat

RINTANGAN

Nisbah beza keupayaan merentasi konduktor itu terhadap arus elektrik yang mengalir melaluinya

$$V = IR$$

$$V = I(\text{bertambah}) R (\text{berkurang})$$

1. Rintangan suatu pengalir adalah ukuran keupayaan konduktor untuk menentang aliran arus elektrik melaluinya.
2. Dari formula $V = IR$, arus, I adalah berkadar songsang dengan rintangan, R .
3. Apabila nilai rintangan, R adalah besar, arus, I yang mengalir dalam konduktor adalah kecil.

Rintangan **berkurang**



Aliran arus **bertambah**

Rintangan **bertambah**



Aliran arus **berkurang**

FAKTOR YANG MEMPENGARUHI RINTANGAN

FAKTOR	HYPOTHESIS	GRAPH
Panjang konduktor, l	Semakin panjang konduktor, semakin tinggi rintangan Rintangan <u>berkadar terus</u> dengan panjang konduktor	
Luas keratan rentas konduktor, A	Semakin besar luas keratan rentas, lebih rendah rintangan Rintangan adalah <u>berkadar songsang</u> dengan luas keratan rentas konduktor	
Jenis bahan konduktor (resistiviti, ρ)	Konduktor yang berbeza dengan keadaan fizikal yang sama mempunyai rintangan yang berbeza	
Suhu konduktor	Suhu konduktor yang lebih tinggi, semakin tinggi rintangan	

TIPS SPM

$$R = \frac{\rho l}{A}$$

ρ = kerintangan ($\Omega \text{ cm}$)

l = panjang (cm)

A = luas keratan rentas (cm^2)

$$V = IR \therefore V = I \frac{\rho l}{A}$$

1. Apabila panjang wayar bertambah, rintangan, bertambah.
Jadi aliran arus akan berkurangan.
2. Apabila luas keratan rentas wayar bertambah, rintangan berkurang.
Jadi aliran arus akan bertambah.
3. Arus bergantung kepada rintangan.

A: EKSPERIMEN PANJANG DAWAI DAN RINTANGAN DAWAI

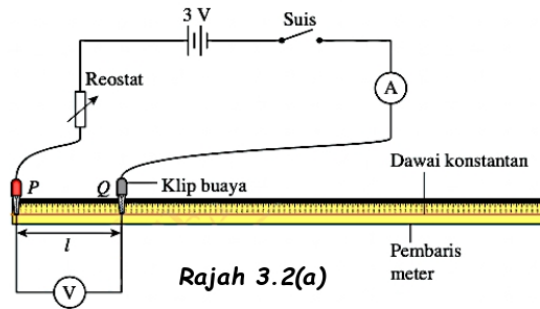
Inferens: Rintangan suatu dawai bergantung pada panjang dawai

Hipotesis: Semakin panjang dawai, semakin besar rintangan dawai

Tujuan: Mengkaji hubungan antara panjang dawai dengan rintangan dawai

Pemboleh ubah:

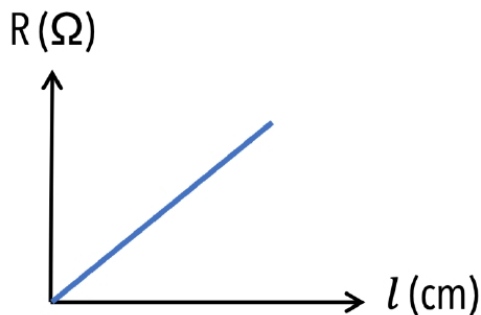
- (a) Dimanipulasikan: Panjang dawai, L
- (b) Bergerak balas: Rintangan, R
- (c) Dimalarkan: Diameter dawai, kerintangan dawai & suhu dawai



Prosedur:

1. Alat radas disusun seperti Rajah 3.2(a).
2. Laraskan klip buaya P dan Q supaya panjang dawai, $L = 20.0$ cm
3. Hidupkan suis dan laraskan reostat sehingga arus, I yang mengalir dalam litar ialah 0.5 A.
4. Rekodkan nilai beza keupayaan merentasi dawai dalam Jadual 3.6.
5. Ulangi langkah 2 hingga 4 bagi panjang dawai konstantan yang berbeza, $L = 40.0$ cm, 60.0 cm, 80.0 cm dan 100.0 cm.
6. Hitungkan rintangan, $R = \frac{V}{I}$

L / cm	V / V	I / A	R / Ω
20.0			
40.0			
60.0			
80.0			
100.0			



Rintangan berkadar terus dengan panjang konduktor

TIPS SPM

1. Panjang dawai konduktor bertambah, rintangan bertambah.
2. Rintangan bertambah, arus yang mengalir berkurang.
3. Rintangan bertambah, tenaga haba bertambah.

B: EKSPERIMEN LUAS KERATAN RENTAS DAWAI DAN RINTANGAN DAWAI

Inferens: Rintangan suatu dawai bergantung pada luas keratan rentas dawai

Hipotesis: Semakin besar luas keratan rentas dawai, semakin besar rintangan dawai

Tujuan: Mengkaji hubungan antara luas keratan rentas dawai dengan rintangan dawai

Pemboleh ubah:

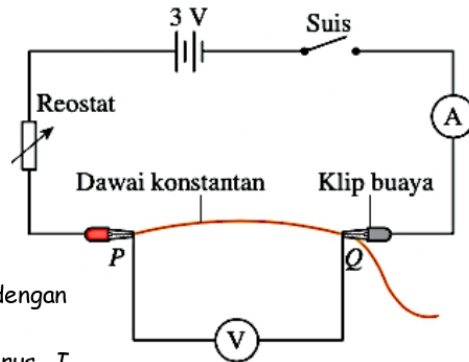
(b) Dimanipulasikan: Luas keratan rentas dawai, A

(b) Bergerak balas: Rintangan, R

(c) Dimalarkan: Panjang dawai, kerintangan dawai & suhu dawai

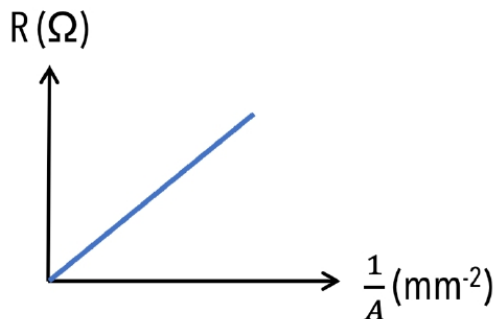
Prosedur:

1. Alat radas disusun seperti Rajah 3.2(b).
2. Sambungkan seutas dawai konstantan s.w.g. 22 dengan panjang 25 cm di antara P dengan Q.
3. Hidupkan suis dan laraskan reostat sehingga arus, I yang mengalir dalam litar ialah 0.5 A.
4. Rekodkan nilai beza keupayaan merentasi dawai.
5. Ulangi langkah 2 hingga 4 menggunakan dawai konstantan s.w.g. 24, s.w.g. 26, s.w.g. 28 dan s.w.g. 30.
6. Berdasarkan diameter yang diberi dalam Jadual 3.7, hitungkan luas keratan rentas dawai, $A = \pi j^2$
7. Hitungkan rintangan, $R = \frac{V}{I}$ untuk lima set data yang diperolehi (j = jejari dawai).



Rajah 3.2(b)

s.w.g	d / mm	A / mm^2	V / V	I / A	R / Ω
22	0.711				
24	0.559				
26	0.457				
28	0.376				
30	0.315				



Rintangan berkadar songsang dengan luas keratan rentas dawai

TIPS SPM

1. Luas keratan rentas dawai bertambah, rintangan berkurang.
2. Rintangan berkurang, arus yang mengalir bertambah.

C: EKSPERIMEN KERINTANGAN DAWAI DAN RINTANGAN DAWAI

Inferens: Rintangan suatu dawai bergantung pada kerintangan dawai

Hipotesis: Semakin besar kerintangan dawai, semakin besar rintangan dawai

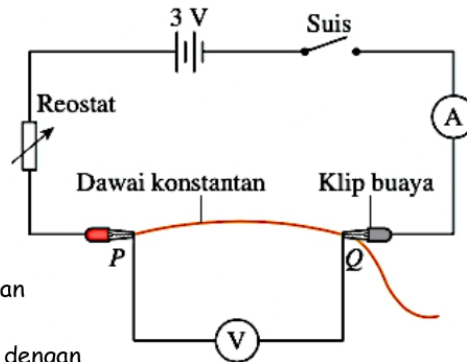
Tujuan: Mengkaji hubungan antara kerintangan dawai dengan rintangan dawai

Pemboleh ubah:

- (c) Dimanipulasikan: Kerintangan dawai, ρ
- (b) Bergerak balas: Rintangan, R
- (c) Dimalarkan: Panjang dawai, suhu dawai & Luas keratan rentas dawai

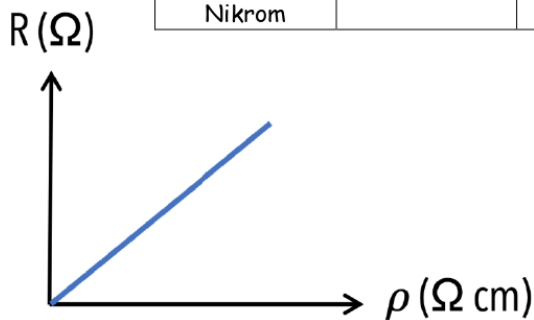
Prosedur:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.2(c).
2. Laraskan panjang dawai konstantan di antara P dengan Q supaya panjang, $l = 30.0$ cm.
3. Hidupkan suis dan laraskan reostat sehingga arus, I yang mengalir dalam litar ialah 0.5 A.
4. Rekodkan nilai beza keupayaan merentasi dawai, V .
5. Ulangi langkah 2 hingga 4 dengan dawai nikrom.
6. Hitungkan rintangan, $R = \frac{V}{I}$ bagi setiap jenis dawai.



Rajah 3.2(c)

Jenis dawai	V / V	I / A	R / Ω
Konstantan			
Nikrom			



Rintangan berkadar terus dengan kerintangan dawai

TIPS SPM

1. Kerintangan dawai bertambah, rintangan bertambah.
2. Rintangan bertambah, arus yang mengalir berkurang.
3. Kerintangan bertambah, tenaga haba bertambah.
4. Kerintangan: Nikrom > konstantan > Kuprum

APLIKASI KERINTANGAN DALAM DAWAI DALAM KEHIDUPAN HARIAN



Elemen pemanas di dalam periuk nasi

Bahan konduktor yang mempunyai kerintangan dan takat lebur yang tinggi serta tahan lama.



Wayar penyambung

Wayar penyambung terdiri daripada dawai-dawai logam yang halus.

Dawai kuprum digunakan kerana mempunyai kerintangan rendah bagi mengelakkan dawai menjadi cepat panas apabila arus mengalir melaluinya.

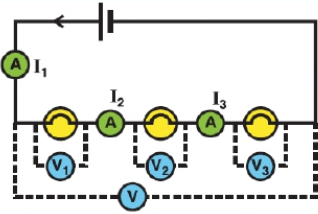
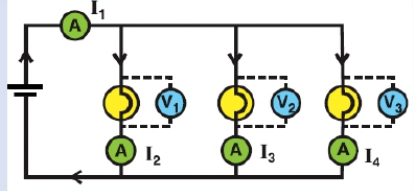
PERBANDINGAN ANTARA BAHAN BUKAN KONDUKTOR, SEMIKONDUKTOR, KONDUKTOR DAN SUPERKONDUKTOR

BUKAN KONDUKTOR	SEMIKONDUKTOR	KONDUKTOR	SUPERKONDUKTOR
<p>tidak mengkonduksikan elektrik (penebat yang baik)</p>	<p>mengkonduksikan elektrik lebih baik daripada penebat tetapi tidak sebaik konduktor</p>	<p>mengkonduksikan elektrik</p>	<p>mengkonduksikan elektrik tanpa mengalami sebarang rintangan</p>
<p>kerintangan (ρ) tinggi</p>	<p>konduktor $< \rho <$ penebat</p>	<p>kerintangan (ρ) rendah</p>	<p>$\rho = 0$ (pada suhu kritikal)</p>
<p>Contoh: plastik & kayu</p>	<p>Contoh: silikon & germanium</p>	<p>Contoh: besi & karbon</p>	<p>Contoh: cesium apabila berada pada atau di bawah suhu 1.5 K.</p>
			

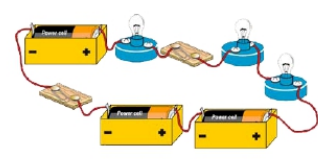
TIPS SPM

1. **Konduktor (pengalir) yang baik** mempunyai rintangan yang **rendah**.
2. **Konduktor (pengalir) yang lemah** mempunyai rintangan yang **tinggi**.

ALIRAN ARUS DAN BEZA KEUPAYAAN DALAM SIRI DAN LITAR SELARI

CIRI-CIRI	LITAR SIRI	LITAR SELARI
Litar		
Aliran arus	<p>arus yang mengalir melalui setiap mentol / perintang adalah sama</p> $I = I_1 = I_2 = I_3$	<p>Aliran arus di litar sama dengan jumlah arus yang melalui mentol / perintang selari di setiap simpang</p> $I = I_1 + I_2 + I_3$
Beza keupayaan	<p>Beza keupayaan yang dibekalkan oleh sel kering dikongsi bersama oleh semua mentol / perintang.</p> $V = V_1 + V_2 + V_3$	<p>Beza keupayaan adalah sama untuk setiap mentol / perintang</p> $V = V_1 = V_2 = V_3$
Rintangan	<p>Jika Hukum Ohm digunakan secara berasingan untuk setiap mentol / perintang, kita akan dapat:</p> $V = V_1 + V_2 + V_3$ $IR = IR_1 + IR_2 + IR_3$ <p>Jika setiap istilah dalam persamaan itu dibahagikan dengan arus, I kita akan dapat rintangan berkesan</p> $R = R_1 + R_2 + + R_3$	<p>Jika Hukum Ohm digunakan secara berasingan untuk setiap mentol / perintang, kita akan mendapat:</p> $I = I_1 + I_2 + I_3$ $\frac{V}{R} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}$ <p>Jika setiap istilah dalam persamaan itu dibahagikan dengan V, kita akan dapat rintangan berkesan</p> $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

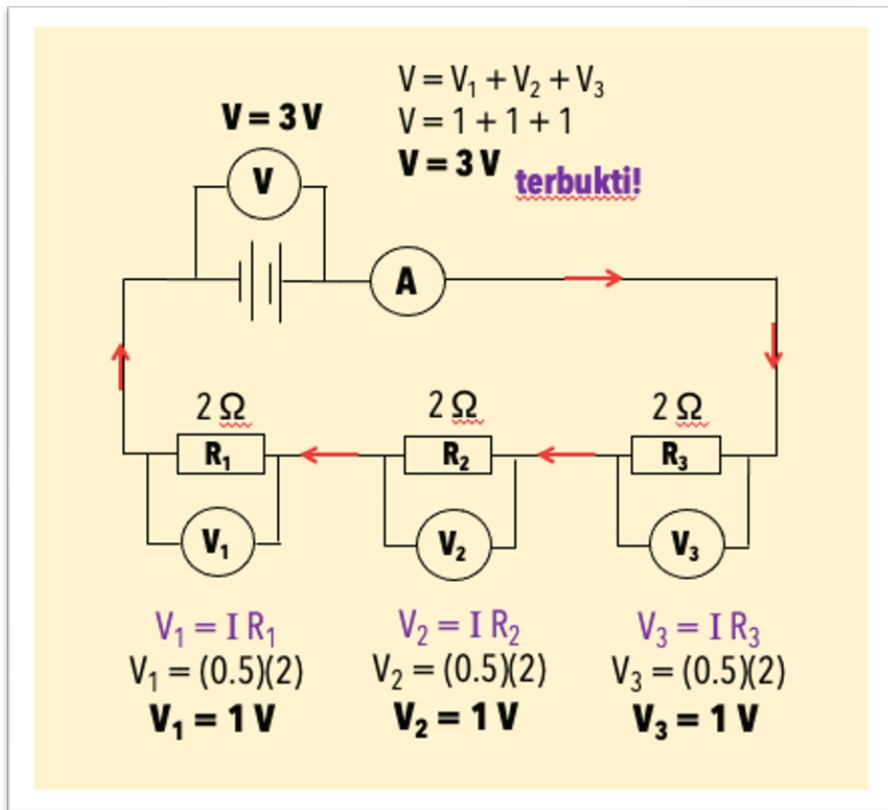
TIPS SPM



- Mentol disambung secara siri:
1. Satu mentol terbakar, semua mentol tidak menyala
 2. Arus yang mengalir adalah sama bagi setiap mentol walaupun mempunyai rintangan yang berbeza.

MENYELESAIKAN MASALAH YANG MELIBATKAN LITAR SIRI DAN SELARI

Litar **SIRI** (perintang sama = rintangan yang sama)



V = IR

Arus yang mengalir adalah **SAMA**

$I = I_1 = I_2 = I_3$
 $V = V_1 + V_2 + V_3$
 $R_e = R_1 + R_2 + R_3$

$R_e = R_1 + R_2 + R_3$

$R_e = 2 + 2 + 2$

$R_e = 6 \Omega$

$V = IR_e$

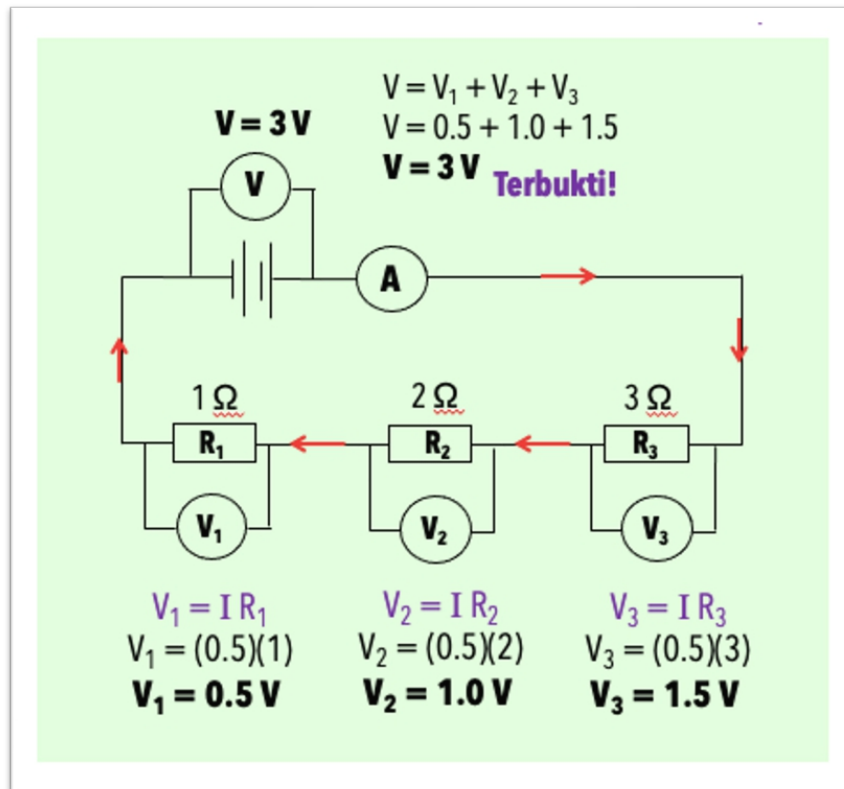
$I = \frac{V}{R_e} = \frac{3}{6}$

I = 0.5 A

Arus yang mengalir pada R_1, R_2 & R_3

MENYELESAIKAN MASALAH YANG MELIBATKAN LITAR SIRI DAN SELARI

Litar **SIRI** (perintang **TIDAK** sama = rintangan yang **TIDAK** sama)



V = IR

Arus yang mengalir adalah **SAMA**

$I = I_1 = I_2 = I_3$
 $V = V_1 + V_2 + V_3$
 $R_e = R_1 + R_2 + R_3$

Rintangan **bertambah**,
 Beza keupayaan **bertambah**

$R_e = R_1 + R_2 + R_3$

$R_e = 1 + 2 + 3$

$R_e = 6\ \Omega$

$V = IR_e$

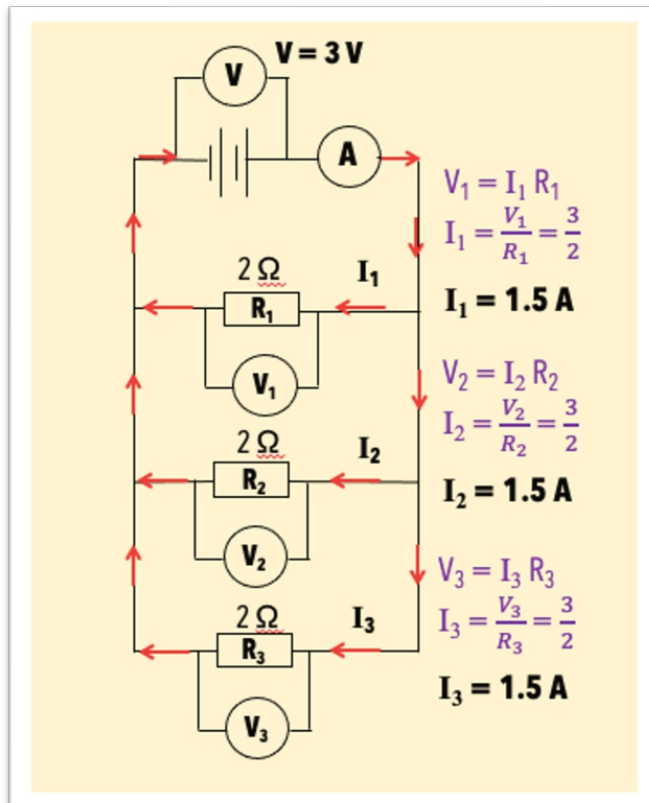
$I = \frac{V}{R_e} = \frac{3}{6}$

$I = 0.5\text{ A}$

Arus yang mengalir pada R_1 , R_2 & R_3

MENYELESAIKAN MASALAH YANG MELIBATKAN LITAR SIRI DAN SELARI

Litar **SELARI** (perintang sama = rintangan yang sama)



V = IR

Beza keupayaan adalah **SAMA**

$V = V_1 = V_2 = V_3$

$V = 3V$

$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R}$

$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}$

$\frac{1}{R_e} = \frac{3}{2}$

$R_e = 0.67 \Omega$

$V = IR_e$

$I = \frac{V}{R_e} = \frac{3}{0.67}$

$I = 4.48 A \approx 4.5 A$

$V = V_1 = V_2 = V_3$
 $I = I_1 + I_2 + I_3$
 $\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

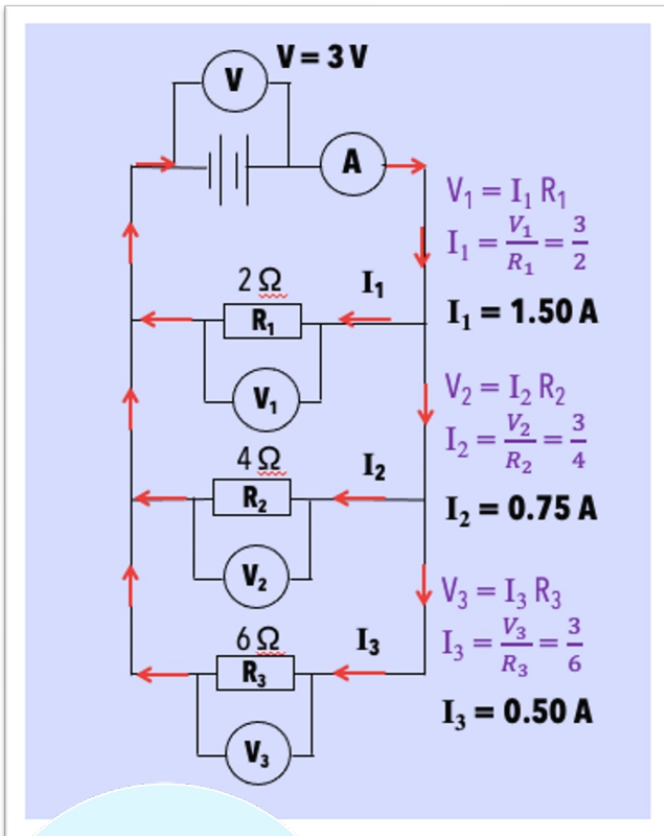
$I = I_1 + I_2 + I_3$

$I = 1.5 + 1.5 + 1.5$

$I = 4.5 A$ Terbukti!

MENYELESAIKAN MASALAH YANG MELIBATKAN LITAR SIRI DAN SELARI

Litar **SELARI** (perintang **TIDAK** sama = rintangan yang **TIDAK** sama)



V = IR

Beza keupayaan adalah **SAMA**

$V = V_1 = V_2 = V_3$

$V = 3V$

$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R}$

$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{6}$

$\frac{1}{R_e} = \frac{11}{12}$

$R_e = 1.09 \Omega$

$V = IR_e$

$I = \frac{V}{R_e} = \frac{3}{1.09}$

$I = 2.75 A$

$V = V_1 = V_2 = V_3$
 $I = I_1 + I_2 + I_3$
 $\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

$I = I_1 + I_2 + I_3$

$I = 1.50 + 0.75 + 0.50$

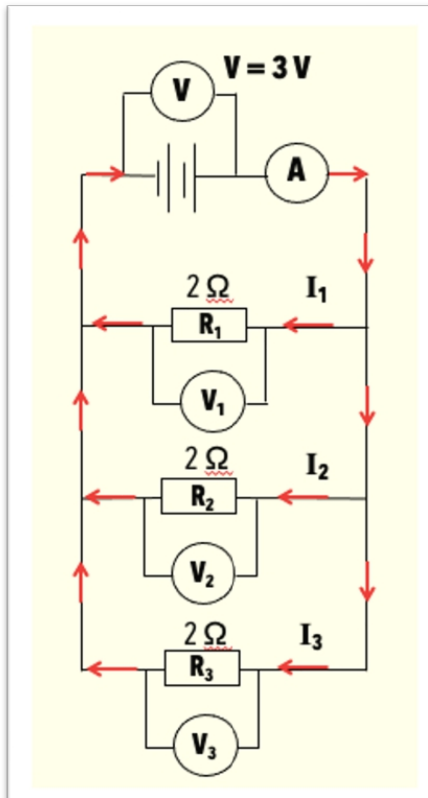
$I = 2.75 A$ *Terbukti!*

Rintangan **berkurang**,
Arus **bertambah**

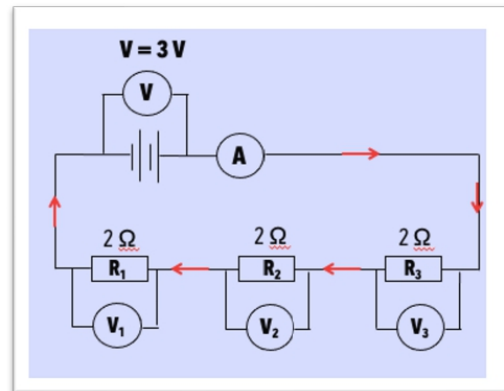
TIPS SPM

1. Kebanyakan peralatan elektrik di rumah yang disambung secara selari. Ini adalah kerana sambungan selari akan menghasilkan rintangan berkesan yang rendah.
2. Oleh itu, arus yang lebih tinggi akan mengalir dengan rintangan yang lebih kecil dan menghasilkan mentol yang lebih cerah dalam litar selari.
3. Jika salah satu daripada peralatan elektrik yang rosak, kelengkapan elektrik yang lain tidak akan terjejas.

PERBANDINGAN LITAR SIRI DAN SELARI



Rajah A



Rajah B

Litar:

Rajah 1 = Selari

Rajah 2 = Siri

Beza keupayaan (V_1): Rajah 1 > Rajah 2

Rintangan berkesan (R_e): Rajah 2 > Rajah 1

Arus (I): Rajah 1 > Rajah 2

TIPS SPM

1. Sambungan litar secara selari, rintangan berkesan berkurang
2. Sambungan litar secara selari, arus bertambah
3. Rintangan berkesan berkurang, arus bertambah

3.3 DAYA GERAK ELEKTRIK (d.g.e) & RINTANGAN DALAM

1. Sebuah mentol akan menyala apabila ia disambungkan secara siri dengan sel seperti yang ditunjukkan dalam gambar rajah.
2. Sel adalah sumber tenaga dan mentol adalah peranti menghasilkan tenaga.
3. Cas elektrik yang mengalir memindahkan tenaga litar daripada sumber kepada peranti.
4. Kerja dilakukan oleh sumber dalam membawa cas sekitar litar yang lengkap.
Kerja ini dilakukan dikenali sebagai daya gerak elektrik (d.g.e).

$$\epsilon = \frac{E}{Q} = JC^{-1}$$

ϵ = Daya gerak elektrik (V)
 E = Tenaga elektrik (J)
 Q = Cas (Coulomb / C)



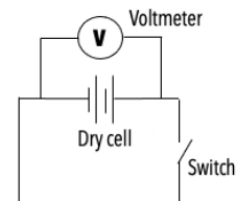
Instrumen: **Voltmeter**

Kuantiti fizik: mengukur **voltan (beza keupayaan) & daya gerak elektrik**

Cara sambungan: secara **SELARI** dengan sel kering

Unit S.I: **Volt (V)**

Symbol:



Voltmeter disambung secara SELARI dengan sel kering

Contoh sumber daya gerak elektrik:



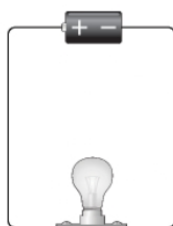
Sel kering



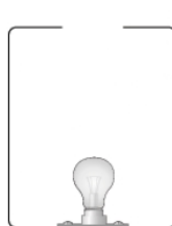
Bateri litium-ion



Plumbum-asid accumulator



Incomplete circuit



No battery



Complete circuit

Mentol hanya akan menyala jika terdapat bateri dan litar yang lengkap.

TIPS SPM

1. Tiada aliran arus dalam litar terbuka. Bacaan voltmeter ialah bacaan sel kering (bateri).
2. Apabila terdapat arus, bacaan voltmeter akan berkurang kerana beza keupayaan hilang di seluruh rintangan dalam, r sel kering.

EKSPERIMEN DAYA GERAK ELEKTRIK DAN RINTANGAN DALAM

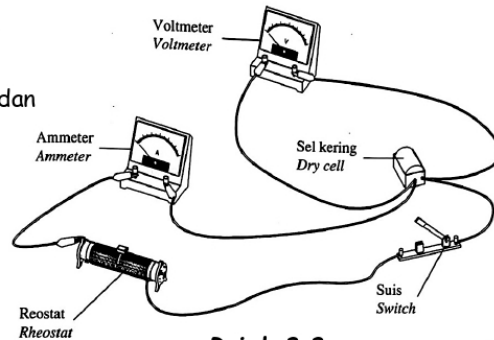
Inferens: Beza keupayaan bergantung pada arus

Hipotesis: Semakin besar arus, semakin berkurang beza keupayaan

Tujuan: menentukan daya gerak elektrik (d.g.e), E dan rintangan dalam, r bagi suatu sel kering

Pemboleh ubah:

- (d) Dimanipulasikan: arus, I
- (b) Bergerak balas: Beza keupayaan, V
- (c) Dimalarkan: Bilangan bateri yang digunakan

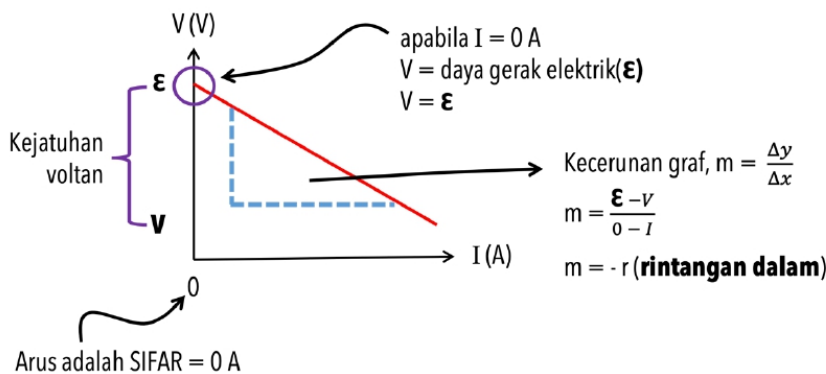


Rajah 3.3

Prosedur:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.3.
2. Pastikan bacaan awal ammeter dan voltmeter adalah sifar sebelum sambungan litar dibuat.
3. Tutup suis pada litar, kemudian catatkan bacaan awal voltmeter, V_0 dan bacaan awal ammeter, I_0 .
4. Seterusnya, suis dihidupkan dan rheostat dilaraskan sehingga arus mengalir melaluinya ialah 0.2 A. Catatkan bacaan voltmeter, V_1
5. Eksperimen diulang dengan melaraskan rheostat bagi empat nilai arus yang berbeza, iaitu $I = 0.4 \text{ A}$, 0.6 A , 0.8 A dan 1.0 A .

I / A	V / V
0.2	
0.4	
0.6	
0.6	
1.0	

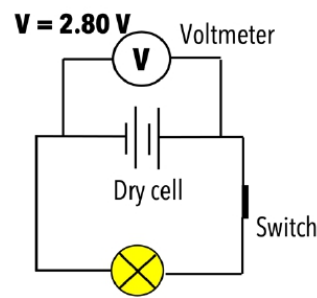
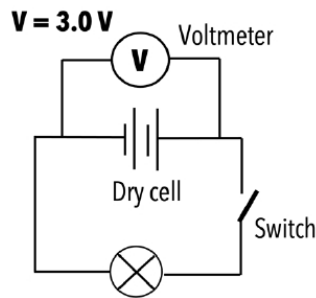


Daripada graf:
 $Y = mX + C$
 $V = (-r)I + \epsilon$
 $\epsilon = V + Ir$
 $\epsilon = IR + Ir$
 $\epsilon = I(R + r)$

TIPS SPM

1. Soalan praktikal Fizik SPM 2021 (daya gerak elektrik dan rintangan dalam)

PERBEZAAN ANTARA DAYA GERAK ELEKTRIK DAN BEZA KEUPAYAAN



SUIS	TUTUP	BUKA
Litar	Litar terbuka	Litar tertutup
arus	TIDAK mengalir	Mengalir
Mentol	TIDAK menyala	menyala
Bacaan voltmeter	Tinggi ($V = 3.0 V$)	Rendah ($V = 2.80 V$)
Kuantiti fizik yang ditunjukkan oleh voltmeter	Daya gerak elektrik	Voltan // beza keupayaan
Perubahan tenaga	Tenaga kimia \rightarrow Tenaga elektrik	Tenaga elektrik \rightarrow Tenaga haba

- ❑ Tiada aliran arus dalam litar terbuka. Bacaan voltmeter ialah bacaan sel (bateri).
- ❑ Apabila terdapat aliran arus, bacaan voltmeter akan berkurangan kerana beza keupayaan yang hilang merentasi rintangan dalaman, r sel kering.

RINTANGAN DALAM

rintangan yang disebabkan oleh **elektrolit** dalam sel kering

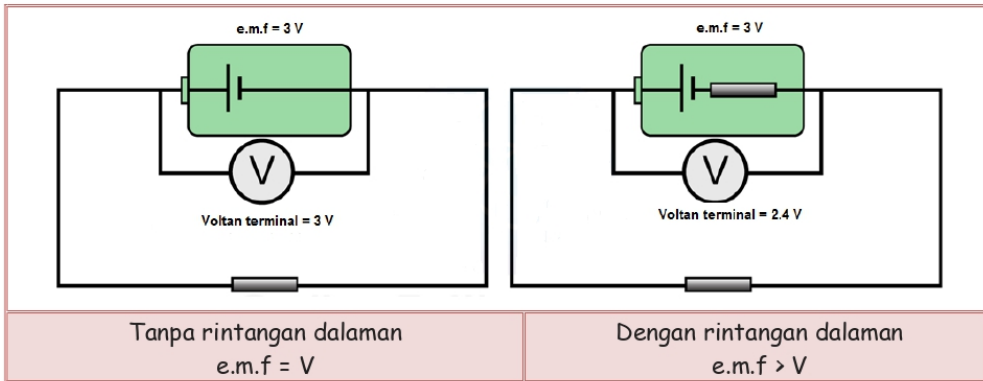
- ❑ kehilangan tenaga (haba) dalam sel kering kerana kerja perlu dilakukan untuk menggerakkan satu cas coulomb terhadap rintangan dalam sel kering
- ❑ beza keupayaan merentasi terminal sel kering menjadi kurang daripada e.m.f., \mathcal{E} apabila arus mengalir dalam litar lengkap

TIPS SPM

PERSAMAAN ANTARA DAYA GERAK ELEKTRIK DAN BEZA KEUPAYAAN

Mempunyai **unit yang sama** (Volt)
Boleh diukur dengan: **Voltmeter**

RINTANGAN DALAM DAN KEJATUHAN BEZA KEUPAYAAN

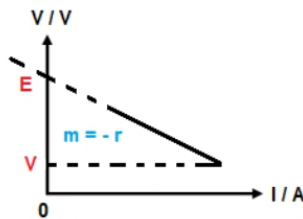


1. Jika rintangan dalaman diabaikan, beza keupayaan terminal adalah sama dengan emf
2. Jika rintangan dalaman hadir, beza keupayaan terminal akan lebih rendah daripada emf
3. Hubungan antara e.m.f. dan beza keupayaan terminal diberikan oleh persamaan berikut.

$E = V + Ir$ atau $E = IR + Ir$

Dimana:

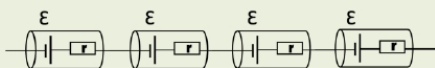
- E = d.g.e
- V = terminal beza keupayaan
- I = arus mengalir dalam litar
- r = rintangan dalam
- R = ritangan beban



meningkat.

- b) Apabila arus = 0 A, V adalah bacaan d.g.e.
- c) E adalah d.g.e dan V adalah penurunan voltan.
- d) Kecerunan graf adalah rintangan dalaman.

$$m = -r = -\left(\frac{E - V}{I}\right)$$



Sambungan sel kering: **SIRI**

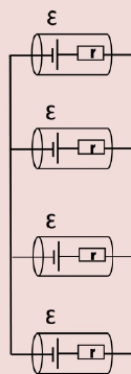
Rintangan dalam berkesan,

$$r_e = r + r + r + r$$

$$r_e = 4r$$

Jumlah d.g.e., $\epsilon = 4\epsilon$

Rintangan dalam berkesan **bertambah**,
Arus **berkurang**



Sambungan sel kering: **SELARI**

Rintangan dalam berkesan,

$$\frac{1}{r_e} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r} + \frac{1}{r} + \frac{1}{r}$$

$$\frac{1}{r_e} = \frac{4}{r}$$

$$r_e = \frac{r}{4}$$

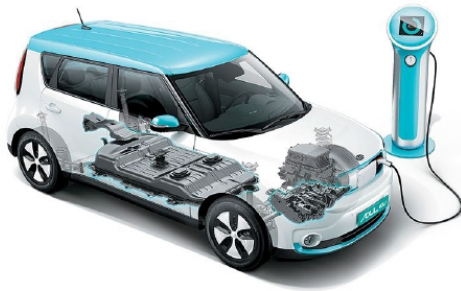
Jumlah d.g.e., $\epsilon = \epsilon$

Rintangan dalam berkesan **berkurang**,
Arus **bertambah**

JENIS KENDERAAN MENGGUNAKAN KUASA ELEKTRIK

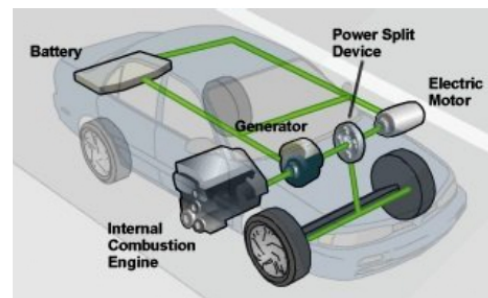
KERETA ELEKTRIK

- ❑ Menggunakan 100% kuasa elektrik dengan tenaga dibekalkan oleh motor elektrik dan bateri yang boleh dicas.
- ❑ Bateri yang biasa digunakan terdiri daripada bateri jenis Li-Ion atau Ni-MH.
- ❑ Julat voltan bateri yang diperlukan adalah 300 - 800 V.



KERETA HIBRID

- ❑ Menggunakan 25 - 40% kuasa bateri yang boleh dicas semula dan selebihnya menggunakan bahan api fosil seperti petrol.
- ❑ Julat voltan bateri yang diperlukan adalah 100 - 200 V.



- ❑ Bateri kereta E.V. dan kereta hibrid boleh dicas menggunakan bekalan elektrik domestik dan di stesen pengecasan elektrik biasa atau di stesen pengecasan sel suria.
- ❑ Sel suria ialah komponen yang dapat menukarkan cahaya matahari kepada tenaga elektrik.
- ❑ Sel-sel suria disusun secara bersiri bagi membentuk sebuah panel suria.
- ❑ Susunan sambungan panel suria di stesen pengecasan sel suria memainkan peranan untuk mendapatkan voltan dan arus yang sesuai.
- ❑ Penggunaan kereta E.V. merupakan satu kaedah alternatif dalam menjaga kelestarian alam sekitar.

3.4 TENAGA ELEKTRIK DAN KUASA

TENAGA ELEKTRIK

1. Apabila perkakas elektrik dihidupkan, arus yang mengalir dan tenaga elektrik yang dibekalkan oleh sumber ini berubah kepada bentuk tenaga yang lain.
2. Oleh itu, kita boleh menentukan tenaga elektrik, E sebagai: Tenaga yang dibawa oleh cas elektrik yang boleh diubah kepada bentuk tenaga yang lain daripada pengendalian perkakas elektrik.

TENAGA ELEKTRIK, E

Dari takrif beza keupayaan, V

$$V = \frac{E}{Q}$$

Tenaga elektrik ditukar, E ; dimana

$$E = VQ \quad Q = It$$

Oleh itu, ; dimana

$$E = VIt \quad V = IR$$

Oleh itu, ; dimana

$$E = I^2 R t \quad I = \frac{V}{R}$$

Maka,

$$E = \frac{V^2 t}{R}$$

Unit SI: Joule (J)

HUBUNGAN ANTARA TENAGA, VOLTAN, ARUS DAN MASA

$$E = VQ$$

$$\uparrow Q = It$$

$$E = \frac{V^2 t}{R} \quad \leftarrow I = \frac{V}{R} \quad \boxed{E = VIt} \quad \xrightarrow{V = IR} E = I^2 R t$$

KUASA ELEKTRIK, P

Kuasa adalah kadar pemindahan tenaga elektrik,

$$P = \frac{E}{t}$$

$$P = \frac{VQ}{t} \quad ; \text{dimana } Q = It$$

$$P = IV \quad ; \text{dimana } V = IR$$

$$P = I^2 R \quad ; \text{dimana } I = \frac{V}{R}$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Unit SI: Joule per second // J s⁻¹ // Watt (W)

KUASA ELEKTRIK

1. Kuasa elektrik, P ditakrifkan sebagai kadar tenaga yang dibekalkan kepada litar (atau kadar kerja yang telah dilakukan) dengan sumber elektrik.
2. Unit kuasa elektrik watt (W). Satu watt kuasa sama kerja yang dilakukan dalam satu saat oleh satu volt beza keupayaan dalam

HUBUNGAN ANTARA KUASA, VOLTAN DAN ARUS

$$P = \frac{E}{t}$$

$$\uparrow V = \frac{E}{Q}$$



$$P = \frac{V^2}{R} \quad \leftarrow I = \frac{V}{R} \quad \boxed{P = VI} \quad \xrightarrow{V = IR} P = I^2 R$$

RATING KUASA DAN PENGGUNAAN TENAGA BARANGAN ELEKTRIK PELBAGAI

- Jumlah tenaga elektrik yang digunakan dalam masa yang diberikan:
 $E = Pt$
 dimana E = tenaga elektrik (J)
 P = kuasa elektrik (Watt)
 t = masa (s)
- Semakin besar rating kuasa dalam perkakas elektrik, tenaga yang lebih tinggi digunakan bagi setiap saat.
- Semakin lama masa penggunaan, penggunaan tenaga elektrik yang lebih tinggi.
- Kos penggunaan elektrik adalah berdasarkan bilangan kilowatt-jam (kWj) tenaga elektrik yang digunakan.
- Kilowatt-jam kadang-kadang dikenali sebagai unit domestik elektrik.
- Peralatan elektrik rumah biasanya ditandakan dengan voltan, V dan penarafan kuasa, P.

60 W, 12 V bermakna perkakas elektrik menggunakan 60 J tenaga elektrik dalam setiap 1 saat apabila disambung kepada 12 V bekalan kuasa.

Perbandingan kos penggunaan tenaga antara CFL dengan LED

	CFL	LED	
	Tenaga yang digunakan, $E = Pt$ $= 0.04 \text{ kW} \times 12 \text{ j}$ $= 0.48 \text{ unit}$ Diberi kos penggunaan tenaga ialah RM0.218 seunit. Kos penggunaan tenaga $= 30 \text{ hari} \times 0.48 \text{ unit} \times \text{RM}0.218$ $= \text{RM}3.139$	Tenaga yang digunakan, $E = Pt$ $= 0.012 \text{ kW} \times 12 \text{ j}$ $= 0.144 \text{ unit}$ Diberi kos penggunaan tenaga ialah RM0.218 seunit. Kos penggunaan tenaga $= 30 \text{ hari} \times 0.144 \text{ unit} \times \text{RM}0.218$ $= \text{RM}0.942$	

TIPS SPM

Langkah untuk Penjimatan Tenaga Elektrik

- Gunakan lampu yang jimat tenaga
- Membeli peralatan elektrik yang jimat tenaga.
- Gunakan peralatan dengan fungsi kuasa automatik 'off'.
- Pilih peralatan elektrik mengikut saiz dan ciri-ciri yang paling sesuai dengan keperluan anda
- Penggunaan yang betul untuk peralatan elektrik:
 - Nyah-fros peti sejuk dengan kerap
 - Menjalankan mesin basuh hanya apabila muatan penuh & menggosok pakaian anda hanya apabila anda mempunyai sekurang-kurangnya beberapa pakaian yang perlu digosok.
 - Pembersihan tetap penapis udara dalam penyaman udara dan pengering pakaian.