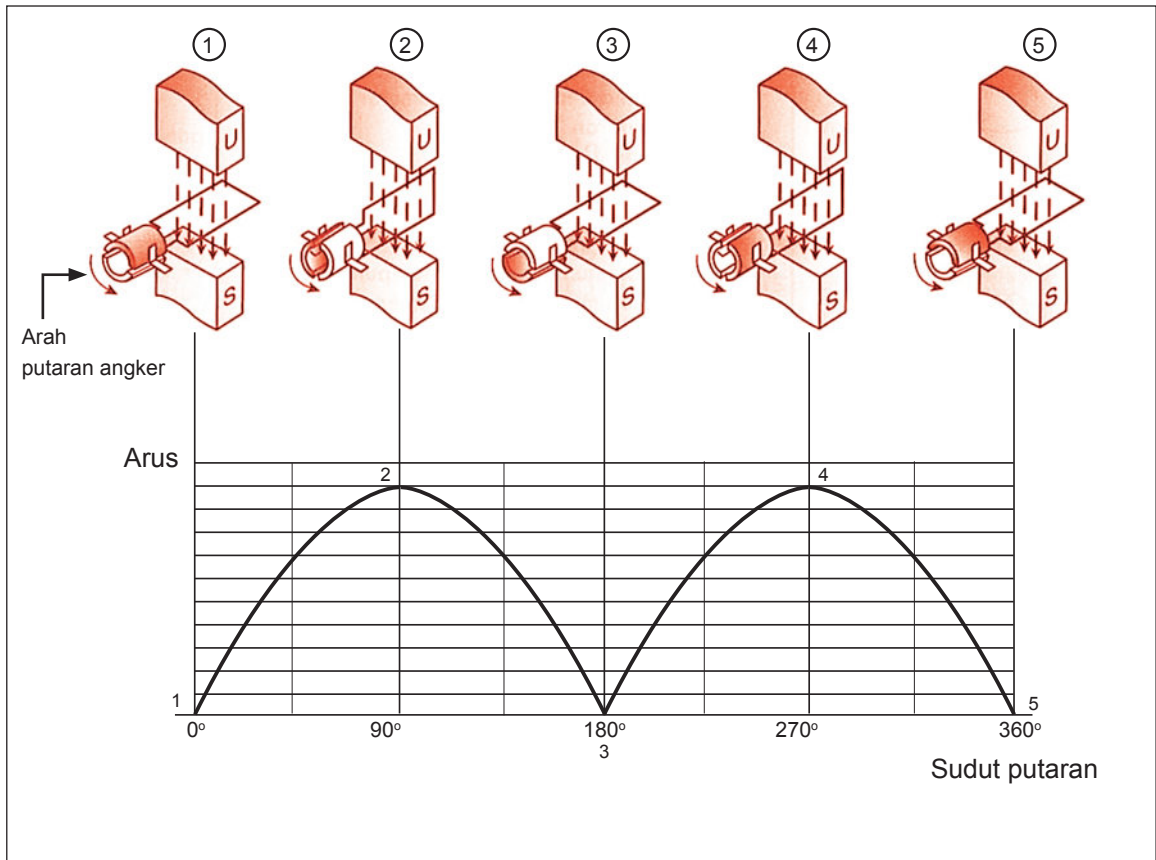


Rajah 3.23 Prinsip kendalian penjana arus terus

Graf arus teraruh di dalam penjana arus terus



Rajah 3.24 Graf arus teraruh di dalam penjana arus terus



Video penerangan tentang penjana arus terus.

Penjana arus ulang alik

Pada asasnya penjana AU juga adalah peranti yang menukarkan tenaga mekanikal kepada tenaga elektrik AU. Binaan penjana AU juga terdiri daripada beberapa bahagian utama yang hampir sama dengan penjana AT. Bahagian yang berbeza adalah pada penukar tertib (komutator) yang digantikan dengan jenis gelang gelincir pada penjana AU.

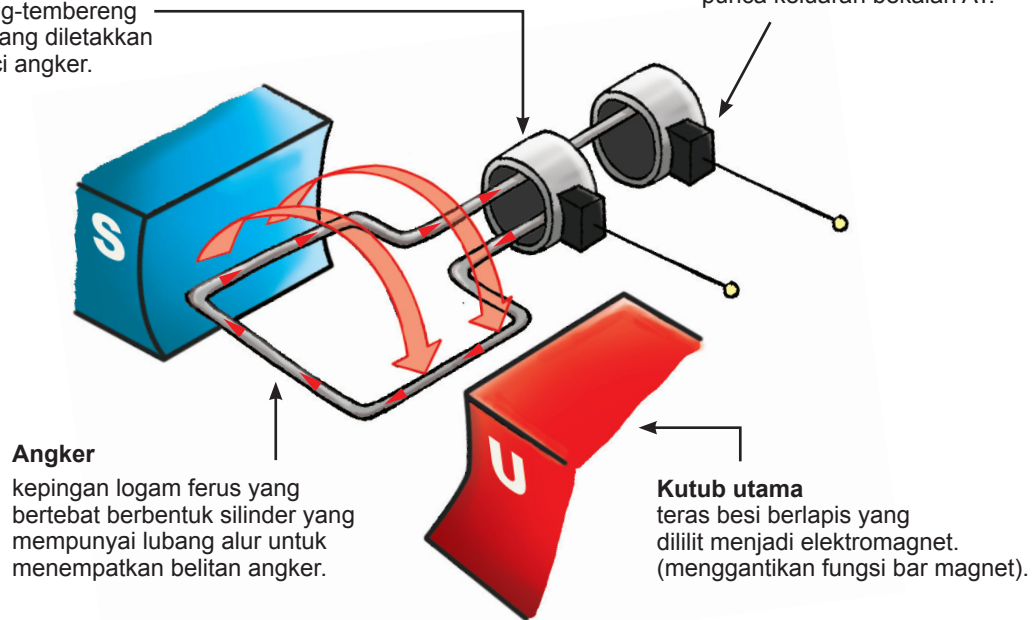
Binaan penjana AU

Gelang gelincir

tembereng-tembereng kuprum yang diletakkan di atas aci angker.

Berus karbon

penyambung litar angker ke punca keluaran bekalan AT.



Rajah 3.25 Binaan penjana AU

Jadual 3.4 Fungsi bahagian utama dalam penjana AU

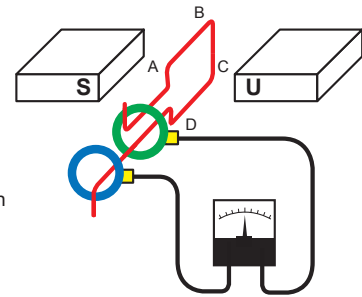
Bil	Bahagian	Fungsi
1.	Kutub utama	Menghasilkan medan magnet.
2.	Angker	Memotong medan magnet untuk menghasilkan daya gerak elektrik (d.g.e).
3.	Gelang gelincir	Punca tamatan bagi belitan pengalir angker menghasilkan voltan arus ulang-alik (AU).
4.	Berus karbon	Penyambung litar angker ke punca keluaran bekalan AU.

Prinsip kendalian penjana AU

Prinsip kerja penjana arus ulang-alik (a.c generator)

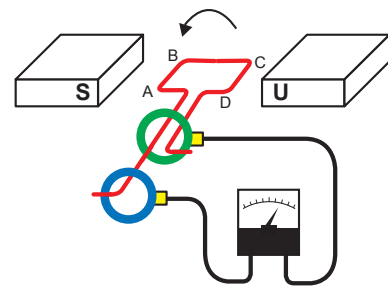
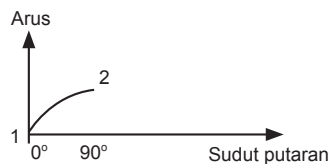
Kedudukan 1 (0°)

- Pada kedudukan menegak, gegelung bergerak selari dengan medan magnet dan tidak memotong fluks magnet.
- D.g.e dan arus aruhan adalah sifar.



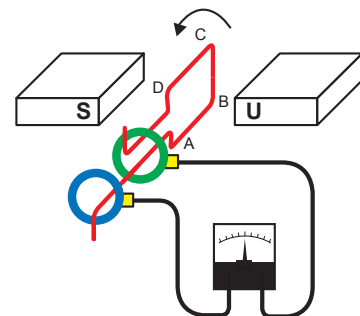
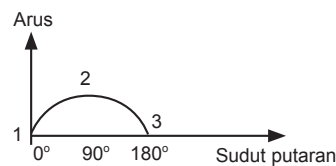
Kedudukan 2 (90°)

- Apabila gegelung berputar dari kedudukan menegak ke kedudukan mengufuk, d.g.e dan arus aruhan dalam gegelung bertambah dari sifar ke nilai maksimum.



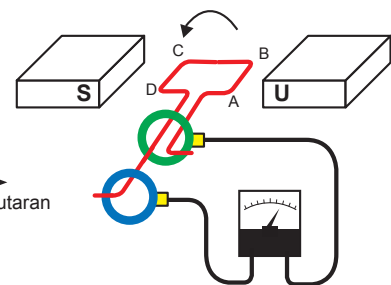
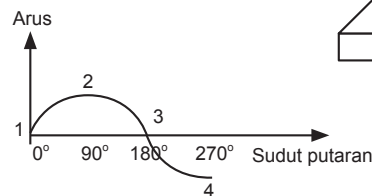
Kedudukan 3 (180°)

- Apabila gegelung berputar ke kedudukan menegak semula, nilai d.g.e dan arus aruhan berubah dari nilai maksimum ke sifar.
- Pada kedudukan ini, arus yang melalui gegelung adalah sifar.



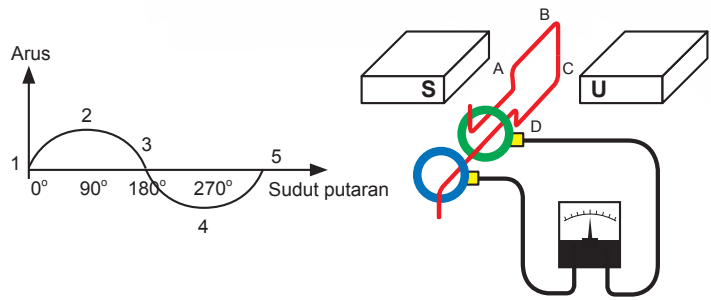
Kedudukan 4 (270°)

- Apabila gegelung melalui kedudukan mengufuk, arus aruhan di dalam gegelung mengalir ke arah yang bertentangan.
- Kedudukan bahagian anker bertukar dan dengan itu arus di dalam litar luar akan sentiasa mengalir ke arah yang sama.



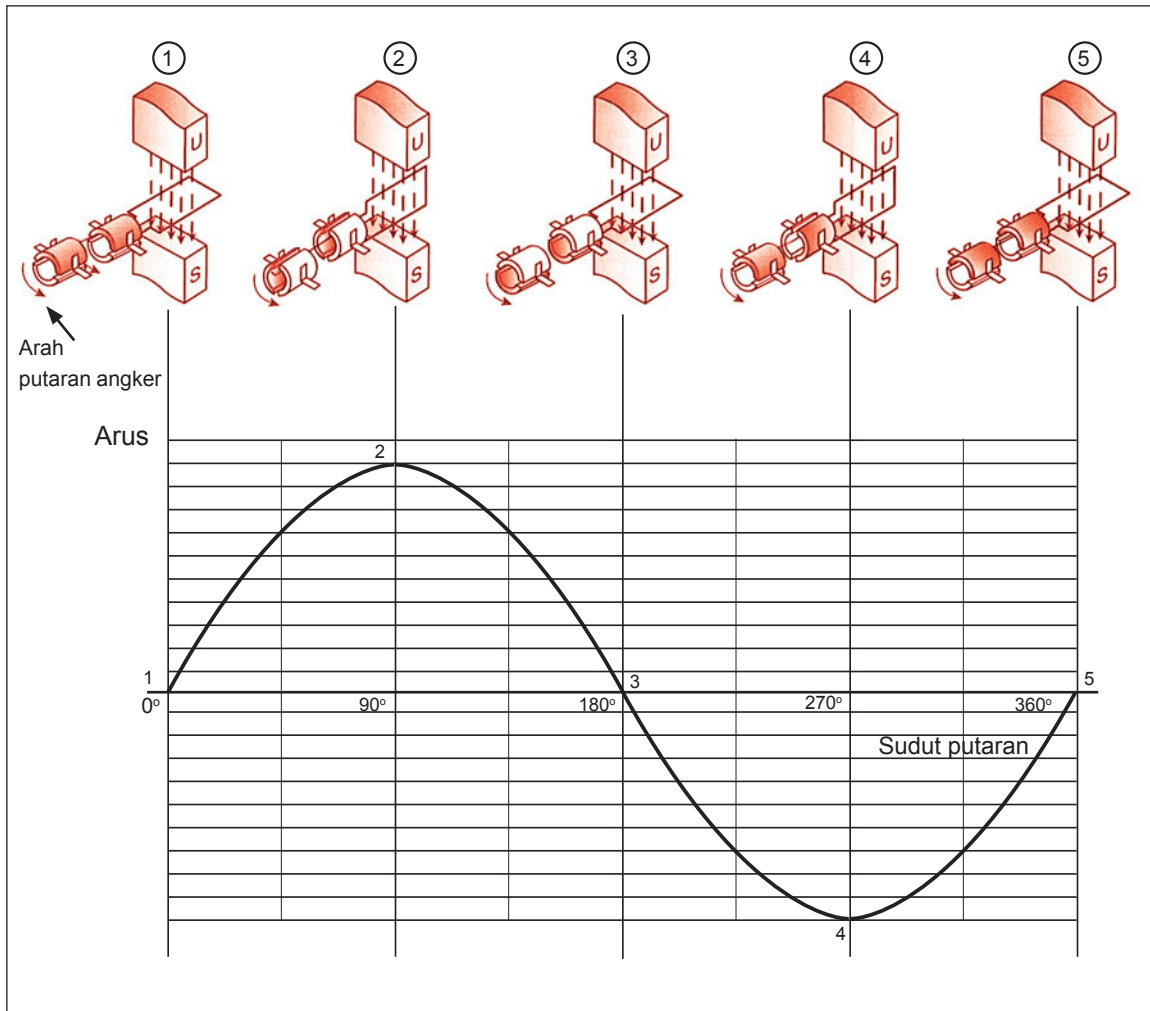
Kedudukan 5 (360°)

- Pada kedudukan menegak, gegelung bergerak selari dengan medan magnet dan tidak memotong fluks magnet.
- D.g.e dan arus aruhan adalah sifar.



Rajah 3.26 Prinsip kendalian penjana arus ulang alik

Graf arus teraruh di dalam penjana arus ulang-alik



Rajah 3.27 Graf arus teraruh di dalam penjana arus ulang alik

Perbezaan antara penjana AU dan AT

Jadual 3.5 Perbezaan antara penjana AT dan AU

Penjana AU	Penjana AT
Menghasilkan bekalan arus ulang-alik (AU).	Menghasilkan bekalan arus terus (AT).
Menggunakan gelang gelincir.	Menggunakan penukar tertib (komutator) satu gelang belah dua.
Arus ulang-alik (AU) bertukar arah secara sendiri dalam angker.	Penukar tertib (komutator) menukar arah pengaliran arus dalam angker.
Lebih cekap kerana tiada geseran antara gelang gelincir dan berus karbon.	Kurang cekap kerana terdapat geseran antara penukar tertib (komutator) dan berus karbon.
Menghasilkan voltan yang boleh diubah nilainya kepada nilai voltan yang lebih tinggi bagi tujuan penghantaran.	Menghasilkan voltan yang tidak boleh diubah nilainya (tetap).
Struktur: Angker pegun dan medan berputar atau angker berputar dan medan pegun.	Struktur: Angker berputar dan medan pegun.

Kelebihan penjana AU berbanding penjana AT

Jadual 3.6 Kelebihan penjana AU berbanding penjana AT

Penjana AU	Penjana AT
Voltan keluaran boleh dijana, diubah dan diagihkan dengan lebih cekap.	Voltan keluaran tidak dapat diubah dan tidak sesuai diagihkan kerana penggunaan penukar tertib (komutator satu gelang belah dua).
Penghasilan tenaga lebih cekap kerana tiada geseran antara gelang gelincir dan berus karbon.	Penghasilan tenaga kurang cekap kerana terdapat geseran antara penukar tertib (komutator) dan berus karbon.
Penggunaan penjana AU lebih meluas terutama dalam penjanaan sumber tenaga yang lebih besar.	Penggunaan penjana AT terhad dan digunakan untuk sumber tenaga yang kecil.




Video penerangan tentang penjana arus ulang alik



3.2.3**Proses penjanaan, penghantaran dan pengagihan elektrik kepada pengguna domestik dan industri**

Sistem pembekalan tenaga elektrik perlu melalui tiga peringkat penting iaitu penjanaan tenaga elektrik di stesen jana kuasa, penghantaran dan pengagihan tenaga elektrik. Gambar rajah menunjukkan konsep sistem pembekalan tenaga elektrik. Tenaga elektrik yang dihasilkan oleh stesen jana kuasa elektrik dinamakan sebagai sistem penjanaan. Tenaga elektrik akan dibekalkan secara pukal ke kawasan yang memerlukan tenaga elektrik. Penghantaran bekalan tenaga elektrik ini biasanya melalui jarak yang jauh kerana pada kebiasaannya kedudukan stesen jana kuasa elektrik juga terletak jauh. Sistem ini dinamakan sebagai sistem penghantaran dan juga dikenali sebagai Grid Nasional. Manakala pengagihan tenaga elektrik yang bermula dari pencawang masuk utama hingga ke punca pengguna dikenali sebagai sistem pengagihan.



Aerial view of a power generation system. A large dam is shown with water cascading over its spillways. Power lines extend from the dam area towards a residential and commercial area. The residential area consists of many houses with red roofs, and the commercial area includes several high-rise buildings. The system is divided into three main sections: A (Generation), B (Transmission), and E (Distribution).

Sistem penjanaan
(11kV/22kV/33kV)

Sistem pengagihan
(11kV/33kV)

Konsep sistem pembekalan tenaga elektrik

- A Stesen jana kuasa
- B Stesen transformer injak naik
- C Rangkaian Grid Nasional
- D Stesen transformer injak turun
- E Pencawang bahagian

Sistem penghantaran
(132kV/275kV/500kV)

Penjanaan

1. Terdapat tiga jenis stesen janakuasa elektrik utama di negara kita iaitu stesen jana kuasa hidro, stesen jana kuasa terma dan stesen jana kuasa gas.
2. Stesen jana kuasa hidroelektrik berupaya menghasilkan voltan antara 10.5 kV hingga 11.0 kV. Walau bagaimanapun, nilai tersebut ditetapkan pada 11 kV untuk memudahkan pelarasan nilai voltan.
3. Sebahagian stesen jana kuasa elektrik lain mampu mengeluarkan tenaga elektrik sehingga 22 kV dan 33 kV.
4. Terdapat dua jenis sumber tenaga yang boleh menghasilkan tenaga elektrik iaitu sumber tenaga lestari seperti tenaga hidro, angin, suria, ombak, pasang surut, biojisim dan sumber tenaga tidak boleh diperbaharui seperti arang batu, petroleum, gas asli, dan nuklear.

Penghantaran

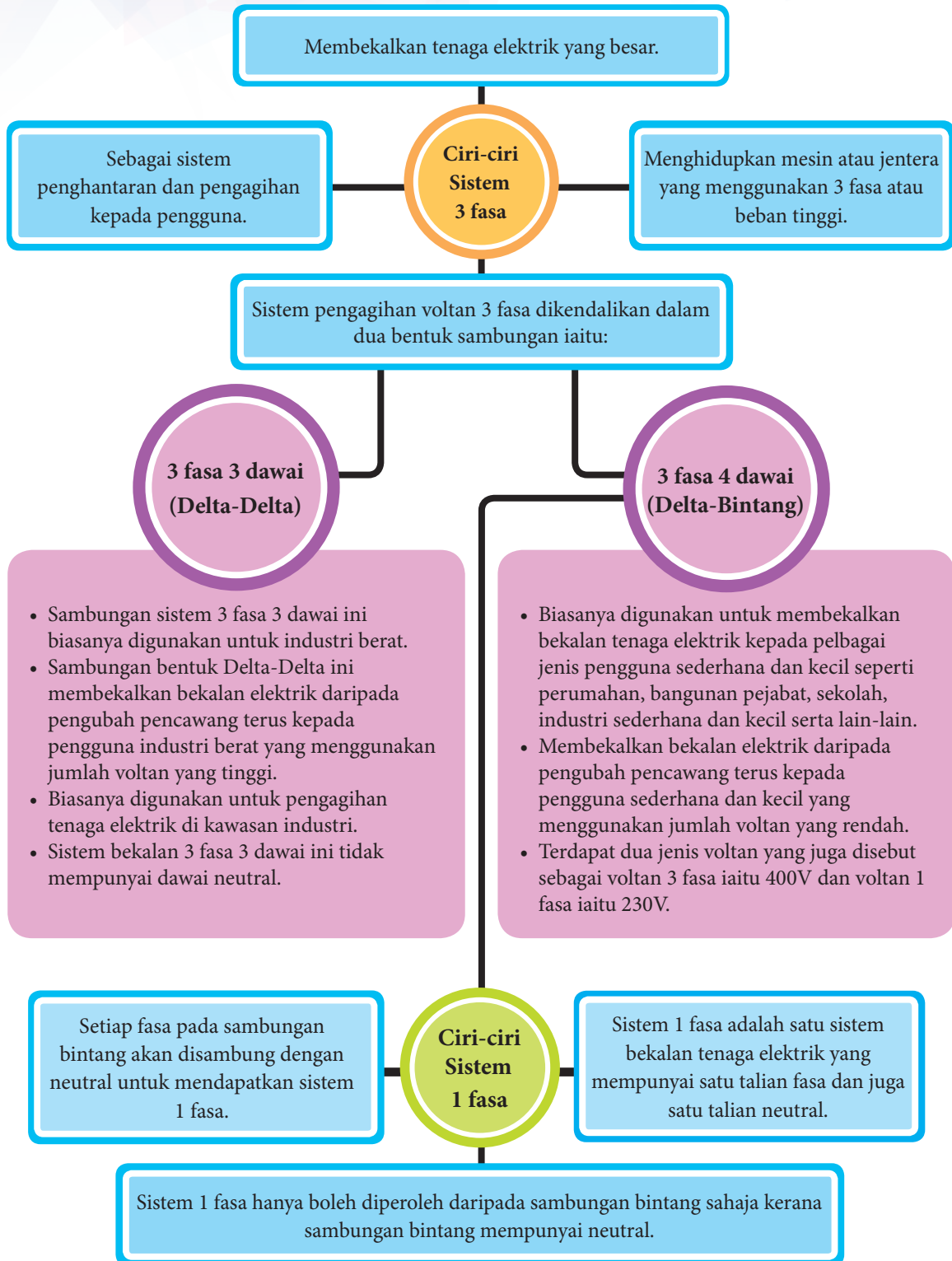
1. Bermula daripada voltan 11 kV yang dihasilkan oleh stesen jana kuasa elektrik yang disalurkan ke transformer injak naik iaitu di pencawang masuk utama.
2. Pengubah ini mampu menaikkan voltan sehingga ke 132 kV, 275 kV dan 500 kV bagi tujuan penghantaran tenaga elektrik dalam jarak yang jauh.
3. Tujuan utama menaikkan voltan penghantaran adalah untuk merendahkan arus bagi tujuan mengurangkan kehilangan kuasa elektrik (*power losses*) melalui pelepasan haba.
4. Selain itu, penggunaan saiz kabel untuk penghantaran juga dapat dikurangkan.
5. Di Malaysia, segala talian penghantaran daripada setiap stesen jana kuasa elektrik utama saling dirangkaikan dan rangkaian ini dikenali sebagai Grid Nasional.
6. Talian penghantaran dipasang pada ketinggian tertentu menggunakan menara pylon bertujuan untuk keselamatan pengguna.

Pengagihan

1. Proses pengagihan tenaga elektrik bermula dari pencawang masuk utama hingga ke punca pengguna.
2. Lazimnya, pengagihan voltan bekalan ke punca pengguna dilakukan dengan menggunakan kabel bawah tanah dan talian atas.
3. Voltan penghantaran yang tinggi akan diturunkan ke nilai 33 kV dan 11 kV oleh transformer injak turun yang terletak di pencawang masuk utama bagi tujuan pengagihan kepada pengguna.
4. Bagi pengguna industri berat, voltan 33 kV dan 11 kV dibekalkan kerana penggunaan tenaga elektrik yang besar.
5. Bagi pengguna sederhana dan kecil, voltan akan diturunkan lagi sehingga 230/400V (+10%, -6%) oleh transformer injak turun yang ada di pencawang pengagihan.

Rajah 3.28 Proses penjanaan dan pengagihan elektrik kepada pengguna





Rajah 3.29 Sistem fasa dalam sistem pengagihan tenaga elektrik

Jadual 3.7 Perbezaan antara sistem 3 fasa dan sistem 1 fasa

Sistem 3 fasa	Sistem 1 fasa
1. Mempunyai tiga talian fasa dan satu talian neutral.	1. Hanya mempunyai satu talian fasa dan juga satu talian neutral.
2. Untuk pembekalan tenaga elektrik yang lebih besar.	2. Untuk pembekalan tenaga elektrik yang rendah.
3. Pendawaian lebih kompleks kerana terdiri daripada tiga talian fasa dan satu talian neutral.	3. Pendawaian lebih ringkas kerana terdiri daripada satu talian fasa dan satu talian neutral.
4. Pengubah tiga fasa adalah lebih ringan, kecekapan lebih baik dan lebih murah.	4. Pengubah 1 fasa lebih besar, lebih berat dan lebih mahal.
5. Untuk penggunaan motor elektrik, secara amnya motor tiga fasa mempunyai daya kilas permulaan yang lebih stabil dan tetap.	5. Untuk penggunaan motor elektrik, secara amnya motor 1 fasa mempunyai daya kilas permulaan yang lebih rendah dan kurang stabil.
6. Kos pendawaian lebih mahal tetapi lebih ekonomi dalam penyelenggaraan pada pengubah jika membekalkan sejumlah kuasa ketara yang lebih besar.	6. Lebih ekonomi dan sesuai untuk penggunaan tenaga yang rendah tetapi tidak sesuai untuk penggunaan kuasa ketara yang lebih besar kerana ketidakseimbangan fasa pada pengubah masukan.



Info

Kaedah menstabilkan arus penggunaan:

- Memasang peralatan yang boleh mempertingkatkan Angkadar Kuasa seperti "*Capacitor Bank*".
- Elakkan peralatan elektrik berasaskan motor beroperasi tanpa beban atau kurang daripada beban yang disarankan oleh pengeluar kilang.
- Menggunakan peralatan elektrik berasaskan motor yang mempunyai nilai Angkadar Kuasa yang tinggi.
- Menggunakan peralatan elektrik berasaskan motor yang disahkan oleh SIRIM dan mempunyai label cekap tenaga (*energy efficient*).



TENAGA NASIONAL



Peraturan pendawaian bangunan kediaman.

3.2.4

Penggunaan sistem 3 fasa dan 1 fasa bagi pengguna domestik dan industri berdasarkan peraturan IEE

Sistem Fasa dalam Sistem Pengagihan Tenaga Elektrik

- Terdapat dua jenis fasa dalam sistem pengagihan tenaga elektrik iaitu sistem 3 fasa dan sistem 1 fasa.
- Bekalan tenaga elektrik adalah dalam bentuk arus ulang-alik (AU).
- Bagi pengguna industri berat, voltan 33kV dan 11kV dibekalkan secara terus daripada pencawang masuk utama.
- Bagi pengguna sederhana voltan bekalan (400V) dikenali sebagai voltan bekalan 3 fasa 4 kabel kerana mempunyai tiga punca hidup dan satu punca neutral.
- Manakala, bagi pengguna kecil voltan bekalan yang digunakan adalah (230V) dan dikenali sebagai voltan bekalan 1 fasa 2 kabel kerana mempunyai 1 punca hidup dan 1 punca neutral.
- Bagi voltan bekalan 3 fasa ia terdiri daripada tiga kabel hidup iaitu fasa merah (R), fasa kuning (Y) dan fasa biru (B).



Info

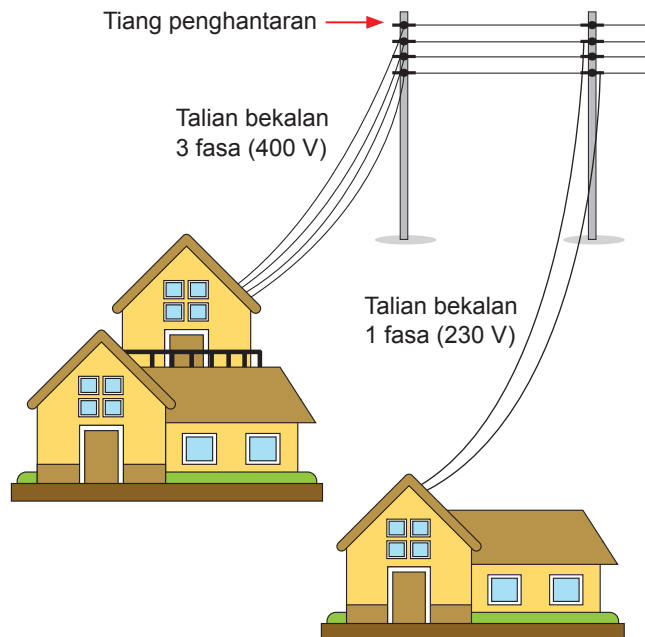
Berkuat kuasa pada 1 Januari 2008, voltan bekalan nominal adalah seperti berikut:

a) Nominal Voltage
Effective 1st Jan 2008, nominal voltage for low voltage supply in Malaysia is 230/400V (+10%, -6%) in accordance with MS IEC 60038. The details of voltages and variations are as below:-

	Nominal Voltage (V)	Percentage of Variations (%)		Voltage Variations (V)	
		+	-	Min.	Max.
Until 31/12/2007					
Single phase, 1 Ø	240	5	10	226	252
Three phase, 3 Ø	415	5	10	373.5	436
Commencing on 1/1/2008					
Single phase, 1 Ø	230	10	6	216	253
Three phase, 3 Ø	400	10	6	376	440

b) Nominal Frequency
Nominal frequency for low voltage supply voltage in Malaysia is allowed to fluctuate at $\pm 1\%$ from 50Hz.

Sumber: *Approval Of Electrical Equipment [Electricity Regulations 1994] Information Booklet 2014 Edition* By Suruhanjaya Tenaga.



Rajah 3.30 Sistem pengagihan 1 fasa dan 3 fasa

Pemilihan penggunaan sistem fasa

Terdapat beberapa perkara yang perlu diambil kira dalam menentukan keutamaan penggunaan sistem 1 fasa dan 3 fasa. Antaranya adalah seperti berikut:

(a) Rujukan peraturan

Semua proses pendawaian daripada perancangan sehingga pemasangan pendawaian perlu mematuhi semua peraturan yang telah ditetapkan. Kerja-kerja pendawaian oleh juruelektrik di bangunan hendaklah mematuhi kehendak peraturan-peraturan berikut:

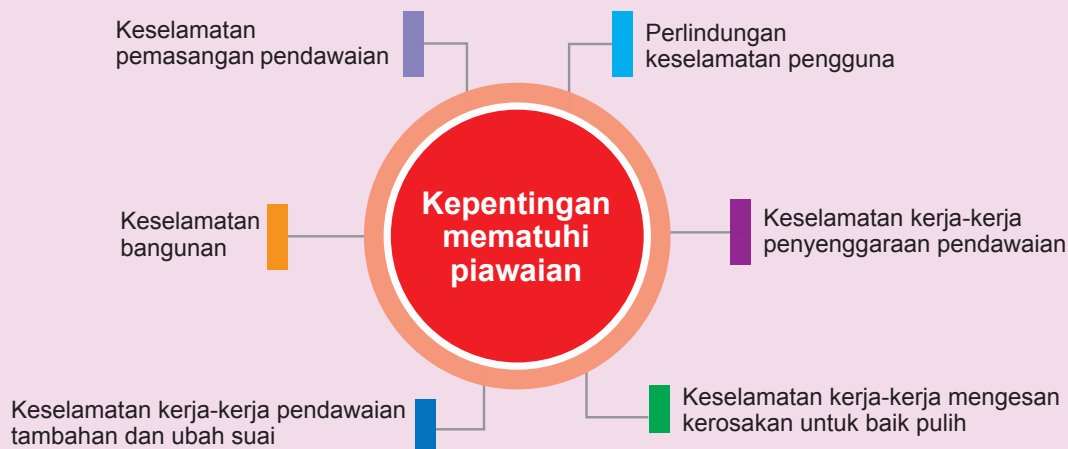
1. Akta Bekalan Elektrik 1990, Akta 447 dan Akta Suruhanjaya Tenaga 2001.
2. Peraturan-Peraturan Elektrik 1994 dan Pindaan-Pindaanya.
3. Malaysia Standard MS IEC 60364 "*Electrical Installation of Buildings*".
4. MS 1979:2007 *Electrical Installations of Building – Code of Practice*.
5. MS 1936:2006 *Electrical Installations of Building – Guide To MS IEC 60364*.
6. TNB *Electricity Supply Application Handbook*.
7. "Garis panduan pendawaian elektrik di bangunan kediaman" Suruhanjaya Tenaga.

(b) Kehendak peraturan

Peraturan 11(1), Peraturan-Peraturan Elektrik 1994 telah mensyaratkan semua pendawaian, pendawaian tambahan atau pendawaian semula yang hendak dijalankan oleh Kontraktor Elektrik atau Unit Pendawaian Elektrik perlu mendapat kelulusan bertulis daripada pemegang lesen atau pihak berkuasa bekalan.

(c) Kepentingan piawaian

Kesemua piawaian yang telah ditetapkan dalam peraturan mestilah dipatuhi dan diamalkan oleh setiap juruelektrik dan pendawai bagi memastikan keselamatan pengguna, harta benda dan haiwan ternakan daripada kejutan elektrik, mecur, kebakaran dan kemalangan. Piawaian ini juga adalah untuk menjamin kerja-kerja pendawaian yang dilakukan adalah mengikut spesifikasi dan piawaian yang telah ditetapkan bagi menjamin kepentingan berikut:



Rajah 3.31 Kepentingan mematuhi piawaian

(d) Mereka bentuk pendawaian dalam penentuan fasa

Sebelum menentukan keutamaan penggunaan sistem 3 fasa dan 1 fasa bagi pengguna domestik dan industri, keperluan terhadap reka bentuk pendawaian perlu dilakukan terlebih dahulu. Perkara pertama dalam proses mereka bentuk pendawaian bagi menentukan keutamaan penggunaan sistem 3 fasa dan 1 fasa adalah dengan mengadakan lawatan tapak untuk mengenal pasti keadaan persekitaran, jenis bangunan dan langkah perlindungan.

Di samping itu, lawatan tapak juga dapat mengenal pasti keperluan sebenar beban pengguna, mengira permintaan beban maksimum dan mengenal pasti pelan, lukisan serta spesifikasi bangunan. Selain itu, perbincangan dengan pengguna berkaitan juga penting bagi mendapatkan maklumat berkenaan dengan keperluan pemasangan dan keperluan penggunaan beban maksimum pengguna pada masa akan datang. Maklumat berkaitan keperluan maksimum beban pengguna ini dapat menentukan pemilihan fasa pendawaian yang sesuai bagi pengguna domestik dan industri.

Dalam peraturan (MS IEC 60364-1:2003 Fasal 311) telah menjelaskan mengenai keperluan pengiraan permintaan maksimum beban dalam ampere (A) bagi setiap litar akhir suatu pendawaian. Hal ini bertujuan supaya reka bentuk pemasangan pendawaian yang ekonomik, berdaya harap dan dalam had voltan susut yang dibenarkan dapat dilakukan.

Faktor kepelbagaian (*Diversity factor*) boleh diambil kira untuk mengira permintaan beban maksimum. Kesemua pengiraan keperluan arus maksimum setiap litar perlu disediakan dengan lengkap. Butiran ini dapat menunjukkan keperluan arus bagi setiap fasa dalam ampere dan juga membantu dalam menentukan penggunaan saiz kabel. Peraturan 11(2), Peraturan-Peraturan Elektrik 1994 adalah untuk menghitung permintaan arus dan perlu merujuk pada Jadual Ketiga (Jadual A dan B).

(e) Permintaan beban maksimum

Pengiraan beban ini lebih dikenali sebagai jumlah beban tersambung (*total connected load*). *Standard* MS IEC 60364 tidak menunjukkan secara langsung kaedah pengiraan mencari jumlah beban tersambung. Walau bagaimanapun, kaedah pengiraan beban adalah berdasarkan Jadual A dan B yang terdapat dalam Peraturan-Peraturan Elektrik 1994. Contoh pengiraan jumlah beban tersambung boleh menerangkan perbezaan keperluan beban pengguna bagi menentukan pemilihan fasa yang sesuai. Contoh 1 merujuk kepada pengiraan permintaan beban maksimum bagi kesesuaian penggunaan sistem 1 fasa dan Contoh 2 merujuk kepada pengiraan permintaan beban maksimum bagi kesesuaian penggunaan sistem 3 fasa. Jadual 3.8 menunjukkan Jadual B (Kelonggaran bagi Kepelbagaian) dalam pengiraan jumlah beban.



Info

Tahukah anda mengapakah faktor kepelbagaian diperlukan?

Dalam sesuatu pemasangan pengguna, tidak semestinya semua kelengkapan elektrik digunakan serentak pada satu masa. Contohnya, jarang sekali pengguna memerlukan atau menggunakan lampu, televisyen, pemanas air, dapur elektrik, seterika dan lain-lain dalam satu masa yang sama. Oleh itu, arus maksimum yang mengalir di dalam pengalir litar adalah kurang daripada jumlah arus yang dijangkakan apabila kesemua alat kelengkapan elektrik digunakan serentak. Jadi, adalah tidak ekonomik sekiranya kita menggunakan kabel, suis, pengasing dan sebagainya, dengan hanya berpandukan pada permintaan maksimum arus beban dalam pemasangan. Bagi tujuan ini, faktor kepelbagaian dibenarkan tetapi hendaklah berlandaskan kepada jadual B Peraturan-Peraturan Elektrik 1994.

Jadual 3.8 Jadual B (Kelonggaran bagi kepelbagaian)

Penggunaan kepelbagaian bagi litar akhir yang disuapkan dari pengalir atau peralatan suis	Pemasangan rumah persendirian termasuk blok penginapan persendirian
1. Lampu	66% daripada jumlah permintaan arus.
2. Kuasa	100% daripada jumlah permintaan arus sehingga 10A + 50% daripada mana- mana permintaan arus yang melebihi 10A.
3. Perkakas memasak	10 Ampere + 30% f.l perkakas memasak yang disambungkan melebihi 10 Ampere + 5A jika air keluar digabungkan dalam unit.
4. Pemanasan air (jenis serta-merta)	100% f.l perkakas terbesar + 100% f.l perkakas kedua terbesar + 25% f.l perkakas yang tinggal.
5. Pemanas air (dikawal termostat)	Kepelbagaian tidak dibenarkan.
6. Susunan standard litar akhir menggunakan alir keluar soket	100% daripada permintaan terbesar + 40% daripada permintaan arus bagi tiap-tiap litar lain.
7. Alir keluar soket selain daripada yang di atas dan kelengkapan pegun selain daripada disenaraikan di atas.	100% daripada permintaan arus daripada poin penggunaan terbesar + 40% daripada permintaan arus bagi tiap-tiap poin penggunaan yang lain.

f.l = beban penuh (*full load*)

Petunjuk:

- 1.8 adalah pengganda berdasarkan andaian bahawa litar ini perlu diperbetulkan pada jumlah faktor kuasa (f.k) yang tidak kurang daripada 0.85 dan mengambil kira kehilangan kawalan serta arus harmonik. Pengganda ini hanya digunakan untuk kiraan beban lampu nyahcas.
- $\cos \theta = 0.85$ adalah untuk pembetulan faktor kuasa akibat beban induktor. Contoh beban induktor ialah kipas angin, pam air dan peralatan yang menggunakan gegelung motor.
- 746W adalah bersamaan dengan 1 HP iaitu satu kuasa kuda bagi kiraan kuasa penyaman udara.

Contoh 1(1 fasa):

Sebuah rumah kediaman jenis setingkat digunakan sebagai sampel untuk membuat contoh pengiraan jumlah beban tersambung (*Total Connected Load*) yang sesuai untuk sistem bekalan 1 fasa. Jadual 3.9 menunjukkan anggaran pengiraan jumlah beban tersambung bagi bangunan kediaman jenis setingkat tersebut.

Jadual 3.9 Anggaran pengiraan jumlah beban tersambung bagi bangunan kediaman sistem 1 fasa

Komponen	Pengiraan arus maksimum	Pengiraan arus dengan faktor kepelbagaian	Arus maksimum	Arus anggaran	Rumus
Lampu filamen	$8 \text{ Unit} \times 60 \text{ W}$ $I = \frac{P}{V}$ $= \frac{8 \text{ Unit} \times 60 \text{ W}}{230\text{V}}$ $= 2.09 \text{ A}$	$66\% \times 2.09\text{A}$ $= 1.38\text{A}$	2.09A	1.38A	$I = \frac{P}{V}$
Lampu nyahcas (kalimantang/pendaflour)	$10 \text{ Unit} \times 36\text{W} \times 1.8$ $I = \frac{Px1.8}{V}$ $= \frac{10 \text{ Unit} \times 36\text{W} \times 1.8}{230\text{V}}$ $= 2.82 \text{ A}$	$66\% \times 2.82\text{A}$ $= 1.86\text{A}$	2.82A	1.86A	$I = \frac{Px1.8}{V}$
Kipas siling	$4 \text{ Unit} \times 85\text{W}$ $I = \frac{P}{V \cos\theta}$ $= \frac{4 \text{ Unit} \times 85\text{W}}{230\text{V} \times 0.85}$ $= 1.74 \text{ A}$	$66\% \times 1.74\text{A}$ $= 1.15\text{A}$	1.74A	1.15A	$I = \frac{P}{V \cos\theta}$
Soket alir keluar 13A	4 Unit x 20A = 80A (litar dikawal MCB 20A)	Soket pertama = 100% = 20A Baki 3 soket = 40% x 60A = 24A Jumlah 20+24=44A	80A	44A	
Pemanas air	$1 \text{ Unit} \times 1500 \text{ W}$ $I = \frac{P}{V}$ $= \frac{1 \text{ Unit} \times 1500 \text{ W}}{230\text{V}}$ $= 6.52\text{A}$	$100\% \text{ beban penuh}$ $= 6.52\text{A}$	6.52A	6.52A	$I = \frac{P}{V}$
JUMLAH			93.17A	54.91A	



Catatan penting

- Walaupun jumlah arus maksimum ialah 93.17A, tetapi ia tidak diambil kira sebagai jumlah arus sebenar beban.
- Jumlah arus anggaran bagi pendawaian ini adalah 54.91A. Kiraan arus anggaran ini adalah kurang daripada had satu fasa iaitu 60A. Hal ini menunjukkan kesesuaian penggunaan sistem 1 fasa.

Contoh 2 (3 fasa):

Untuk contoh 2, pengiraan sebuah rumah kediaman jenis 2 tingkat digunakan sebagai sampel untuk membuat contoh pengiraan jumlah beban tersambung (*Total Connected Load*) yang sesuai untuk sistem bekalan 3 fasa. Jadual 3.10 menunjukkan anggaran pengiraan jumlah beban tersambung bagi bangunan kediaman jenis dua tingkat.

Jadual 3.10 Anggaran pengiraan jumlah beban tersambung bagi bangunan kediaman sistem 3 fasa

Komponen	Pengiraan arus maksimum	Pengiraan arus dengan faktor kepelbagaian	Arus maksimum	Arus anggaran	Rumus
Lampu filamen	$10 \text{ Unit} \times 60 \text{ W}$ $I = \frac{P}{V}$ $= \frac{10 \text{ Unit} \times 60 \text{ W}}{230\text{V}}$ $= 2.61 \text{ A}$	$66\% \times 2.61\text{A}$ $= 1.72\text{A}$	2.61A	1.72A	$I = \frac{P}{V}$
Lampu pendaflour (kalimantang)	$20 \text{ Unit} \times 18\text{W} \times 1.8$ $I = \frac{Px1.8}{V}$ $= \frac{20 \text{ Unit} \times 18\text{W} \times 1.8}{230\text{V}}$ $= 2.82 \text{ A}$	$66\% \times 2.82\text{A}$ $= 1.86\text{A}$	2.81A	1.86A	$I = \frac{Px1.8}{V}$
Kipas siling	$6 \text{ Unit} \times 85\text{W}$ $I = \frac{P}{V \cos\theta}$ $= \frac{6 \text{ Unit} \times 85\text{W}}{230\text{V} \times 0.85}$ $= 2.61\text{A}$	$66\% \times 2.61\text{A}$ $= 1.72\text{A}$	2.61A	1.72A	$I = \frac{P}{V \cos\theta}$
Soket alir keluar 13A	$12 \text{ Unit} \times 20\text{A} = 240\text{A}$ (litar dikawal MCB 20A)	Soket pertama = 100% = 20A Baki 11 soket = 40% x 220A = 88A Jumlah 20+88=108A	240A	108A	
Pemanas air	$2 \text{ Unit} \times 3000 \text{ W}$ $I = \frac{P}{V}$ $= \frac{2 \text{ Unit} \times 3000 \text{ W}}{230\text{V}}$ $= 26.09\text{A}$	Pemanas air 1 = 100% beban penuh = 13.05A Pemanas air 2 = 100% beban penuh = 13.05A Jumlah = 26.09A	26.09A	26.09A	$I = \frac{P}{V}$
Pemasak elektrik	$1 \text{ Unit} \times 7000 \text{ W}$ $I = \frac{P}{V}$ $= \frac{1 \text{ Unit} \times 7000 \text{ W}}{230\text{V}}$ $= 30.43\text{A}$	10A pertama = 10A 30% daripada baki = 30% x 20.43A = 6.13A Jumlah = 16.13A	30.43A	16.13A	$I = \frac{P}{V}$
Pendingin hawa	$4 \text{ Unit} \times 1\text{Hp} \times 746\text{W}$ $I = \frac{P}{V \cos\theta}$ $= \frac{4 \text{ Unit} \times 746\text{W}}{230\text{V} \times 0.85}$ $= 15.26\text{A}$	Tiada faktor kepelbagaian	15.26A	15.26A	$I = \frac{P}{V \cos\theta}$
JUMLAH			319.82A	170.78A	

Catatan penting

- Jumlah arus anggaran bagi pendawaian adalah 170.78A. Kiraan arus anggaran ini adalah melebihi daripada had 1 fasa iaitu 60A. Hal ini menunjukkan kesesuaian penggunaan sistem 3 fasa.
- Jumlah arus anggaran ini perlu dibahagikan kepada tiga fasa dan setiap satu fasa menampung beban arus sebanyak 56.92A bagi setiap satu fasa.
- Jumlah arus maksimum ialah 319.82A. Jumlah arus maksimum ini tidak diambil kira dalam penentuan fasa.

(f) Kesan terhadap pemilihan fasa yang tidak tepat

Anggaran penggunaan arus maksimum bagi sistem bekalan 1 fasa atau fasa tunggal domestik mestilah tidak melebihi 60A. Akan tetapi, arus maksimum yang mampu ditampung untuk pendawaian 1 fasa biasanya adalah 80A. Rajah 3.32 menunjukkan kesan pemilihan fasa yang tidak tepat.

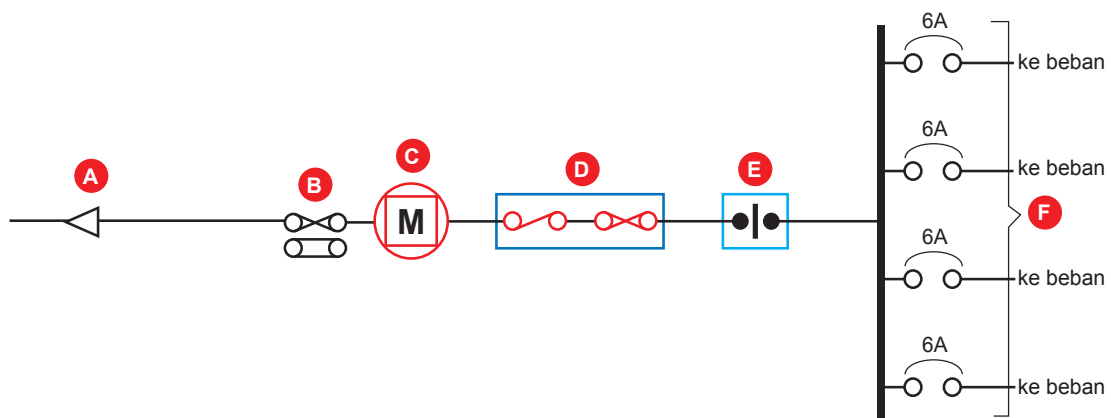


Rajah 3.32 Kesan pemilihan fasa yang tidak tepat

3.2.5

Komponen utama pendawaian mudah unit kawalan pengguna 1 fasa

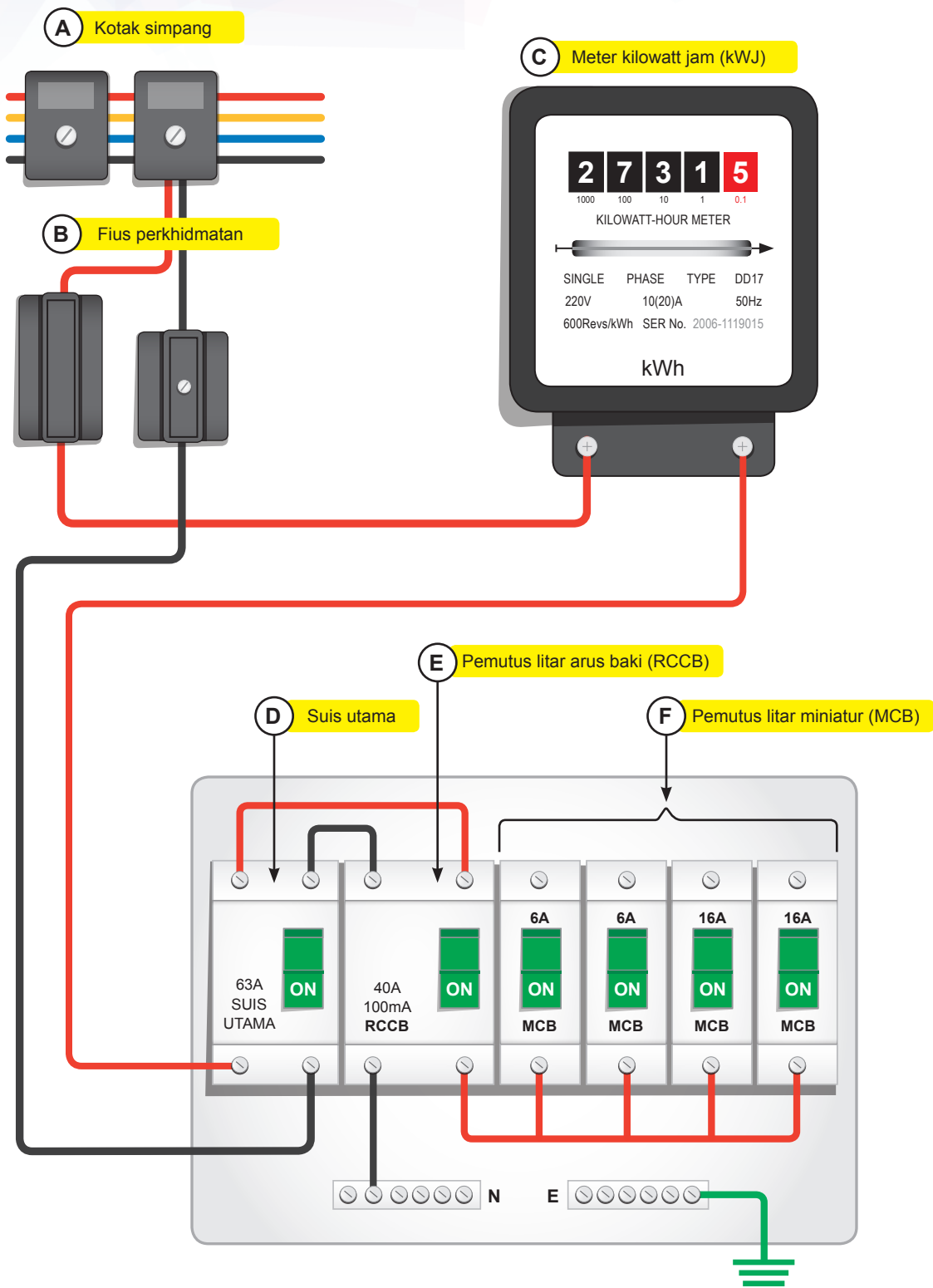
- Unit kawalan pengguna 1 fasa juga dikenali sebagai alat kawalan litar pengguna. Ia terdiri daripada beberapa alat kawalan yang bertujuan untuk memastikan keselamatan pengguna daripada renjatan elektrik ketika tenaga elektrik dibekalkan kepada pengguna.
- Selain itu, litar pengguna juga berfungsi sebagai alat pencegah daripada berlakunya kebakaran yang disebabkan oleh kerosakan elektrik.
- Unit kawalan pengguna 1 fasa ini perlu dipasang mengikut urutan yang telah ditetapkan. Rajah 3.33 ialah gambar rajah skema unit kawalan pengguna 1 fasa dan rajah 3.34 gambar rajah litar pendawaian unit kawalan litar pengguna 1 fasa.



- | | |
|---|---|
| A Unit penyambung, litar masukan (kotak simpang) | D Suis utama, MCCB |
| B Unit pemotong (fius perkhidmatan) dan penghubung neutral | E Pemutus litar arus baki (RCCB) |
| C Meter kWj | F Papan agihan, MCB |

Rajah 3.33 Skema unit kawalan pengguna 1 fasa





Rajah 3.34 Litar pendawaian unit kawalan litar 1 fasa

Semua sistem bekalan elektrik di rumah dilengkapi dengan alat kawalan dan perlindungan seperti yang terdapat pada Rajah 3.34. Fungsi komponen yang terdapat dalam unit kawalan pengguna adalah seperti dalam Jadual 3.11 berikut:

Jadual 3.11 Komponen-komponen dalam unit kawalan pengguna dan fungsinya

Nama komponen	Penerangan
<p>(A) Kotak simpang</p> 	<p>Berfungsi sebagai litar masukan AU. Juga dikenali sebagai unit penyambung.</p>
<p>(B) Fius perkhidmatan</p> 	<p>Berfungsi sebagai perlindungan arus lebih untuk beban dan unit pemotongan elektrik oleh pihak berkuasa.</p>
<p>(C) Meter kilowatt jam (kWJ)</p> 	<p>Berfungsi menyukat dan merekod jumlah tenaga elektrik yang telah digunakan.</p>
<p>(D) Suis utama</p> 	<p>Berfungsi untuk menyambung dan memutuskan bekalan elektrik serta mengawal arus berlebihan.</p>

<p>E Pemutus litar arus baki (RCCB)</p> 	<p>Berfungsi memutuskan bekalan secara automatik apabila berlaku kebocoran arus atau litar pintas. Terdapat komponen lain yang sama fungsi iaitu Pemutus Litar Bocor Bumi (ELCB). Alat ini melindungi pengguna daripada renjatan elektrik dan melindungi peralatan elektrik daripada voltan tinggi atau lampau akibat daripada sambaran kilat. Kapasiti RCCB yang biasa digunakan adalah 40A dan 63A yang mempunyai kepekaan 100mA atau 300mA.</p>
<p>F Pemutus litar miniatur (MCB)</p> 	<p>Berfungsi memutuskan bekalan secara automatik apabila berlakunya arus elektrik yang tinggi melebihi kapasiti MCB disebabkan berlaku litar pintas antara kabel/wayar hidup dan kabel neutral ataupun penggunaan peralatan elektrik yang terlalu banyak. Juga berfungsi untuk memberikan perlindungan kepada perkakas elektrik dan pengguna. MCB disambung kepada pendawaian soket alir keluar dan suis. Nilai kapasiti MCB yang selalu digunakan adalah seperti berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 6A (untuk pendawaian lampu/kipas). • 16A/20A (untuk pendawaian soket alir keluar - litar jejari). • 32A (untuk pendawaian poin penyaman udara, unit pemasangan dan lain-lain serta soket alir keluar-litar gelang).



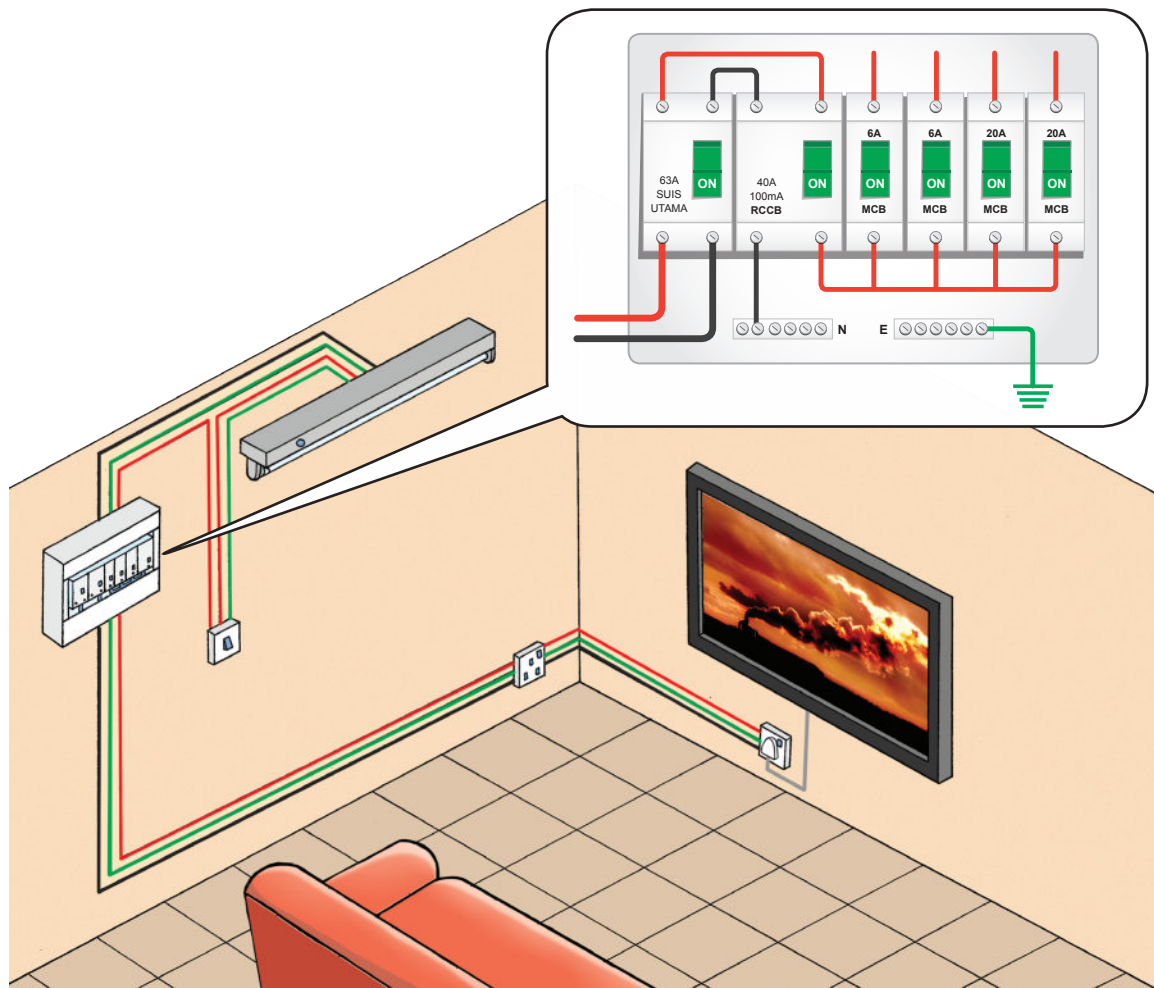
Info

Peraturan Pendawaian Litar Lampu

- Peraturan IEE telah menetapkan bahawa bagi satu litar yang dikawal oleh satu alat pelindung mestilah tidak melebihi 1000 Watt. Pada amnya, satu lampu berkadar 100 Watt setiap satu dengan litar lampu tidak melebihi 10 poin.
- Kabel yang digunakan ialah kabel jenis kuprum ditebat oleh bahan PVK (Polivinil Klorida).
- Saiz minimum kabel yang digunakan mestilah tidak kurang 1.5 mm².
- Kadaran peranti pelindung yang digunakan mestilah tidak melebihi 6A bagi MCB dan 5A bagi fuis (sama ada fuis atau MCB).
- Walau bagaimanapun, untuk pemasangan litar lampu adalah digalakkan menggunakan lebih daripada satu litar akhir kerana sekiranya salah satu litar mengalami kerosakan litar yang lain masih boleh digunakan.
- Bagi pemasangan lampu dalam industri biasanya kuasa sesebuah lampu mungkin berbeza, contohnya 300 Watt, 500 Watt atau 1000 Watt, dengan itu litar ini boleh dikawal oleh fuis berkadar 15A dan saiz kabel yang digunakan mestilah tidak kurang dari 1.5 mm².

3.2.6**Pendawaian litar mudah untuk satu unit kawalan pengguna 1 fasa berdasarkan aspek litar dan kefungsiian****Pemasangan pendawaian unit kawalan litar pengguna 1 fasa**

Terdapat beberapa cara untuk memasang komponen yang terdapat di dalam kotak agihan. Pada kebiasaannya suis utama disusun bersebelahan dengan pemutus litar arus baki (RCCB) atau pemutus litar bocor bumi (ELCB) dan kemudiannya disusun pemutus litar miniatur (MCB) bagi setiap pendawaian. Nilai kapasiti MCB mesti mengikut keperluan pendawaian. Rajah 3.35 menunjukkan pendawaian papan atau kotak agihan.



Rajah 3.35 Contoh pendawaian papan atau kotak agihan



Video pemasangan kotak fuis agihan



Projek Amali Elektrik

Objektif

Pada akhir sesi amali ini, murid akan dapat:

1. Mengetahui peralatan dan aksesori elektrik yang diperlukan semasa kerja-kerja pendawaian untuk litar pengguna dan litar kecil akhir.
2. Menggunakan peralatan dan aksesori elektrik dengan betul.
3. Mempraktikkan diri dengan pengalaman sebenar dalam kerja-kerja pendawaian.
4. Menguji sambungan pendawaian yang telah dibuat
5. Menguji mentol yang telah dipasang setelah voltan bekalan dibekalkan ke dalam kotak agihan dengan kebenaran guru.
6. Menguji soket alir keluar 3 pin apabila voltan bekalan dibekalkan ke dalam kotak agihan dengan kebenaran guru.

Arahan

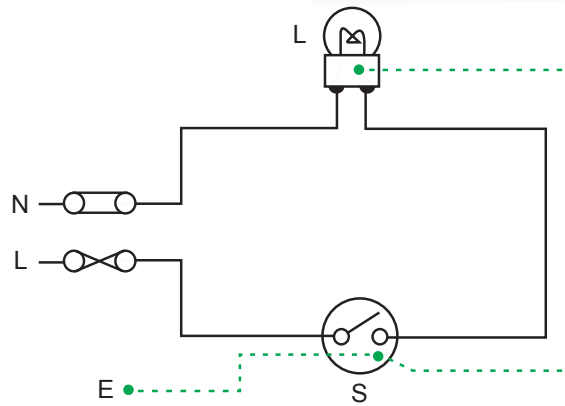
1. Sediakan aksesori pendawaian
2. Murid dikehendaki membuat:
 - (a) Lakaran litar skematik.
 - (b) Gambar rajah skema pendawaian.
 - (c) Gambar rajah pendawaian.
3. Murid membentuk beberapa kumpulan kecil.
4. Murid membuat pemasangan pendawaian elektrik dalam kumpulan masing-masing.
5. Semua ukuran adalah dalam sentimeter.

Projek Amali Elektrik 1 – Pendawaian 1 Suis 1 Lampu 6A

Membuat pendawaian dan pemasangan elektrik satu fasa bagi 1 poin lampu CFL (*Compact Fluorescent Lamp*) 230V, 18W yang dikawal oleh 1 suis 1 hala.

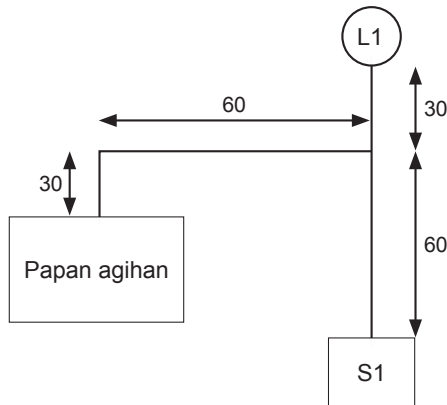


Lakaran litar skematik 1 suis 1 lampu



Rajah 3.36 Lakaran litar skematik 1 suis 1 lampu

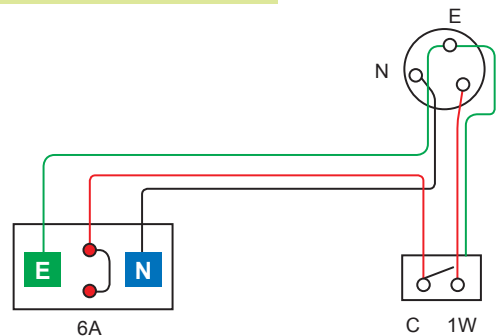
Gambar rajah skema pendawaian 1 suis 1 lampu



- Kotak agihan - bekalan kuasa.
- L1 adalah poin ros siling dan pemegang lampu pendar.
- S1 adalah suis 1 hala yang mengawal kendalian L1.
- Semua pengukuran diukur dalam sentimeter (cm).

Rajah 3.37 Gambar rajah skema pendawaian 1 suis 1 lampu

Gambar rajah pendawaian 1 suis 1 lampu



Rajah 3.38 Gambar rajah pendawaian 1 mata lampu dikawal oleh suis 1 hala

Senarai bahan dan aksesori

Bil	Keterangan	Kuantiti
1	Meter Jangka kWj Fasa Tunggal 240V – jika perlu	1 unit
2	Fius Perkhidmatan (<i>Cut Off Fuse</i>) - 63A atau 60A – jika perlu	1 unit
3	Neutral link	1 unit
4	Kotak Agihan (<i>Distribution Board</i>)	1 unit
5	Fius Suis (<i>Switch Fuse</i>) - 63A atau 60A	1 unit
6	ELCB / RCCB (<i>Residual Current Circuit Breaker</i>) - 60A atau 63A	1 unit
7	MCB (<i>Miniature Circuit Breaker</i>) -6A	1 unit
8	Suis Sehala (<i>1 gang 1 way</i>)	1 unit
9	Ros Siling (<i>Ross Ceiling with Batten/pandent</i>)	1 unit
10	Lampu Filamen atau Tungsten Bulb atau Lampu CFL (<i>Compact Fluorescent Lamp</i>)	1 unit
11	Meter pelbagai	1 unit
12	Paku Pendawaian (<i>Wiring Nails</i>)	secukupnya
13	Pembuluh PVC dan Aksesori (<i>PVC Conduit and Accessories</i>)	secukupnya
14	Kabel 1.5 mm ² PVC (merah, hitam dan hijau)	secukupnya
15	Klip Timah (<i>Lead Plumbum</i>)	secukupnya
16	Sesalur Mini PVC (<i>PVC Mini Casing</i>)	secukupnya

Projek Amali Elektrik 1 – Pendawaian soket alir keluar 3 pin 13A

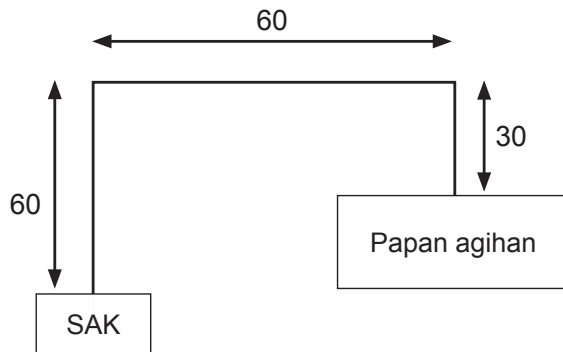
Membuat pendawaian dan pemasangan elektrik satu fasa bagi 1 poin lampu CFL (*Compact Fluorescent Lamp*) 230V, 18W yang dikawal oleh 1 suis 1 hala.

Lakaran litar skematik soket alir keluar 3 pin 13 A



Rajah 3.39 Lakaran litar skematik soket alir keluar 3 pin 13A

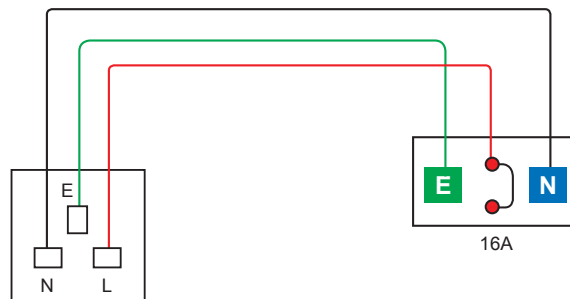
Gambar rajah skema pendawaian soket alir keluar 3 pin 13 A



- Peti agihan - bekalan kuasa.
- SAK - poin soket alir keluar 13A yang disambung secara jejari.
- Semua pengukuran diukur dalam sentimeter (cm).

Rajah 3.40 Gambar rajah skema pendawaian soket alir keluar 3 pin 13A

Gambar rajah pendawaian soket alir keluar 3 pin 13 A



Rajah 3.41 Gambar rajah pendawaian soket alir keluar 3 pin 13A

Senarai bahan dan aksesori

Bil	Keterangan	Kuantiti
1	Meter Jangka kWj Fasa Tunggal 240V – jika perlu	1 unit
2	Fius Perkhidmatan (<i>Cut Off Fuse</i>) - 63A atau 60A – jika perlu	1 unit
3	<i>Neutral link</i>	1 unit
4	Kotak Agihan (<i>Distribution Board</i>)	1 unit
5	Suis utama (<i>main switch</i>) - 63A atau 60A	1 unit
6	ELCB / RCCB (<i>Residual Current Circuit Breaker</i>) - 60A atau 63A	1 unit
7	MCB (<i>Miniature Circuit Breaker</i>) -16A atau 20A	1 unit
8	Soket Alir Keluar 3 pin 13A	1 unit
9	Meter pelbagai	1 unit
10	Pembuluh PVC dan Aksesori (<i>PVC Conduit and Accessories</i>)	secukupnya
11	Kabel 2.5 mm ² PVC (merah, hitam dan hijau)	secukupnya
12	Sesalur Mini PVC (<i>PVC Mini Casing</i>)	secukupnya



Info

Litar Jejari

- Peraturan IEE telah menetapkan bahawa satu litar jejari untuk Soket Alir Keluar tidak melebihi dua poin.
- Litar ini mestilah dikawal oleh alat perlindungan sama ada fius berkadar 15A atau MCB berkadar 16A atau 20A.
- Kabel yang digunakan ialah kabel jenis kuprum mempunyai PVK [Polivinil Klorida] dan saiz kabel mestilah tidak kurang daripada 2.5 mm².



Video pemasangan
Soket Alir Keluar

3.2.7

Penggunaan aksesori elektrik yang lestari bagi pengguna domestik

- Penggunaan aksesori elektrik ialah satu keperluan bagi kita untuk menjalankan kehidupan harian.
- Aksesori elektrik penting dalam membantu menjalankan kerja harian kita dengan lebih cekap dan selesa.
- Hal ini termasuklah semua kelengkapan tambahan dalam pendawaian yang berkaitan dengan pendawaian elektrik seperti lampu, kipas, pemanas air, fius, motor elektrik, pemasak elektrik, loceng elektrik, suis, soket alir kuasa 3 pin, ros siling, penyambung dan lain-lain soket.
- Manakala, lestari boleh ditafsirkan dengan penggunaan tenaga yang cekap dan menjimatkan dalam tempoh jangka hayat yang lebih panjang.

Ciri-ciri aksesori elektrik yang lestari

Terdapat dua ciri penting dalam membuat pilihan penggunaan aksesori elektrik yang lestari bagi pengguna domestik.

1. Label pengesahan SIRIM Berhad (*Standard and Industrial Research Institute of Malaysia*) atau Institut Piawaian dan Penyelidikan Perindustrian Malaysia

Semua aksesori elektrik yang digunakan hendaklah yang diluluskan oleh Suruhanjaya Tenaga dan dilabelkan dengan label yang dikeluarkan oleh SIRIM. Hal ini kerana SIRIM bertanggungjawab melaksanakan penyelidikan dan pembangunan (R&D) dalam pelbagai disiplin terutamanya teknologi di Malaysia. Pengesahan ini penting untuk menjamin keselamatan penggunaan dan mengikut standard yang ditetapkan di samping memastikan kelestarian produk.



Info

SIRIM QAS International Sdn. Bhd. dan Suruhanjaya Multimedia dan Komunikasi Malaysia (SKMM) telah bekerjasama mengeluarkan satu label khas yang mempunyai ciri-ciri keselamatan yang lebih canggih dengan pengaplikasian teknologi nano. Label ini telah dikuatkuasakan pada 16 Ogos 2010. Untuk mengetahui keaslian sesuatu peralatan elektronik dan komunikasi, pengguna boleh melihat kepada label SIRIM dan SKMM dan sms nombor siri pada label tersebut ke 32300.



Standard bagi perkakasan elektrik yang perlu perakuan kelulusan SIRIM

2. Label Tenaga

Penggunaan label tenaga bertujuan memberikan informasi kepada pengguna mengenai kadar prestasi penggunaan tenaga elektrik bagi sesuatu peralatan elektrik. Di Malaysia, label tenaga ini telah digunakan untuk peralatan elektrik seperti peti sejuk sejak tahun 2005 lagi. Skim perlabelan ini dilaksanakan di bawah seliaan Suruhanjaya Tenaga (ST) dengan kerjasama SIRIM. Label tenaga ini dapat membantu pengguna membuat pilihan ketika membeli peralatan elektrik dengan memilih penggunaan tenaga elektrik yang lebih cekap. Rajah 3.42 menunjukkan contoh label tenaga.



Rajah 3.42 Contoh label tenaga penyaman udara

Aksesori elektrik yang lestari

1. Lampu

Terdapat pelbagai lampu yang boleh digunakan untuk bangunan. Sebagai contoh, terdapat lampu jenis pijar (filamen), TL (*fluorescent*), Halogen dan LED. Pemilihan lampu yang sesuai mungkin dapat melestarikan dan memaksimumkan penggunaan. Jadual 3.12 menunjukkan perbandingan penjimatan kos penggunaan lampu jimat tenaga jenis 18W CFL (*compact fluorescent lamp*) dengan lampu mentol filament 60W.

Jadual 3.12 Perbandingan penjimatan kos penggunaan lampu jimat tenaga

Bil	Jenis lampu	Hayat jam	Keluaran cahaya lumen	Harga RM	Kos tenaga RM	Jumlah kos RM	Penjimatan RM
1.	Lampu jenis 18W CFL (<i>compact fluorescent lamp</i>)– Jimat tenaga	6000	65	15.00	31.80	46.80	68.84
2.	Mentol filamen 60W	1000	18	12.00	103.64	115.64	-

(Sumber: Buku panduan penggunaan tenaga dengan cekap di rumah. Terbitan Suruhanjaya Tenaga).

(a) Penggunaan lampu

Kita perlu mengetahui tujuan, keperluan dan kesesuaian lampu sebelum pemasangan dilakukan. Untuk menerangi ruang seperti ruang tamu lampu yang mempunyai kecerahan yang luas seperti lampu jenis pijar (filamen), CFL (*compact fluorescent lamp*) dan LED diperlukan. Untuk mendapatkan penggunaan pada tahap maksimum dan kos tenaga yang lebih rendah, lampu jenis TL (*fluorescent*) dan LED adalah pilihan yang tepat. Untuk menerangi kawasan terhad seperti lampu meja atau bingkai lukisan, pemilihan lampu jenis Halogen sebagai lampu sorot adalah lebih tepat.

(b) Kesesuaian pemasangan

Kesesuaian pemasangan juga adalah penting untuk menentukan kelestarian aksesori elektrik seperti lampu. Contohnya, pemasangan lampu di luar kediaman, penggunaan lampu kalis cuaca dan kalis air sangat diperlukan. Mengikut peraturan yang ditetapkan oleh Suruhanjaya Tenaga (ST) pula, voltan bagi semua pemasangan lampu dalam air (seperti kolam renang, air pancut dan lain-lain) mestilah menggunakan jenis lampu kalis air dengan kadaran voltan tidak boleh melebihi 12 Volt.

(c) Warna cahaya

Warna cahaya juga amat penting dalam pemilihan lampu. Dalam aspek kesan pencahayaan, lampu yang bercahaya putih adalah lebih terang dan jelas dilihat berbanding lampu yang bercahaya kuning. Walau bagaimanapun, ada ketika lampu bercahaya kuning lebih memberikan kesan yang efektif terutama lampu di bilik tidur dan ruang pameran lukisan yang boleh memberikan kesan romantik dan tenang.



Mentol filamen



Mentol CFL



Mentol LED

Foto 3.2 Contoh jenis-jenis mentol lampu

2. Peti sejuk

Bagi penggunaan peti sejuk terdapat beberapa panduan penjimatan tenaga yang boleh diamalkan di rumah kediaman. Antara panduan penjimatan tenaga adalah seperti berikut:

- Kedudukan peti sejuk tidak harus diletakkan di kawasan yang terlalu panas, contohnya tempat yang terdedah pada sinaran matahari atau berhampiran dengan dapur memasak. Ruang untuk peti sejuk mestilah mencukupi di sekeliling peti sejuk untuk pengaliran udara.
- Suhu peti sejuk mestilah diselaraskan mengikut muatan peti sejuk. Kebiasaannya, suhu yang sesuai ialah 18°C dan suhu yang sesuai untuk bahagian beku pula ialah 5°C. Walau bagaimanapun, laraskan termostat mengikut keperluan.
- Perekat pintu yang berfungsi dengan baik dapat mengurangkan kehilangan suhu sejuk dan mengurangkan penggunaan tenaga elektrik. Cara paling mudah menguji perekat pintu adalah dengan meletakkan sekeping kertas di antara perekat dan pintu peti sejuk.
- Pilih peti sejuk yang bebas daripada fros kerana penghasilan fros boleh meningkatkan penggunaan tenaga elektrik. Jangan biarkan ketebalan fros melebihi 6mm.
- Susun atur makanan supaya terdapat pengaliran udara di dalam peti sejuk. Keadaan ini dapat mengurangkan beban pada peti sejuk dan membolehkan proses penyejukan lebih efisien.
- Memastikan gegelung kondenser dalam keadaan bersih bagi mengekalkan kecekapan peti sejuk.
- Pilih saiz peti sejuk yang menepati keperluan keluarga. Elakkan daripada membeli peti sejuk yang terlalu besar kerana penggunaan tenaga elektrik juga besar.



Foto 3.3 Peti sejuk



Laporan dan perancangan
kecekapan tenaga di Malaysia.



Info

Penggunaan peti sejuk jenis *inverter* (penyongsang) dapat menjimatkan penggunaan tenaga elektrik.



Info

Peti sejuk moden pertama yang digunakan secara meluas dikeluarkan pada tahun 1927 oleh syarikat General Electric yang dikenali sebagai *Monitor Top Refrigerator*.

3. Penyaman udara

Penyaman udara adalah salah satu keperluan yang perlu diberi perhatian. Penggunaan tenaga bagi penyaman udara juga agak tinggi kerana cuaca di negara kita agak panas. Musim panas di negara kita boleh mencapai suhu sehingga 40°C. Oleh yang demikian, terdapat beberapa cadangan idea untuk mengurangkan penggunaan tenaga elektrik:

- Kos elektrik yang rendah bagi penyaman udara baharu yang cekap (EER) mampu menampung kos penggantian penyaman udara lama yang kurang cekap walaupun masih dalam keadaan elok.
- Suhu operasi bagi penyaman udara yang cekap tenaga biasanya antara 24°C - 26°C. Elakkan pemasangan penyaman udara di kawasan pancaran matahari dan terbuka.
- Menyelenggara penyaman udara sekurang-kurangnya 2-3 kali setahun untuk mengelakkan penyaman udara tersumbat dan boleh meningkatkan penggunaan tenaga elektrik.
- Pilih penyaman udara yang mempunyai kadar kecekapan tenaga atau "*Energy Efficiency Ratio*" (EER) yang tinggi. Penyaman udara dengan jenis EER yang tinggi adalah lebih cekap dan kurang menggunakan tenaga elektrik.



Foto 3.4 Penyaman udara

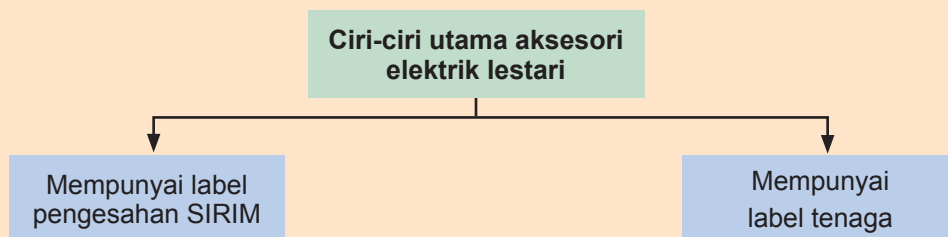
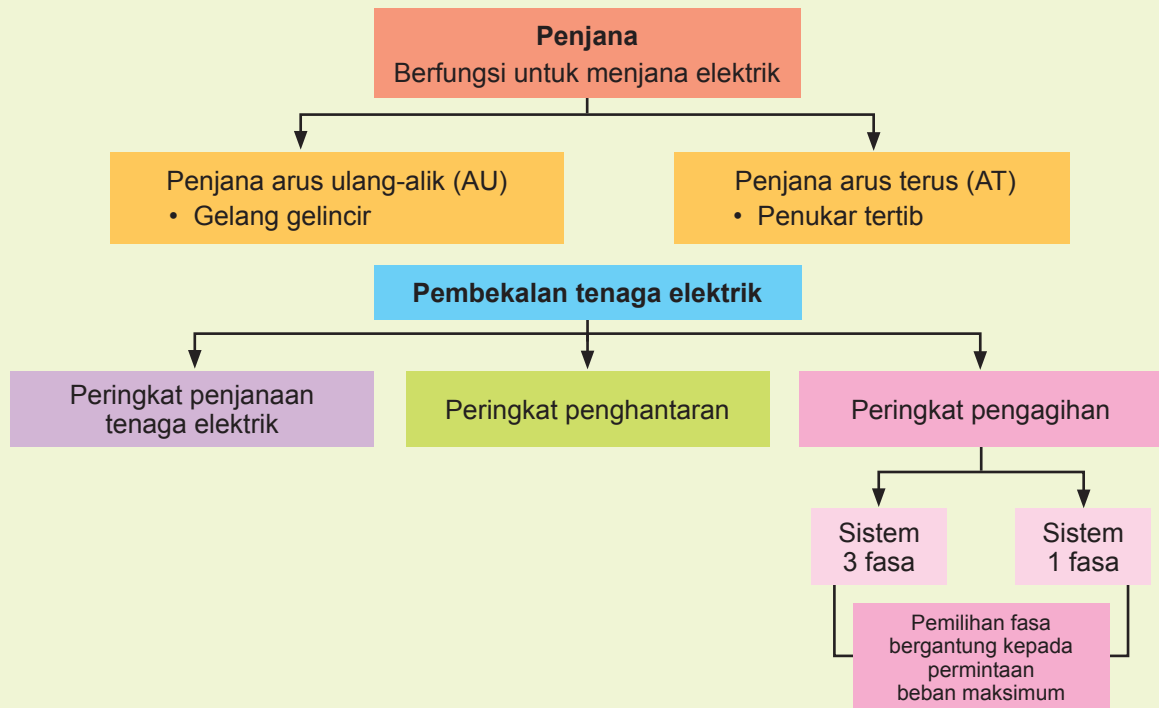
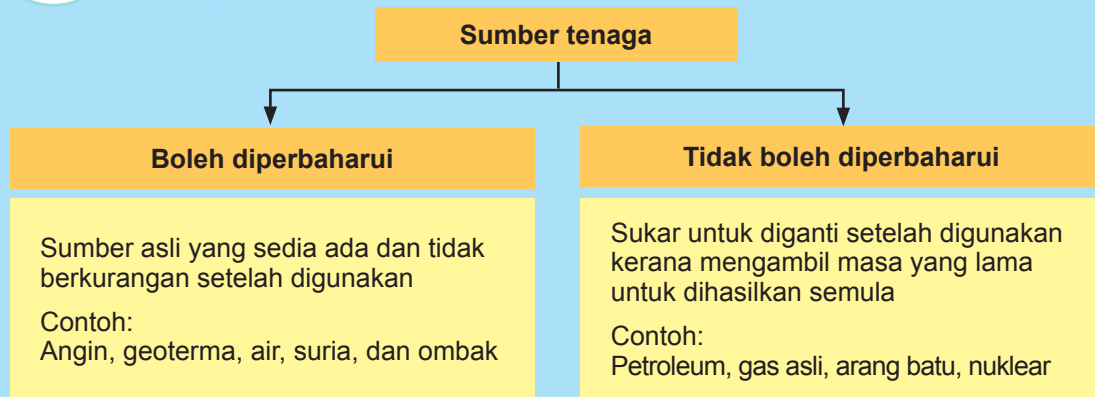
Panduan pemilihan aksesori elektrik yang lestari

Terdapat banyak lagi peralatan elektrik yang digunakan setiap hari. Pelbagai cara dan kaedah boleh digunakan sebagai idea untuk penggunaan yang lestari terutama yang dapat menjimatkan tenaga elektrik. Kesimpulannya, antara perkara yang boleh diamalkan adalah seperti berikut:

- (a) Sebelum membeli sebarang peralatan elektrik, buatlah perbandingan dari segi penggunaan tenaga elektrik, kapasiti dan fungsi antara beberapa model dan jenama. Pilihlah model dan jenama yang paling kurang menggunakan tenaga elektrik tetapi memberikan kesan kemudahan atau perkhidmatan yang sama.
- (b) Pastikan peralatan elektrik yang digunakan berfungsi dengan baik, dan buatlah semakan bil elektrik pada setiap bulan. Biasanya, jumlah penggunaan elektrik kita setiap bulan adalah hampir sama. Sekiranya terdapat pertambahan jumlah penggunaan elektrik yang mendadak, periksalah peralatan elektrik. Kemungkinan peningkatan jumlah penggunaan elektrik adalah disebabkan oleh peralatan elektrik yang tidak berfungsi dengan baik.



Rumusan





Aktiviti

Aktiviti cadangan projek.

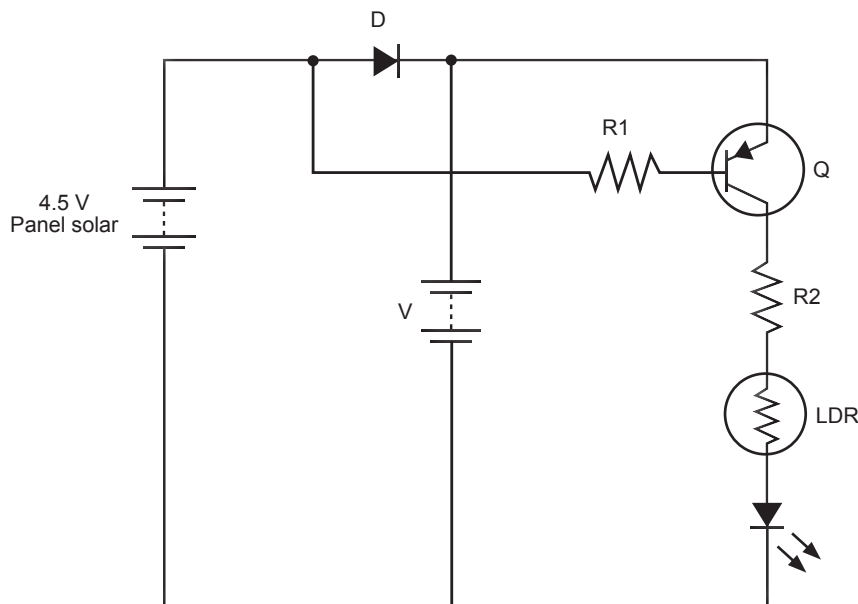
Tajuk: Pemasangan lampu solar ringkas.

Projek mudah ini menggunakan panel solar PV yang bertindak melalui tindak balas kimia apabila cahaya dipantul kepadanya. Pada waktu malam LDR akan bertindak sebagai suis dan mengalirkan arus pada LED membolehkannya menyala.

Arahan:

1. Sediakan aksesori pendawaian
2. Murid dikehendaki membuat:
 - (a) Lakaran litar skematik.
 - (b) Gambar rajah skema pendawaian.
 - (c) Gambar rajah pendawaian.
3. Pelajar membentuk beberapa kumpulan kecil.
4. Pelajar membuat pemasangan pendawaian elektrik dalam kumpulan masing-masing.
5. Semua ukuran adalah dalam sentimeter.

Cadangan litar



Rajah 3.18 Lakaran lukisan skematik pendawaian pemasangan lampu taman solar.

Senarai bahan dan aksesori













Bil	Keterangan	Kuantiti
1	Panel solar 4.5 V	1 unit
2	Diod IN 914	1 unit
3	Transistor PNP (2N3906), Q	1 unit
4	Perintang tetap 5 k Ohm, R1	1 unit
5	Perintang tetap 50 Ohm, R2	1 unit
6	Diod pemancar cahaya (kuning)	1 unit
7	Bateri cas semula AA NiMH (1300 mAh)	1 unit
8	Perumah bateri (sesiri)	1 unit
9	Papan jalur	1 unit
10	Papan reka	1 unit
11	Meter pelbagai untuk pengujian	1 unit
12	Perintang pengesan cahaya (LDR)	1 unit
13	Kotak perumah kawalan	1 unit
14	Wayar	secukupnya
15	Peralatan untuk kerja pematerian	secukupnya



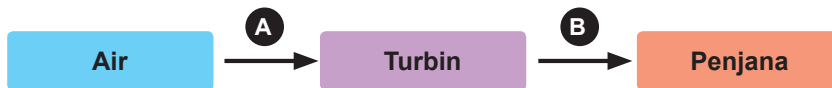
Latihan

- Lengkapkan Jadual A di bawah berkaitan dengan kesan penggunaan sumber tenaga yang boleh diperbaharui terhadap alam sekitar, ekonomi dan sosial.

Jadual A

Bidang	Kesan
Alam sekitar	i) _____ 
	_____ 
	ii) _____ 
	_____ 
Ekonomi	i) _____ 
	_____ 
	ii) _____ 
	_____ 
Sosial	i) _____ 
	_____ 
	ii) _____ 
	_____ 


- Rajah A di bawah menunjukkan carta alir bagi suatu sistem penghasilan tenaga elektrik melalui kaedah penjanaan.




Rajah A

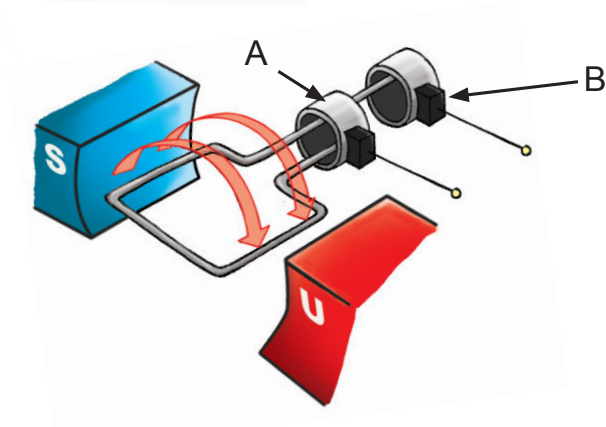
- Namakan sistem penjanaan tersebut.

- Nyatakan perubahan tenaga yang terhasil pada bahagian:

A _____ 

B _____ 

3. Rajah B menunjukkan penjana A.U.



Rajah B

(a) Namakan bahagian:

A: _____

B: _____

(b) Nyatakan tiga kaedah untuk menambahkan voltan keluaran pada penjana itu.

(i) _____

(ii) _____

(iii) _____

4. Nyatakan tiga kelebihan penjana AU berbanding penjana AT

Penjana AU	Penjana AT
(i) _____	(i) _____
(ii) _____	(ii) _____
(iii) _____	(iii) _____



BAB

4

PENGANGKUTAN

Standard Pembelajaran

Pada akhir pembelajaran murid berupaya:

- Menerangkan perkembangan sistem pengangkutan.
- Menggambarkan tiga peringkat perkembangan sistem pengangkutan.
- Mengelaskan kenderaan berdasarkan tiga jenis pengangkutan.
- Membezakan kendalian asas enjin pembakaran dalam.
- Merumuskan fungsi sistem sokongan enjin.
- Membahaskan perkembangan kenderaan cekap tenaga di Malaysia.
- Mengkategorikan kenderaan cekap tenaga (EEV).
- Merumuskan kesan penggunaan kenderaan cekap tenaga terhadap ekonomi, sosial dan alam sekitar berdasarkan aspek kelestarian.
- Menerangkan konsep daya, tekanan, kerja dan kuasa dalam litar kawalan hidraulik.
- Mengelaskan bahagian dan komponen utama litar kawalan hidraulik.
- Melakar litar kawalan hidraulik.
- Menghuraikan kendalian litar kawalan hidraulik.
- Mereka bentuk litar kawalan hidraulik berdasarkan situasi tertentu.
- Menerangkan konsep sistem pneumatik.
- Mengelaskan bahagian dan komponen utama litar kawalan pneumatik.
- Melakar litar kawalan pneumatik.
- Menghuraikan kendalian litar kawalan pneumatik.
- Mereka bentuk litar kawalan pneumatik berdasarkan situasi tertentu.
- Menerangkan konsep asas dan komponen litar kawalan elektrik.
- Mencerakinkan litar kawalan elektrik.
- Membezakan empat jenis litar kawalan elektrik.
- Menghuraikan kendalian empat jenis litar kawalan elektrik.
- Mereka bentuk litar kawalan elektrik berdasarkan situasi yang diberi.

Memahami sistem penggerak utama kenderaan



Memahami fungsi sistem kawalan pneumatik

Memahami sistem kenderaan cekap tenaga (EEV)

Memahami fungsi sistem kawalan elektrik

Memahami fungsi sistem kawalan hidraulik





Pendahuluan

Tajuk-tajuk perbincangan dalam bab ini merupakan pengetahuan asas terhadap beberapa teknologi seperti sistem penggerak utama kenderaan, kenderaan cekap tenaga, kawalan hidraulik, kawalan pneumatik dan kawalan elektrik. Kesemua tajuk perbincangan dalam bab ini merupakan aplikasi konsep kelestarian dalam pengetahuan kejuruteraan untuk membantu pembangunan yang memenuhi keperluan masa kini, tanpa menjejaskan keperluan dan kemampuan generasi pada masa hadapan.

Bab ini akan membincangkan secara terperinci mengenai perkembangan sistem pengangkutan di negara kita. Murid akan didedahkan mengenai konsep, jenis, fungsi, kawalan dan sistem enjin pembakaran dalam. Selain itu, murid juga didedahkan dengan kemahiran membuat cadangan tindakan penyelenggaraan yang boleh digunakan dalam membuat inferens terhadap enjin yang mengalami kerosakan.

Murid juga dapat mempelajari beberapa kategori kenderaan cekap tenaga (EEV) di samping dapat merumuskan kesan penggunaan kenderaan cekap tenaga terhadap ekonomi, sosial dan alam sekitar. Murid juga digalakkan melakukan aktiviti mereka bentuk pelbagai media persembahan secara kreatif dan inovatif mengenai kenderaan masa hadapan bagi tujuan mempromosikan penggunaan kenderaan cekap tenaga.

Murid juga akan didedahkan dengan sistem kawalan asas yang berkaitan dengan kawalan hidraulik dan kawalan pneumatik. Secara umumnya, kedua-dua sistem ini mempunyai persamaan dari segi simbol, fungsi dan kawalan. Cuma terdapat sedikit perbezaan pada komponen yang digunakan. Perbezaan ketara adalah pada penggerak tenaga iaitu sistem hidraulik menggunakan bendalir hidraulik manakala sistem pneumatik menggunakan udara bertekanan tinggi. Murid juga didedahkan dengan konsep lakaran, huraian dan mereka bentuk litar kawalan.

Kawalan Elektrik merupakan subtopik yang akhir dalam bab pengangkutan dan kuasa ini. Dalam subtopik ini, murid akan didedahkan dengan konsep asas dan komponen kawalan elektrik. Murid juga akan mempelajari empat jenis litar kawalan elektrik yang berbeza dan konsep lakaran berserta huraian kawalan, serta mereka bentuk litar kawalan.



Bijak Kewangan

Amalan berkongsi kereta ke tempat kerja dapat menjimatkan kos dan mengurangkan kesesakan jalan raya.



Bincangkan kesan-kesan sistem pengangkutan dan perhubungan yang lemah.



4.1 Sistem Penggerak Utama Kenderaan

4.1.1 Perkembangan sistem pengangkutan

Pembangunan yang pesat berlaku dalam sistem pengangkutan dan perhubungan di Malaysia selaras dengan keperluan dan pertumbuhan penduduk. Perkembangan ini meliputi pengangkutan darat, air dan udara. Perancangan dan pelaksanaan yang berterusan dan cekap mengikut keperluan semasa adalah penting bagi menjamin kelestarian supaya dapat mengurangkan risiko seperti kesesakan lalu lintas dan kekurangan perkhidmatan pengangkutan. Antara kesan utama daripada kelemahan sistem pengangkutan dan perhubungan ialah membantutkan perkembangan ekonomi setempat secara tidak langsung. Oleh yang demikian, pelbagai sistem pengangkutan telah dicipta bagi memenuhi keperluan penduduk. Sistem pengangkutan menggunakan beberapa jenis tenaga penggerak seperti tenaga manusia, enjin dan elektrik.

4.1.2 Peringkat perkembangan sistem pengangkutan

Evolusi pengangkutan boleh dibahagikan kepada tiga peringkat iaitu:



Rajah 4.1 Peringkat evolusi pengangkutan

Kesemua peringkat pengangkutan ini pada asasnya dikategorikan berdasarkan tenaga penggerak yang tersendiri. Rajah 4.1 menunjukkan setiap peringkat perkembangan pengangkutan.

Peringkat permulaan

Tenaga penggerak

- Manusia
- Haiwan
- Sumber alam seperti air, angin dan sebagainya.



Contoh

- Aktiviti pergerakan seperti berjalan, berlari dan sebagainya.
- Aktiviti pengangkutan yang melibatkan haiwan seperti kuda, keldai dan unta.
- Penggunaan sumber alam untuk pengangkutan seperti kapal layar, sampan dan rakit.

Peringkat mesin mudah

Tenaga penggerak

- Manusia atau haiwan digunakan bersama mesin mudah.



Contoh

- Pengangkutan yang menggunakan kendalian manusia atau haiwan yang digunakan bersama mesin mudah seperti beca, pedati, basikal dan sebagainya.

Enjin dan Motor

Tenaga penggerak

- Enjin wap
- Enjin petrol
- Enjin diesel
- Enjin gas
- Motor elektrik



Contoh

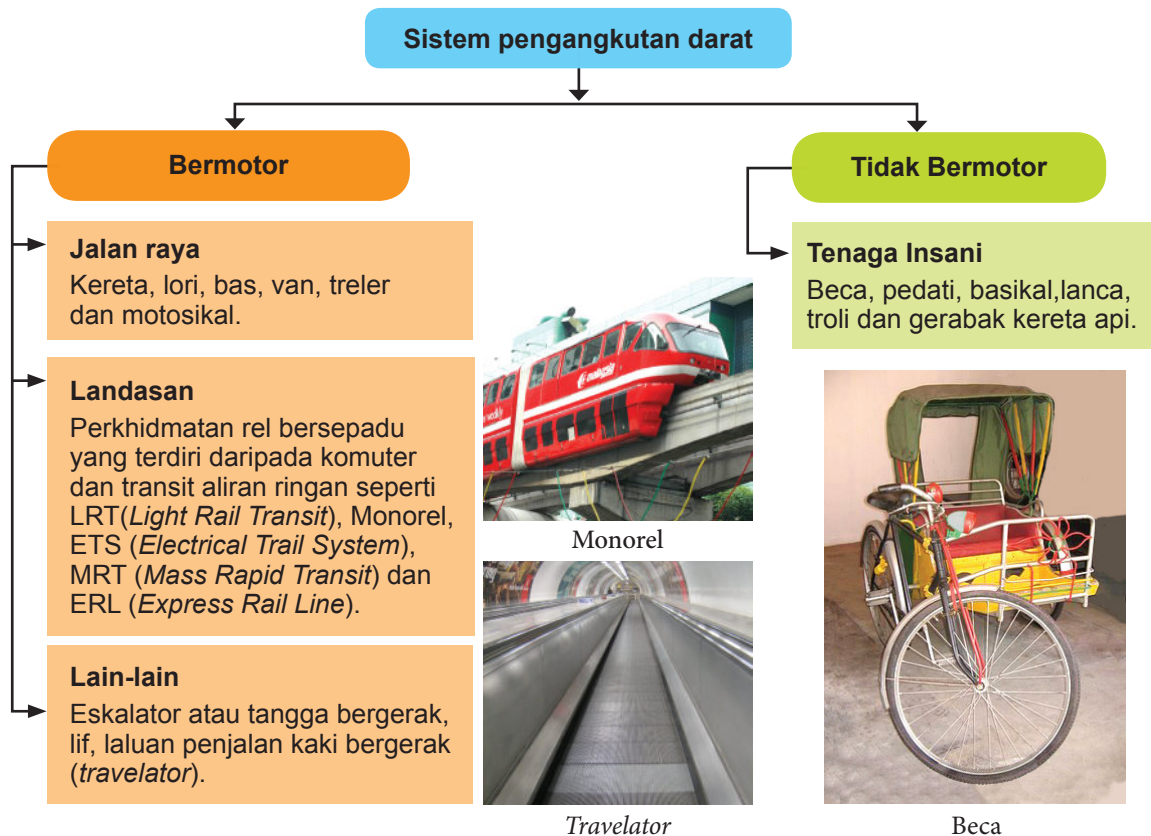
- Pengangkutan yang menggunakan enjin dan motor elektrik seperti motosikal, kereta, kapal terbang, kapal laut, kereta api dan sebagainya.

4.1.3 Pengkelasan sistem pengangkutan

Sistem pengangkutan melibatkan pelbagai jenis kenderaan. Sistem pengangkutan ini boleh dikelaskan kepada tiga jenis pengangkutan iaitu pengangkutan darat, air dan udara.

Pengangkutan darat

Sistem pengangkutan darat boleh dibahagikan kepada dua kategori iaitu pengangkutan darat bermotor dan pengangkutan darat tidak bermotor. Rajah 4.2 menunjukkan perbezaan di antara dua kategori tersebut:



Rajah 4.2 Perbezaan antara pengangkutan bermotor dan tidak bermotor



Info

Konveyor - Sistem mekanik yang berfungsi memindahkan barang dari satu tempat ke tempat yang lain.

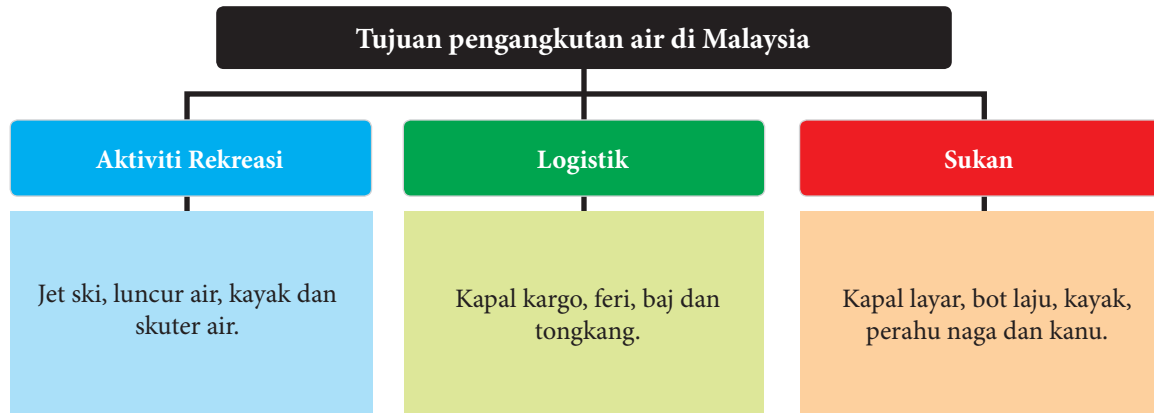
Automatic Guided Vehicle (AGV) - Sebuah kenderaan robotik yang mengikuti petunjuk atau garis yang diberikan untuk bergerak ke arah tertentu.



Konveyor

Pengangkutan air

Pengangkutan air juga dikenali sebagai pengangkutan maritim. Terdapat pelbagai jenis contoh pengangkutan air seperti kapal, feri, bot dan lain-lain yang menggunakan laut, sungai, tasik dan terusan sebagai laluan utama. Antara tujuan pengangkutan air di Malaysia ialah:



Rajah 4.3 Tujuan pengangkutan air di Malaysia



Jet ski



Kapal kargo



Kapal layar



Kayak



Bot ekspres



Ski air

Foto 4.1 Contoh pengangkutan air



Info

Rekreasi air boleh didefinisikan sebagai satu aktiviti rekreasi dengan menggunakan peralatan tertentu atau tidak menggunakan peralatan yang dilakukan pada mana-mana sumber yang berasaskan air. Antara contoh sumber-sumber rekreasi air adalah seperti laut, sungai, tasik, kolam renang dan taman tema.

Pengangkutan udara

Pengangkutan udara digunakan untuk menghubungkan bandar-bandar utama dalam negara, kawasan pedalaman di Sabah dan Sarawak dan menghubungkan Malaysia ke seluruh dunia.

Contoh pengangkutan udara ialah helikopter, kapal terbang, belon panas, kapal angkasa dan roket. Helikopter digunakan di kawasan terhad yang tidak mempunyai lapangan terbang. Manakala belon panas digunakan untuk tujuan rekreasi atau sukan. Bagi kapal angkasa dan roket pula digunakan untuk penerokaan di ruang angkasa lepas.



Kapal terbang



Helikopter



Belon udara panas



Kapal angkasa



Roket

Foto 4.2 Contoh pengangkutan udara

4.1.4 Perbezaan kendalian asas enjin pembakaran dalam

Enjin pembakaran dalam bermaksud pembakaran bahan api yang berlaku dalam silinder enjin itu sendiri. Hasil daripada pembakaran inilah enjin mendapat kuasa. Enjin boleh didefinisikan sebagai perkaitan antara bahagian yang dipasang mengikut sesuatu peraturan yang ditetapkan untuk menukar tenaga haba dengan kaedah pembakaran kepada tenaga mekanikal untuk melakukan pergerakan atau kerja. Enjin merupakan bahagian terpenting dalam sesuatu jentera kerana menjadi sumber kuasa penggerak untuk melakukan pelbagai tugas yang berkaitan.



Info

Pembakaran yang berlaku di dalam silinder enjin dinamakan enjin pembakaran dalam dan pembakaran yang berlaku di luar enjin dikenali sebagai enjin stim dan dinamakan enjin pembakaran luar.



Info

Istilah "Tork" digunakan untuk mengukur daya objek yang menghasilkan gerakan putaran. Ia juga bermaksud daya kilas.

Enjin pembakaran dalam dibahagikan kepada dua jenis mengikut bahan api yang digunakan.



Rajah 4.3 Jenis enjin pembakaran dalam



Enjin petrol

Kebanyakan enjin petrol digunakan dalam kenderaan bermotor seperti motosikal, kereta, motobot, kapal terbang ringan dan jentera kecil seperti mesin rumput, gergaji rantai dan penjana elektrik. Dua jenis enjin petrol yang lazim digunakan ialah:

1. Enjin dua lejang
2. Enjin empat lejang

Kedua-dua jenis enjin ini berbeza dari segi struktur enjin dan cara penghasilan kuasa. Jadual 4.1 menunjukkan perbezaan antara kedua-dua enjin.



Foto 4.3 Contoh enjin petrol



Kenderaan enjin dua lejang



Kenderaan enjin empat lejang

Foto 4.4 Contoh kenderaan yang menggunakan enjin dua lejang dan empat lejang



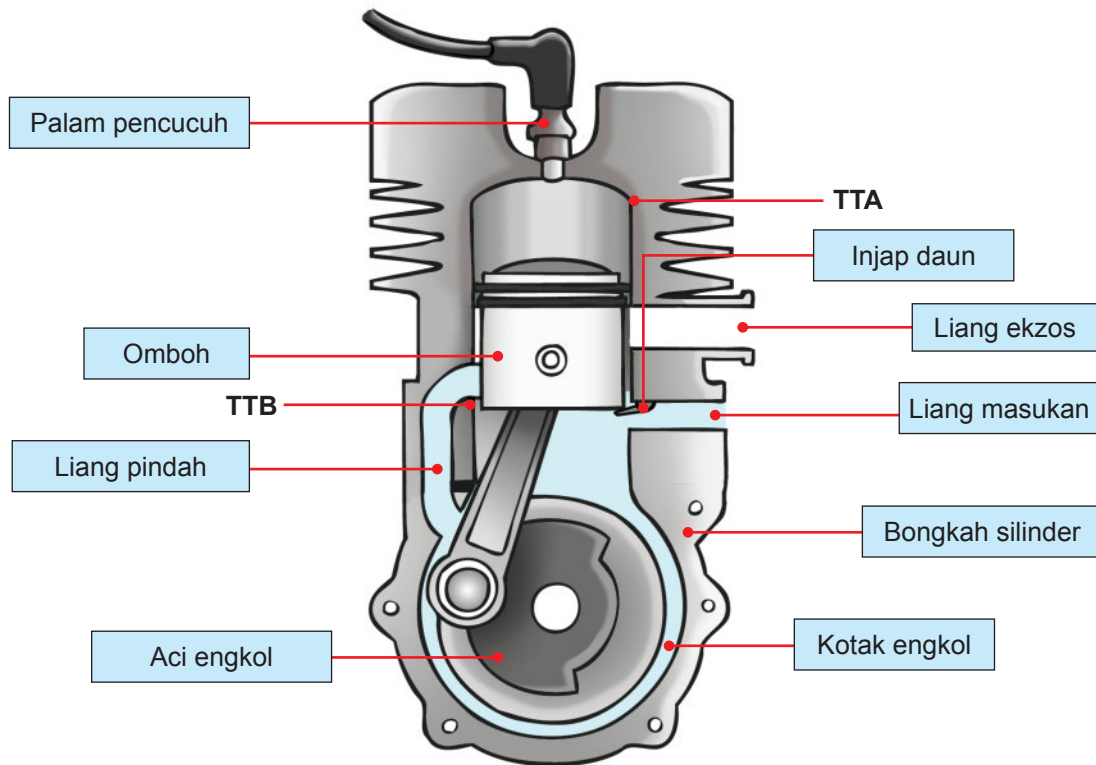
Maksud enjin pembakaran dalam

Jadual 4.1 Perbezaan antara enjin dua lejang dan enjin empat lejang

Butiran	Jenis enjin	
	Enjin dua lejang	Enjin empat lejang
Ciri-ciri	<ul style="list-style-type: none"> • Dua lejang satu kitaran • Menggunakan minyak pelincir yang berasingan • Mempunyai satu silinder atau lebih • Mempunyai liang • Mempunyai injap daun 	<ul style="list-style-type: none"> • Empat lejang satu kitaran • Kuasanya boleh ditambah dengan menambah bilangan silinder • Mempunyai injap
Lejang	<p>Dua lejang akan berlaku secara serentak iaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lejang masukan dan lejang mampatan • Lejang kuasa dan lejang ekzos 	<p>Setiap lejang berlaku secara berasingan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Masukan • Mampatan • Kuasa • Ekzos
Kitaran lengkap pusingan aci engkol	<ul style="list-style-type: none"> • Sekali 	<ul style="list-style-type: none"> • Dua kali
Kebaikan	<ul style="list-style-type: none"> • Daya kilas tinggi • Kos penyelenggaraannya lebih rendah • Reka bentuk enjin lebih ringkas 	<ul style="list-style-type: none"> • Kuasa keluarannya tinggi • Sesuai untuk kenderaan berkuasa besar • Pembakaran yang lebih sempurna
Keburukan	<ul style="list-style-type: none"> • Kuasa keluarannya rendah • Pembakaran bahan api tidak sempurna • Enjin cepat mengalami panas lampau 	<ul style="list-style-type: none"> • Kos penyelenggaraan tinggi • Reka bentuk adalah rumit • Keluaran daya kilas agak rendah berbanding enjin dua lejang bagi kuasa kuda yang sama
Kegunaan	<ul style="list-style-type: none"> • Motosikal • Mesin rumput • Mesin gergaji 	<ul style="list-style-type: none"> • Kereta • Van • Lori

(a) Enjin dua lejang

Enjin dua lejang dihidupkan apabila berlakunya pembakaran campuran udara dan bahan api. Pembakaran ini menghasilkan tenaga yang menggerakkan omboh dalam silinder. Gerakan omboh dari atas ke bawah atau sebaliknya dinamakan lejang. Enjin dua lejang melengkapkan keempat-empat proses (masukan, mampatan, kuasa dan ekzos) dalam setiap dua lejang ataupun setiap satu putaran enjin sahaja. Rajah 4.4 menunjukkan kitaran lejang dan komponen utama enjin dua lejang.



Rajah 4.4 Struktur binaan lengkap enjin dua lejang



Info

2T - Minyak enjin dua lejang
TTA - Titik Tetap Atas
TTB - Titik Tetap Bawah

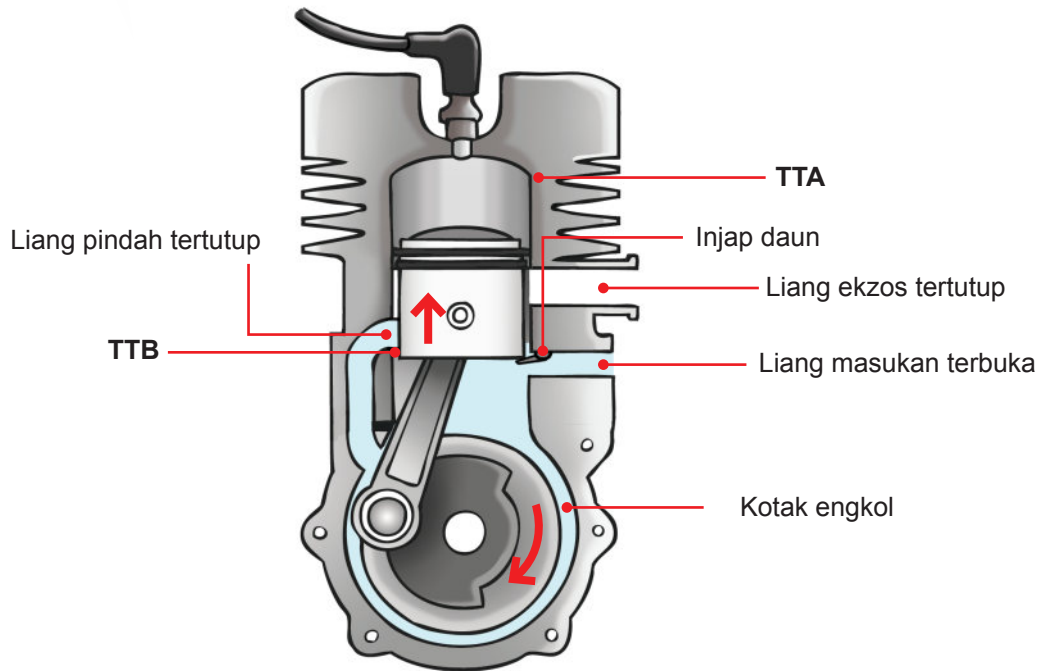


Info

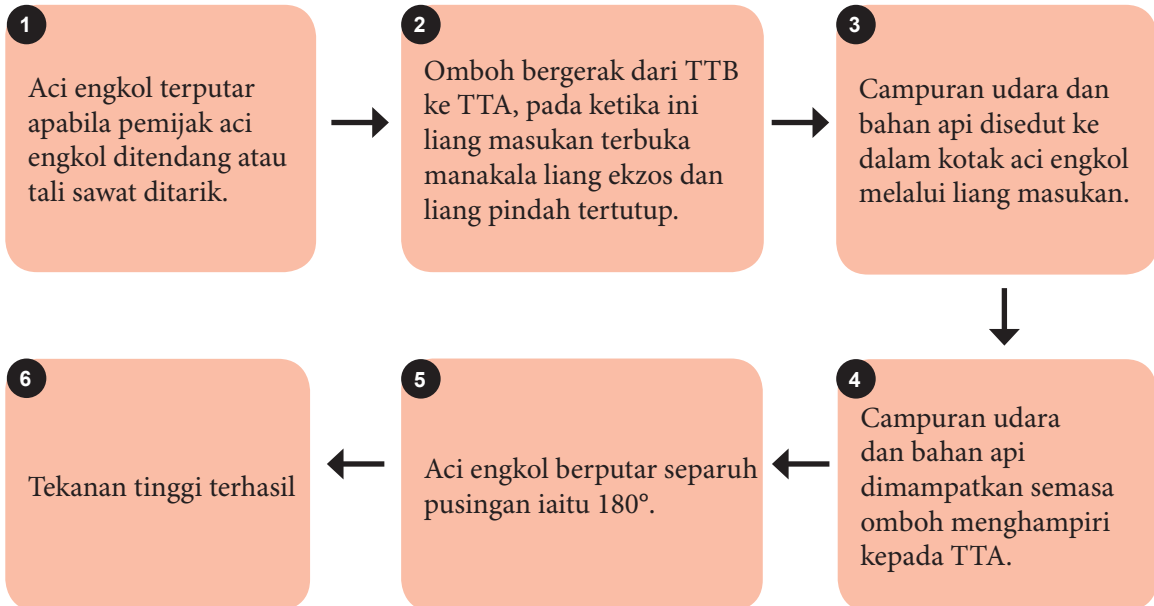
Bagi enjin dua lejang, minyak pelincir 2T digunakan untuk tujuan pelinciran.

Kendalian asas enjin dua lejang

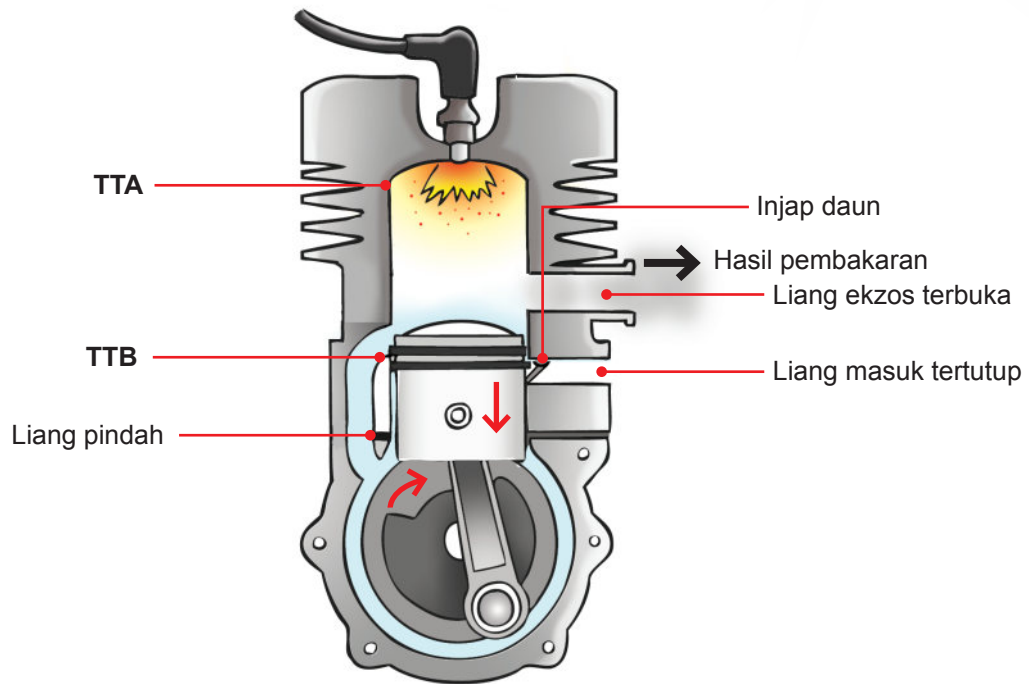
LEJANG MASUKAN DAN MAMPATAN



Rajah 4.5 Lejang masukan dan mampatan



LEJANG KUASA DAN EKZOS



Rajah 4.6 Lejang kuasa dan ekzos

1 Apabila omboh menghampiri TTA, palam pencucuh mengeluarkan bunga api.

2 Percikan bunga api menyebabkan campuran udara yang termampat dan bahan api terbakar.

3 Kuasa tolakan terhasil dan omboh ditolak ke TTB. Pada masa yang sama, liang ekzos terbuka, liang masuk tertutup dan liang pindah terbuka.

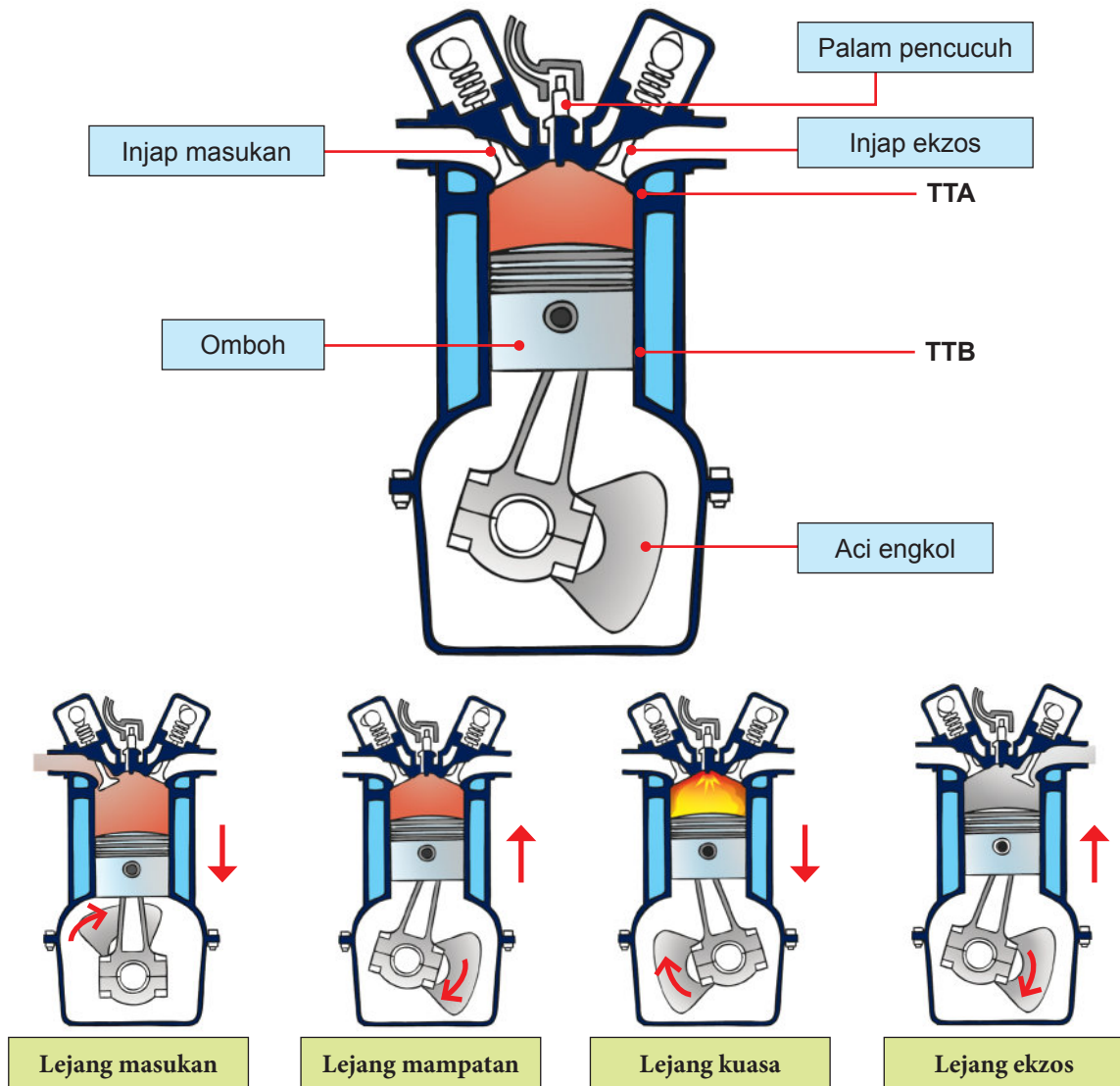
4 Hasil pembakaran keluar melalui liang ekzos. Pada masa yang sama campuran udara dan bahan api masuk ke dalam silinder melalui liang pindah.

5 Aci engkol berputar satu pusingan iaitu 360°.

6 Omboh bergerak dari TTB ke TTA dan kitaran berulang.

(b) Enjin empat lejang

Enjin empat lejang dihidupkan apabila berlakunya pembakaran campuran udara dan bahan api. Pembakaran ini menghasilkan tenaga yang menggerakkan omboh dalam silinder. Gerakan omboh dari atas ke bawah atau sebaliknya dinamakan lejang. Kitaran empat lejang bermaksud ada empat lejang omboh bagi setiap dua kitaran lengkap aci engkol. Rajah 4.7 menunjukkan kitaran lejang dan komponen utama enjin empat lejang.

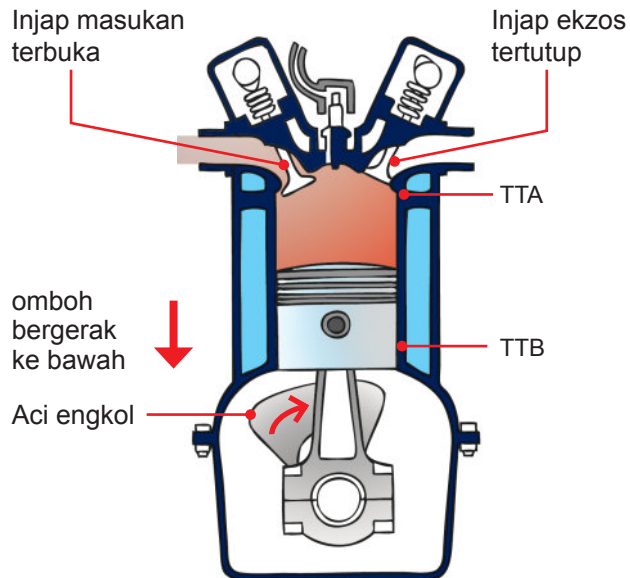


Rajah 4.7 Kitaran empat lejang enjin petrol



Video kendalian enjin 4 lejang

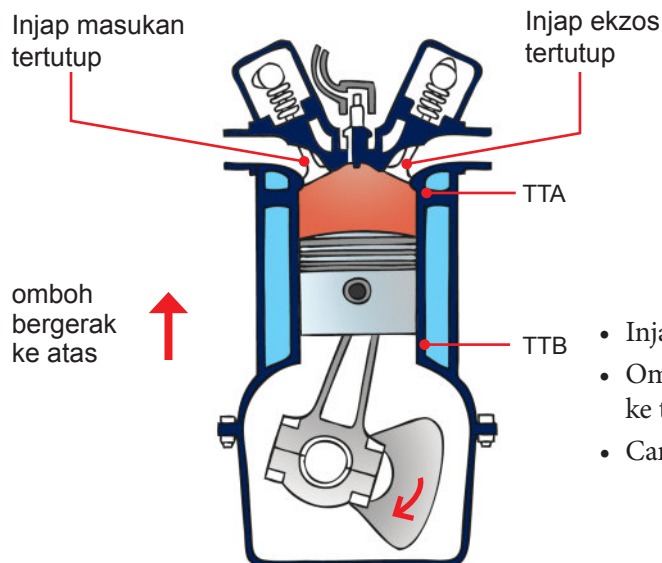
Lejang masukan



- Aci engkol diputar.
- Omboh bergerak dari titik tetap atas (TTA) ke titik tetap bawah (TTB) dan menghasilkan vakum di bahagian atas omboh di dalam silinder.
- Tekanan atmosfera menolak campuran udara dan bahan api ke dalam silinder melalui injap masukan yang terbuka.
- Injap ekzos tertutup.

Rajah 4.8 (a) Lejang masukan enjin petrol

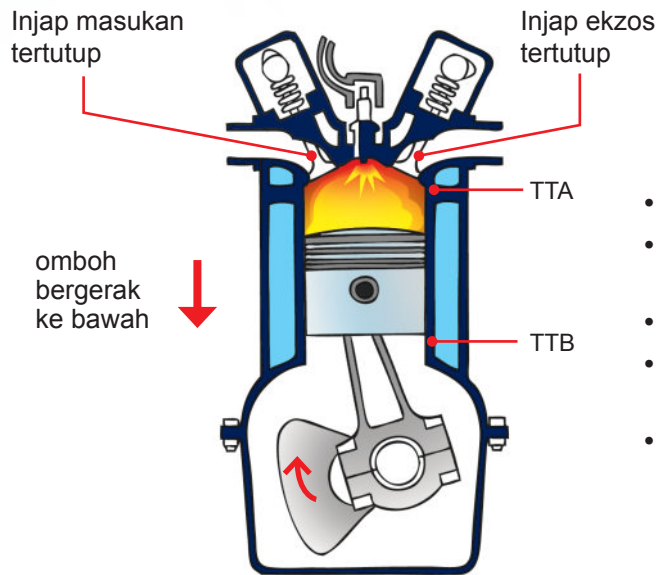
Lejang mampatan



- Injap masukan dan ekzos tertutup.
- Omboh bergerak dari titik tetap bawah (TTB) ke titik tetap atas (TTA).
- Campuran udara dan bahan api dimampatkan.

Rajah 4.8 (b) Lejang mampatan enjin petrol

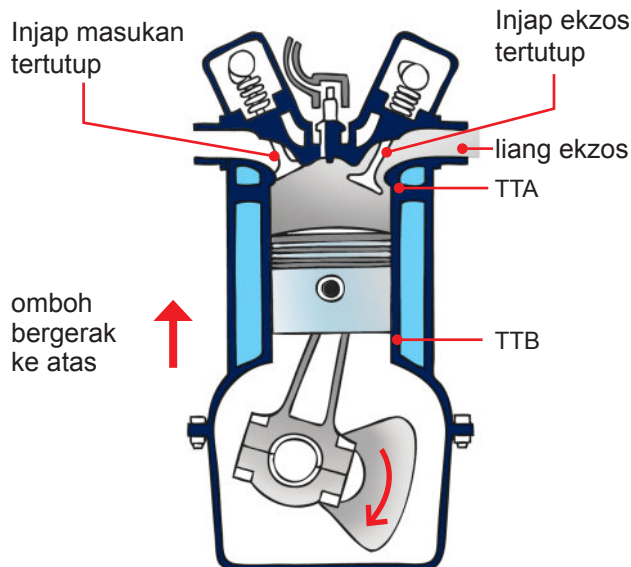
Lejang kuasa



- Injap masukan dan ekzos tertutup.
- Palam pencucuh menghasilkan percikan bunga api.
- Campuran udara dan bahan api terbakar.
- Letupan menghasilkan kuasa yang tinggi (daya tujah).
- Omboh ditolak dari titik tetap atas (TTA) ke titik tetap bawah (TTB).

Rajah 4.8 (c) Lejang kuasa enjin petrol

Lejang ekzos



- Akibat daripada momentum, omboh bergerak dari titik tetap bawah (TTB) ke titik tetap atas (TTA) menolak hasil pembakaran dan dilepaskan melalui liang ekzos.
- Injap masukan tertutup injap dan ekzos terbuka.
- Omboh bergerak dari TTA ke TTB dan kitaran berulang.

Rajah 4.8 (d) Lejang ekzos enjin petrol



Enjin diesel

Ciri utama enjin diesel ialah pembakaran bahan api yang berlaku tanpa memerlukan sistem penyalan berasingan. Udara disedut masuk ke dalam silinder yang kemudiannya dimampatkan dan menjadi panas. Bahan api disuntik ke kebulut pembakaran menyebabkan letupan bagi menghasilkan kuasa tujahan.

Lazimnya nisbah mampatan silinder pada enjin diesel adalah antara 15:1 hingga 22:1 dan boleh meningkatkan suhu udara sehingga melebihi 500 °C. Enjin diesel biasanya digunakan secara meluas untuk kenderaan dan jentera yang berkapasiti besar seperti lori, bas dan jentera berat. Walau bagaimanapun, terdapat juga penggunaan enjin diesel pada kereta persendirian.



Foto 4.5 Contoh kenderaan yang menggunakan enjin diesel



Info

Enjin diesel telah dicipta oleh Doktor Rudolf Diesel pada tahun 1890 melalui nisbah mampatan silinder yang tinggi.

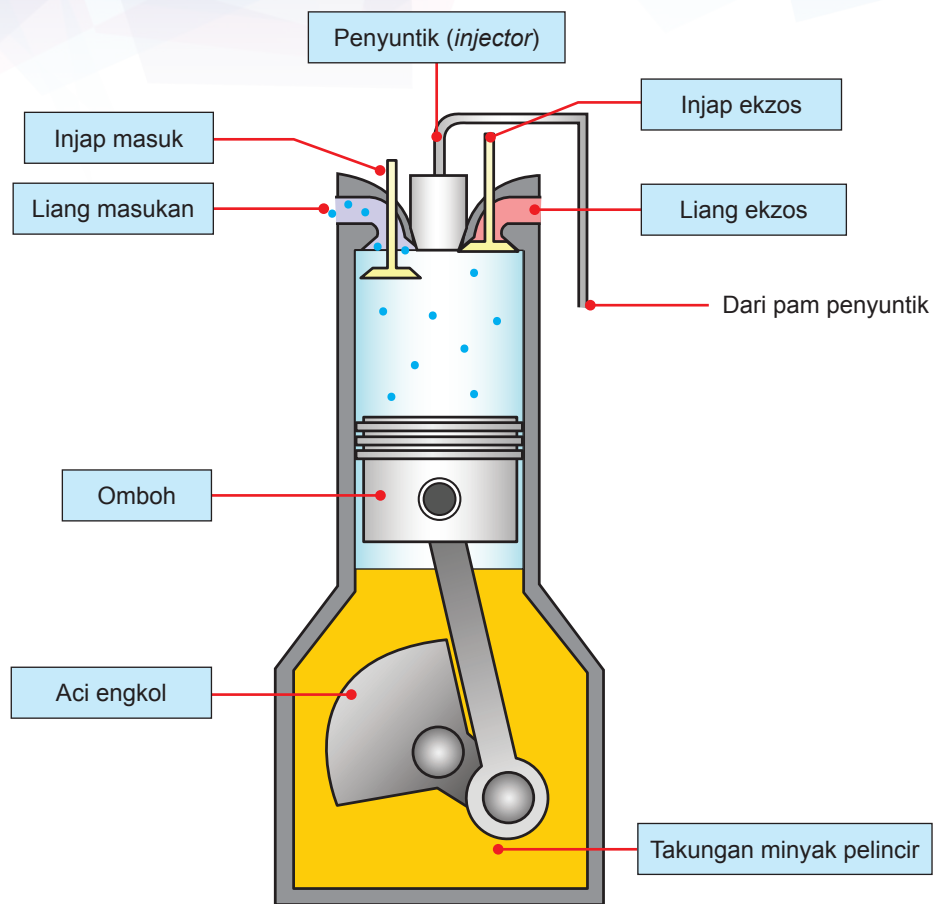


Info

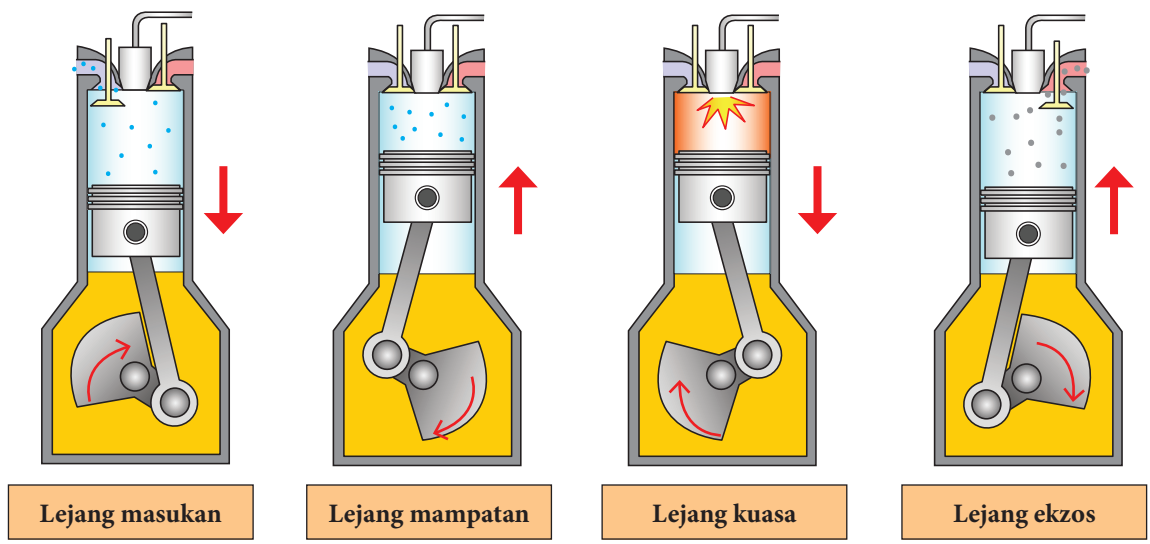
EURO 5 – Merujuk kepada spesifikasi petrol dan diesel yang melibatkan penambahbaikan dari segi pengurangan kandungan sulfur berbanding produk sedia ada. Penggunaan produk berspesifikasi EURO 5 dapat membantu mengurangkan penghasilan dan pelepasan asap yang berbahaya daripada kenderaan iaitu mono-nitrogen oksida (NO_x) yang merupakan bahan utama penghasilan hujan asid dan jerebu. Penggunaan spesifikasi bahan api pada masa akan datang seperti EURO 5 akan dapat membantu mengurangkan pencemaran alam sekitar. Spesifikasi bahan api pada masa kini adalah EURO 2M dan EURO 4M.



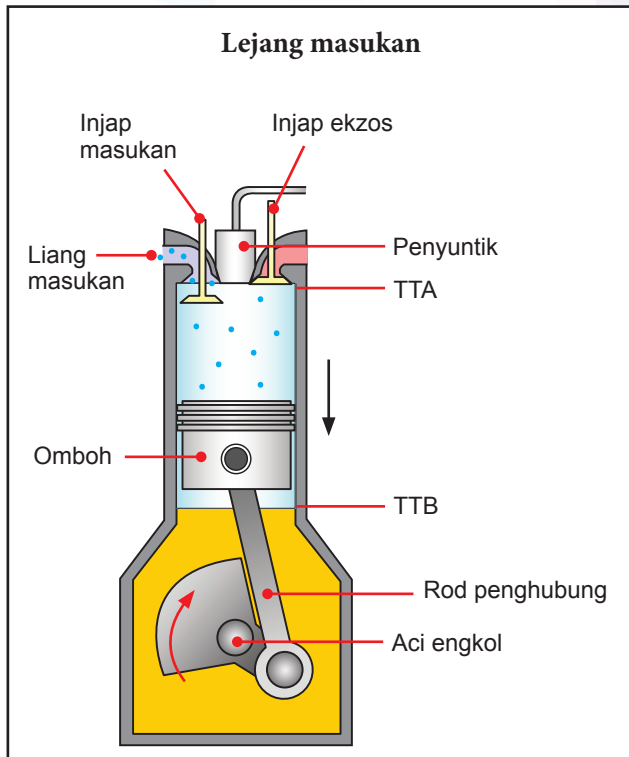
Video maklumat tambahan tentang minyak diesel.



Rajah 4.9 Struktur binaan lengkap enjin diesel



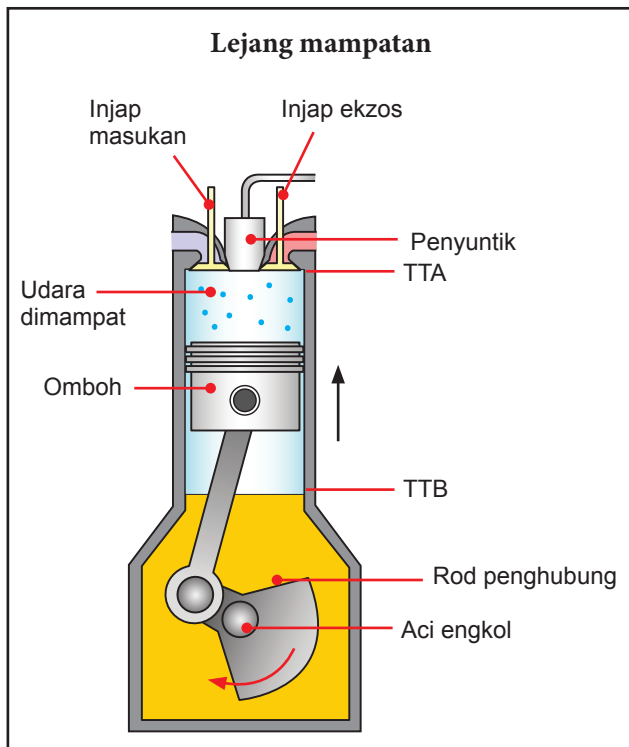
Rajah 4.10 Kitaran enjin diesel



Rajah 4.11 (a) Lejang masukan enjin diesel

Kendalian:

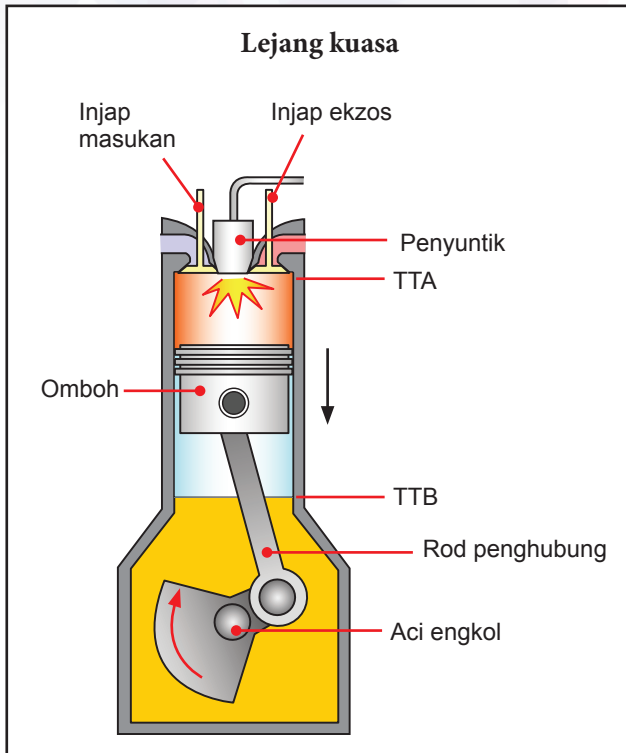
- Aci engkol diputar.
- Omboh bergerak dari TTA ke TTB.
- Injap masukan dan injap ekzos tertutup.
- Udara disedut masuk ke ruang silinder.



Rajah 4.11 (b) Lejang mampatan enjin diesel

Kendalian:

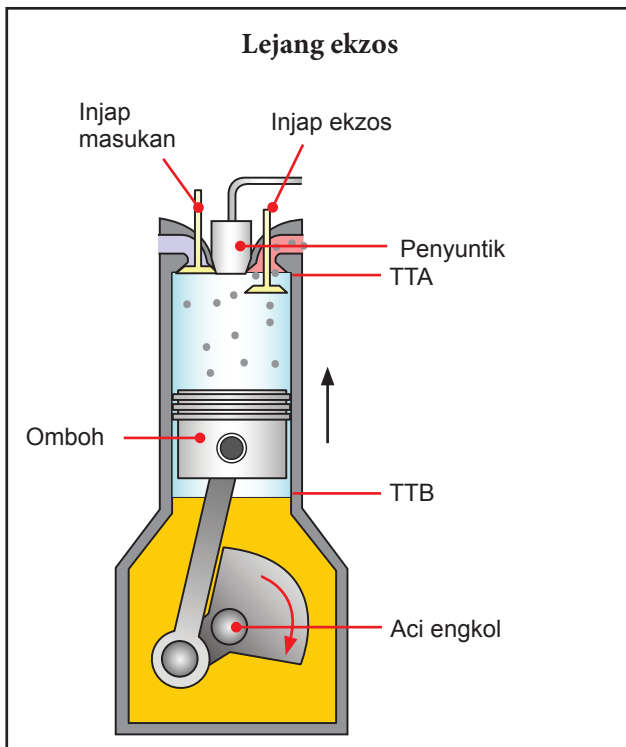
- Omboh bergerak dari TTB ke TTA.
- Injap masukan dan injap ekzos tertutup.
- Udara di dalam ruang silinder dimampatkan dan suhu udara meningkat tinggi.



Rajah 4.11 (c) Lejang masukan enjin diesel

Kendalian:

- Penyuntik memancit bahan api menyebabkan letupan berlaku dalam kevakuman pembakaran.
- Injap masukan dan injap ekzos tertutup.
- Daya tujahan menolak omboh dari TTA ke TTB.
- Aci engkol diputar.



Rajah 4.11 (d) Lejang masukan enjin diesel

Kendalian:

- Omboh bergerak dari TTB ke TTA disebabkan oleh momentum.
- Injap masukan tertutup dan injap ekzos terbuka.
- Hasil pembakaran ditolak keluar melalui injap ekzos.
- Kitaran lejang berulang.

Jadual 4.2 menunjukkan perbezaan antara enjin petrol empat lejang dan enjin diesel empat lejang.

Jadual 4.2 Perbezaan antara enjin petrol empat lejang dan enjin diesel empat lejang

Enjin petrol	Enjin diesel
<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan palam pencucuh 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak menggunakan palam pencucuh
<ul style="list-style-type: none"> • Campuran bahan api dan udara masuk dalam silinder semasa lejang masukan 	<ul style="list-style-type: none"> • Udara sahaja yang masuk ke dalam silinder semasa lejang masukan
<ul style="list-style-type: none"> • Kuasa keluaran tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> • Kuasa keluaran yang lebih tinggi
<ul style="list-style-type: none"> • Bunyi enjin lebih senyap 	<ul style="list-style-type: none"> • Bunyi enjin bising atau kuat
<ul style="list-style-type: none"> • Sesuai untuk kenderaan ringan seperti kereta dan motosikal 	<ul style="list-style-type: none"> • Sesuai untuk kenderaan berat seperti lori dan bas
<ul style="list-style-type: none"> • Binaan enjin ringkas 	<ul style="list-style-type: none"> • Binaan kompleks
	<ul style="list-style-type: none"> • Bahan binaan enjin dapat menahan tekanan tinggi

4.1.5 Fungsi sistem sokongan enjin

Enjin tidak akan sempurna jika tiada sistem sokongan enjin yang lain seperti sistem bahan api, sistem nyalaan, sistem penyejukan dan sistem pelinciran. Sekiranya salah satu daripada sistem ini tidak dapat berfungsi dengan baik atau mengalami kerosakan, enjin mungkin akan mengalami masalah untuk berfungsi dan tidak lancar.

Sistem bahan api

- Sistem bahan api berfungsi untuk membekalkan campuran udara dan bahan api yang berterusan kepada enjin pada nisbah yang bersesuaian di permulaan lejang masukan.
- Antara faktor yang dipengaruhi oleh nisbah kesesuaian bekalan campuran udara dan bahan api kepada enjin adalah seperti kelajuan enjin, beban, suhu dan reka bentuk enjin.
- Komponen-komponen yang digunakan untuk menyalurkan bahan api ke enjin terdiri daripada tangki bahan api, pam bahan api, penapis bahan api, saluran bahan api, injap tekanan bahan api, dan penyuntik bahan api.

Jadual 4.3 menunjukkan fungsi setiap bahagian dalam sistem bahan api. Manakala, Rajah 4.12 dan 4.13 menunjukkan bahagian utama sistem bahan api karburetor dan sistem penyuntik bahan api.



Info

Sistem Kawalan Elektronik

Terdiri daripada beberapa pengesan (sensor), seperti MAP (*Manifold Absolute Pressure*), TP (*Throttle Position*), IAT (*Intake Air Temperature*), EOT (*Engine Oil Temperature*) dan lain-lain. Unit Kawalan Elektronik (ECU), yang telah diprogramkan untuk mengawal semua pengesan (sensor) yang terdapat didalam sistem kawalan elektronik bagi penggunaan bahan api yang lebih baik tanpa menjejaskan mana-mana fungsi enjin yang lain.

Jadual 4.3 Fungsi setiap bahagian di dalam sistem bahan api

Bahagian utama	Fungsi
Penyuntik Bahan Api	<ul style="list-style-type: none"> Menyuntik bahan api ke saluran masuk. Jumlah suntikan bahan api disesuaikan dengan masa pembukaan muncung penyuntik. Masa dan jumlah suntikan bahan api ditentukan oleh ECM (<i>Electronic/Engine Control Module</i>) atau unit kawalan elektronik.
Penapis Udara	<ul style="list-style-type: none"> Penapis udara merupakan komponen yang berfungsi untuk menapis segala kekotoran yang datang dari saluran udara daripada masuk ke dalam ruang pembakaran. Jika kotoran memasuki enjin ini akan menyebabkan enjin kotor dan mudah terdedah kepada kerosakan dan jangka hayat enjin akan berkurangan.
Penapis Bahan Api	<ul style="list-style-type: none"> Menapis kotoran dalam bahan api agar tidak tersedut oleh pam bahan api
Tangki Bahan Api	<ul style="list-style-type: none"> Tangki bahan api dibuat bertujuan untuk menakung bahan api.
Saluran Bahan Api	<ul style="list-style-type: none"> Memindahkan bahan api dari tangki karburetor atau penyuntik.
Pam Tekanan Bahan Api	<ul style="list-style-type: none"> Mengepam dan mengalirkan bahan api dari tangki bahan api ke penyuntik.
Injap Tekanan Bahan Api	<ul style="list-style-type: none"> Mengatur tekanan bahan api di dalam sistem aliran bahan api untuk memastikan kadar tekanan yang tetap atau malar.
Injap Kawalan Udara (<i>Throttle body</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Sistem ini berfungsi untuk menyalurkan sejumlah udara yang diperlukan untuk pembakaran.
Pengatur Tekanan	<ul style="list-style-type: none"> Menentukan tekanan pada pengaliran suntikan bahan api

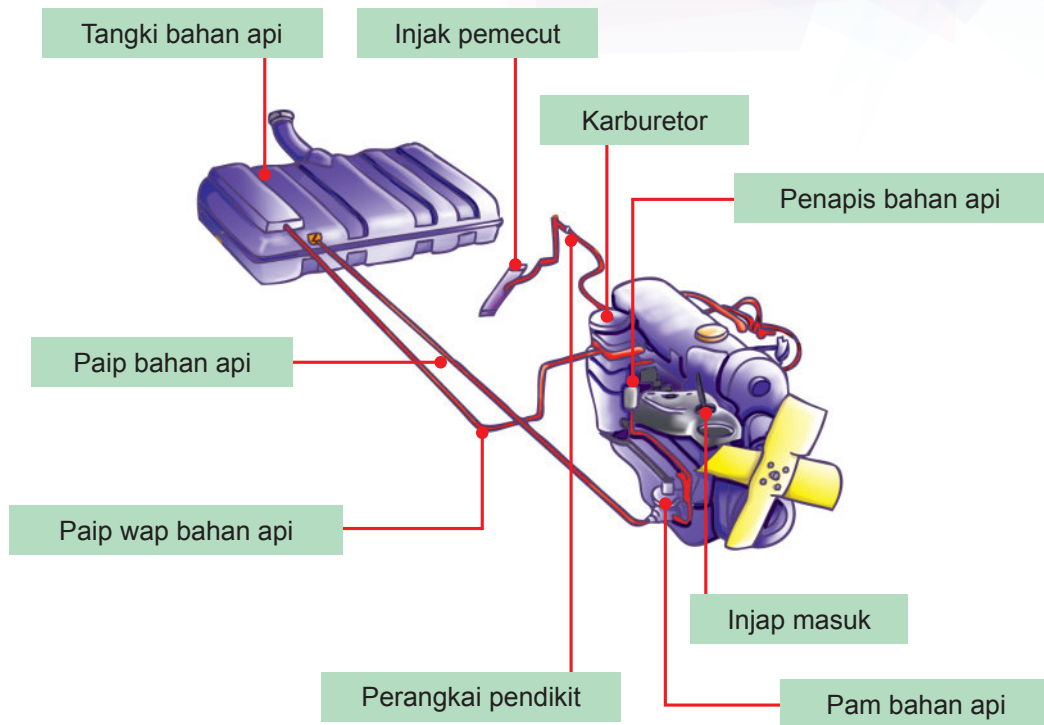


Info

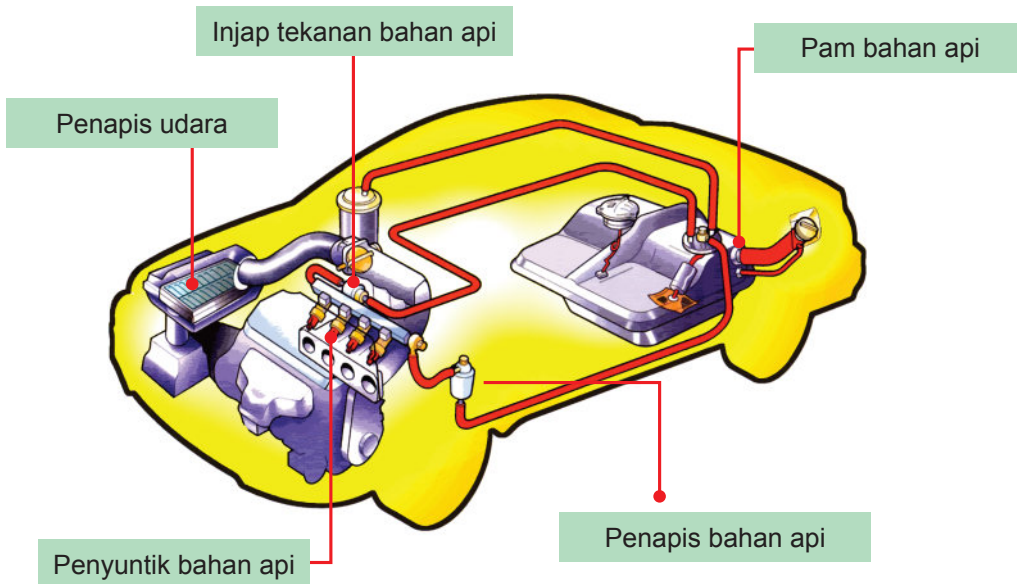
Karburetor berfungsi mengewapkan atau menukarkan sifat petrol dari cecair kepada bentuk pendebuan bahan api untuk mencampurkan bahan api dan udara mengikut nisbah tertentu bagi tujuan pembakaran yang sempurna di dalam silinder enjin. Karburetor dipasangkan pada injap masukan atau lejang masukan.

ECU = *Electronic Control Unit*

ECM = *Electronic/Engine Control Module*



Rajah 4.12 Bahagian utama sistem bahan api karburetor



Rajah 4.13 Bahagian utama sistem penyuntik bahan api

Sistem penyalaaan

Sistem penyalaaan di dalam sesebuah enjin memainkan peranan yang sangat penting. Sistem ini berfungsi untuk:

- Menghasilkan percikan bunga api untuk membakar campuran udara dan bahan api yang telah termampat di dalam ruangz.
- Mengimbangkan masa pembakaran supaya tepat mengikut keadaan perjalanan enjin.

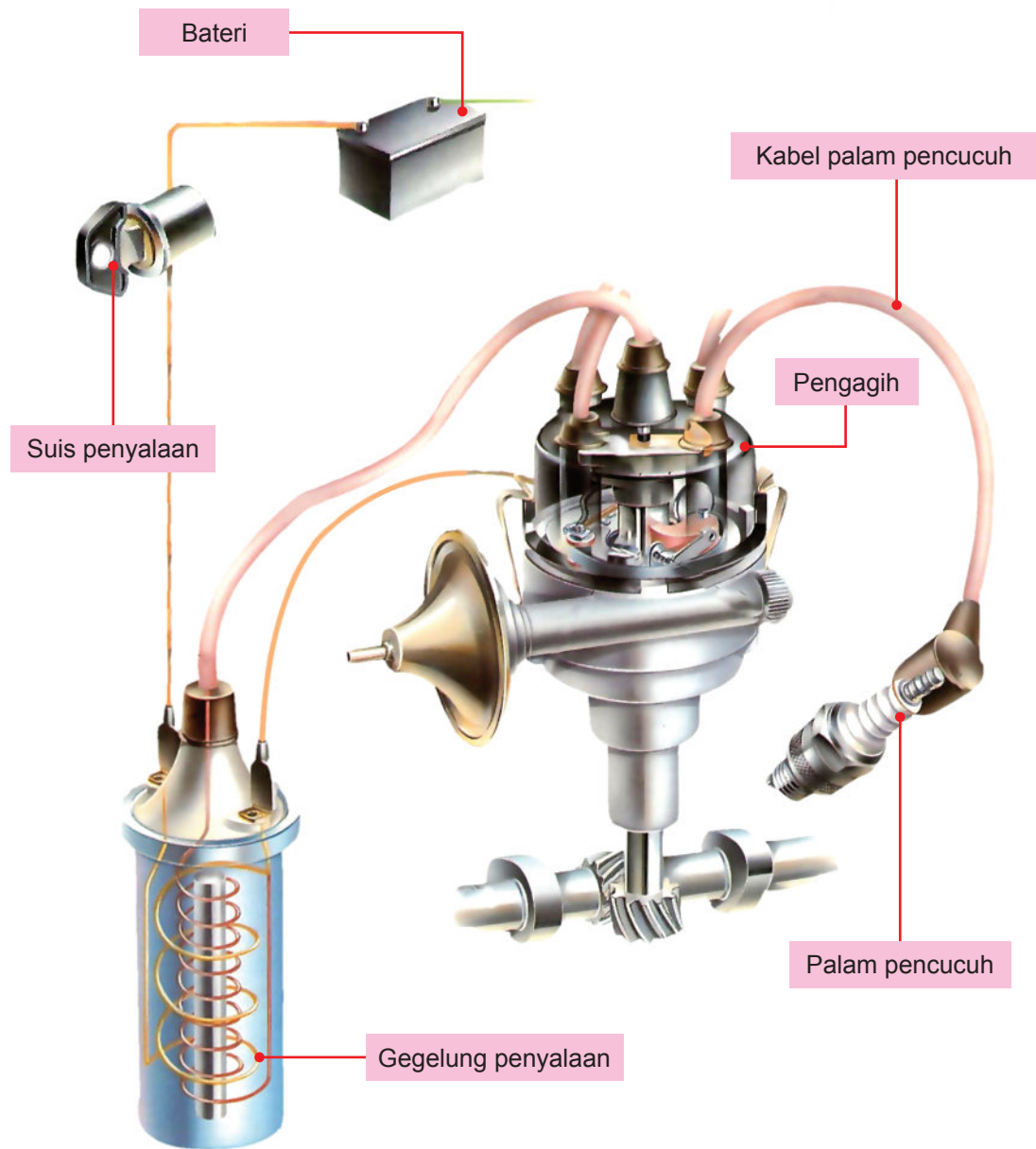
Jadual 4.4 menunjukkan fungsi setiap bahagian dalam sistem penyalaaan dan Rajah 4.14 menunjukkan bahagian utama sistem penyalaaan.

Jadual 4.4 Fungsi setiap bahagian dalam sistem penyalaaan

Bahagian utama	Fungsi
Palam Pencucuh	Berfungsi mengeluarkan percikan bunga api.
Alternator	Mengecas semula bateri serta memberikan bekalan tenaga untuk sistem elektrik kenderaan apabila enjin dihidupkan.
Gegelung Penyalaaan	Berfungsi meninggikan voltan yang dihasilkan oleh bateri dan dialirkan ke palam pencucuh.
Pengagih	Mencegah titik penyentuh daripada terbakar, mempercepatkan proses merendahkan dan meninggikan kuasa medan magnet serta menyimpan arus elektrik buat sementara waktu.
Kabel Voltan Tinggi	Mengalirkan arus voltan tinggi ke palam pencucuh.
Bateri	Membekalkan arus pada sistem elektrik kenderaan, menyimpan dan menerima arus yang dibekalkan daripada sistem pengecas serta menstabilkan voltan bagi keseluruhan sistem elektrik kenderaan.
Suis Penyalaaan	Menyambung dan memutus arus pada sistem elektrik kenderaan.



Video tentang sistem penyalaaan



Rajah 4.14 Bahagian utama sistem penyalaan

Sistem penyejukan

Sistem penyejukan enjin merupakan sistem sokongan yang mengawal suhu kendalian enjin supaya sesuai pada sebarang kendalian dan pacuan. Berikut adalah tujuan sistem penyejukan enjin iaitu:

- Mengawal suhu pada enjin untuk kendalian terbaik.
- Memindahkan haba yang tidak diperlukan ke luar enjin.
- Mengekalkan suhu enjin.
- Memastikan suhu bahagian yang bergerak pada enjin tidak meningkat kepada suhu yang boleh menjejaskan keberkesanan minyak pelincir.

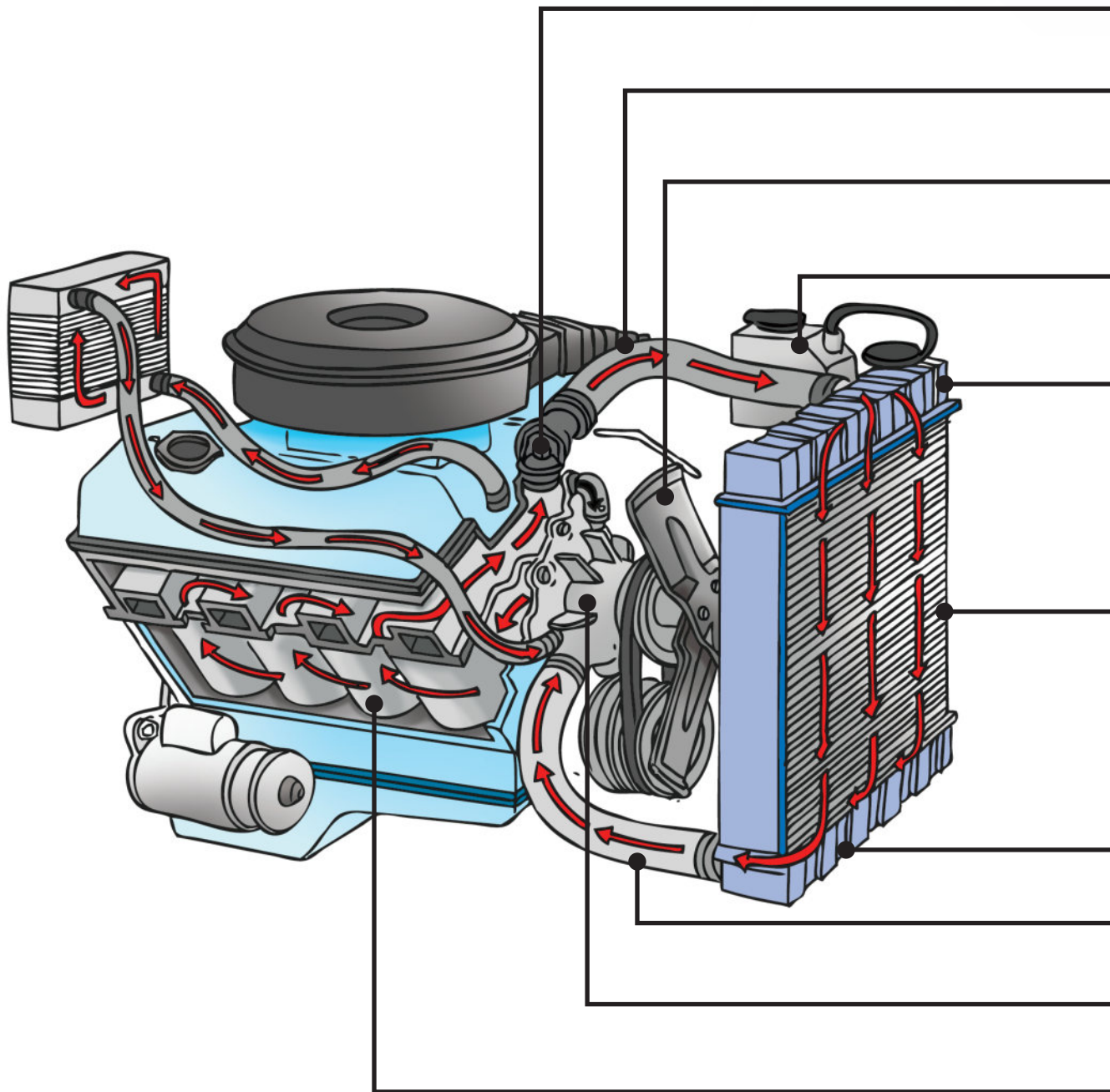
Jadual 4.5 Fungsi setiap bahagian dalam sistem penyejukan

Bahagian utama	Fungsi
Radiator	<ul style="list-style-type: none">• Tempat pertukaran haba cecair pendingin yang panas melalui bahagian enjin akan disejukkan semula.
Pam air	<ul style="list-style-type: none">• Berfungsi mengalirkan cecair pendingin ke seluruh sistem penyejukan.
Termostat	<ul style="list-style-type: none">• Berfungsi mengawal kuantiti pengaliran cecair pendingin berdasarkan operasi dan suhu enjin.
Jaket Air	<ul style="list-style-type: none">• Ruang terbuka di antara bahagian luar dinding silinder dan bahagian dalam blok serta kepala silinder.• Ruang kosong ini dipenuhi oleh cecair pendingin.
Kipas enjin	<ul style="list-style-type: none">• Menyalurkan udara sejuk melalui radiator untuk mempercepatkan proses penyejukan cecair pendingin di dalam radiator.
Tangki takungan	<ul style="list-style-type: none">• Merupakan tangki yang digunakan untuk menyimpan bahan cecair pendingin yang dialir keluar daripada radiator.
Sirip pendingin	<ul style="list-style-type: none">• Memberikan permukaan yang lebih luas untuk pelepasan haba.
Hos atas	<ul style="list-style-type: none">• Menyambung aliran cecair penyejuk dari termostat masuk ke radiator.
Hos bawah	<ul style="list-style-type: none">• Menyambung laluan cecair penyejuk dari radiator ke pam air.

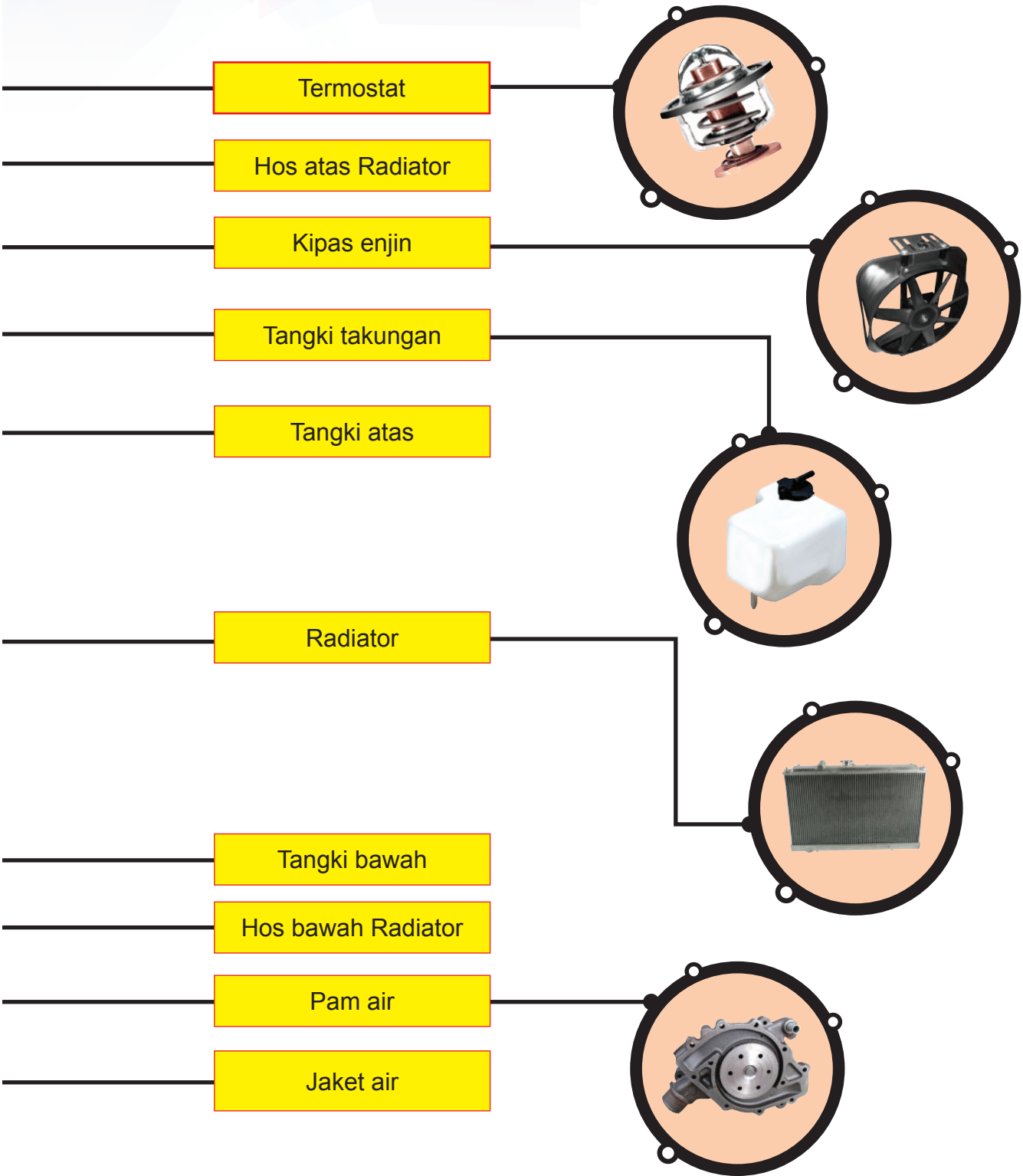


Video tentang sistem penyejukan

Bahagian utama sistem penyejukan



Rajah 4.15 Bahagian utama sistem penyejukan

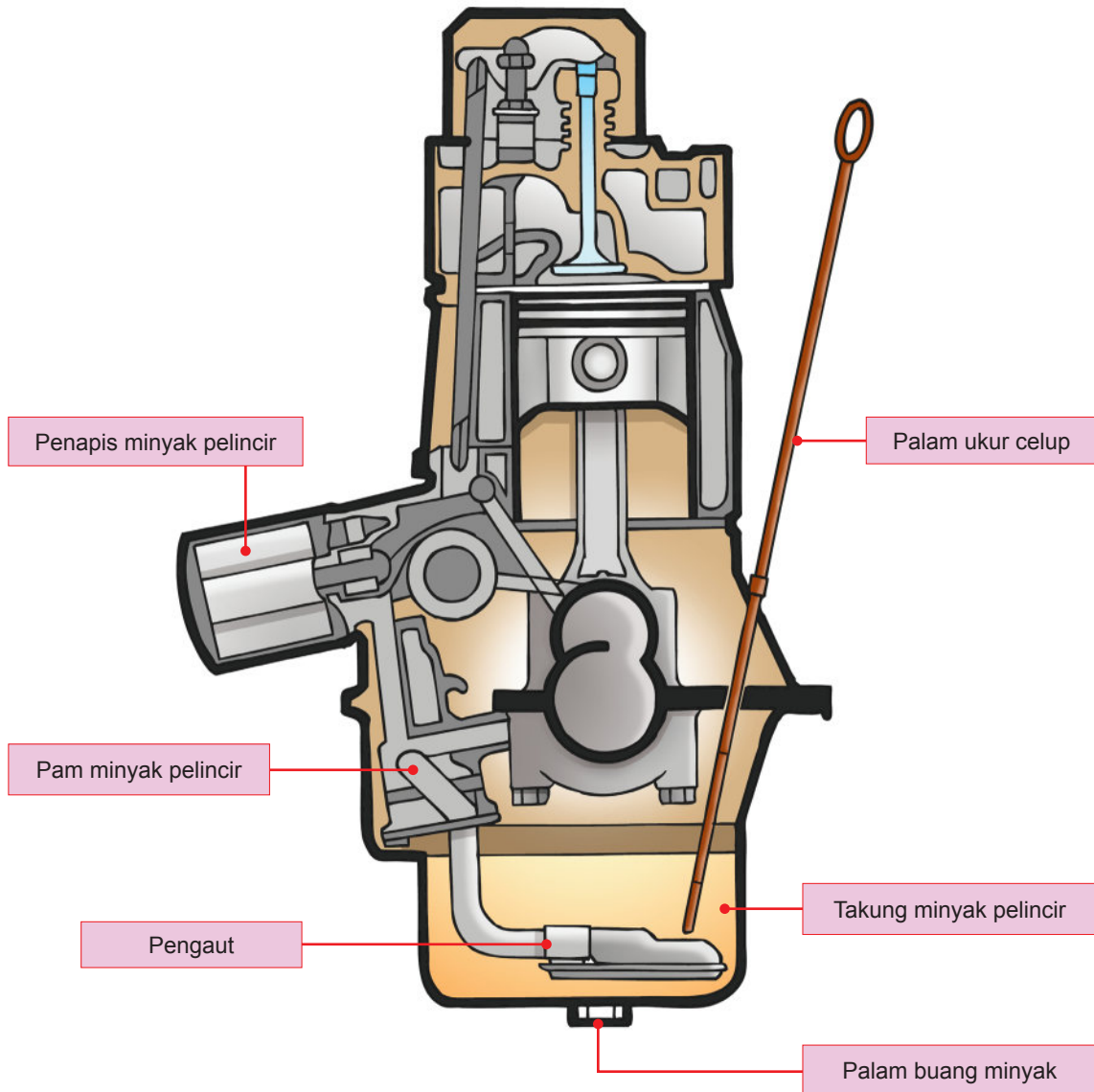


Sistem pelinciran

Sistem pelinciran merupakan salah satu sistem sokongan enjin untuk memastikan enjin berfungsi dengan baik. Fungsi utama sistem ini adalah untuk:

1. Membekalkan minyak pelincir ke semua bahagian enjin yang bergerak bagi mengurangkan kehausan dan geseran.
2. Berfungsi memindahkan haba yang berlebihan dan menyerap gegaran.

Rajah 4.16 di bawah menunjukkan bahagian utama sistem pelinciran.



Rajah 4.16 Bahagian utama sistem pelinciran

Jadual 4.6 menunjukkan fungsi setiap bahagian dalam sistem pelinciran sebuah enjin.

Jadual 4.6 Fungsi setiap bahagian dalam sistem pelinciran

Bahagian utama	Fungsi
Takung minyak pelincir	<ul style="list-style-type: none"> Tempat menampung minyak pelincir.
Pengaut	<ul style="list-style-type: none"> Mengaut serta menyimbah minyak pelincir ke bahagian enjin yang bergerak di dalam bongkah silinder enjin.
Palam ukur celup	<ul style="list-style-type: none"> Mengukur aras minyak pelincir di dalam takung minyak pelincir.
Palam buang minyak	<ul style="list-style-type: none"> Lubang saluran keluar untuk membuang minyak pelincir yang kotor.
Palam pengisi minyak	<ul style="list-style-type: none"> Lubang saluran masuk untuk mengisi minyak pelincir yang bersih.
Pam minyak pelincir	<ul style="list-style-type: none"> Berfungsi mengedap dan menyedut minyak dari takung minyak untuk dihantar ke seluruh bahagian enjin yang bergerak.
Penapis minyak pelincir	<ul style="list-style-type: none"> Berfungsi untuk menapis minyak pelincir daripada segala kotoran yang datang dari bawah enjin seperti debu, cebisan-cebisan logam dan endapan-endapan karbon. Semua kotoran ini jika tidak ditapis akan merosakkan minyak pelincir dan seterusnya mempercepatkan berlakunya kehausan pada enjin.



Info

Minyak galian/Mineral	Minyak separa sintetik/ Semi sintetik	Minyak sintetik penuh
<ul style="list-style-type: none"> Dicampurkan dengan bahan tambahan bagi memenuhi spesifikasi prestasi yang diperlukan mengikut keperluan API, ACEA dan JASO. 	<ul style="list-style-type: none"> Dihasilkan melalui gabungan antara minyak sintetik penuh dan minyak galian atau mineral mengikut peratusan tertentu. Biasanya peratusan minyak sintetik penuh yang dicampur adalah antara 15 - 20%. 	<ul style="list-style-type: none"> Dihasilkan melalui beberapa proses kimia yang rumit bagi memastikan penyusunan atom-atom yang baik. Minyak sintetik penuh mempunyai sifat antioksidan yang baik, indeks kelikatan yang tinggi dan ketahanan pada suhu tinggi.

Cadangan penyelenggaraan sistem sokongan enjin

Jadual 4.7 Fungsi setiap bahagian dalam sistem pelinciran

Sebab-sebab kerosakkan	Inferens kerosakan	Cadangan tindakan penyelenggaraan
Sukar untuk hidupkan enjin	Palam pencucuh rosak, basah atau berkarbon	Memeriksa, membersihkan kepala palam pencucuh atau menggantikan palam pencucuh
	Kerosakkan pada bahagian pam minyak	Menggantikan atau menyelenggara pam minyak
	Penapis minyak yang tersumbat atau kotor	Menggantikan penapis minyak yang tersumbat
	Ikatan kabel pada terminal bateri longgar	Memeriksa bateri dan ikatan kabel bateri pada terminal bateri
	Penghidup rosak	Memeriksa sistem penyalaan atau suis penalaan
Enjin berbunyi bising atau kuat	Gegelang omboh telah haus atau longgar	Menyelenggara enjin secara keseluruhan
	Injap tidak dilaras dengan betul	Menyelenggara bahagian injap Memeriksa unit kawalan elektronik ECU
	Aci engkol terlalu ketat untuk terus berpusing	Memeriksa kandungan minyak pelincir dalam sistem pelinciran
Kuasa enjin kurang, peningkatan penggunaan bahan api dan mengeluarkan asap ekzos berwarna hitam	Nisbah campuran udara dan bahan api tidak seimbang	<ul style="list-style-type: none"> • Memeriksa dan menyelenggara penyuntik bahan api • Memeriksa unit kawalan elektronik ECU
	Nisbah penggunaan bahan api lebih banyak	<ul style="list-style-type: none"> • Memeriksa dan menukar minyak pelincir jika perlu • Memeriksa, membersihkan kepala palam pencucuh atau menggantikan palam pencucuh
Kuasa enjin berkurangan, minyak pelincir berkurangan dan mengeluarkan asap ekzos berwarna kelabu kebiruan	Kebocoran minyak enjin ke dalam kebuk pembakaran yang menyebabkan minyak enjin terbakar sekali bersama campuran petrol dan udara	<ul style="list-style-type: none"> • Memeriksa dan menyelenggara enjin secara keseluruhan • Menggantikan minyak pelincir
	Kepala silinder yang bocor atau mungkin disebabkan kebocoran pada gelang omboh.	<ul style="list-style-type: none"> • Memeriksa dan menyelenggara enjin secara keseluruhan • Menggantikan gelang omboh



4.2 Kenderaan Cekap Tenaga

4.2.1 Perkembangan kenderaan cekap tenaga di Malaysia

Kemampuan industri automotif tempatan dalam pengeluaran kenderaan telah terbukti. Setelah tiga dekad Malaysia menceburi bidang industri automotif, banyak perubahan telah dilalui. Pelbagai usaha dilakukan untuk memperkukuhkan industri ini ke arah peningkatan daya saing, pengetahuan dan keupayaan dari sudut sains, teknologi, kejuruteraan serta kemahiran dalam menghasilkan produk automotif yang hampir setara di peringkat global. Namun begitu, teknologi automotif terus meningkat dengan pesat dalam kalangan pengeluar kenderaan global yang dibangunkan bagi memenuhi tuntutan alam sekitar dalam aspek pencemaran dan penjimatan menggunakan bahan petroleum. Dasar Automotif Negara 2014 (DAN 2014) diwujudkan oleh kerajaan dalam usaha melibatkan Malaysia ke tahap negara berteknologi tinggi dan sebagai salah satu negara yang membangun dalam industri automotif terutama di bidang kenderaan cekap tenaga (EEV).



Maksud kenderaan cekap tenaga

Kenderaan cekap tenaga juga dikenali sebagai *Energy Efficient Vehicle* (EEV). Terdapat beberapa takrifan mengenai kenderaan cekap tenaga atau EEV ini. Institut Automotif Malaysia (MAI) menjelaskan bahawa kenderaan cekap tenaga (EEV) boleh ditakrifkan sebagai kenderaan yang memenuhi satu set spesifikasi dari segi tahap pelepasan karbon dan penggunaan bahan api. Ini termasuklah sebagai kenderaan cekap penggunaan bahan api iaitu dikenali sebagai kenderaan hibrid, kenderaan elektrik (EV) dan kenderaan bahan bakar alternatif (*alternative fuelled vehicles*).

Foto 4.6 Kereta elektrik



Info

Pada tahun 2016, Perodua sekali lagi mencatat sejarah dengan mengeluarkan kenderaan cekap tenaga (EEV) sedan pertama Malaysia.



4.2.2 Kategori kendaraan cekap tenaga (EEV)

Terdapat tiga jenis kategori kendaraan yang dirangkumkan dalam kendaraan cekap tenaga (EEV). Antaranya ialah kendaraan hibrid, kendaraan elektrik dan kendaraan yang menggunakan bahan bakar alternatif pada sistem enjin pembakaran dalam.

Kenderaan elektrik

Kenderaan elektrik ialah kendaraan yang menggunakan kuasa elektrik untuk menggerakkannya. Tenaga elektrik mampu menggerakkan kendaraan sebagaimana kendaraan biasa yang menggunakan sumber bahan api minyak petrol ataupun diesel.

Kelebihan kenderaan elektrik

1. Kenderaan elektrik tidak memerlukan bahan bakar seperti minyak petrol atau diesel.
2. Kenderaan elektrik tidak perlu membuat penyelenggaraan seperti menukar minyak enjin dan sebagainya.
3. Kenderaan elektrik senyap dan tidak mengeluarkan sebarang asap yang mencemarkan udara.
4. Gegaran enjin pada tahap minimum.

Kekurangan kenderaan elektrik

1. Jarak perjalanan bagi sesebuah kenderaan elektrik adalah terhad.
2. Kenderaan elektrik mengambil masa yang agak lama untuk mengecap bateri sehingga penuh (lebih kurang lapan jam) atau sekurang-kurangnya tiga jam untuk pengecasan segera tetapi hanya terhad kepada 70% bekalan bateri.



Foto 4.7 Kereta elektrik di Putrajaya

Kenderaan hibrid

Kenderaan hibrid ialah sejenis kenderaan yang menggunakan kombinasi kuasa elektrik dan bahan api sebagai sumber tenaga. Motor elektrik dalam kenderaan hibrid berfungsi secara koperatif dan sangat efektif dalam penjimatan penggunaan bahan api. Kenderaan hibrid menggunakan lebih daripada satu sumber tenaga untuk digerakkan. Kenderaan ini mempunyai enjin petrol atau diesel konvensional, motor elektrik dan bateri. Terdapat tiga jenis sistem hibrid iaitu sistem siri, selari dan siri selari. Kereta hibrid dianggap sebagai kereta masa depan kerana berkesan dalam penjimatan bahan api, dan pada masa yang sama menghasilkan asap toksik pada tahap yang sangat rendah. Brek kereta hibrid juga dikonfigurasi untuk menangkap tenaga yang dibebaskan untuk mengecas bateri.

Kelebihan kenderaan hibrid

1. Dari segi jangka masa panjang, kos penggunaan kenderaan hibrid adalah lebih murah daripada kenderaan konvensional.
2. Kenderaan hibrid dapat membantu dalam mengurangkan kos penggunaan bahan api.
3. Asap toksik yang dibebaskan oleh kenderaan hibrid berada pada kadar rendah.
4. Kenderaan hibrid dibina dengan bahan-bahan ringan dan binaan luar yang aerodinamik dalam usaha untuk memaksimumkan kecekapan kenderaan hibrid.

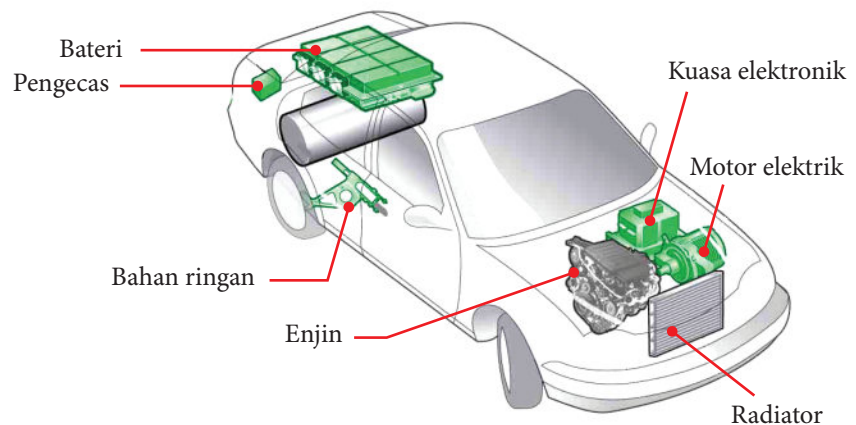
Kekurangan kenderaan hibrid

1. Harga kenderaan hibrid yang mahal berbanding kereta konvensional.
2. Lebih berat disebabkan berat bateri dan enjin yang dipasang di dalam kenderaan.



Info

Walaupun kereta elektrik dan hibrid lebih mahal, kerajaan Malaysia telah memberi rebat cukai untuk kenderaan elektrik dan hibrid menjadikan harga kenderaan ini hampir sama atau lebih rendah berbanding kenderaan petrol dan diesel.



Rajah 4.17 Sistem kenderaan hibrid

Kenderaan solar

Kenderaan solar ialah satu teknologi yang masih dalam peringkat kajian. Terdapat banyak implikasi penggunaan kenderaan solar. Secara teorinya, penggunaan kenderaan solar adalah jauh lebih baik daripada kenderaan elektrik. Ini kerana walaupun kenderaan elektrik tidak menggunakan bahan api fosil sebagai sumber tenaga, tenaga elektrik yang digunakan untuk mengecas kenderaan elektrik masih lagi dihasilkan menggunakan bahan api fosil. Manakala, kenderaan solar pula mendapat sumber tenaganya daripada tenaga solar yang dihasilkan dan diperbaharui.

Penggunaan kenderaan solar akan menjadi terhad kepada sesuatu kawasan yang mempunyai tenaga matahari yang cukup untuk menjana kuasa.

Kelebihan kenderaan solar

1. Sumber tenaga untuk kenderaan solar ialah cahaya matahari.
2. Tiada kos bahan api diperlukan untuk beroperasi.
3. Tidak mengeluarkan asap yang mencemarkan udara.
4. Bunyi lebih senyap berbanding kereta biasa.

Kekurangan kenderaan solar

1. Kos penghasilan kenderaan solar serta komponennya boleh menjadi terlalu tinggi akibat daripada pengeluaran yang terhad.
2. Jarak perjalanan adalah terhad bergantung kepada cahaya matahari.
3. Tidak mempunyai kelajuan atau kuasa seperti kenderaan petrol dan diesel.

Kajian yang dijalankan terhadap kenderaan solar telah lama tetapi tahap pencapaiannya masih di peringkat awal. Pertandingan kenderaan solar banyak diadakan di seluruh dunia. Pelbagai reka bentuk dan konsep kenderaan solar dihasilkan tetapi masih belum ada pengeluar yang menghasilkan kenderaan solar untuk dipasarkan.



Foto 4.8 Contoh kereta solar

Kenderaan gas asli

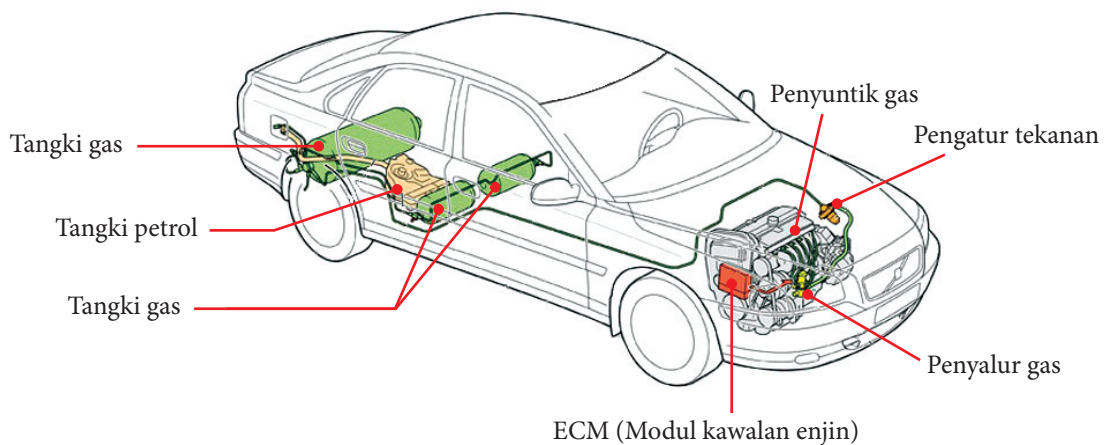
Kenderaan gas asli juga dikenali sebagai *Natural Gas Vehicle (NGV)*. Kenderaan ini menggunakan gas asli termampat (*compressed natural gas* atau *CNG*) atau gas asli cair (*liquefied natural gas* atau *LNG*) sebagai sumber bahan api. Kenderaan jenis ini sangat popular di beberapa buah negara seperti Argentina, Brazil, Iran, Pakistan, Itali, Jerman dan Malaysia. Ini kerana sebarang kenderaan yang menggunakan minyak petrol sebagai bahan api boleh diubah suai untuk menggunakan bahan api jenis CNG atau LNG. Di Malaysia, kebanyakan teksi menggunakan gas asli cecair untuk membantu menjimatkan kos operasi. Kini, kebanyakan teksi di Malaysia telah diubah suai menjadi kenderaan gas asli.

Kelebihan kenderaan gas asli

1. Sistem gas asli boleh digunakan pada sebarang kenderaan konvensional yang menggunakan minyak petrol sebagai bahan api.
2. Penggunaan gas asli adalah sangat menjimatkan berbanding petrol dan diesel.
3. Pengeluaran asap pada tahap yang rendah.

Kekurangan kenderaan gas asli

1. Daya kilas enjin menjadi kurang berbanding penggunaan petrol.
2. Stesen NGV masih kurang di Malaysia.



Rajah 4.18 Sistem kenderaan gas asli

4.2.3**Kesan penggunaan kenderaan cekap tenaga terhadap ekonomi sosial dan alam sekitar berdasarkan aspek kelestarian**

Usaha mengurangkan pelepasan asap terutama di kawasan bandar telah banyak dijalankan oleh pihak berkuasa. Pertambahan populasi bandar dan pertambahan kenderaan seolah-olah menggagalkan usaha ini. Situasi ini menggalakkan pengeluar kenderaan mengeluarkan kenderaan yang kurang atau tidak mengeluarkan asap. Pengeluaran kenderaan cekap tenaga seperti kenderaan elektrik dan kenderaan hibrid dilihat dapat memberikan kesan terhadap ekonomi, sosial dan alam sekitar. Jadual 4.8 menunjukkan kesan penggunaan kenderaan cekap tenaga.

Jadual 4.8 Kesan penggunaan kenderaan cekap tenaga terhadap ekonomi, sosial dan alam sekitar

Ekonomi	<ul style="list-style-type: none"> • Kesan positif terhadap penggunaan kenderaan cekap tenaga ini dilihat mampu meningkatkan pembangunan ekonomi negara melalui penggunaan teknologi. • Ketidaktergantungan terhadap sumber tenaga yang tidak boleh diperbaharui seperti petroleum sebagai bahan api untuk kenderaan bermotor dapat mengurangkan perbelanjaan negara dari segi subsidi bahan api. • Permintaan kenderaan cekap tenaga yang tinggi dapat membuka peluang pasaran baharu dalam sektor automotif negara.
Sosial	<ul style="list-style-type: none"> • Dari sudut sosial, kesan positif penggunaan kenderaan cekap tenaga ini akan meningkatkan kualiti hidup untuk semua kehidupan manusia. • Aktiviti sosial dapat dijalankan dengan lebih sihat dan terancang disebabkan alam sekitar yang bersih dan tidak tercemar. • Impak terhadap penurunan masalah sosial berkait rapat dengan peningkatan ekonomi negara.
Alam Sekitar	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan kenderaan cekap tenaga memberikan kesan yang positif terhadap alam sekitar seperti kualiti udara, terma dan bunyi. • Kesan penggunaan teknologi ini juga dilihat sebagai usaha dalam mengurangkan kesan pencemaran udara yang disebabkan pengeluaran gas daripada ekzos kenderaan. • Memulihara dan meminimumkan kesan terhadap alam sekitar serta menjamin kelestarian biodiversiti umumnya.

**Info**

Biodiversiti bermaksud kepelbagaian benda hidup dalam persekitaran



4.3 Kawalan Hidraulik

4.3.1 Konsep sistem kawalan hidraulik

Kawalan hidraulik merupakan satu litar paip tertutup (*enclosed piping circuit*) yang menggunakan bendalir bertekanan (termampat) untuk membolehkan berlakunya kawalan terhadap daya dan gerakan serta pemindahan bentuk tenaga untuk melakukan sesuatu kerja. Sistem hidraulik banyak digunakan dalam industri dan kerja-kerja berat. Sebagai contohnya:

- Sistem kawalan mesin seperti kren dan jentera berat
- Stereng kuasa dan sistem brek pada kenderaan
- Mekanisme kawalan sayap kapal terbang
- Mekanisme pemanduan kapal-kapal besar

Jadual 4.9 Keباikan dan kekurangan sistem hidraulik

Sistem kawalan hidraulik	
Kebaikan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none"> • Penghasilan daya kilas yang besar walaupun penggerak hidraulik bersaiz kecil. • Penggerak menghasilkan tindak balas yang cepat dan lancar. • Penggerak hidraulik boleh dikendalikan dalam keadaan berterusan, terputus-putus, membalik dan pegun tanpa rosak. • Peratus kehilangan tekanan akibat beban yang dikenakan adalah sangat kecil kerana sistem ini menggunakan bendalir khusus. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistem hidraulik mempunyai reka bentuk dan kendalian yang kompleks. • Sistem hidraulik memerlukan kos penyelenggaraan yang tinggi. • Kebocoran bendalir hidraulik menyebabkan risiko kebakaran dan letupan. • Pencemaran bendalir hidraulik menyebabkan sistem tidak berfungsi dengan baik. • Sangat kompleks dari segi penyelenggaraan.



Info

Empat prinsip asas dalam sistem hidraulik:

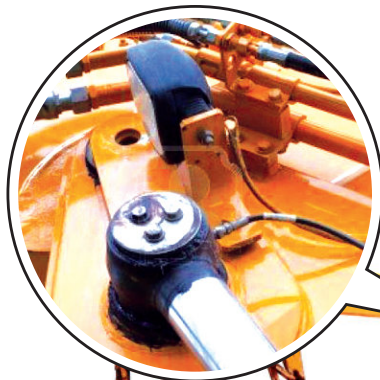
- Bendalir tidak mempunyai bentuk.
- Tidak boleh dimampatkan.
- Memindahkan tekanan ke semua arah.
- Mampu melakukan kerja-kerja berat.



Jek hidraulik



Lori pengangkut



Jengkaut

Foto 4.10 Contoh aplikasi yang menggunakan sistem hidraulik

Konsep daya, tekanan, kerja dan kuasa dalam sistem kawalan hidraulik

Pengetahuan mengenai konsep daya, tekanan, kerja dan kuasa amat penting bagi menentukan kecekapan kendalian sistem hidraulik. Di samping itu, kadaran dan pengiraan dalam menentukan parameter perlu dilakukan untuk memastikan kebolehupayaan sistem berfungsi dengan baik.

Daya (F)

Daya merupakan satu tindakan yang menyebabkan berlakunya perubahan halatuju atau pecutan pada sesuatu objek. Secara ringkasnya, daya digunakan untuk menggerakkan sebarang objek. Dalam menentukan keupayaan hidraulik, daya dan tekanan adalah saling berhubung kait.

$$\begin{aligned}F &= p \times A \\F \text{ (newton)} &= p \text{ (Pascal)} \times A \text{ (meter persegi)} \\[N] &= [Pa] \times [m^2] \\&= N/m^2 \times m^2 \\&= N\end{aligned}$$

di mana,

F = Daya yang bertindak ke atas, dalam unit Newton (N)

p = Tekanan dalam unit newton/meter persegi (N/m²)

A = Luas kerataan permukaan omboh, dalam unit meter persegi (m²)

Tekanan (p)

Tekanan (p) ditakrifkan sebagai daya berserenjang atau normal per unit luas (A) yang bertindak ke atas suatu permukaan. Tekanan diukur dalam unit pascal (Pa) atau Newton per meter persegi (N/m²) iaitu dalam unit SI;

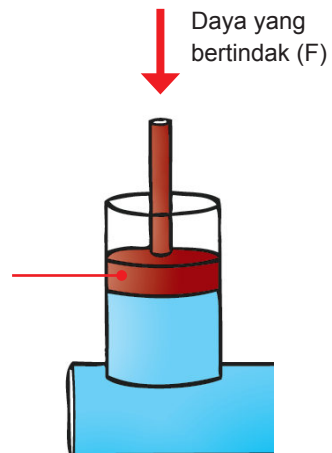
$$\text{Tekanan (p)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (m}^2\text{)}}$$

di mana;

F = Daya yang bertindak ke atas, dalam unit Newton (N)

A = Luas kerataan permukaan omboh, dalam unit meter persegi (m²)

Luas keratan
permukaan omboh A



Rajah 4.19 Sistem hidraulik mudah



Info

Menurut Hukum Newton (N) daya (F) ditentukan oleh jisim (m) dan pecutan (a) dan diungkapkan dengan:

$$\begin{aligned}1N &= 1\text{ kg} \times 1\text{ ms}^{-2} \\&= 1\text{ kg ms}^{-2}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F &= m \times a \text{ dan diukur dalam unit Newton (N)} \\&= m \text{ (kilogram)} \times a \text{ (meter/saat}^2\text{)} \\&= \text{kg ms}^{-2}\end{aligned}$$

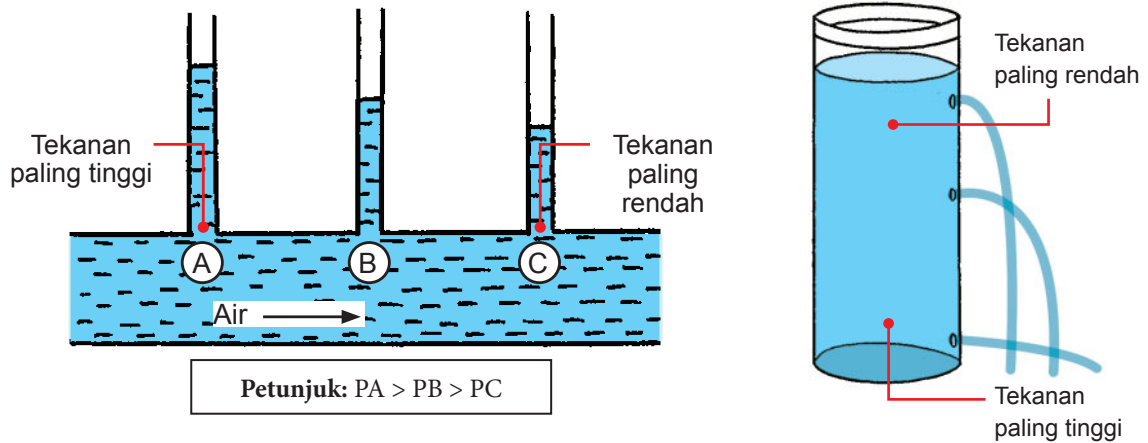
Jisim seberat 1kg diatas bumi mempunyai pecutan sebanyak 1 ms⁻² menghasilkan daya sebanyak 1 Newton.



Video hukum pascal dan sistem brek hidraulik.

Prinsip kendalian utama hidraulik adalah berdasarkan hukum pascal. Hukum ini menyatakan apabila suatu daya dikenakan ke atas bendalir di dalam bekas tertutup, tekanan yang dihasilkan adalah sama ke semua arah.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengurangan tekanan



Rajah 4.20 Tekanan dan faktor pengurangannya

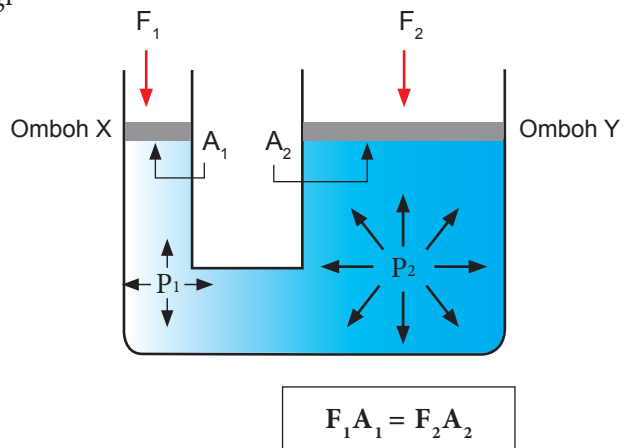
1. Paip yang terlalu kecil
2. Paip yang terlalu panjang
3. Terlalu banyak penyambungan
4. Terlalu banyak pembengkokan
5. Kelikatan bendalir yang terlalu tinggi

Pemindahan tekanan dalam cecair

Menurut Hukum Pascal tekanan didalam satu bekas yang tertutup adalah sama.

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

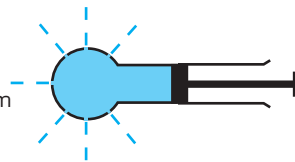


Rajah 4.21 Pemindahan tekanan dalam cecair



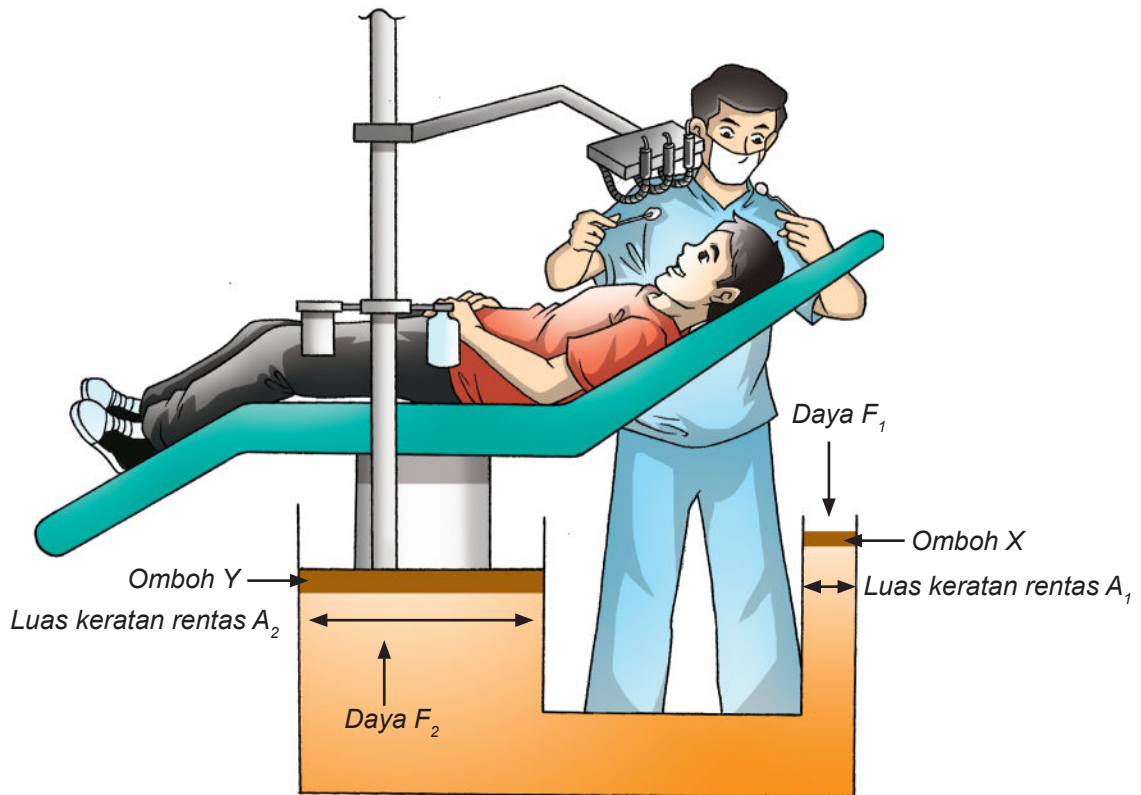
Info

Prinsip Pascal menyatakan tekanan yang dikenakan ke atas bendalir dalam ruang tertutup boleh dipindahkan secara seragam ke seluruh bendalir itu.



Contoh 1

Sebuah klinik pergigian menggunakan jek hidraulik untuk menaikkan dan menurunkan kerusi pesakit. Apabila seorang doktor gigi mengenakan daya F_1 pada omboh kecil dengan luas keratan rentas A_1 , kerusi itu dinaikkan ke satu jarak.



Rajah 4.22 Pemindahan tekanan dalam cecair pada kerusi boleh laras

Penyelesaian:

Proses ini boleh dilihat seperti berikut:

1. Apabila daya F_1 bertindak pada omboh kecil dengan luas keratan rentas A_1 , tekanan dipindahkan dengan magnitud yang sama ke semua arah dalam bendalir bagi sistem itu.
2. Tekanan yang dikenakan pada omboh yang besar dengan luas keratan rentas A_2 akan menghasilkan satu daya F_2 untuk menaikkan kerusi itu.
3. Magnitud daya F_2 bergantung kepada luas keratan rentas A_2 . Daya F_2 bertambah apabila luas keratan rentas A_2 bertambah.
4. Ia bertindak sebagai pengganda daya. Maka, daya F_2 lebih besar daripada daya F_1 .

Kerja (W)

Kerja (W) ialah tenaga yang bertindak melalui daya menyebabkan sesuatu objek bergerak selari dengan arah daya yang dikenakan pada jarak tertentu. Daya dan jarak menentukan ukuran bagi sesuatu kerja yang dilakukan. Unit bagi kerja (W) ialah Joule atau Newton meter (Nm). Rumus berikut ialah hubung kait antara daya, kerja dan jarak;

$$\begin{aligned}\text{Kerja (W)} &= \text{Daya (F)} \times \text{Jarak (d)} \\ \text{W(Nm)} &= \text{F(N)} \times \text{d (m)} \\ &= \text{Newton} \times \text{meter} \\ &= \text{Nm atau Joule}\end{aligned}$$

Kuasa (P)

Kuasa (P) ialah kadar melakukan kerja atau kadar pemindahan tenaga dalam tempoh tertentu. Unit SI bagi kuasa ialah Newton meter per saat atau watt (W). 1 W ialah kerja 1 J yang dilakukan atau tenaga 1 J yang dipindahkan dalam masa 1 s. Rumus berikut digunakan untuk mengira kuasa.

$$\text{Kuasa (P)} = \frac{\text{kerja yang dilakukan (W)}}{\text{masa yang diambil (t)}}$$

$$\text{Kuasa (P)} = \frac{\text{Newton meter (Nm)}}{\text{saat (s)}}$$

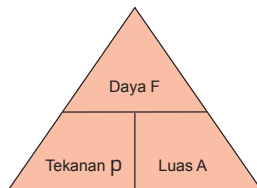
$$\text{Kuasa (P)} = \text{Nms}^{-1} \text{ atau watt}$$



Info

Aplikasi rumus dan contoh pengiraan dalam litar kawalan hidraulik

Untuk mengira daya, tekanan atau luas permukaan, rumus berikut boleh digunakan;

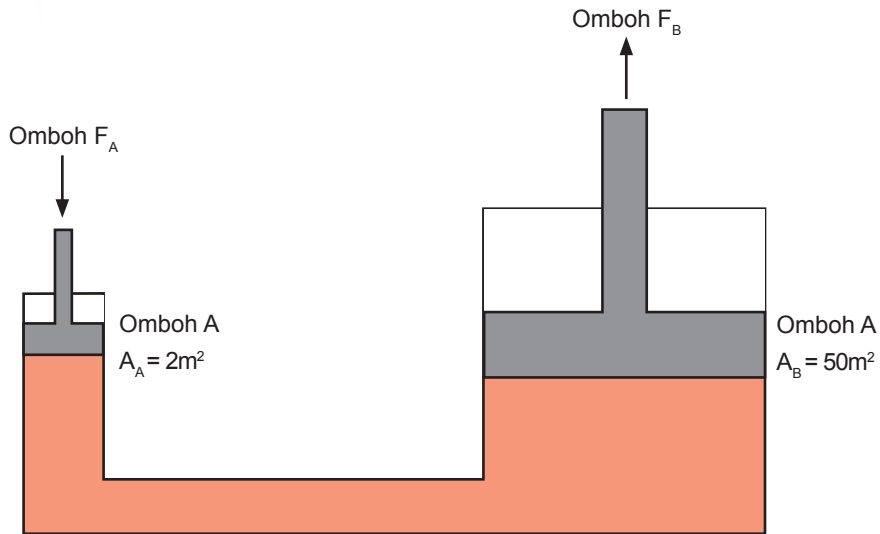


$$\begin{aligned}\text{Daya} &= F &= \text{Newton [N]} \\ \text{Tekanan} &= p &= \text{pa} \\ \text{Luas permukaan} &= A &= \text{m}^2\end{aligned}$$

$F = p \times A$	$p = F/A$	$A = F/p$
------------------	-----------	-----------

Contoh 2

Sebuah sistem hidraulik asas yang terdiri daripada omboh A dan omboh B mempunyai luas keratan rentas 2m^2 dan 50m^2 . Apabila suatu daya 20N dikenakan ke atas omboh A, omboh itu bergerak ke bawah sebanyak 20cm .



Rajah 4.23 Sistem hidraulik asas

Hitungkan:

- Tekanan yang dipindahkan dalam bendalir hidraulik
- Daya yang terhasil ke atas omboh B
- Kerja yang dilakukan oleh omboh A

Penyelesaian:

- (a) Tekanan yang dipindahkan,

$$\begin{aligned} p &= \frac{F_A}{A_A} \\ &= 20 \text{ N} / 2 \text{ m}^2 \\ &= 10 \text{ Nm}^{-2} \end{aligned}$$

- (b) Daya pada omboh B,

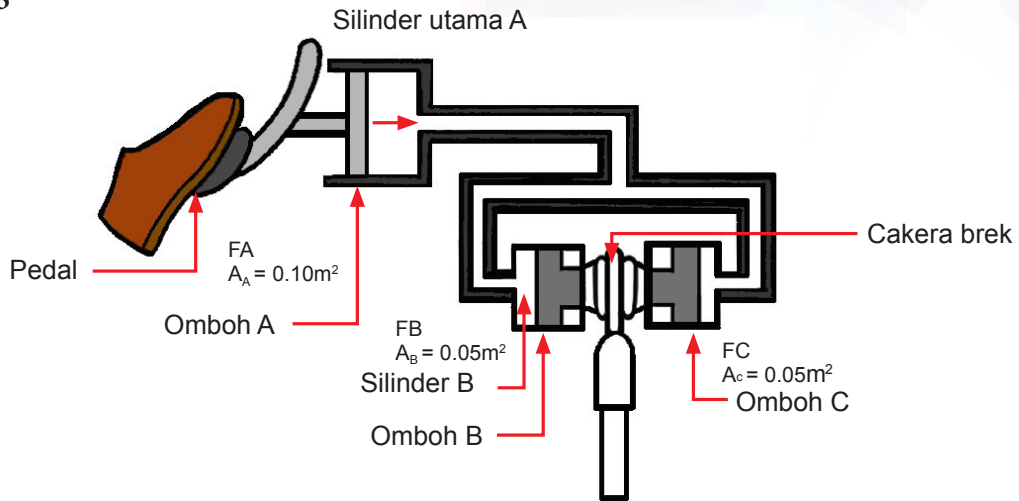
$$\begin{aligned} F_B &= p \times A_B \\ &= 10 \text{ Nm}^{-2} \times 50 \text{ m}^2 \\ &= 500 \text{ N} \end{aligned}$$

- (c) Oleh sebab isipadu cecair yang dipindahkan adalah tetap,

kerja yang dilakukan oleh omboh A ialah:

$$\begin{aligned} W &= F_A (\text{N}) \times d (\text{m}) \\ &= 20 \text{ N} \times 0.2 \text{ m} \\ &= 4 \text{ Nm atau 4 Joule} \end{aligned}$$

Contoh 3



Rajah 4.24 Sistem brek hiraulik

Seorang pemandu kereta telah menekan brek untuk menghentikan kereta. Kereta berkenaan mempunyai sistem brek hidraulik yang mempunyai luas permukaan omboh A sebanyak 10cm manakala luas permukaan omboh B dan C ialah 5cm. Semasa menekan brek, tekanan sebanyak 20N/m² dikenakan pada omboh silinder A bergerak sebanyak 3cm. Hitungkan:

- (a) Jumlah daya yang dihasilkan pada omboh A.
- (b) Daya yang terhasil pada omboh B dan C.
- (c) Kerja yang dilakukan untuk menghentikan kenderaan itu jika omboh A bergerak sebanyak 3cm.
- (d) Kuasa yang terhasil jika kenderaan tersebut mengambil masa sebanyak 10 saat untuk berhenti.

Penyelesaian:

(a) Jumlah daya yang dihasilkan,

$$\begin{aligned}
 F_A &= P_A \times A_A \\
 &= 20\text{N/m}^2 \times 0.1\text{m}^2 \\
 &= 2\text{N}
 \end{aligned}$$

(b) Daya yang terhasil,

$$\begin{aligned}
 P_A &= P_B = P_C \\
 F_B &= P_B \times A_B \\
 &= 20\text{N/m}^2 \times 0.05\text{m}^2 \\
 &= 1\text{N} \\
 F_B &= F_C
 \end{aligned}$$

(c) Kerja yang dilakukan,

$$\begin{aligned}
 W_A &= F_A \times d \\
 &= 2\text{N} \times 0.03\text{m} \\
 &= 0.06 \text{ Joule}
 \end{aligned}$$

(d) Kuasa yang terhasil,

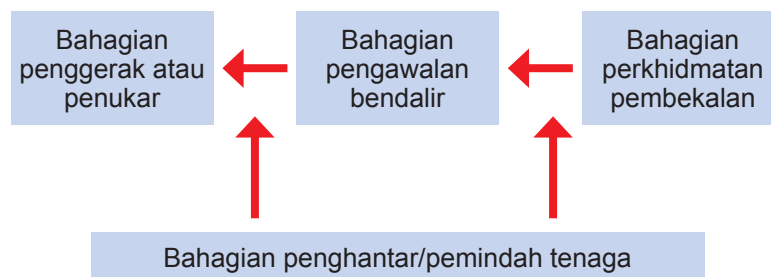
$$\begin{aligned}
 P_A &= \frac{W_A}{t} \\
 &= \frac{0.06 \text{ J}}{10\text{s}} \\
 &= 0.01 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

4.3.2 Litar kawalan hidraulik

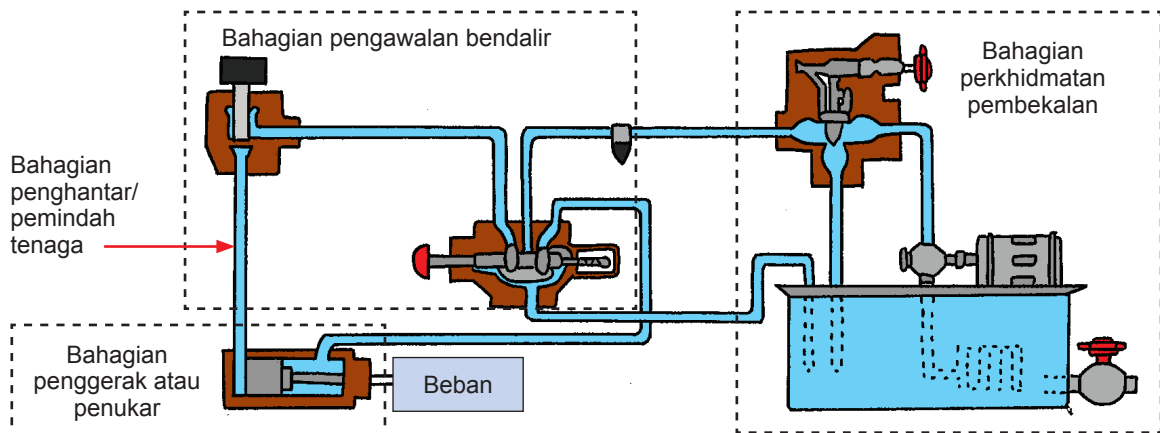
Bahagian utama kendalian litar kawalan hidraulik

Terdapat empat bahagian utama kendalian sistem hidraulik;

- Bahagian perkhidmatan pembekalan
- Bahagian pengawalan bendalir
- Bahagian penggerak atau penukar
- Bahagian pemindahan tenaga atau penghantar tenaga



Rajah 4.25 Blok sistem hidraulik





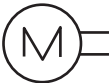





Rajah 4.26 Contoh sistem hidraulik

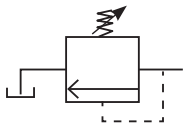



Komponen, fungsi dan simbol litar kawalan hidraulik

(a) Bahagian perkhidmatan bekalan

Bahagian ini berfungsi untuk membekal tenaga hidraulik melalui bendalir yang disimpan di dalam tangki. Bahagian ini akan mengubah tenaga mekanikal kepada tenaga hidraulik. Pam ini akan menaikkan tekanan bendalir hidraulik sehingga tahap yang diperlukan oleh sistem kawalan. Lazimnya, tenaga mekanikal boleh dihasilkan melalui motor elektrik. Terdapat juga penghasilan tenaga mekanikal melalui enjin dan tenaga manusia.

Jadual 4.10 Komponen yang terdapat di dalam bahagian perkhidmatan pembekalan



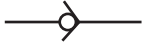





Komponen	Fungsi	Simbol	Foto
Tangki	Fungsi tangki hidraulik adalah untuk menyimpan bendalir hidraulik.		
Motor elektrik	Menukar tenaga elektrik ke tenaga mekanikal supaya pam berkendali.		
Pam	Fungsi pam adalah untuk memindahkan cecair hidraulik dari tangki ke seluruh sistem hidraulik.		
Tolok tekanan	Fungsi tolak tekanan adalah untuk menunjukkan kadar tekanan dan lazimnya alat ini dipasang selepas injap pelega tekanan untuk memudahkan penyelarasan tekanan.		

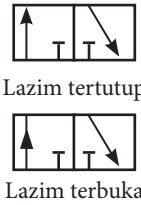

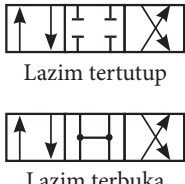



Injap pelega tekanan	Berfungsi untuk mengawal kadar tekanan aliran bendalir dalam sistem dan melindungi komponen lain daripada menerima lebih tekanan.		
Penyaring dan penapis	Penyaring dipasang di dalam tangki bagi menyaring bendalir yang keluar dari tangki ke pam. Penapis dipasang pada bahagian keluaran injap.		

(b) Bahagian pengawalan bendalir

Bahagian ini berfungsi mengatur dan mengawal tekanan, kadar aliran dan arah bendalir dengan menggunakan injap tertentu. Jadual 4.11 menunjukkan pelbagai komponen injap.

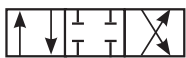
Jadual 4.11 Komponen, fungsi dan simbol berkaitan kawalan bendalir

Komponen	Fungsi	Simbol	Foto
<p>Injap kawalan aliran:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penghad tetap • Penghad boleh laras • Injap penyekat sehalu 	<p>Menghad jumlah aliran bendalir yang mengalir di dalam sesuatu paip.</p> <p>Menghad jumlah bendalir di sesuatu tempat.</p> <p>Menghad aliran bendalir dari arah yang bertentangan.</p>	 <p>Penghad tetap</p>  <p>Penghad boleh laras</p>  <p>Injap penyekat sehalu</p>	 <p>Penghad tetap</p>  <p>Penghad boleh laras</p>  <p>Injap penyekat sehalu</p>
Injap kawalan arah:	Mengawal arah aliran bendalir hidraulik dengan menggunakan kendalian insani, pegas, solenoid, sesondol, pacuan hidraulik.		
Injap 2 liang 2 kedudukan (2/2)	Mempunyai dua arah kawalan keluar dalam dua kedudukan	 <p>Lazim tertutup</p>	

<p>Injap 3 liang 2 kedudukan (3/2)</p>	<p>Mempunyai dua arah kawalan keluar. Injap 3/2 terdiri daripada dua jenis iaitu injap 3/2 lazim terbuka dan injap 3/2 lazim tertutup.</p>	 <p>Lazim tertutup</p> <p>Lazim terbuka</p>	
<p>Injap 4 liang 3 kedudukan (4/3)</p>	<p>Mempunyai empat arah kawalan keluar dalam tiga kedudukan. Kedudukan lazim berada di tengah manakala kedudukan kedua berada sama ada sebelah kiri atau kanan. Injap 4/3 mempunyai dua jenis iaitu injap 4/3 lazim terbuka dan injap 4/3 lazim tertutup.</p>	 <p>Lazim tertutup</p> <p>Lazim terbuka</p>	
<p>Injap 4 liang 2 kedudukan (4/2)</p>	<p>Mempunyai empat arah kawalan keluar dalam dua kedudukan.</p>	 <p>Tertutup</p>	



Info



Setiap kotak mewakili satu kedudukan

Liang



Setiap garisan mewakili satu liang



Info

Injap kawalan aliran ialah gabungan injap penyekat sehalu dan penghad boleh laras.

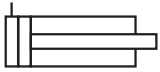
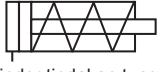

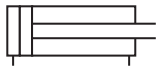

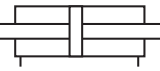





Video kawalan injap 4 liang 3 kedudukan (4/3)

(c) Bahagian penggerak atau penukar

Bahagian ini berfungsi untuk menukarkan tenaga hidraulik kepada tenaga mekanikal. Beban dipasang pada penggerak untuk melakukan kerja-kerja yang telah ditetapkan dalam sistem seperti mengangkat atau menolak. Jadual 4.12 menunjukkan contoh penggerak lurus.

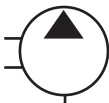


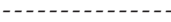
Jadual 4.12 Contoh penggerak lurus

Komponen	Fungsi	Simbol	Foto
<p>Penggerak lurus:</p> <p>Silinder tindakan tunggal</p>	<ul style="list-style-type: none"> Silinder tindakan tunggal tanpa pegas mempunyai satu rod, satu liang dan memerlukan daya luar untuk mengembalikan omboh ke kedudukan asalnya setelah digunakan. Silinder tindakan tunggal dengan pegas mempunyai satu rod, satu liang dan pegas bagi mengembalikan omboh ke kedudukan asalnya. 	 <p>Silinder tindakan tunggal tanpa pegas atau pelocok</p>  <p>Silinder tindakan tunggal dengan pegas</p>	 <p>Silinder tindakan tunggal</p>
<p>Silinder dwi tindakan atau silinder tindakan kembar</p>	<ul style="list-style-type: none"> Silinder yang menggerakkan beban pada dua arah yang lurus. Silinder mempunyai satu rod dan dua liang tanpa pegas. 	 <p>Silinder dwitindakan</p>	 <p>Silinder dwitindakan</p>
<p>Silinder tindakan kembar dengan 2 rod</p>	<ul style="list-style-type: none"> Silinder tindakan kembar dengan dua rod boleh menggerakkan dua beban pada empat arah lurus. Silinder ini mempunyai dua rod dan dua liang. Antara kelebihan silinder ini ialah ia boleh melakukan kerja pada dua arah yang bertentangan. Kedudukan lazim omboh di tengah-tengah mempunyai satu rod. 	 <p>Silinder dua rod</p>	 <p>Silinder dua rod</p>
<p>Silinder hujung berkusyen</p>	<ul style="list-style-type: none"> Silinder ini mempunyai dua rod dan dua liang tidak pegas. Kelebihan silinder ini adalah untuk mengembalikan omboh pada kedudukan asal dengan gerakan lembut. 	 <p>Silinder hujung berkusyen</p>	

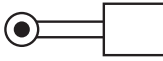
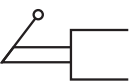
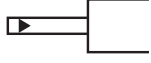
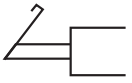
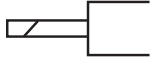

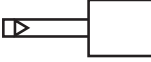
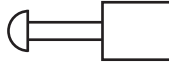

(d) Bahagian pemindahan tenaga atau penghantar tenaga

Bahagian ini berperanan memindahkan tenaga hidraulik yang terdapat di bahagian perkhidmatan bekalan dan tekanan untuk diagihkan ke dalam litar melalui sistem perpaipan. Paip ini diperbuat daripada bahan logam khas mengikut kesesuaian kegunaan sistem hidraulik. Semakin kecil paip bererti semakin kecil tenaga dihasilkan dan sesuai untuk tekanan sederhana dan rendah. Untuk tekanan yang tinggi saiz paip yang lebih besar diperlukan. Jadual 4.13 menunjukkan simbol komponen dan fungsi pada bahagian pemindahan tenaga. Manakala, jadual 4.14 menunjukkan simbol komponen dan fungsi pada kedudukan injap dan jadual 4.15 menunjukkan simbol komponen dan fungsi penggerak menukarkan tenaga hidraulik kepada tenaga mekanik.

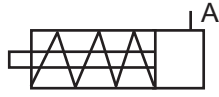
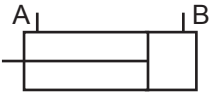
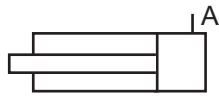
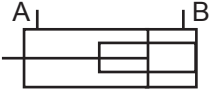

Jadual 4.13 Simbol komponen dan fungsi pada bahagian pemindahan tenaga

Simbol	Fungsi	Simbol	Fungsi
Pam 	Menyedut bendalir dari tangki dan menukarkan tenaga mekanikal kepada tenaga hidraulik.	Motor elektrik 	Menukarkan tenaga elektrik kepada tenaga mekanik.
Paip utama/ penyambung 	Menyalurkan bendalir keseluruhan sistem hidraulik.	Paip buangan 	Membuang bendalir untuk mengawal tekanan atau membersihkan tangki daripada bendasing.

Jadual 4.14 Simbol komponen bagi kendalian injap

Simbol	Fungsi	Simbol	Fungsi
Sesondol/cam 	Berupa roda yang mudah berputar.	Tuil/tali 	Tuil digunakan bagi memudahkan kerja kendalian injap.
Pacuan hidraulik 	Hidraulik akan dipicu membuka injap.	Kaki 	Kaki digunakan jika tangan tidak boleh digunakan.
Elektrik solenoid 	Gelung akan menjadi magnet dan seterusnya mengawal injap.	Pegas 	Pegas akan mengembalikan injap ke kedudukan asal.
Pacuan pneumatik 	Pneumatik dipicu untuk membuka injap.	Punat tekan 	Kawalan paling mudah dengan menekan punat tekan.
		Tombol 	Tombol diputar semula untuk membolehkan injap berkendali.

Jadual 4.15 Simbol komponen dan fungsi penggerak untuk menukarkan tenaga hidraulik kepada tenaga mekanik

Simbol	Fungsi	Simbol	Fungsi
<p>Silinder tindakan tunggal dengan pegas</p> 	<p>Kawalan hidraulik satu arah atau lurus dan dikembalikan oleh pengalir gerakan lurus.</p>	<p>Silinder dwitindakan</p> 	<p>Kawalan hidraulik pada dua arah A atau B gerakan lurus sahaja.</p>
<p>Silinder tindakan tunggal tanpa pegas</p> 	<p>Kawalan hidraulik pada satu arah A, gerakan lurus sahaja. Daya luar diperlukan untuk mengembalikan silinder ke kedudukan asal.</p>	<p>Silinder hujung berkusyen</p> 	<p>Kawalan hidraulik pada dua arah A atau B, gerakan kembali lembut.</p>
<p>Silinder rod kembar</p> 	<p>Kawalan hidraulik pada dua arah A atau B, gerakan lurus sahaja.</p>		

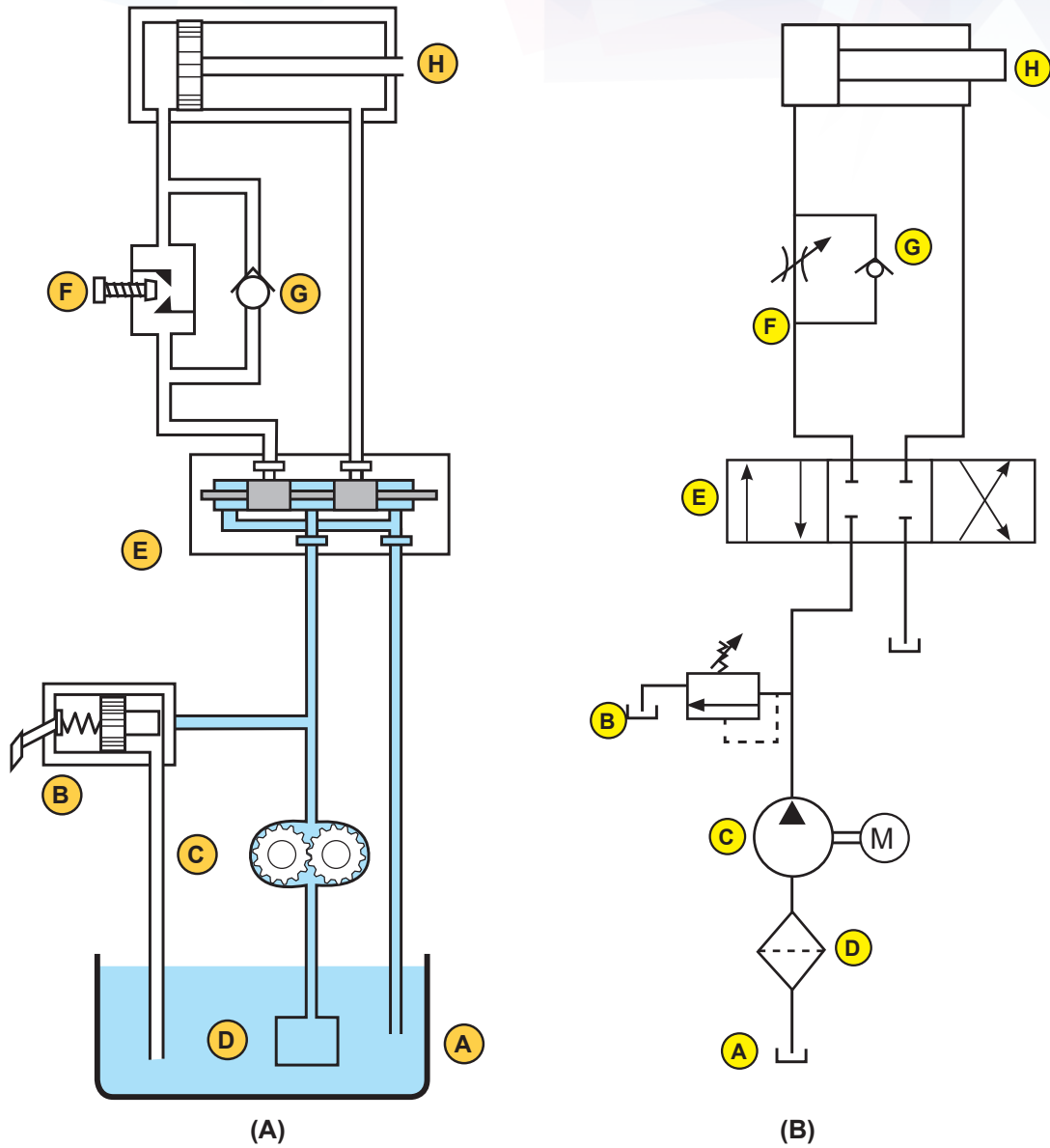
4.3.3 Litar kawalan hidraulik

Litar kawalan hidraulik mudah boleh ditunjukkan dengan dua cara iaitu:

- Gambar rajah perpaipan
- Gambar rajah litar skema

Gambar rajah perpaipan sukar dilukis kerana komponen dilukis dalam keadaan keratan. Oleh itu, ia jarang digunakan untuk melukis litar hidraulik, terutamanya yang melibatkan komponen yang banyak dan kompleks.

Gambar rajah litar skema adalah lebih ringkas dan mudah dilukis kerana semua komponen yang terlibat diwakili dengan simbol dan penyambungan dilukis dengan satu garisan sahaja. Rajah 4.27 menunjukkan contoh gambar rajah litar perpaipan dan litar skema sistem kawalan hidraulik mudah.



Senarai komponen litar kawalan hidraulik:

A	Tangki	E	Injap kawalan arah 4/3
B	Injap pelega tekanan	F	Penghad boleh laras
C	Pam bermotor	G	Injap penyekat sehala
D	Penapis dan penyaring	H	Silinder dwitindakan

Rajah 4.27 Contoh litar perpaipan (A) dan litar skema sistem kawalan hidraulik (B)

Kedua-dua gambar rajah litar ini diperlukan untuk memudahkan kerja penyambungan litar. Melalui bantuan kedua-dua gambar rajah litar ini, kita dapat mengenal pasti keadaan litar hidraulik semasa membuat penyelenggaraan, pembaikan litar dan pengubahsuaian litar. Di samping itu, melalui gambar rajah litar ini juga boleh menerangkan kendalian dan operasi sistem kawalan hidraulik.

Prinsip asas kawalan hidraulik

Litar asas kawalan hidraulik boleh dibahagikan kepada dua jenis iaitu:

- Sistem pusat terbuka
- Sistem pusat tertutup

Jadual 4.16 Perbandingan antara sistem pusat terbuka dan sistem pusat tertutup

Sistem pusat terbuka	Sistem pusat tertutup
<p>Kebaikan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengurangkan getaran dan hausan dalam sistem disebabkan tekanan lebih rendah semasa operasi. • Ia mempunyai litar yang ringkas dan mudah untuk dibina. • Mengurangkan penyenggaraan. 	<p>Kebaikan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menjimatkan penggunaan kuasa enjin kerana pam hanya beroperasi apabila sistem memerlukan minyak. • Menjimatkan masa kendalian (<i>operating time</i>) kerana tekanan tinggi sedia dalam sistem.
<p>Keburukan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kuasa enjin atau motor elektrik akan sentiasa beroperasi walaupun tidak berlaku pergerakan silinder atau motor hidraulik. • Masa kendalian untuk mengangkat beban adalah lambat. 	<p>Keburukan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tekanan tinggi dalam sistem akan menyebabkan getaran dan hausan. • Sistem rumit dan susah dibina. • Kerja penyenggaraan rumit kerana tekanan dalam sistem.



Info

Faktor pemilihan sifat bendalir hidraulik:

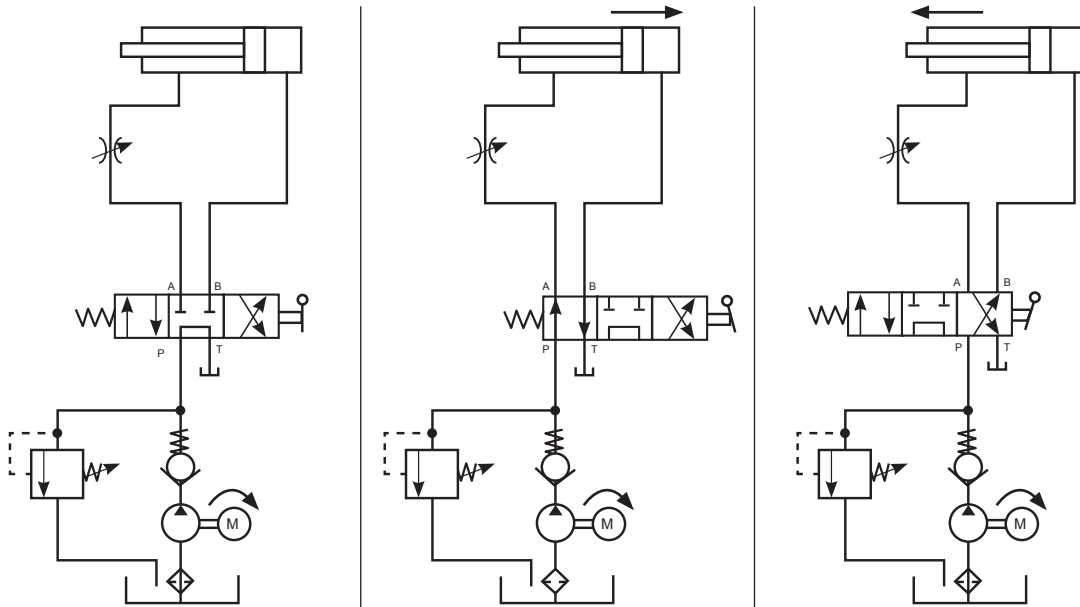
- pelinciran yang baik
- kelikatan yang unggul
- kestabilan kimia dan persekitaran
- tahan api [tidak mudah terbakar]
- ketumpatan yang rendah
- tidak mudah berbuih
- murah dan mudah didapati
- cegah karat



Video kendalian injap kawalan arah 4/3

Contoh litar skema dan kendalian sistem kawalan hidraulik

Litar kawalan hidraulik ini menggunakan injap kawalan arah 4/3 yang membolehkan silinder dwitindakan berfungsi dalam tiga kedudukan.



KEDUDUKAN NEUTRAL

1. Apabila pam dihidupkan bendalir akan disedut oleh pam melalui penapis, terus ke injap kawalan arah 4/3.
2. Dari injap 4/3 bendalir bertekanan akan berhenti mengalir.
3. Pada masa ini, omboh pada kedudukan statik dan tiada pergerakan berlaku.
4. Omboh di dalam silinder boleh berada pada mana-mana kedudukan di dalam silinder pada tahap omboh tersebut dihentikan.

KEDUDUKAN 1

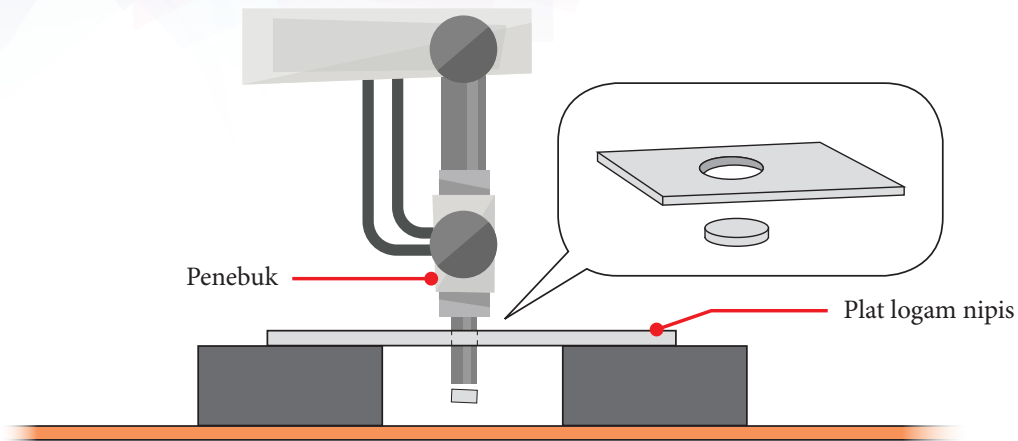
1. Apabila pam dihidupkan bendalir akan disedut oleh pam melalui penapis, terus ke injap kawalan arah 4/3.
2. Dari injap 4/3 bendalir bertekanan akan mengalir melalui injap kawalan aliran dan terus ke dalam silinder bahagian kiri.
3. Bendalir itu akan menolak omboh ke kanan.
4. Bendalir pada ruang silinder sebelah kanan akan keluar disebabkan tekanan omboh.
5. Bendalir tersebut akan keluar melalui injap kawalan aliran dan ke injap 4/3 dan terus ke tangki simpanan.

KEDUDUKAN 2

1. Apabila pam dihidupkan bendalir akan disedut oleh pam melalui penapis, terus ke injap kawalan arah 4/3.
2. Dari injap 4/3 bendalir bertekanan akan mengalir melalui injap kawalan aliran dan terus ke dalam silinder bahagian kanan.
3. Bendalir itu akan menolak omboh ke kiri.
4. Bendalir pada ruang silinder sebelah kiri akan keluar disebabkan tekanan omboh.
5. Bendalir tersebut akan keluar melalui injap kawalan aliran dan ke injap 4/3 dan terus ke tangki simpanan.

Rajah 4.28 Contoh litar skema dan kendalian kawalan hidraulik mudah

Contoh aplikasi sistem kawalan hidraulik



Rajah 4.29 Aplikasi hidraulik mesin penebuk lubang

Rajah 4.29 menunjukkan satu mesin yang digunakan untuk menebuk lubang pada sekeping plat logam. Operasi mesin ini dikawal oleh sistem kawalan hidraulik.

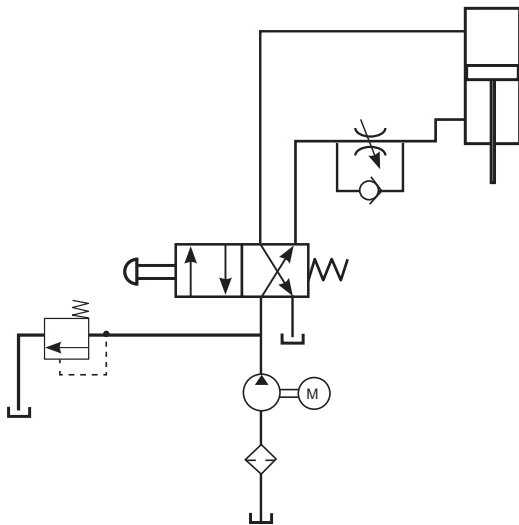
Operasi litar adalah seperti yang berikut:

- Apabila punat tekan ditekan, penebuk ditolak ke bawah dan menebuk plat logam dengan cepat. Pergerakan rod silinder perlulah cepat dan stabil.

Soalan :

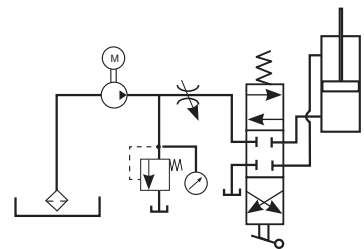
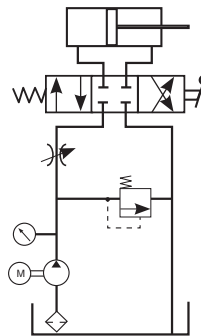
Lakarkan litar skematik kawalan hidraulik bagi kendalian mesin penebuk lubang itu.

Penyelesaian :



Info

Terdapat dua bentuk orientasi lukisan skema hidraulik iaitu orientasi menegak dan orientasi mendatar.





4.4 Kawalan Pneumatik

4.4.1 Konsep sistem kawalan pneumatik

Pneumatik berasal daripada bahasa Yunani iaitu '*pneuma*' yang bererti udara atau angin. Semua sistem yang menggunakan tenaga yang disimpan dalam bentuk udara yang dimampatkan untuk menghasilkan suatu kerja disebut dengan sistem Pneumatik. Aplikasi sistem pneumatik lazimnya banyak digunakan untuk melakukan kerja-kerja ringan dan sederhana berat seperti pendingin udara, motor udara, mesin gerudi, penukul hentak pneumatik dan pintu automatik. Sistem pneumatik lebih selamat, ringkas, mudah dan murah berbanding sistem hidraulik.

Secara umum sistem pneumatik dan hidraulik adalah sama, fungsi komponen juga hampir sama. Terdapat sedikit perbezaan pada komponen yang digunakan. Perbezaan yang ketara adalah pada medium pemindahan tenaga iaitu sistem pneumatik menggunakan udara termampat, manakala sistem hidraulik menggunakan bendalir bertekanan sebagai penggerak tenaga.



Penukul hentak pneumatik



Tukul serpih pneumatik



Mesin paku tembak

Foto 4.10 Contoh mesin yang menggunakan konsep kawalan pneumatik



Info

Pengukuran tekanan:

Bar digunakan bersama unit psi
(*pound force per square inch*)

1 Pa = 1N/m²,
1 Bar = 100 000 Pa
= 14.5 psi

Atau sama dengan;

= 750 mmHg
= 1,0197 kgf cm⁻²
= 0.9872 *atmosphere* [atm]

Terdapat beberapa maklumat tentang kebaikan dan kekurangan sistem pneumatik seperti yang dinyatakan dalam Jadual 4.17.

Jadual 4.17 Kelebihan dan kekurangan sistem pneumatik

Sistem kawalan pneumatik	
Kelebihan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan udara mampat sebagai sumber bekalan untuk melakukan kerja dan kebolehdapatannya yang tidak terhad. • Mudah disalurkan untuk jarak yang jauh dan mudah disimpan. • Sistem pemasangannya mudah dan menyediakan kebolehlenturan dalam sistem kawalan pneumatik. • Reka bentuk sistemnya ringkas. • Udara tidak dipengaruhi oleh suhu dan tidak mudah terbakar. • Memberikan respon atau tindak balas yang pantas bagi memulakan dan memberhentikan kenderaan. • Udara adalah bersih, kebocorannya tidak akan mencemarkan persekitaran. • Komponen sistem kawalan pneumatik mudah dibina jika dibandingkan dengan sistem kawalan lain. 	<ul style="list-style-type: none"> • Udara berupaya menyerap kelembapan yang akan mempengaruhi sistem kawalan pneumatik. • Memerlukan pemasangan peralatan pemampatan udara (<i>air compressor</i>). • Tekanan udara terhad bergantung kepada kapasiti pemampat. • Sistem kawalan pneumatik mudah terdedah pada kebocoran yang akan menyebabkan kecekapan berkurangan. • Potensi terhadap pencemaran bunyi disebabkan udara ekzos yang berbunyi bising.



Info

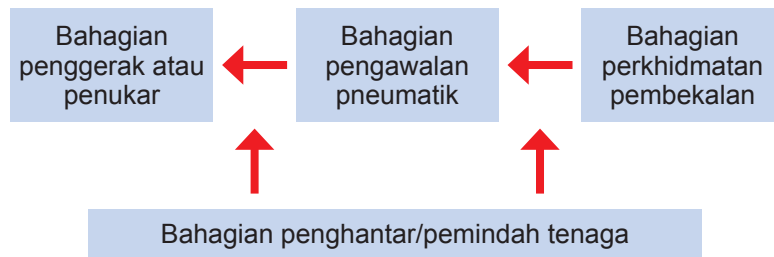
Sistem kawalan pneumatik mempunyai kawalan bekalan udara sedia bertekanan tinggi, ini merupakan aspek utama dalam reka bentuk sistem kawalan pneumatik. Oleh yang demikian, sistem kawalan pneumatik mempunyai respon atau tindak balas yang tinggi berbanding sistem kawalan hidraulik.

4.4.2 Bahagian sistem kawalan pneumatik

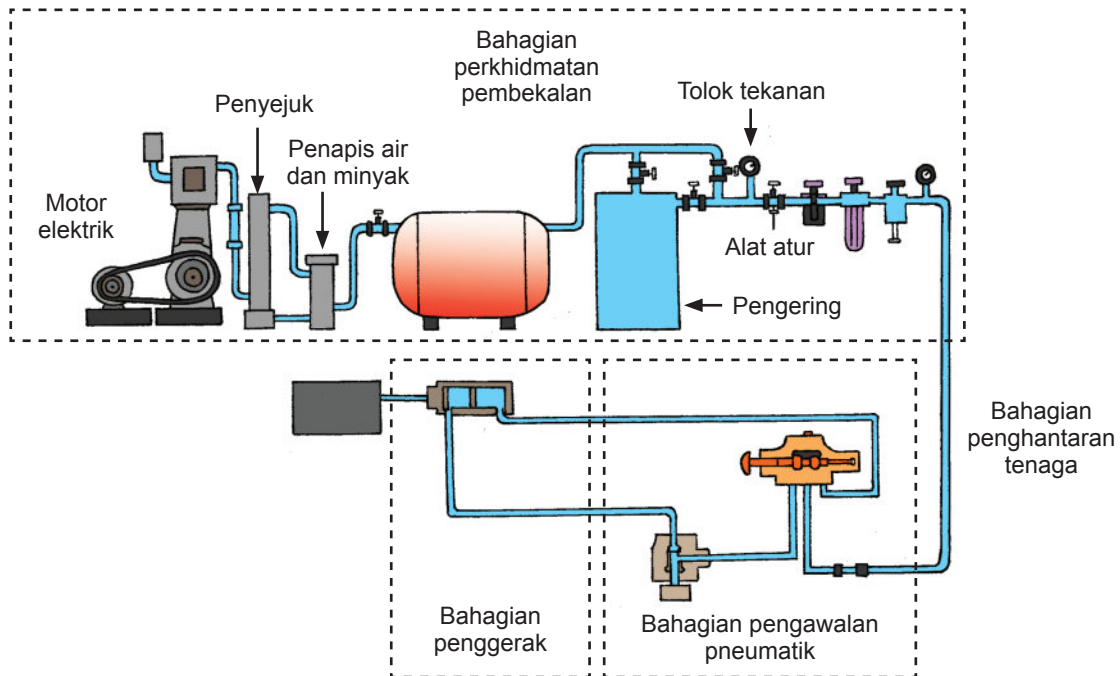
Sistem kawalan pneumatik boleh dikategori kepada empat bahagian utama iaitu:

- Bahagian perkhidmatan pembekalan
- Bahagian pengawalan pneumatik
- Bahagian penggerak dan penukar
- Bahagian pemindahan atau penghantar tenaga

Bahagian-bahagian ini akan memudahkan penerangan berkenaan komponen, simbol dan fungsi sistem kawalan pneumatik. Rajah 4.30 menunjukkan gambar rajah blok sistem kawalan pneumatik. Manakala, Rajah 4.31 menunjukkan gambar rajah perpaipan sistem pneumatik.



Rajah 4.30 Blok sistem pneumatik



Rajah 4.31 Mesin pemampat bagi pembekalan udara





(a) Bahagian perkhidmatan bekalan













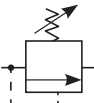

Bahagian ini berfungsi menyediakan udara mampat daripada sumber udara di sekeliling. Udara ini kemudiannya dimampatkan oleh mesin pemampat untuk menghasilkan udara termampat bertekanan tinggi. Pemampat penting dalam menentukan tekanan udara mampat yang dikehendaki dan bersesuaian untuk melakukan sesuatu kerja. Udara yang termampat ini disimpan di dalam tangki penerima udara. Keseluruhan komponen sistem litar kawalan pneumatik ini mestilah mampu menampung isipadu dan tekanan udara. Pemilihan komponen yang bersesuaian dengan jumlah tekanan udara adalah penting untuk mengelakkan kerosakan komponen dan memastikan keselamatan pengguna peralatan pneumatik. Foto 4.11 menunjukkan mesin pemampat bagi pembekalan udara. Jadual 4.18 menunjukkan komponen, fungsi dan simbol dalam bahagian perkhidmatan bekalan.



Foto 4.11 Mesin pemampat bagi pembekalan udara

Jadual 4.18 Komponen, fungsi dan simbol di bahagian perkhidmatan bekalan









Komponen	Fungsi	Simbol	Foto
Motor elektrik	Berfungsi sebagai pemicu pam. Motor elektrik akan berkendali bagi menghasilkan tekanan udara yang dikehendaki. Terdapat pelbagai jenis penggerak pam selain daripada motor elektrik. Antaranya ialah enjin petrol dan diesel.		
Pemampat udara	Berfungsi sebagai penyedut udara, gas atau wap untuk meningkatkan tekanan lebih daripada tekanan asal.		

<p>Penapis minyak dan air</p>	<p>Berfungsi sebagai penapis udara daripada kehadiran air dan minyak sebelum disimpan di dalam tangki.</p>		
<p>Tangki (penerima udara)</p>	<p>Berfungsi sebagai tempat penyimpanan udara yang telah dimampat dan dipasangkan berhampiran dengan pemampat. Juga mengasingkan air yang terjadi sewaktu pemeluwapan udara yang termampat dan menyejukkan udara yang termampat. Injap pembuangan udara, injap pemberhenti aliran udara dan perangkap airnya dipasang pada tangki.</p>		
<p>Pengering</p>	<p>Mengeringkan udara daripada sebarang lembapan. Komponen ini penting bagi mengelakkan berlakunya kerosakan komponen lain akibat lembapan seperti karat.</p>		
<p>Tolak tekanan</p>	<p>Fungsi tolok tekanan adalah untuk menunjukkan kadar tekanan dan lazimnya alat ini dipasang selepas injap pelega tekanan bagi memudahkan tekanan dieselaraskan.</p>		
<p>Pelicin</p>	<p>Pelicin diperlukan bagi menambah kelancaran pengaliran udara dalam sistem. Di samping berfungsi sebagai pelicin, komponen ini memastikan geseran di dalam sistem dapat dikurangkan dan dapat mengurangkan masalah kehausan pada komponen. Biasanya pelicin dipasang selepas tolok tekanan.</p>		
<p>Penapis udara</p>	<p>Berfungsi sebagai penapis udara untuk mengelakkan kotoran dan bendasing memasuki sistem yang boleh menyebabkan kerosakan seperti sistem tersumbat.</p>		
<p>Injap kawalan tekanan</p>	<p>Injap ini berfungsi untuk mengawal kadar aliran tekanan udara dalam sistem dan melindungi komponen lain daripada menerima tekanan berlebihan.</p>		

(b) Bahagian pengawalan pneumatik

Bahagian ini berfungsi mengawal tekanan, kadar aliran dan arah udara termampat. Kawalan ini dilakukan oleh injap tertentu. Jadual 4.19 menunjukkan komponen, fungsi dan simbol di dalam sistem kawalan pneumatik.

Jadual 4.19 Komponen, fungsi, simbol dan gambar rajah kawalan pneumatik

Komponen	Fungsi	Simbol	Foto
<p>Injap kawalan aliran:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penghad tetap • Penghad boleh laras • Injap penyekat sehalu 	<p>Injap ini berfungsi untuk mengatur tekanan agar penggerak pneumatik boleh bekerja secara berturut-turut.</p> <p>Untuk mengurangkan tekanan yang mengalir dalam saluran tertentu daripada menjadi kecil.</p> <p>Boleh melaras jumlah udara termampat mengalir ke suatu tempat. Ia juga boleh menyekat aliran udara pada arah yang bertentangan.</p>	 <p>Penghad tetap</p>  <p>Penghad boleh laras</p>  <p>Injap penyekat sehalu</p>	  
Injap kawalan arah	Injap ini mengawal arah aliran udara bertekanan dengan menggunakan kaedah insani, tenaga solenoid, pelocok dan tenaga pneumatik. Injap ini terdapat dalam pelbagai jenis, yang ditentukan mengikut bilangan liang aliran, bilangan kedudukan serta cara kendalian.		
Injap 2 liang 2 kedudukan (2/2)	Mempunyai dua arah kawalan keluar dalam dua kedudukan Berfungsi sebagai penggerak motor udara dan peralatan pneumatik.		






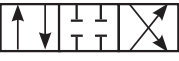
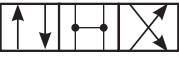



Info

- Injap kawalan sehalu adalah gabungan injap penyekat sehalu dan penghad boleh laras.
- Terdapat injap tutup atau buka sebagai injap masukan utama pneumatik.



Injap tutup atau buka

<p>Injap 3 liang 2 kedudukan (3/2)</p>	<p>Mempunyai dua arah kawalan keluar. Injap 3/2 terdiri daripada 2 jenis iaitu injap 3/2 lazim terbuka dan injap 3/2 lazim tertutup.</p>	 <p>Lazim tertutup</p>  <p>Lazim terbuka</p>	
<p>Injap 4 liang 2 kedudukan (4/2)</p>	<p>Mempunyai dua arah kawalan keluar. Injap 4/2.</p>		
<p>Injap 4 liang 3 kedudukan (4/3)</p>	<p>Mempunyai empat arah kawalan keluar dalam tiga kedudukan. Kedudukan lazim berada di tengah manakala kedudukan kedua berada sebelah kiri atau kanan. Injap 4/3 mempunyai dua jenis iaitu injap 4/3 lazim terbuka dan injap 4/3 lazim tertutup.</p>	 <p>Lazim terbuka</p>  <p>Lazim tertutup</p>	

Info



Setiap kotak mewakili satu kedudukan

Liang



Setiap garisan mewakili satu liang

Info

Jadual menunjukkan peranan nombor dan huruf pada injap kawalan arah menurut DIN ISO 5599 dan Sistem Huruf ISO 1219 dalam sistem kawalan pneumatik.

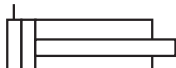


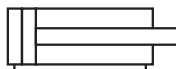



Liang / Sambungan	ISO 5599	Sistem Huruf ISO 1219
Liang masuk	1	P
Liang keluaran	1,2	B, A
Pembuangan	3 (injap 3/2)	R (3/2)
Pembuangan	5, 3 (injap 5/2)	R, S (injap 5/2)
Kawalan	12,14	42

(c) Bahagian penggerak atau penukar

Bahagian ini berfungsi untuk menukarkan tenaga pneumatik kepada tenaga mekanikal. Beban dipasang pada penggerak untuk melakukan kerja-kerja yang telah ditetapkan dalam sistem seperti mengangkat, menolak atau memutar seperti motor. Penggerak dibahagikan kepada dua jenis iaitu penggerak lurus (silinder) dan penggerak berputar (motor). Jadual 4.20 menunjukkan contoh penggerak lurus dan berputar.

Terdapat pelbagai jenis penggerak lurus yang boleh digunakan untuk operasi sesuatu sistem kawalan hidraulik. Antaranya ialah silinder tindakan tunggal, silinder dwitindakan, silinder dua rod dan lain-lain.






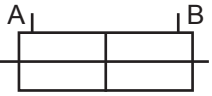
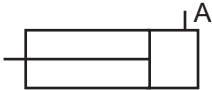
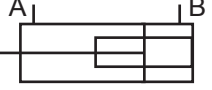
Jadual 4.20 Contoh penggerak lurus

Komponen	Fungsi	Simbol	Foto
<ul style="list-style-type: none"> Silinder tindakan tunggal 	<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai satu rod, satu liang dan memerlukan daya luar untuk mengembalikan ombok ke kedudukan asal. Silinder tindakan tunggal dengan pegas mempunyai satu rod, satu liang dan pegas bagi mengembalikan ombok ke kedudukan asalnya setelah digunakan. 	 <p>Silinder tindakan tunggal tanpa pegas</p>	 <p>Silinder tindakan tunggal</p>
		 <p>Silinder tindakan tunggal dengan pegas</p>	
<ul style="list-style-type: none"> Silinder dwitindakan 	<ul style="list-style-type: none"> Silinder yang menggerakkan beban pada dua arah yang lurus. Silinder mempunyai satu rod dan dua liang tanpa pegas. 	 <p>Silinder dwi tindakan</p>	
<ul style="list-style-type: none"> Silinder dua rod 	<ul style="list-style-type: none"> Silinder dua rod boleh menggerakkan dua beban pada empat arah lurus. Silinder ini mempunyai dua rod dan dua liang tidak pegas. Antara kelebihan silinder ini ialah ia boleh melakukan kerja pada dua arah yang bertentangan. Kedudukan lazim ombok di tengah-tengah mempunyai satu rod. 	 <p>Silinder dua rod</p>	 <p>Silinder dua rod</p>

(d) Bahagian pemindahan tenaga

Bahagian ini berperanan memindahkan tenaga pneumatik yang terdapat di bahagian perkhidmatan bekalan dan tekanan untuk diagihkan ke dalam litar melalui sistem perpaipan. Paip ini diperbuat daripada bahan logam khas mengikut kesesuaian kegunaan sistem pneumatik. Semakin kecil paip bererti semakin kecil tenaga yang dihasilkan dan ia sesuai untuk tekanan sederhana dan rendah. Untuk tekanan yang tinggi, maka saiz paip yang lebih besar diperlukan. Jadual 4.21 menunjukkan simbol komponen dan fungsi pada bahagian pemindahan tenaga. Manakala Jadual 4.22 menunjukkan jenis mod kawalan injap kawalan arah.

Jadual 4.21 Simbol komponen dan fungsi pada pemindahan tenaga

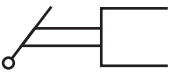


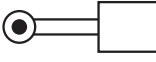
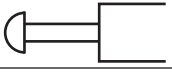

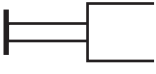
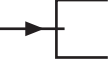
Simbol	Fungsi	Simbol	Fungsi
Pemampat 	Memampatkan udara yang diambil dari atmosfera menjadikan udara bertekanan.	Motor pneumatik 	Menukarkan tenaga elektrik kepada tenaga mekanikal.
Paip utama/ penyambung 	Membawa bendalir di dalam paip pada keseluruhan sistem.	Injap olak alik (dua hala) 	Injap yang boleh mengawal daripada dua masukan.
Silinder tindakan tunggal dengan pegas 	Kawalan pneumatik satu arah atau lurus dan dikembalikan oleh pegas.	Silinder rod kembar 	Kawalan pneumatik pada dua arah A atau B, gerakan lurus sahaja.
Silinder tindakan tunggal tanpa pegas 	Kawalan pneumatik pada satu arah A, gerakan lurus sahaja. Daya luar diperlukan untuk mengembalikan silinder ke kedudukan asal.	Silinder hujung berkusyen 	Kawalan pneumatik pada dua arah A atau B, gerakan kembali lembut.



Info

Lazimnya setelah litar pneumatik berkendali, udara mampat tidak disimpan semula tetapi dibebaskan ke atmosfera. Oleh yang demikian, bahagian perkhidmatan pembekalan pneumatik perlu dibekalkan secara berterusan.

Jadual 4.22 Jenis mod kawalan injap kawalan arah

Simbol	Fungsi	Simbol	Fungsi
 <p>Tuil/tali</p>	Tuil digunakan bagi memudahkan kawalan injap.	 <p>Solenoid</p>	Gelung yang akan menjadi magnet dan seterusnya mengawal injap.
 <p>Kaki</p>	Kaki digunakan jika tangan tidak boleh digunakan.	 <p>Sesondol/<i>cam</i></p>	Berupa roda yang mudah berputar.
 <p>Punat tekan</p>	Kawalan paling mudah dengan menekan punat tekan.	 <p>Pegas</p>	Pegas akan mengembalikan injap ke kedudukan asal.
 <p>Tombol</p>	Tombol diputar semula untuk membolehkan injap kendali.		
 <p>Isyarat pandu</p>	Dipicu oleh pneumatik bagi mengawal injap.		

4.4.3 Litar kawalan pneumatik

Litar kawalan pneumatik mudah boleh ditunjukkan dengan dua cara iaitu:

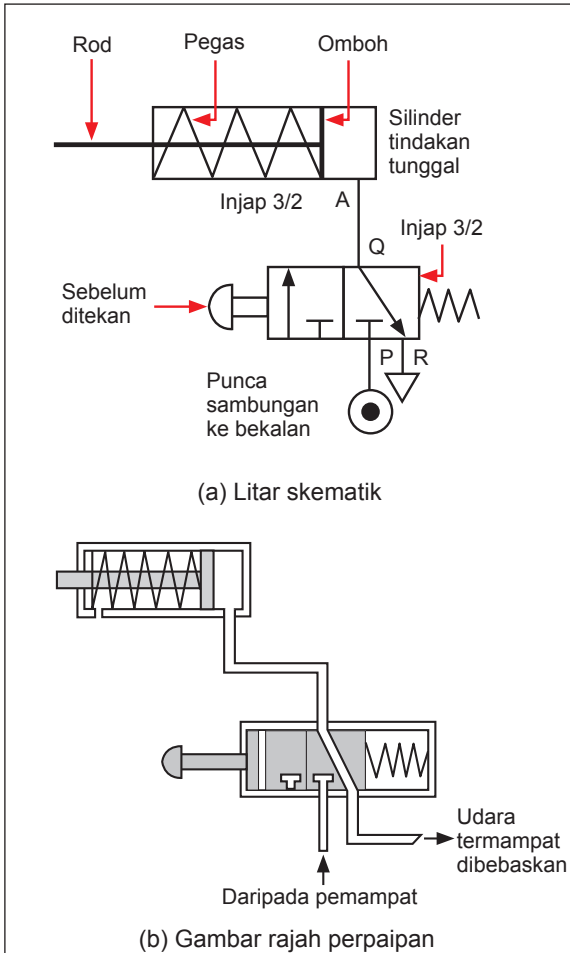
- Gambar rajah perpaipan
- Gambar rajah litar skematik

Gambar rajah perpaipan sukar dilukis kerana komponen dilukis dalam keadaan keratan. Oleh itu, gambar rajah ini jarang digunakan untuk melukis litar pneumatik, terutamanya yang melibatkan komponen yang banyak dan kompleks.

Gambar rajah litar skema pula lebih ringkas dan mudah dilukis kerana semua komponen yang terlibat diwakili dengan simbol dan penyambungan dilukis dengan satu garisan sahaja. Melalui gambar rajah litar ini kawalan dan operasi litar kawalan pneumatik dapat difahami.

Prinsip pengendalian litar asas pneumatik

Rajah 4.32 menunjukkan litar kawalan pneumatik dalam keadaan sebelum dan selepas dikendalikan.



Keadaan awal injap sebelum ditekan

Kedudukan 1

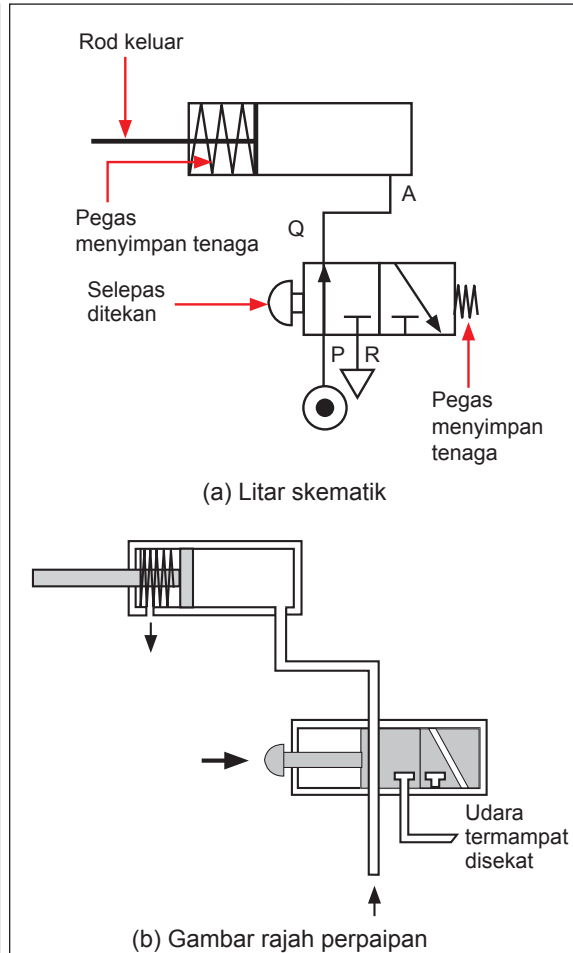
1. Apabila sistem dihidupkan udara termampat akan masuk ke liang P pada injap kawalan arah 3/2 dan terhenti dalam injap.
2. Omboh dalam silinder berada dalam keadaan belum berkendali.



Info

Tekanan dari pemampat

Liang udara keluar



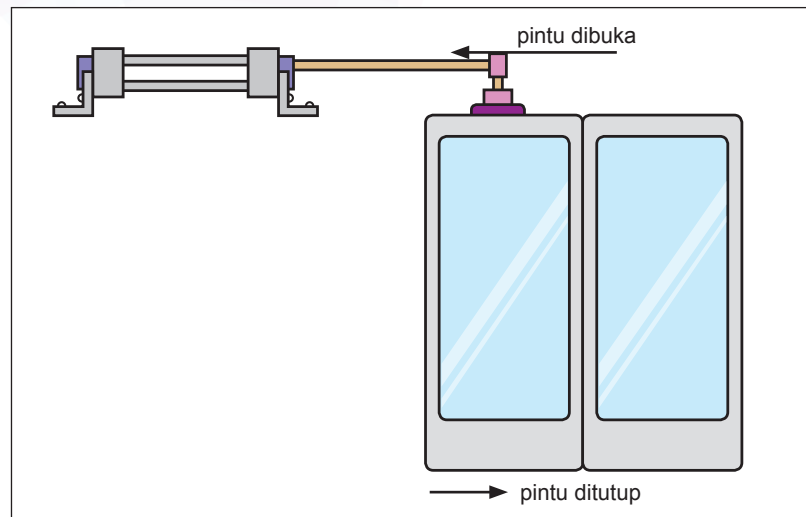
Keadaan awal injap selepas ditekan

Kedudukan 2

1. Apabila punat tekan injap ditekan, udara termampat akan masuk dari P ke Q terus ke A pada silinder tindakan tunggal dengan pegas.
2. Aliran udara termampat akan bergerak masuk ke ruang silinder dan menolak omboh.
3. Omboh akan bergerak ke kiri pada masa yang sama pegas dimampatkan dan seterusnya menolak rod keluar
4. Apabila punat dilepaskan, aliran udara akan terhenti dan ruang silinder akan kehilangan tekanan. Pegas yang berkeadaan mampat menolak omboh ke kedudukan asal.

Rajah 4.32 Litar skema ketika dalam keadaan sebelum dan selepas dikendalikan

Contoh aplikasi sistem kawalan pneumatik



Rajah 4.33 Penggunaan sistem pneumatik dalam operasi kawalan pergerakan pintu

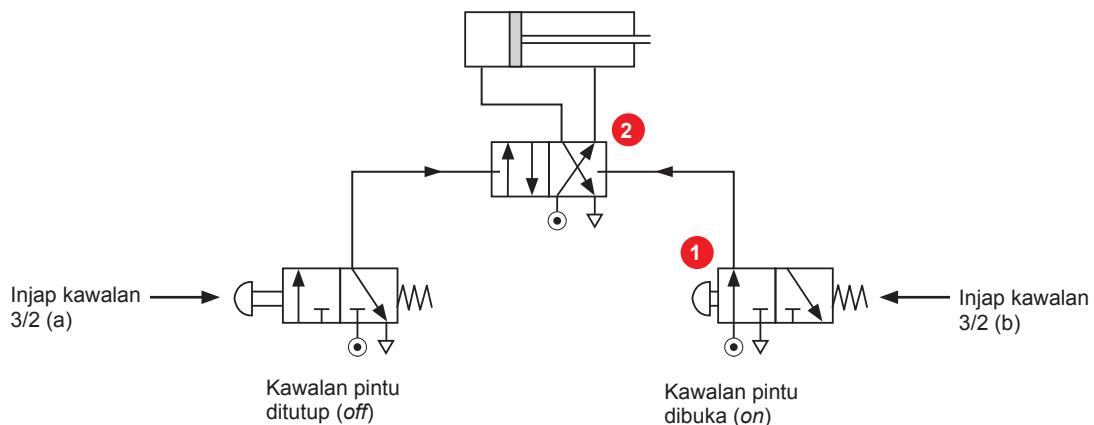
Kendalian litar kawalan pneumatik untuk mengawal pintu

Sistem kawalan pneumatik boleh digunakan untuk mengendalikan pintu. Rajah 4.33 menunjukkan penggunaan sistem kawalan pneumatik dalam operasi pergerakan pintu. Operasi kawalan pergerakan pintu adalah seperti berikut:

- Apabila butang suis 'ON' ditekan, pintu akan terbuka.
- Apabila butang suis 'OFF' ditekan, pintu akan tertutup.

Kendalian litar kawalan pneumatik

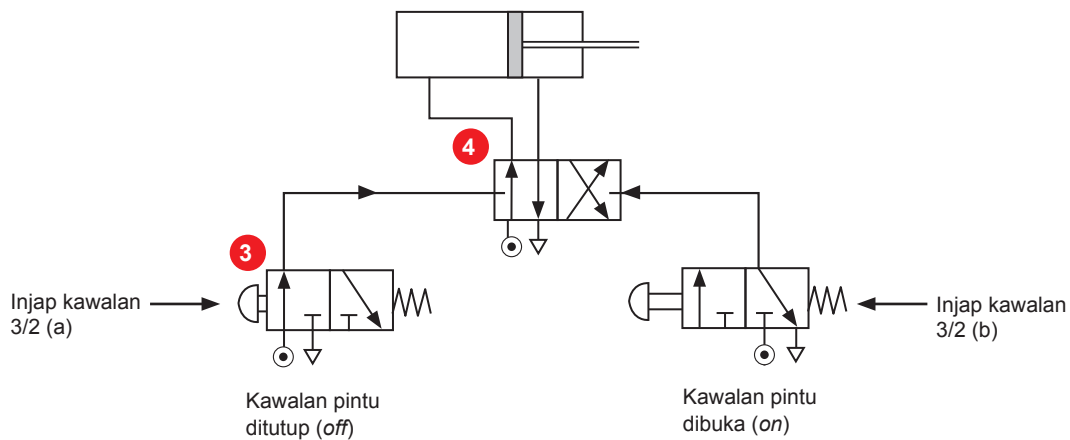
Rajah 4.34 (a) dan Rajah 4.34 (b) menunjukkan kendalian injap kawalan litar kawalan pneumatik. Litar kawalan pneumatik ini terdiri daripada satu injap kawalan arah 4/2 dan dua injap kawalan arah 3/2 yang membolehkan silinder dwi tindakan berfungsi. Kelebihan menggunakan gabungan injap kawalan ini adalah mengekalkan kedudukan injap sehingga terdapat perubahan pada kedudukan isyarat masukan.



Rajah 4.34 (a) Litar skematik kendalian pneumatik untuk mengawal pergerakan pintu

Kawalan pintu dibuka (ON)

1. Bekalan udara sedia ada dibekalkan kepada kedua-dua injap kawalan 3/2(a) dan 3/2(b). Apabila punat ditekan, injap kawalan 3/2(b) dikendalikan.
2. Aliran bekalan udara dibekalkan kepada injap kawalan 3/2 (b) melalui arah aliran 1 dan menyebabkan injap kawalan 4/2 berkendali.
3. Injap kawalan 4/2 berkendali dengan membenarkan pengaliran aliran bekalan udara melalui arah aliran 2. Isyarat keluaran injap kawalan 4/2 akan menukarkan keadaan injap kawalan kepada keadaan 'ON' iaitu menggerakkan ombok ke arah kiri bagi membuka pintu kenderaan. Isyarat pada injap kawalan akan kekal sebegitu.
4. Apabila punat dilepaskan pada injap kawalan 3/2(b), aliran udara akan terhenti dan menyebabkan ruang silinder hilang tekanan. Pegas yang berkeadaan mampat pada injap kawalan 3/2(b) akan kembali ke kedudukan asal.



Rajah 4.34 (b) Kendalian injap kawalan

Kawalan pintu ditutup (OFF)

1. Untuk menutup semula pintu, punat ditekan dan injap kawalan 3/2(a) berkendali dengan bekalan aliran udara sedia ada.
2. Aliran bekalan udara dibekalkan kepada injap kawalan 3/2 (a) melalui arah aliran 3 dan menyebabkan injap kawalan 4/2 berkendali.
3. Injap kawalan 4/2 berkendali dengan membenarkan pengaliran aliran bekalan udara melalui arah aliran 4. Isyarat keluaran injap kawalan 4/2 akan menukarkan keadaan injap kawalan kepada keadaan 'OFF' iaitu menggerakkan ombok ke arah kanan bagi menutup semula pintu. Isyarat pada injap kawalan akan kekal sebegitu.
4. Apabila punat dilepaskan pada injap kawalan 3/2(a), aliran udara akan terhenti dan menyebabkan ruang silinder hilang tekanan. Pegas yang berkeadaan mampat pada injap kawalan 3/2(a) akan kembali ke kedudukan asal.

Perbezaan antara sistem kawalan pneumatik dan sistem kawalan hidraulik

Jadual 4.23 Perbezaan antara sistem kawalan pneumatik dan kawalan hidraulik

Sistem Pneumatik	Sistem Hidraulik
Menggunakan medium udara termampat	Menggunakan medium bendalir hidraulik bertekanan.
Kos penghasilan udara termampat adalah murah.	Kos bendalir hidraulik adalah mahal.
Kendalian peralatan dan komponen lebih bersih.	Kendalian peralatan dan komponen hidraulik kurang bersih (berminyak)
Digunakan untuk kerja ringan	Digunakan untuk kerja berat.
Udara termampat memberikan rintangan aliran yang rendah.	Bendalir hidraulik menghasilkan rintangan tinggi.
Membuat kerja lebih pantas tetapi kadangkala tersekat-sekat.	Membuat kerja perlahan tetapi lancar.
Tidak sesuai untuk kerja yang berhenti separuh jalan.	Sesuai untuk kerja yang memerlukan sistem terhenti separuh jalan.
Boleh berfungsi pada suhu yang tinggi.	Merbahaya jika digunakan pada suhu yang tinggi kerana bendalir hidraulik sangat mudah terbakar.



Foto 4.12 Contoh mesin hidraulik



Foto 4.13 Contoh mesin pneumatik



4.5 Kawalan Elektrik

4.5.1 Konsep sistem kawalan elektrik

Konsep sistem kawalan

Kawalan elektrik merupakan set komponen yang melaras atau mengawal kerja alatan elektrik yang lain berdasarkan aturan kerja yang telah ditentukan terlebih dahulu. Salah satu alatan elektrik yang lazimnya memerlukan kawalan khusus ialah motor elektrik. Sebagai contoh apabila sebuah motor arus ulang-alik dihidupkan daripada satu bekalan voltan penuh, motor tersebut akan menyebabkan penggunaan arus yang tinggi antara dua hingga enam kali ganda secara mengejut. Ini boleh menyebabkan kerosakan terhadap alat atau mesin kawalan motor selain mengganggu talian bekalan elektrik. Situasi ini juga boleh menjejaskan fungsi motor-motor lain yang menggunakan talian bekalan elektrik yang sama. Dalam bahagian ini, kawalan elektrik yang dimaksudkan ialah kawalan elektromagnet yang menggunakan komponen elektromekanikal.

Komponen litar kawalan elektrik

Semua komponen di dalam litar kawalan elektrik terbahagi kepada dua iaitu:

Jadual 4.24 Komponen di dalam litar elektrik dan fungsinya

Komponen	Fungsi
Alat Kawalan Utama	Komponen-komponen yang menyambungkan talian kepada beban.
Alat Pandu	Komponen-komponen yang digunakan untuk mengawal atau mengatur alat kawalan utama.

Berikut ialah komponen-komponen penting yang digunakan dalam kawalan elektrik:

- Pemutus litar miniatur (*Miniature circuit breaker, MCB*)
- Geganti beban lampau (*Overload relay*)
- Geganti kawalan (*Control relay*)
- Sesentuh (*Contact*)
- Sesentuh tambahan (*Auxiliary contact*)
- Pemasa (*Timer delay relay, TDR*)
- Suis
- Suis punat tekan
- Lampu penunjuk (*Indicator light*)

1. Pemutus litar miniatur

Pemutus litar miniatur (PLM) adalah sejenis alat pelindung yang sama fungsi dengan fius yang digunakan dalam litar kawalan motor. Ia berfungsi untuk memutuskan bekalan secara automatik apabila berlaku lebihan arus. PLM selalunya adalah untuk kegunaan satu fasa dan tiga fasa dan ia mempunyai kadar arus yang berbeza-beza contohnya 6A, 16A, 20A, 32A dan sebagainya. PLM menggunakan prinsip medan magnet, di mana terdapat gelung bersiri dengan litar utama yang menarik bahagian pelantik untuk memutuskan litar apabila arus melebihi tahap tertentu yang telah dihadkan untuk sesebuah PLM. Foto 4.14 menunjukkan gambar sebenar PLM dan Foto 4.15 menunjukkan binaan dalaman PLM.



Foto 4.14 Pemutus litar miniatur

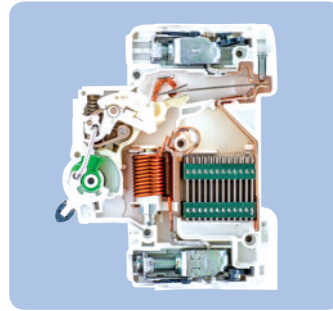


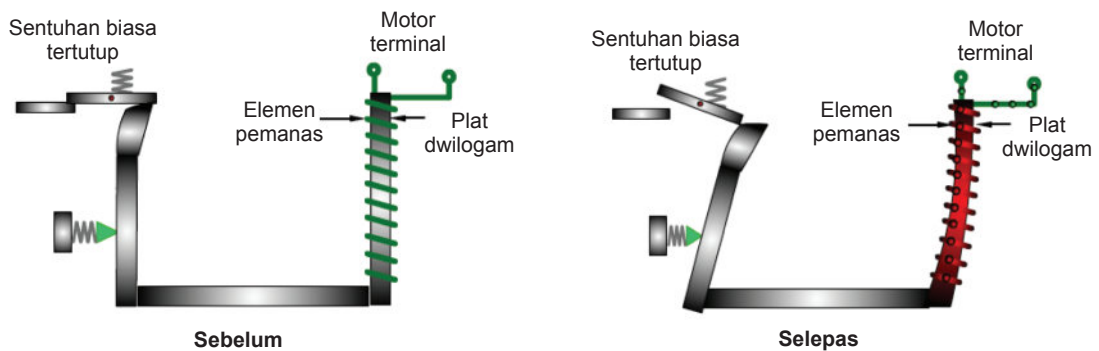
Foto 4.15 Binaan dalaman PLM

2. Geganti beban lampau

Komponen ini merupakan komponen keselamatan yang berfungsi secara automatik untuk melindungi beban (motor) daripada rosak apabila arus berlebihan mengalir melaluinya. Biasanya, geganti beban lampau akan disambungkan secara siri dengan motor dan arus beban akan mengalir melalui geganti beban lampau dan terus ke motor. Di dalam komponen ini, terdapat dua logam yang mempunyai pengembangan panas yang berbeza. Apabila arus yang berlebihan melaluinya, ia akan menyebabkan logam mengembang dan menolak bar, seterusnya menolak anker. Dengan itu, sentuhan biasa tertutup akan terbuka dan motor akan berhenti beroperasi.



Foto 4.16 Geganti beban lampau



Rajah 4.35 Kendalian geganti beban lampau apabila berlaku arus berlebihan.



Foto 4.17 Geganti kawalan

3. Geganti kawalan

Geganti kawalan ialah sesentuh atau suis yang dikendalikan oleh elektromagnet. Ia hanya digunakan atau dipasang pada litar kawalan sahaja. Foto menunjukkan contoh geganti kawalan.

4. Penyentuh

Penyentuh adalah merupakan bahagian pembawa arus yang terdekat kepada kelengkapan litar kawalan motor apabila penyentuh tertutup. Ia merupakan sejenis suis yang dikendalikan secara automatik dengan bantuan kuasa elektromagnet. Penyentuh ini berfungsi sebagai pengasing atau perantaraan di antara litar kawalan dengan beban (motor) di mana ia membenarkan atau menghentikan bekalan kuasa ke motor. Penyentuh membenarkan arus mengalir apabila bekalan kuasa dibekalkan ke gegelung penyentuh dan menyebabkan elektromagnetik terhasil dan menghentikan pengaliran arus apabila bekalan kuasa ke gegelung terputus. Penyentuh terbahagi kepada dua iaitu:

- a. Sesentuh Lazim terbuka (*normally open, NO*)

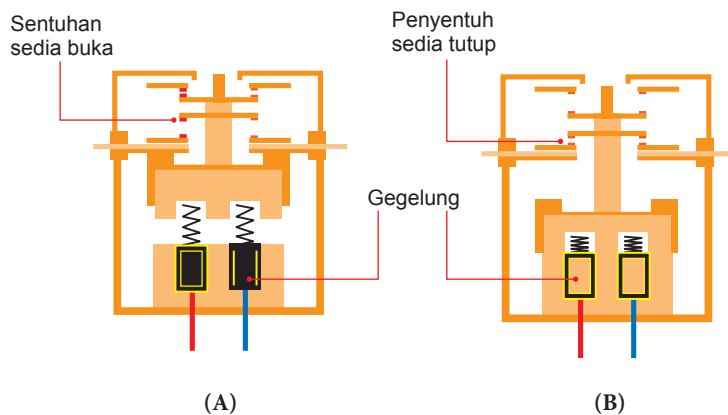
Sesentuh ini akan terbuka semasa penyentuh belum bertenaga. Pada kedudukan ini, arus tidak akan mengalir di dalam litar.

- b. Sesentuh Lazim tertutup (*normally close, NC*)

Sesentuh ini akan tertutup semasa penyentuh belum bertenaga. Arus akan mengalir dan akan berhenti apabila penyentuh sudah bertenaga.



Foto 4.18 Penyentuh



Rajah 4.36 Perbezaan bahagian struktur dalaman sesentuh ketika tiada bekalan arus (A) dan ketika bekalan arus melaluinya (B).

5. Pemasa

Pemasa merupakan satu komponen elektronik di dalam litar kawalan di mana ia membenarkan dan menghentikan pengaliran arus elektrik pada satu masa tertentu. Masa tersebut boleh ditentukan dengan melaraskan pelarasnya. Apabila gegelung menerima tenaga elektrik, sesentuh tidak akan beroperasi sehinggalah satu tempoh yang telah ditetapkan pada pelaras pemasa. Selepas masa yang telah ditetapkan, sesentuh akan beroperasi dan arus akan mengalir melalui litar kawalan. Apabila bekalan kuasa pada gegelung terputus, maka sesentuh akan terlepas dan arus tidak akan dapat melaluinya lagi. Pemasa ini terdiri daripada pemasa saat, minit dan jam. Ia boleh dijadikan sebagai pemasa sesentuh lazim terbuka (*normally open*, NO) atau sesentuh lazim tertutup (*normally close*, NC).



Foto 4.19 Pemasa

6. Suis

Suis ialah alat yang digunakan untuk memutuskan litar elektrik, menghentikan aliran arus elektrik atau boleh mengalihkan aliran arus dari satu pengalir ke pengalir yang lain. Dua perkara perlu diambil kira sebelum menggunakan suis ialah kesesuaian suis dari segi voltan kendalian dan arus maksimum suis.



Foto 4.20 Suis pemilih



Foto 4.21 Suis punat tekan

7. Lampu penunjuk

Lampu penunjuk atau lebih dikenali sebagai *indicator light* adalah bertujuan untuk memberi maklumat kepada pengguna litar kawalan tentang kedudukan atau keadaan litar. Sama ada litar kawalan dalam keadaan berkendali atau tidak berkendali. Lampu penunjuk penting sebagai salah satu daripada langkah keselamatan terhadap pengguna. Lebih-lebih lagi litar kawalan yang menggunakan voltan tinggi. Foto 4.22 menunjukkan contoh pelbagai bentuk lampu penunjuk.















































Foto 4.22 Lampu penunjuk



Info

Lampu penunjuk juga dikenali sebagai lampu pandu.

Jadual 4.25 Simbol komponen dan fungsi kawalan elektrik

Simbol	Fungsi	Simbol	Fungsi																				
<p>Pemutus litar miniatur (<i>Miniature circuit breaker, MCB</i>)</p> 	<p>Ia berfungsi untuk memutuskan bekalan secara automatik apabila berlaku lebih arus.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Jenis suis</th> <th colspan="2">Simbol</th> </tr> <tr> <th>Lazim Terbuka</th> <th>Lazim Tertutup</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Suis had</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suis apungan</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suis tekanan</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suis kaki</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suis aliran</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Jenis suis	Simbol		Lazim Terbuka	Lazim Tertutup	Suis had			Suis apungan			Suis tekanan			Suis kaki			Suis aliran			<p>Suis ialah alat yang digunakan untuk memutuskan litar elektrik, menghentikan aliran arus elektrik atau boleh mengalihkan aliran arus dari satu pengalir ke pengalir lain.</p>
Jenis suis	Simbol																						
	Lazim Terbuka	Lazim Tertutup																					
Suis had																							
Suis apungan																							
Suis tekanan																							
Suis kaki																							
Suis aliran																							
<p>Geganti beban lampau</p>  <p>Geganti beban lampau</p>	<p>Merupakan komponen keselamatan yang berfungsi secara automatik untuk melindungi beban (motor) daripada rosak apabila arus berlebihan mengalir melaluinya.</p>	<p>Pemasa (TDR)</p>  <p>Symbol pemasa</p>  <p>pemasa lazim terbuka</p>  <p>pemasa lazim tertutup</p>	<p>Berfungsi untuk membenarkan dan menghentikan pengaliran arus elektrik pada satu masa tertentu.</p>																				
<p>Penyentuh</p> <p>1. Utama</p> <p>2. Tambahan</p>  <p>Gegelung penyentuh</p>  <p>Penyentuh lazim terbuka (NO)</p>  <p>Penyentuh lazim tertutup (NC)</p>	<p>Penyentuh berfungsi sebagai pengasing atau perantaraan antara litar kawalan dengan beban (motor) yang berfungsi untuk membenarkan atau menghentikan bekalan kuasa ke motor.</p> <p>Penyentuh tambahan merupakan tambahan kepada penyentuh utama yang tidak dibentuk untuk membawa arus motor tetapi hanya sebagai arus kawalan.</p>	<p>Lampu pandu</p>  <p>lampu pandu hijau</p>  <p>lampu pandu merah</p>  <p>lampu pandu kuning</p>	<p>Memberikan maklumat kepada pengguna litar kawalan tentang kedudukan atau keadaan litar. Sama ada litar kawalan dalam keadaan beroperasi atau tidak beroperasi.</p>																				
<p>Geganti kawalan</p>  <p>Gegelung geganti kawalan</p>	<p>Geganti kawalan ialah geganti kawalan atau suis yang dikendalikan oleh elektromagnet untuk mengawal litar kawalan.</p>																						
<p>Suis punat tekan</p>  <p>Punat tekan mula</p>  <p>Punat tekan henti</p>	<p>Melengkapkan dan memutuskan operasi sesuatu litar kawalan.</p>																						

4.5.2 Litar kawalan elektrik

Litar kawalan elektrik berfungsi untuk memulakan dan menghentikan litar kawalan elektrik, ia juga berfungsi sebagai alat pelindung kepada alat atau mesin kawalan motor daripada berlakunya lebihan arus dan litar pintas. Litar kawalan elektrik juga berfungsi untuk mengawal kelajuan motor dan menukar arah putaran motor.

Terdapat empat jenis litar kawalan elektrik yang akan dibincangkan dalam bahagian ini iaitu:

1. Litar pemula terus pada talian
2. Litar kawalan jujukan
3. Litar kawalan palam
4. Litar kawalan *jogging*

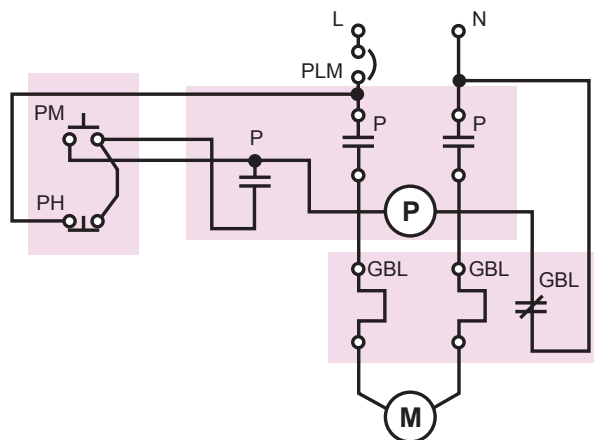
1. Litar pemula terus pada alian (TPT)

Pemula terus pada talian (TPT) berperanan untuk memulakan dan menghentikan gerakan putaran motor. Litar ini dilengkapi dengan beberapa bahagian dan komponen kawalan litar seperti:

- (i) Punat tekan mula dan punat tekan henti
- (ii) Geganti beban lampau
- (iii) Penyentuh
- (iv) Pemencil (suis dan pemutus litar miniatur atau MCB)

Rajah 4.37 menunjukkan gambar rajah pendawaian untuk litar TPT. Manakala, Rajah 4.38 menunjukkan litar skema untuk litar TPT.

Litar Pemula Terus Pada Talian (TPT)



Simbol	Keterangan
L	Talian Hidup (L)
N	Talian Neutral (N)
PM	Punat Tekan Mula
PH	Punat Tekan Henti
PLM	Pemutus Litar Miniatur (MCB)
P	Penyentuh
GBL	Geganti Beban Lampau
M	Motor

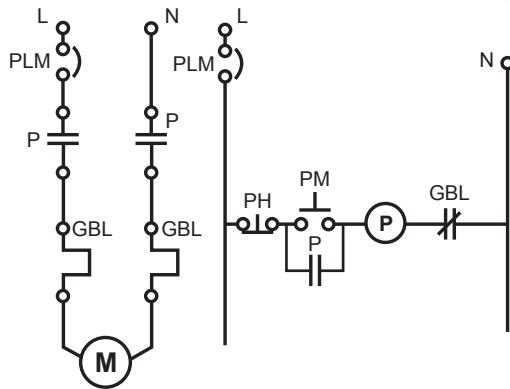
Rajah 4.37 Gambar rajah pendawaian litar TPT



Info

Gambar rajah pendawaian ialah gambar rajah yang menunjukkan semua komponen dalam sistem dan menunjukkan hubungan fizikal antara komponen tersebut.

Litar pemula terus pada talian (TPT)



(a) Litar utama

(b) Litar kawalan

Simbol	Keterangan
L	Talian Hidup (L)
N	Talian Neutral (N)
PM	Punat Tekan Mula
PH	Punat Tekan Henti
PLM	Pemutus Litar Miniatur (MCB)
P	Penyentuh
GBL	Geganti Beban Lampau
M	Motor

Rajah 4.38 Gambar rajah skema untuk litar TPT

Jadual 4.26 Kendalian litar pemula terus pada talian

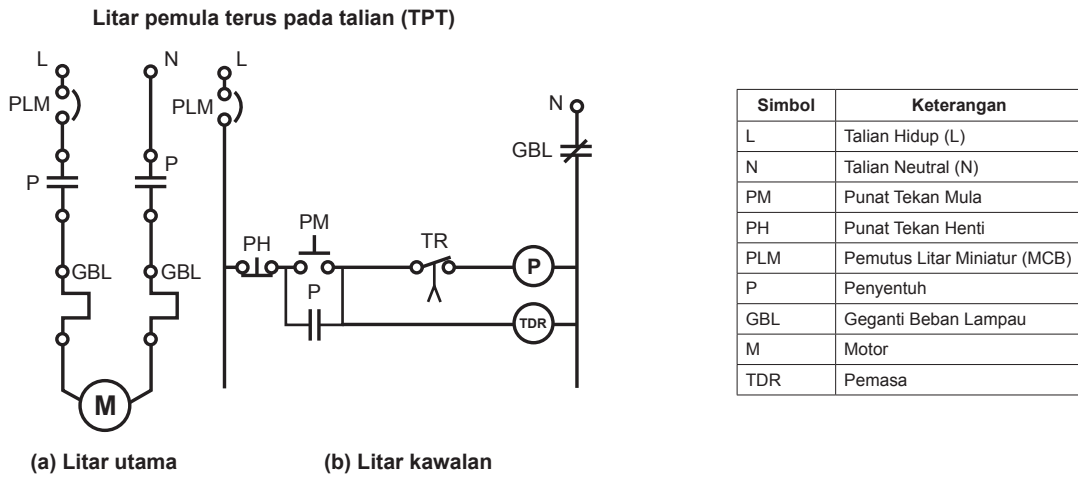
Bil	Keterangan	Proses
1.	Apabila suis punat tekan mula (PM) ditekan, ia akan melengkapkan litar kawalan.	Menghidupkan motor
2.	Gegelung penyentuh (P) akan menjadi elektromagnet.	
3.	Ini menyebabkan semua penyentuh lazim terbuka akan tertutup.	
4.	Litar utama menjadi lengkap dan motor berkendali.	
5.	Apabila punat tekan mula (PM) dilepaskan, litar kawalan masih lengkap (motor masih berkendali). Keadaan ini berlaku disebabkan oleh wujud litar pegang yang digunakan untuk menggantikan fungsi punat tekan mula (PM) bila suis tersebut dilepaskan. Ini menjadikan litar kawalan kekal berfungsi.	
6.	Untuk menghentikan kendalian motor, punat tekan henti (PH) ditekan. Tindakan ini menyebabkan litar kawalan menjadi tidak lengkap.	Mematikan motor
7.	Gegelung penyentuh (P) hilang keelektromagnetannya. Sesentuh lazim terbuka akan menjadi terbuka kembali.	
8.	Litar utama menjadi tidak lengkap dan menyebabkan motor berhenti berkendali.	
9.	Selain daripada punat tekan henti (PH) terdapat beberapa kaedah untuk menghentikan motor. Antaranya adalah apabila berlakunya lebihan arus pada litar utama dan litar kawalan, sama ada pemutus litar miniatur (PLM) berfungsi memutuskan litar utama atau geganti beban lampau (GBL) berfungsi memutuskan litar kawalan. Kedua-dua keadaan ini menyebabkan gegelung penyentuh (P) hilang keelektromagnetannya dan semua penyentuh kembali kepada kedudukan asal.	



Info

Gambar rajah skema terdiri daripada dua litar iaitu, litar utama dan litar kawalan. Litar utama – litar yang menunjukkan penyambungan bekalan kepada motor. Litar kawalan pula ialah litar yang menunjukkan penyambungan bekalan kepada komponen-komponen kawalan.

Komponen seperti pemasa (*timer delay relay, TDR*) boleh digunakan sebagai komponen tambahan di dalam litar TPT. Ini membolehkan litar berfungsi secara separa automatik iaitu dengan mengawal tempoh masa untuk motor berhenti. Tempoh masa untuk motor berhenti secara automatik boleh ditetapkan pada komponen pemasa (*timer delay relay, TDR*). Rajah 4.39 menunjukkan litar TPT yang mempunyai pemasa manakala Jadual 4.27 menunjukkan kendalian litar yang mempunyai komponen pemasa.



Rajah 4.39 Litar TPT yang mempunyai pemasa (TDR)

Jadual 4.27 Kendalian litar yang mempunyai komponen pemasa

Bil	Keterangan	Proses
1.	Apabila punat tekan mula (PM) ditekan, ia akan melengkapkan litar kawalan. Gegelek penentuh (P) akan menjadi elektromagnet untuk menarik kombinasi antara teras besi dan pelocok. Ini menyebabkan semua penentuh lazim terbuka akan tertutup.	Menghidupkan motor
2.	Litar utama menjadi lengkap dan motor berkendali.	
3.	Pemasa (TDR) terpicu.	
4.	Apabila punat tekan mula (PM) dilepaskan, motor terus berkendali disebabkan oleh keadaan litar pegang yang digunakan untuk menggantikan fungsi punat tekan mula (PM) apabila suis tersebut dilepaskan.	
5.	Apabila tempoh masa yang ditetapkan pada pemasa (TDR) tiba, penentuh lazim tertutup pemasa (TDR) terbuka dan memutuskan talian litar kawalan.	Mematikan motor
6.	Ini menyebabkan gegelung penentuh (P) hilang keelektromagnetannya.	
7.	Sambungan bekalan ke litar utama terputus.	
8.	Motor berhenti berkendali.	

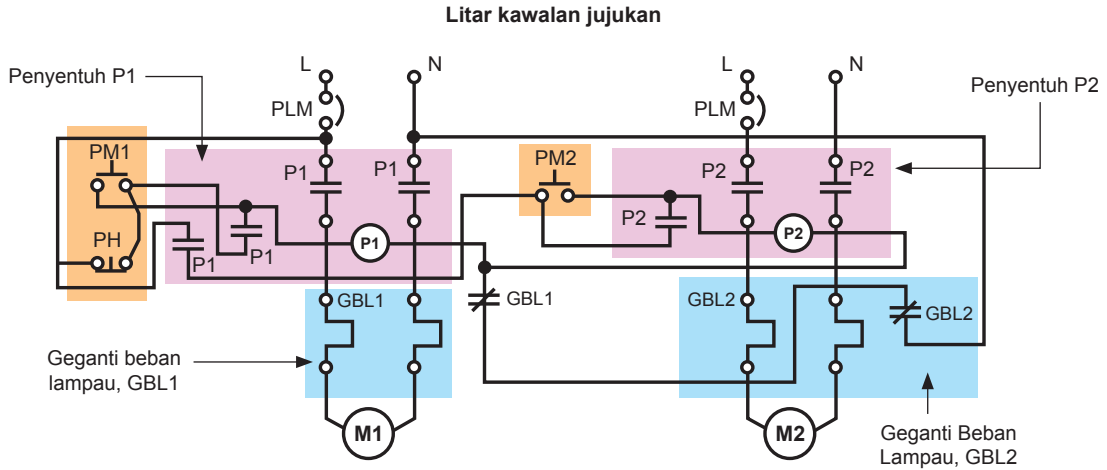


Info

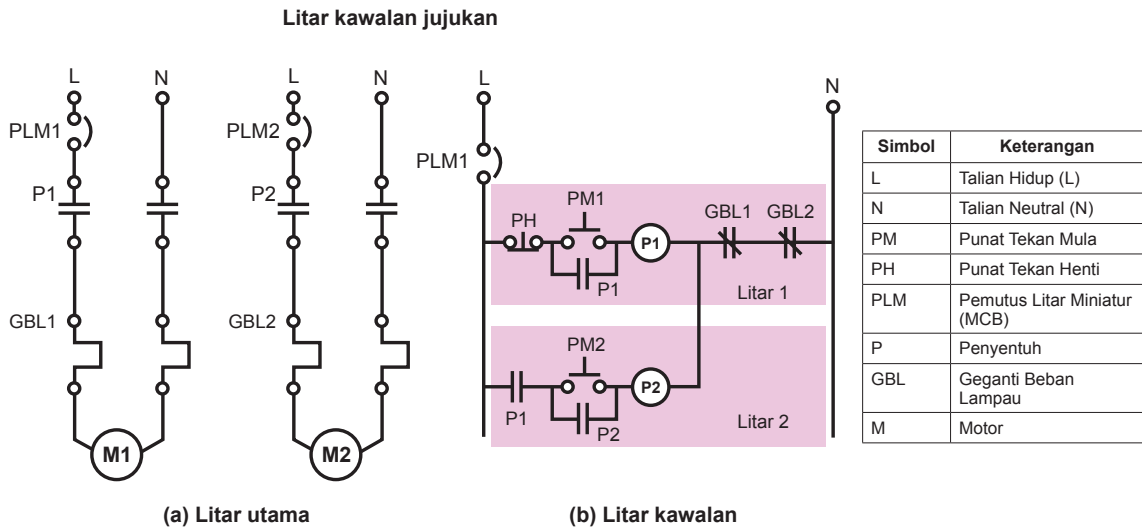
Litar pegang ialah nama yang diberi kepada penyambungan satu penentuh tambahan secara selari dengan suis punat tekan mula dalam litar kawalan elektrik. Litar ini memastikan litar terus hidup walaupun suis punat tekan mula dilepaskan.

2. Litar kawalan jujukan

Litar kawalan jujukan melibatkan kendalian menghidupkan beberapa motor secara berturutan setelah motor yang telah dikenal pasti dihidupkan terlebih dahulu. Rajah 4.40 menunjukkan litar pendawaian kawalan jujukan yang mengawal dua motor. Manakala, Rajah 4.41 menunjukkan litar skema kawalan jujukan yang mengawal dua motor. Kendalian yang ditetapkan untuk litar ini ialah motor M2 tidak boleh dihidupkan selagi motor M1 belum dihidupkan.



Rajah 4.40 Gambar rajah pendawaian litar jujukan yang mengawal dua motor



Rajah 4.41 Litar skema kawalan jujukan yang mengawal dua motor



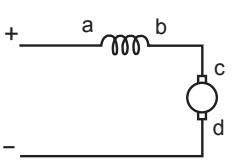
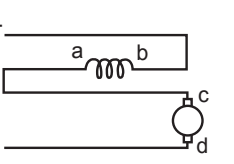
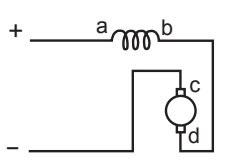
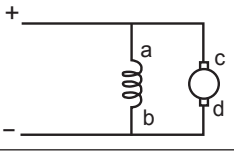
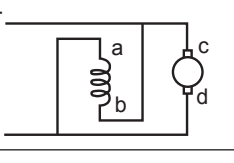
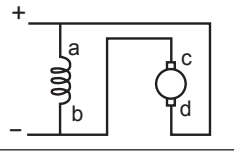
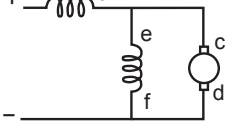
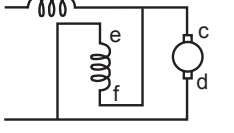
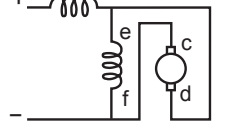
Jadual 4.28 Kendalian litar kawalan jujukan

Bil	Keterangan	Proses
1.	Apabila punat tekan mula (PM1) ditekan, ia akan melengkapkan litar kawalan.	Menghidupkan motor M1
2.	Gegelung penyentuh (P1) akan menjadi elektromagnet. Semua penyentuh lazim terbuka pada P1 akan tertutup.	
3.	Litar 1 menjadi lengkap dan motor M1 berkendali.	
4.	Motor M1 terus berkendali walaupun punat tekan mula (PM1) dilepaskan kerana tindakan litar pegang.	
5.	Untuk menghidupkan motor M2, apabila punat tekan mula 2 (PM2) ditekan, ia akan melengkapkan litar 2.	Menghidupkan motor M2
6.	Gegelung penyentuh (P2) akan menjadi elektromagnet. Semua penyentuh lazim terbuka pada P2 akan tertutup. Motor M2 akan berkendali.	
7.	Seperti motor M1, motor M2 juga terus berkendali walaupun punat tekan mula 2 (PM2) dilepaskan.	
8.	Untuk menghentikan kendalian motor M1 dan motor M2, punat tekan henti (PH) ditekan. Tindakan ini menyebabkan gegelung penyentuh (P1) hilang keelektromagnetannya. Ini menyebabkan kedua-dua litar terbuka.	Mematikan motor M1 dan M2
9.	Motor M1 dan motor M2 berhenti berkendali.	

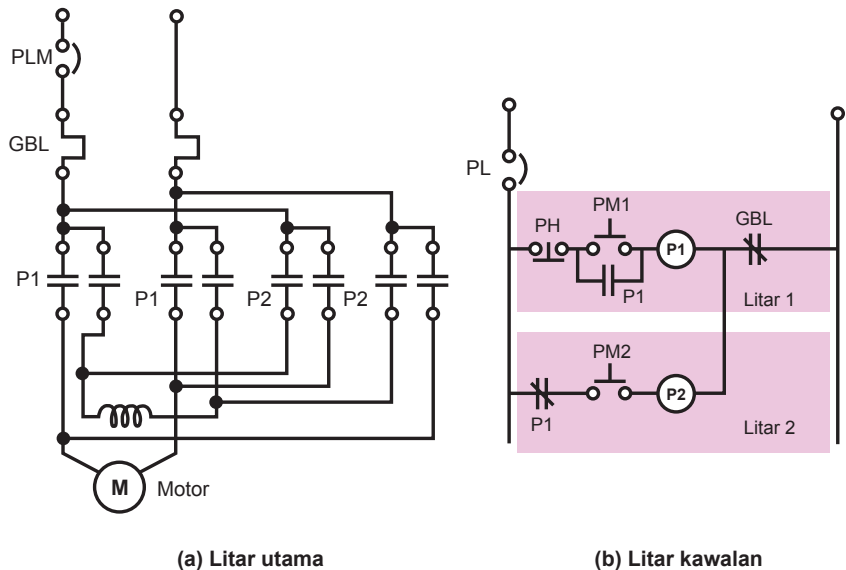
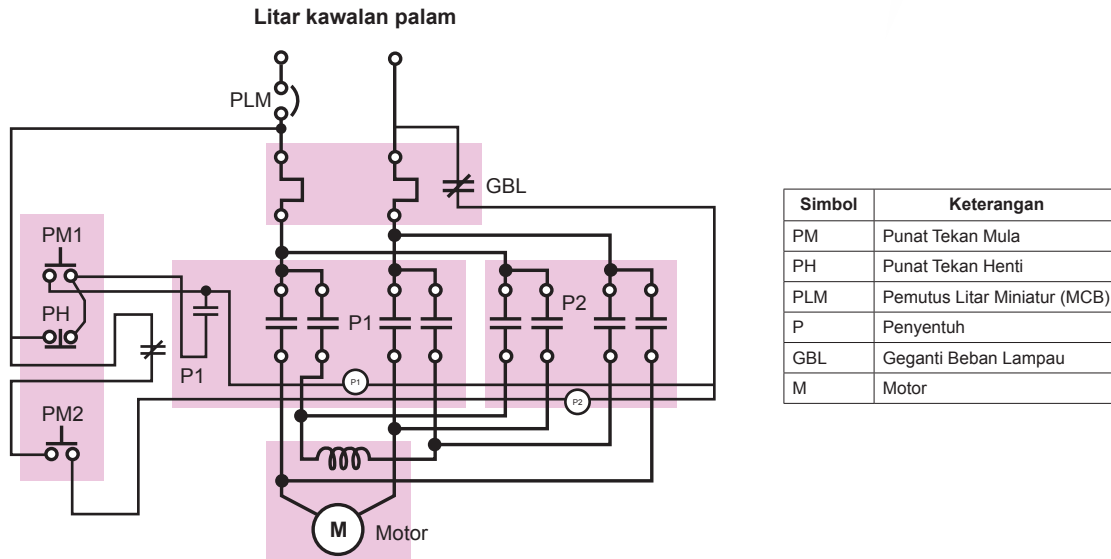
3. Litar kawalan palam

Litar kawalan palam berfungsi untuk mengawal motor berhenti dengan cara menyongsangkan arah putaran motor. Putaran motor dapat dihentikan dengan serta-merta dengan menukar arah putaran motor. Jadual 4.29 menunjukkan contoh kaedah untuk menyongsang atau menukar arah putaran motor arus terus.

Jadual 4.29 Contoh bagaimana untuk menyongsang atau menukar arah putaran motor arus terus

	Sambungan asal	Cara menyongsang arah	
Motor siri			
Motor pirau			
Motor majmuk			

Rajah 4.42 menunjukkan gambar rajah pendawaian dan gambar rajah skema litar kawalan palam yang berfungsi untuk menghentikan motor arus terus jenis pirau dengan serta-merta. Jadual 4.30 pula menerangkan kendalian litar kawalan palam.



Rajah 4.42 Gambar rajah pendawaian dan gambar rajah skema litar kawalan palam

Info

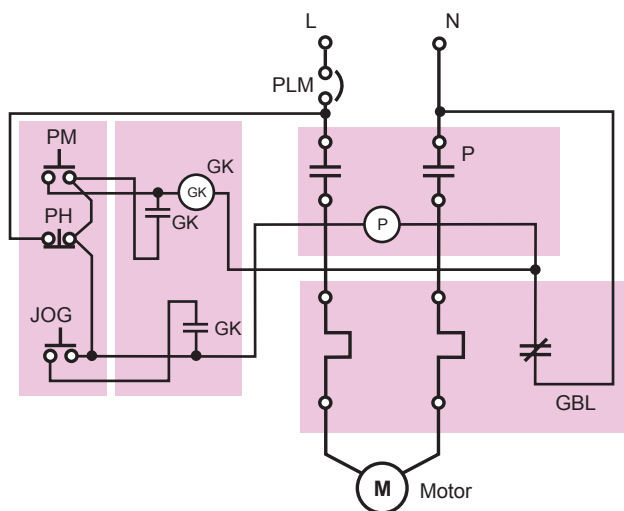
Penyentuh tambahan lazim tertutup disambung dalam litar 2 pada rajah [atas] untuk memastikan litar 2 hanya boleh dikendalikan apabila litar 1 telah diputuskan. Penyambungan ini dinamakan litar saling kunci elektrik.

Jadual 4.30 Kendalian litar kawalan palam

Bil	Keterangan	Proses
1	Apabila punat tekan mula 1 (PM1) ditekan, ia akan melengkapkan litar kawalan. Gegelek penyetuh 1 (P1) akan menjadi elektromagnet. Ini menyebabkan semua penyetuh lazim terbuka pada P1 akan tertutup.	Menghidupkan motor M jenis pirau
2	Litar 1 menjadi lengkap dan motor M1 berkendali.	
3	Untuk menghentikan kendalian motor M1, punat tekan henti (PH) ditekan. Tindakan ini menyebabkan bekalan kuasa kepada motor terputus dan menyebabkan putaran motor berhenti secara perlahan disebabkan inersia.	Mematikan motor M jenis pirau
4	Bagi membolehkan putaran motor berhenti dengan serta-merta. Punat tekan mula 2 (PM2) ditekan. Ini menyebabkan penyetuh P2 berfungsi dan melengkapkan litar 2.	
5	Apabila litar 2 lengkap, motor berputar pada arah yang bertentangan dengan arah putaran asal. Tindakan ini menyebabkan inersia putaran motor ditentang dan putaran motor berhenti.	
6	Jika suis punat tekan mula 2 (PM2) ditekan secara berterusan motor juga akan berputar dalam arah yang bertentangan.	

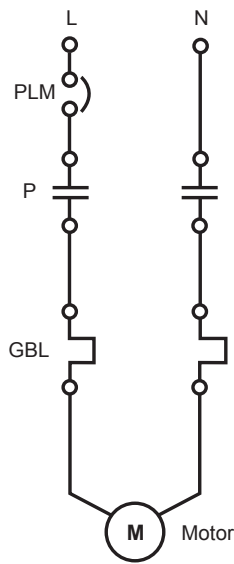
4. Litar kawalan jogging

Litar kawalan *jogging* ialah litar yang mengawal gerakan motor hidup secara berulang-ulang daripada keadaan berhenti dalam masa yang singkat. Kawalan ini membolehkan gerakan motor dikawal secara sedikit demi sedikit bagi tujuan tertentu terutama untuk gerakan kecil dan tidak tetap. Contoh aplikasi litar kawalan *jogging* adalah dalam penggunaan kren elektrik dan pelaras cakera satelit. Rajah 4.43 menunjukkan litar pendawaian dan Rajah 4.44 menunjukkan litar skema kawalan *jogging*. Jadual 4.31 pula menerangkan kendalian litar tersebut.

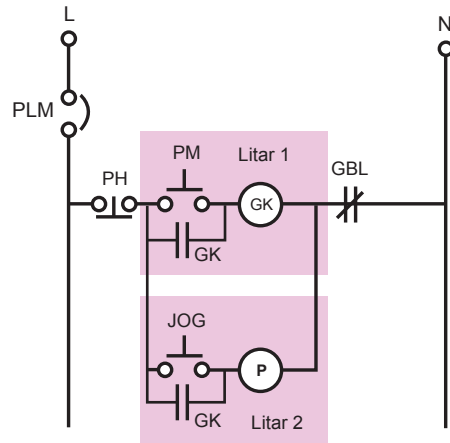


Simbol	Keterangan
L	Talian Hidup (L)
N	Talian Neutral (N)
PM	Punat Tekan Mula
PH	Punat Tekan Henti
PLM	Pemutus Litar Miniatur (MCB)
P	Penyetuh
GBL	Geganti Beban Lampau
M	Motor
JOG	Punat tekan JOG
GK	Geganti kawalan

Rajah 4.43 Litar pendawaian kawalan *jogging*



(a) Litar utama



(b) Litar kawalan

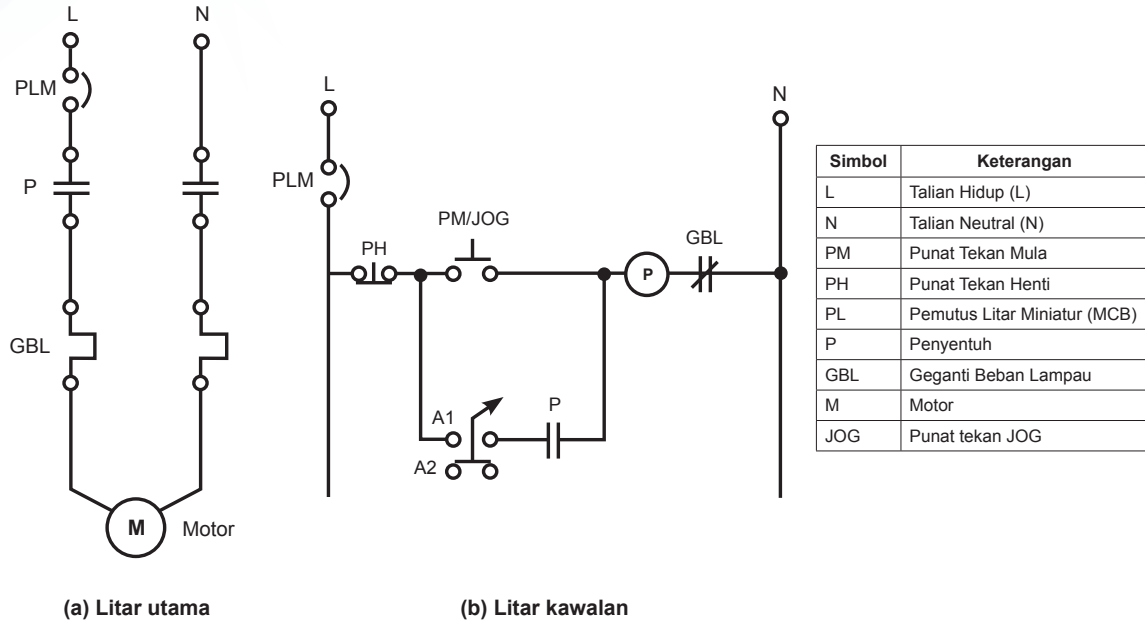
Simbol	Keterangan
L	Talian Hidup (L)
N	Talian Neutral (N)
PM	Punat Tekan Mula
PH	Punat Tekan Henti
PL	Pemutus Litar Miniatur (MCB)
P	Penyentuh
GBL	Geganti Beban Lampau
M	Motor
JOG	Punat tekan JOG
GK	Geganti kawalan

Rajah 4.44 Litar skema kawalan *jogging*

Jadual 4.31 Kendalian litar kawalan *jogging*

Bil	Keterangan	Proses
1	Apabila punat tekan mula (PM) ditekan, gegelung geganti kawalan (GK) menjadi elektromagnet untuk melengkapkan litar 1. Semua penyentuh lazim terbuka geganti kawalan (termasuk geganti kawalan yang berada dalam litar 2) akan tertutup.	Menghidupkan motor M
2	Ini menyebabkan gegelung penyentuh (P) menjadi elektromagnet untuk menghidupkan motor.	
3	Walaupun punat tekan mula (PM) dilepaskan, motor M masih tetap berkendali kerana kewujudan litar pegang yang mengekalkan elektromagnet pada geganti kawalan. Ini memastikan penyentuh (GK) yang berada pada litar 2 berkeadaan tertutup untuk membolehkan motor kekal berkendali.	
4	Sebelum memulakan kendalian <i>jogging</i> , punat tekan henti (PH) perlu ditekan terlebih dahulu supaya geganti kawalan (GK) hilang keelektromagnetan. Sesentuh lazim terbuka GK menjadi terbuka kembali dan menghentikan motor.	Melakukan operasi <i>jogging</i> pada motor M
5	Kendalian <i>jogging</i> dilakukan dengan menekan punat tekan JOG sedikit demi sedikit sehingga putaran motor untuk sesuatu kawalan yang dikehendaki tercapai. Motor tidak berputar terus kerana litar pegang pada litar 2 tidak berkendali setelah suis punat tekan henti (PH) ditekan semasa tindakan menghentikan motor dilakukan.	

Litar kawalan *jogging* juga boleh dibina dengan menggunakan suis pemilih seperti yang ditunjukkan dalam rajah 4.45. Jadual 4.32 menerangkan kendalian litar tersebut.



Rajah 4.45 Litar kawalan *jogging* menggunakan suis pemilih

Jadual 4.32 Kendalian litar kawalan *jogging* menggunakan suis pemilih

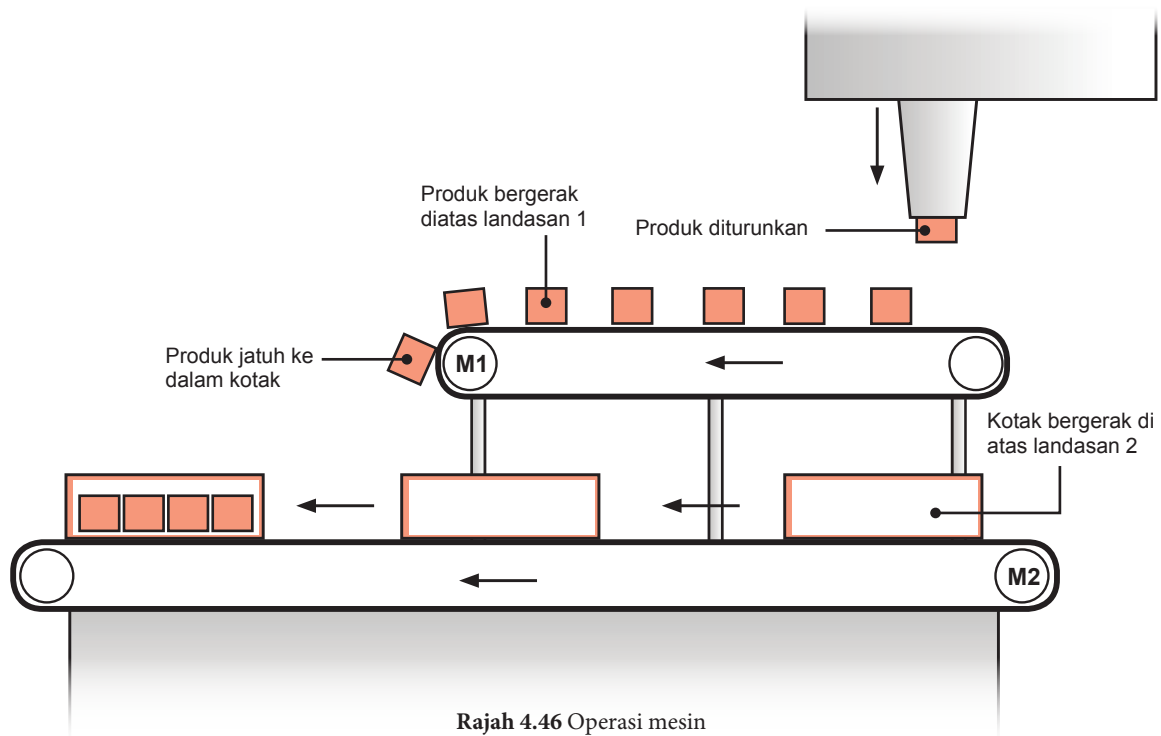
Bil	Keterangan	Proses
1	Suis pemilih ditetapkan pada kedudukan A1. Suis PM/JOG ditekan untuk melengkapkan litar kawalan.	Menghidupkan motor M
2	Gegelung sesentuh(P) menjadi elektromagnet, sesentuh lazim terbuka P akan tertutup. Motor akan terus berkendali walaupun suis JOG dilepaskan kerana adanya litar pegang.	
3	Sebelum operasi <i>jogging</i> dimulakan, motor perlu dihentikan terlebih dahulu dengan menekan suis punat tekan henti (PH). Suis pemilih diset semula pada kedudukan A2. Tindakan ini menjadikan litar pegang tidak lengkap.	Melakukan operasi <i>jogging</i> pada motor M
4	Operasi <i>jogging</i> dilakukan dengan menekan semula suis PM/JOG pada masa yang singkat dan dilepaskan. Motor akan hidup sedikit berdasarkan kendalian suis JOG tersebut.	

Contoh aplikasi litar kawalan elektrik

Contoh 1 :

Rajah 4.46 menunjukkan operasi mesin di sebuah kilang. Produk diletakkan dan disusun di dalam kotak. Dua buah motor digunakan dalam operasi tersebut bagi menggerakkan produk. Kendalian motor bagi operasi mesin tersebut adalah seperti berikut:

- Motor M2 tidak boleh dihidupkan sebelum M1.
- Jika M1 motor berhenti, M2 motor turut berhenti.
- Jika berlaku beban lampau pada mana-mana motor, kedua-dua motor akan berhenti.



Soalan A

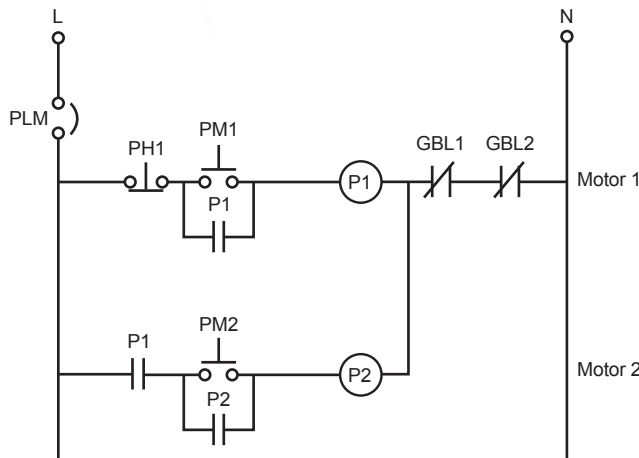
- (i) Tentukan jenis litar kawalan elektrik yang sesuai dengan operasi mesin tersebut.
Beri alasan untuk jawapan anda.

Penyelesaian :

Litar kawalan elektrik yang sesuai ialah litar kawalan jujukan. Ini kerana kendalian operasi mesin hampir menyamai dengan kendalian litar jujukan yang boleh menghidupkan beberapa motor secara berturutan setelah motor yang telah dikenal pasti dihidupkan terlebih dahulu.

(ii) Lakar pendawaian litar dan terangkan kendalian litar yang telah anda pilih dan terima di A (i).

Penyelesaian:



Rajah 4.47 Litar kendalian mesin

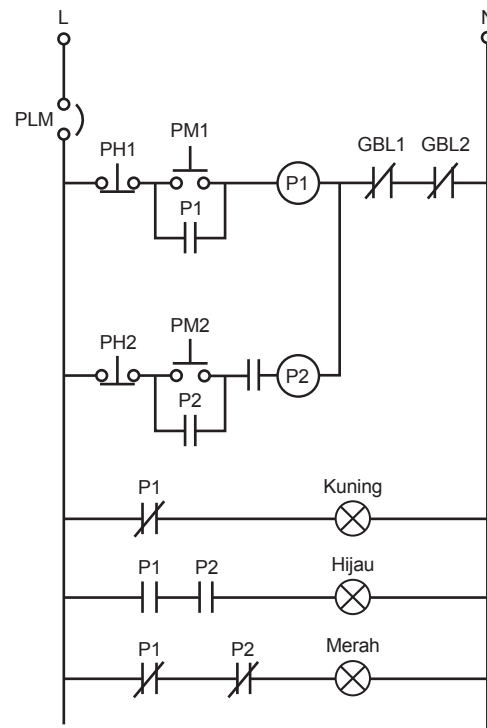
- Apabila PM1 ditekan, gegelung penyentuh P1 menjadi elektromagnet.
- Litar menjadi lengkap dan menghidupkan M1
- Apabila menghidupkan M2, punat tekan PM2 ditekan
- M2 terus berkendali kerana penyentuh tambahan P1 berada dalam keadaan tertutup.
- Motor M1 dan M2 terus berkendali kerana tindakan litar pegang.
- Motor M1 dan M2 akan berhenti apabila PH1 ditekan.

Soalan B

Lakukan pengubahsuaian pada litar di A (ii) dengan menambah ciri-ciri berikut:

- Lampu pandu (kuning) menyala untuk menunjukkan ada bekalan elektrik dan akan padam bila M1 hidup.
- Lampu pandu (hijau) akan menyala apabila M1 dan M2 dihidupkan.
- Lampu pandu (merah) akan menyala untuk menunjukkan M1 dan M2 berhenti.

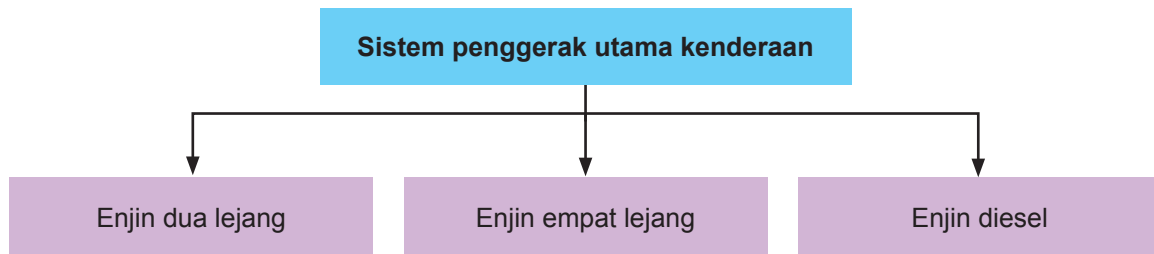
Penyelesaian:



Rajah 4.48 Litar kendalian mesin



Rumusan



Kawalan hidraulik

$$\text{Daya (} F = p \times A \text{)}$$

$$\text{Tekanan (} p = \frac{F}{A} \text{)}$$

$$\text{Kerja (} W = F \times D \text{)}$$

$$\text{Kuasa (} P = \frac{W}{t} \text{)}$$

Kawalan pneumatik

Empat bahagian utama:

- Bahagian perkhidmatan pembekalan
- Bahagian pengawal pneumatik
- Bahagian penggerak dan penukar
- Bahagian pemindah tenaga

Kawalan elektrik

Jenis litar	Kendalian
Litar pemula terus pada talian	Menghidup dan mematikan kendalian motor.
Litar kawalan jujukan	Menghidupkan beberapa motor setelah motor yang dikenal pasti dihidupkan terlebih dahulu.
Litar kawalan palam	Motor dihentikan dengan cara menyongsangkan arah putaran.
Litar kawalan <i>jogging</i>	Motor boleh dihidupkan secara berulang-ulang daripada keadaan berhenti dalam masa singkat.



Aktiviti

Arahan:

Pelajar diminta untuk mereka bentuk pelbagai media persembahan secara kreatif dan inovatif berkaitan kenderaan masa hadapan bagi mempromosi penggunaan kenderaan cekap tenaga berdasarkan elemen kelestarian.

Langkah-langkah aktiviti:

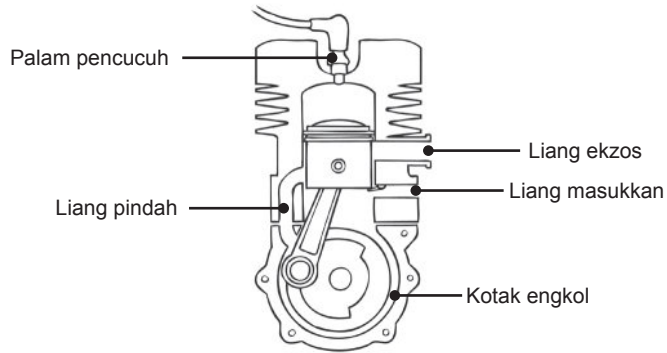
1. Pelajar dibahagikan di dalam kumpulan kecil.
2. Pelajar diminta menyenaraikan kebaikan penggunaan kenderaan cekap tenaga beserta contoh.
3. Pelajar diminta membincangkan kaedah untuk promosi penggunaan kenderaan cekap tenaga berdasarkan elemen kelestarian.
4. Melaksanakan tugas menggunakan media elektronik dan mempersembahkan tugas secara kreatif dan inovatif. Contohnya menghasilkan laman sesawang, blog, pamflet atau brosur dan sebagainya.

Kebaikan kenderaan cekap tenaga	Contoh



Latihan

1. Rajah A menunjukkan salah satu daripada lejang dalam sebuah enjin petrol.

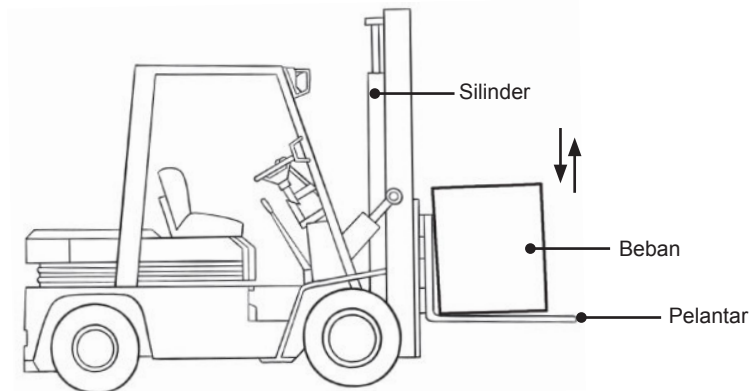


Rajah A

- (a) Namakan lejang tersebut.

- (b) Huraikan keadaan dalam silinder bagi lejang itu.

2. Rajah B menunjukkan sebuah forklift yang menggunakan sistem hidraulik untuk mengangkat dan menurunkan produk (beban).



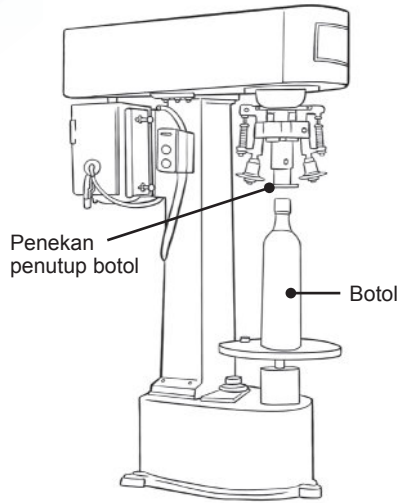
Rajah B

Kendalian bagi forklift itu seperti berikut:

- Mengangkat beban dengan laju dan menurunkan dengan perlahan.
- Boleh berhenti pada mana-mana kedudukan.
- Dapat mengelakkan beban daripada jatuh ke bawah apabila beban berlebihan.

- (a) Berdasarkan kendalian berikut, lakarkan litar kawalan hidraulik itu.
- (b) Huraikan kendalian itu.
- (c) Senaraikan tiga kelebihan sistem hidraulik bagi kegunaan forklift itu.

3. Rajah C menunjukkan sebuah mesin penutup botol. Mesin ini menggunakan sistem kawalan pneumatik untuk berkendali.



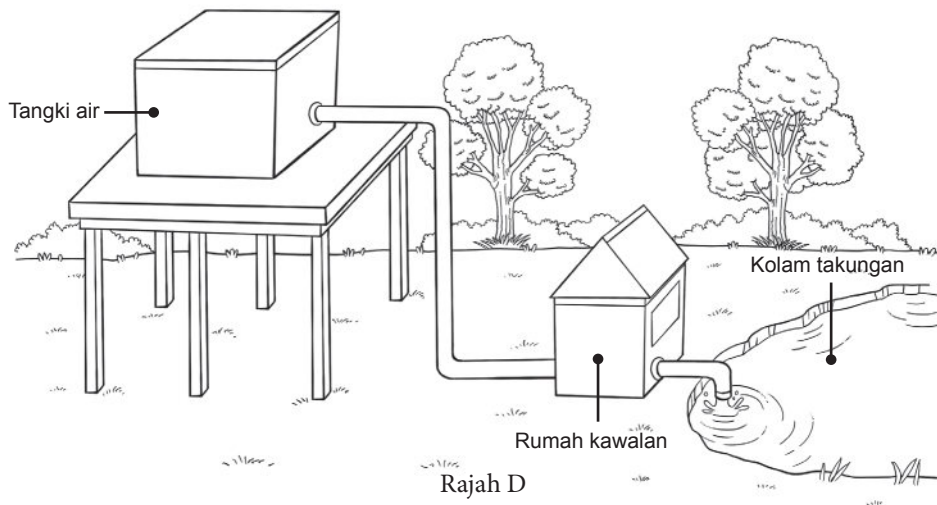
Rajah C

Kendalian mesin penutup botol itu adalah seperti berikut:

- Kelajuan penekan penutup botol boleh dikawal.
- Penekan hanya berkendali (menekan) hanya apabila punat ditekan.
- Penekan kembali kepada kedudukan asal apabila punat tekan dilepaskan.
- Tekanan udara termampat di dalam sistem dapat dikawal.

- (a) Berdasarkan kendalian berikut, lakarkan litar kawalan pneumatik itu.
- (b) Huraikan kendalian litar pneumatik itu.
- (c) Senaraikan dua komponen di bahagian perkhidmatan pembekalan.

4. Rajah D menunjukkan sebuah tangki air yang digunakan untuk bekalan air bersih bagi sebuah sekolah. Tangki air itu beroperasi menggunakan sebuah motor untuk mengumpul air dari kolam takungan.



Rajah D

Kendalian bagi motor elektrik itu seperti berikut:

- Motor berkendali menyedut air apabila punat tekan mula ditekan.
- Motor berhenti berkendali apabila tangki penuh.
- Lampu penunjuk hijau menunjukkan motor berkendali.
- Lampu pandu merah menunjukkan motor tidak berkendali.

- (a) Berdasarkan kendalian berikut, lakarkan litar kawalan elektrik itu.
- (b) Huraikan kendalian litar itu.
- (c) Senaraikan dua komponen yang berfungsi separa automatik.



Glosari

Agenda Tempatan 21(LA 21) - Satu pelan tindakan pembangunan lestari global.

Alternator - Mengecas semula bateri serta memberikan bekalan tenaga untuk sistem elektrik kenderaan apabila enjin dihidupkan.

Arus terus (AT)- Arus yang mengalir satu hala sahaja.

Arus ulang-alik (AU) - Arus yang mengalir dalam dua hala yang bertentangan.

Atom nuklear- Tenaga yang terhasil daripada tindak balas atom atau nukleusnya.

Bahan api fosil - Bahan api daripada sumber semula jadi (seperti arang batu, petroleum, dan gas asli) yang terhasil daripada penguraian sisa-sisa haiwan dan tumbuhan berjuta-juta tahun dahulu.

Bahan jenis-N - Bahan semikonduktor (separa pengalir) yang diserap dengan unsur yang mempunyai lima elektron valensi/pentavalens.

Bahan jenis-P - Bahan semikonduktor (separa pengalir) yang diserap dengan unsur yang mempunyai tiga elektron valensi/trivalens.

Brif - Suatu penjelasan bagi keinginan dan keperluan.

Closing the loop - Konsep penekanan proses yang menghasilkan sisa sifar.

Efficient design - Konsep yang memfokuskan kepada penghasilan sesuatu reka bentuk yang baik.

Ekosistem - Sistem lingkungan hidup semula jadi yang terbentuk sebagai hasil daripada tindakan yang menyalng antara benda-benda hidup dengan persekitarannya.

Elektron - Zarah yang lebih kecil daripada atom dan mempunyai cas negatif. Bergerak bebas di bawah pengaruh medan elektrik atau magnet dan tidak terikat pada atom atau molekul.

Empis air - Injap atau pintu air suis untuk mengatur aliran air.

Enjin diesel - Enjin pembakaran dalam yang menggunakan tenaga haba dari udara yang dimampatkan untuk membakar bahan api dalam silinder.

Enjin petrol - Enjin pembakaran dalam yang menggunakan minyak petrol sebagai bahan api.

Enjin dua lejang - Kitaran enjin pembakaran dalam yang memerlukan dua lejang ombok untuk melengkapkan satu kitaran penuh bagi satu putaran aci.

Enjin empat lejang - Kitaran enjin pembakaran dalam yang memerlukan empat lejang ombok untuk melengkapkan satu kitaran penuh bagi satu putaran aci.

Eskalator - Tangga bergerak untuk membawa orang naik atau turun antara tingkat bangunan.

Eстетika - Membincangkan tentang seni dan kecantikan sesuatu produk.

Evolusi - Proses perubahan secara beransur-ansur di mana sesuatu boleh berubah menjadi bentuk lain.

Faktor kepelbagaian - Suatu kiraan anggaran yang membenarkan pengurangan arus bagi alat, saiz pengalir kabel, pengasingan dan alat perlindungan.

Flora - Keseluruhan tumbuh-tumbuhan yang terdapat di sesuatu habitat.

Foton - Zarah yang tidak mempunyai jisim, yang merupakan kuantum cahaya.

Galvanometer - Alat untuk mengesan atau mengukur arus elektrik.

Gambar rajah litar skema - Gambar rajah susunan dan penyambungan komponen bagi sesebuah litar dengan menggunakan simbol tertentu.

Gambar rajah pendawaian - Gambar rajah yang menunjukkan semua komponen dalam sistem dan menunjukkan hubungan fizikal antara komponen tersebut.

Gambar rajah perpaipan - Gambar rajah susunan dan penyambungan komponen yang dilukis dalam bentuk keratan rentas komponen bagi sesebuah litar.

Grid Nasional - Talian penghantaran tenaga elektrik di Malaysia yang menghubungkan semua stesen jana kuasa elektrik utama.

Injap pelega tekanan - Adalah sejenis alat yang digunakan untuk mengawal kadar aliran tekanan bendalir dalam sistem dan melindungi komponen lain daripada menerima tekanan berlebihan.

Karburetor - Mengewapkan atau menukarkan sifat petrol dari cecair kepada bentuk pendebuan bahan api untuk mencampurkan bahan api dan udara mengikut nisbah tertentu bagi tujuan pembakaran yang sempurna didalam silinder enjin.

Kearuhan - Keupayaan sesuatu pengalir untuk menghasilkan voltan teraruh apabila arus berubah.

Kelestarian - Kebolehan atau keupayaan sesuatu untuk dikekalkan atau pengekalan sendiri.

Kejuruteraan - Bidang kerjaya yang mengamalkan ilmu sains dalam menyelesaikan sesuatu masalah secara fizikal dan bersistem.

Kereta elektrik - Kereta yang bergerak dengan menggunakan tenaga elektrik.

Kereta hibrid - Kereta yang bergerak menggunakan kombinasi kuasa elektrik dan bahan api.

Kereta solar - Kereta yang bergerak menggunakan tenaga solar atau matahari.

Komutator - Perkakas untuk mengubah arah arus elektrik (terutama untuk menukar arus ulang-alik menjadi arus terus).

Lejang - Pergerakan piston atau ombok dari titik tetap atas ke titik tetap bawah atau sebaliknya.

Light Rail Transit (LRT) - Transit Aliran Ringan, iaitu sejenis rangkaian kereta api penumpang yang menggunakan kuasa elektrik yang beroperasi di bandar raya Kuala Lumpur dan juga di kawasan sekitarnya.

Litar kawalan Jogging - Merupakan litar yang mengawal gerakan motor hidup secara berulang-ulang daripada keadaan berhenti dalam masa yang singkat.

Litar kawalan jujukan - Merupakan kendalian yang melibatkan tatacara menghidupkan beberapa motor secara bergilir setelah motor yang telah dikenalpasti dihidupkan terlebih dahulu.

Litar kawalan palam - Berfungsi untuk mengawal motor berhenti dengan cara menyongsangkan arah putaran motor. Putaran motor dapat dihentikan dengan serta-merta dengan menukar arah putaran motor.

Lukisan isometri - Satu cara bagi menghasilkan pandangan objek dalam bentuk 3D (tiga dimensi).

Lukisan oblik - Lukisan ini bertujuan untuk mempamerkan objek dalam bentuk 3D (tiga dimensi).

Mass Rapid Transit (MRT) - Sistem transit atau pengangkutan awam yang beroperasi menggunakan rel, berkeupayaan membawa lebih 40 000 orang/jam sehalu dan mempunyai kekerapan perkhidmatan yang tinggi.

Medan magnet - Kawasan di sekeliling magnet yang ada daya magnetnya atau ada tarikan magnetnya.

Model berskala - Sebagai perbandingan antara jarak pada peta (gambar) dengan jarak yang sebenarnya.

Model komputer - Program komputer, atau jaringan komputer, yang mensimulasikan sesebuah reka bentuk tertentu.

Model prototaip - Satu jenis, bentuk, atau contoh dari beberapa bentuk asli yang berfungsi sebagai contoh, asas, lambang, atau standard untuk kategori yang sama.

More from less - Konsep kelestarian untuk mengecapi lebih dengan penggunaan yang sedikit.

Motor elektrik - Menukar tenaga elektrik kepada tenaga mekanikal.

Palam ukur celup - Mengukur aras minyak pelincir dalam takung minyak pelincir.

Palam buang minyak - Lubang saluran keluar bagi membuang minyak pelincir yang kotor.

Palam Pencucuh - Berfungsi mengeluarkan percikan bunga api untuk menyalakan campuran udara dan bahan api yang termampat di ruang pembakaran.

Palam pengisi minyak - Lubang saluran masuk bagi mengisi minyak pelincir yang bersih.

Pam minyak pelincir - Berfungsi mengepam dan menyedut minyak dari takung minyak untuk dihantar ke seluruh bahagian enjin yang bergerak.

Papan agihan - Papan berbentuk kotak tempat beberapa fius MCB dalam sistem agihan voltan.

Penjana - Alat untuk menjanakan tenaga elektrik.

Pengaut - Mengaut serta menyimbah minyak pelincir ke bahagian enjin yang bergerak di dalam bongkah silinder enjin.

Pemampat - Menyedut udara dan menjadikan udara termampat bertekanan tinggi.

Pemula Terus Pada Talian (TPT) - Berperanan sebagai pemula atau penghidup dan menghentikan gerakan putaran motor.

Penapis minyak pelincir - Penapis berfungsi untuk menapis minyak pelincir yang membawa segala kotoran yang datang dari bawah enjin.

Penapis Udara - Penapis udara merupakan komponen yang berfungsi untuk menapis segala kekotoran yang datang dari saluran udara daripada masuk ke dalam karburetor seterusnya di dalam enjin.

Pembangunan - Proses perubahan yang mencakupi seluruh sistem sosial, seperti politik, ekonomi, infrastruktur, pertahanan, pendidikan dan teknologi, kelembagaan, dan budaya.

Pembinaan - Suatu usaha, tindakan dan kegiatan yang dilakukan secara berdaya maju bagi memperolehi hasil yang lebih baik.

Pengangkutan - Merujuk kepada kenderaan yang membawa seseorang atau sesuatu dari satu tempat ke satu tempat yang lain.

Penyaring - Adalah sejenis alat yang digunakan untuk menyaring bendalir keluar dari tangki ke pam.

Perindustrian - Kegiatan ekonomi yang memproses atau mengolah barangan dengan menggunakan infrastruktur dan peralatan seperti mesin dan sebagainya.

Pneumatik - Perkara yang berkaitan dengan udara yang dikendalikan oleh udara mampat.

Prototaip - Model pertama yang dibina bagi menghasilkan sesuatu.

Radiator - Tempat pertukaran haba dimana cecair pendingin yang panas melalui bahagian enjin akan disejukkan semula.

Rambatan air - Gerakan gelombang tenaga yang berlaku pada gelombang air mengikut arah yang normal dengan muka gelombang yang biasanya berbentuk sfera, sebahagian sfera atau satah.

Reaktor - Alat yang digunakan dalam penghasilan tenaga nuklear.

Reka bentuk - Sebagai seni terapan, seni bina, dan berbagai pencapaian kreatif lainnya

Rod- Batang daripada logam yang lurus.

Sirip pendingin - Memberikan permukaan yang lebih luas untuk pelepasan haba.

Sisa bahan pepejal - Bahan buangan yang terhasil daripada tumbuhan atau sektor perladangan yang biasanya dalam bentuk pepejal.

Sosial - Segala hal yang bersangkutan dengan hal-hal kemasyarakatan.

Stim - Wap yang terjadi apabila air dipanaskan ke takat didih.

Sumber asli - Bahan-bahan yang boleh didapati dalam alam semula jadi, dan sering kadang-merujuk kepada sumber-sumber utama seperti sumber air, udara, tumbuh-tumbuhan, haiwan, dan lain-lain.

Takung minyak pelincir - Tempat menakung minyak pelincir

Teknologi - Aktiviti yang melibatkan sains dan seni mekanik bagi menghasilkan sesuatu produk.

Teknologi Hijau - Pembangunan mengurangkan kesan negatif daripada aktiviti manusia.

Tenaga - Tenaga ialah kebolehan atau kuasa untuk membuat sesuatu kerja. Sebagai contoh, untuk menjalankan proses kehidupan seperti bergerak, bernafas dan bertumbesaran.

Tolok tekanan - Adalah sejenis alat yang digunakan untuk menunjukkan kadar tekanan.

Travelator - Laluan pejalan kaki yang bergerak secara mendatar, biasanya terdapat di terminal lapangan terbang dan sebagainya.

Unjuran ortografik - Satu kaedah yang digunakan dalam penghasilan produk bidang kejuruteraan bagi menerangkan bentuk dan dimensi bagi pelbagai rupa hasil dari bidang kejuruteraan.





Indeks

A

Agenda Tempatan 21(LA 21) 13, 14, 15, 16, 17
Alternator 162
Arus terus (AT) 90, 98, 99, 100, 101, 106, 218, 219
Arus ulang-alik (AU) 88, 89, 90, 98, 99, 100, 103, 106, 112, 209

B

Boya 91, 92
Brif 47, 67

C

Closing the loop 9, 68

D

Dokumentasi 64

E

Efficient design 12, 68
Elektron 95
Elemen kelestarian 6, 8, 9, 21
Empis air 85
Enjin diesel 147, 152, 159
Enjin Petrol 147, 152, 159
Enjin dua lejang 148, 149
Enjin empat lejang 148, 152
Estetika 39
Evolusi 4, 5, 6, 33, 35

F

Faktor kepelbagaian 114, 115
Foton 95

G

Gambar rajah litar skema 190, 204
Gambar rajah pendawaian 125, 127, 214, 217
Gambar rajah perpaipan 190, 197, 205
Grid Nasional 107, 109

H

Hidraulik

I

Idea Awalan 49
Idea penyelesaian 54
Injap pelega tekanan 186, 191, 199

K

Karburetor 159
Kereta elektrik 4, 19, 171
Kereta hibrid 172, 175
Kereta solar 173
Komutator 103, 106

L

Litar kawalan *Jogging* 220
Litar kawalan jujukan 217
Litar kawalan palam 218
Lukisan isometri 55
Lukisan oblik 55

M

Medan magnet 98
Model berskala 58
Model komputer 59
Model prototaip 60
More from less 11, 68
Motor elektrik 185, 198



N

Nuklear 79, 81, 83, 84

P

Palam ukur celup 167, 168

Palam buang minyak 167, 168

Palam Pencucuh 149, 151, 152, 159

Pam minyak pelincir 167, 168

Papan agihan 119

Penjana 98, 99, 100, 101, 102, 106

Pengaut 167, 168

Pemampat 197, 198, 203

Pemula Terus Pada Talian (TPT) 214

Pemasa (*Timer Delay Relay*, TDR) 209, 212, 213

Penapis minyak pelincir 168

Penapis Udara 160, 161, 199

Pemeliharaan 3, 5

Pemuliharaan 3, 5

Pengangkutan 22, 142, 144

Penyaring 186

Perindustrian 25

Pneumatik 195, 92

R

Radiator 164, 166, 172

Rambatan 91

Rawatan air 23

Reaktor 82, 83

Reka bentuk 33

S

Sirip pendingin 164

Sisa bahan pepejal 94

T

Takung minyak pelincir 167, 168

Teknologi Hijau 5, 18, 21

Tolak tekanan 185, 199

Travelator 145

U

Unjuran ortografik 54



Rujukan

- Abd Samad Hanif., Azmi Basir., Mohd Saaya Mohd Adris., & Maimunah Husien. (2011). *Teknologi Kejuruteraan Tingkatan 4*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka
- Abdull Hamid Othman., Chia Song Choy., K. Viswanathan., & Zulkarnain Md. Amin. (1993). *Pengajian Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik Tingkatan 4*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Al-Hassani, Salim T. S. (2007). *1001 Inventions: Muslim Heritage in Our World* (2nd Edition). Manchester: Foundation for Science, Technology and Civilization.
- Ausubel, J. H., Sladovich, H. E. (Ed). (1989). *Technology and Environment*. New York: National Academy Press.
- Approval of Electrical Equipment (Electricity Regulations 1994) Information Booklet*. (2014). Putrajaya: Suruhanjaya Tenaga.
- Ching, Francis D. K. (1996). *Architecture: Form, Space and Order* (2nd Edition). New York: John Wiley & Sons.
- Cunningham, W. P., Cunningham, M. A. (2004). *Principles of Environmental Science: Inquiry and Application* (2nd Edition). New York: McGraw-Hill.
- Industrial Designer Society of America. (2003). *Design Secrets: Products*. Massachusetts: Rockport Publishers.
- Ismail Daud., Dina Maizana., & Rosnazri Ali. (2005). *Power System Fundamentals*. Arau: Kolej Universiti Kejuruteraan Utara Malaysia.
- Jabatan Keselamatan Elektrik. (2008). *Garis Panduan Pendawaian Elektrik di Bangunan Kediaman*. (2008). Putrajaya: Suruhanjaya Tenaga.
- John, V. (1992). *Introduction to Engineering Materials* (3rd Edition). New York: Industrial Press.
- Kaharrudin Ismail., Azmi Mohd Yassir., & Ramli Asun. (2005). *Mechanical Engineering Studies Form 4*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka
- Luque, A., & Hegedus. S. (2003). *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*. New York: John Wiley & Sons.
- Machowski, J., Bialek, J. W., & Bumby, J. R. (2008). *Power System Dynamics: Stability and Control* (2nd Edition). New York: John Wiley & Sons
- Maimunah Husien., Mohd Saaya Mohd Adris., Mohd Razin Ong Abdullah., & Abdul Samad Hanif. (2003). *Teknologi Kejuruteraan Tingkatan 5*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Maklumat Prestasi dan Statistik Industri Pembekalan Elektrik di Malaysia*. (2013). Putrajaya: Suruhanjaya Tenaga.
- Malaysia Energy Statistic Handbook 2015*. (2015). Putrajaya: Suruhanjaya Tenaga.
- Md. Nasir Abd. Manan. (2010). *Pendawaian Elektrik Di Bangunan Kediaman: Panduan Berpandukan MS IEC 60364*. Kuala Lumpur: IBS Buku Sdn Bhd
- Merkle, D., Schrader, B., & Thomes. M. (2003). *Hydraulics Basic Level Textbook*. Denkendorf: Festo Didatic GmbH & Co.
- Mohd Isa bin Idris., Sabariah binti Haji Bohanudin., Norjah binti Janudin., Norani binti Hamzah., & Salwani binti Mohd Daud. (2002). *Pengajian Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik Tingkatan 4*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Nasir Nayan. (2011). *Isu-isu dan Pengurusan Alam Sekitar Fizikal*. Tanjung Malim: Univeristi Pendidikan Sultan Idris.

- Nik Safiah Karim., Farid M. Onn., Hashim Haji Musa., & Abdul Hamid Mahmood. (2011). *Tatabahasa Dewan* (Edisi Ketiga). Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Perubahan Alam Sekitar Bumi: Compton's by Britannica* (Edisi Terjemahan Bahasa Malaysia). (2012). Kuala Lumpur: Insitutit Terjemahan & Buku Malaysia.
- Pollack, H. W. (1988). *Material Science and Metallurgy*. New Jersey: Prentice Hall.
- Renwick, P. (2002). *Design and Technology 2*. Singapore: Pearson Longman.
- Saadat, H. (2004). *Power System Analysis* (3rd Edition). NewYork: McGraw-Hill
- Stensel, P., Tung, A., & Soh, B. S. (2001). *Design and Technology 1*. Singapore: Pearson Longman.
- Yahya Emat. (2008). *Teknologi Pemasangan Elektrik*. Kuala Lumpur: IBS Buku Sdn Bhd
- Zaini Ujang. (2009). *Minda Lestari: Pembangunan Negara dan Pemulihan Alam Sekitar*. Skudai: Universiti Teknologi Malaysia.

Dengan ini **SAYA BERJANJI** akan menjaga buku ini dengan baik dan bertanggungjawab atas kehilangannya serta mengembalikannya kepada pihak sekolah pada tarikh yang ditetapkan.

Skim Pinjaman Buku Teks

Sekolah _____

Tahun	Tingkatan	Nama Penerima	Tarikh Terima

Nombor Perolehan: _____

Tarikh Penerimaan: _____

BUKU INI TIDAK BOLEH DIJUAL