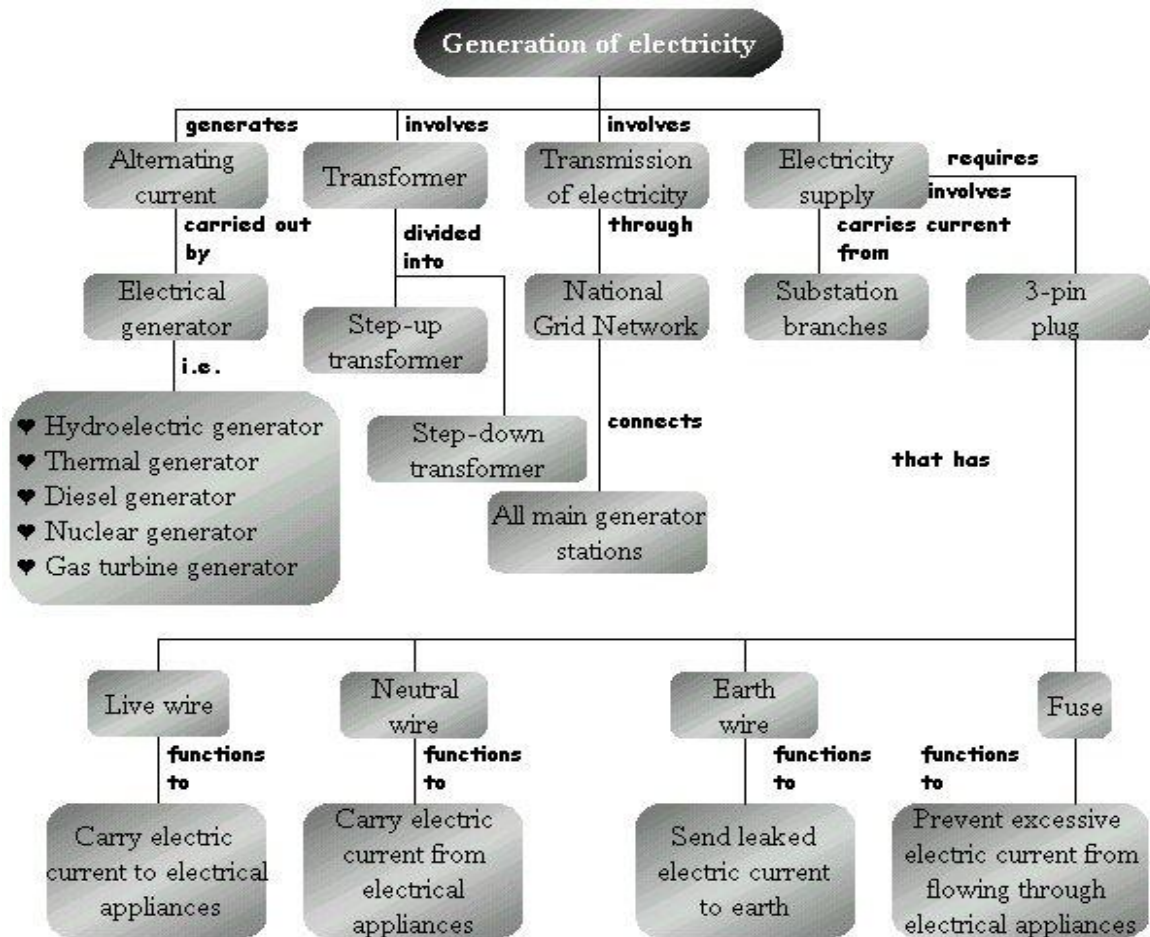
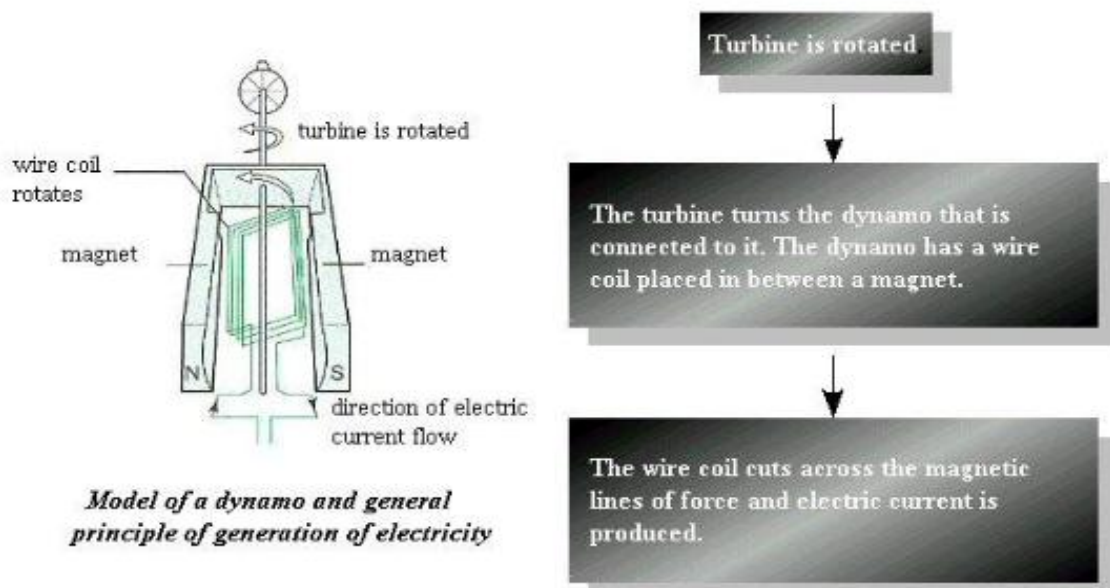


Bab 8 : Penjanaan Elektrik (Generation of Electricity)



Generally, all these electrical energy generators use the same principle of generation.

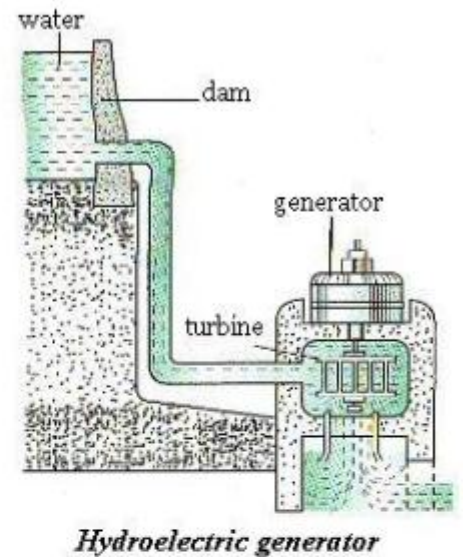
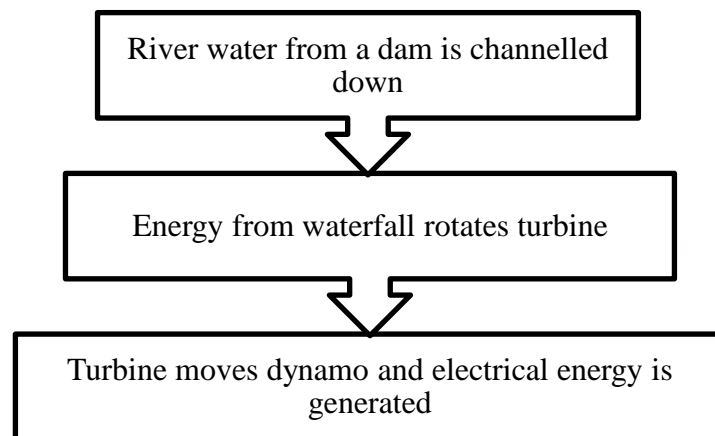


8.1 Penjanaan Tenaga Elektrik

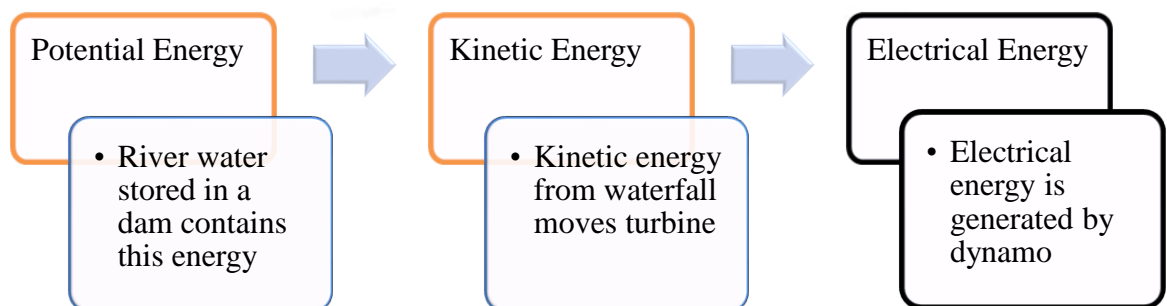
1. Kuasa elektrik dihasilkan oleh penjana elektrik dan biasanya terdiri daripada dynamo besar yang memutarakan turbine.
2. **Penjana elektrik termasuk penjana seperti :**
 - a) **Hidro**
 - b) **Terma**
 - c) **Turbin Gas**
 - d) **Diesel**
3. **Penjanaan elektrik hidro (Hydroelectric Power Station)**
 - a) Air di dalam empangan disalurkan melalui terowong untuk memutarakan turbine yang disambungkan kepada dynamo.
 - b) Contoh stesen penjanaan elektrik hidro di Malaysia ialah di Chenderoh (Perak), Temenggor (Perak), Kenyir (Terangganu), Tanah Tinggi Cameron (Pahang), Batang Ai (Serawak) dan Bakun (Serawak).
 - c) **Hydroelectric generator**

1. A hydroelectric generator uses **river water** that plunges from a dam to generate electrical energy.

2. The following flow chart shows in brief the generation of electricity in a hydroelectric generator.

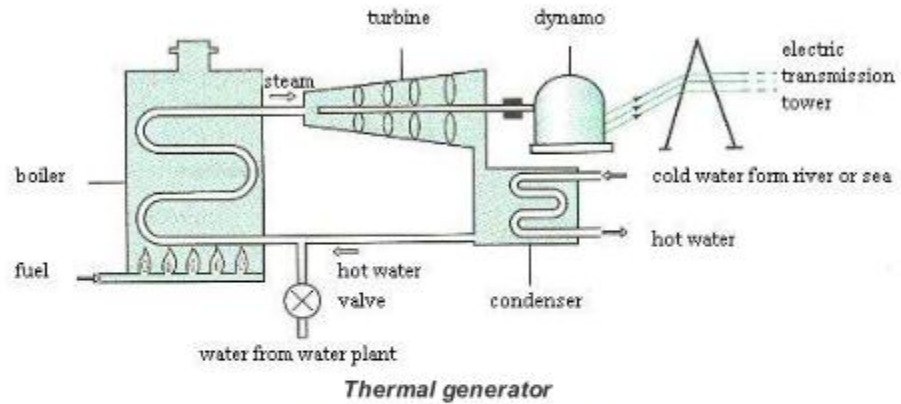


3. Energy changes that occur in a hydroelectric generator are as follows.

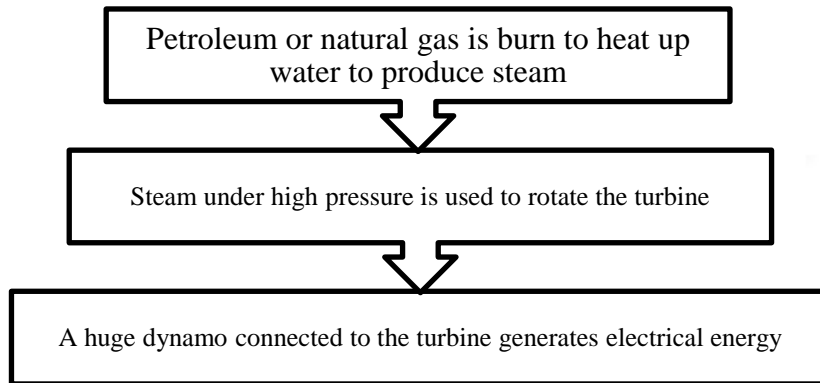


4. Penjanaan Elektrik Terma (Thermal Power Station)

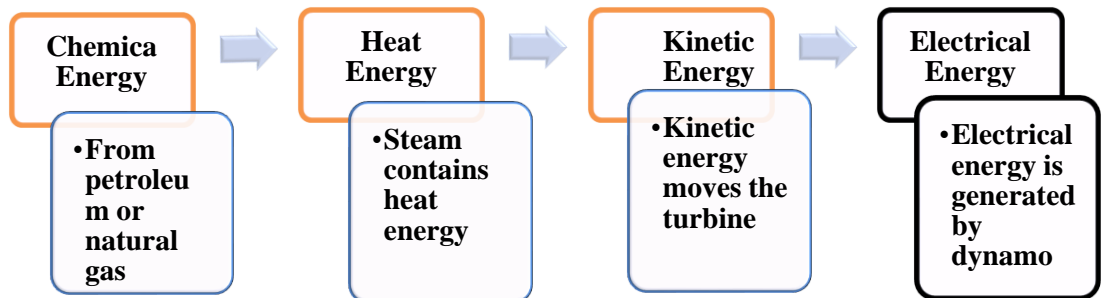
- a) Petroleum atau gas asli dibakar untuk mendidihkan air suling di dalam dandang (furnace) supaya stim yang dihasilkan memutarakan turbin yang disambungkan kepada dinamo.
- b) Contoh stesen penjanaan elektrik di Malaysia ialah di Perlabuhan Klang, Pork Dikson dan Prai.
- c) *Thermal generator*



- 1. A thermal generator uses **petroleum, natural gas or coal**.
- 2. A thermal generator is widely used throughout the world.
- 3. The following flow chart shows in brief the generation of electricity in a thermal generator.

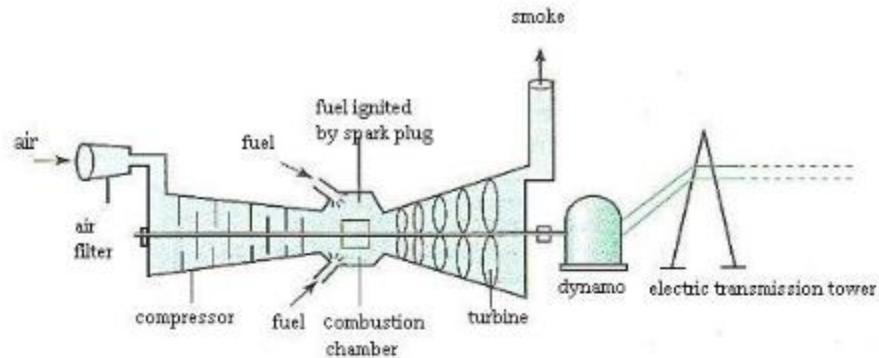


- 4. Energy changes that occur in a thermal generator are as follows.



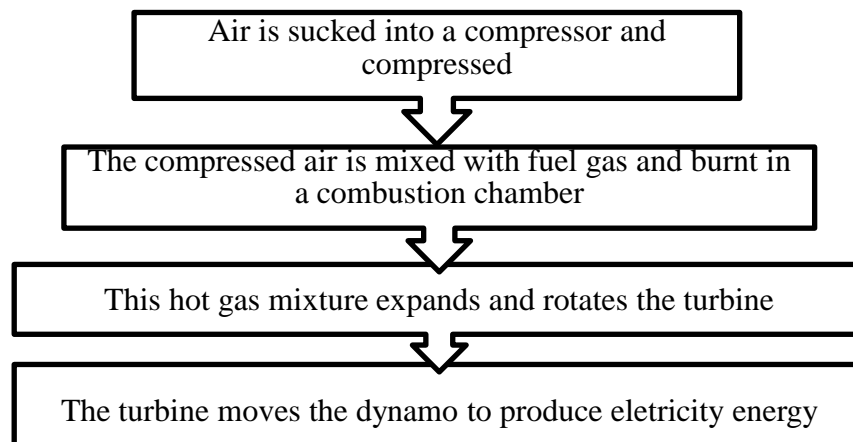
5. Penjanaan Elektrik Turbin Gas (Gas Turbine Power Station)

- Berfungsi berdasarkan kepada pembakaran campuran udara dan gas asli yang dimampatkan untuk menghasilkan gas panas. Gas panas ini mengembang dan memutarakan turbine serta mengerakkan aci (axle) yang bersambung dengan dynamo.
- Di Malaysia, penjana elektrik dibina di Paka dan Selangor.
- Gas turbine generator*

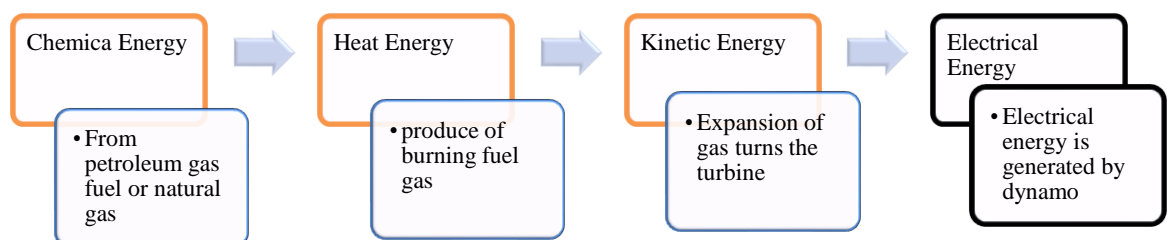


Gas turbine generator

- Gas turbine generator uses natural gas or petroleum gas as fuel.
- The following flow chart shows in brief the generation of electricity in a gas turbine generator.



- Energy changes that occur in a gas turbine generator are as follows.



6. Penjanaan Elektrik Diesel (Diesel Engine Power Station)

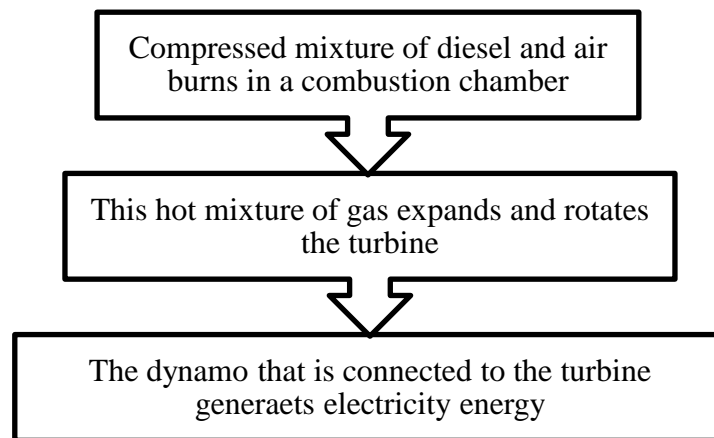
- Pembakaran bahan api pada enjin diesel akan mengerakkan ombok (piston) dan memuatkan aci (axle) yang bersambung dengan dynamo.
- Penjana elektrik diesel di Malaysia dibina di Taiping, Bukit Fraser dan Muar.
- Penjanaan elektrik diesel yang kecil digunakan di kawasan terpencil,
-

Diesel generator

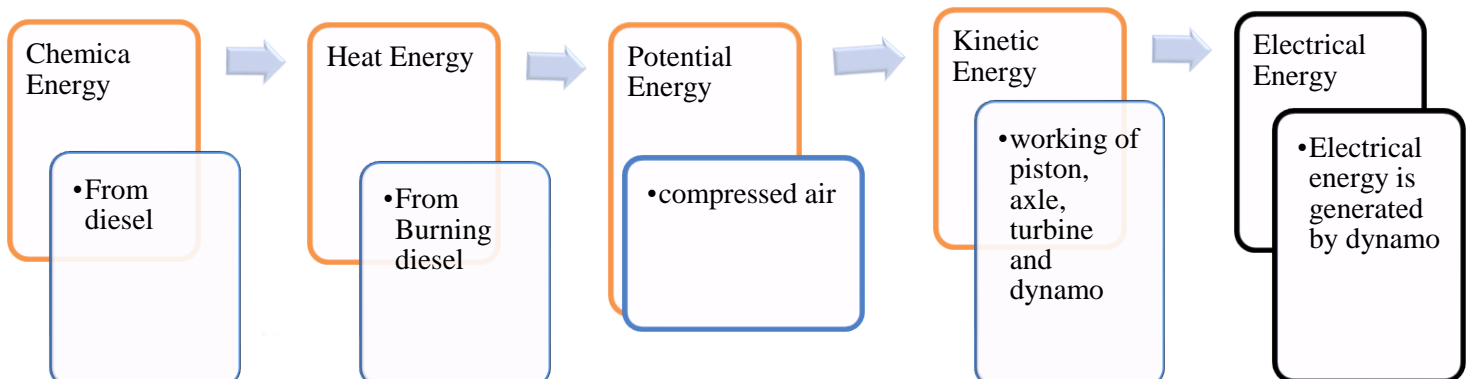
- A diesel generator uses diesel oil.
- Diesel oil is used to drive the diesel engine which will rotate the dynamo.
- The diesel engine that is used is the same as the diesel engine in vehicles like buses and lorries.
- The following flow chart shows in brief the generation of electricity in a diesel generator.

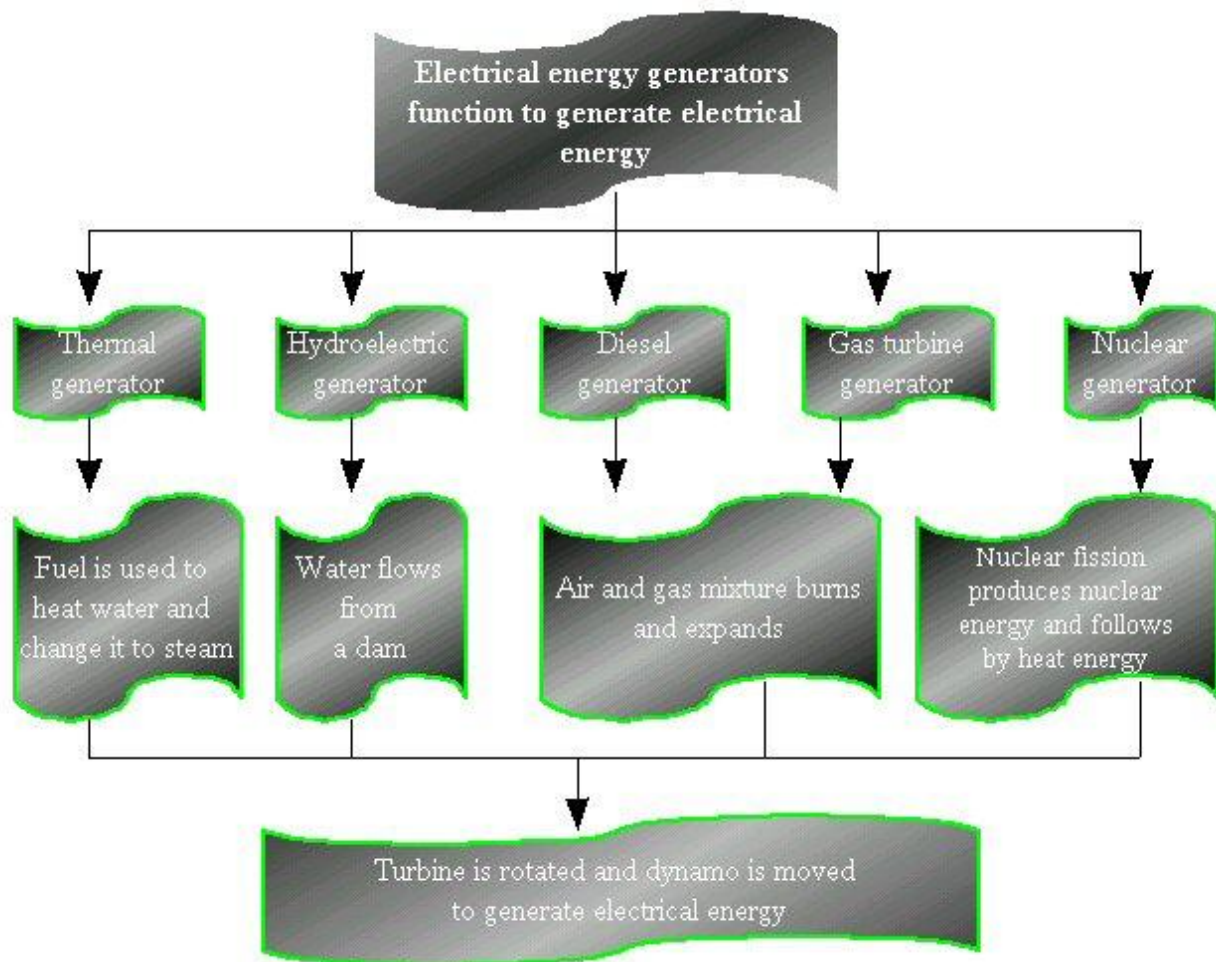


Diesel generator



- Energy changes that occur in a diesel generator are as follows.





Sumber of electrical generation in various type of generator

7. Sumber Tenaga Alternatif

a) Tenaga solar

Kelemahannya ialah

- I. Memerlukan kos yang tinggi untuk infrastruktur
- II. Tidak boleh digunakan pada waktu malam dan semasa musim hujan.
- III. Tahap kecekapannya adalah rendah.

b) Kuasa Angin

- I. Bentuk tenaga ini lebih ekonomik dan realistic. Kos operasinya rendah dan penjanaan tenaga yang cekap.

c) Tenaga Geothermal

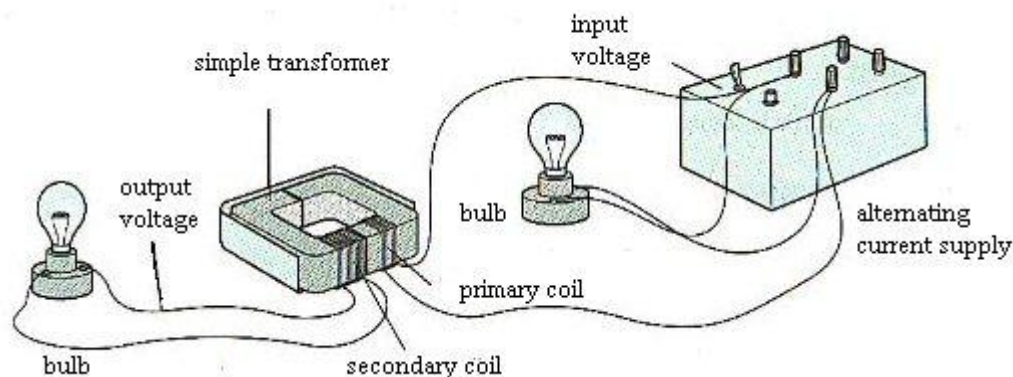
- I. Dari struktur bumi dan sumber haba dalamannya. Aliran tenaga haba yang berterusan di permukaan bumi melalui gunung berapi dan musim panas.

d) Biojisim

- I. Pembakaran biojisim menukarkan jisim organic kepada tenaga.

8.2 Transformer

1. **Transformer** ialah alat yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan voltage ulang alik.
2. Ia sangat berguna untuk :
 - a) **Memindahkan kuasa elektrik** daripada kuasa stesen kepada pengguna dan kilang
 - b) **Mengatur voltan untuk penggunaan alat-alat elektrik** yang sesuai seperti radio.
3. **Tranformer** terdiri daripada **gegelung wayar primer dan sekunder** yang dililitkan pada **teras besi**



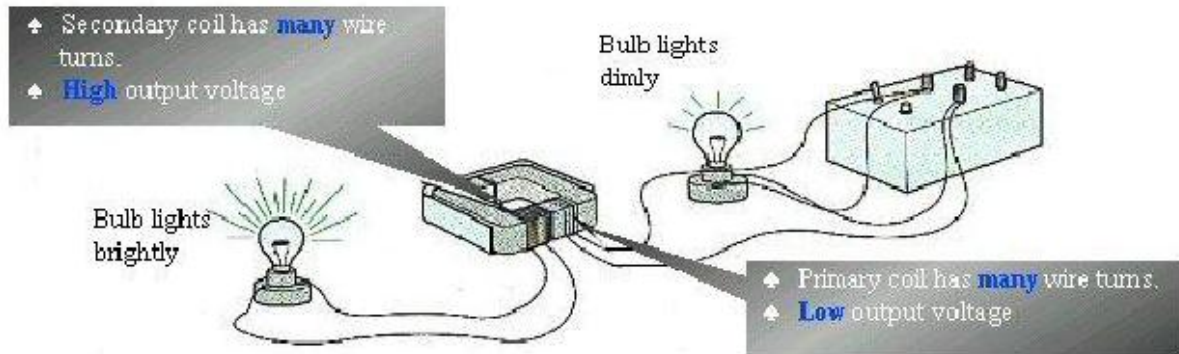
Structure of a simple transformer

4. Voltan input dan voltan output adalah bergantung kepada nisbah bilangan lilitan primer dan sekunder.

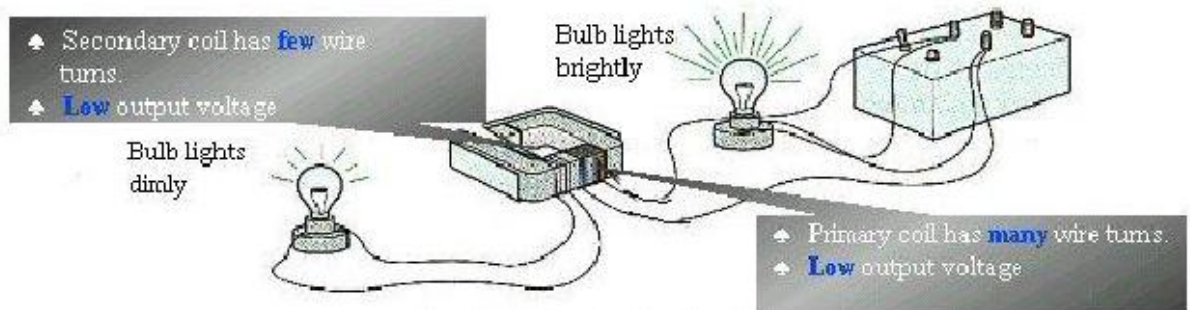
$$\frac{\text{Voltan Input}}{\text{Voltan Output}} = \frac{\text{Bilangan lilitan gelung primer}}{\text{Bilangan lilitan gelung sekunder}}$$

5. Perbezaan antara transformer **Injak menurun** dan **Injak menaik** (A step-down and a step-up transformers) ialah:

Perbandingan	Injak menurun (A step-down)	Injak menaik (A step-up)
Fungsi	Untuk menurunkan voltan	Untuk menaikkan voltan
Bilangan lilitan	Bilangan lilitan gelung primer yang lebih banyak daripada bilangan sekunder	Bilangan lilitan gelung sekunder yang lebih banyak daripada bilangan primer
Voltan	Voltan output lebih rendah daripada voltan input	Voltan output lebih tinggi daripada voltan input
Arus	Arus output lebih tinggi daripada arus input .	Arus output lebih rendah daripada arus input .



(a) Step-up transformer



(b) Step-down transformer

Comparison between step-up and step-down transformers

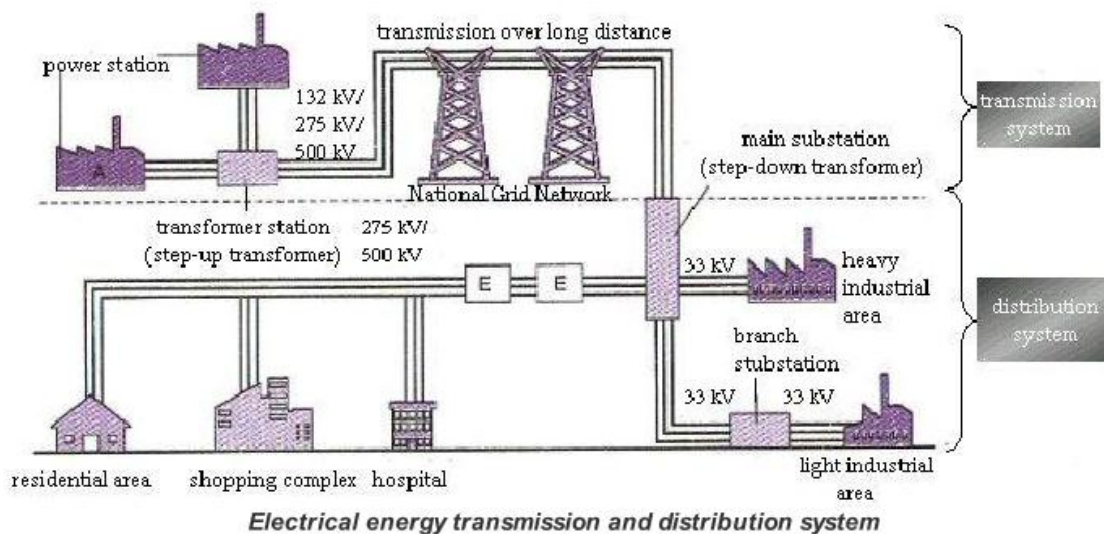
6. Apabila arus mengalir melalui kabel, tenaga elektrik dibazirkan sebagai tenaga tenaga haba. Semakin tinggi arus, semakin banyak tenaga haba yang dihasilkan. Jadi :
 - a) Kabel yang tebal digunakan untuk mengurangkan pembaziran tenaga sebagai haba. Kabel tebal mempunyai rintangan dalam yang kecil.
 - b) Stesen transformer memainkan peranan yang penting sebagai pengubah voltan elektrik.
 - c) Tenaga elektrik dihantar pada voltan yang sangat tinggi untuk menghasilkan arus rendah dan mengurangkan pembaziran tenaga elektrik sebagai haba melalui stesen transformer injak naik (step-up transformer)

8.3 Sistem Penghantaran Dan Penagihan Tenaga Elektrik

1. Sistem pengalihan dan penghantaran elektrik meliputi:

- a) Stesen transformer (transformer stations)
- b) Lapangan suis (switch zones)
- c) Rangkaian grid nasional (national grid network)
- d) Pencawang masuk utama (main stations)
- e) Pencawang bahagian (substations)

The power stations in our country usually generate electrical energy at a voltage of 11 kV.



2. Lapangan suis (switch zone)

- a) Lapangan suis mengawal tenaga elektrik dari penjana elektrik masuk ke Rangkaian grid nasional (National Grid Network)
- b) Lapangan suis dilengkapi dengan fius untuk memutuskan litar secara automatic apabila berlakunya litar pintas atau kebocoran arus.
- c) Lapangan suis disediakan di sepanjang talian penghantaran elektrik.

3. Rangkaian grid nasional (National Grid Network)

- a) Rangkaian grid nasional (National Grid Network) menyambungkan semua stesen penjana elektrik dengan satu jaringan kabel
- b) Kebaikan rangkaian grid nasional termasuklah :
 - I. Bekalan tenaga elektrik yang berlebihan dari satu stesen penjana dapat dialirkan ke stesen yang lain.
 - II. Stesen penjana tertentu boleh dihentikan operasinya untuk dibaiki.
 - III. Stesen penjana boleh diberhentikan operasi apabila permintaan rendah dan dipasang (diteruskan) semula apabila permintaan tinggi. Ini adalah untuk menjimatkan kos.

4. Pencawang masuk utama (main stations) dan Pencawang bahagian (substations)

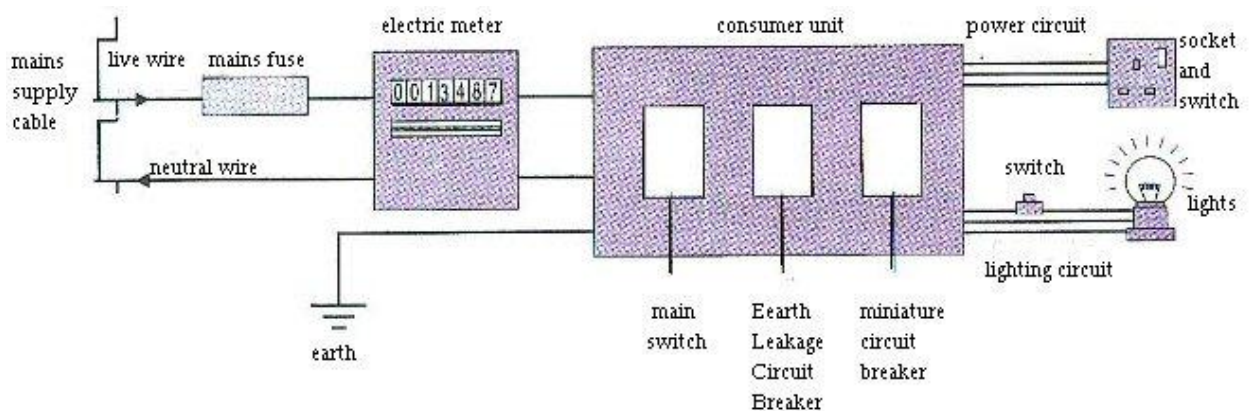
- a) Voltan yang tinggi tidak sesuai digunakan terus bahkan berbahaya kepada pengguna.
- b) Pencawang masuk utama (main stations) menurunkan voltan tinggi pada Rangkaian grid nasional (National Grid Network) melalui transformer injak menurun (step-up transformers)
- c) Pencawang bahagian (substations) mempunyai transformer injak menurun (step-up transformers) untuk menukar voltan tinggi kepada nilai voltan yang sesuai untuk

pengguna yang berlainan. Contohnya kilang memproses makanan memerlukan 415V manakala rumah kediaman memerlukan 240V.

8.4 Pembekalan Elektrik Dan Sistem Pendawaian Di Rumah

1. Di Malaysia, bekalan elektrik ke rumah kediaman ialah jenis arus ulang alik 50Hz pada 240V.
2. Arus yang dibekalkan ke rumah-rumah bertukar arah 50 kali setiap saat dan dikenali sebagai arus sesalur (single phase current supply).
3. Bekalan elektrik yang sampai ke rumah disalurkan ke alat-alat elektrik melalui litar pendawaian elektrik (wiring system).
4. Litar pendawaian (wiring system) elektrik di rumah mempunyai :
 - a) Dawai hidup (The live wire) : Fungsinya membawa arus elektrik ke rumah melalui kotak fius utama (main fuse box), suis utama (main switch) dan kotak pengagihan (Distribution box). Arus elektrik kemudiannya diagihkan daripada kotak pengagihan (Distribution box) ke litar selari (parallel circuit) di rumah.
 - b) Dawai neutral (The neutral wire) : Fungsinya mengalihkan arus dari alat-alat elektrik kembali ke pencawang bahagian (substations) untuk melengkapkan litar. Dawai (wire) ini dibumikan di pencawang bahagian (substations).
 - c) Dawai bumi (The earth wire) : Fungsinya, merupakan dawai tambahan yang menyambungkan alat-alat elektrik. Arus yang ter bocor boleh dialirkan dengan selamat ke bumi.

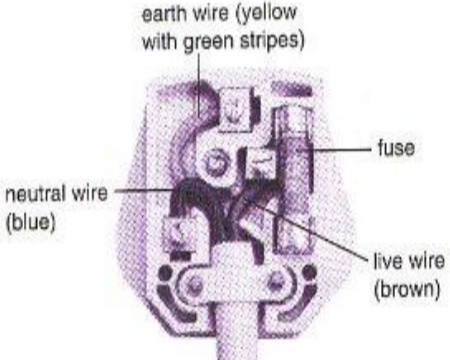
5. Litar pendawaian elektrik



Electrical wiring system in home

Kotak fius utama (Main fuse box)	Mempunyai fius 30 A untuk memutuskan bekalan arus yang melampau melaluinya.
Meter Elektrik (Electric meter)	Untuk merekodkan jumlah tenaga elektrik yang digunakan
Suis Utama (Main switch)	Untuk mengawal bekalan arus ke semua litar di dalam rumah. Terdapat dua jenis suis, iaitu : I. Suis kawalan : untuk memasang dan memutuskan bekalan elektrik jika perlu. II. Suis automatic : untuk keselamatan. Apabila berlakunya litar pintas atau kebocoran arus, suis automatic akan terputus secara automatic.
Kotak fius (fuse box)	Mengandungi fius-fius 15A, yang setiap satunya mengawal satu cabang litar elektrik di dalam rumah.
Suis litar (circuit switch)	Mengawal bekalan elektrik ke setiap alat elektrik
Soket (Sockets)	Merupakan terminal bekalan elektrik untuk alat-alat elektrik.

6. Litar pendawaian di rumah adalah disambung secara selari.
- Litar selari bercabang dari kotak fius. Biasanya litar disediakan untuk satu soket palam 3-pin (3-pin socket plug) dan beberapa lampu dalam susunan selari berkongsi satu litar dari kotak fius.
 - Kelebihan litar selari** ialah :
 - Kerosakkan** pada mana-mana alat elektrik tidak menjejaskan litar bagi **alat elektrik yang lain.**
 - Semua **alat elektrik mendapat voltan yang sama** dan **arus yang maksima**
7. Alat-alat elektrik kecuali lampu biasanya disambung kepada soket palam 3-pin (3-pin socket plug).
8. Soket palam 3-pin (3-pin socket plug)



a) Soket palam 3-pin (3-pin socket plug) mempunyai 3 terminal iaitu terminal hidup (L), terminal neutral (N) and terminal bumi (E).

- Terdapat satu fius 13 A yang disambung kepada dawai hidup. Fius ini mengawal arus tidak melebihi nilai fiusnya.
- Menghubungkan dawai neutral di mana litar lengkap membawa arus daripada alat elektrik ke punca elektik.
- Menghubungkan dawai bumi di mana sebarang kebocoran arus dialirkan ke bumi.

8.5: Kos Penggunaan Tenaga Elektrik

1. **Tenaga elektrik disukat dalam unit joule (J)**
2. **Meter joule** digunakan untuk **menyukat jumlah tenaga elektrik yang digunakan di rumah.**
3. Tenaga elektrik yang digunakan oleh alat-alat elektrik bergantung kepada :
 - a) **Kuasa** bagi alat-alat elektrik
 - b) **Jangka masa** alat elektrik digunakan
4. Hubungan antara tenaga elektrik dengan kuasa adalah mengikut rumus berikut

Tenaga elektrik (joule) = Kuasa alat elektrik (watt) × masa penggunaan (saat)

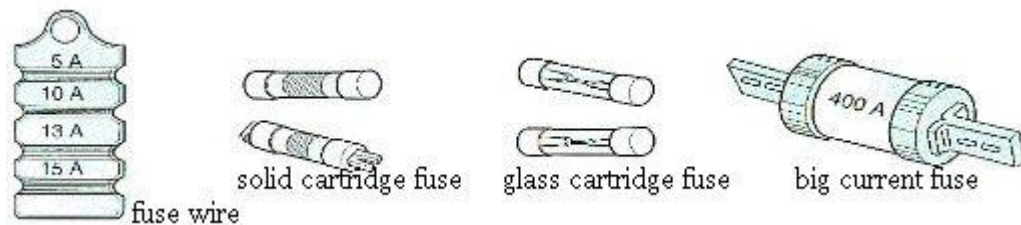
$$\text{Kuasa (W)} = \frac{\text{tenaga elektrik (j)}}{\text{masa (s)}}$$

5. Di Malaysia, jumlah tenaga elektrik disukat dalam unit kilowatt jam (kWj). Jadi, hubungan unit tenaga elektrik dengan kuasa dan masa diberi sebagai :

$$\text{Unit tenaga elektrik (kWj)} = \text{kuasa (kW)} \times \text{masa (j)}$$

8.6: Fungsi Fius Dan Dawai Bumi (The Functions of Fuse And Earth Wire)

1. Fius digunakan untuk mengawal nilai arus maksimum yang boleh mengalir menerusinya.
 - a) Nilai fius adalah saiz arus maksimum yang dibenarkan melaluinya tanpa meleburkan dawai fius.
 - b) Fius dibina daripada dawai aloi dan plumbum. Ia mempunyai takat lebur yang rendah.
 - c) Dawai fius akan melebur dan terputus apabila arus berlebihan mengalir melaluinya.
 - d) Fius yang bernilai 1A, 3A, 5A, 10A, dan 13A biasanya digunakan dalam kotak fius.



e) Arus bagi sesuatu alat elektrik boleh ditentukan oleh persamaan :

$$\text{Arus (I)} = \frac{\text{Kuasa (P)}}{\text{Voltan (V)}}$$

Contohnya: kuasa sebuah seterika ialah 960W. jadi arus bagi seterika berfungsi pada 240V ialah 4A.

$$\text{Arus (I)} = \frac{960 \text{ (P)}}{240 \text{ (V)}} = 4A$$

f) Fius boleh mengelakkan litar putus.

2. Dawai bumi ialah dawai yang disambungkan dari alat elektrik ke bumi demi keselamatan pengguna alat elektrik. Apabila kebocoran arus berlaku iaitu dawai hidup menyentuh logam alat elektrik, arus akan dialirkan ke bumi melalui dawai bumi untuk mengelakkan renjatan elektrik.

The relationship between power, voltage with current

1. The relationship between power, voltage with current can be formulated as follows:

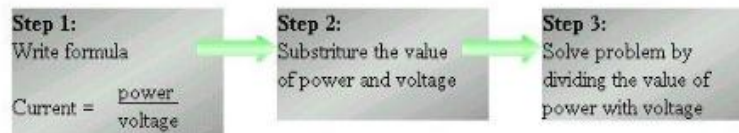
$$P = V \times I \quad \text{or} \quad \text{Power (W)} = \text{voltage (V)} \times \text{current (A)}$$

P, V and I are symbols that represent power, voltage and current respectively.

2. Free the formula $P = V \times I$, the quantity of current that flows through a certain electrical appliance can be calculated with the following formula:

$$I = \frac{P}{V} \quad \text{or} \quad \text{Current (A)} = \frac{\text{power (W)}}{\text{voltage (V)}}$$

3. The following steps are used to solve problems about the quantity of current that flows through an electrical appliance.

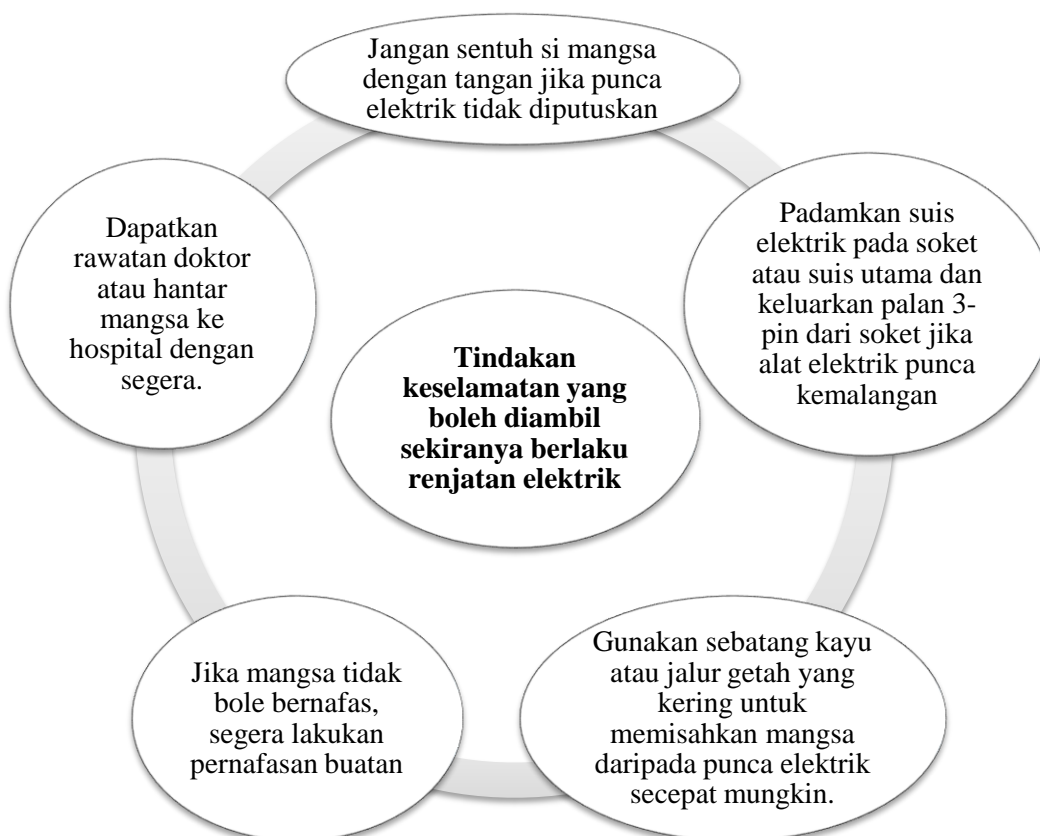


8.7: Kepentingan Mengamalkan Langkah Keselamatan Dalam Penggunaan Tenaga Elektrik

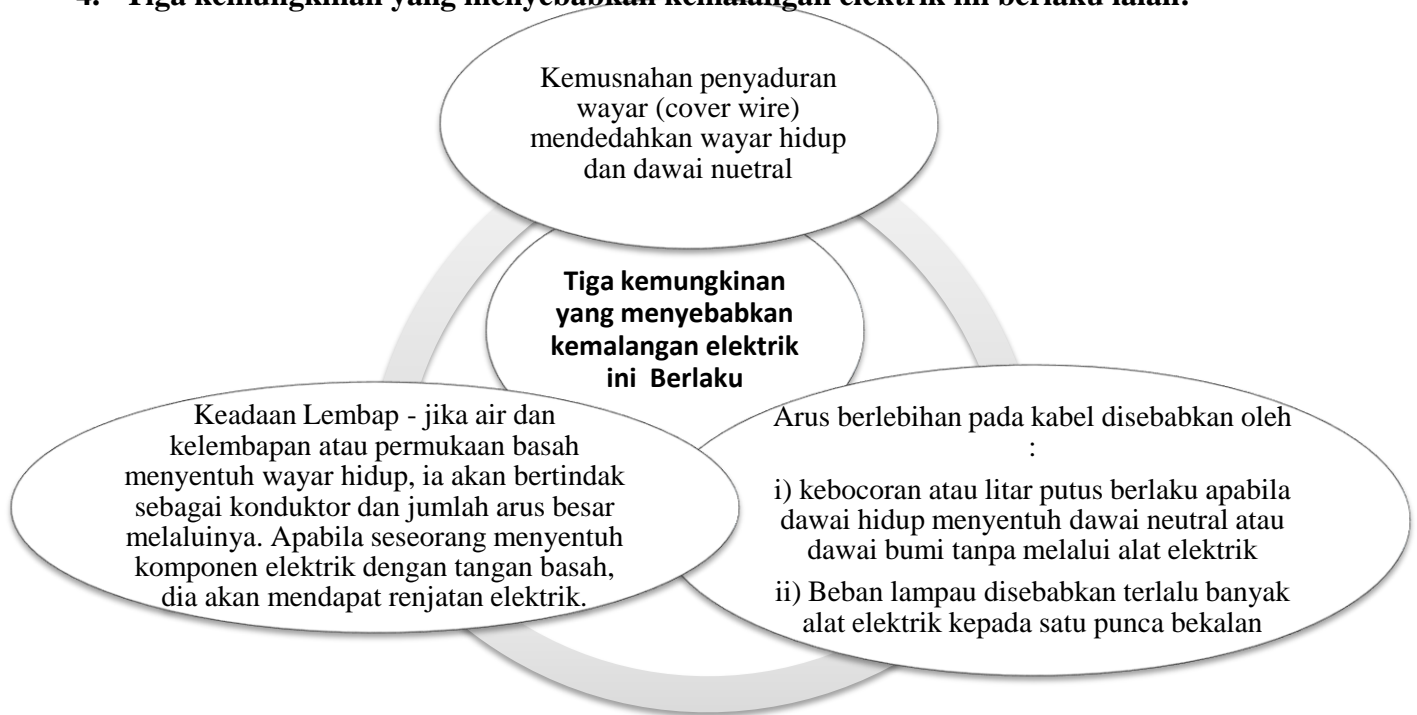
1. Beberapa langkah yang boleh diambil untuk mengelakkan kemalangan elektrik:



2. Tindakan keselamatan yang boleh diambil sekiranya berlaku renjatan elektrik:



3. Penyalahgunaan elektrik boleh menyebabkan kemalangan seperti kebakaran dan renjatan elektrik.
4. **Tiga kemungkinan yang menyebabkan kemalangan elektrik ini berlaku ialah:**



8.8: Kepentingan Penjimatan Dalam Penggunaan Tenaga Elektrik

1. **Pembaziran elektrik berlaku apabila :**
 - a) **Meninggalkan lampu,kipas dan pengawa dingin terpasang apabila tidak digunakan.**
 - b) **Memasang suis alat elektrik berulang kali**
 - c) **Membuka pintu peti sejuk secara kerap kali**
2. **Amalan yang dapat menjimatkan penggunaan tenaga elektrik ialah:**
 - a) **Padamkan suis alat-alat elektrik yang tidak digunakan**
 - b) **Gunakan alat elektrik pada muatan maksimum**
 - c) **Elakkan daripada memasang suis elektrik berulang kali kerana ia akan menyebabkan penggunaan kuasa elektrik yang tinggi**
 - d) **Kurangkan masa penggunaan alat-alat elektrik berkuasa tinggi seperti penyaman udara, pemanas air mandi, seterika, dan cerek.**

Discussion Topic:

The relationship between power, voltage with current

1. The relationship between power, voltage with current can be formulated as follows:

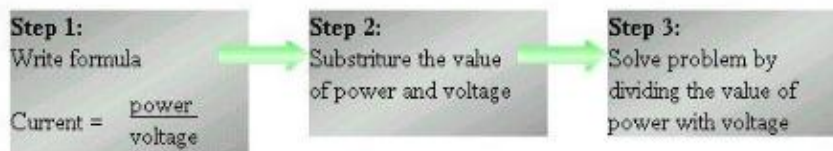
$$P = V \times I \quad \text{or} \quad \text{Power (W)} = \text{voltage (V)} \times \text{current (A)}$$

P, V and I are symbols that represent power, voltage and current respectively.

2. Free the formula $P = V \times I$, the quantity of current that flows through a certain electrical appliance can be calculated with the following formula:

$$I = \frac{P}{V} \quad \text{or} \quad \text{Current (A)} = \frac{\text{power (W)}}{\text{voltage (V)}}$$

3. The following steps are used to solve problems about the quantity of current that flows through an electrical appliance.



EXAMPLE

An electrical appliance has a marking of 150 W and is supplied with 250 V voltage. Calculate the electric current that flows through the appliance.

Table below shows sample calculations of the quantity of electric current that flows through a few home electrical appliances. Assume the mains voltage in our home is 250 V.

Electrical appliance	Power (W)	Mains voltage (V)	Value of electric current that flows through an electric appliance (A)
Standing fan	75	250	$I =$ <input type="text"/>
Rice cooker	650	250	$I =$ <input type="text"/>
Iron	1 000	250	$I =$ <input type="text"/>
Electrical kettle	2 000	250	$I =$ <input type="text"/>
Television	100	250	$I =$ <input type="text"/>

Sample calculations of quantity of electric current that flows through electrical appliances

Calculating the cost of electrical energy used

1. The cost of using an electrical appliance is based on the quantity of electrical energy used.
2. Electrical energy is measured in units of kilowatt-hour(kWh). One unit of electrical energy means kilowatt-hour(kWh) of electrical energy.

1 kWh = 1 unit of energy

PREVIOUSLY	NOW	USAGE
15465	16171	706 kWh

706 units of electrical energy were used and was measured by electric meter

UNIT	RATE	AMOUNT
400	0.218	RM 87.20
306	0.258	RM 78.95

Electric bill showing quantity of electrical energy used

3. In residential area, 1 kWh or 1 unit of energy used is charged by Tenaga Nasional Berhad based on the following electrical tariff rates.

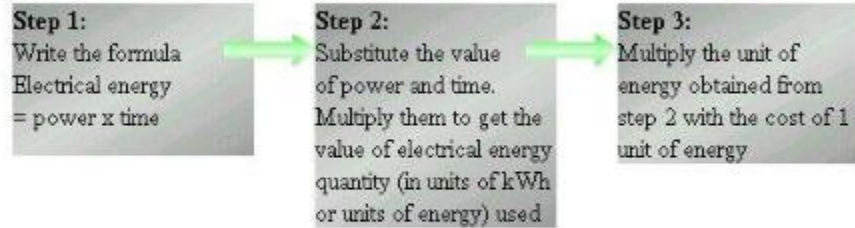
Usage of electrical energy (units)	Payment rate (RM)
For the first 200 units	0.218
For the next 800 units	0.258
For subsequent additional units	0.278

Electrical energy usage and its payment rate

4. The more electrical appliances used, the higher the quantity of electrical energy required. Consequently, the higher the energy cost that has to be paid.
5. Electrical energy cost can be calculated by using the following formula:

$$\text{Cost of electrical energy} = \text{electrical energy} \times \text{cost for 1 unit of energy}$$

The following steps are used to calculate the cost of electrical energy used.

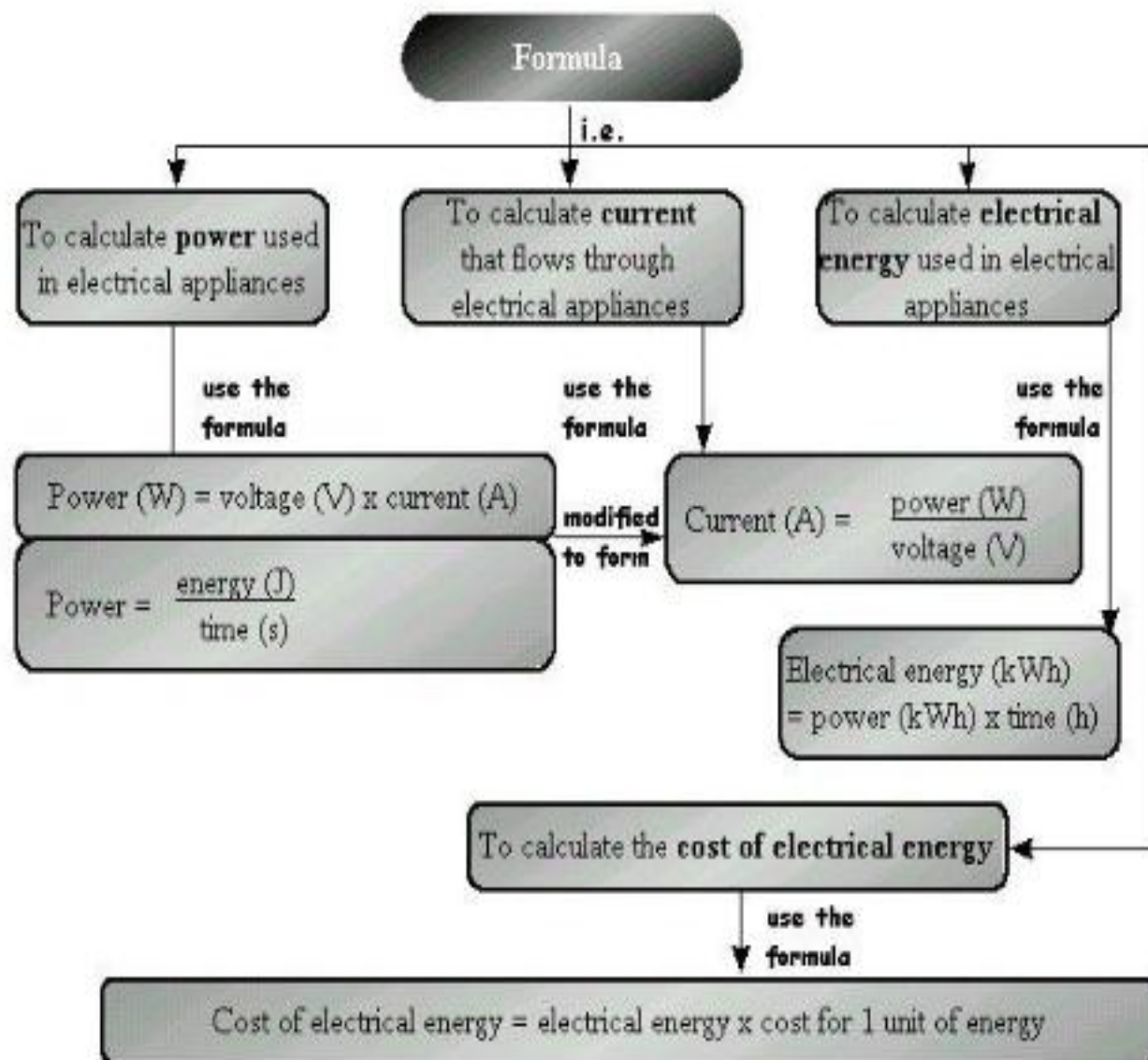


EXAMPLE

An air-conditioner unit of 2 kW (2 000 W) is used for 5 hours. Calculate the cost of electrical energy used if one unit of energy (kilowatt-hour) costs 20 sen.

EXAMPLE

Calculate the cost of energy used in the month of April (30 days) if an electrical appliance uses energy costing RM0.20 a day.



Summary of formula usage