

Prinsip Kerja Transformer Ringkas

Gambar foto 4.6 menunjukkan transformer injak turun dan transformer injak naik yang digunakan dalam peralatan elektrik. Bagaimanakah transformer mengubah voltan input kepada voltan output dengan nilai voltan yang lain?



Transformer injak turun dalam pengecas telefon bimbit

Transformer



Transformer injak naik dalam ketuhar gelombang mikro



Gambar foto 4.6 Jenis transformer dalam peralatan elektrik



Aktiviti 4.16

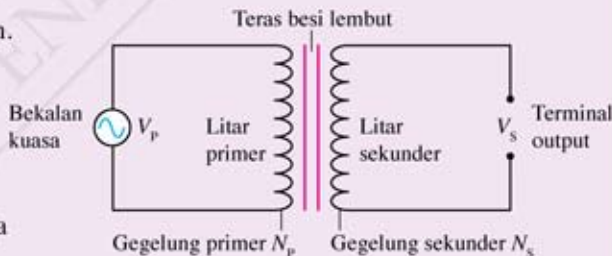
KIAK / KMK

Tujuan: Mengumpul maklumat berkaitan prinsip kerja transformer ringkas

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
2. Teliti Rajah 4.31 yang menunjukkan gambar rajah litar bagi sebuah transformer ringkas.
3. Layari laman sesawang atau rujuk Buku Teks Sains Tingkatan 3 untuk mencari maklumat tentang prinsip kerja transformer dan kumpulkan maklumat tentang perkara yang berikut:
 - (a) jenis bekalan kuasa di litar primer
 - (b) jenis arus dalam litar primer
 - (c) medan magnet yang dihasilkan oleh arus dalam gegelung primer
 - (d) fungsi teras besi lembut
 - (e) fenomena aruhan elektromagnet dalam gegelung sekunder
 - (f) magnitud voltan yang diaruh merentasi gegelung sekunder
 - (g) hubungan antara V_p , V_s , N_p dan N_s , iaitu
 - V_p = voltan merentasi gegelung primer atau voltan input
 - V_s = voltan merentasi gegelung sekunder atau voltan output
 - N_p = bilangan lilitan gegelung primer
 - N_s = bilangan lilitan gegelung sekunder

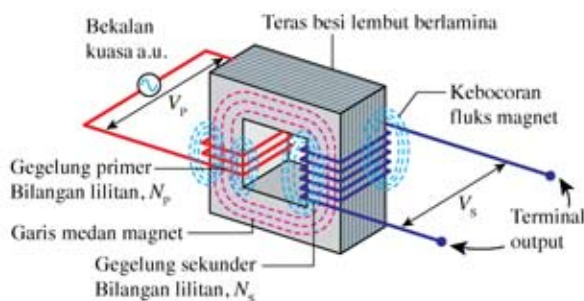
4. Bentangkan hasil pencarian anda.



Rajah 4.31



Rajah 4.32 menunjukkan struktur sebuah transformer ringkas dan Rajah 4.33 menunjukkan peta alir bagi prinsip kerja transformer ringkas.



Rajah 4.32 Struktur transformer ringkas



Mengapakah transformer tidak berfungsi dengan bekalan kuasa arus terus?

INFO Celik

Transformer injak turun:

$$N_s < N_p \leftrightarrow V_s < V_p$$

Transformer injak naik:

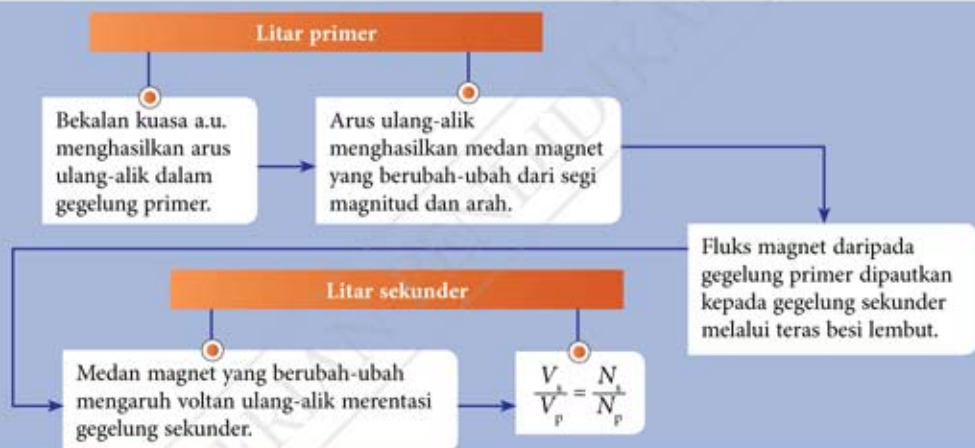
$$N_s > N_p \leftrightarrow V_s > V_p$$



IMBAS SAYA

Video prinsip kerja transformer

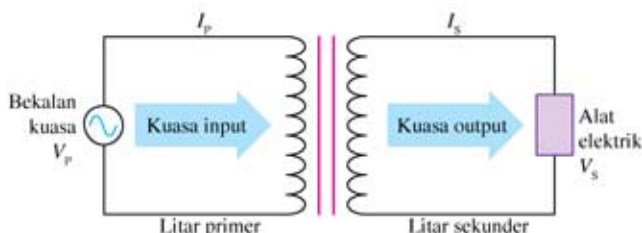
<http://bit.ly/2E3GmgZ>



Rajah 4.33 Prinsip kerja transformer ringkas

Transformer Unggul

Rajah 4.34 menunjukkan sebuah alat elektrik yang disambungkan kepada terminal output sebuah transformer. Transformer tersebut menerima kuasa input daripada bekalan kuasa dan membekalkan kuasa output kepada alat elektrik itu. Oleh itu, tenaga elektrik dipindahkan dari litar primer kepada litar sekunder.



Rajah 4.34 Alat elektrik yang disambungkan kepada terminal output

Sebuah transformer yang beroperasi akan mengalami kehilangan tenaga. Oleh itu, kuasa output adalah lebih kecil daripada kuasa input. Kecekapan transformer, η ditakrifkan sebagai

$$\eta = \frac{\text{Kuasa output}}{\text{Kuasa input}} \times 100\%$$



Pada masa kini, terdapat transformer dengan kecekapan yang tinggi, iaitu sehingga 99 %. **Transformer unggul** ialah transformer yang tidak mengalami kehilangan tenaga, iaitu kecekapannya, η ialah 100%.

Bagi transformer unggul, kecekapan transformer, $\eta = \frac{\text{Kuasa output}}{\text{Kuasa input}} \times 100\% = 100\%$
Maka, kuasa input = kuasa output
 $V_P I_P = V_S I_S$

Cara Meningkatkan Kecekapan Transformer

Prinsip kerja transformer melibatkan proses-proses seperti pengaliran arus dalam gegelung kuprum, perubahan medan magnet dan aruhan elektromagnet. Proses-proses ini menyebabkan kehilangan tenaga berlaku dan transformer tidak dapat beroperasi pada tahap optimum. Kebanyakan tenaga hilang dalam bentuk tenaga haba.

Aktiviti 4.17

KIAK / KMK

Tujuan: Mengumpul maklumat dan membincangkan punca kehilangan tenaga dalam transformer

Arahan:

1. Teliti Jadual 4.9 yang menunjukkan empat punca utama kehilangan tenaga dan kesan daripada kehilangan tenaga itu.

Jadual 4.9

Punca kehilangan tenaga	Kesan kehilangan tenaga
Rintangan gegelung	• Gegelung primer dan sekunder terdiri daripada dawai yang sangat panjang. • Apabila arus mengalir dalam gegelung yang berintangan, pemanasan dawai berlaku. • Pemanasan dawai menyebabkan tenaga haba dibebaskan ke sekeliling.
Arus pusar	• Medan magnet yang berubah-ubah mengaruh arus pusar dalam teras besi. • Arus pusar ini memanaskan teras besi. • Teras besi yang panas membebaskan tenaga haba ke persekitaran.
Histerisis	• Teras besi dimagnetkan dan dinyahmagnetkan secara berterusan oleh medan magnet yang berubah-ubah. • Tenaga yang dibekalkan untuk pemagnetan tidak dipulihkan sepenuhnya semasa penyahmagnetan. Perbezaan tenaga ini dipindahkan kepada teras besi untuk memanaskannya.
Kebocoran fluks magnet	• Fluks magnet yang dihasilkan oleh arus primer tidak dipautkan sepenuhnya kepada gegelung sekunder.

2. Imbas kod QR dan cetak Jadual 4.9.
3. Bincangkan cara-cara untuk meningkatkan kecekapan transformer dan lengkapkan Jadual 4.9.
4. Bentangkan hasil perbincangan anda dalam bentuk peta pemikiran yang sesuai.

**IMBAS SAYA**Lembaran kerja
(Jadual 4.9)<http://bit.ly/2LFRG7r>

Kecekapan sebuah transformer boleh ditingkatkan dengan mengurangkan kehilangan tenaga dalam transformer itu. Jadual 4.10 menunjukkan cara-cara mengurangkan kehilangan tenaga dalam transformer.

Jadual 4.10 Cara-cara mengurangkan kehilangan tenaga dalam transformer

Punca kehilangan tenaga	Cara mengurangkan kehilangan tenaga
Rintangan gegelung	Gunakan dawai kuprum yang lebih tebal supaya rintangan gegelung menjadi lebih kecil.
Arus pular	Gunakan teras besi berlaminata yang terdiri daripada kepingan-kepingan besi nipis yang dilekatkan dengan gam penambat.
Histerisis	Gunakan besi lembut sebagai teras. Besi lembut memerlukan tenaga yang lebih kecil untuk dimagnetkan.
Kebocoran fluks magnet	Lilitkan gegelung sekunder di atas gegelung primer supaya semua fluks magnet yang dihasilkan oleh arus primer akan melalui gegelung sekunder.

Dalam operasi transformer, arus pular merupakan satu punca kehilangan tenaga. Walau bagaimanapun, arus pular boleh membawa manfaat kepada manusia. Gambar foto 4.7 menunjukkan sebuah dapur aruhan. Rajah 4.35 menunjukkan arus ulang-alik berfrekuensi tinggi dalam gegelung menghasilkan medan magnet yang berubah-ubah pada frekuensi yang tinggi. Medan magnet ini mengaruh arus pular pada dasar kualiti. Arus pular tersebut memanaskan dasar kualiti.



Gambar foto 4.7 Dapur aruhan



Rajah 4.35 Arus pular pada dapur aruhan

Kegunaan Transformer dalam Kehidupan Harian

Transformer mempunyai kegunaan yang luas. Berikut merupakan beberapa contoh mesin yang menggunakan transformer injak turun dan transformer injak naik.

Transformer injak turun

- Pengecas komputer riba
- Mesin fotokopi
- Mesin kimpalan

Transformer injak naik

- Ketuhar gelombang
- Defibrilator
- Mesin sinar-X



Aktiviti 4.18

KIAK / KMK

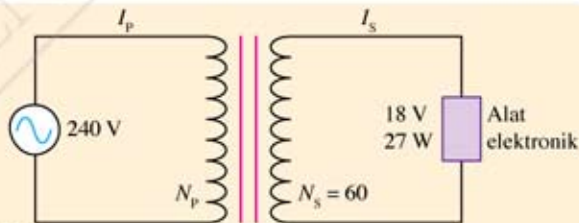
Tujuan: Mencari maklumat tentang penggunaan transformer dalam kehidupan harian

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini dalam bentuk *Hot Seat*.
2. Dapatkan maklumat tentang penggunaan transformer dalam kehidupan harian seperti dalam:
 - (a) peralatan elektrik
 - (b) sistem penghantaran dan pengagihan tenaga elektrik
3. Maklumat boleh didapati di laman sesawang atau dengan merujuk Buku Teks Sains Tingkatan 3.
4. Bentangkan hasil dapatan anda dalam bentuk folio.

Contoh 1

Sebuah transformer yang disambung ke bekalan kuasa 240 V membekalkan kuasa 27 W pada voltan 18 V kepada sebuah alat elektronik, seperti ditunjukkan dalam Rajah 4.36. Andaikan bahawa transformer itu unggul:



Rajah 4.36

- (a) hitungkan bilangan lilitan gegelung primer.
- (b) hitungkan arus dalam litar sekunder.
- (c) hitungkan arus dalam litar primer.

Penyelesaian

$$\begin{aligned}\text{(a)} \quad V_p &= 240 \text{ V}, V_s = 18 \text{ V}, N_s = 60 \\ \frac{V_s}{V_p} &= \frac{N_s}{N_p} \\ \frac{18}{240} &= \frac{60}{N_p} \\ N_p &= \frac{240 \times 60}{18} = 800\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{(b)} \quad \text{Kuasa output} &= 27 \text{ W} \\ V_s I_s &= 27 \\ 18 \times I_s &= 27 \\ I_s &= \frac{27}{18} \\ &= 1.5 \text{ A}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{(c)} \quad V_p I_p &= V_s I_s \\ 240 \times I_p &= 18 \times 1.5 \\ I_p &= \frac{18 \times 1.5}{240} \\ &= 0.1125 \text{ A}\end{aligned}$$

Sistem Penghantaran dan Pengagihan Tenaga Elektrik

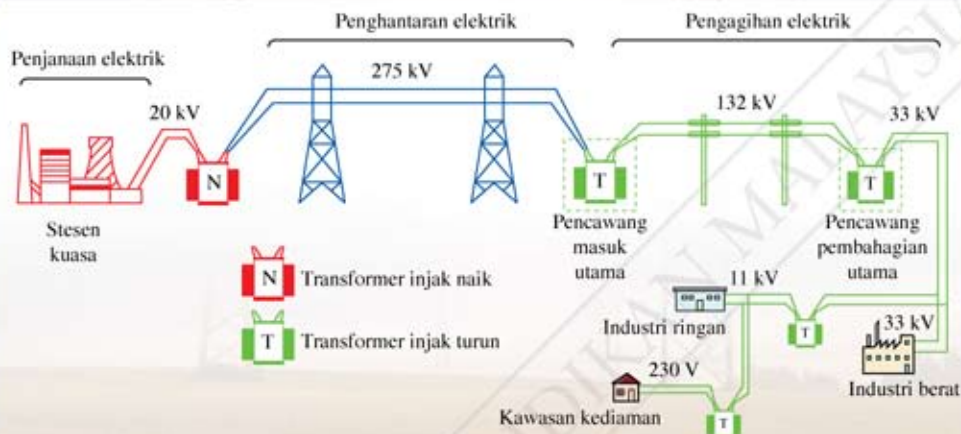
Transformer memainkan peranan yang penting dalam sistem penghantaran dan pengagihan tenaga elektrik dari stesen jana kuasa kepada pengguna. Rajah 4.37 menunjukkan kegunaan transformer injak naik dan transformer injak turun dalam sistem tersebut.



IMBAS SAYA

Video tentang sistem penghantaran dan pengagihan tenaga elektrik

<http://bit.ly/2Pz7VEu>



Rajah 4.37 Sistem penghantaran dan pengagihan tenaga elektrik dari stesen kuasa

Pada peringkat penghantaran tenaga elektrik, transformer injak naik digunakan untuk menaikkan voltan dalam kabel kuasa supaya arus dalam kabel kuasa menjadi kecil. Hal ini mengurangkan kehilangan tenaga elektrik daripada kabel kuasa. Pada peringkat pengagihan tenaga elektrik pula, transformer injak turun digunakan untuk menurunkan voltan kabel kuasa secara berperingkat sehingga nilai yang sesuai untuk penggunaan perindustrian dan kediaman.

Praktis Formatif 4.3

1. Sebuah transformer injak turun disambungkan kepada bekalan arus ulang-alik. Huraikan prinsip kerja transformer itu.
2. Seorang murid mengumpulkan maklumat tentang sebuah transformer seperti yang berikut.

Voltan primer = 120 V

Voltan sekunder = 6 V

Arus primer = 0.25 A

Arus sekunder = 4.80 A

- (a) Hitungkan kecekapan transformer itu.
 - (b) Terangkan dua faktor yang menyebabkan transformer itu tidak unggul.
3. Terangkan bagaimana dapur aruhan boleh memanaskan makanan di dalam sebuah periuk keluli yang terletak di atasnya.
 4. Transformer digunakan dalam sistem penghantaran dan pengagihan tenaga elektrik. Nyatakan jenis transformer yang gunakan:
 - (a) sebelum penghantaran tenaga elektrik
 - (b) di stesen pencawang pengagihan

Keelektromagnetan



Daya ke atas Konduktor
Pembawa Arus dalam
Medan Magnet

Medan lastik

Petua tangan
kiri Fleming

Daya magnet

ke atas

Dawai lurus
pembawa arus

Gegelung
pembawa arus

kesan putaran

Motor arus
terus

Motor
homopolar

Motor
berberus

Motor
tanpa berus

Aruhan Elektromagnet

Konduktor

Medan
magnet kekal

Gerakan relatif

d.g.e. aruhan

Hukum
Faraday

Litar lengkap

Arus aruhan

Dawai lurus

Petua tangan
kanan Fleming

Hukum Lenz

Solenoid

Penjana
arus terus

Penjana arus
ulang-alik

Transformer

Kuasa input

Kuasa output

$$\text{Kecekapan, } \eta = \frac{\text{Kuasa output}}{\text{Kuasa input}} \times 100\%$$

$\eta < 100\%$

Transformer tidak unggul

Transformer unggul

$\eta = 100\%$

Kehilangan tenaga

Rintangan

Arus pusar

Histerisis

Kebocoran fluks magnet

Aplikasi

- Peralatan elektrik
- Sistem penghantaran dan pengagihan tenaga elektrik

Refleksi

- Perkara baharu yang saya pelajari dalam bab Kelektromagnetan ialah .
- Perkara paling menarik yang saya pelajari dalam bab ini ialah .
- Perkara yang saya masih kurang fahami ialah .
- Prestasi saya dalam bab ini.
 Kurang baik  1 2 3 4 5  Sangat baik
- Saya perlu  untuk meningkatkan prestasi saya dalam bab ini.



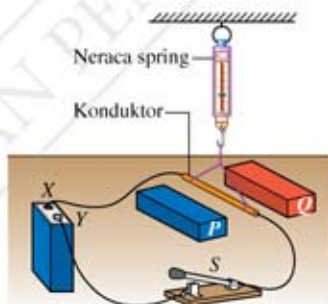
IMBAS SAYA

Muat turun dan cetak Refleksi

<http://bit.ly/39HZwaH>

Praktis Sumatif

- Rajah 1 menunjukkan sebatang konduktor digantung pada sebuah neraca spring yang peka di antara sepasang magnet Magnadur.

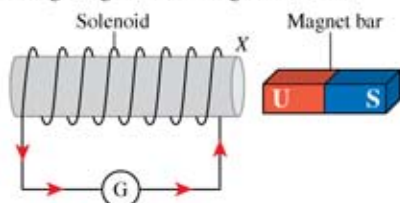


Rajah 1

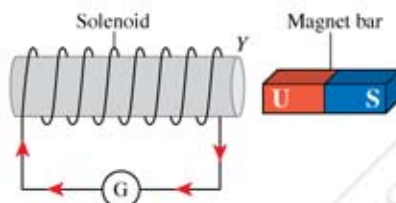
- Cadangkan kekutuban sel kering X, Y dan kekutuban magnet P, Q supaya bacaan neraca spring akan bertambah apabila suis S dihidupkan.
 - Terangkan mengapa bacaan neraca spring boleh bertambah di 1(a). 
 - Cadangkan penambahbaikan yang perlu diambil untuk meningkatkan bacaan neraca spring itu.
- Dengan bantuan gambar rajah berlabel, terangkan bagaimana petua tangan kiri Fleming digunakan untuk menentukan arah daya ke atas konduktor lurus pembawa arus dalam medan magnet.

<http://bit.ly/36BDVif>

3. Rajah 2 dan 3 menunjukkan arus aruhan yang terhasil apabila terdapat gerakan relatif antara sebatang magnet bar dengan solenoid.



Rajah 2



Rajah 3

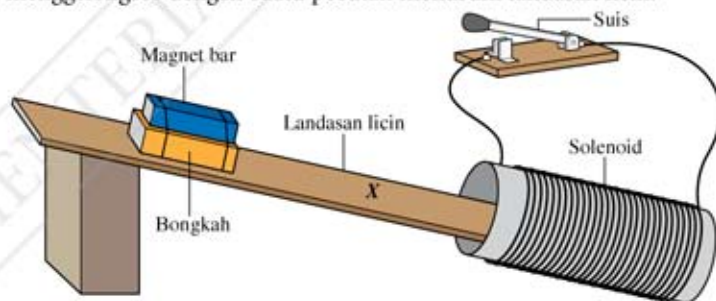
- Apakah maksud arus aruhan?
 - Berdasarkan arah arus yang diberikan dalam Rajah 2 dan Rajah 3, nyatakan kutub magnet di hujung X dan Y solenoid itu.
 - Nyatakan arah gerakan magnet bar dalam Rajah 2 dan Rajah 3.
 - Cadangkan dua cara untuk menambah magnitud arus aruhan dalam Rajah 3.
4. Sebuah transformer menurunkan voltan daripada 240 V ke 6 V untuk sebuah alat elektronik. Arus dalam gegelung primer ialah 0.18 A. Berapakah arus dalam gegelung sekunder? Nyatakan anggapan yang perlu dibuat dalam penghitungan anda.
5. Rajah 4 menunjukkan dua biji bebola logam yang serupa dan sebatang tiub kuprum. Sebiji bebola itu ialah magnet neodimium manakala sebiji bebola lagi ialah bebola keluli.



Rajah 4

Reka bentuk satu aktiviti yang dapat mengenal pasti bebola yang manakah ialah magnet neodimium. Jelaskan prinsip fizik yang anda gunakan dalam aktiviti anda.

6. Rajah 5 menunjukkan satu bongkah kayu dengan sebatang magnet bar diikat di atasnya menggelongsor dengan suatu pecutan menuruni landasan licin.

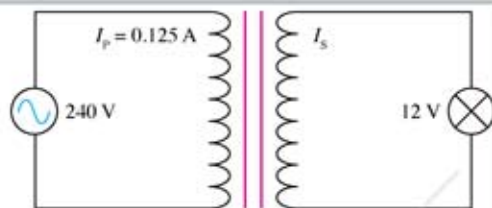


Rajah 5

Apabila bongkah itu tiba di tanda X pada landasan, suis dihidupkan.

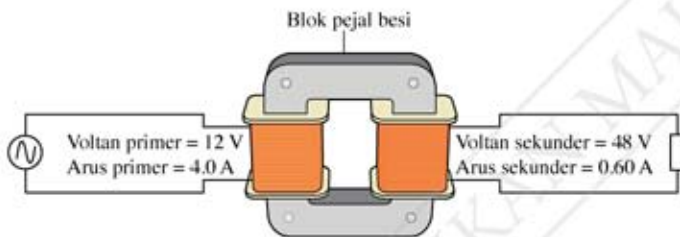
- Apakah yang dihasilkan dalam solenoid itu? Jelaskan jawapan anda.
- Terangkan gerakan bongkah itu selepas suis dihidupkan.
- Berdasarkan jawapan anda di 6(a) dan (b), bincangkan keberkesanan pembrekan elektromagnet dalam menghentikan objek yang bergerak.

7. Rajah 6 menunjukkan sebuah transformer dengan sebuah mentol di terminal outputnya.
- Hitungkan nilai I_s .
 - Apakah anggapan yang anda perlu buat dalam penghitungan di 7(a)?



Rajah 6

8. Seorang murid mengkaji operasi sebuah transformer dan mengumpul data seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 7. Hitungkan kecekapan transformer itu dan cadangkan penambahbaikan kepada reka bentuk transformer untuk meningkatkan kecekapannya. 🌟



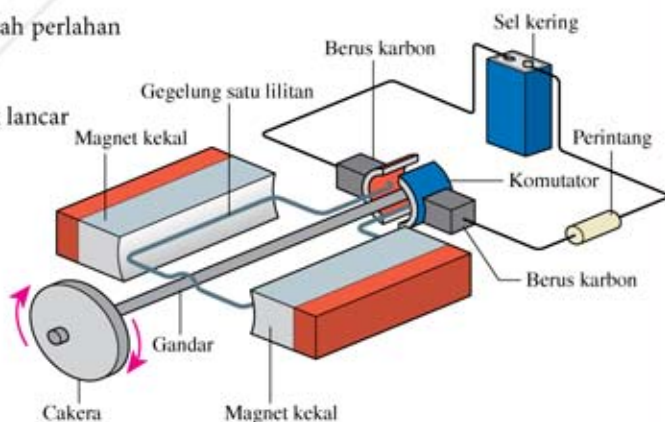
Rajah 7

Cabaran Abad ke-21

9. Rajah 8 menunjukkan reka bentuk sebuah motor arus terus ringkas yang boleh menghasilkan daya untuk memutarakan sebuah cakera yang dipasang pada gandar motor itu. Seorang murid yang membina motor mengikut reka bentuk ini membuat pemerhatian seperti yang berikut:

- laju putaran cakera adalah perlahan
- laju putaran cakera tidak dapat dikawal
- putaran cakera itu tidak lancar
- sel kering kehilangan kuasanya dalam masa yang singkat

Kaji reka bentuk motor itu dan cadangkan penambahbaikan reka bentuk yang dapat mengatasi kelemahan yang dikenal pasti oleh murid itu. 🌟



Rajah 8