

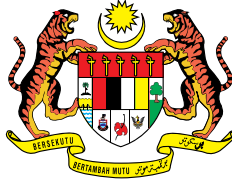


KEMENTERIAN
PENDIDIKAN
MALAYSIA

ASAS KELESTARIAN

TINGKATAN **5**





RUKUN NEGARA

Bahawasanya Negara Kita Malaysia
mendukung cita-cita hendak;

Mencapai perpaduan yang lebih erat dalam
kalangan seluruh masyarakatnya;

Memelihara satu cara hidup demokrasi;

Mencipta satu masyarakat yang adil di mana
kemakmuran negara akan dapat dinikmati bersama
secara adil dan saksama;

Menjamin satu cara yang liberal terhadap tradisi-tradisi
kebudayaannya yang kaya dan pelbagai corak;

Membina satu masyarakat progresif yang
akan menggunakan sains dan teknologi moden;

MAKA KAMI, rakyat Malaysia, berikrar
akan menumpukan seluruh tenaga dan usaha kami
untuk mencapai cita-cita tersebut berdasarkan
prinsip-prinsip yang berikut:

**KEPERCAYAAN KEPADA TUHAN
KESETIAAN KEPADA RAJA DAN NEGARA
KELUHURAN PERLEMBAGAAN
KEDAULATAN UNDANG-UNDANG
KESOPANAN DAN KESUSILAAN**

(Sumber: Jabatan Penerangan, Kementerian Komunikasi dan Multimedia Malaysia)

MATA PELAJARAN ELEKTIF IKHTISAS

ASAS KELESTARIAN TINGKATAN 5



PENULIS

AINAMARDIA BINTI NAZARUDIN
LUTFIAH NATRAH BT ABBAS @ AHMAD



EDITOR

MUHAMMAD ZULFADHLI BIN ABD RAHMAN
NUR RITA BINTI MOHAMED ASERI



PEREKA GRAFIK

NURAZLINA BINTI HAMBAL
WAN AHMAD FIRDAUS BIN
WAN ABDULLAH



ILUSTRATOR

MASKI YU BIN LATIF YU
ISZA AFIQAH BINTI ISKANDAR
MOHD HAFIDZUDIN BIN MAZLAN



aras mega (m) sdn bhd
(164242-W)

2017



KEMENTERIAN
PENDIDIKAN
MALAYSIA

No. Siri Buku: 0123

KPM2017 ISBN 978-967-0520-90-2
Cetakan Pertama 2017
© Kementerian Pendidikan Malaysia

Hak Cipta Terpelihara. Mana-mana bahan dalam buku ini tidak dibenarkan diterbitkan semula, disimpan dalam cara yang boleh dipergunakan lagi, ataupun dipindahkan dalam sebarang bentuk atau cara, baik dengan elektronik, mekanik, penggambaran semula mahupun dengan cara perakaman tanpa kebenaran terlebih dahulu daripada Ketua Pengarah Pelajaran Malaysia, Kementerian Pendidikan Malaysia. Perundingan tertakluk kepada perkiraan royalti atau honorarium.

Diterbitkan untuk Kementerian Pendidikan Malaysia oleh:

Aras Mega (M) Sdn. Bhd. (164242-W)
No 18, Jalan Damai 2,
Taman Desa Damai, Sg. Merab
43000 Kajang, Selangor Darul Ehsan.
No. Telefon: 03-8925 8975
No. Faksimile: 03-8925 8985
Laman Web: www.arasmega.com
E-mel: amsb@arasmega.com

Reka Letak dan Atur Huruf:

Aras Mega (M) Sdn. Bhd.
Muka Taip Teks: Minion Pro
Saiz Muka Taip Teks: 11 poin

Dicetak oleh:

Percetakan Surya Sdn. Bhd.
Plot 29, Jalan IKS BK 2,
Taman IKS Bukit Katil,
75450 Bukit Katil, Melaka.

PENGHARGAAN

Penerbitan buku ini melibatkan kerjasama banyak pihak. Sekalung penghargaan dan terima kasih ditujukan kepada semua pihak yang terlibat.

- Jawatankuasa Penambahbaikan Prof Muka Surat, Bahagian Buku Teks, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Jawatankuasa Penyemakan Pembetulan Prof Muka Surat, Bahagian Buku Teks, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Jawatankuasa Penyemakan Naskhah Sedia Kamera, Bahagian Buku Teks, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Pegawai-pegawai Bahagian Buku Teks dan Bahagian Pembangunan Kurikulum, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Jawatankuasa Peningkatan Mutu, Aras Mega (M) Sdn. Bhd.
- Indah Water Konsortium Sdn. Bhd.
- Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal Negara.
- Perbadanan Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam (SWCorp).
- Semua pihak yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam usaha menayakan penerbitan buku ini.

KANDUNGAN

Pendahuluan v

Pengenalan Ikon vi

1



BAB 1 PEMBINAAN LESTARI

1.1 Bangunan

1.1.1 Kriteria Bangunan 6

1.1.2 Keperluan Asas dalam Bangunan 7

1.2 Proses Pembinaan

1.2.1 Peringkat Utama Proses Pembinaan 9

1.2.2 Kaedah Pembinaan 10

1.3 Peringkat Prapembinaan

1.3.1 Prapembinaan 21

Perolehan tapak 21

Ukur tanah dan uji tanah 23

Lukisan dan perincian 42

Penawaran tender 43

Membuat taksiran 44

Pekerja 52

Bahan dan jentera 54

1.3.2 Pihak yang Terlibat dalam Perancangan 58

1.4 Peringkat Pembinaan

1.4.1 Pembinaan Struktur 61

1.4.2 Kelengkapan Kemudahan Sebuah Bangunan 78

1.5 Peringkat Pascapembinaan

1.5.1 Aktiviti Peringkat Pascapembinaan 85

1.5.2 Kaedah Penyenggaraan 86

1.6 Bangunan Hijau

1.6.1 Definisi 89

1.6.2 Implikasi Proses Pembinaan ke Atas Elemen Kelestarian 90

1.6.3 Kriteria Utama Bangunan Hijau 91

1.6.4 Perbezaan antara Bahan Binaan Berdasarkan Kriteria Lestari dan Tidak Lestari 97

1.6.5 Perbandingan Pelbagai Reka Bentuk Binaan yang Menepati Kriteria Bahan Bangunan Hijau 99

1.6.6 Pemilihan Bahan Lestari dan Kelengkapan Cekap Tenaga untuk Pembinaan Bangunan Hijau 102

1.6.7 Kebaikan Binaan Bangunan Hijau Terhadap Elemen Kelestarian 104

1.6.8 Idea Reka Bentuk Bangunan Hijau 105



2

BAB 2 RAWATAN AIR

2.1 Sumber dan Bekalan Air

2.1.1 Kitaran Air	117
2.1.2 Proses Rawatan Air	128
2.1.3 Sistem Penapis Air	139

2.2 Sistem Pembetungan Air Sisa

2.2.1 Definisi	143
2.2.2 Jenis Air Sisa Kumbahan	143
2.2.3 Kesan Air Sisa Kumbahan	145
2.2.4 Perkembangan Sistem Pembetungan di Malaysia	148
2.2.5 Kaedah Saliran Sistem Pembetungan Awam	149

2.3 Rawatan Air Sisa Kumbahan

2.3.1 Jenis Rawatan Air Sisa Kumbahan	153
2.3.2 Kaedah Rawatan Air Sisa Kumbahan Berdasarkan Persekitaran	161
2.3.3 Meneroka Penggunaan Aplikasi Teknologi Hijau Terhadap Sisa Enap Cemar daripada Rawatan Air Sisa Kumbahan di Malaysia	163



3

BAB 3 RAWATAN SISA PEPEJAL

3.1 Pengurusan Sisa Pepejal

3.1.1 Definisi Sisa Pepejal	177
3.1.2 Kategori Sisa Pepejal Terkawal	178
3.1.3 Cara Pengurusan Sisa Pepejal	185
3.1.4 Hierarki Pengurusan Sisa Pepejal	189
3.1.5 Pembangunan Lestari dalam Pengurusan Sisa Pepejal	190
3.1.6 Elemen Pengurusan Sisa Pepejal	192
3.1.7 Keperluan Pengurusan Sisa Pepejal yang Sistemik	202
3.1.8 Teknologi dalam Rawatan Sisa Pepejal	204

3.2 Amalan 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*)

3.2.1 Definisi Amalan 3R	212
3.2.2 Kaedah Pengasingan Sisa Pepejal	216
3.2.3 Kesan Pelaksanaan 3R Terhadap Elemen Kelestarian	217
3.2.4 Kaedah Pelaksanaan 3R dalam Kehidupan Sehari-hari	218
3.2.5 Produk daripada Sisa Pepejal	220

Glosari 229

Rujukan 231

Indeks 233

PENDAHULUAN

Buku Teks *Asas Kelestarian Tingkatan 5* ini ditulis berdasarkan Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Asas Kelestarian yang disediakan oleh Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) bagi memudahkan pembelajaran subjek ini di sekolah.

Buku ini merangkumi tiga bab utama yang berlandaskan teknologi dan menekankan daya kreativiti murid. Buku ini juga membantu dalam membentuk minda murid membudayakan amalan teknologi hijau dalam bidang teknologi dan kehidupan harian.

Bab pertama buku ini mendedahkan murid kepada pembinaan lestari yang berkaitan dengan pembinaan dan bangunan hijau. Bab kedua pula murid diberi pendedahan kepada sistem rawatan air dan rawatan air sisa kumbahan. Manakala bab ketiga pula, tumpuan murid diarahkan kepada rawatan sisa pepejal termasuk pengurusan sisa pepejal dan amalan 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*).

Persembahan buku ini disertakan dengan penerangan yang jelas dan dengan penyedai yang pelbagai dapat menarik minat dan tumpuan murid serta memantapkan lagi pemahaman mereka. Setiap akhir bab juga disusuli dengan peta rumusan dan latihan sebagai pengukuhan minda mengenai bab yang dipelajari.

Semoga buku ini dapat dijadikan rujukan terbaik dan penuh manfaat untuk meningkatkan pengetahuan, nilai murni serta melahirkan modal insan yang mampu membudayakan amalan lestari dalam kehidupan.



PENGENALAN IKON

Informasi

Memberi maklumat tambahan kepada murid tentang perkara yang berkaitan dengan pelajaran.

Informasi



Fakta

Fakta

Memberi maklumat yang sah kepada murid.

KBAT



Mengemukakan soalan yang menggalakkan murid menggunakan Kemahiran Berfikir Aras Tinggi.

Aktiviti

Melaksanakan aktiviti secara individu, berpasangan dan berkumpulan di dalam dan di luar kelas.



Aktiviti

IMBAS DI SINI



Menyediakan QR Code berkaitan pelajaran yang boleh diimbas oleh guru dan murid menggunakan aplikasi pada telefon mudah alih.

Latihan

Menyediakan latihan formatif dan sumatif kepada murid tentang pelajaran yang dipelajari bagi menguatkan ingatan murid.



Nilai Murni

Memberi galakan kepada murid supaya menerapkan unsur-unsur nilai murni dalam diri mereka.

DSKP

Menyatakan nombor rujukan standard pembelajaran.



LATIHAN PENGUKUHAN

Menyediakan aktiviti pengukuhan untuk menguji tahap kefahaman murid berkaitan dengan pembelajaran yang dipelajari.

Rumusan



Ringkasan pelajaran secara menyeluruh yang dipaparkan melalui rajah atau jadual.



ASAS KELESTARIAN

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.



BAB 1

PEMBINAAN LESTARI



BAB 2

RAWATAN AIR



BAB 3

RAWATAN SISA PEPEJAL

BAB

1



PEMBINAAN LESTARI

Standard Kandungan

- Bangunan
- Proses pembinaan
- Peringkat prapembinaan
- Peringkat pembinaan
- Peringkat pascapembinaan
- Bangunan hijau





- Menyatakan kriteria sesebuah bangunan.
- Mengenal pasti dan menerangkan keperluan asas bangunan.

1.1

Bangunan

Pembinaan ialah projek yang melaksanakan aktiviti pembangunan. Pembangunan melibatkan agensi kerajaan dan swasta. Terdapat dua jenis pembinaan, iaitu pembinaan ringan dan pembinaan berat.

Pembinaan Ringan



Pembinaan Berat



1.1.1 Kriteria Bangunan

Kriteria sesebuah bangunan ialah satu binaan sementara atau binaan kekal yang terdiri daripada gabungan struktur-struktur binaan iaitu asas, lantai, tiang, rasuk, dinding dan bumbung. Rajah 1.1 menunjukkan fungsi-fungsi bangunan. Struktur-struktur ini berupaya untuk menanggung beban mati dan beban hidup.



Rajah 1.1 Kriteria bangunan

Jadual 1.1 Perbandingan beban mati dan beban hidup

Beban Mati	Beban Hidup
Beban mati ialah beban yang diterima oleh bangunan daripada struktur bangunan itu sendiri.	Beban hidup ialah beban yang dikenakan ke atas struktur bangunan tersebut.
Ciri utama: i. Nilai beban ialah tetap. ii. Kedudukan beban tidak berubah.	Ciri-ciri utama: i. Nilai beban tidak tetap. ii. Kedudukan beban boleh berubah-ubah.



Aktiviti

Berikan contoh-contoh bangunan di Malaysia yang digunakan sebagai tempat pelancongan, tempat pendidikan dan sebagainya. Kenal pasti idea reka bentuk bangunan tersebut.



Informasi

Beban hidup juga dikenali sebagai beban kenaan.

Sesebuah bangunan perlu dilengkapi dengan tiga keperluan asas. Jadual 1.2 menunjukkan tiga keperluan asas bangunan.

Jadual 1.2 Tiga keperluan asas bangunan

Sistem Asas	Keterangan
Elektrik	<ul style="list-style-type: none"> Fungsi utama digunakan untuk membekalkan kuasa elektrik di dalam bangunan bagi menggerakkan alat-alat mekanikal seperti pengudaraan, operasi pengurusan dan pencahayaan. Contohnya penyaman udara, komputer, lampu dan kipas angin. Sistem elektrik di dalam bangunan adalah bermula daripada papan agihan (<i>distribution board</i>) kepada suis-suis elektrik yang terlibat. Terdapat dua jenis sistem pembekalan elektrik di dalam bangunan. <ol style="list-style-type: none"> Satu fasa Tiga fasa
Perpaipan	<ul style="list-style-type: none"> Fungsi utama sistem perpaipan ialah membekalkan air bersih untuk kegunaan pengguna, pengagihan ke kelengkapan bilik mandi serta membantu untuk operasi cucian bangunan. Sistem perpaipan merupakan sistem sambungan bekalan air daripada paip perkhidmatan ke dalam bangunan. Terdapat dua jenis sistem perpaipan, iaitu: <ul style="list-style-type: none"> Sistem terus membekalkan air terus daripada paip perkhidmatan ke semua pili. Sistem tidak terus membekalkan air ke tangki simpanan air yang akan menyalurkannya semula kepada pili di dalam bangunan.
Pengudaraan	<ul style="list-style-type: none"> Fungsi utama sistem ini membantu peredaran udara di dalam ruang bangunan untuk kebersihan dan kesihatan penghuni. Sistem pengudaraan ialah penyediaan bukaan pada struktur bangunan bagi tujuan mengawal suhu dan kelembapan udara di dalam ruang bangunan. Terdapat dua jenis pengudaraan di dalam bangunan, iaitu: <ul style="list-style-type: none"> Pengudaraan semula jadi ialah sistem pengudaraan yang tidak menggunakan peralatan mekanikal dalam kitaran pengudaraan. Pengudaraan mekanikal ialah sistem pengudaraan yang menggunakan bantuan mekanikal seperti kipas dan penyaman udara untuk membantu menyejukkan udara di dalam bangunan.

Latihan 1.1

1. **Rajah 1.2** menunjukkan bangunan sebuah pejabat. Merujuk kepada gambar tersebut, lengkapkan jadual jenis beban bagi bangunan tersebut.



Rajah 1.2

Elemen	Jenis Beban
Dinding	
Lantai	
Pekerja	
Meja	
Mesin fotokopi	
Sistem penyaman udara	
Rasuk	
Bumbung	
Kipas angin	
Tingkap	
Kerusi pejabat	
Komputer	

2. Berdasarkan **Rajah 1.2**, namakan elemen pengudaraan mekanikal dan elemen pengudaraan semula jadi yang ada.
3. Rumah Ravi mempunyai tangki simpanan air. Apakah jenis sistem bekalan air yang digunakan di rumah Ravi dan terangkan ciri-ciri sistem tersebut?



1.2

Proses Pembinaan

Proses pembinaan ialah pelaksanaan aktiviti-aktiviti pembinaan projek kejuruteraan awam bermula daripada perolehan tapak sehingga penyerahan projek kepada klien.

STANDARD PEMBELAJARAN

- Mengelaskan aktiviti yang terlibat dalam tiga peringkat utama proses pembinaan.
- Menerangkan kaedah pembinaan.

1.2.1

Peringkat Utama Proses Pembinaan

Pembinaan sesebuah bangunan melibatkan beberapa proses utama iaitu peringkat prapembinaan, pembinaan dan pascapembinaan.

Peringkat 1

Prapembinaan

- Prapembinaan ialah kerja-kerja awalan yang dibuat sebelum kerja pembinaan struktur dilakukan di tapak pembinaan.
- Pada peringkat ini, perunding yang terdiri daripada arkitek, jurutera awam, jurutera elektrik, jurutera mekanikal, juruukur bahan dan juruukur tanah dilantik bagi menyelaraskan projek pembinaan.
- Aktiviti yang terlibat dalam prapembinaan ialah:
 - Perolehan tapak
 - Ukur tanah dan uji tanah
 - Lukisan kerja dan perincian
 - Membuat taksiran
 - Pekerja
 - Bahan dan jentera

Peringkat 2

Pembinaan

- Peringkat pembinaan melibatkan kerja pembinaan struktur dan kerja pemasangan kemudahan.
- Aktiviti yang terlibat peringkat pembinaan ialah:
 - Kerja tanah
 - Pembinaan substruktur
 - Pembinaan superstruktur
 - Pemasangan sistem bangunan

Peringkat 3

Pascapembinaan

- Pascapembinaan ialah proses kerja selepas bangunan disiapkan.
- Aktiviti yang terlibat dalam peringkat ini ialah:
 - Mendapatkan Sijil Keselamatan dan Keselesaan Bangunan, *Certificate of Completion and Compliance* (CCC)
 - Jaminan dan penyenggaraan



1.2.2 Kaedah Pembinaan

a. Konvensional

Kaedah konvensional dalam pembinaan adalah pembinaan bangunan yang melibatkan kebanyakan proses kerjanya di tapak bina. Kaedah pembinaan ini secara berperingkat dari bawah ke atas (daripada substruktur ke superstruktur). Antara bangunan yang menggunakan kaedah konvensional ialah bangunan kerangka konkrit bertetulang. Pembinaan kerangka konkrit melibatkan proses kerja antaranya membentuk kotak acuan, membentuk tetulang keluli, membancuh konkrit, menuang konkrit, memadat konkrit, mengawet konkrit (kuring) dan membuka kotak acuan.

Kaedah Pembinaan Konvensional

- Melibatkan penggunaan buruh yang banyak di tapak pembinaan.
- Bahan bancuhan basah dibuat di tapak pembinaan.
- Kurang penggunaan teknologi baru iaitu menggunakan mesin dan jentera-jentera yang telah lama digunakan dalam bidang pembinaan.
- Kaedah pembinaan secara berperingkat dari bawah ke atas (daripada substruktur ke superstruktur).

Kebaikan Kaedah Pembinaan Konvensional

- Kos pembinaan tidak tinggi kerana kurangnya penggunaan jentera yang mahal.
- Pembinaan kotak acuan boleh dibentuk dalam pelbagai saiz dan ukuran yang menyumbang kepada kepelbagaian reka bentuk bangunan.
- Fleksibel kepada perubahan reka bentuk dan bahan kerana aktiviti pembinaannya adalah di tapak pembinaan. Oleh itu, perubahan boleh dilakukan semasa proses pembinaan sedang berjalan.

Kelemahan Kaedah Pembinaan Konvensional

- Risiko dalam pembaziran bahan kerana kesilapan mengira kuantiti bahan akan menyebabkan lebihan pada bancuhan.
- Mempunyai risiko untuk lewat disiapkan kerana proses pembinaan, bergantung kepada cuaca dan sumber buruh yang ada.
- Kualiti binaan boleh terjejas kerana bergantung kepada bahan binaan dan kaedah kerja.
- Memerlukan kawasan pembinaan yang luas bagi susunan struktur dan kemudahan sementara di tapak pembinaan.

b. Top-Down

Kerja pembinaan secara *top-down* merupakan satu teknik pembinaan yang menggunakan teknik pembinaan daripada peringkat atas ke bawah. Pembinaan ini biasa digunakan untuk bangunan yang mempunyai ruangan bawah tanah (*basement*) yang digunakan untuk ruang letak kereta.

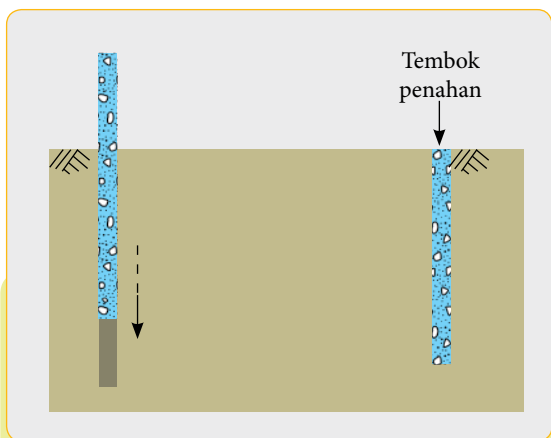
Pembinaan *top-down* menjimatkan masa kerana bahagian substruktur dan superstruktur dibina secara serentak. Walaupun begitu, kaedah ini menggunakan kos yang tinggi kerana melibatkan kos sewaan atau belian jentera yang berteknologi tinggi. Rajah 1.3 menunjukkan kegunaan kaedah pembinaan *top-down*.

Ciri-ciri
Top-Down

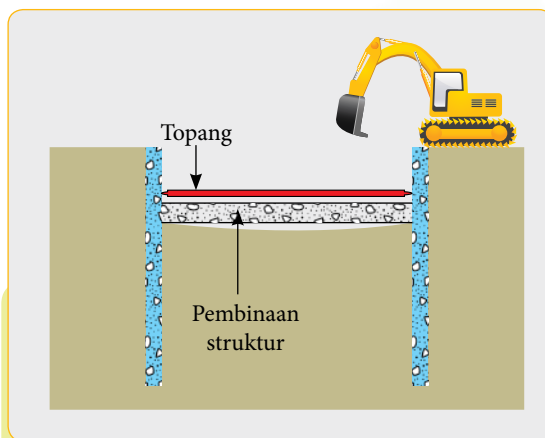
- Pembinaan berskala besar di kawasan yang mempunyai keluasan terhad seperti di bandar-bandar besar.
- Pembinaan yang mempunyai tempoh masa singkat.
- Pembinaan bangunan tinggi yang mempunyai ruang bawah tanah.

Rajah 1.3 Ciri-ciri *top-down*

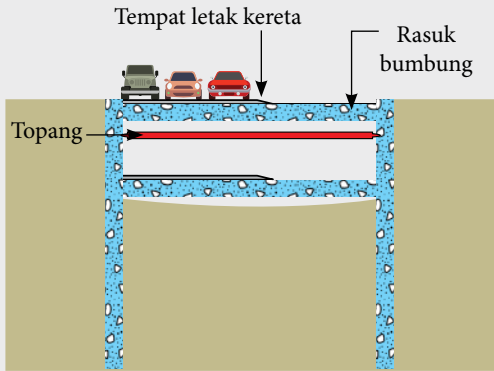
Kaedah Pembinaan Top-Down



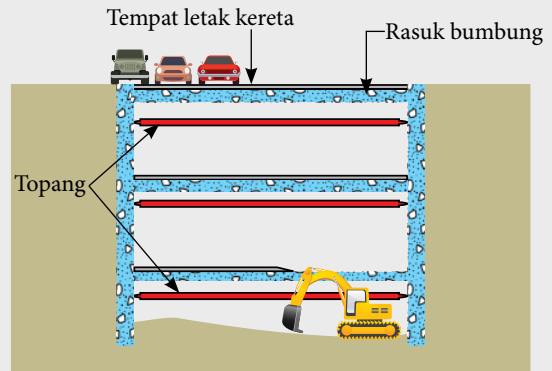
1. Tembok penahan dipasang sebelum kerja-kerja pengorekan dibuat. Pemasangan tembok penahan bagi mengelakkan tanah runtuh.



2. Topang (*strutting*) dipasang di antara dinding penahan bagi mengelakkan runtuh secara mendatar. Setelah itu, kerja-kerja pengorekan dibuat untuk pembinaan struktur.



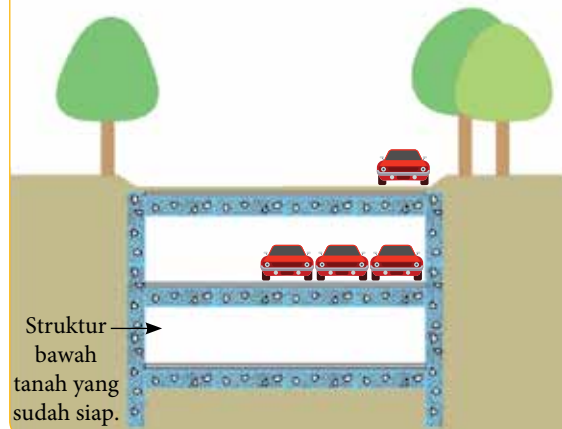
3. Pembinaan rasuk bumbung tingkat atas dibina sebahagian bagi memberi ruang untuk jentera dan pekerja membuat kerja di ruang bawah tanah. Bahagian di lapisan teratas tanah ditutup dengan penutup lantai bagi membolehkannya berfungsi sebagai tempat letak kereta.



4. Topang dipasang di bahagian bawah rasuk bumbung tingkat atas bagi meningkatkan kestabilan binaan. Rasuk bumbung di lapisan kedua tanah dibina dengan memberi sedikit ruang untuk jentera dan pekerja bekerja di dalam ruangnya.



5. Seterusnya, dinding di bahagian tepi rasuk dibina sehingga menutupi keseluruhan bahagian tepi pembinaan. Ruang bukaan di bahagian atas juga ditutup sepenuhnya.



6. Setelah keseluruhan struktur bawah tanah siap, keseluruhan bahagian atas ditimbus semula dengan tanah dan topang (*strutting*) dibuka. Bahagian permukaan tanah digunakan sebagai jalan raya atau kawasan landskap bagi kegunaan awam.



IMBAS DI SINI

Imbas QR Code untuk mengetahui maklumat tambahan tentang kaedah pembinaan *top-down*.

Jadual 1.3 Kebaikan dan keburukan *Top-Down*

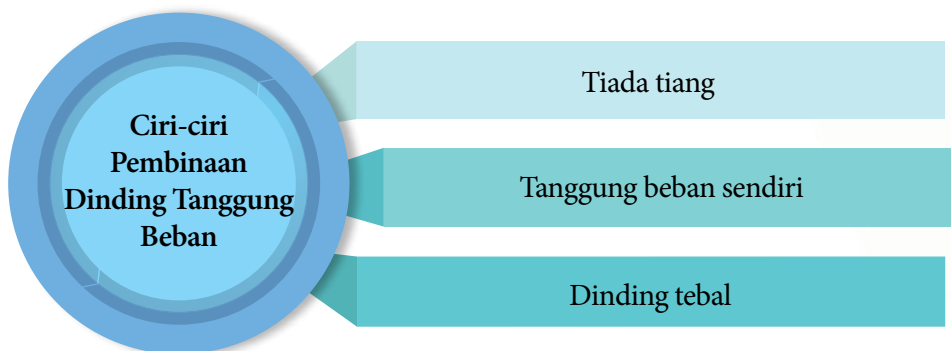
Kebaikan Kaedah Pembinaan <i>Top-Down</i>	Kelemahan Kaedah Pembinaan <i>Top-Down</i>
Menjimatkan masa kerana struktur atas dan bawah bangunan boleh dibina secara serentak.	Kos pembinaan tinggi kerana penggunaan jentera-jentera yang berteknologi tinggi.
Boleh digunakan di kawasan yang mempunyai keluasan terhad seperti di kawasan bandar yang padat.	Pembinaan berisiko tinggi.
Sesuai digunakan bagi pembinaan bangunan tinggi.	Boleh mengakibatkan runtuh disebabkan struktur tanah yang lemah.

c. Dinding Tanggung Beban

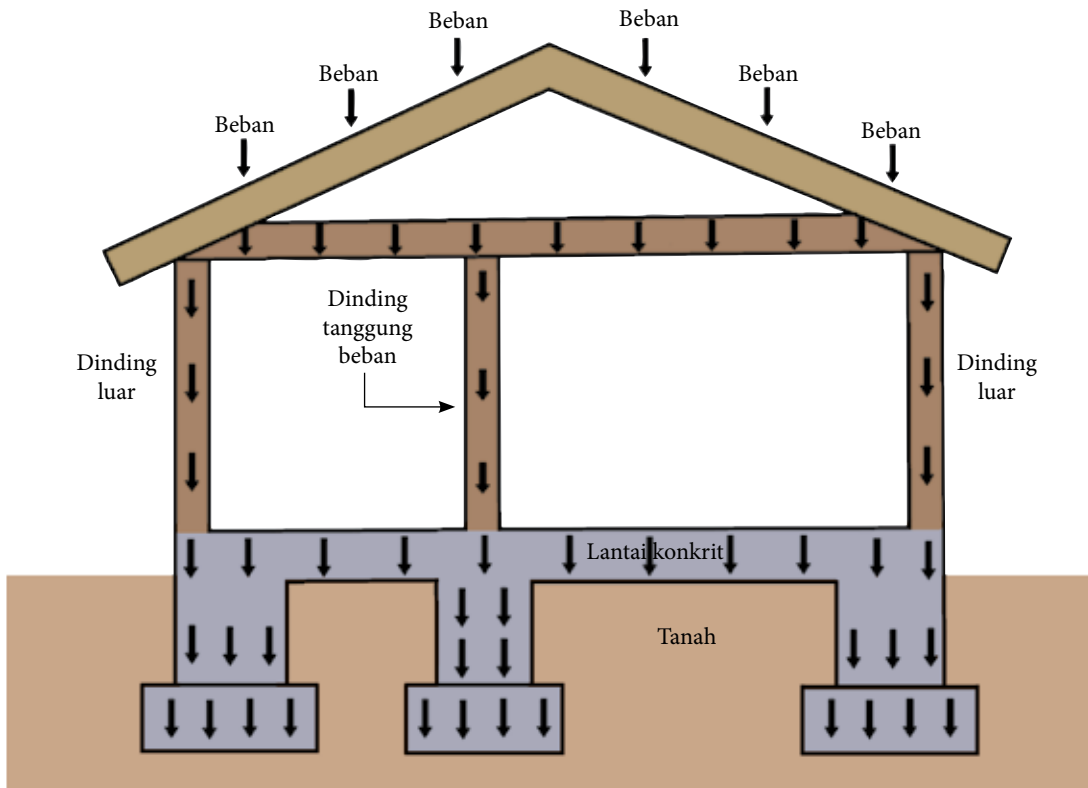
Dinding tanggung beban ialah dinding yang menanggung beban daripada bangunan, sama ada beban mati atau beban hidup selain daripada bebannya sendiri. Dinding ini mempunyai ketebalan minimum 215 mm. Berikut ialah jenis pembinaan dinding tanggung beban:

Tuang di situ	<ul style="list-style-type: none"> Pembinaan dinding adalah di atas asas jalur. Pembinaan tuang di situ lebih kukuh.
Pratuang (<i>precast</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Setiap panel dinding dibuat di kilang dan dipasang di tapak pembinaan. Pemasangan dinding ini memerlukan ketelitian yang tinggi dan tenaga kerja mahir. Pembinaan ini lebih cepat kerana tidak dipengaruhi oleh faktor cuaca. Manakala, jumlah pekerja yang diperlukan juga tidak ramai.
Ikatan bata	<ul style="list-style-type: none"> Jenis ikatan bata yang biasa digunakan dalam pembinaan dinding tanggung beban ialah ikatan kepala bata, ikatan <i>Flemish</i> dan ikatan Inggeris.

Antara jenis ikatan bata yang biasa digunakan dalam pembinaan dinding tanggung beban ialah ikatan kepala bata, ikatan *Flemish* dan ikatan Inggeris. Rajah 1.4 menunjukkan ciri-ciri pembinaan dinding tanggung beban. Rajah 1.5 menerangkan struktur pengagihan beban melalui dinding tanggung beban. Foto 1.1 menunjukkan dinding tanggung beban menggunakan kaedah tuang di situ.



Rajah 1.4 Ciri-ciri pembinaan dinding tanggung beban



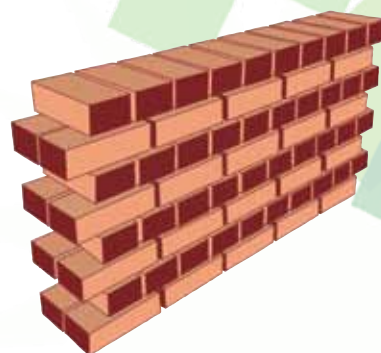
Rajah 1.5 Keratan rentas rumah teres setingkat dengan rangka konvensional



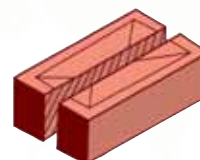
Foto 1.1 Dinding tanggung beban menggunakan kaedah tuang di situ

Ikatan Inggeris

- Ikatan Inggeris terdiri daripada gabungan lapisan kepala bata dan sisi bata yang berselang-seli. Contohnya jika lapisan pertama merupakan ikatan kepala bata maka lapisan kedua ialah ikatan sisi bata atau sebaliknya.
- Dalam ikatan ini, bata setengah perlu diletakkan di bahagian penjuru pada lapisan kepala bata. Bata setengah bertujuan untuk mengelakkan sambungan tegak yang berterusan dan memberi keseragaman pada dinding tersebut.
- Bagi pembinaan tembok yang tebal, susunan bata di bahagian dalam dinding disusun secara selari.
- Ikatan Inggeris merupakan ikatan yang kuat. Oleh itu, ikatan jenis ini digunakan untuk dinding penahan tanah atau dinding rumah. Susunan ikatan ini kelihatan cantik dan sesuai untuk dinding yang tidak dilepa. Rajah 1.6 dan 1.7 menunjukkan ikatan Inggeris.



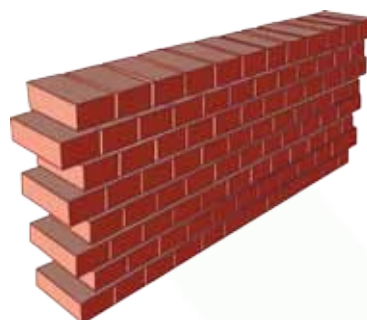
Rajah 1.6 Ikatan Inggeris



Rajah 1.7 Bata penutup setengah

Ikatan Kepala Bata

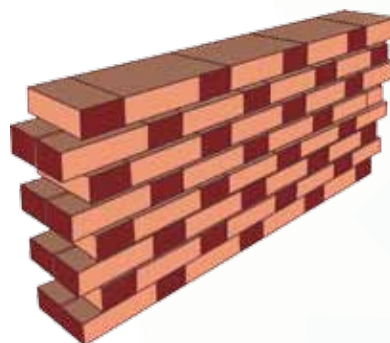
- Dalam ikatan ini, kepala bata disusun secara selari. Oleh itu, bahagian depan permukaan dinding terdiri daripada kepala bata sahaja. Ikatan ini tidak begitu kukuh.
- Ikatan ini sesuai dibuat bagi pembinaan asas bangunan atau pintu gerbang yang tidak menanggung beban tinggi.
- Rajah 1.8 menunjukkan pandangan hadapan dan pelan bagi sebahagian tembok lengkung yang dibina dengan ikatan kepala bata.



Rajah 1.8 Ikatan kepala bata

Ikatan *Flemish*

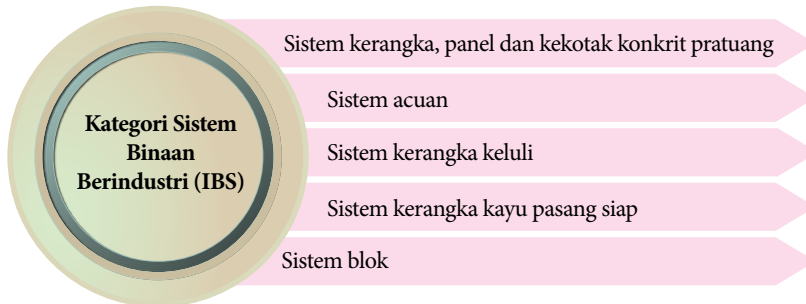
- Dalam ikatan *flemish*, bahagian kepala bata disusun secara berselang-seli dengan bahagian sisi bata dalam satu lapisan. Oleh itu, permukaan hadapan dinding akan kelihatan memanjang dan melebar secara berselang-seli.
- Dinding yang menggunakan ikatan ini kukuh.
- Ikatan jenis ini biasa digunakan bagi pembinaan dinding luar bangunan yang tidak dilepa kerana susunannya adalah cantik.
- Untuk memperoleh sudut yang seragam di bahagian penjuru dinding, bata setengah diletakkan di bahagian hujung selepas susunan kepala bata. Rajah 1.9 menunjukkan ikatan *flemish*.



Rajah 1.9 Ikatan *flemish*

d. Sistem Binaan Berindustri (*Industrialised Building System*)

Sistem Binaan Berindustri atau *Industrialised Building System* (IBS) merupakan satu kaedah pembinaan moden. Dalam kaedah pembinaan ini, komponen bangunan dihasilkan dalam persekitaran yang terkawal, sama ada di kilang atau di tapak bina dan diangkut ke tapak pembinaan menggunakan kren atau jentera yang sesuai. Komponen dipasang di tapak bina dengan penggunaan pekerja yang minimum. Rajah 1.10 menunjukkan kategori sistem binaan berindustri (IBS).



Rajah 1.10 Kategori sistem binaan berindustri (IBS)

i. Sistem Kerangka, Panel dan Kekotak Konkrit Pratuang

Komponen dalam sistem ini terdiri daripada komponen tiang, rasuk, lantai dan panel dinding. Komponen ini dibuat secara pratuang. Selain itu, terdapat komponen yang telah lengkap dipasang di kilang seperti set tandas dan balkoni.



Foto 1.2 Sistem kekotak konkrit pratuang

ii. Sistem Acuan

Acuan bagi komponen konkrit tuang di situ seperti acuan untuk tiang, rasuk, papak lantai dan panel dinding yang boleh digunakan berulang kali. Acuan ini biasanya diperbuat daripada plastik, gentian kaca, keluli, aluminium dan bahan logam lain.



Foto 1.3 Sistem acuan

iii. Sistem Kerangka Keluli

Komponen dalam sistem ini terdiri daripada tiang, rasuk, kerangka portal dan sistem kekuda bumbung dan seumpamanya yang diperbuat daripada keluli.



Foto 1.4 Sistem kerangka keluli

iv. Sistem Kerangka Kayu Prasiap

Komponen dalam sistem ini ialah tiang, rasuk, papak lantai, sistem kekuda bumbung pasang siap dan seumpamanya yang diperbuat daripada kayu.



Foto 1.5 Sistem kerangka kayu pasang siap

v. Sistem Blok Pratuang

Sistem ini merujuk kepada penggunaan blok jitu (*precision blockworks*) termasuk blok konkrit ringan, blok terkunci (*interlocking block*) dan seumpamanya.



Foto 1.6 Sistem blok

Kebaikan kaedah IBS

- Mempercepat tempoh pembinaan.
- Meningkatkan kualiti pembinaan kerana kualiti setiap komponen dikawal sepenuhnya di dalam kilang.
- Reka bentuk bangunan yang seragam.
- Mengurangkan kos buruh kerana kurang tenaga pekerja diperlukan.
- Mewujudkan persekitaran kerja yang selamat dan mesra alam sekitar kerana pengurangan penggunaan acuan kayu dan bancuhan di tapak bina.
- Mengurangkan kesilapan dalam pembinaan kerana segala anggaran kos dibuat menggunakan ukuran yang seragam.

Kelemahan kaedah IBS

- Tenaga buruh yang diperlukan dalam kaedah ini mestilah mempunyai kepakaran dalam penyambungan struktur secara IBS.
- Pembaziran akan berlaku jika pengukuran struktur tidak dilakukan dengan tepat.
- Kebocoran akan berlaku jika tiada pengawasan tinggi semasa proses pemasangan.

e. Pembinaan Hijau

- Pembinaan hijau merujuk kepada aplikasi, produk dan sistem pembinaan yang mesra alam. Secara umumnya, struktur pembinaannya dikawal dan dikendalikan secara berkesan yang menggalakkan pengurusan yang efisien dan mengurangkan pembaziran. Selain itu, pembinaan hijau menitikberatkan kesihatan pengguna dan bersifat jimat tenaga.
- Bangunan yang diklasifikasikan sebagai bangunan hijau ialah bangunan yang telah mendapat pengiktirafan dan memenuhi piawaian *Green Building Index* yang telah ditetapkan oleh Green Building Sdn. Bhd., GreenPASS oleh CIDB dan PHJKR (Penarafan Hijau JKR) oleh Jabatan Kerja Raya Malaysia.



Rajah 1.11 Inovasi bangunan dalam reka bentuk




IMBAS DI SINI

Imbas QR Code untuk mengetahui maklumat tambahan tentang rumah berteknologi IBS.

Latihan 1.2


1. Berikan definisi pembinaan konvensional dan terangkan kaedah pembinaan itu.
2. Berdasarkan pengetahuan anda berkenaan dengan Sistem Binaan Berindustri (IBS) di Malaysia, lengkapkan jadual di bawah.


Kategori Sistem Binaan Berindustri (IBS)	Contoh Pembinaan

3. Pembinaan *top-down* menjimatkan masa kerana struktur atas dan bawah dibina secara serentak. Bincangkan isu-isu keselamatan pekerja dalam pembinaan ini. 

4.
 - Dinding bata yang kukuh.
 - Dinding bersambung terus dengan asas bangunan.

Rajah 1.12 Kaedah X


Rajah 1.12 merujuk kepada kaedah X. Apakah jenis kaedah yang digunakan bagi struktur tersebut? Berikan ciri-ciri kaedah itu. 


5. Antara ciri-ciri penting dalam pembinaan hijau adalah untuk mengurangkan pembaziran di tapak bina. Berikan satu contoh proses dan terangkan bagaimana pembaziran dapat dielakkan di tapak bina. 

6.

Aktiviti A

 - Membina asas bangunan.
 - Membuat tempahan bahan binaan yang diperlukan.

Apakah proses pembinaan yang melibatkan Aktiviti A? Bincangkan keperluan dalam peringkat tersebut? 

7. Berdasarkan kaedah-kaedah pembinaan yang telah anda pelajari daripada unit ini, lengkapkan jadual di bawah. 

Keterangan Projek	Kaedah Pembinaan	Justifikasi Pemilihan
Membina bangunan kilang satu tingkat di Lot 78, Taman Sri Indah. Jangka masa projek: 8 bulan		
Membina satu unit banglo dua tingkat di Jalan Padang. Jangka masa projek: 10 bulan		
Membina kompleks beli-belah tujuh tingkat dilengkapi dua tingkat lot parkir kenderaan. Jangka masa projek: 15 bulan		



1.3

Peringkat Prapembinaan

1.3.1

Prapembinaan

Prapembinaan

- a. Perolehan tapak
- b. Ukur tanah dan uji tanah
- c. Lukisan dan perincian
- d. Penawaran tender
- e. Membuat taksiran
- f. Pekerja
- g. Bahan dan jentera

STANDARD PEMBELAJARAN

- Memerihalkan peringkat prapembinaan.
- Menjelaskan peranan pihak yang terlibat dalam peringkat perancangan.
- Melaksanakan kerja ukur tanah dan uji tanah.
- Menentukan jenis bahan binaan yang digunakan dalam pembinaan bangunan.
- Membuat kesimpulan ke atas Ujian Penurunan Konkrit yang telah dilaksanakan.
- Mentaksir anggaran kos.

a. Perolehan Tapak

Dalam perolehan tapak, tiga perkara penting yang perlu dipertimbangkan ialah:

- i. Pemilihan tapak
- ii. Kos tapak
- iii. Pembelian hartanah

Pemilihan Tapak

- Pemilihan tapak ialah faktor penting dalam menyempurnakan sesuatu projek pembinaan. Bagi langkah ini, klien dan perunding perlu melakukan lawatan tapak bagi melihat tapak tersebut.
- Tapak yang dipilih perlulah mempunyai keluasan yang sesuai dengan jenis pembinaan.

Kos Tapak

- Kos tapak pembinaan akan mempengaruhi kos pembinaan. Anggaran kos bagi sesebuah tapak pembinaan bergantung kepada beberapa faktor, iaitu:

• Jenis tanah

Terdapat banyak jenis tanah yang ada di tapak bina seperti tanah liat, tanah gambut, tanah pasir dan tanah paya. Jenis tanah ini akan mempengaruhi kaedah pembinaan yang akan dilaksanakan.

• Status tanah

Sebelum memilih tanah, klien harus mengetahui status tanah yang terlibat. Jenis status tanah boleh diperoleh daripada Pejabat Tanah dan Galian. Contoh status tanah ialah tanah pertanian, tanah perumahan dan tanah komersial. Setiap pembangunan perlu dibuat berdasarkan status tersebut. Contohnya, pembinaan perumahan hanya



dibolehkan bagi status tanah perumahan. Bagi kelulusan pembinaan di atas status tanah yang berlainan, penukaran status perlu dibuat. Penukaran ini melibatkan kos yang lebih tinggi.

- **Lokasi tapak**

Lokasi tapak merujuk kepada kedudukan tapak yang ingin dipilih. Tapak yang berdekatan dengan kawasan bandar dan hampir dengan kemudahan awam serta mempunyai kemudahan prasarana yang akan lebih bernilai.

- **Rupa bentuk bumi**

Rupa bentuk bumi sama ada berbukit, landai atau mempunyai cerun memberi kesan kepada kos tapak. Bagi kawasan yang berada di kawasan berbukit, kos pemotongan dan penambahan diperlukan.

- **Sumber kewangan**

Sumber kewangan merujuk bagaimana sumber kewangan diperoleh oleh klien. Namun, terdapat banyak sumber kewangan seperti wang sendiri, pembiayaan bank atau gabungan kedua-dua sumber tersebut. Sumber pembiayaan daripada bank mempunyai kadar faedah tertentu dan perlu dibayar balik dalam tempoh yang ditetapkan.

- **Bahan dan jentera**

Proses kerja dalam pembinaan seperti kerja-kerja menambak, menimbus, mengorek, menggali dan memadat melibatkan bahan-bahan seperti tanah, pasir dan batu. Jentera seperti jentolak, lori dan pengelek turut digunakan dalam aktiviti-aktiviti ini.

Pembelian Hartanah

Pembelian hartanah merujuk kepada kaedah klien memiliki sesuatu hartanah sebagai tapak pembinaan. Rajah 1.13 menunjukkan kaedah pembelian hartanah.



Perundingan

Penjual dan pembeli akan berunding tentang harga jualan, tarikh pemilikan dan kandungan hartanah.

Perundangan

- Melalui Akta Pengambilan Tanah 1960, kerajaan mempunyai hak untuk mengambil tanah persendirian bagi mendirikan kemudahan infrastruktur seperti jalan raya, sekolah dan hospital.
- Bagi kaedah ini, kerajaan akan membuat penilaian kepada hartanah tersebut dan memberi pampasan kepada pemilik tanah.

Rajah 1.13 Kaedah pembelian hartanah

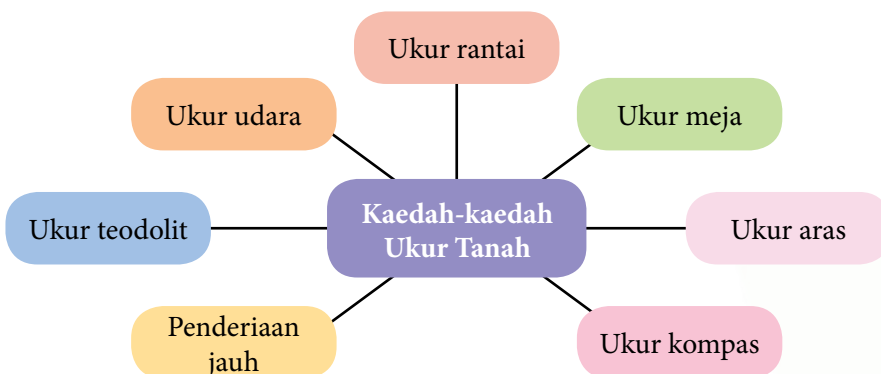
b. Ukur Tanah dan Uji Tanah

Ukur Tanah

Ukur tanah ialah salah satu bidang pengukuran dalam kejuruteraan awam. Ukur tanah melibatkan kerja-kerja mengukur jarak, sudut dan kedudukan di permukaan bumi. Tujuan ukur tanah adalah untuk mendapatkan data daripada bumi untuk menghasilkan pelan, menentukan sempadan dan keluasan tapak kawasan. Selain itu, ukur tanah juga dapat menentukan isi padu tanah yang mungkin diperlukan semasa pembinaan, memastikan pembinaan berada di tempat yang betul dan menentukan aras tapak. Rajah 1.14 menjelaskan tugas juruukur tanah dan Rajah 1.15 menyenaraikan jenis-jenis kaedah ukur tanah.



Rajah 1.14 Tugas juruukur tanah



Rajah 1.15 Kaedah-kaedah ukur tanah

Kerja Ukur Tanah dan Uji Tanah

Ukur Aras

Ukur aras ialah kaedah pengukuran bagi menentukan beza tinggi titik-titik di atas muka bumi yang dirujuk kepada datum dengan menggunakan alat aras dan staf. Dalam kerja ukur aras, alat aras digunakan untuk mendapatkan bacaan pada titik-titik yang telah ditentukan di atas permukaan bumi. Berdasarkan bacaan ini, ketinggian titik pada permukaan bumi akan ditentukan.

Tujuan ukur aras:

- i. Untuk mendapatkan beza tinggi antara dua titik.
- ii. Membina batu aras (*bench mark*) dan batu aras sementara (*temporary bench mark*) untuk sesuatu projek pembinaan.
- iii. Menghasilkan peta kontur bagi tapak pembinaan.
- iv. Menanda kecerunan tanah untuk tujuan tertentu seperti pengaliran air dan sebagainya.
- v. Menentukan aras penambahan dan pemotongan tanah.

Peralatan dalam Ukur Aras

i. Alat Aras

Terdapat empat jenis alat aras yang sering digunakan dalam kerja ukur aras. Penerangan alat-alat tersebut ditunjukkan di dalam Jadual 1.4.



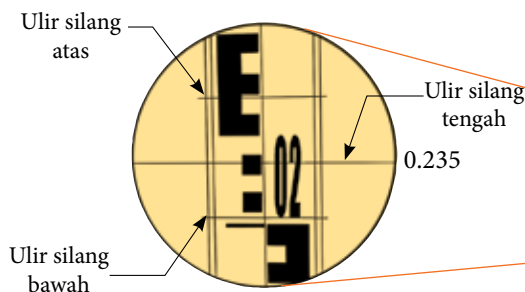
Foto 1.7 Alat aras

Jadual 1.4 Jenis alat aras

Alat	Penerangan
Alat aras automatik	Alat aras ini dilaraskan secara kasar berpandukan gelembung aras bulat dan melaras secara automatik. Prisma di dalamnya akan bertindak balas terhadap graviti bumi untuk berada dalam kedudukan mendatar.
Alat aras dompot (<i>Dumpy level</i>)	Alat aras dompot mempunyai gelembung udara di bahagian kiri dan teleskop dilaras menggunakan tiga skru tapak.
Alat aras jongkit (<i>Tilting level</i>)	Alat aras jongkit mempunyai skru penjongkit dan gelombang aras jitu seperti alat aras jongkit. Sebelum bacaan staf diambil, skru penjongkit dipusingkan untuk pengarasan jitu.
Alat aras digital	Alat aras ini menggunakan konsep pantulan cahaya atau laser di mana bacaan aras akan dipaparkan dalam bentuk digit. Terdapat komponen yang boleh mengimbas kod-kod bacaan pada staf bagi mengelakkan berlakunya kesilapan pada bacaan staf.

ii. Staf

- Staf ialah alat yang digunakan untuk menentukan ketinggian titik-titik di atas permukaan bumi. Staf yang biasa digunakan ialah staf metrik.
- Alat ini boleh dilaraskan sama ada dipanjangkan atau dipendekkan dengan panjang maksimum iaitu lima meter.
- Rajah 1.16 menunjukkan bacaan pada staf yang diambil daripada angka pada ulir silang tengah.



Rajah 1.16 Imej staf



Foto 1.8 Staf

iii. Kaki tiga

- Digunakan untuk menopang alat aras. Kaki tiga ini juga digunakan untuk alat teodolit.



Foto 1.9 Kaki tiga

iv. Gelembung staf

- Gelembung udara digunakan untuk memastikan staf dalam keadaan tegak.
- Alat ini dilekapkan pada sisi staf.



Foto 1.10 Gelembung staf

v. Pita ukur

- Pita ukur yang digunakan diperbuat daripada linen, sintetik, fiber dan sebagainya. Panjangnya ialah 30 m, 50 m atau 100 m.
- Pita ukur digunakan untuk mengambil jarak dalam kerja mengukur.



Foto 1.11 Pita ukur

Istilah dalam ukur aras

- i. **Aras laras** Ketinggian setiap titik di muka bumi diukur daripada permukaan datum.
- ii. **Datum** Sebarang permukaan aras yang menjadi rujukan bagi ketinggian titik di permukaan bumi. Rujukan yang biasa digunakan ialah purata aras laut.
- iii. **Batu aras** Satu binaan kekal yang menjadi titik rujukan yang diketahui aras larasnya. Kebiasaannya, batu aras ini boleh dilihat di tepi jalan raya setiap 2 km atau berhampiran dengan bangunan-bangunan kerajaan.
- iv. **Titik pindah** Titik kedudukan staf untuk bacaan pandangan belakang dan pandangan hadapan diambil.
- v. **Pandangan belakang** Cerapan pertama yang diambil selepas alat aras disiapkan.
- vi. **Pandangan antara** Cerapan yang diambil di antara pandangan belakang dan pandangan hadapan.
- vii. **Pandangan hadapan** Cerapan terakhir sebelum alat aras dipindahkan.



Foto 1.12 Batu aras

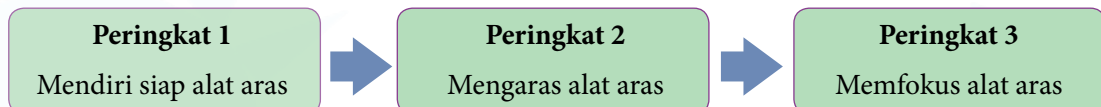
Prosedur Kerja Ukur Aras



Kerja Lapangan

1. Pelarasan Sementara Alat Aras

- Dibahagikan kepada tiga peringkat, iaitu:

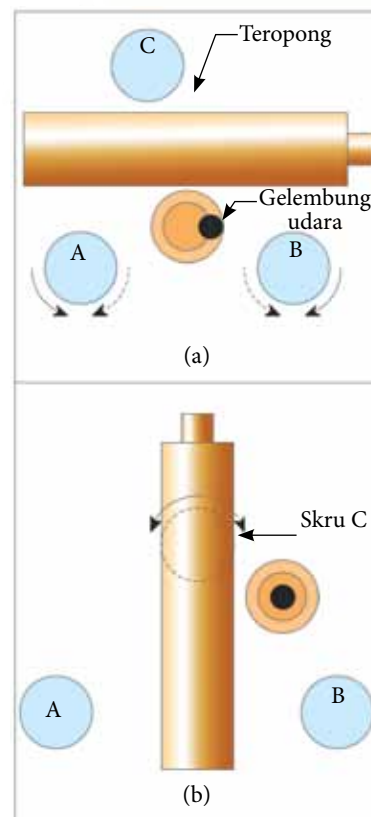


Peringkat 1: Menopang Alat Aras

- Kaki tiga didirikan di atas tanah pada ketinggian yang sesuai. Plat permukaan kaki tiga perlu dipastikan hampir mendatar.
- Kaki tiga ditekan ke dalam tanah bagi meneguhkan kedudukan.
- Penutup bahagian atas kaki tiga perlu dibuka.
- Keluarkan alat aras daripada kotak dengan memegang rangkanya. Kemudian pasang di atas kaki tiga.
- Ketatkan alat aras pada kaki tiga dengan menggunakan skru pengapit.

Peringkat 2: Mengaras Alat Aras

- Pusing teropong supaya selari dengan skru pelaras dan pastikan gelembung udara berada di tengah-tengah bulatan. Contoh skru A dan skru B.
- Pusingkan skru A dan skru B ke arah yang berlawanan sehingga gelembung bulat bergerak ke arah tengah bulatan seperti dalam Rajah 1.17 (a).
- Pusing teropong supaya bersudut tepat dengan skru A dan skru B. Kemudian, pusingkan skru C sehingga gelembung berada di tengah-tengah bulatan. Jika gelembung berada di tengah-tengah, hal ini menunjukkan alat aras telah dilaraskan dengan tepat seperti dalam Rajah 1.17 (b).



Rajah 1.17 Mengaras alat aras

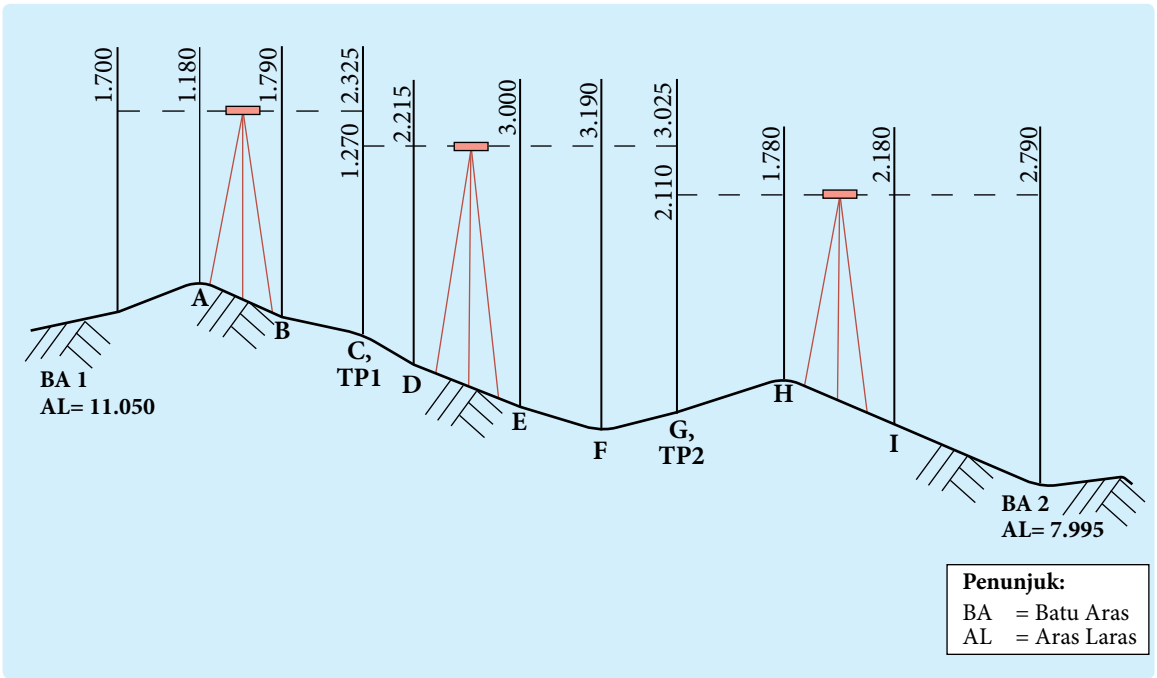
Peringkat 3: Memfokus Alat Aras

- Fokus teropong pada satu objek yang cerah.
- Pusingkan kanta mata sehingga ulir silang jelas kelihatan.
- Pusing teropong ke arah staf dan pusingkan skru pemfokus sehingga staf boleh dilihat.
- Pusingkan skru dengan perlahan supaya ulir silang berada di tengah-tengah staf.
- Pastikan tiada perbezaan di antara imej staf dan ulir silang. Jika berbeza, laraskan semula kanta.

2. Kerja Pencerapan dan Pembukuan

Setelah selesai langkah-langkah di atas, kerja-kerja pencerapan dan pembukuan akan dilakukan.

- Staf dicerap di atas batu aras atau batu aras sementara. Bacaan staf dicatatkan pada ruangan pandangan belakang.
- Maklumat berkenaan batu aras, rantaian dan titik pindah dicatatkan.
- Setelah itu, pindahkan staf untuk mendapatkan pandangan antara dan pandangan hadapan. Bacaan dicatatkan.



Rajah 1.18 Keratan membujur kerja ukur aras

Kaedah Pengiraan Aras

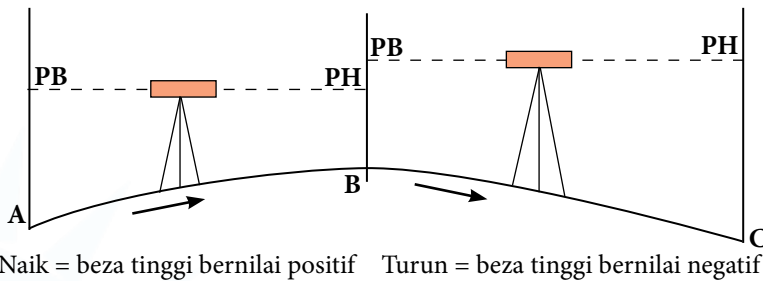
Terdapat dua kaedah dalam pengiraan aras, iaitu:

1. Kaedah Naik Turun

Kaedah ini sesuai digunakan bagi kerja ukur aras yang mempunyai banyak cerapan yang perlu dibuat.

Cara pengiraan:

Dalam kaedah ini, aras laras bagi setiap titik ditentukan berdasarkan beza tinggi antara dua titik. Dalam keadaan naik, aras laras diperoleh dengan mencampurkan nilai beza tinggi yang bertambah dengan aras laras sebelumnya. Jika terdapat beza tinggi yang berkurang, aras laras diperoleh dengan menolak nilai beza tinggi yang berkurangan itu daripada aras laras titik sebelumnya.



Rajah 1.19 Kaedah naik turun

Jadual 1.5 Pengiraan aras menggunakan kaedah naik turun adalah seperti dalam jadual di bawah

Pandangan Belakang	Pandangan Antara	Pandangan Hadapan	Naik	Turun	Aras Laras (m)	Jarak (m)	Catatan
1.700					11.050	0	BA1, AL= 11.050
	1.180		0.520		11.570	20	Titik A
	1.770			0.590	10.980	40	Titik B
1.270		2.325		0.555	10.425	60	Titik C, TP 1
	2.215			0.945	9.480	70	Titik D
	3.000			0.785	8.695	100	Titik E
	3.190			0.190	8.505	120	Titik F
2.110		3.025	0.165		8.670	140	Titik G, TP2
	1.780		0.330		9.000	170	Titik H
	2.180			0.400	8.600	200	Titik I
		2.790		0.610	7.990	240	BA2, AL = 7.995
5.080		8.140	1.015	4.075	7.990		Ralat sebenar = 7.995 m – 7.990 m = 0.005 m
- 8.140			- 4.075		-11.050		
- 3.060			- 3.060		- 3.060		

Perincian kiraan:

Langkah 1: Cari perbezaan tinggi

Bacaan staf pada BA1 = 1.700

Bacaan staf pada titik A = 1.180

Oleh itu, beza tinggi antara BA1 dengan titik A = 1.700 m – 1.180 m
= **0.520 m**

Nilai yang diperoleh bernilai positif yang menunjukkan kedudukan tinggi (naik).

Maka, jawapan 0.520 perlu ditulis di ruangan naik.

Aras laras pada titik B = Beza tinggi antara A dan B
= Bacaan staf di titik A – Bacaan staf di titik B
= 1.180 m – 1.770 m
= - 0.590 m

Nilai yang diperoleh adalah negatif yang menunjukkan titik B lebih rendah daripada titik A.

Maka, nilai 0.590 perlu ditulis di ruangan turun.

Langkah 2: Tentukan Nilai Aras Laras

$$\begin{aligned}
 - \text{ Aras laras pada titik A} &= \text{ Aras laras di BA1} + \text{ Naik} \\
 &= 11.050 \text{ m} + 0.520 \text{ m} \\
 &= 11.570 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Nilai 11.570 perlu dituliskan pada ruangan Aras Laras.

$$\begin{aligned}
 - \text{ Aras laras bagi titik B} &= \text{ Aras laras titik A} + (\text{Beza tinggi A dan B}) \\
 &= 11.570 \text{ m} + (-0.590 \text{ m}) \\
 &= 10.980 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Nilai 10.980 perlu dicatatkan pada ruangan Aras laras titik B.

Langkah 3: Semakan Aritmetik**Cara Menyemak pengiraan Kaedah Naik dan Turun**

$$\Sigma \text{ PB} - \Sigma \text{ PH} = \Sigma \text{ Naik} - \Sigma \text{ Turun} = \text{ Aras Laras Akhir} - \text{ Aras Laras Mula}$$

NOTA:

$\Sigma \text{ PB}$ = Jumlah semua bacaan pandangan belakang yang dicerap.

$\Sigma \text{ PH}$ = Jumlah semua bacaan pandangan hadapan.

$\Sigma \text{ Naik}$ = Jumlah semua nilai naik.

$\Sigma \text{ Turun}$ = Jumlah semua nilai turun.

Langkah 4: Semakan ketepatan kerja ukur aras

Setelah semakan aritmetik dilakukan, kerja semakan ketepatan kerja ukur aras perlu dilakukan. Membandingkan ralat sebenar dan ralat yang dibenarkan.

$$\begin{aligned}
 \text{Ralat sebenar} \\
 &= 7.995 - 7.990 \\
 &= 0.005 \text{ m}
 \end{aligned}$$

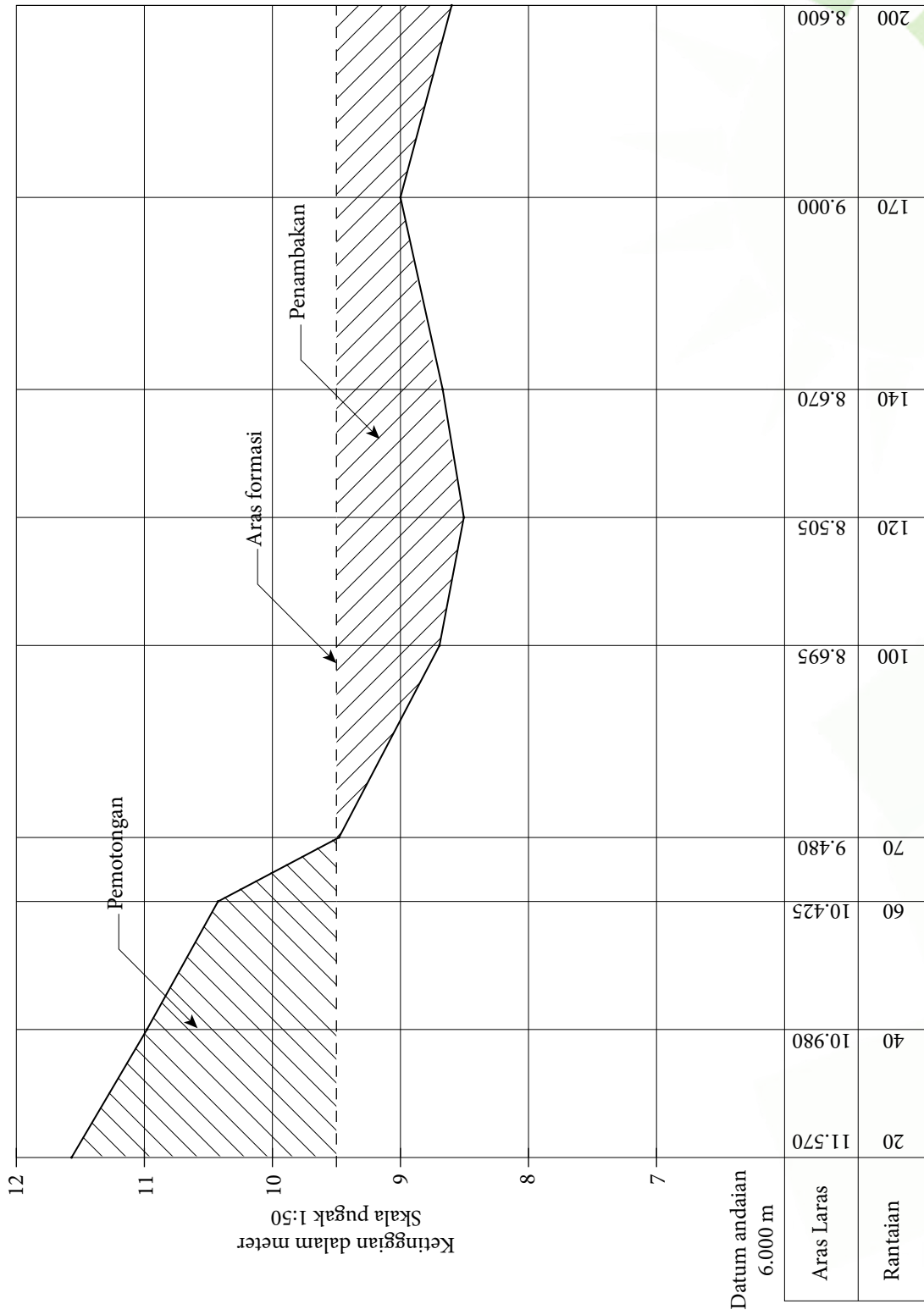
$$\begin{aligned}
 \text{Ralat yang dibenarkan} \\
 &= [\pm 0.012 (\sqrt{D})] \text{ m} \\
 &= [\pm 0.012 (\sqrt{0.24})] \text{ m} \\
 &= 0.006 \text{ m}
 \end{aligned}$$

D = Jumlah jarak dalam unit kilometer (km)

Daripada hasil perbandingan, didapati kerja ukur ini boleh diterima kerana ralat sebenar (0.005 m) ialah lebih kecil daripada ralat yang dibenarkan (0.006 m). Jika ralat sebenar lebih besar daripada ralat yang dibenarkan, kerja ukur ini tidak boleh diterima dan perlu diulangi.

Langkah 5: Plotan

Setelah semakan ketepatan kerja ukur aras selesai, kerja plotan bolehlah dilakukan bagi menggambarkan muka keratan kerja ukur aras. Rajah 1.20 menunjukkan plotan aras formasi dan pematongan serta penambakan.

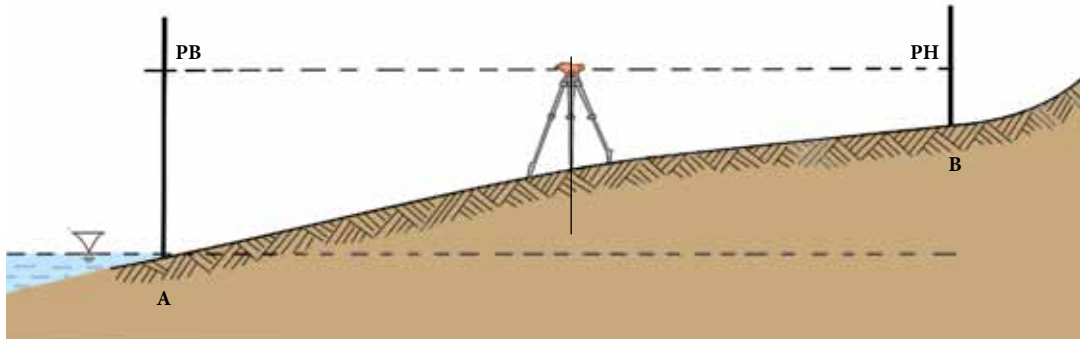


Skala ufuk 1:1000

Rajah 1.20 Plotan aras formasi dan pemotongan serta penambakan

2. Kaedah Tinggi Kolimatan

Tinggi kolimatan ialah ketinggian garis cerapan daripada permukaan datum. Kaedah ini sesuai bagi kerja ukur aras yang mempunyai banyak pandangan antara seperti dalam kerja ukur kontur dan keratan.



Rajah 1.21 Kaedah tinggi garis kolimatan

Cara pengiraan

Tinggi Kolimatan (TK) = Aras Laras A + Bacaan PB
 Aras Laras B = TGK – Bacaan PH

Jadual 1.6 Pengiraan aras laras menggunakan kaedah tinggi kolimatan

Pandangan Belakang	Pandangan Antara	Pandangan Hadapan	Tinggi Kolimatan	Aras Laras (m)	Jarak (m)	Catatan
1.700			12.750	11.050	0	BA1, AL= 11.050
	1.180			11.570	20	Titik A
	1.770			10.980	40	Titik B
1.270		2.325	11.695	10.425	60	Titik C, TP 1
	2.215			9.480	70	Titik D
	3.000			8.695	100	Titik E
	3.190			8.505	120	Titik F
2.110		3.025	10.780	8.670	140	Titik G, TP2
	1.780			9.000	170	Titik H
	2.180			8.600	200	Titik I
		2.790		7.990	240	BA2, AL = 7.995
5.080		8.140		7.990		Ralat sebenar = 7.995 m – 7.990 m = 0.005 m
– 8.140			–11.050			
– 3.060				– 3.060		

Perincian kiraan:**Langkah 1: Tentukan tinggi kolimatan pada BA1**

$$\begin{aligned}\text{Tinggi Kolimatan} &= \text{Aras Laras} + \text{Pandangan Belakang} \\ &= 11.050 \text{ m} + 1.700 \text{ m} \\ &= \mathbf{12.750 \text{ m}}\end{aligned}$$

Tuliskan nilai 12.750 pada ruangan tinggi kolimatan di BA1.

Langkah 2: Tentukan nilai aras laras pada titik A

$$\begin{aligned}\text{Aras Laras titik A} &= \text{Tinggi kolimatan} - \text{Bacaan pandangan antara} \\ &= 12.750 \text{ m} - 1.180 \text{ m} \\ &= \mathbf{11.570 \text{ m}}\end{aligned}$$

Tuliskan nilai 11.570 di ruangan aras laras titik A.

$$\begin{aligned}\text{Aras Laras titik B} &= \text{Tinggi kolimatan} - \text{Bacaan pandangan antara} \\ &= 12.750 \text{ m} - 1.770 \text{ m} \\ &= \mathbf{10.980 \text{ m}}\end{aligned}$$

Tuliskan nilai 10.980 di ruangan aras laras titik B.

$$\begin{aligned}\text{Aras Laras titik C} &= \text{Tinggi kolimatan} - \text{Bacaan pandangan antara} \\ &= 12.750 \text{ m} - 2.325 \text{ m} \\ &= \mathbf{10.425 \text{ m}}\end{aligned}$$

Tuliskan nilai 10.425 di ruangan aras laras titik C.

Lakukan proses hitungan yang sama hingga ke BA2.

Langkah 3: Tentukan tinggi kolimatan pada titik C, TP1

$$\begin{aligned}\text{Tinggi Kolimatan} &= \text{Aras Laras} + \text{Pandangan Belakang} \\ &= 10.425 \text{ m} + 1.270 \text{ m} \\ &= \mathbf{11.695 \text{ m}}\end{aligned}$$

Tuliskan nilai 11.695 pada ruangan tinggi kolimatan di titik C.

Selepas itu, lakukan proses hitungan yang sama hingga ke BA2.

Langkah 4: Semakan Aritmetik

- Semakan aritmetik ialah kaedah untuk menyemak sama ada pengiraan aras yang dikira adalah tepat atau tidak.

Cara Menyemak pengiraan kaedah tinggi garis kolimatan

$$\Sigma \text{PB} - \Sigma \text{PH} = \text{Aras Laras Akhir} - \text{Aras Laras Mula}$$

NOTA:

ΣPB = Jumlah semua bacaan pandangan belakang yang dicerap.

ΣPH = Jumlah semua bacaan pandangan hadapan.

Langkah 5: Semakan ketepatan kerja ukur aras adalah sama seperti Kaedah Naik Turun.

Langkah 6: Plotan bagi kaedah tinggi kolimatan adalah sama seperti Kaedah Naik Turun.



Uji Tanah

Uji tanah merujuk kepada penyiasatan tanah secara terperinci sebelum sesuatu projek pembinaan dimulakan. Tujuan uji tanah adalah untuk mengetahui profil lapisan tanah serta daya rintangan tanah terhadap bebanan. Langkah ini penting bagi memastikan reka bentuk pembangunan sesuai dengan kekuatan tanah yang ada untuk mengelakkan berlakunya runtuhannya sekali gus menjejaskan keselamatan pengguna. Antara kaedah yang biasa digunakan ialah ujian ayakan tanah dan Proba Mackintosh.

• Proba Mackintosh

Kaedah ini dibuat untuk menguji daya rintangan tanah secara ujian tusukan (*penetration test*). Ujian ini bertujuan bagi mendapatkan nilai keupayaan gelas tanah. Ujian dilakukan dengan menjatuhkan tukul dan menyebabkan kon tersebut masuk ke dalam tanah yang akan diuji. Jumlah hentaman setiap satu kaki atau 300 mm akan direkodkan. Ujian ini hanya terhad untuk kedalaman 15 m sahaja bergantung kepada jenis tanah. Data kedalamannya akan ditafsir menggunakan graf yang diplot dan formula yang berkaitan.

Ujian Proba Mackintosh

Alat dan bahan:

Rod besi 1.2 m panjang dan mempunyai diameter 2.5 mm, kon keluli (diameter 25 mm), penyambung, set penukul, pita ukur dan penarik rod.



Foto 1.13 Alat ujian proba mackintosh

Prosedur:

1. Sambungkan kon keluli pada bahagian bawah rod besi dan set penukul pada bahagian atas rod besi.
2. Tegakkan rod besi seranjang dengan permukaan tanah pada titik yang hendak diuji.
3. Ukur jarak 0.3 m pada rod besi dan tandakan dengan kapur.
4. Angkat penukul sehingga had maksimum dan lepaskan.
5. Kirakan bilangan hentaman bagi penusukan 0.3 m.
6. Jumlah hentaman pada setiap penusukan 0.3 m direkodkan dalam jadual Ujian Proba Mackintosh (seperti Jadual 1.7).
7. Tanggalkan set penukul dan sambungkan rod besi yang lain di kepala rod besi yang asal pada sela 0.3 m terakhir.
8. Tandakan semula setiap jarak 0.3 m pada rod tersebut. Lakukan hentaman semula dan ulangi langkah 4 hingga 6. Hentaman hendaklah dihentikan apabila bilangan hentaman mencapai 400 kali bagi penusukan 0.3 m atau kedalaman penusukan mencapai 15 m.
9. Bersihkan rod besi, kon keluli dan penyambung selepas digunakan.

Prosedur Mendapatkan Nilai Keupayaan Galas Tanah

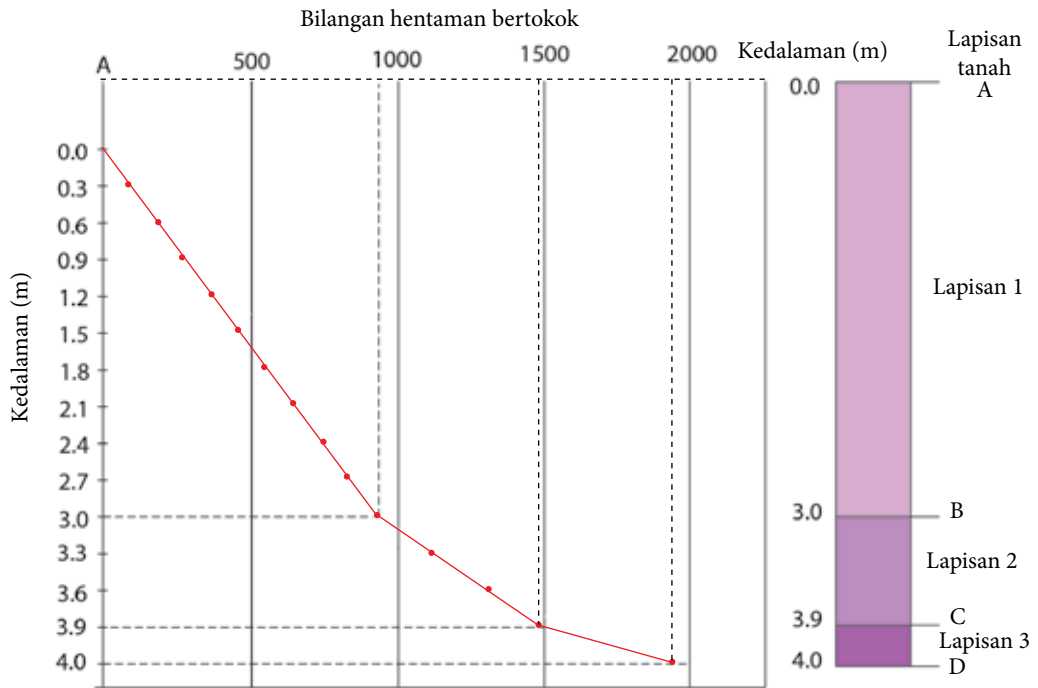
1. Berdasarkan data dalam contoh jadual ujian Proba Mackintosh, hitungkan bilangan hentaman bertokok.

Bilangan hentaman bertokok = Tambahkan bilangan hentaman pada setiap sela 0.3 m

2. Plotkan graf kedalaman (m) melawan bilangan hentaman bertokok.
3. Lukiskan kecerunan berdasarkan plotan dan labelkan titik perubahan kecerunan.
4. Lukiskan pandangan keratan rentas lapisan tanah tersebut.
5. Kirakan nilai hentaman 0.3 m pada setiap lapisan tanah.
6. Dapatkan nilai keupayaan galas tanah bagi setiap lapisan tanah dengan merujuk kepada graf piawai keupayaan galas tanah melawan hentaman 0.3 m.

Jadual 1.7 Contoh jadual Ujian Proba Mackintosh

Blok Sekolah		
Kedalaman (m)	No Titik: 10 Tarikh : 20.3.2017 Bilangan hentaman/0.3 m	Bilangan Hentaman Bertokok
0.0 – 0.3	130	130
0.3 – 0.6	100	230
0.6 – 0.9	90	320
0.9 – 1.2	94	414
1.2 – 1.5	85	499
1.5 – 1.8	79	578
1.8 – 2.1	65	643
2.1 – 2.4	110	753
2.4 – 2.7	87	840
2.7 – 3.0	90	930
3.0 – 3.3	123	1053
3.3 – 3.6	205	1258
3.6 – 3.9	240	1498
3.9 – 4.0	400	1898



Rajah 1.22 Graf kedalaman melawan bilangan hentaman bertokok

Penyelesaian:

Lapisan AB

$$\begin{aligned} \text{Jumlah hentaman daripada A ke B} &= 930 - 0 \\ &= 930 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sela daripada A ke B} &= \frac{3.0 - 0}{0.3} \\ &= 10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Oleh itu, bilangan hentaman/m} &= \frac{930 - 0}{10} \\ &\approx 93.0 \end{aligned}$$

Nilai keupayaan galas tanah bagi lapisan AB yang diperolehi daripada graf piawai ialah 353 kN/m^2 .

Lapisan BC

$$\begin{aligned} \text{Jumlah hentaman daripada B ke C} &= 1498 - 930 \\ &= 568 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sela daripada B ke C} &= \frac{3.9 - 3.0}{0.3} \\ &= 3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Oleh itu, bilangan hentaman/m} &= \frac{568}{3} \\ &= 189.33 \end{aligned}$$

Daripada graf piawai, didapati nilai keupayaan graf tanah bagi lapisan BC melebihi graf piawai.

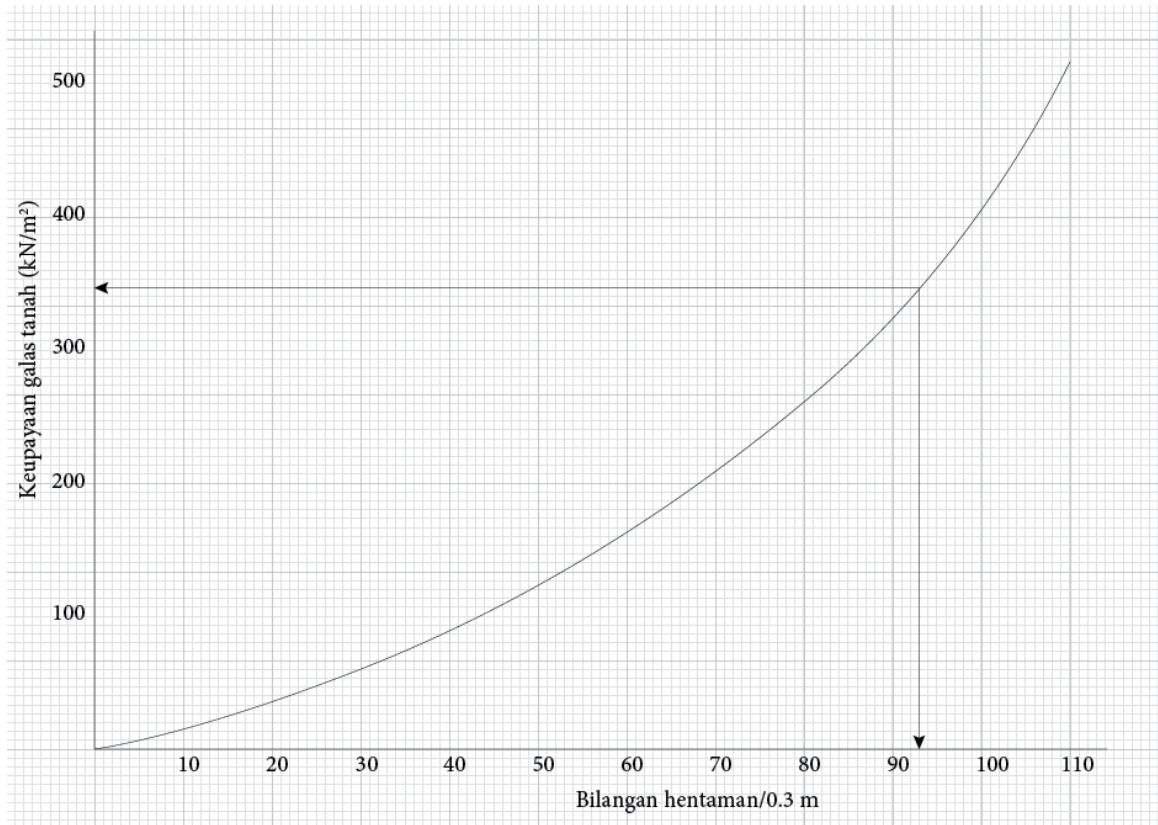
Lapisan CD

$$\begin{aligned} \text{Jumlah hentaman daripada C ke D} &= 1898 - 1498 \\ &= 400 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sela daripada C ke D} &= \frac{4.0 - 3.9}{0.3} \\ &= 0.33 = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Oleh itu, bilangan hentaman/m} &= \frac{400}{1} \\ &= 400.00 \end{aligned}$$

Daripada graf piawai, didapati nilai keupayaan graf tanah bagi lapisan CD melebihi graf piawai.



Rajah 1.23 Graf piawai keupayaan galas tanah

• Gerimit Tangan (*Hand Auger*)

Gerimit tangan ialah cara penggerudian tanah menggunakan tangan untuk mengambil contoh tanah yang terdapat di tapak pembinaan dan mengenal pasti kedudukan paras air bawah tanah. Kaedah ini sesuai digunakan untuk tanah yang mempunyai daya kejelekitan yang tinggi seperti tanah liat.

Kaedah ini dilakukan dengan menekan alat gerudi (*auger*) ke dalam tanah menggunakan tangan sehingga mencapai kedalaman yang tertentu. Kemudian, alat ini dikeluarkan dan tanah yang melekat pada alat tersebut akan diuji.

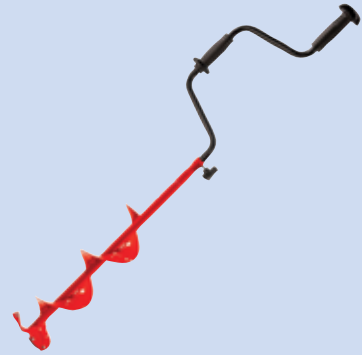


Foto 1.14 Gerimit tangan

Ayakan Tanah (*Sieve Analysis*)

Ayakan tanah ialah kaedah ujian makmal yang digunakan untuk menentukan jenis tanah berdasarkan pada saiz tanah tersebut. Kaedah ini melibatkan pengasingan partikel-partikel tanah yang terlibat. Peralatan utama yang digunakan dalam kaedah ini ialah satu siri set ayakan bersiri. Analisis ayakan boleh dilakukan menggunakan ayakan basah atau kering. Berat tanah yang tertahan pada setiap peringkat ayak dicatat dan dikira sebagai peratus tertahan daripada jumlah tanah. Data peratus ini dilakarkan dalam graf separa logaritma.



Foto 1.15 Jenis alat ayak



Foto 1.16 Alat ayak piawaian

Alat dan bahan:

- i. Ayak bersiri Piawaian British bersaiz 2.300 mm, 1.180 mm, 0.600 mm, 0.425 mm, 0.300 mm, 0.212 mm, 0.150 mm, 0.075 mm dan 0.063 mm.
- ii. Dulang.
- iii. Berus ayak.
- iv. Mesin penggetar ayak.
- v. Alat penimbang.

Prosedur Ujian Analisis Ayakan Tanah

1. Bersihkan set ayak bersiri dengan menggunakan berus ayak. Susunkan set ayak dengan saiz besar berada di bahagian atas.
2. Ambil sampel tanah kering dan bersihkan tanah tersebut daripada bendasing.
3. Timbang 250 g sampel tanah kering yang telah dibersihkan. Kemudian leraikan sampel tanah menjadi ketulan-ketulan kecil.
4. Sampel tanah yang telah dileraikan dimasukkan ke dalam set ayakan yang teratas.
5. Letakkan set ayak di atas mesin penggetar dan getarkan selama lima minit.
6. Kirakan:
 - a. Berat tanah
= Jumlah berat tanah (asal) – Berat sampel tanah yang tertahan di setiap ayak
 - b. Peratus Tertahan
= $\frac{\text{Jumlah berat tanah tertahan}}{\text{Jumlah sampel tanah}}$
 - c. Peratus ketelusan tanah pada setiap ayak
= $\frac{\text{Jumlah berat tanah yang melepasi ayak}}{\text{Jumlah sampel tanah}} \times 100$
7. Lengkapkan Jadual 1.8.
8. Plotkan graf peratusan ketelusan tanah melepasi saiz di atas graf separa logaritma.
9. Tentukan peratus dan jenis tanah yang terkandung dalam sampel tanah tersebut. Graf separa logaritma akan menunjukkan saiz zarah dan kumpulan tanah. Contohnya tanah pasir atau tanah liat.

Keputusan:

Keputusan ujian ayakan kering ditunjukkan dalam jadual berikut. Berdasarkan peratus ketelusan tanah, graf separa logaritma dilukis.

Jadual 1.8 Contoh bacaan analisis ayakan kering

Saiz Ayak (mm)	Berat Ayak (g)	Berat Ayak + Berat Tanah (g)	Berat Tanah Tertahan (g)	Berat Tanah Melepati Ayak (g)	Peratus Tertahan (%)	Peratus Ketelusan (%)
2.300	447.21	456.81	9.20	250.00 – 9.2 = 240.80	3.68	96.32
1.180	420.56	430.46	9.90	240.80 – 9.9 = 230.90	3.96	92.36
0.600	392.45	438.25	45.80	230.90 – 45.8 = 185.10	18.32	74.04
0.425	376.35	411.55	35.20	185.10 – 35.2 = 149.90	14.08	59.96
0.300	341.27	382.92	41.65	149.90 – 41.65 = 108.25	16.66	43.30
0.212	310.26	352.26	42.00	108.25 – 42.00 = 66.25	16.80	26.50
0.150	290.14	315.44	25.30	66.25 – 25.30 = 40.95	10.12	16.38
0.075	276.45	292.45	16.00	40.95 – 16.00 = 24.95	6.40	9.98
0.063	245.32	254.32	9.00	24.95 – 9.00 = 15.95	3.60	6.38
Dulang	220.41	236.36	15.95	15.95 – 15.95 = 0	6.38	0.00

Perincian Kiraan

Langkah 1: Menentukan Berat Tanah Melepassi Ayak

$$\begin{aligned}\text{Saiz ayak 2.300 mm} &= \text{Jumlah berat tanah (asal)} - \text{Berat sampel tanah yang tertahan di setiap ayak} \\ &= 250.0 - 9.2 \\ &= 240.8\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Saiz ayak 1.180 mm} &= 240.8 - 9.9 \\ &= 230.9\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Saiz ayak 0.600 mm} &= 230.9 - 45.8 \\ &= 185.1\end{aligned}$$

Langkah 2: Menentukan Peratus Tertahan

$$\text{Saiz ayak 2.300 mm} = \text{Jumlah berat tanah tertahan} \times 100$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah sampel tanah} &= \frac{9.2}{250} \times 100 \\ &= 3.68\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Saiz ayak 1.180 mm} &= \frac{9.9}{250} \times 100 \\ &= 3.96\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Saiz ayak 0.600 mm} &= \frac{45.8}{250} \times 100 \\ &= 18.32\%\end{aligned}$$

Langkah 3 : Menentukan Peratus Ketelusan

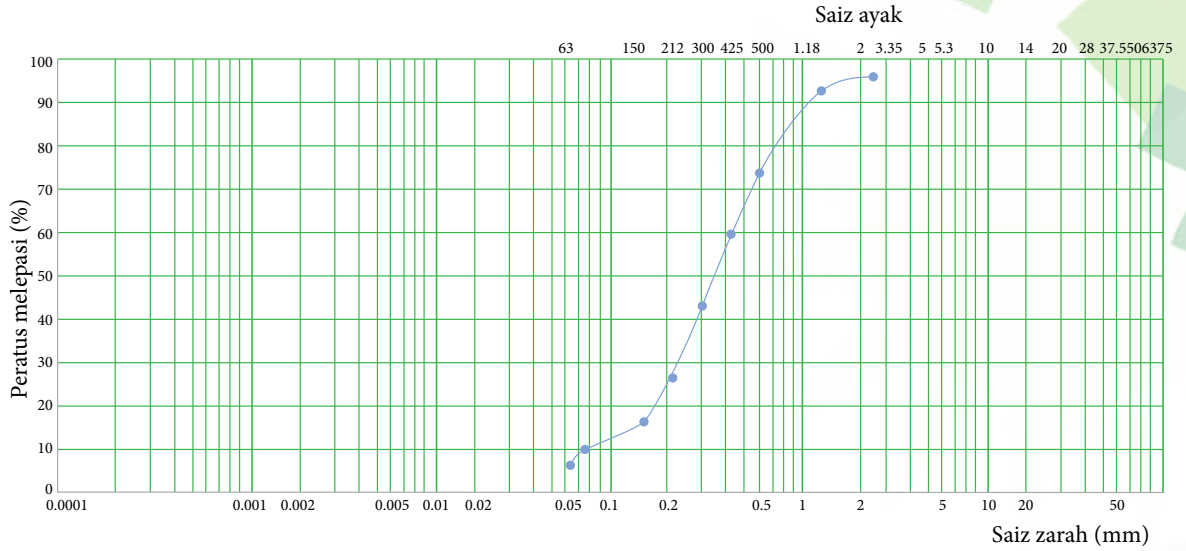
$$\begin{aligned}\text{Saiz ayak 2.300 mm} &= \frac{\text{Jumlah berat tanah yang melepasi ayak}}{\text{Jumlah sampel tanah}} \times 100 \\ &= \frac{240.8}{250} \times 100 \\ &= 96.32\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Saiz ayak 1.180 mm} &= \frac{230.9}{250} \times 100 \\ &= 92.36\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Saiz ayak 0.600 mm} &= \frac{185.1}{250} \times 100 \\ &= 74.04\%\end{aligned}$$

*** Ulang dan lengkapkan analisis ujian ayakan tanah mengikut langkah-langkah di atas.

Langkah 4: Plot graf peratusan ketelusan tanah melebihi saiz di atas graf separa logaritma.

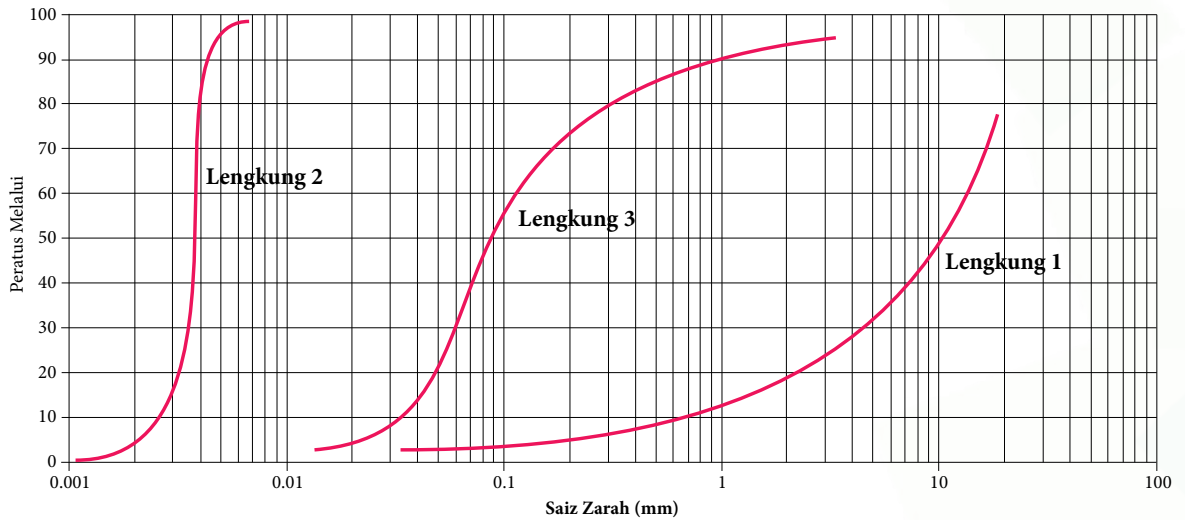


Tanah Liat	Halus	Sederhana	Kasar	Halus	Sederhana	Kasar	Halus	Sederhana	Kasar	Batu bundar
	Kelodak			Pasir			Kerikil			

Rajah 1.24 Graf separa logaritma

Keputusan:

Lengkung graf pada graf di atas yang diperolehi daripada analisis ayakan menunjukkan tanah ialah tanah pasir.



Tanah Liat	Halus	Sederhana	Kasar	Halus	Sederhana	Kasar	Halus	Sederhana	Kasar
	Kelodak			Pasir			Kerikil		

Rajah 1.25 Contoh graf penggredan

Kesimpulan:

- Graf separa logaritma menunjukkan pelbagai saiz zarah yang terdapat pada contoh tanah dan dikenali sebagai lengkung penggredan.
- Terdapat beberapa lengkung penggredan saiz zarah yang menunjukkan beberapa gred iaitu gred baik, seragam atau buruk dan bergred sela.
- Contoh lengkung penggredan adalah seperti yang ditunjukkan di bawah:
 - i. **Lengkung 1** berbentuk cekung dan licin serta direntasi oleh pelbagai saiz zarah dan peratus julatnya hampir sama. Tanah dikategorikan bergred baik.
 - ii. **Lengkung 2** menunjukkan tanah bergred seragam dan saiz zarahnya hampir sama. Pelbagai saiz zarah dan peratus julatnya hampir sama. Tanah dikategorikan bergred buruk atau sekata.
 - iii. **Lengkung 3** berbentuk memanjang merentasi graf tetapi kurang mengandungi yang bersaiz sederhana. Tanah dikategorikan bergred kurang baik.

c. Lukisan dan Perincian

Lukisan dan perincian diperlukan bagi tujuan pembinaan berdasarkan kehendak klien.

Lukisan Kerja

- Lukisan kerja mengandungi butiran dan maklumat lengkap berkenaan projek yang akan dibangunkan.
- Antara perincian yang terdapat dalam lukisan kerja termasuklah:
 1. Kedudukan bangunan
 2. Bentuk struktur bangunan
 3. Saiz bangunan
 4. Kedudukan bahagian atau ruang dalam bangunan
 5. Bahan yang digunakan dalam pembinaan
- Lukisan kerja digunakan sebagai bahan rujukan kepada semua pihak yang terlibat dengan aktiviti pembinaan. Contohnya, pihak juruukur bangunan membuat taksiran kos pembinaan, pengurus projek menggunakan lukisan kerja sebagai rujukan kerja di tapak pembinaan dan Pihak Berkuasa Tempatan menggunakan lukisan kerja untuk meluluskan projek.

Jadual 1.9 Jenis lukisan

Jenis Lukisan	Penerangan
Lukisan ukur kejuruteraan	<ul style="list-style-type: none"> • Menunjukkan kedudukan tapak dan bentuk muka bumi sebelum pembinaan dijalankan. • Menunjukkan kerja tanah yang perlu dilakukan.
Lukisan tapak	<ul style="list-style-type: none"> • Menunjukkan kedudukan projek pembinaan dan juga kontur terakhir dan landskap.
Lukisan reka bentuk	<ul style="list-style-type: none"> • Mengandungi lukisan yang berkaitan dengan reka bentuk bangunan. • Lukisan pelbagai pandangan dan keratan termasuklah pelan, keratan dan pandangan sisi bangunan.

Jenis Lukisan	Penerangan
Lukisan perkhidmatan	<ul style="list-style-type: none"> Mengandungi lukisan perincian bagi pemasangan perkhidmatan dalam bangunan. Perincian lukisan termasuklah sistem perpaipan, sistem pendawaian elektrik, bekalan paip air, saluran kumbahan, sistem penyaman udara, sistem telekomunikasi, lif dan eskalator.
Lukisan struktur	<ul style="list-style-type: none"> Mengandungi lukisan perincian bahagian binaan struktur bangunan daripada asas bangunan sehingga ke struktur bumbung. Mengandungi maklumat terperinci seperti saiz, bahan dan ukuran bahan. Lukisan ini mengandungi maklumat yang berkaitan dengan komponen yang menguatkan binaan tersebut seperti saiz tetulang keluli dan spesifikasi konkrit.

Perincian

- Perincian merujuk kepada butiran atau maklumat yang tidak dapat dimasukkan ke dalam lukisan kerja seperti butiran tentang bahan yang digunakan, skop kerja, masa menyiapkan kerja dan syarat kontrak.
- Terdapat tiga jenis perincian iaitu perincian perundangan, perincian teknikal dan kandungan am.

Perincian Perundangan

- Mengandungi perjanjian antara klien dengan kontraktor tentang syarat kontrak, tempoh penyerahan projek, tempoh jaminan dan pembiayaan.
- Perincian dokumen ini disediakan oleh peguam yang dilantik oleh klien.

Perincian Teknikal

- Mengandungi perincian pembinaan daripada bahan yang digunakan, jenis pemasangan, masa pemasangan dan kaedah pembinaan.
- Semua perkara berkaitan seni bina, kerja kejuruteraan, struktur pembinaan, kerja perpaipan dan elektrik.

Kandungan Am

- Mengandungi perincian tentang peranan dan tugas semua pihak yang terlibat dalam sesebuah projek pembinaan.

d. Penawaran Tender

Projek pembinaan boleh diperoleh melalui tender daripada klien. Jenis-jenis tender bergantung kepada aktiviti kerja yang akan dilakukan. Pemaju atau kontraktor yang berminat akan membeli Borang Tender daripada pihak pengurusan yang dilantik oleh klien atau terus daripada klien.

Dalam tender tersebut, pemaju atau kontraktor akan membuat anggaran perbelanjaan untuk projek yang dicadangkan dan menghantar tender tersebut kepada klien. Apabila tempoh tawaran tender tamat, juruukur bahan akan membuat penilaian untuk memilih kontraktor atau pemaju yang layak menerima kontrak. Kontraktor yang dilantik perlu menandatangani kontrak dengan klien dan “Borang Penerimaan Tender” perlu diserahkan kepada klien.



e. Membuat Taksiran

Taksiran terhadap anggaran bahan dan kos pembinaan merupakan tanggungjawab juruukur bahan. Terdapat dua peringkat taksiran dalam pembinaan iaitu taksiran prakontrak dan taksiran pascakontrak.

Taksiran Prakontrak

- Taksiran secara anggaran kasar.
- Anggaran ini dibuat untuk mendapatkan sesuatu kontrak.

Taksiran Pascakontrak

- Anggaran kos yang telah dibuat oleh juruukur bahan setelah kontrak dipersetujui antara klien dan kontraktor.
- Taksiran yang terperinci menjadi asas pembayaran.

Kaedah Taksiran

Taksiran ialah mengukur kuantiti bagi sesuatu projek pembinaan bagi mendapatkan kos keseluruhan pembinaan.



Rajah 1.26 Langkah dalam membuat taksiran

Mengukur Kuantiti

Kebiasaannya, juruukur bahan akan menggunakan Borang Ukur Kuantiti dalam mengukur kuantiti. Borang Ukur Kuantiti terbahagi kepada dua bahagian yang mengandungi empat ruang. Contoh Borang Ukur Kuantiti adalah seperti dalam Rajah 1.27.

PROJEK: _____

A	B	C	D	A	B	C	D
---	---	---	---	---	---	---	---

Nota:
 A = Ruang Mendarab
 B = Ruang Ukuran
 C = Ruang Jumlah
 D = Ruang Keterangan Kerja

Rajah 1.27 Contoh Borang Ukur Kuantiti

Terdapat lima kaedah taksiran dalam pembinaan seperti dalam Rajah 1.28 di bawah:



Rajah 1.28 Kaedah taksiran

Jadual 1.10 Contoh senarai unit ukuran bagi item

Item	Kaedah Pengukuran	Unit Ukuran
Penggalian parit untuk asas	Isi padu	m ³
Konkrit untuk asas, tunggul tiang, tiang dan rasuk	Isi padu	m ³
Lapisan kedap	Keluasan	m ²
Lepaan	Keluasan	m ²
Kerja bata untuk dinding bata	Keluasan	m ²
Paip bekalan air	Linear	m
Pemasangan paip	Bilangan	bil
Soket lampu	Bilangan	bil
Kaca tingkap	Keluasan	m ²
Bebendul jalan	Linear	m
Tetulang keluli	Berat	kg
Pintu siap pakai	Bilangan	bil

Jadual 1.11 Senarai contoh berat tetulang bagi pelbagai diameter

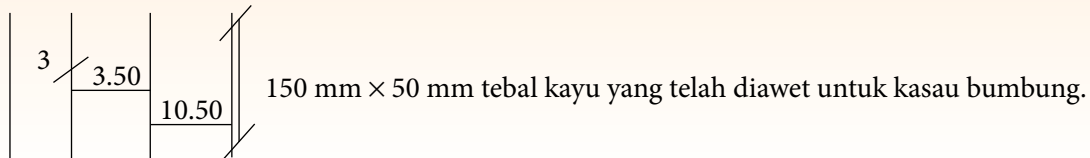
Diameter tetulang (mm)	kg/m
10	0.616
12	0.888
16	1.579
20	2.466
25	3.854
32	6.313

Ukuran Lelurus

- Kaedah ini sesuai untuk benda yang mempunyai unit ukuran lelurus.
- Hanya ukuran panjang sahaja yang dicatatkan dalam ruang ukuran. Manakala, jumlah panjang diletakkan dalam ruang jumlah.
- Ukuran tebal dan lebar dinyatakan dalam keterangan kerja.

Contoh:

Memotong tiga batang kayu berukuran 150 mm x 50 mm tebal yang telah diawet untuk kasau bumbung yang mempunyai panjang 3.5 m.

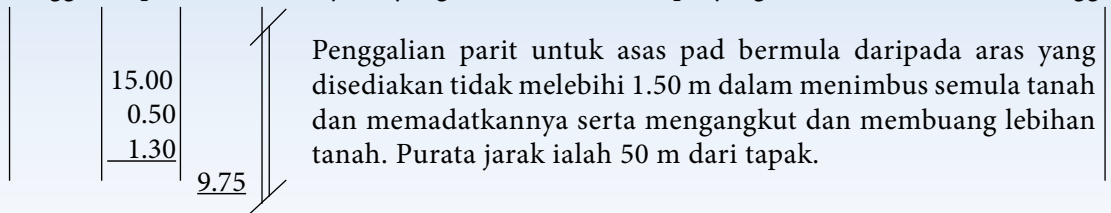


Ukuran Isi padu

- Digunakan untuk mengukur isi padu kerja pembinaan seperti kerja penggalian bagi asas, parit dan sebagainya.
- Ukuran panjang, lebar dan tinggi dicatatkan dalam ruang ukuran. Manakala nilai isi padu dicatatkan dalam ruang menjumlah.

Contoh:

Penggalian parit untuk asas jalur yang berukuran 15.0 m panjang, 0.5 m lebar dan 1.3 m tinggi.

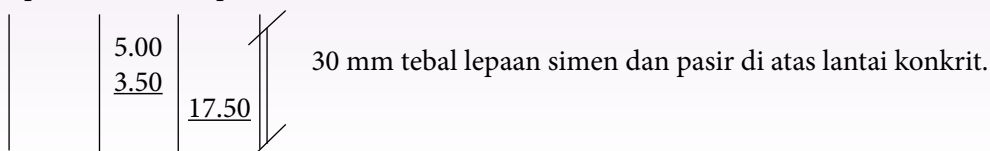


Ukuran Keluasan

- Mengira keluasan item berdasarkan keluasannya.
- Panjang dan lebar item diletakkan dalam ruang ukuran. Manakala jumlah luas dalam ruang menjumlah.
- Ukuran tebal dinyatakan dalam ruang keterangan kerja.

Contoh:

Lepaan simen untuk lantai konkrit yang mempunyai panjang 5.0 m dan lebar 3.50 m. Tebal lepaan simen dan pasir ialah 30 mm.



Ukuran Berat

- Digunakan untuk mengukur item yang mempunyai ukuran berat seperti tetulang keluli.
- Panjang tetulang keluli dicatatkan dalam ruang ukuran.
- Jumlahnya didarab dengan berat per meter tetulang keluli dan dicatatkan dalam ruang keterangan kerja.
- Diameter dan jenis tetulang keluli juga dicatatkan dalam ruang keterangan kerja.

Contoh:

Berat bagi tetulang keluli lembut yang mempunyai panjang 7 m dan berdiameter 32 mm ditulis sebagai:

7	7	32 mm diameter tetulang keluli lembut di dalam tiang	
		$\times 6.313 \text{ kg/m} = 44.191 \text{ kg}$	
		Rujuk Jadual 1.11 untuk kiraan tetulang keluli.	

Ukuran Bilangan

- Digunakan bagi mengukur lampu, singki, kipas siling dan lain-lain.
- Kaedah menulis ialah letakkan bilangan di ruang ukuran.
- Jumlah dicatatkan dalam ruang jumlah.

Contoh:

6 biji lampu dicatatkan seperti di bawah:

6	6	Lampu seperti yang diterangkan dalam spesifikasi.	
---	---	---	--

Mengumpul kuantiti

- Mengumpul kuantiti ialah memindahkan segala ukuran dan keterangan kerja daripada borang ukur kuantiti ke dalam borang abstrak.
- Tujuan mengabstrak adalah untuk membahagi serta mengumpulkan segala butiran dan keterangan kerja mengikut tajuk kecil dan kuantitinya dibundarkan.

Contoh:

Penggalian parit untuk asas jalur bermula dari aras yang disediakan, tidak melebihi 1.50 m dalam, menimbus semula tanah dan memadatkannya, mengangkut dan membuang lebihan tanah, purata jarak 50 m dari tapak.	
Unit (m ³)	Muka surat (dari borang kuantiti)
9.75	1
$\frac{9.75}{9.75} \rightarrow 10 \text{ m}^3$	(kepada nombor bulat yang hampir)

Menganggar Kos

- Setelah mengabstrak, keterangan kerja, unit dan kuantiti kerja dicatatkan dalam borang senarai kuantiti untuk menganggar kos.

Contoh:

Butiran	Keterangan Kerja	Unit	Kuantiti	Kadar		Jumlah	
				RM	Sen	RM	Sen
A	Penggalian parit untuk asas jalur bermula dari aras yang disediakan, tidak melebihi 1.50 m dalam, menimbus semula tanah dan memadatkannya, mengangkut dan membuang lebihan tanah, purata jarak 50 m dari tapak.	m ³	10	13	00	130	00

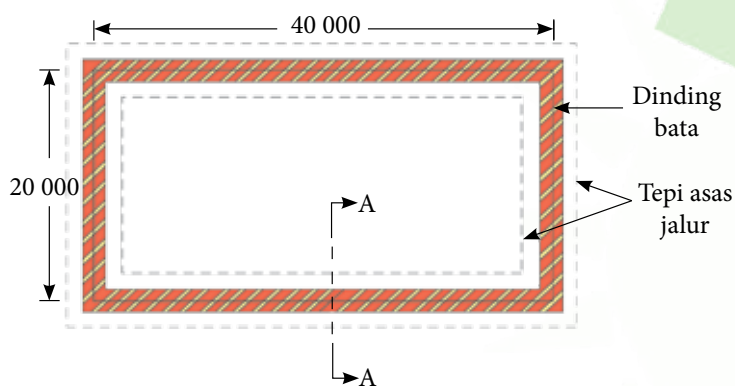
**Informasi**

Kadar kos telah ditetapkan dengan mengambil kira kos bahan, kos upah, kos loji dan alatan serta kos pengurusan dan keuntungan.

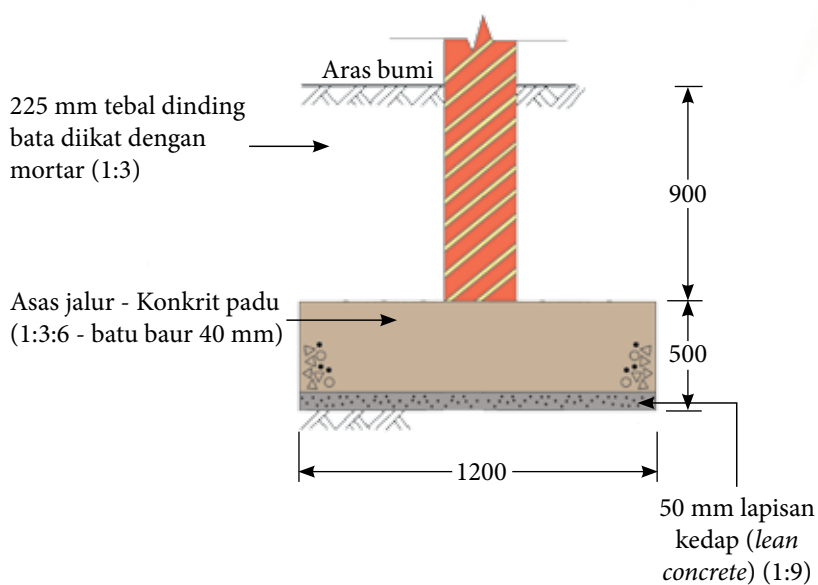
Mentaksir Anggaran Kos

Anggaran kos perlu ditentukan untuk menentukan jumlah keseluruhan sesuatu kos pembinaan. Rajah 1.29 dan 1.30 menunjukkan pelan dan keratan asas jalur bagi pembinaan rumah kedai di Lot 789, Taman Permai. Anggarkan kos pembinaan bermula daripada asas termasuk dinding bata sehingga aras permukaan bumi.

Maklumat	Kadar Kos (RM)
Menggali tanah atas	2.40/m ²
Menggali parit	12.50/m ³
Lapisan kedap	1.20/m ²
Konkrit untuk asas	120.50/m ³
Dinding bata	112.20/m ²



Rajah 1.29 Tepi asas jalur



Rajah 1.30 Keratan A-A

Penyelesaian:

Langkah 1: Menyenaraikan kerja yang perlu diukur.

Nama Projek: Membina asas jalur bagi rumah kedai di Lot 789, Taman Permai.

- a. Penggalian tanah atas
- b. Penggalian parit
- c. Lapisan kedap
- d. Konkrit untuk asas
- e. Dinding bata

Langkah 2: Mengeluarkan kuantiti dengan menggunakan borang ukur kuantiti.

PROJEK: MEMBINA ASAS JALUR BAGI RUMAH KEDAI DI LOT 789, TAMAN PERMAI

		<p>a. Penggalian tanah atas</p> <p>Luas kawasan = panjang × lebar</p> <p>Panjang = 40 000 (+) Lebar asas jalur $2/ \frac{1}{2} / 1\ 200 = \frac{1\ 200}{41\ 200}$</p> <p>Lebar = 20 000 (+) Lebar asas jalur $2/ \frac{1}{2} / 1\ 200 = \frac{1\ 200}{21\ 200}$</p>			<p>c. Lapisan Kedap</p> <p>50 mm tebal lapisan kedap (1:9) untuk bahagian bawah asas jalur.</p> <p>120.00 <u>1.20</u> 144.00</p>
41.20 21.20	873.44	<p>Menggali tanah atas 100 mm tebal bermula dari aras tanah, mengangkut dan membuang lebihan tanah purata jarak 50 m dari tapak.</p>	120.00 1.20 <u>0.50</u> 72.00	120.00 1.20 <u>0.50</u> 108.00	<p>d. Konkrit untuk asas</p> <p>Panjang asas jalur $2/40\ 000 = 80\ 000$ $2/20\ 000 = \frac{40\ 000}{120\ 000}$</p> <p>Lebar asas jalur = 1 200 Tebal = 500</p> <p>Konkrit padu (1:3:6 – 40 mm batu baur) untuk asas jalur dituang ke dalam parit.</p>
120.00 1.20 <u>1.35</u>	194.40	<p>b. Penggalian parit</p> <p>Panjang asas jalur: $2/40\ 000 = 80\ 000$ $2/20\ 000 = \frac{40\ 000}{120\ 000}$</p> <p>Tinggi dinding ke aras tanah = 900 Tinggi asas = 500 lapisan kedap pasir = 50 <u>1450</u> (-) tanah atas 100 Penggalian tanah = 1350</p>			<p>e. Dinding bata</p> <p>Tinggi dinding = 900</p> <p>225 mm tebal dinding bata daripada jenis bata biasa, diikat dengan simen mortar (1:3).</p>
		<p>Menggali parit untuk asas jalur bermula dari aras yang disediakan tidak melebihi 1:50 m dalam; menimbus semula, memadat; membuang lebihan tanah; purata jarak 50 m dari tapak.</p>			

Langkah 3: Mengumpulkan kuantiti dengan menggunakan borang abstrak.

Menggali tanah atas 100 mm tebal bermula dari aras tanah, mengangkut dan membuang lebihan tanah purata jarak 50 m dari tapak.	
Unit (m ²)	muka surat
873.44	1
873.44 →	874 m ²
Menggali parit untuk asas jalur bermula dari aras yang disediakan tidak melebihi 1:50 m dalam; menimbus semula, memadat: membuang lebihan tanah; purata jarak 50 m dari tapak.	
Unit (m ³)	muka surat
194.40	1
194.40 →	195 m ³
50 mm tebal lapisan kedap (1:9) untuk bahagian bawah asas jalur.	
Unit (m ²)	muka surat
144.00	1
144.00 →	144 m ²
Konkrit padu (1:3:6-40 mm batu baur) untuk asas jalur dituang ke dalam parit.	
Unit (m ³)	muka surat
72.00	1
72.00 →	72 m ³
225 mm tebal dinding bata daripada jenis bata biasa, diikat dengan simen mortar (1:3).	
Unit (m ²)	muka surat
108.00	1
108.00 →	108 m ²

Langkah 4: Menganggarkan kos dengan menggunakan borang senarai kuantiti.

Butiran	Keterangan Kerja	Unit	Kuantiti	Kadar		Jumlah	
				RM	Sen	RM	Sen
A	Kerja Tanah	m ²	874	2	40	2 097	60
	Menggali tanah atas 100 mm tebal bermula dari aras tanah, mengangkut dan membuang lebihan tanah purata jarak 50 m dari tapak.						
B	Menggali parit untuk asas jalur bermula dari aras yang disediakan tidak melebihi 1:50 m dalam; menimbus semula, memadat: membuang lebihan tanah; purata jarak 50 m dari tapak.	m ³	195	12	50	2 437	50

C	Kerja Lapisan Kedap 50 mm tebal lapisan kedap (1:9) untuk bahagian bawah asas jalur.	m ²	144	1	20	172	80
D	Kerja Konkrit Konkrit padu (1:3:6 - 40 mm batu baur) untuk asas jalur dituang ke dalam parit.	m ³	72	120	50	8 676	00
E	Kerja Bata 225 mm tebal dinding bata daripada jenis bata biasa, diikat dengan simen mortar (1:3).	m ²	108	112	20	12 117	60
Jumlah Kos						25 501	50

e. Pekerja

Di sesebuah tapak pembinaan, terdapat beberapa jenis pekerja yang dikategorikan mengikut bidang dan kemahiran masing-masing. Pekerja ini bekerja sama ada dengan kontraktor utama atau subkontraktor. Jabatan sumber manusia, institusi kemahiran, pusat-pusat latihan atau agensi pekerjaan merupakan salah satu medium kepada kontraktor untuk mendapatkan pekerja.

Jenis-jenis Pekerja

Kerja Tapak

Jadual 1.12 menunjukkan aktiviti dan jenis-jenis pekerja yang terlibat secara langsung dalam kerja tapak.

Jadual 1.12 Aktiviti dan jenis-jenis pekerja dalam kerja tapak

Aktiviti	Jenis-jenis Pekerja
Pembersihan tapak	Juruukur tanah, pekerja jentera dan pekerja tapak.
Merancang tanda tapak	Juruukur tanah, jurutera tapak dan pekerja tapak.
Kerja tanah	Jurutera tapak, juruukur tanah, pekerja tapak dan pekerja jentera.
Penyahairan	Jurutera tapak, pekerja jentera dan pekerja tapak.
Pembinaan bangunan sementara	Jurutera tapak dan pekerja tapak.
Pembinaan laluan sementara	Jurutera tapak, pekerja jentera dan pekerja tapak.

Mendirikan Struktur

Proses mendirikan struktur melibatkan beberapa aktiviti dan jenis pekerja. Kesemua aktiviti semasa fasa ini diawasi oleh jurutera awam dan dibantu oleh juruteknik. Jadual 1.13 menunjukkan aktiviti dan jenis-jenis pekerja yang terlibat secara langsung dalam fasa mendirikan struktur sesebuah bangunan.

Jadual 1.13 Aktiviti dan jenis-jenis pekerja dalam mendirikan struktur

Aktiviti	Jenis-jenis Pekerja
(a) Pembinaan substruktur (menanam cerucuk, membina asas).	Tukang konkrit, tukang tetulang keluli, tukang kayu, pekerja am dan pekerja jentera.
(b) Pembinaan superstruktur (kerangka bangunan, kerangka bumbung, tangga dan lantai tingkat atas).	Tukang konkrit, tukang tetulang keluli, tukang kayu, tukang bata, pekerja am dan pekerja jentera.

Menyiapkan Struktur

Proses menyiapkan struktur sesebuah bangunan melibatkan beberapa aktiviti dan jenis pekerja. Dalam fasa ini, kerja-kerja dipantau oleh jurutera awam dan dibantu oleh juruteknik. Jadual 1.14 di bawah menunjukkan aktiviti dan jenis-jenis pekerja mahir yang terlibat secara langsung dalam menyiapkan struktur.

Jadual 1.14 Aktiviti dan jenis-jenis pekerja mahir dalam menyiapkan struktur

Aktiviti	Jenis-jenis Pekerja Mahir
Melepa dinding	Tukang lepa
Memasang jubin	Tukang jubin
Memasang penutup bumbung	Tukang kayu
Memasang penutup siling	Tukang kayu
Mengecat	Tukang cat

Kerja Jentera

Kerja jentera merupakan proses yang melibatkan fasa kerja tapak sehinggalah projek pembinaan siap. Kerja jentera melibatkan penggunaan jentera-jentera yang digunakan semasa proses pembinaan seperti traktor, jentolak, pemampat dan kren. Jadual 1.15 di bawah menunjukkan aktiviti dan jenis-jenis pekerja yang terlibat secara langsung dalam kerja jentera.

Jadual 1.15 Aktiviti dan jenis-jenis pekerja mahir yang terlibat dalam kerja jentera

Aktiviti	Jenis-jenis Pekerja Mahir
(a) Merata tapak	Pemandu dan mekanik
(b) Memampat tanah	Pemandu dan mekanik
(c) Mengorek tanah	Pemandu dan mekanik
(d) Menanam cerucuk	Pemandu, operator jentera dan mekanik
(e) Bahan binaan	Pemandu, operator jentera dan mekanik

f. **Bahan dan Jentera**

Bahan

Bahan Binaan

Bahan Asli	Bahan Buatan
<p>Bahan semula jadi yang digunakan terus sebagai bahan binaan tanpa melibatkan proses pengubahsuaian.</p> <p>Contoh: Pasir dan batu kerikil</p>	<p>Bahan yang diproses atau diubah suai daripada sifat dan bentuk asal untuk digunakan dalam pembinaan.</p> <p>Contoh: Simen dan batu bata</p>

Rajah 1.31 Jenis bahan binaan

Bahan Binaan

Terdapat banyak bahan binaan yang sering digunakan dalam kerja pembinaan. Contohnya ialah konkrit, batu bata, kayu dan keluli.

Konkrit

Konkrit ialah bahan yang dihasilkan daripada simen, batu baur halus, batu baur kasar dan air. Bahan ini dicampurkan pada nisbah tertentu seperti 1:2:4 (satu bahagian simen: dua bahagian batu baur halus: empat bahagian batu baur kasar). Air pula digunakan untuk campuran konkrit pada nisbah yang sesuai seperti 0.5 atau 0.6. Nisbah air simen ialah nisbah berat air dengan berat simen yang digunakan. Campuran ini dibiarkan mengeras akibat tindak balas kimia antara simen dengan air. Konkrit basah boleh dibentuk mengikut acuan. Rajah 1.32 menunjukkan sifat konkrit dan Rajah 1.33 menunjukkan faktor yang mempengaruhi konkrit.



Foto 1.17 Simen



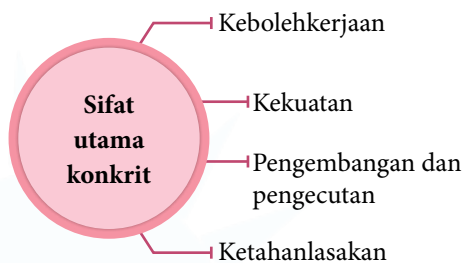
Foto 1.18 Batu baur halus



Foto 1.19 Batu baur kasar



Foto 1.20 Air



Rajah 1.32 Sifat konkrit



Rajah 1.33 Faktor yang mempengaruhi konkrit

Ujian Penurunan Konkrit

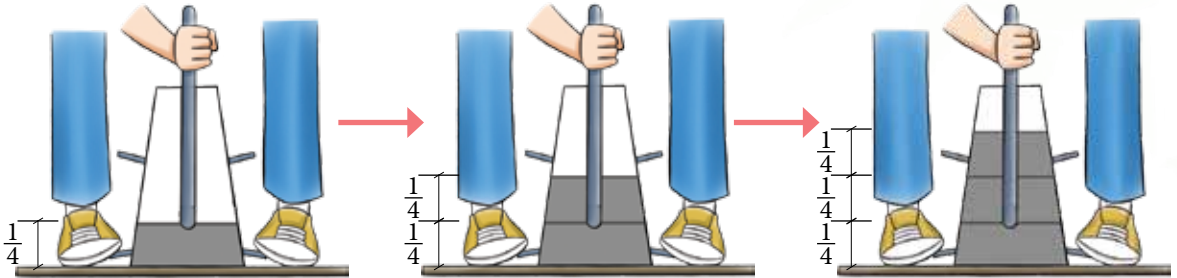
Tujuan ujian penurunan konkrit bagi menentukan kebolehkerjaan konkrit dan dilakukan di tapak bina.

Alat dan Bahan:

1. Frustrum berbentuk kon.
2. Rod pemadat yang diperbuat daripada keluli.
3. Pembaris.
4. Plat tapak.
5. Sudip.



Langkah Ujian Penurunan:



1. Lapisan pertama bancuhan konkrit dimasukkan ke dalam frustrum. Padatkan bancuhan dengan rod keluli sebanyak 25 kali hentaman.

2. Lapisan kedua bancuhan konkrit dimasukkan ke dalam frustrum. Padatkan bancuhan dengan rod keluli sebanyak 25 kali hentaman.

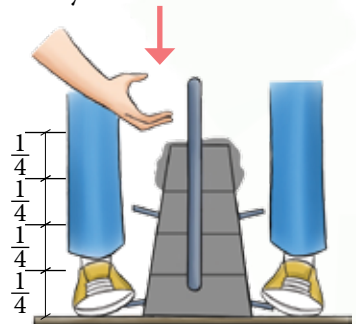
3. Lapisan ketiga bancuhan konkrit dimasukkan ke dalam frustrum. Padatkan bancuhan dengan rod keluli sebanyak 25 kali hentaman.



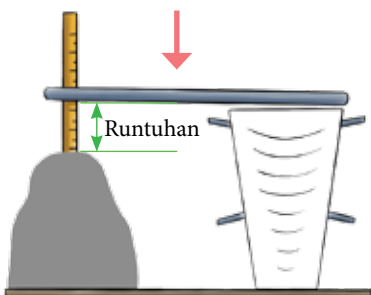
6. Tarik frustrum secara menegak dengan perlahan-lahan.



5. Permukaan atas diratakan dengan rod keluli atau sudip.



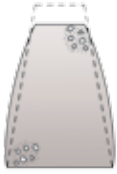
4. Lapisan keempat bancuhan konkrit dimasukkan ke dalam frustrum sehingga penuh. Padatkan bancuhan dengan rod keluli sebanyak 25 kali hentaman.



7. Frustrum diletakkan secara terbalik di sebelah runtuhan konkrit. Runtuhan diukur menggunakan pembaris.

Keputusan:

Penurunan boleh berlaku dalam tiga keadaan iaitu penurunan sebenar, penurunan ricih dan penurunan runtuh.



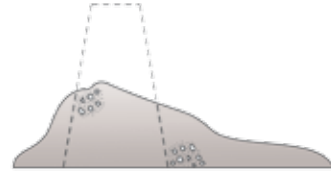
Penurunan sebenar

- Bancuhan konkrit mengikut nisbah yang betul akan mengalami kejeleketan yang tinggi.
- Berkualiti.



Penurunan ricih

- Menunjukkan konkrit itu kekurangan sifat jeleketan kerana campuran yang kurang simen.
- Tidak berkualiti.



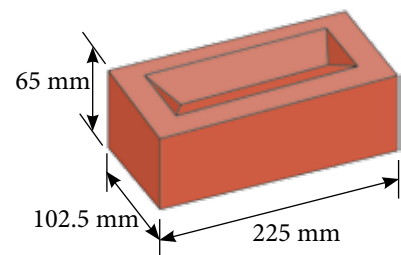
Penurunan runtuh

- Menunjukkan bancuhan yang terlalu basah dan menyebabkan berlakunya pengasingan.
- Tidak berkualiti.

Bata



Bata merupakan satu bahan binaan yang digunakan dengan meluas dalam bidang pembinaan. Bata ialah bongkah yang diperbuat daripada tanah liat dan berukuran $225 \text{ mm} \times 102.5 \text{ mm} \times 65 \text{ mm}$.

Bata yang digunakan dalam pembinaan diperbuat daripada beberapa jenis bahan mentah yang utama seperti tanah liat, pasir dan simen. Antara jenis bata yang dihasilkan dan digunakan dalam pembinaan tempatan ialah bata tanah liat, bata simen dan blok simen.



Rajah 1.34 Batu bata

Jadual 1.16 Jenis bata

Jenis Bata	Keterangan
Bata tanah liat 	<ul style="list-style-type: none"> • Bata ini terbahagi kepada dua jenis iaitu bata biasa dan bata muka. • Bata muka mempunyai ciri-ciri bata yang bermutu tinggi dan biasa digunakan dalam pembinaan yang tidak dilepa manakala bata biasa digunakan dalam pembinaan yang hendak dilepa.
Bata simen 	<ul style="list-style-type: none"> • Bata ini diperbuat daripada simen dan pasir. Nisbah banchuannya berubah mengikut kekuatan yang dikehendaki. • Kandungan air dalam banchuan hendaklah dikawal supaya tidak terlampau basah. Bata simen dihasilkan dengan menggunakan acuan. Bata yang baru dihasilkan hendaklah dibiarkan kering sendiri dan diawet selama dua minggu sebelum sesuai digunakan.

**Aktiviti**

Murid dikehendaki melakukan lawatan ke kedai perkakasan yang menjual bahan binaan dan bincangkan perbezaan kedua-dua jenis bata.

Kayu

Kayu ialah bahan yang paling asas dan terawal digunakan dalam projek pembinaan. Sehingga kini, penggunaan kayu banyak digunakan dalam pembuatan perabot, binaan struktur kekal dan binaan struktur sementara seperti topang dan kotak acuan untuk struktur konkrit.

Bagi struktur sementara, kayu ditanggalkan apabila struktur yang dibina mencapai kekuatan yang dikehendaki. Bagi pembinaan struktur kekal, kayu yang bermutu tinggi sahaja digunakan. Selain itu, kayu turut digunakan sebagai bahan kemasan seperti kemasan lantai.


Keluli


Keluli juga dikenali sebagai besi waja dan merupakan bahan yang mulur. Kandungan karbon antara 0.12 hingga 1.8 peratus. Keluli ialah bahan utama struktur dan digunakan juga sebagai pengikat, pengancing dan penggalas. Dengan kekuatan tegangan yang tinggi, keluli digunakan untuk konkrit bertetulang dan konkrit prategasan. Selain itu, keluli juga kukuh kerana mempunyai saiz yang pelbagai dan mudah untuk pembinaan infrastruktur seperti jambatan.

Jentera

- Sejalan dengan perkembangan teknologi, pelbagai jentera binaan direka khusus untuk membantu dalam menjalankan kerja-kerja di tapak bina.
- Dengan adanya jentera-jentera tersebut kerja-kerja di tapak binaan dapat dilakukan dengan mudah dan cepat. Jentera binaan boleh dikategorikan seperti berikut dalam Jadual 1.17.

Jadual 1.17 Kategori Jentera

Kategori Jentera	Gambar
<p>Jentera untuk mengangkut</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lori Lori banyak digunakan di tapak binaan untuk mengangkut bahan-bahan seperti tanah, pasir, batu-bata, kayu dan lain-lain. 	 <p>Lori pengangkut</p>
<p>Jentera untuk mengorek dan menolak</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jentolak Jentolak digunakan untuk menolak permukaan tanah, membersihkan tanah dan meratakan tanah. Jentolak terdiri daripada jenis bertayar getah atau berantai. • Jengkaut Jengkaut digunakan untuk kerja-kerja pengorekan seperti mengorek lubang dan mengorek parit. Terdapat juga jengkaut serbaguna yang boleh melakukan kerja merata tanah dan sebagai pengaut. 	 <p>Jentolak</p>  <p>Jengkaut</p>

Kategori Jentera	Gambar
<p>Jentera untuk mengangkat</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kren <ul style="list-style-type: none"> Terdapat dua jenis kren yang biasa digunakan dalam pembinaan iaitu kren bergerak dan kren statik. - Kren bergerak dipasang di atas lori, mudah disediakan dan dapat dipindah ke tempat lain dengan cepat. Kren ini mengangkat beban melalui sistem kabel yang dipasang pada kerangka jib atau teleskopik. Sesuai digunakan untuk mengangkat konkrit, batu bata dan kepingan penutup bumbung. - Kren statik pula dipasang secara tetap pada tapak pembinaan dan hanya akan dipindahkan apabila kerja pembinaan siap. Terdapat juga beberapa jenis kren statik seperti kren panjat dan kren menara. 	 <p>Kren bergerak</p>  <p>Kren statik</p>
<p>Jentera untuk membancuh</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lori pembancuh konkrit <ul style="list-style-type: none"> - Konkrit yang siap dibancuh dimasukkan ke dalam dram untuk dihantar ke tapak binaan. - Dram tersebut sentiasa berpusing untuk mengelakkan konkrit mengeras. - Apabila sampai di tapak bina, konkrit dicurahkan melalui saluran gelongsor dengan dram penggaul berputar dengan lebih laju. 	 <p>Lori pembancuh konkrit</p>

1.3.2

Pihak yang Terlibat dalam Perancangan

Perancangan pembinaan melibatkan peranan beberapa pihak berdasarkan bidang tugas masing-masing. Jadual 1.18 menerangkan peranan pihak yang terlibat semasa perancangan.

Jadual 1.18 Pihak yang terlibat semasa perancangan

Pihak yang terlibat	Peranan
Klien	<ul style="list-style-type: none"> • Pihak yang mempunyai hak milik terhadap projek pembinaan. • Memberi idea dari segi reka bentuk bangunan untuk dilaksanakan oleh perunding. • Bertanggungjawab menyediakan peruntukan kewangan.
Perunding	<ul style="list-style-type: none"> • Terdiri daripada ahli profesional yang terlibat dalam mereka bentuk bangunan berdasarkan idea klien. • Wakil kepada klien yang bertanggungjawab untuk memantau projek yang dibina.

Pihak yang Berkaitan	Peranan
Kontraktor	<ul style="list-style-type: none"> Pihak yang dilantik oleh perunding bagi membuat kerja-kerja pembinaan. Bertanggungjawab dalam melaksanakan projek bermula daripada kerja-kerja awalan sehingga projek siap sepenuhnya dalam tempoh yang telah ditetapkan.
Pihak Berkuasa Tempatan	<ul style="list-style-type: none"> Meluluskan pelan susun atur tapak dan pelan bangunan. Mengawasi dan memastikan projek binaan mematuhi undang-undang, akta dan peraturan yang telah ditetapkan. Membuat perancangan kawalan pembangunan termasuk menyediakan pelan struktur. Merancang pembangunan bandar baharu. Memantau pembinaan dan penyenggaraan saliran.



Latihan 1.3

- Pemilihan tapak penting dalam sesuatu projek pembinaan. Terangkan kesan yang diperoleh jika pemilihan tapak tidak dilakukan dengan betul.
- Sebagai seorang pemaju, jelaskan faktor-faktor yang anda akan pertimbangkan untuk mencari lokasi bagi membuka kawasan perumahan baharu.

- Lengkapkan buku kerja ukur aras di bawah:


Pandangan belakang	Pandangan antara	Pandangan hadapan	Naik	Turun	Aras laras (m)	Jarak (m)	Catatan
2.600						0	BA1, AL= 26.70
	2.370					20	Titik A
	3.090					40	Titik B
2.510		4.106				60	Titik pindah
	2.780					80	Titik C
		3.380				100	Titik D

- Rashid telah memilih bahan konkrit bertetulang sebagai bahan binaan utama dalam pembinaan rumah teres dua tingkat. Adakah pemilihan bahan ini sesuai bagi pembinaan tersebut? Berikan pandangan anda dan justifikasi kepada jawapan anda.

5. Kerja-kerja pembancuhan konkrit sedang dilakukan oleh sekumpulan pekerja di kawasan terbuka di tapak pembinaan A. Sebelum kerja tersebut selesai, hujan telah turun dan air terkena pada bancuhan konkrit yang dibuat. Pekerja tersebut telah membuang kesemua konkrit bancuhan. Bincangkan tindakan ini. 
6. Pembelian hartanah boleh dibuat secara perundingan dan perundangan. Bincangkan kebaikan dan keburukan kedua-dua cara ini.
7. Berikan definisi ukur tanah dan prosedur dalam pelaksanaan aktiviti ini.
8. Setelah klien berbincang dengan arkitek berkenaan dengan idea reka bentuk yang dikehendaki, apakah jenis lukisan yang akan disediakan oleh arkitek tersebut?
9. Lengkapkan jadual pengiraan yang berikut. 

Pernyataan: 250 g sampel tanah kering

Saiz Ayak (mm)	Berat Tanah Tertahan (g)	Berat Tanah Melempi Ayak (g)	Peratus Tertahan (%)	Peratus Ketelusan (%)
2.300	8.5			
1.180	9.2			
0.600	40.8			
0.425	32.2			
0.300	40.65			
0.212	41.00			
0.150	27.40			
0.075	12.00			
0.063	9.05			
Panci	13.95			

10. Syahrin ingin mencari lokasi yang sesuai bagi membuka sebuah kilang baharu. Terangkan apakah langkah-langkah yang akan beliau lalui untuk tujuan tersebut. 



1.4

Peringkat Pembinaan

1.4.1

Pembinaan Struktur

Perancangan kerja pembinaan struktur yang lengkap perlu disediakan oleh kontraktor sebelum memulakan sebarang kerja-kerja pembinaan di tapak. Hal ini kerana proses pembinaan bangunan melibatkan banyak jenis kerja yang memerlukan kemahiran yang berlainan dan sumber yang berbeza.

Pembinaan struktur bangunan baharu perlu mendapatkan persetujuan daripada pihak berkuasa tempatan. Pihak-pihak lain yang terlibat di sepanjang pembinaan adalah seperti kontraktor, pembekal, pihak berkuasa dan perunding.

STANDARD PEMBELAJARAN

- Menerangkan pembinaan struktur.
- Mengkategorikan kelengkapan kemudahan sebuah bangunan.
- Mempertimbangkan dan menjustifikasi kerja tanah berdasarkan situasi yang sesuai.
- Menentukan substruktur yang sesuai berdasarkan jenis bangunan.

BAB 1

PERINGKAT PEMBINAAN



PEMBINAAN STRUKTUR BANGUNAN

- Kerja tanah
- Pembinaan substruktur
- Pembinaan superstruktur



KELENGKAPAN KEMUDAHAN

- Sistem perpaipan
- Sistem elektrik
- Sistem perhubungan
- Sistem pengudaraan

Rajah 1.35 Peringkat pembinaan

a. Kerja Tanah

Kerja tanah melibatkan proses menyediakan aras formasi seperti yang dikehendaki dalam lukisan kerja tapak. Berdasarkan aras garisan dasar dan datum yang telah dipancang tanda, kerja pemotongan dan penambakan dilakukan. Bagi kawasan yang mempunyai aras tanah yang lebih tinggi daripada aras formasi tapak, kerja pemotongan tanah dilakukan. Manakala, kerja penambakan tanah dilakukan bagi kawasan yang mempunyai aras tanah yang lebih rendah daripada aras formasi.

Penyediaan tapak dapat disimpulkan sebagai semua aktiviti yang perlu dilakukan sebelum kerja sebenar dapat dijalankan. Aktiviti ini adalah berbeza-beza mengikut keperluan projek dan keadaan sesuatu tapak. Bagi bangunan yang mempunyai tingkat bawah tanah, penyediaan tapak menjadi semakin penting. Hal ini disebabkan banyak keperluan binaan yang perlu dipenuhi. Antaranya ialah kerja mengorek, sokongan tebing korekan, penyahairan, pengangkutan turun naik dan sebagainya.



Rajah 1.36 Aktiviti Penyediaan Kerja Tanah

Pembersihan

Berikut adalah perkara-perkara yang perlu dilakukan bagi kerja pembersihan:

- i. Kawasan yang hendak dibersihkan perlulah ditanda, supaya kerja pembersihan ini tidak melangkaui kawasan sempadan.
- ii. Kadangkala terdapat pokok-pokok, kawasan berumput dan lain-lain yang perlu dikekalkan atau dijaga dalam keadaan sedia ada. Pokok-pokok ini hendaklah ditandakan dan kawasan-kawasan berumput pula dipasang papan penghadang supaya tidak diganggu oleh aktiviti-aktiviti pembinaan.
- iii. Projek wilayah yang telah dibangunkan, arah jajaran paip air, sesalur bawah tanah dan lain-lain perkhidmatan perlu ditentukan supaya perhatian khas diberikan.
- iv. Akar-akar pokok perlu dibongkar keluar terutamanya di tapak bangunan.
- v. Lapisan tanah asal sedalam 150 mm boleh digunakan semula untuk kerja penanaman rumput.



Pemancangan

Pemancangan merupakan kerja-kerja penandaan kedudukan bangunan di atas tanah. Oleh itu, kerja ukur tanah adalah penting untuk memastikan lokasi adalah tepat dan betul. Berikut adalah langkah-langkah pemancangan tanda:

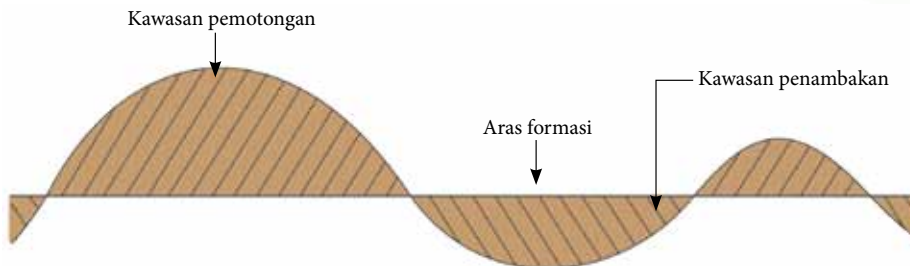
- i. Menentukan titik rujukan dan garis dasar yang digunakan sebagai rujukan.
- ii. Tentukan garisan pancang utama berdasarkan garis dasar yang kekal dan selamat.
- iii. Setiap tanda perlu mempunyai titik rujukan yang mencukupi supaya dapat disemak.
- iv. Titik rujukan perlu dilakar dengan jelas dalam catatan yang menunjukkan jarak dan sudut.
- v. Pancang utama perlu dikukuhkan contohnya menggunakan konkrit.
- vi. Pancang utama perlu ditandakan dengan menggunakan cat bagi mudah dikesan.
- vii. Semakan titik rujukan perlu selalu dibuat supaya kedudukan tidak teralih.



Foto 1.21 Pemancangan

Pengarasan

Pengarasan ialah proses pemotongan dan penambakan yang dilakukan hingga aras tapak berada tepat pada aras formasi.



Rajah 1.37 Aras formasi tanah

Penyahairan

Penyahairan ialah proses pengepaman untuk pengawalan dan pengeluaran air dari struktur tanah dan struktur pejal di mana terdapat air berkumpul. Air yang terkumpul itu akan dialirkan ke satu aras tanah yang lain supaya tempat yang terkumpul air dapat digali atau ditimbus tanah dalam keadaan lebih kering dan lebih stabil.

Informasi

Diperbuat daripada kayu dengan berbentuk bulat atau segi empat dan bahagian tapaknya runcing. Kayu pancang digunakan untuk menanda titik-titik pada sudut bangunan yang akan diambil bacaannya. Ukuran panjang adalah enam kaki dan dicat dengan warna hitam putih secara selang-seli.

Aktiviti Kerja Tanah

Kerja tanah merupakan kerja penyediaan tapak kepada aras formasi yang dikehendaki seperti yang telah dirancang. Kerja yang terlibat dalam kerja tanah meliputi kerja-kerja memotong dan menambak tanah berdasarkan keluasan yang telah ditetapkan dalam lukisan kerja tapak.

1. MELONGGAR TANAH

- Batu-batu keras dan besar yang ada di tapak perlu dipecahkan kepada saiz yang lebih kecil bagi memudahkan kerja pengorekan. Jentera utama yang digunakan adalah jentolak dan jengkaut.
- Untuk batu besar yang tidak dapat dipecahkan oleh jentera, bahan letupan perlu digunakan untuk memecahkan batu tersebut.

2. MENGOREK TANAH

- Untuk aras tanah yang lebih tinggi, pemotongan perlu dibuat dengan mengorek tanah supaya mencapai aras formasi yang dikehendaki.
- Tanah hasil daripada pemotongan akan dikumpulkan untuk digunakan bagi proses penambakan.
- Jentera yang digunakan ialah jengkaut, jentolak dan lori.

4. MENGUKUH TANAH

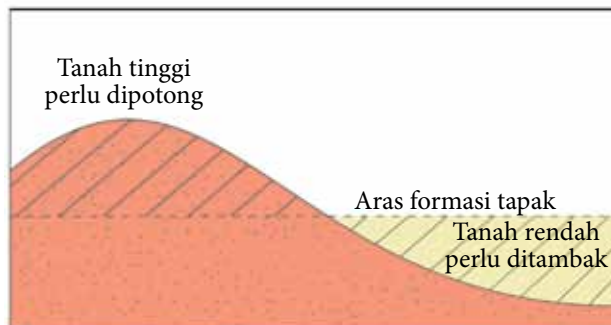
- Tanah yang telah ditambak perlu dipadatkan supaya tanah menjadi kukuh dan padat. Hal ini bagi mengelakkan berlaku pemendapan pada struktur bangunan.
- Jentera yang digunakan ialah penggelek.

3. MENAMBAK TANAH

- Kerja menambak dilakukan untuk aras yang lebih rendah dari aras formasi. Tanah perlu ditambak sehingga sama dengan aras formasi yang dikehendaki.
- Tanah penambak diambil dari tanah korekan yang telah dikumpulkan. Jika tanah tersebut tidak mencukupi, tanah tambakan terpaksa dibeli dari luar.
- Jentera yang digunakan ialah jengkaut, jentolak dan lori.

5. PEMBERSIHAN

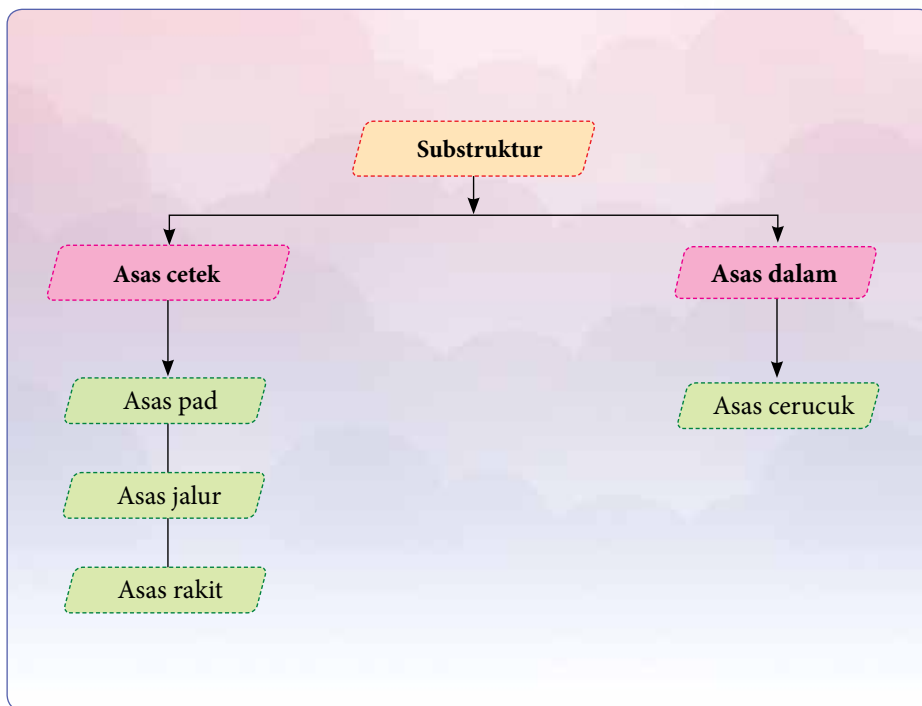
- Pembersihan tapak dari tanah yang berlebihan perlu dilakukan untuk memastikan aktiviti kerja lain dapat dibuat.
- Tanah yang berlebihan dan tidak diperlukan perlu dibuang dari kawasan pembinaan ke tempat lain.
- Jentera yang digunakan ialah jengkaut dan lori.



Rajah 1.38 Kerja tanah

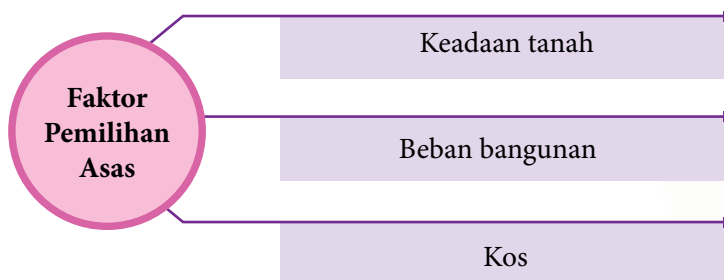
b. Pembinaan Substruktur

Substruktur merupakan struktur binaan yang berada di bawah permukaan tanah dan struktur paling penting dalam pembinaan sesebuah bangunan. Kegagalan substruktur akan menyebabkan bangunan yang dibina mengalami keretakan dan runtuh. Oleh itu, pembinaan substruktur perlu diberikan perhatian lebih sebelum pembinaan superstruktur. Rajah 1.39 menunjukkan carta pembinaan substruktur sesebuah bangunan.



Rajah 1.39 Jenis-jenis asas bagi pembinaan substruktur

Dalam pembinaan sesebuah bangunan, asas yang digunakan perlu sesuai supaya bangunan yang dibina kukuh dan selamat digunakan. Rajah 1.40 menunjukkan faktor pemilihan asas sesebuah bangunan.



Rajah 1.40 Faktor pemilihan asas

Justifikasi Kerja Tanah

Kerja tanah melibatkan kerja pemotongan dan penambahan tanah untuk mendapatkan aras formasi yang dikehendaki. Aktiviti kerja tanah berbeza-beza mengikut keadaan tapak dan jenis tanah di tapak pembinaan.

Jadual 1.20 Klasifikasi kerja tanah berdasarkan situasi

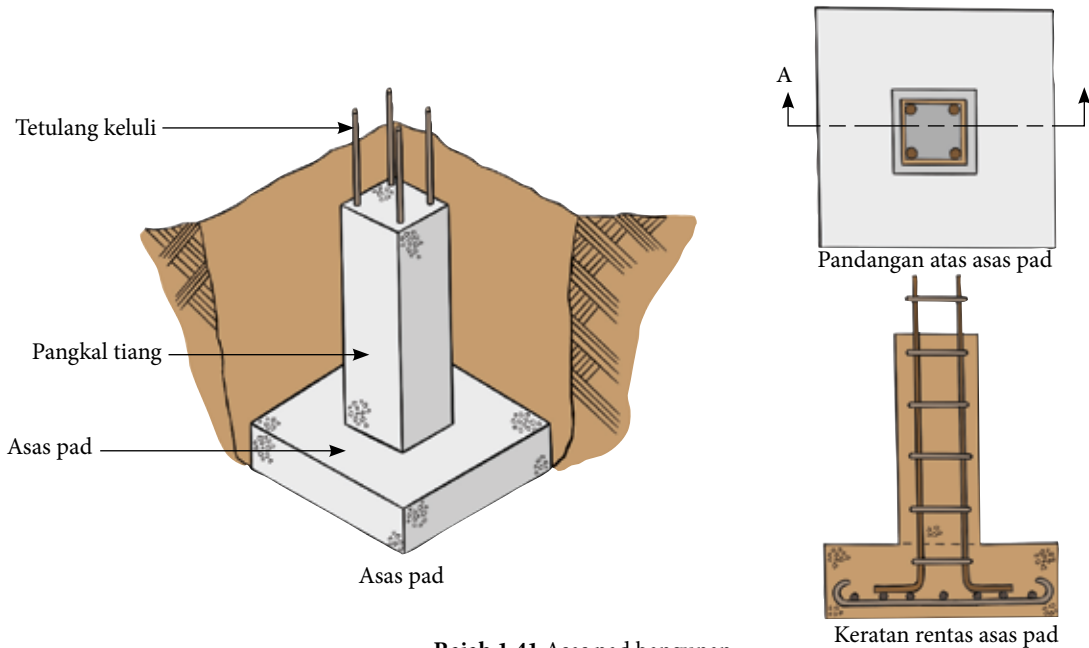
Situasi	Klasifikasi kerja tanah
Kawasan berbukit	<p>Melonggar Tanah</p> <ul style="list-style-type: none"> Tanah dipecahkan kepada butiran yang lebih kecil menggunakan jentolak atau jengkaut.
	<p>Pengorekan</p> <ul style="list-style-type: none"> Untuk aras tanah yang lebih tinggi, pemotongan perlu dibuat dengan cara mengorek tanah menggunakan jengkaut.
	<p>Pengukuhan</p> <ul style="list-style-type: none"> Kerja menambak dibuat untuk aras yang lebih rendah dari aras formasi. Tanah perlu ditambak sehingga mencapai aras formasi yang dikehendaki. Tanah penambak diambil dari tanah korekan yang telah dikumpulkan. Jika tanah tersebut tidak mencukupi, tanah tambakan terpaksa dibeli dari luar.
Kawasan berpaya dan kawasan lembah	<p>Pengorekan</p> <ul style="list-style-type: none"> Dinding penahan sementara seperti dinding penahan keluli dipasang sebelum kerja-kerja pengorekan dilakukan untuk mengelakkan runtuh semasa kerja pengorekan dibuat. Selain itu, kerja pengepaman juga perlu dibuat jika kandungan air terlalu banyak semasa kerja pengorekan dilakukan. <p>Mengukuh Tanah</p> <ul style="list-style-type: none"> Mengukuh tanah melibatkan kerja penambahan. Tanah tambakan diambil daripada tanah yang kuat seperti tanah bukit dan tambakan dibuat antara 1 m hingga 2 m. Tanah yang telah ditambak perlu dipadatkan supaya tanah menjadi kukuh dan padat. Ini untuk mengelakkan berlakunya pemendapan pada struktur bangunan.
Kawasan rata	<p>Pengorekan</p> <ul style="list-style-type: none"> Pengorekan dilakukan jika terdapat aras tanah yang tidak rata untuk mencapai aras formasi yang dikehendaki.

Jadual 1.21 Substruktur bangunan

Jenis Bangunan	Penentuan Substruktur
Rumah kediaman dua tingkat	<p>Beban bangunan</p> <ul style="list-style-type: none"> Asas pad sesuai bagi pembinaan yang kecil yang tidak menanggung beban yang besar. Ini kerana, ketebalan asas pad adalah bergantung kepada beban bangunan yang ditanggung. Oleh itu, bangunan yang melebihi dua tingkat tidak sesuai kerana memerlukan asas yang lebih tebal dan besar yang meningkatkan kos pembinaan. <p>Kos</p> <ul style="list-style-type: none"> Tempoh masa pembinaan adalah singkat dan tidak memerlukan jentera-jentera besar yang melibatkan kos. Kebiasaannya, bangunan kurang dari dua tingkat mempunyai tempoh pembinaan yang singkat dan kos yang rendah. <p>Keadaan tanah</p> <ul style="list-style-type: none"> Asas pad sesuai digunakan di atas tanah yang kukuh dan tidak mempunyai masalah pemendapan.
Rumah pangsa empat tingkat	<p>Beban bangunan</p> <ul style="list-style-type: none"> Asas jalur sesuai bagi bangunan yang mempunyai beban yang kecil dan tidak mempunyai tiang. Beban bangunan akan diagihkan terus kepada asas bangunan tanpa tiang. <p>Kos</p> <ul style="list-style-type: none"> Kos pembinaan ekonomik untuk bangunan yang besar kerana asas dibina terus dibawah dinding. Oleh itu, pembinaannya mengikut panjang dinding. <p>Keadaan tanah</p> <ul style="list-style-type: none"> Kebiasaannya asas jalur sesuai digunakan pada tanah yang mempunyai daya galas yang tinggi.
Kompleks beli-belah lapan tingkat	<p>Beban bangunan</p> <ul style="list-style-type: none"> Gabungan asas cerucuk dan rakit sesuai bagi pembinaan bangunan ini yang mempunyai beban yang tinggi. <p>Kos</p> <ul style="list-style-type: none"> Kos pembinaan ekonomik untuk bangunan yang besar kerana ia melibatkan pemasangan cerucuk yang melibatkan penggunaan jentera menanam cerucuk sama ada yang menggunakan tukul pelantak atau hidraulik. <p>Keadaan tanah</p> <ul style="list-style-type: none"> Asas cerucuk sesuai bagi pembinaan bangunan yang di tapak binaan berkeupayaan galas rendah. Asas rakit sesuai bagi tanah gambut yang mempunyai masalah enapan yang tidak sekata. Penggunaan asas gabungan antara cerucuk dengan rakit dapat mengelakkan keretakan pada struktur bangunan.

Asas Pad

Asas pad merupakan asas yang paling banyak digunakan untuk binaan bangunan satu atau dua tingkat. Beban daripada bangunan akan dipindahkan ke tanah melalui tiang dan seterusnya ke asas pad. Asas pad berbentuk segi empat sama dan luasnya bergantung kepada beban yang akan ditanggung dan juga keupayaan galas tanah. Besi tetulang digunakan untuk memperkukuh di samping menangani tegasan normal dan ricih. Rajah 1.41 menunjukkan asas pad bangunan.



Rajah 1.41 Asas pad bangunan

Langkah Pembinaan Asas Pad

1. Mengukur dan menanda saiz lubang asas pad.
2. Mengorek lubang dengan kedalaman 1.0 m hingga 1.5 m daripada aras bumi.
3. Menyediakan kotak bentuk acuan asas pad mengikut ukuran yang disediakan.
4. Menyapu agen pelepasan pada bahagian dalam kotak acuan.
5. Memasang kotak bentuk acuan ke dalam lubang.
6. Memasang tetulang keluli ke dalam kotak bentuk acuan.
7. Menyediakan bancuhan konkrit yang bernisbah 1:2:4.
8. Melakukan ujian penurunan konkrit bagi tujuan mengukur keboleherjaan konkrit.
9. Tuang konkrit ke dalam kotak acuan dengan ketinggian tidak melebihi 1.5 m dan dalam tempoh tidak melebihi 30 minit selepas dibancuh.
10. Lakukan proses pepadatan dengan menggunakan rod penggetar supaya udara yang terperangkap terbebas.
11. Biar konkrit mengeras.
12. Buka kotak acuan.
13. Lakukan proses pengawetan.

Asas Jalur

Terdapat bangunan yang tidak mempunyai tiang tetapi menggunakan dinding yang bertindak mengagihkan beban daripada komponen-komponen lain kepada asas bangunan. Oleh sebab dinding merupakan komponen yang panjang, maka asas yang dibina di bawah dinding juga mestilah sama panjang. Asas di bawah dinding ini dinamakan asas jalur. Berikut ialah jenis-jenis asas jalur:

i. Asas jalur biasa

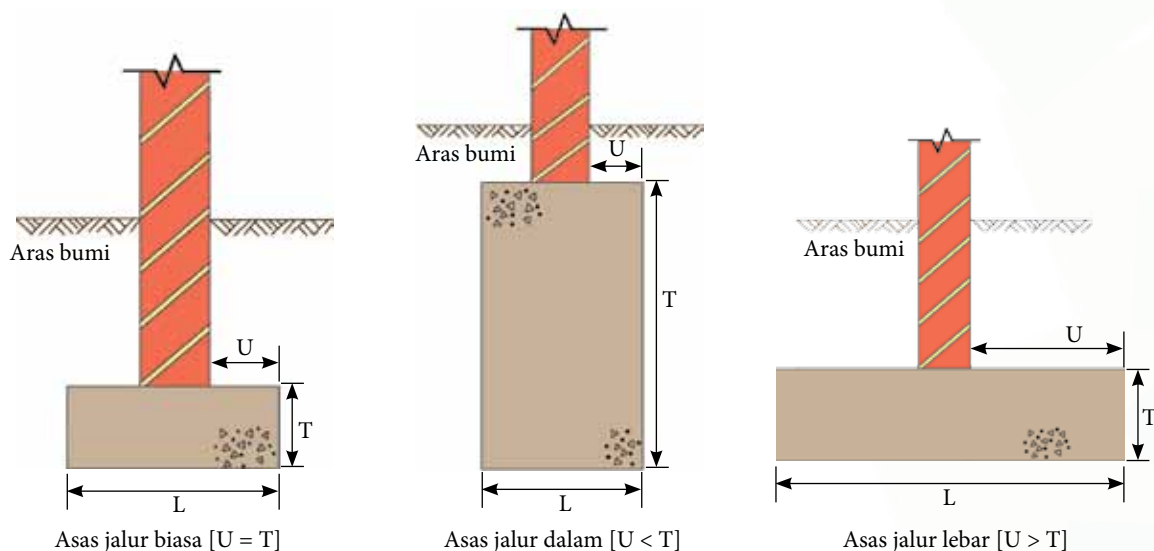
Digunakan untuk bangunan satu atau dua tingkat di mana keupayaan gilas tanah adalah baik iaitu tanah kukuh (tanah berbatu kerikil). Konkrit tanpa tetulang boleh digunakan jika kedalaman asas adalah melebihi lebarnya.

ii. Asas jalur dalam

Digunakan bagi kawasan tanah berkelodak serta jenis tanah yang kerap mengembang dan mengecut mengikut keadaan persekitaran. Asas ini lebih teguh dan jimat berbanding penggunaan batu bata. Lebar asas ini lebih daripada lebar dinding.

ii. Asas jalur lebar

Digunakan di kawasan pembinaan yang mempunyai keupayaan gilas tanah yang rendah (tanah liat lembut, tanah lembah dan tanah tambun). Asas ini lebih lebar dibandingkan asas jalur biasa bagi mengelakkan enapan tidak sekata. Konkrit bertetulang digunakan untuk mengelakkan kegagalan pada asas akibat tegangan.



Rajah 1.42 Jenis asas jalur

Asas Rakit

Asas ini dibina di bawah keseluruhan atau sebahagian daripada lantai bawah bangunan. Beban bangunan akan dipindahkan menerusi lantai ke atas asas rakit seterusnya ke lapisan tanah. Asas rakit digunakan di kawasan tanah berkeupayaan gilas rendah dan cenderung mengempap secara tidak sekata apabila dikenakan beban. Berikut ialah jenis-jenis asas rakit:

i. Papak padu

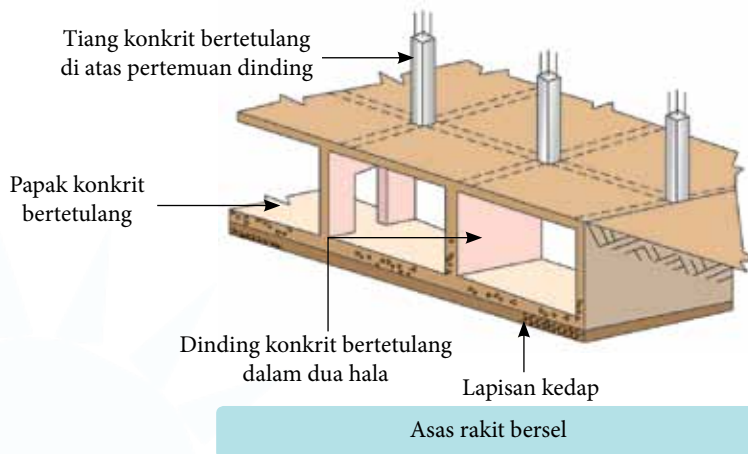
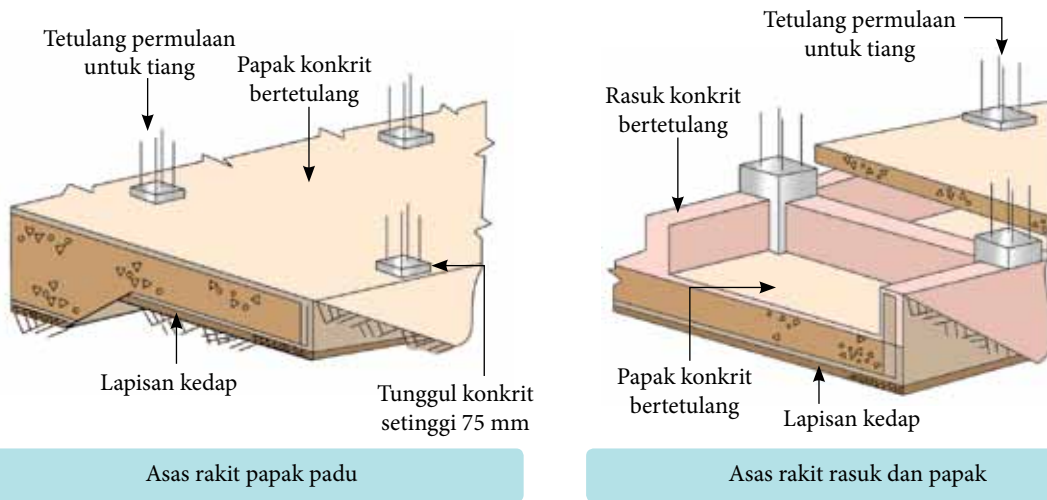
Terdiri daripada papak konkrit padu bertetulang dalam kedua-dua arah. Papak yang lebih tebal diperlukan untuk bangunan yang mempunyai beban yang lebih besar.

ii. Rasuk dan papak

Papak gilas beban dibina di atas tanah berserta pembinaan rasuk di atasnya dan sesuai untuk asas rakit yang melebihi 305 mm.

iii. Bersel

Bersel diperlukan sekiranya asas rakit mengalami tegangan yang tinggi dan ketebalan asas rakit yang direka bentuk melebihi satu meter.



Rajah 1.43 Jenis asas rakit

Asas Cerucuk

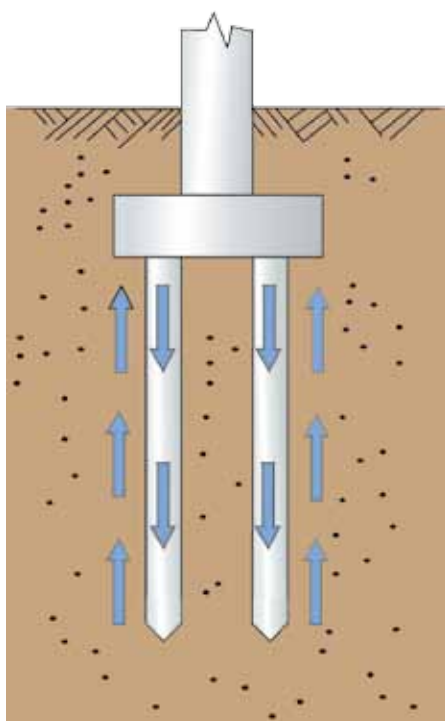
Asas cerucuk digunakan untuk memindahkan beban bangunan ke lapisan tanah keras menerusi tiang. Asas ini sesuai bagi jenis tanah yang berkeupayaan gelas rendah. Berikut ialah jenis-jenis cerucuk:

i. Cerucuk gelas hujung

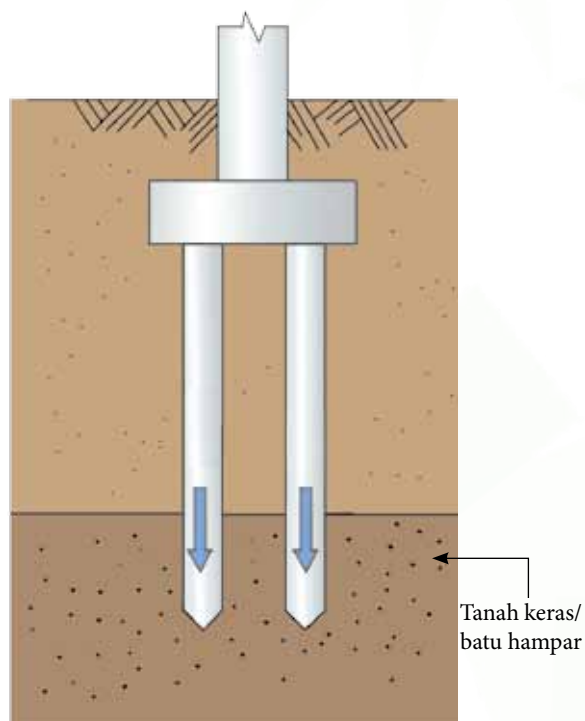
Cerucuk ditanam sehingga ke lapisan tanah kukuh atau batu hampar.

ii. Geseran

Cerucuk ini digunakan apabila kedalaman lapisan tanah keras sangat jauh. Maka beban struktur akan ditanggung oleh geseran permukaan cerucuk yang bersentuhan dengan tanah.



Rajah 1.44 Cerucuk geseran



Rajah 1.45 Cerucuk gelas hujung

c. Pembinaan Superstruktur

Pembinaan superstruktur merupakan struktur bangunan yang dibina berada di atas permukaan bumi. Beban akan dipindahkan dari bangunan kepada asas melalui superstruktur.

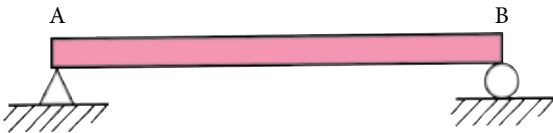
Superstruktur bangunan pula meliputi semua anggota struktur yang terletak di atas substruktur iaitu di bahagian atas aras bumi. Superstruktur bangunan dibina secara berperingkat dan dimulai dengan pembinaan struktur seperti tiang, rasuk bumi, lantai bawah padu, rasuk atas, lantai atas, rasuk bumbung dan kerangka bumbung.

Rasuk

Rasuk merupakan komponen mendatar yang menanggung beban-beban bumbung, lantai dan dinding serta beban hidup. Rasuk dapat menahan beban secara mengatasi lenturan, ricih dan kilasan (*Torsion*). Kadangkala rasuk bertindak sebagai pengikat. Berikut ialah jenis-jenis rasuk:

- i. Rasuk disokong mudah
- ii. Rasuk julus
- iii. Rasuk selanjar
- iv. Rasuk hujung terikat

Rasuk disokong mudah



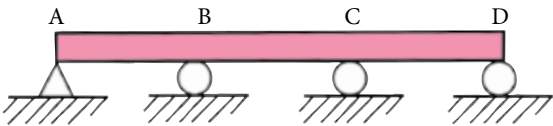
- Rasuk yang disokong dengan pin pada satu hujung dan disokong oleh pin dan roda pada hujung yang satu lagi dipanggil rasuk disokong mudah.
- Tetulang utama diperlukan untuk meningkatkan kekuatan konkrit.
- Contoh kegunaan: Jambatan dan landasan LRT/MRT.

Rasuk julus



- Rasuk julus terikat pada satu hujungnya manakala hujung yang satu lagi tidak disokong.
- Hujung ini bebas bergerak apabila dikenakan beban.
- Contoh kegunaan: Anjung dan balkoni.

Rasuk selanjar



- Rasuk selanjar disokong dengan sekurang-kurangnya pada tiga tempat.
- Apabila rasuk ini dikenakan beban, bahagian tengah rentang akan mengalami lenturan maksimum.
- Contoh kegunaan: Jambatan, jalan raya dan masjid.

Rasuk hujung terikat



- Kedua-dua hujungnya disokong oleh hujung terikat.
- Apabila dikenakan beban, rasuk akan melentur seperti rasuk disokong mudah.
- Bagi rasuk konkrit, tetulang utama diperlukan pada bahagian yang mengalami tegangan bagi meningkatkan keupayaan tegangan rasuk tersebut.
- Contoh kegunaan: Rumah dan pejabat.

Langkah Pembinaan Rasuk

1. Menyediakan kotak bentuk acuan rasuk mengikut ukuran yang disediakan dan menyapu agen pelepasan pada bahagian dalam kotak acuan.
2. Menyediakan bar tetulang keluli bentuk berbunga untuk rasuk disokong mudah.
3. Pasang kotak acuan rasuk dan kunci kotak acuan.
4. Pasang topang sementara T di bawah kotak acuan bagi memastikan kedudukan kotak bentuk acuan mendatar.
5. Memasang tetulang keluli rasuk kepada tetulang keluli tiang untuk menambah kekuatan rasuk.
6. Menyediakan campuran konkrit dengan nisbah 1:2:4.
7. Melakukan ujian penurunan konkrit bagi tujuan mengukur keboleherjaan konkrit.
8. Tuang konkrit ke dalam kotak acuan dengan ketinggian tidak melebihi 1.5 m dan dalam tempoh tidak melebihi 30 minit selepas dibancuh.
9. Lakukan proses pepadatan dengan menggunakan rod penggetar supaya udara yang terperangkap terbebas.
10. Biar konkrit mengeras.
11. Buka kotak acuan bahagian tepi.
12. Lakukan proses pengawetan.
13. Buka semua kotak acuan termasuk topang T.

Lantai

Lantai ialah satu komponen struktur yang mendatar yang menanggung beban mati dan beban hidup. Lantai terbahagi kepada dua jenis:

- i. Lantai bawah padu
- ii. Lantai atas

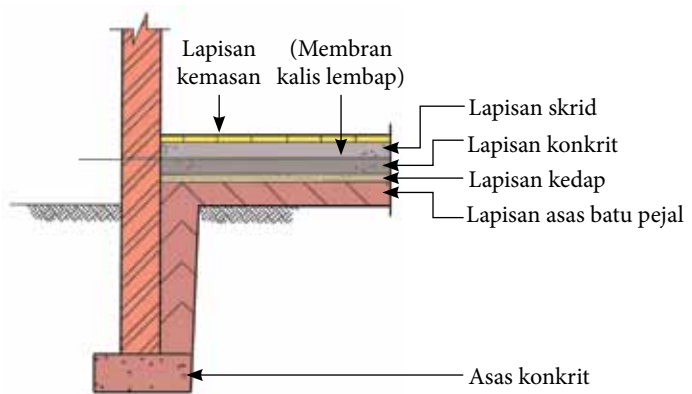
Lantai Bawah Padu

- Lantai ini dibina di atas tanah iaitu lantai di tingkat bawah bangunan. Tanah berperanan sebagai penyokong lantai. Rajah 1.46 menunjukkan keratan rentas lantai konkrit bawah padu.
- Lantai bawah padu terdiri daripada:

- Lapisan asas batu pejal	- Membran kalis lembap
- Lapisan kedap	- Lapisan skrid
- Lapisan konkrit	- Lapisan kemasan

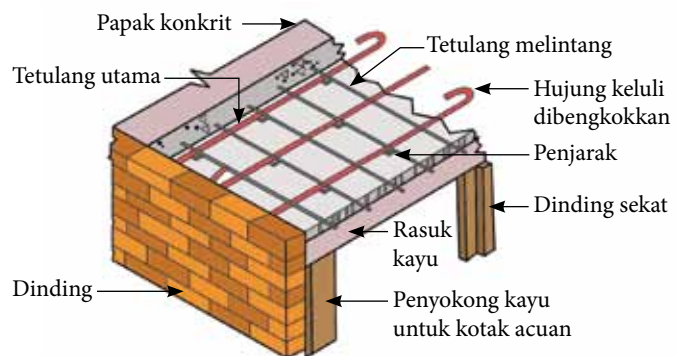
Lantai Atas

- Lantai atas akan disokong oleh rasuk yang akan menerima beban dari lantai dan mengagihkannya kepada tiang.
- Bagi lantai konkrit, tetulang keluli diletakkan untuk menambah kekuatan tegangan konkrit.
- Sebelum konkrit dituang, kotak acuan bagi lantai hendaklah dipasang dan disangga oleh penyokong sementara.
- Selepas itu tetulang diletakkan di atas penjarak dan seterusnya konkrit dituang mengikut ketebalan reka bentuk dan dipadatkan. Kotak acuan boleh dibuka seawal-awalnya pada hari ketujuh selepas konkrit dituang. Rajah 1.47 menunjukkan kaedah pembinaan lantai atas konkrit bertetulang.

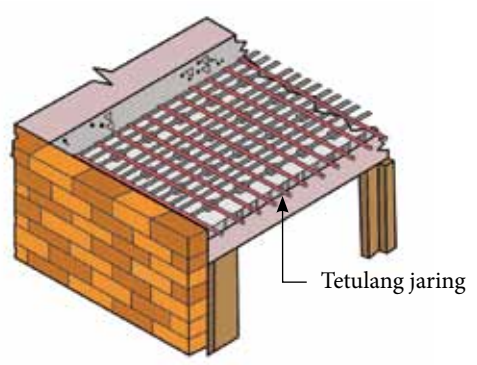


Rajah 1.46 Keratan rentas lantai konkrit bawah padu

Kaedah penggunaan tetulang keluli



Kaedah penggunaan tetulang jejaring

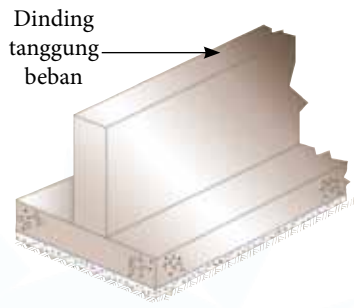


Rajah 1.47 Kaedah pembinaan lantai atas konkrit bertetulang

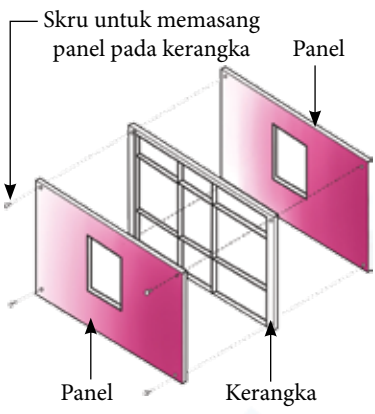
Dinding

Elemen kepingan tegak yang menanggung beban (dinding tanggung beban) dan memberi perlindungan daripada kesan cuaca atau sebagai pembahagi ruang dan bilik dalam bangunan. Dinding dibahagikan kepada tiga jenis, iaitu:

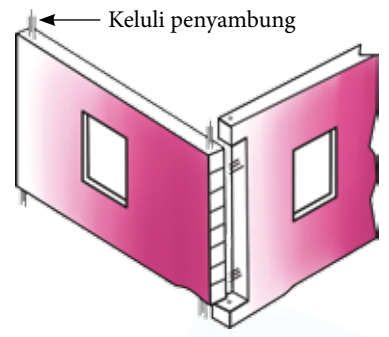
- i. Dinding tanggung beban
- ii. Dinding panel
- iii. Dinding monolit



Dinding tanggung beban



Dinding panel



Dinding monolit

Rajah 1.48 Jenis-jenis dinding

Jadual 1.21 Jenis dinding

Jenis Dinding	Keterangan
Dinding tanggung beban	<ul style="list-style-type: none"> Dinding tanggung beban menanggung beban hidup dan beratnya sendiri. Biasanya dibuat menggunakan bata. Dinding tanggung beban lazimnya dibina di atas asas jalur supaya beban dapat diagihkan terus pada tanah di bawah asas.
Dinding panel	<ul style="list-style-type: none"> Dinding jenis ini dibina daripada panel yang dipasang pada kerangka. Dinding ini hanya menanggung bebannya sendiri. Panel terdiri daripada papan gypsum, kaca, komposit, papan dan papan lapis. Kerangka pula dibina daripada dinding bata, kayu, logam atau bahan komposit. Biasanya digunakan sebagai pemisah ruang.
Dinding monolit	<ul style="list-style-type: none"> Dinding ini terdiri daripada satu unit dinding tanpa sambungan. Contohnya dinding konkrit yang dibina dalam tuangan konkrit semasa basah dan mengeras menjadi satu dinding padu yang pejal. Terdapat juga dinding monolit konkrit pratuang. Dinding jenis ini dibuat bersama dengan bukaan untuk pintu atau tingkap dalam satu tuangan. Dinding ini dipasang di tapak pembinaan mengikut kedudukan yang telah ditetapkan.

Tiang

Komponen tegak yang menanggung beban paksi yang diagihkan oleh rasuk. Berikut ialah jenis-jenis tiang:

- i. Tiang tunggal
- ii. Tiang jinjang

Jadual 1.22 Jenis tiang

Jenis Tiang	Keterangan
Tiang tunggal	<ul style="list-style-type: none"> Tiang tunggal dibina secara berasingan daripada dinding. Tiang ini direka bentuk bagi menerima beban yang tinggi. Biasanya tiang ini adalah daripada jenis tiang konkrit bertetulang. Tiang boleh juga dibina daripada keluli, batu bata dan kayu. Contoh tiang ialah seperti tiang yang diletakkan di lobi bangunan hotel atau kompleks beli-belah.
Tiang jinjang	<ul style="list-style-type: none"> Tiang jinjang ialah tiang yang dibina daripada batu-bata. Kebiasannya tiang ini akan dibina bersama dengan tembok bata. Tiang jinjang tidak menerima beban yang tinggi. Cara membina tiang jinjang ialah dengan menyediakan lapisan asas sebelum bata diikat bagi membentuk tiang yang dikehendaki. Tiang jinjang berfungsi untuk mengukuhkan binaan tembok yang panjang. Contohnya ialah tiang di pagar rumah kediaman.

Langkah Pembinaan Tiang Tunggal

1. Menyediakan kotak acuan tiang mengikut ukuran yang disediakan dan menyapu agen pelepasan pada bahagian dalam kotak acuan.
2. Menyediakan bar tetulang keluli bentuk berbunga untuk tiang.
3. Memasang tetulang keluli tiang kepada tetulang keluli asas pad.
4. Pasang kotak acuan tiang dan topang supaya berada dalam keadaan tegak.
5. Menyediakan campuran konkrit dengan nisbah 1:2:4.
6. Melakukan ujian penurunan konkrit bagi tujuan mengukur keboleherjaan konkrit.
7. Tuang konkrit ke dalam kotak acuan dengan ketinggian tidak melebihi 1.5 m dan dalam tempoh tidak melebihi 30 minit selepas dibancuh.
8. Lakukan proses pemadatan dengan menggunakan rod penggetar supaya udara terperangkap terbebas.
9. Biar konkrit mengeras.
10. Buka kotak acuan.
11. Lakukan proses pengawetan.

Bumbung

Bumbung ialah satu struktur berbentuk rata atau curam yang dibina bagi melindungi bangunan daripada angin, panas dan hujan. Kerangka bumbung dibina daripada kayu, keluli atau konkrit untuk menanggung beban mati, beban penutup bumbung dan beban angin.

Bumbung yang dibina hendaklah memenuhi keperluan dan fungsi seperti kestabilan, kekuatan, tahan lasak, rintangan cuaca, rintangan terhadap kebakaran, sifat penebat haba dan rupa bentuk bangunan itu sendiri. Kekuatan bumbung untuk menanggung beban bergantung pada ciri-ciri bahan binaan yang digunakan, cara pemasangan dan pembinaannya serta bentuk bumbung itu sendiri.

Jadual 1.23 Jenis bumbung

Jenis Bumbung	Keterangan
Bumbung rata	<ul style="list-style-type: none"> • Mempunyai kecerunan tidak melebihi 10°. • Cara pembinaannya adalah seperti pembinaan lantai atas dengan pemasangan membran kalis air bagi mengelakkan kebocoran pada bumbung. • Sesuai digunakan untuk pembinaan moden bagi rumah kediaman atau bangunan besar seperti kompleks membeli-belah. • Reka bentuk yang rata boleh digunakan sebagai ruang meletak kenderaan, ruang kolam renang dan sebagainya.
Bumbung curam	<ul style="list-style-type: none"> • Bumbung yang mempunyai kecerunan melebihi 10°. • Reka bentuk yang condong berfungsi untuk pengaliran air hujan pada bangunan. • Pembinaan bumbung curam ialah dengan menggunakan kerangka. • Sesuai digunakan bagi bangunan kecil atau bangunan yang menitikberatkan nilai estetika seperti muzium dan balai seni.

Jenis Bumbung Curam

Bumbung Limas

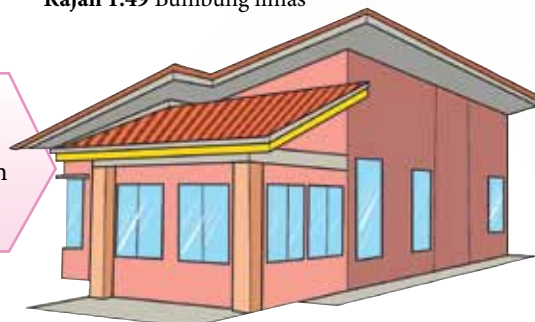
Mempunyai empat penampang yang mencuram ke empat arah yang berlainan dan membentuk lima garisan bumbung.



Rajah 1.49 Bumbung limas

Bumbung Pisang Sesikat

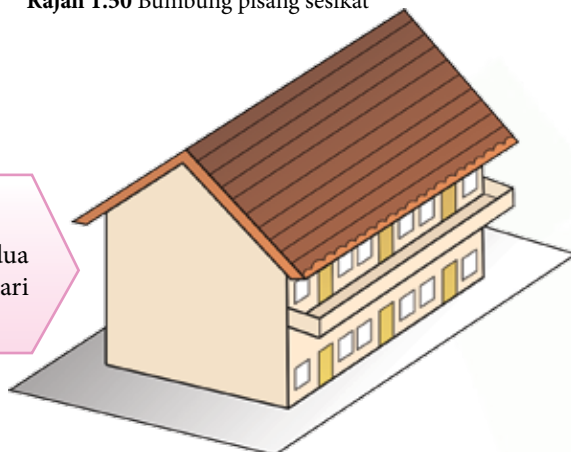
Mempunyai permukaan yang mencuram ke satu arah sahaja. Mempunyai binaan yang paling ringkas.



Rajah 1.50 Bumbung pisang sesikat

Bumbung Tebar Layar

Mempunyai dua penampang yang mencuram ke dua arah yang berlawanan yang biasanya bermula dari puncak bumbung di tengah-tengah bangunan.



Rajah 1.51 Bumbung tebar layar

Faktor Pemilihan Bumbung

Saiz dan Bentuk Bangunan

Jenis bangunan perlu dilihat sebelum bumbung dipilih. Seperti contoh, bumbung jenis rata sesuai bagi bangunan besar atau kediaman yang mempunyai reka bentuk moden. Pemilihan yang salah akan menyebabkan reka bentuk bangunan tidak menarik.

Nilai estetika

Pemilihan bumbung yang sesuai memberi nilai estetika yang tinggi kepada sesebuah bangunan. Terdapat reka bentuk bumbung yang melambangkan nilai sesuatu masyarakat. Kebiasaannya, bumbung curam mempunyai nilai estetika yang lebih tinggi berbanding bumbung rata.

Kos

Kos pembinaan dan penyenggaraan perlu dipertimbangkan sebelum pemilihan bumbung dibuat. Sebagai contoh, bumbung curam agak mahal semasa proses pembinaan tetapi kos penyenggaraan murah dan ringkas.

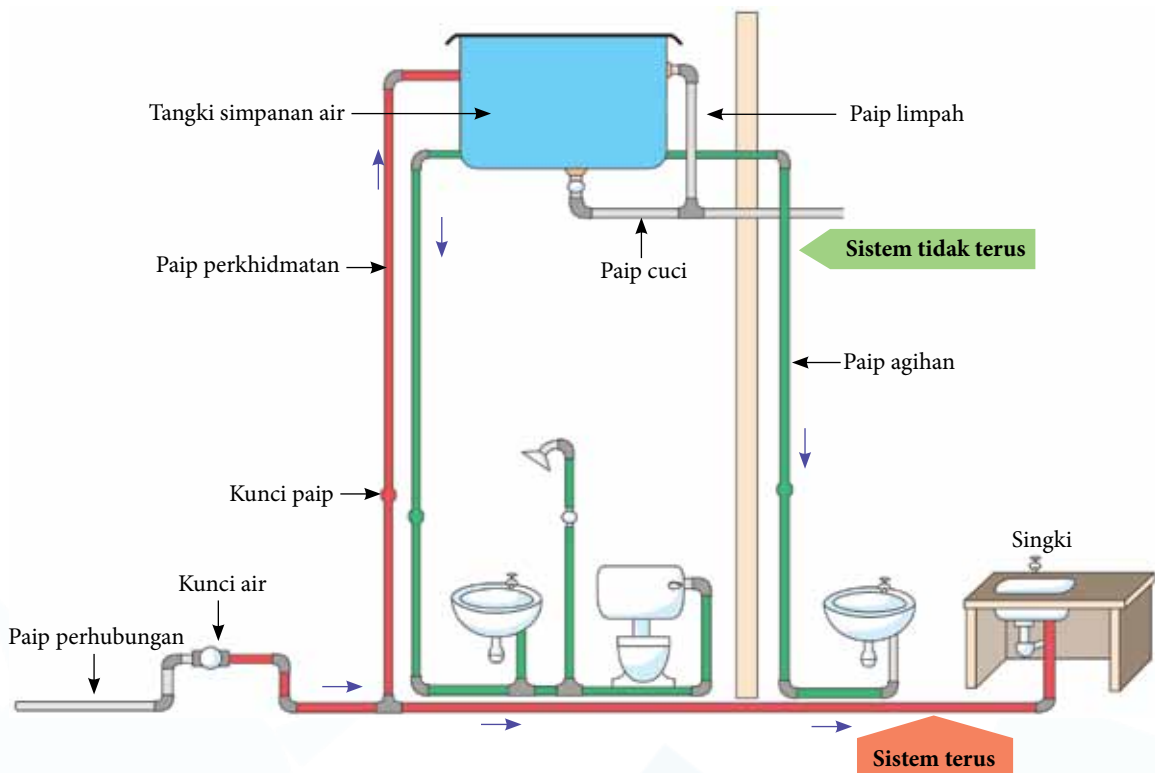
Cuaca

Kesesuaian bumbung rata dan curam adalah berbeza mengikut cuaca. Negara yang mengalami musim panas yang panjang dan hujan yang kurang lebih sesuai menggunakan bumbung rata berbanding dengan bumbung curam.

1.4.2 Kelengkapan Kemudahan Sebuah Bangunan

a. Sistem Perpaipan

- Bagi melengkapkan pembinaan sesebuah bangunan, sistem perpaipan perlu dirancang.
- Lazimnya, rangkaian paip akan ditanam bersebelahan jalan raya. Hal ini disebabkan oleh tidak terdapat sebarang halangan di atasnya dan memudahkan kerja pemasangan dan penyenggaraan paip. Terdapat beberapa jenis sistem rangkaian paip pengagihan air yang digunakan. Pemilihan sistem ini juga dibuat berdasarkan oleh rupa bentuk bumi dan kawasan tempat agihan.



Rajah 1.52 Sistem bekalan air di rumah

Secara umumnya terdapat dua jenis sistem perpaipan di dalam bangunan iaitu sistem terus dan sistem tidak terus.

Sistem terus

- Membekalkan air terus daripada paip perkhidmatan ke pili atau ke tangki simpanan.
- Sumber air tidak diperoleh dari tangki simpanan.
- Biasanya digunakan bagi pili di bahagian dapur bagi tujuan air minuman dan memasak.
- Tidak sesuai bagi bangunan tinggi kerana tekanan air yang perlahan untuk ke tingkat tinggi.
- Kebaikan:
 - Air yang diterima adalah bersih kerana diperoleh terus dari paip perkhidmatan.
 - Tekanan air adalah tinggi.
- Keburukan:
 - Jika berlaku gangguan bekalan air, bekalan simpanan air tiada.
 - Kerosakan boleh berlaku pada pili kerana tekanan yang tinggi.
 - Kerosakan atau kebocoran sukar dikesan.
 - Tekanan air menjadi perlahan semasa waktu puncak.

Sistem tidak terus

- Air daripada paip induk dibekalkan melalui paip perkhidmatan yang dipasang ke tangki simpanan. Air yang terdapat di tangki simpanan akan diagihkan ke pili atau kelengkapan lain di dalam bangunan.
- Sesuai digunakan pada bangunan yang tinggi.
- Biasanya digunakan untuk pili di bilik mandi dan tandas.
- Kebaikan:
 - Jika berlaku gangguan bekalan air, bekalan air masih boleh diperoleh dalam lingkungan 12 hingga 24 jam.
 - Kerosakan mudah dikesan.
 - Tekanan air boleh dikawal.
- Keburukan:
 - Risiko untuk menerima air yang tercemar terutamanya jika tangki simpanan tidak disenggara dengan baik. Contohnya berkarat dan berkelodak.
 - Pembaziran boleh berlaku jika berlakunya kerosakan pada injap bebola tangki simpanan.
 - Memerlukan penyediaan ruang bagi perletakan tangki simpanan yang sesuai, contohnya di atas bumbung rumah.

b. Sistem Elektrik

Terdapat dua jenis bekalan kuasa elektrik yang dibekalkan ke bangunan kediaman iaitu satu fasa dan tiga fasa.

Jadual 1.24 Jenis bekalan kuasa elektrik

Jenis bekalan kuasa elektrik	Fungsi
Satu fasa	<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai dua dawai iaitu satu wayar hidup dan satu wayar neutral. Bagi bekalan kuasa elektrik satu fasa voltan piawainya ialah 240 V.
Tiga fasa	<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai empat dawai iaitu tiga wayar hidup dan satu neutral. Bagi bekalan kuasa elektrik tiga fasa, tenaga elektrik yang dibekalkan kepada pengguna ialah 415 V. Bekalan tiga fasa mempunyai tiga wayar hidup dan satu wayar neutral yang diwakili oleh kod yang ditetapkan: <ul style="list-style-type: none"> Fasa Merah (R) Fasa Kuning (Y) Fasa Biru (B) Neutral (N)

Terdapat tiga jenis pendawaian di dalam sesebuah bangunan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1.25.

Jadual 1.25 Jenis pendawaian

Jenis Pendawaian	Penerangan
Pendawaian permukaan	<ul style="list-style-type: none"> Pemasangan wayar pada permukaan dinding tanpa penutup. Sesuai untuk bekalan satu fasa bagi bangunan yang diperbuat daripada kayu atau konkrit. Kos pemasangan dan penyenggaraannya rendah. Pemasangan ini sesuai untuk beban kuasa yang rendah.
Pendawaian tersembunyi	<ul style="list-style-type: none"> Wayar dipasang di dalam dinding atau siling kecuali penghujung wayar yang digunakan untuk sambungan ke terminal aksesori. Sesuai untuk jenis bekalan satu fasa untuk bangunan konkrit. Jangka hayat wayar lebih terjamin. Menghasilkan pemandangan dalaman yang kemas.
Pendawaian konduit	<ul style="list-style-type: none"> Pemasangan ini menggunakan konduit yang dipasang ke dinding dan di dalamnya akan dimasukkan wayar. Sesuai untuk bangunan yang terdedah kepada kerosakan mekanikal yang tinggi. Memerlukan sistem pembumian yang baik. Boleh digunakan untuk bekalan satu fasa atau tiga fasa. Jenis konduit yang biasa digunakan ialah konduit logam atau konduit PVC.

c. Sistem Perhubungan

Perhubungan merupakan salah satu proses pertukaran maklumat.

Sistem perhubungan elektronik merupakan salah satu cara manusia berhubung dalam menyampaikan sesuatu maklumat.

Proses perhubungan memerlukan sistem yang mempunyai tiga unsur asas iaitu penghantar, penerima dan saluran perhubungan atau medium. Penghantar menukarkan maklumat kepada bentuk isyarat yang sesuai untuk disalurkan melalui perantara. Penerima pula menerima isyarat dan seterusnya menukarkan isyarat tersebut kepada bentuk yang boleh difahami oleh manusia.



Rajah 1.53 Proses sistem perhubungan

Kaedah penghantaran maklumat elektronik

Terdapat dua kaedah penghantaran maklumat elektronik, iaitu:

1. **Perhubungan secara langsung**
Perhubungan secara langsung menggunakan medium talian penghantaran dan optik gentian.
2. **Perhubungan secara tidak langsung atau tanpa wayar**
Perhubungan secara tidak langsung atau tanpa wayar menggunakan medium gelombang radio untuk perhubungan radio dan gelombang inframerah.

Jadual 1.26 Kaedah penghantaran sistem perhubungan

Sistem Perhubungan	Secara Langsung	Tanpa Wayar
Siaran radio		✓
Siaran televisyen	✓	✓
Satelit		✓
Radar		✓
Telefon	✓	✓
Interkom	✓	
Faksimile	✓	✓

Contoh-contoh kelengkapan sistem perhubungan dalam sesebuah bangunan

Dalam sesebuah bangunan, terdapat beberapa contoh perhubungan bagi melengkapkan pembinaan sesebuah bangunan.

1. Kabel antena televisyen
2. Kabel telefon
3. Kabel gentian optik

d. Sistem Pengudaraan

Memenuhi kehendak kesihatan

- Mengekalkan kualiti udara di dalam bangunan di atas satu paras minimum iaitu menukarkan udara terpakai dengan udara bersih.
- Mencegah peningkatan karbon dioksida yang tinggi dan bau yang tidak menyenangkan.

Menghasilkan keselesaan terma

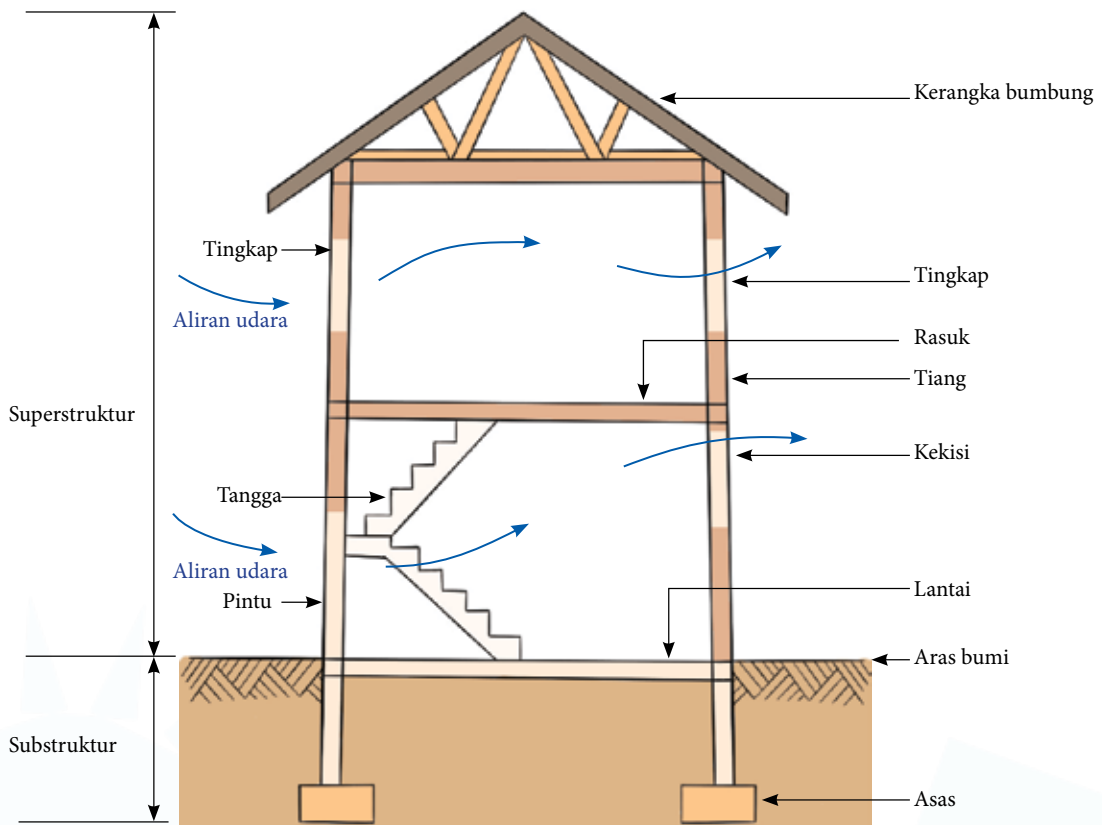
- Untuk menambahkan kehilangan haba badan dan mengurangkan ketidakselesaan oleh kulit yang lembap serta melekit.

Menyejukkan struktur bangunan

- Aspek yang menyebabkan perbezaan suhu di dalam dan di luar bangunan:
 - Warna dinding
 - Kapasiti terma
- Proses perolakan udara juga harus berlaku dalam ruang bangunan.

Fungsi pengudaraan

Terdapat beberapa contoh bukaan pada sesebuah bangunan yang bertujuan untuk memudahkan pengaliran udara seperti telaga udara, tingkap, kekisi dan elemen-elemen dekoratif yang mempunyai kesan fisiologi khususnya dalam hal kebersihan dan pergerakan udara di dalam bangunan.



Rajah 1.54 Keratan rentas sebuah bangunan

Terdapat dua jenis sistem pengudaraan, iaitu:

Pengudaraan Semula Jadi

Sistem yang tidak memerlukan kawalan yang tertentu seperti tingkap dan pintu.

Dua Jenis Sistem Pengudaraan

Pengudaraan Mekanikal

Sistem yang memerlukan kawalan yang khusus untuk mengawal pergerakan udara seperti penyaman udara.

Rajah 1.55 Jenis sistem pengudaraan

Latihan 1.4

1.

PROSES A

- Bagi tanah yang tidak kukuh perlu dibuang dan ditambah dengan tanah yang kukuh.
- Melibatkan penggunaan jentera pengelek.

Proses A merupakan salah satu aktiviti dalam kerja tanah. Terangkan apakah aktiviti ini.

2.


KES 1

Sebuah bangunan pejabat tiga tingkat telah runtuh setelah siap dibina pada tahun 2001. Namun begitu, pada tahun 2007 bangunan tersebut telah ditukar fungsinya kepada kompleks beli belah. Pada tahun 2013, bangunan tersebut telah runtuh. Setelah siasatan dilakukan, didapati punca utama keruntuhan adalah kerana kegagalan asas bangunan.

Berdasarkan Kes 1 di atas:

- i. Apakah kemungkinan faktor-faktor yang menyumbang kepada kegagalan asas tersebut?
 - ii. Bincangkan faktor yang perlu diambil kira dalam memilih asas bangunan.
 - iii. Cadangkan asas binaan baru yang sesuai dengan bangunan tersebut. 🧠
3. Encik Anil ingin membuat rumah kediaman di atas tanah pasir. Beliau bercadang untuk menggunakan cerucuk dalam pembinaan tersebut. Dengan bantuan gambar rajah, terangkan jenis cerucuk yang sesuai digunakan dan kebaikan penggunaan cerucuk tersebut.
-
-

4. Dengan memberikan contoh yang sesuai, terangkan fungsi tiga jenis rasuk yang telah dipelajari di topik ini.


5. Apakah dinding yang sesuai digunakan sebagai pemisah antara ruang makan dengan ruang tamu di sebuah rumah kediaman? Bincangkan ciri-ciri dinding yang anda pilih. 

6. Anda seorang arkitek. Anda telah diminta untuk mencadangkan reka bentuk bumbung bagi sebuah bangunan yang berfungsi sebagai galeri lukisan bagi seorang pelukis terkenal. Berikan cadangan reka bentuk tersebut dan kebaikan bumbung pilihan anda.

7. Cadangkan aktiviti kerja tanah bagi pembinaan di kawasan tanah gambut dan jentera utama yang digunakan dalam aktiviti tersebut.

8. Bangunan B merupakan bangunan pejabat. Lengkapkan jadual di bawah dengan memberikan dua jenis kelengkapan bagi setiap sistem kemudahan di bangunan tersebut.

Sistem Kemudahan Bangunan	Contoh Kelengkapan
Sistem bekalan air	
Sistem elektrik	
Sistem perhubungan	
Sistem pengudaraan	

9. Pengudaraan terbahagi kepada dua jenis iaitu pengudaraan mekanikal dan pengudaraan semula jadi. Bezakan kedua-dua jenis ini dan bincangkan kebaikan dan keburukannya kepada kesihatan penghuni bangunan. 



1.5

Peringkat Paspembinaan

1.5.1

Aktiviti Peringkat Paspembinaan

a. Sijil Perakuan Siap dan Pematuhan (CCC)

Sijil Perakuan Siap dan Pematuhan (*Certificate of Completion and Compliance*, CCC) telah berkuatkuasa bermula pada April 2007. Tujuan sijil CCC adalah untuk memastikan bangunan yang telah siap dibina selamat untuk diduduki oleh penghuni. Sijil ini dikeluarkan oleh Arkitek Profesional atau Jurutera Profesional. Namun begitu, bagi pembinaan rumah kediaman yang mempunyai keluasan tidak melebihi 300 meter persegi dan bangunan banglo tidak melebihi dua tingkat, CCC boleh dikeluarkan oleh Pelukis Pelan Bangunan.

Dalam sistem persijilan ini, setiap peringkat pembinaan perlu dikeluarkan oleh CCC setelah semua pihak yang terlibat dalam pembinaan berpuas hati bahawa setiap proses dalam pembinaan telah mematuhi semua perundangan dan syarat-syarat teknikal yang telah ditetapkan oleh Pihak Berkuasa Tempatan. Syarat-syarat teknikal terdiri daripada tiga aspek penting, iaitu:

- i. Struktur di dalam bangunan yang melibatkan kesihatan dan keselamatan bangunan seperti pintu rintangan api dan laluan kecemasan.
- ii. Pembinaan fasiliti di luar kawasan bangunan seperti taman permainan.
- iii. Penyediaan infrastruktur seperti laluan masuk ke kawasan perumahan dan sistem perparitan.

Setelah CCC diperoleh, pihak Arkitek Profesional atau Jurutera Profesional perlu menghantar dua salinan CCC kepada Pihak Berkuasa Tempatan dalam tempoh 14 hari dari tarikh CCC dikeluarkan bagi tujuan perekodan.

b. Jaminan dan Penyenggaraan

Apabila projek siap, pihak klien bertanggungjawab menyempurnakan bayaran kos keseluruhan projek bangunan kepada pemaju. Namun begitu, sejumlah 10 peratus akan ditahan sebagai wang jaminan oleh pihak klien mengikut syarat yang telah ditetapkan dalam perjanjian. Tempoh penahanan ini dikenali sebagai Tempoh Tanggungan Kecacatan. Dalam tempoh itu, sekiranya berlaku sebarang kecacatan atau kerosakan akibat daripada tidak memenuhi spesifikasi yang ditetapkan, kontraktor bertanggungjawab membaikinya. Seandainya dalam tempoh tersebut tiada kerosakan atau kontraktor telah membaiki segala kerosakan yang dilaporkan sepanjang projek dijalankan, maka wang penahanan itu akan dibayar kepada pemaju atau kontraktor berkenaan.

Selepas penyerahan projek kepada klien, kecacatan bangunan seperti kebocoran bumbung, kebocoran paip air atau sebagainya yang berlaku dalam tempoh 18 bulan atau mengikut perjanjian yang dikenali sebagai tempoh tanggungan kecacatan adalah tanggungjawab pemaju. Manakala bagi kecacatan struktur bangunan seperti keretakan pada tiang, rasuk, lantai atau kegagalan asas merupakan tanggungjawab perunding bagi sepanjang jangka hayat bangunan berkenaan.

1

STANDARD PEMBELAJARAN

- Mencerakinkan aktiviti bagi peringkat paspembinaan.
- Menjustifikasikan kaedah penyenggaraan yang sesuai untuk sebuah bangunan.

BAB 1

Informasi

- Arkitek profesional ialah arkitek yang berdaftar dengan Lembaga Arkitek Malaysia.
- Jurutera profesional ialah jurutera yang berdaftar dengan Lembaga Jurutera Malaysia.



1.5.2 Kaedah Penyenggaraan

Penyenggaraan ialah aktiviti-aktiviti yang dilaksanakan ke atas bangunan atau perkhidmatan bangunan yang sedia ada yang bertujuan untuk memelihara jangka hayat bangunan bagi keselesaan pengguna.

Fungsi Penyenggaraan Bangunan

- **Mencegah kerosakan pada komponen bangunan**
 - Penyenggaraan yang terancang boleh mengelakkan berlakunya kerosakan pada komponen bangunan.
- **Mencegah kerosakan berterusan**
 - Dapat mengenal pasti kerosakan pada struktur bangunan di peringkat awal bagi mengelakkan kerosakan berterusan yang memberi impak yang lebih besar seperti keruntuhan bangunan.
- **Menjimatkan kos**
 - Penyenggaraan terancang dapat mengurangkan kos membaik pulih bangunan. Kos penyenggaraan kerosakan peringkat awal adalah lebih rendah dibandingkan apabila kerosakan itu menjadi lebih besar.
- **Memastikan keselesaan pengguna**
 - Penyenggaraan terancang dapat memastikan segala kemudahan bangunan berfungsi dengan baik yang dapat memastikan keselesaan pengguna.
- **Mematuhi kehendak undang-undang**
 - Memastikan bangunan yang diduduki selamat dan keperluan keselamatan berfungsi dengan baik sejajar dengan kehendak undang-undang berkanun yang ditetapkan oleh badan kerajaan.

Kaedah Penyenggaraan Bangunan

Terancang

- Kerja penyenggaraan yang dirancang, dilaksanakan dan dikawal dengan mengambil kira kemungkinan yang akan berlaku pada masa akan datang.
- Perancangan dibuat berdasarkan rekod dan pengalaman yang lepas.

• Penyenggaraan berkala

• Penyenggaraan pencegahan

Tidak Terancang

- Kerja penyenggaraan yang dilakukan tanpa mengikut sebarang bentuk perancangan.
- Kebiasaannya berlaku bagi kerosakan yang tidak dijangka.
- Contoh aktiviti: Membaiki dinding bangunan yang retak.

• Penyenggaraan baik pulih

a. Penyelenggaraan berkala

- Penyelenggaraan yang dilaksanakan secara rutin dan berkala walaupun tiada kerosakan yang berlaku.
- Aktiviti penyelenggaraan dibuat berdasarkan jadual yang telah disediakan.
- Tujuan utama ialah untuk memastikan fasiliti bangunan berfungsi dengan baik dan mengelakkan kerosakan.
- Contoh aktiviti:
Pemeriksaan lif bangunan setiap tiga bulan atau penyelenggaraan sistem pendingin hawa setiap bulan.


b. Penyelenggaraan pencegahan


- Merupakan kerja penyelenggaraan yang melindungi daripada berlaku kerosakan pada struktur bangunan atau perkhidmatan dalam bangunan.
- Kaedah pencegahan berdasarkan pengetahuan yang sedia ada.
- Contoh aktiviti:
Mengecat bangunan bagi mengelakkan kerosakan pada permukaan bangunan akibat kesan cuaca.

c. Penyelenggaraan baik pulih

- Penyelenggaraan baik pulih adalah tindakan pembaikan, pembetulan dan pemulihan fasiliti atau struktur bangunan untuk mengembalikan fungsi asal bangunan tersebut.
- Penyelenggaraan dilakukan apabila berlaku kerosakan kepada mana-mana fasiliti atau struktur bangunan.
- Contoh aktiviti:
Mengganti mentol lampu yang rosak, membaiki sistem pendingin hawa yang rosak dan membaiki tombol pintu bangunan.

Latihan 1.5

1. Sijil Perakuan Siap dan Pematuhan (CCC) merupakan persijilan secara berperingkat iaitu pemantauan dari peringkat awal pembinaan sehingga bangunan siap. Nyatakan setiap peringkat yang diambil kira dalam persijilan ini. 
 - a. _____
 - b. _____
 - c. _____
2. Siapakah yang bertanggungjawab dalam pemberian Sijil Perakuan Siap dan Pematuhan (CCC) dan terangkan prosedur pelaksanaannya.

3. Puan Az-Zahra telah menerima Sijil Perakuan Siap dan Pematuhan (CCC) untuk rumah kediamannya. Namun begitu, setelah 10 bulan menduduki bangunan tersebut, beliau mendapati bumbung rumah beliau bocor dan kemasam lantai tercabut. Berdasarkan situasi ini:
- Apakah tindakan yang harus dibuat oleh beliau?
 - Siapakah pihak yang bertanggungjawab terhadap kerosakan tersebut dan berikan sebab kepada jawapan anda. 
4. Jelaskan bagaimana penyenggaraan bangunan boleh menjimatkan kos pemilik.
5. Penyenggaraan berkala melibatkan perancangan tahunan untuk penyenggaraan membaiki dan menggantikan perkakasan bangunan yang rosak. Berikan komen anda terhadap pernyataan ini.


6.

Maklumat Bangunan: Dua tingkat kompleks beli belah
 Tempoh Bangunan Digunakan: 2007 sehingga sekarang
 Bilangan Kedai: 60 unit
 Masa Operasi: Jam 7:30 pagi sehingga 12.30 malam
 Jenis Kerosakan:

- Keretakan besar pada tiang bangunan.
- Siling pecah di kedai lot 45, lot 47, tingkat dua.
- Tandas di tingkat satu tersumbat.
- Lif satu di sayap A rosak.
- Lampu kecemasan tidak berfungsi.

Berikut adalah maklumat berkenaan dengan sebuah bangunan kompleks beli-belah di Bandar Damai. Berdasarkan maklumat tersebut:

- i. Bincangkan faktor yang menyumbang kepada situasi ini.

- ii. Cadangkan satu pelan penyenggaraan yang sesuai. 

7. Lengkapkan jadual di bawah dengan memberikan satu contoh aktiviti yang sesuai.

Jenis Penyenggaraan	Contoh Aktiviti Penyenggaraan
Penyenggaraan berkala	
Penyenggaraan pencegahan	
Penyenggaraan baik pulih	

8. Berikan dua aktiviti utama dalam pascapembinaan dan terangkan pihak yang terlibat dalam aktiviti tersebut.



Bangunan Hijau

1.6.1 Definisi

Bangunan hijau bermaksud bangunan yang dibina dengan mengambil kira kesedaran dan aspek alam sekitar. Bangunan hijau dikenali sebagai pembinaan bangunan yang mampan iaitu struktur bangunan dibina melalui proses dan penggunaan sumber yang cekap.

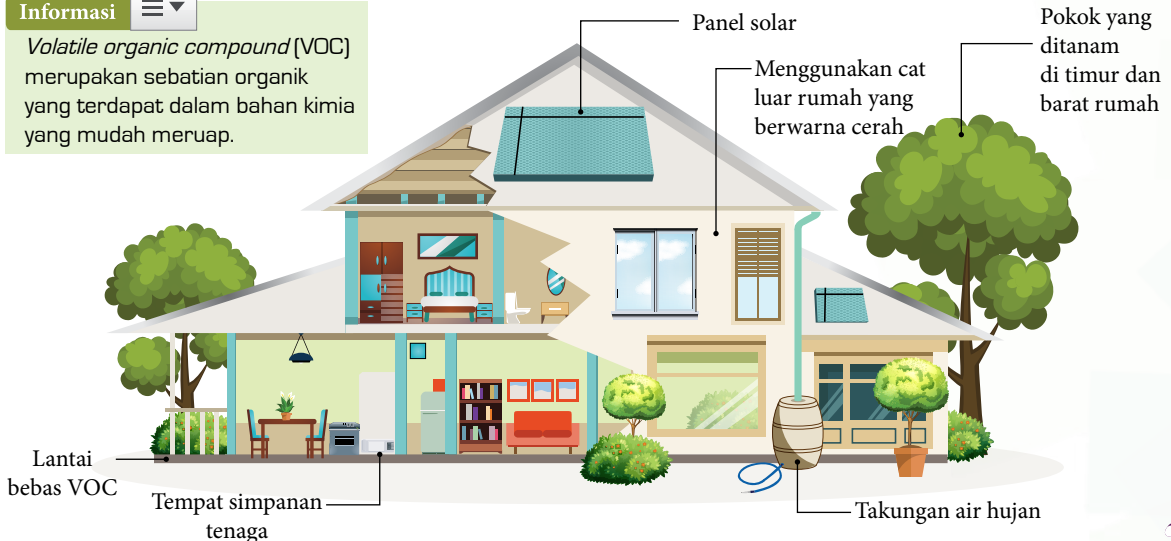
Pertimbangan terhadap proses pembinaan bangunan hijau berada di semua peringkat seperti pemilihan tapak, mereka bentuk, pembinaan, operasi, penyenggaraan, pengubahsuaian, dan perobohan. Selain itu, sumber dan bahan yang digunakan untuk pembinaan bangunan hijau sentiasa menekankan elemen kelestarian iaitu sumber utama seperti kayu dari hutan dan persekitaran (seperti udara dan air) terpelihara serta hanya dimanfaatkan tanpa menggugat kepentingan sumber tersebut untuk keperluan generasi yang akan datang.

Tujuan Pembinaan Bangunan Hijau

- Meningkatkan amalan kecekapan dalam menggunakan sumber.
- Mengurangkan impak bangunan terhadap manusia dan alam sekitar.
- Menawarkan ruang yang lebih sihat dan selesa.

Informasi

Volatile organic compound (VOC) merupakan sebatian organik yang terdapat dalam bahan kimia yang mudah meruap.



Rajah 1.56 Rumah dengan konsep bangunan hijau

STANDARD PEMBELAJARAN

- Menerangkan definisi dan tujuan bangunan hijau.
- Mengenal pasti implikasi proses pembinaan ke atas elemen kelestarian.
- Menerangkan kriteria utama bangunan hijau.
- Membezakan bahan binaan berdasarkan kriteria lestari dan tidak lestari.
- Membandingkan pelbagai reka bentuk pembinaan yang menepati kriteria binaan bangunan hijau.
- Memilih bahan binaan lestari dan kelengkapan cekap tenaga untuk pembinaan bangunan hijau.
- Membuat justifikasi tentang kebaikan binaan bangunan hijau terhadap elemen kelestarian.
- Menjana idea berkaitan pembinaan yang memenuhi kriteria reka bentuk bangunan hijau dalam bentuk pelbagai media persembahan.

Proses pembinaan mempunyai implikasi ke atas elemen kelestarian menerusi tiga aspek utama, iaitu sosial, ekonomi dan alam sekitar.

Sosial

- Penduduk setempat dimaklumkan tentang projek pembinaan lestari.
 - Selain pihak berkuasa tempatan, pemaju, kontraktor dan pemilik tanah, persetujuan bersama seharusnya diperoleh daripada penduduk setempat tentang cadangan sesebuah projek pembinaan lestari.
- Peningkatan tahap kesedaran tentang kebaikan pembinaan lestari dalam kalangan penduduk setempat.
 - Tahap kesedaran boleh ditingkatkan menerusi program atau kerjasama daripada pelbagai pihak seperti kerajaan, swasta dan industri pembinaan dalam mempromosikan reka bentuk bangunan hijau.
- Kesejahteraan penduduk dapat disemai.
 - Menerusi pembinaan lestari, masyarakat didedahkan tentang kebersihan dan keselamatan serta kebaikan menggunakan bahan binaan lestari supaya alam sekitar sentiasa harmoni.

Ekonomi

- Risiko pembinaan dapat dikurangkan menerusi kajian yang berkesan.
 - Kaedah atau alat dalam menjalankan kajian diperlukan untuk mengenal pasti kesan sesuatu cadangan pembinaan yang melibatkan pihak pakar.
 - Kepakaran yang diperlukan melibatkan kos untuk menjangkakan kesan jangka pendek dan jangka panjang dalam projek pembinaan tersebut.
 - Kajian diperlukan bagi projek tertentu (seperti pembinaan lapangan terbang dan kilang) dan berpotensi untuk merangka pelan tindakan bagi mengatasi sebarang risiko semasa pembinaan dijalankan.
- Pemetaan perancangan pembangunan sesebuah kawasan.
 - Menerusi pemetaan perancangan, implikasi pembinaan ke atas ekonomi boleh dijangkakan. Contohnya *Transparent Overlay Technique* digunakan untuk mengkaji tapak projek yang paling berpotensi untuk dibangunkan.
 - Tapak yang paling berpotensi boleh dipilih berdasarkan kriteria tertentu, seterusnya kos boleh ditaksir lebih awal dengan lebih terperinci.
- Penjimatan kos
 - Penggunaan bahan binaan yang lestari akan mengurangkan proses pembuatan seterusnya akan menjimatkan kos operasi semasa pembinaan dijalankan.

Alam sekitar

- Pemuliharaan alam sekitar dipergiat.
 - Pengurusan sumber alam dipergiat supaya kerosakan dan pembaziran dapat dielakkan.
 - Menerusi Penilaian Impak Alam Sekitar atau *Environmental Impact Assessment* (EIA), sesebuah cadangan pembangunan tertentu dapat dirancang dengan baik dan mengelakkan kerosakan serius ke atas alam sekitar.
 - Contohnya, cadangan pembinaan lapangan terbang dikaji terlebih dahulu menerusi penyediaan laporan EIA agar kesan jangka pendek dan panjang ke atas alam sekitar dapat dijangkakan.
- Penguatkuasaan undang-undang yang berterusan.
 - Penguatkuasaan undang-undang perlu dilaksanakan dengan jitu supaya penerokaan kawasan baharu dapat dipantau.
 - Pemantauan berkala seperti kawalan yang lebih ketat secara sistematik perlu dilaksanakan oleh pihak kerajaan agar kesan seperti pencemaran udara atau air dapat dikurangkan.
 - Pemeliharaan kawasan hutan.
 - Hutan simpan atau hutan tropika perlu dipelihara dan usaha berterusan perlu dipergiat agar spesies endemik tidak pupus.
 - Pembalakan haram di kawasan hutan wajar dikenakan tindakan undang-undang dengan sewajarnya.
- Kesedaran dan kepentingan alam sekitar.
 - Kesedaran tentang kepentingan alam sekitar amat penting dipupuk di peringkat sekolah lagi agar generasi muda lebih menghayati dan menghargai sumber alam semula jadi untuk kepentingan sejagat.

1.6.3 Kriteria Utama Bangunan Hijau

Terdapat beberapa kriteria bangunan hijau. Kriteria ini adalah berdasarkan sistem penarafan penunjuk bangunan hijau daripada beberapa buah negara seperti Amerika Syarikat, Singapura, Australia dan semua kriteria ini disesuaikan dengan keadaan persekitaran di Malaysia. Kriteria ini merupakan piawaian dalam menentukan sesebuah bangunan menepati ciri-ciri bangunan hijau di seluruh dunia.

Rajah 1.57 merujuk kepada beberapa kriteria utama penunjuk bangunan hijau mengikut negara.



Rajah 1.57 Kriteria bangunan hijau

a. Penggunaan Tenaga yang Cepak

Penggunaan tenaga yang cepak atau dikenali sebagai kecekapan tenaga bermaksud tenaga digunakan secara optimum, mengamalkan penjimatan dan tiada pembaziran. Jenis bangunan yang berbeza pula akan mempengaruhi corak penggunaan tenaga. Maka, menerusi penggunaan tenaga yang cepak akan:

- i. Membantu mengurangkan kos operasi dalam sesebuah bangunan.
- ii. Mencapai persekitaran dalaman yang berkualiti.
- iii. Membantu meningkatkan produktiviti organisasi.
- iv. Meningkatkan kesedaran pengguna terhadap kepentingan kelestarian.
- v. Memupuk amalan penjimatan tenaga dalam kalangan pengguna.


Faktor yang Mempengaruhi Penggunaan Tenaga dalam Bangunan

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi penggunaan tenaga dalam sesebuah bangunan. Antara faktor tersebut ialah:



Rajah 1.58 Penggunaan tenaga dalam bangunan

Jadual 1.27 Faktor yang mempengaruhi penggunaan tenaga dalam bangunan

Faktor	Contoh
<p>Saiz dan reka bentuk bangunan</p> <p>Saiz bangunan yang besar akan menggunakan lebih banyak tenaga elektrik untuk pencahayaan, perkakasan elektrik dan pengudaraan sama ada dengan bantuan pengudaraan mekanikal seperti kipas atau penyaman udara. Selain itu, bentuk bangunan turut mempengaruhi aliran udara di dalam sesebuah bangunan.</p>	

Faktor	Contoh
<p>Orientasi bangunan</p> <p>Orientasi bangunan sangat penting disesuaikan pada peringkat reka bentuk sebelum bangunan dibina. Orientasi bangunan yang menghadap cahaya matahari secara langsung akan memberi kesan kepada peningkatan haba di dalam bangunan. Oleh itu, haba boleh menyebabkan ketidakselesaan termal kepada pengguna bangunan seterusnya menyebabkan bantuan pengudaraan mekanikal seperti penyalaman udara diperlukan.</p>	
<p>Sistem bumbung</p> <p>Sistem bumbung turut memberi kesan kepada penggunaan elektrik di dalam bangunan. Bentuk bumbung curam membenarkan aliran udara pada ruang yang terdapat di sebelah dalam bangunan bahagian bumbung. Secara tidak langsung akan membantu mengalirkan udara panas keluar rumah menerusi kekisi atau telaga udara. Berbanding dengan sistem bumbung berbentuk rata, aliran udara kurang lancar sekiranya bukaan bangunan seperti tingkap.</p>	
<p>Perancangan dan pembinaan</p> <p>Peringkat perancangan dan pembinaan sesebuah bangunan akan menentukan kejayaan, fungsi dan prestasi bangunan tersebut pada masa akan datang. Pada peringkat perancangan, amat penting bagi semua pihak yang terlibat dalam projek membuat keputusan penting seperti reka bentuk yang lestari, anggaran kos yang tepat, bahan binaan yang lestari dan pelaksanaan projek yang cekap di tapak. Semua aspek perlu diambil kira di peringkat prapembinaan, semasa pembinaan dan pascapembinaan bagi memastikan bangunan yang telah dibina nanti menggunakan tenaga elektrik yang minimum seterusnya mengurangkan kesan negatif terhadap alam sekitar.</p>	
<p>Reka bentuk tingkap</p> <p>Reka bentuk tingkap yang berbeza saiz dan dimensi (panjang \times lebar \times tinggi) serta lokasi pemasangan akan memberi kesan terhadap jumlah cahaya yang masuk ke dalam sesebuah bangunan. Lebih besar saiz tingkap, lebih banyak cahaya yang masuk menerusi tingkap seterusnya meningkatkan suhu dalaman bangunan. Jumlah cahaya boleh dikurangkan menerusi reka bentuk tingkap yang baik dan melalui penggunaan cermin tingkap berprestasi tinggi atau cermin yang mempunyai lapisan filem penapis cahaya seperti <i>tinted film</i>. Selain itu, reka bentuk solar <i>shading</i> yang boleh ditemui pada rekaan pada sistem unjuran bumbung.</p>	



Aktiviti

Murid dikehendaki membuat lawatan ke sekeliling kawasan sekolah untuk mengenal pasti faktor orientasi bangunan dan perkaitannya dengan penggunaan tenaga dalam bangunan.

b. Kualiti Persekitaran Dalaman yang Kondusif

Persekitaran dalaman yang kondusif boleh didefinisikan sebagai keadaan persekitaran di dalam bangunan yang memberi kesan positif kepada penghuninya daripada aspek kesihatan dan keselesaan. Antara elemen persekitaran dalaman ialah keselesaan termal, akustik, pencahayaan, kualiti udara dalaman, ruang, ergonomik, perabot dan nilai estetika.

Persekitaran dalaman yang kondusif boleh mempengaruhi produktiviti kerja dan meningkatkan daya tumpuan sama ada bekerja mahupun belajar. Selain itu turut mempengaruhi kesihatan, keselesaan serta kesejahteraan manusia.

Informasi

Beberapa kajian empirikal telah dijalankan ke atas faktor-faktor yang menyumbang kepada persekitaran dalaman di ruang pejabat. Hasil kajian menunjukkan suhu dalaman bangunan yang selesa, pencahayaan yang mencukupi dan bebas kebisingan boleh meningkatkan produktiviti pekerja.



Rajah 1.59 Kualiti persekitaran dalaman yang kondusif

c. Tapak Bangunan yang Lestari

Pemilihan tapak mestilah memenuhi beberapa kriteria. Kriteria utama ialah kesesuaian tapak tersebut untuk pembangunan dan pembinaan bangunan hijau berdasarkan beberapa prinsip utama.

Prinsip utama tapak bangunan lestari adalah untuk:

- i. mengurangkan bahan buangan dari tapak.
- ii. menggunakan atau meningkatkan sistem perparitan semula jadi.
- iii. menyediakan kemudahan tambahan di tapak pembinaan.
- iv. mengekalkan atau meningkatkan ekologi dan biodiversiti tapak bina dengan melindungi aset sedia ada dan memperkenalkan habitat atau spesies baru.
- v. menjalankan analisis tapak untuk mengenal pasti peluang dan halangan seperti keadaan tanah, orientasi matahari, kapasiti sistem perparitan, bangunan sedia ada, ruang dan lain-lain.

d. Sumber dan Bahan Binaan Lestari

Bahan daripada sumber semulajadi seperti kayu, keluli dan pasir digunakan dalam projek pembinaan. Pengetahuan tentang bahan binaan amat penting sebelum digunakan demi menjamin kelestarian alam sekitar. Sumber dan bahan binaan lestari mesti dimanfaatkan agar kesan ke atas alam sekitar dapat dikurangkan.

Selaras dengan perkembangan teknologi pembinaan, bahan binaan lestari yang mempunyai ciri seperti tahan lasak dan jangka hayat yang lebih lama. Selain itu, bahan binaan lestari turut menerapkan elemen kitar semula manakala inovasi produk terkini menghasilkan bahan yang lebih bermanfaat. Antara bahan binaan lestari yang boleh digunakan dan ada di pasaran sekarang ialah:

Wool brick

Kombinasi gentian bulu, polimer semula jadi daripada rumpai laut dan tanah liat untuk menghasilkan bata yang lebih mesra alam, tiada toksik dan menggunakan bahan tempatan.

Konkrit busa

Campuran antara pasir, silika dan polisterina menghasilkan konkrit berbuisa yang lebih ringan. Bertindak sebagai penebat haba di bahagian dinding, lantai dan boleh melindungi struktur bumbung.

Konkrit berprestasi tinggi

Diperbuat daripada campuran bahan superpemplastik (*superplasticizer*), perencat, abu terbang, jermang relau bagas dan silika. Konkrit ini lebih berat dan kebolehtelapan rendah, kekuatan mampatan yang tinggi, ketumpatan tinggi, rintang terhadap serangan tertentu, tahap kekerasan yang lebih tinggi, kotak acuan boleh dibuka lebih cepat dan kebolehtelapan rendah.

Konkrit ringan

Lebih ringan bergantung kepada jenis batu baur dan ketumpatannya iaitu antara 560 kg/m^3 – 1840 kg/m^3 . kekuatan mampatan sama seperti konkrit biasa dengan ketahanan yang sama. Bahan ini kurang menggunakan struktur tetulang keluli, menggunakan asas yang lebih kecil dan rintang api serta bertindak sebagai penebat.

Polimer bertetulang gentian

Sebagai pengganti keluli dan dapat mengatasi masalah keretakan konkrit serta kakisan pada batang keluli. Diperbuat daripada gentian berpolimer sebagai bahan alternatif kepada tetulang keluli untuk struktur. Bahan ini mengurangkan kakisan terhadap keluli kerana mengandungi bahan bukan logam dan tidak berkarat.

Konkrit kertas

Diperbuat daripada campuran kertas kitar semula, air, simen dan pasir biasa. Bahan ini ringan, bertindak sebagai penebat yang baik, bentuk yang kekal walau dalam keadaan basah, kekuatan yang tinggi (kekuatan mampatan 260 psi), kekuatan tegangan tinggi kerana adanya gentian kertas. Selain itu, murah dan tidak mudah terbakar.

Tiub solar

Sebagai teknologi pasif yang memantulkan cahaya matahari menerusi struktur tiub solar dan menerangi ruang dalaman bangunan untuk kegunaan pada waktu siang.

Triple glazed window

Kebanyakannya digunakan di negara beriklim sejuk untuk menebat haba di dalam bangunan. Bagaimanapun, bingkai tingkap juga perlu dilengkapi dengan insulasi bagi mengekalkan suhu tertentu di dalam rumah dan mengelakkan haba terbebas keluar. Selain dapat menebat haba, juga berfungsi untuk mengurangkan kesan bunyi di luar bangunan daripada memasuki ke dalam bangunan.

Keluli berprestasi tinggi

Memiliki kekuatan alah yang tinggi dengan kebolehkerjaan yang lebih baik. Proses kimpalan hanya memerlukan sedikit pemanasan. Bahan ini juga mempunyai kekuatan tegangan, kekuatan, kebolehkimpalan dan kebolehbentukan sejuk dan rintangan kakisan. Selalunya digunakan dalam pembinaan jambatan dan bangunan dengan struktur keluli.

1.6.4

Perbezaan antara Bahan Binaan Berdasarkan Kriteria Lestari dan Tidak Lestari

Terdapat perbezaan antara bahan binaan dengan kriteria lestari dan bahan binaan biasa. Umumnya, bahan binaan lestari mempunyai kesan yang minimum ke atas alam sekitar dan kesihatan serta kesejahteraan manusia. Sebaliknya, bahan binaan yang tidak lestari memberi kesan negatif kepada alam sekitar, menjejaskan kesihatan dan kesejahteraan manusia.

Bahan Binaan Lestari

Memenuhi keperluan ruang bangunan dan mempunyai ciri atau kandungan yang boleh dikitar semula.

Terdapat dokumentasi tentang prestasi bahan binaan dalam spesifikasi bahan yang digunakan.

Mempunyai ciri-ciri mesra alam untuk kegunaan pengguna.

Bahan melalui teknik pembungkusan yang minimum dan boleh dikitar semula.

Bahan dihantar menerusi kaedah penghantaran yang efisien.

Bahan mempunyai manual penggunaan dan mempunyai label yang menunjukkan kesan minimum ke atas persekitaran dalaman.

Tiada bahan kimia berbahaya dan kandungan VOC yang rendah.

Bahan Binaan Tidak Lestari

Tiada ciri atau kandungan yang boleh dikitar semula.

Tiada maklumat atau spesifikasi yang mendatangkan keraguan tentang prestasi bahan.

Tiada label yang menunjukkan bahan mesra alam.

Teknik pembungkusan bahan yang kompleks dan sukar.

Bahan dihantar tanpa kaedah yang cermat, tidak menjimatkan masa dan melibatkan kos yang tinggi.

Tiada manual penggunaan bahan disertakan dan tiada label tertentu.

Terdapat bahan kimia berbahaya VOC yang boleh menjejaskan kesihatan manusia.



Aktiviti

1. Murid dikehendaki membina kumpulan yang terdiri daripada empat orang.
2. Kemudian, murid dikehendaki memilih satu bahan binaan atau sumber yang digunakan dalam pembinaan lestari.
3. Kumpul maklumat secara terperinci.
4. Setiap kumpulan dikehendaki untuk membentangkan di hadapan kelas dalam bentuk tayangan slaid.

e. Penggunaan Air yang Cepak

Air ialah sumber semula jadi bumi yang paling berharga. Secara keseluruhan, air meliputi 75 peratus daripada permukaan bumi. Sumber air mestilah dilindungi dan dijaga kebersihannya untuk menjamin kelestarian. Maka, penggunaan air yang cekap akan membantu mencapai matlamat kelestarian sumber air untuk kegunaan generasi akan datang.

Terdapat beberapa prinsip utama yang menyokong dan menjamin usaha ke arah penggunaan air yang cekap, iaitu:

- Mengoptimumkan permintaan air.
- Membekalkan sumber air bersih secara berkesan.
- Membekalkan air hujan terkumpul atau mengitar semula air sisa.
- Merawat air kumbahan.
- Mengamalkan pengurusan air secara cekap.

Jadual 1.28 Prinsip penggunaan air yang cekap

Prinsip	Penerangan
Mengoptimumkan permintaan air	Pada peringkat awal proses reka bentuk bangunan hijau, permintaan air boleh dianggarkan mengikut kadar keperluan dan permintaan pengguna.
Membekalkan sumber air bersih secara berkesan	Air yang telah dirawat hendaklah dibekalkan menerusi sistem graviti kecuali di lokasi yang tinggi yang memerlukan penggunaan pam hidraulik.
Membekalkan air hujan terkumpul atau mengitar semula air sisa	Air hujan terkumpul dari bangunan seperti bumbung dan lain-lain permukaan tanah atau air bersih yang telah digunakan seperti membasuh pakaian atau kegunaan di singki dapur, kemudian dikitar semula agar boleh digunakan untuk tujuan tertentu.
Merawat air kumbahan	Air kumbahan dari pembedungan yang dikumpul di loji rawatan kumbahan dan melalui proses rawatan.
Mengamalkan pengurusan air secara cekap	Amalan pengurusan air yang cekap mengurangkan kesan ke atas alam sekitar.

f. Reka Bentuk Bangunan Hijau yang Inovatif

Model asas bagi reka bentuk bangunan hijau ialah berasaskan alam semula jadi. Pertimbangan terhadap elemen alam semula jadi membantu reka bentuk bangunan yang efektif dan mengurangkan kesan ke atas alam sekitar. Pada peringkat reka bentuk, semua proses reka bentuk yang lestari memerlukan setiap bahan dan produk, proses dan prosedur dinilai daripada aspek impak ke atas ekologi dan kesihatan manusia.

Reka bentuk bangunan hijau yang inovatif boleh direalisasikan menerusi kajian dan analisis keperluan bagi sesebuah bangunan.

Reka bentuk bangunan di Malaysia sewajarnya menitikberatkan sensitiviti terhadap alam sekitar. Sebagai contoh, iklim negara yang panas dan lembab sepanjang tahun membolehkan reka bentuk yang berkonsepkan hijau pada fasa bangunan menerusi penanaman pokok menjalar atau penutup bumi secara menegak pada dinding rumah diambil kira. Secara tidak langsung memberi kesan visual kepada manusia selain menyejukkan bangunan secara semula jadi.



Aktiviti

- Murid perlu membuat perbincangan secara berkumpulan.
- Murid dikehendaki mendapatkan gambar-gambar contoh bagi setiap komponen garis panduan reka bentuk bangunan hijau.

1.6.5

Perbandingan Pelbagai Reka Bentuk Binaan yang Menepati Kriteria Bahan Bangunan Hijau

Bangunan Hijau

Bangunan hijau direka bentuk dengan penekanan kepada kecekapan penggunaan sumber seperti air, tenaga dan bahan di samping meminimumkan kesan ke atas kesihatan manusia dan alam sekitar. Pertimbangan bangunan hijau bermula dari pemilihan tapak, proses pembinaan, operasi dan penyenggaraan. Secara dasarnya, bangunan hijau direka bentuk dan digunakan untuk meminimumkan kesan keseluruhan pembinaan bangunan tersebut terhadap struktur, kawasan dan alam sekitar di sekelilingnya.



Foto 1.21 Bangunan Berlian Suruhanjaya Tenaga

Sumber: Suruhanjaya Tenaga

Pengiktirafan: *Asean Energy Award, Platinum Rating (Malaysia Green Building Index)*



Kriteria Binaan Bangunan Hijau

- Reka bentuk bumbung yang lebih luas untuk meletakkan panel solar.
- Reka bentuk atrium yang mengoptimumkan penggunaan cahaya matahari.
- Reka bentuk unik yang menyumbang kepada elemen peneduhan kepada keseluruhan bangunan dari radiasi cahaya matahari.
- Penggunaan tenaga hanya sepertiga sahaja berbanding bangunan lain dengan saiz yang sama.
- Penggunaan sistem *automated roller blind*.
- Penggunaan kaca atau *glazing system* yang dapat menapis dan mengawal jumlah cahaya matahari yang memasuki bangunan.

Bangunan Konvensional

Bangunan hijau amat mementingkan penjimatan kos operasi, penyenggaraan dan tempoh hayat digunakan. Bagaimanapun, terdapat beberapa reka bentuk bangunan yang tidak menepati ciri-ciri bangunan hijau ialah:

Lokasi tapak bangunan

Lokasi tapak yang hendak dicadangkan haruslah bersesuaian dan dikaji terlebih dahulu dalam beberapa aspek seperti orientasi matahari, orientasi bangunan, bangunan dan fasiliti sedia ada serta kemudahan akses ke tapak. Pemilihan tapak amat penting agar projek pembinaan bangunan tidak menjejaskan kawasan sekeliling termasuklah kawasan kejiranan sedia ada dan sumber alam semula jadi.



Foto 1.22 Model tapak bangunan

Kualiti persekitaran dalaman

Kualiti persekitaran dalaman yang tidak sihat boleh membahayakan kesihatan manusia. Bangunan yang tidak disenggara dengan baik boleh mengakibatkan kehadiran seperti kulat dan terdedah kepada kerosakan yang lebih serius seperti sindrom bangunan sakit atau dikenali sebagai SBS.



Foto 1.23 Persekitaran tidak bersih

Bahan binaan tidak lestari

Bahan binaan yang tidak lestari boleh menyebabkan pembaziran berlaku. Bahan binaan bangunan yang mesra alam perlu diamalkan walaupun kos lebih tinggi tetapi lebih bermanfaat untuk jangka masa bangunan yang lebih panjang.



Foto 1.24 Bahan yang lestari mempunyai logo seperti gambar di atas

Ketidakekapan tenaga

Reka bentuk bangunan yang tidak jimat tenaga boleh menyebabkan pembaziran elektrik. Sebagai contoh penggunaan kaca yang terlalu banyak pada bangunan tinggi tanpa struktur penghadang atau penapis yang dapat mengurangkan sinaran cahaya matahari daripada memasuki dalaman bangunan. Kesannya, peningkatan haba akan menyebabkan lebih banyak tenaga elektrik diperlukan untuk menyejukkan persekitaran dalaman bangunan.



Foto 1.25 Reka bentuk bangunan konvensional

Ketidakekapan air

Penggunaan air yang tidak cekap menyebabkan pembaziran seterusnya meningkatkan kos operasi. Kelengkapan untuk menampung air hujan agar boleh digunakan semula untuk tujuan yang sesuai contohnya mencuci bangunan, kenderaan dan menyiram tanaman.



Foto 1.26 Penggunaan air yang tidak cekap

Penggunaan warna pada bangunan

Bangunan yang dicat dengan warna gelap akan menyebabkan haba dari sinaran cahaya matahari diserap lebih banyak berbanding bangunan yang dicat dengan warna putih atau warna lebih cerah. Kesannya, haba dalaman bangunan akan meningkat seterusnya boleh menjejaskan keselesaan pengguna bangunan tersebut.



Foto 1.27 Penggunaan warna bangunan

Pemilihan Bahan Lestari dan Kelengkapan Cepak Tenaga untuk Pembinaan Bangunan Hijau

Terdapat banyak pilihan produk bahan binaan lestari di pasaran pada masa ini. Hal ini menunjukkan kesedaran di pihak pembuat produk adalah lebih baik dan seharusnya pengguna lebih bijak dalam pemilihan bahan untuk menjamin pembinaan lestari. Senarai bahan binaan lestari ialah:

Bahan kemasan lantai yang menggunakan produk tempatan.

- Fungsi sebagai kemasan lantai yang memberi keselesaan kepada pengguna.
- Penggunaan bahan kemasan yang berkualiti dan tahan lasak, kalis air dan menyerap bunyi, mudah dibersihkan.



Lantai komposit

Bahan kemasan bumbung yang mesra alam seperti genting (diperbuat daripada tanah liat).

- Fungsi sebagai pelindung bangunan daripada cuaca.
- Penggunaan bahan kemasan bumbung daripada atap genting melindungi ruang dalaman bangunan daripada kesan suhu dan radiasi matahari. Selain itu juga, mempunyai tekstur yang kemas dan cantik, kalis air, tahan lasak dan lebih tahan lama.



Genting

Bahan binaan mesra alam seperti *Interlocking Brick System* (IBS)

- Reka bentuk IBS memudahkan kerja-kerja pemasangan dinding bata dan boleh menjimatkan masa dalam proses pembinaan.
- Bahannya lebih tahan lasak dan mempunyai kemampuan yang tinggi. Bagi IBS yang tidak dibakar, tidak mengandungi unsur karbon. Penggunaan IBS tanpa unsur karbon dalam struktur dinding rumah contohnya boleh menyumbang kepada penyejukan dalaman rumah kerana kurang haba dibebaskan pada waktu malam berbanding penggunaan bata yang dibakar yang mengandungi unsur karbon.



Batu bata IBS

Bahan rendah *Volatile Organic Compound* (VOC) seperti cat.

- Terdapat kandungan bahan kimia dalam cat seperti pelarut, pelekat dan pewarna.
- Pelarut yang berasaskan minyak mengandungi komponen VOC yang mudah meruap dan boleh memberi kesan kepada kesihatan manusia. Bau yang terhasil daripada gas meruap dalam bahan pelarut boleh menyebabkan berlaku gangguan pernafasan, pening kepala, pedih mata, keradangan pada kulit, kerosakan organ dalam tubuh badan dan kerosakan saraf. Selain itu, ia juga berbahaya kepada ibu mengandung kerana boleh menyebabkan keguguran jika terdedah kepada bau cat terlalu lama.



Bahan rendah VOC

Senarai kelengkapan cekap tenaga ialah:

Panel solar untuk menyerap tenaga cahaya matahari. Tenaga cahaya matahari akan diserap dan ditukarkan kepada tenaga elektrik yang boleh digunakan untuk kegunaan pemanas air terutamanya di rumah kediaman.



Panel solar

Penyimpan tenaga membekalkan tenaga elektrik kepada pengguna terutamanya jika berlaku gangguan bekalan elektrik. Oleh itu, penyimpanan tenaga membantu membekalkan tenaga elektrik dan membolehkan peralatan elektrik lain berfungsi untuk menyokong aktiviti seharian diteruskan sama ada di rumah seperti memasak, membasuh menggunakan mesin basuh mahupun di tempat kerja seperti penggunaan komputer, penyaman udara dan lain-lain.



Penyimpan tenaga

Tiub solar direka bentuk untuk diletakkan di atas bumbung. Tiub solar berfungsi untuk mengumpul dan memantulkan cahaya matahari menerusi struktur tiub yang bersambung ke bahagian siling dalam bangunan. Seterusnya, tiub solar akan menyalurkan cahaya pantulan tersebut untuk menerangi ruang dalam bangunan terutamanya di waktu siang sahaja.



Tiub solar

Lampu LED kurang menggunakan tenaga elektrik dan berfungsi untuk menerangi ruang dalaman bangunan menggunakan lampu terutamanya di waktu malam. Selain lebih menjimatkan penggunaan tenaga elektrik, ia juga boleh menghasilkan jumlah cahaya yang menyamai cahaya siang seterusnya membolehkan objek dilihat dengan lebih jelas.



Lampu LED

Penyaman udara yang cekap tenaga membolehkan pengguna bangunan mencapai tahap kepuasan dan keselesaan termal dalaman. Penyaman udara yang baik menjimatkan penggunaan tenaga elektrik dan menjimatkan bil utiliti.



Penyaman udara

1.6.7

Kebaikan Binaan Bangunan Hijau Terhadap Elemen Kelestarian

Bangunan hijau amat penting bagi menjamin kelestarian alam sekitar dan kesejahteraan manusia. Terdapat banyak kebaikan binaan bangunan hijau terhadap elemen kelestarian, antaranya:

1

Kesan minimum ke atas alam sekitar. Bebas pencemaran atau sekurang-kurangnya dapat mengurangkan pencemaran udara dan air di sepanjang kitar hayat bahan binaan tersebut digunakan dalam pembinaan bangunan.

2

Bahan binaan menggunakan produk tempatan yang dapat meningkatkan permintaan terhadap produk tersebut seterusnya menjana pendapatan dan meningkatkan ekonomi negara.

3

Bahan diperbuat atau menggunakan sumber yang boleh diperbaharui seperti penggunaan *photovoltaic* atau panel solar. Oleh itu, penggunaan tenaga elektrik boleh dijimatkan.

4

Penggunaan bahan lestari menggalakkan pengguna untuk turut serta memberi komitmen dalam mengurangkan bahan buangan, kitar semula bahan, menggunakan semula produk yang masih elok dan mencapai matlamat ke arah pengurangan bahan buangan pembinaan khususnya, serta bahan buangan yang mencemarkan alam sekitar umumnya.

Mendidik pihak yang terlibat dalam industri pembinaan khususnya perancang bandar, arkitek, jurutera, pemaju, arkitek landskap dan pemilik bangunan agar sama-sama menghayati kepentingan menjaga alam sekitar, mengurangkan kos di pelbagai peringkat pembinaan, menjamin kualiti bangunan dan kesihatan pengguna bangunan serta kesejahteraan manusia sejagat.

1.6.8 Idea Reka Bentuk Bangunan Hijau

Beberapa prinsip utama dalam penjaanaan idea untuk mereka bentuk sesebuah bangunan, antaranya:




Reka bentuk bangunan yang mempunyai saiz keluasan optimum yang memenuhi keperluan ruang dan fungsi bangunan tersebut. Hal ini penting untuk memastikan tenaga yang diperlukan untuk pengudaraan, penyejukan dan pencahayaan bangunan tersebut. Selain itu, kuantiti bahan dan kos bahan binaan mestilah boleh dikawal serta mengurangkan kesan negatif ke atas alam sekitar.


Pencahayaan, pengudaraan dan penyejukan bangunan yang menggunakan sumber tenaga boleh diperbaharui seperti panel solar, *windfarm*, sistem pencahayaan siang (*daylighting*) yang membantu mengurangkan kebergantungan kepada sumber elektrik dengan kos yang mahal.

Reka bentuk bangunan dengan solar pasif agar pencahayaan secara semula jadi boleh diterapkan dalam rekaan seni bina seterusnya dapat mengurangkan kos elektrik. Selain itu, pengumpulan tenaga solar boleh dilaksanakan menerusi pemasangan panel solar untuk menyerap cahaya matahari dan menukarkannya kepada tenaga elektrik. Orientasi bangunan juga penting di peringkat awal reka bentuk bangunan, diikuti pembahagian ruang mengikut fungsi seperti ruang tamu, bilik, utiliti dan garaj.

Menerapkan elemen teduhan sama ada menerusi tanaman pokok pelbagai saiz di sekitar rumah (pokok besar, renek dan penutup bumi) atau di atas bumbung untuk penyejukan bangunan semula jadi, menggunakan bidai daripada pelbagai bahan dan rekaan yang membantu meneduhkan ruang bangunan. Selain itu, penggunaan perisian seperti *Ecotech*, *3D Revit Architecture*, *3D Max* dan *3D Viz* boleh digunakan untuk membuat simulasi bangunan dan menjangkakan prestasi seperti keselesaan termal dalaman dan pencahayaan.

 Latihan 1.6


1. Bangunan hijau boleh ditakrifkan sebagai bangunan yang dibina dengan pertimbangan terhadap aspek alam sekitar dan kesejahteraan manusia. Bincangkan tujuan utama bangunan hijau.
2. Bagaimanakah sistem perparitan di tapak bina yang lestari boleh ditingkatkan? 
3. Bincangkan implikasi proses pembinaan ke atas aspek sosial, ekonomi dan alam sekitar. Berikan satu contoh masalah yang berlaku bagi setiap aspek.
4. Apakah kepentingan penggunaan tenaga secara cekap?
5. Bincangkan bagaimana sumber kayu dapat digunakan secara terancang. 
6. Kawalan pencahayaan di dalam rumah amat penting untuk pandangan visual pengguna. Berikan contoh teknologi terkini yang boleh membantu meningkatkan pencahayaan yang optimum tanpa menjejaskan suhu dalaman ruang rumah.
7. Pemilihan tapak bangunan yang sesuai memainkan peranan penting dalam sesuatu proses pembinaan. Bagaimanakah pemilihan tapak boleh dilaksanakan agar ekosistem asal tapak tersebut tidak terjejas?
8. Berikan satu contoh bahan binaan lestari yang boleh digunakan oleh pihak kontraktor agar konsep bangunan hijau dapat diterapkan dalam proses pembinaan. Seterusnya, bincangkan kebaikan dan kelemahan bahan tersebut. 
9. Jika masalah bekalan air terputus di rumah, apakah persediaan awal yang boleh dilakukan oleh pengguna agar masalah ini dapat diatasi?
10. Reka bentuk bangunan hijau mungkin memerlukan kos pembinaan yang lebih tinggi untuk dibangunkan. Bincangkan bersama guru anda bagaimana kos pembinaan ini boleh dikurangkan.

11. Sindrom Bangunan Sakit atau dikenali sebagai SBS boleh memberi kesan negatif terhadap kesihatan manusia jika ia tidak ditangani segera. Apakah kesan negatif yang boleh berlaku kepada mereka yang terdedah kepada SBS? 


12. Bincangkan dua contoh bahan kelengkapan cekap tenaga yang boleh digunakan dalam pembinaan bangunan hijau.


13. Pihak Kementerian Pendidikan Malaysia ingin membuat tinjauan ke atas beberapa buah sekolah di seluruh Malaysia. Objektif utama tinjauan tersebut adalah untuk mendapatkan data tentang kesedaran murid sekolah terhadap kepentingan menjaga kebersihan dan kesejahteraan sekolah supaya bangunan hijau dapat dibangunkan di sekolah pada masa akan datang.

- a. Bincangkan ciri-ciri yang perlu ada pada reka bentuk bangunan hijau.

- b. Secara berkumpulan, bincangkan dan lakarkan reka bentuk bangunan hijau yang anda impikan di sekolah anda supaya pihak kementerian akan mengambil kira impian anda dalam pembinaan sekolah lestari pada masa akan datang. 

14. Antara bahan yang digunakan dalam industri pembinaan di Malaysia ialah keluli berprestasi tinggi atau dikenali sebagai *high performance steel*. Berikan kebaikan bahan ini.

15. Di negara beriklim sejuk, *Triple Glazed Window* digunakan sebagai penebat haba bagi mengelakkan haba dalam rumah terbebas keluar. Adakah produk ini sesuai digunakan di Malaysia. Berikan justifikasi kepada jawapan anda. 

16. Persekitaran dalaman yang sihat adalah antara ciri-ciri yang amat penting dalam bangunan hijau. Selain dapat menjamin kesejahteraan manusia, bincangkan strategi-strategi yang boleh dilaksanakan oleh pihak sekolah ke arah mewujudkan persekitaran dalaman yang sihat dan kondusif di dalam bangunan sekolah. 

Pembinaan Lestari

Bangunan



Kriteria bangunan:

- Konvensional
- Lestari



Keperluan asas dalam bangunan:

- Sistem elektrik
- Sistem perpaipan
- Sistem pengudaraan

Proses Pembinaan



Peringkat utama proses pembinaan:

- Prapembinaan
- Pembinaan
- Pascapembinaan



Kaedah pembinaan:

- Konvensional
- *Top-Down*
- Dinding tanggung beban
- Sistem binaan berindustri (IBS)
- Pembinaan hijau

Peringkat Prapembinaan



- Perolehan tapak
- Ukur tanah dan uji tanah
- Lukisan dan perincian
- Penawaran tender
- Membuat taksiran
- Pekerja
- Bahan dan jentera



Mengira anggaran kos dan bahan

Peringkat Pembinaan

**Kerja tanah:**

- Pembersihan
- Pemancangan
- Pengelasan
- Penyahairan

**Asas dalam bangunan:**

- Asas pad
- Asas jalur
- Asas rakit
- Asas cerucuk

**Pembinaan superstruktur:**

- Rasuk
- Lantai
- Dinding
- Tangga
- Tiang
- Bumbung

Peringkat
Pascapembinaan**Aktiviti peringkat pascapembinaan:**

- Sijil Perakuan Siap dan Pematuhan (CCC)
- Jaminan
- Penyenggaraan

**Kaedah penyenggaraan:**

- Berkala
- Pencegahan
- Baik pulih

Bangunan Hijau

**Kriteria utama bangunan hijau:**

- Penggunaan tenaga yang cekap
- Kualiti persekitaran dalaman yang kondusif
- Tapak bangunan yang lestari
- Sumber dan bahan binaan yang lestari
- Penggunaan air yang cekap
- Reka bentuk bangunan hijau yang inovatif

1.

Situasi A

Satu lawatan tapak telah dibuat oleh pihak perunding di tapak pembinaan AB. Hasil lawatan tersebut mendapati bahawa kerja pembinaan lantai yang sedang dibuat tidak mematuhi spesifikasi bahan yang telah ditetapkan di dalam lukisan struktur.

Berdasarkan kepada situasi di atas:

a. Siapakah pihak yang perlu dipertanggungjawabkan dalam keadaan ini?

b. Bincangkan tindakan yang perlu dibuat dalam situasi ini.

2. Lengkapkan jadual buku kerja di bawah menggunakan kaedah penghitungan tinggi kolimatan.

Pandangan Belakang	Pandangan Antara	Pandangan Hadapan	Tinggi Kolimatan	Aras Laras (m)	Jarak (m)	Catatan
1.900					0	BM1 AL= 11.050
	1.120				10	Titik A
	1.650				20	Titik B
1.300		2.440			30	Titik Pindah
	2.105				40	Titik D
	2.500				50	Titik E
	3.190				60	Titik F
2.110		2.041			70	Titik Pindah
	1.880				80	Titik H
	2.510				90	Titik I
	2.640				100	Titik J
		2.080			120	BM2 AL = 8.515

3. Apakah perbezaan antara bahan binaan lestari dan bahan binaan yang tidak lestari? Isikan jawapan anda di dalam kotak yang disediakan di bawah.

Bahan binaan lestari	Bahan binaan tidak lestari

4. Nyatakan tiga faktor yang mempengaruhi pembinaan asas.

- a. _____
 b. _____
 c. _____

5. Encik Baba merupakan seorang kontraktor bangunan. Beliau diminta oleh klien untuk membina sebuah bangunan pejabat yang bercirikan lestari. Bincangkan reka bentuk bangunan yang sesuai bagi pembinaan tersebut dan lakarkan plan bangunan tersebut.

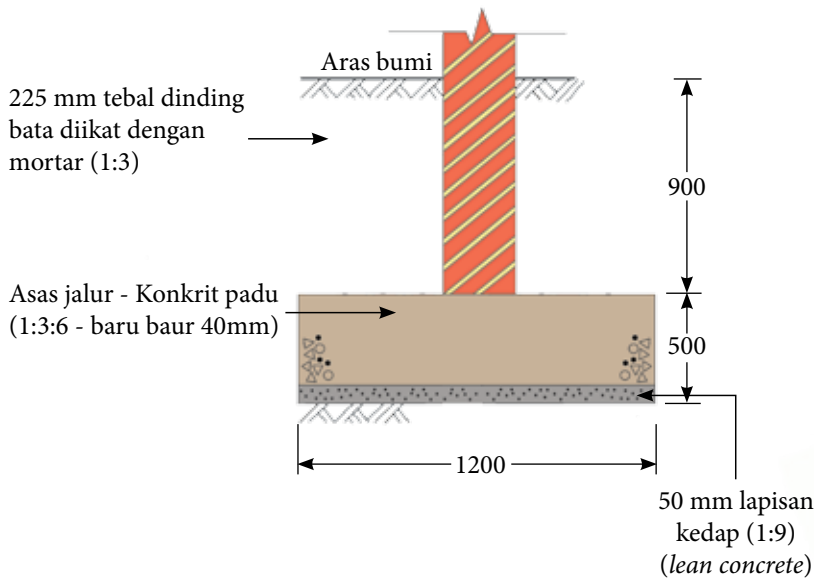
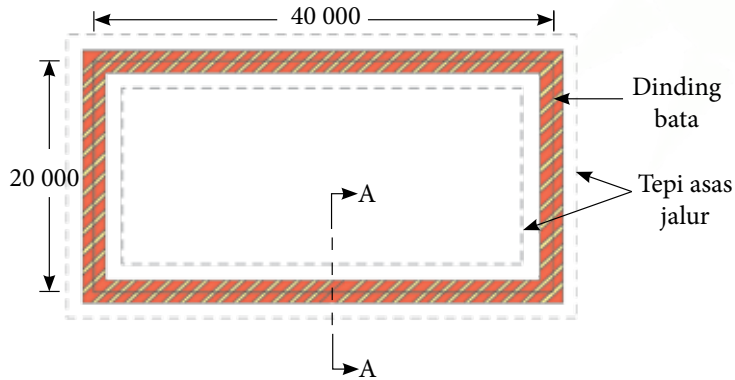
6. Encik Lim Chiu telah membeli sebuah rumah di kawasan perumahan Taman Jaya. Apabila rumah tersebut telah siap, pemaju telah menyerahkan kunci kepada Encik Lim Chiu. Namun begitu, tiga bulan selepas itu, beliau mendapati bumbung rumah beliau telah bocor. Bincangkan tindakan yang perlu beliau lakukan dalam situasi ini.

7. Antara prinsip utama dalam menyediakan tapak pembinaan yang lestari ialah dengan mengurangkan bahan buangan dari tapak. Pada pendapat anda, bagaimanakah pihak pemaju dan kontraktor dapat merancang dan melaksanakan prinsip ini?

10. Berdasarkan maklumat yang diberikan, anggarkan kos pembinaan asas jalur di bawah:



Menggali atas tanah	= 2.50/ m ²
Menggali parit	= 11.50/ m ³
Lapisan kedap	= 2.00/ m ²
Konkrit untuk asas	= 121.00/ m ³





BAB

2



RAWATAN AIR

Standard Kandungan

- Sumber dan bekalan air
- Sistem pembetungan air sisa
- Rawatan air sisa kumbahan

Apakah sumber dan bekalan air di Malaysia? Sekiranya bekalan air kita tercemar, apakah yang perlu dilakukan untuk mendapatkan air yang bersih?





2.1

Sumber dan Bekalan Air

Pengenalan

Air ialah bahan yang tidak berwarna, tiada rasa dan tidak berbau. Air sangat penting untuk semua hidupan di bumi. Lebih kurang 75 peratus dan wujud dalam pelbagai bentuk seperti lautan, sungai, tasik dan lain-lain.

Air ialah satu keperluan bagi semua hidupan untuk terus hidup. Air digunakan dalam domestik, rekreasi, industri dan pertanian. Dalam bab ini, murid akan didedahkan dengan lebih lanjut tentang kitaran air, proses rawatan air dan contoh reka bentuk model penapis air mudah.

- Menerangkan kitaran air.
- Menghuraikan proses kitaran air.
- Mereka bentuk model penapis air mudah.



Foto 2.1 Domestik



Foto 2.2 Industri



Foto 2.3 Pertanian



Foto 2.4 Rekreasi

Kepentingan Air



Fakta

Pengambilan air sebanyak enam hingga lapan gelas atau lebih mengikut keperluan penting bagi mengelakkan dehidrasi atau kekurangan air dalam badan.

Sumber: Kementerian Kesihatan Malaysia [KKM]

2.1.1 Kitaran Air

Air wujud dalam tiga bentuk utama iaitu gas seperti wap air dan awan, pepejal seperti bongkah ais dan glasier di pergunungan serta dalam bentuk yang paling mudah dilihat iaitu cecair seperti air sungai, air laut, air bawah tanah dan sebagainya. Air akan berterusan mengalir melalui kitaran di mana air tersejat di udara dan kemudian menjadi sebahagian daripada awan dan jatuh ke permukaan bumi sebagai hujan. Seterusnya, air mengalir di permukaan bumi dan bawah tanah sebelum kembali ke sungai atau laut. Air terus bergerak daripada bentuk pepejal kepada cecair kepada gas dan kembali semula dalam bentuk kitaran.

Pergerakan Kitaran Air

Penyejatan

- Air lautan akan tersejat sebagai wap ke dalam udara disebabkan oleh haba matahari.
- Selain itu, air dari permukaan air yang lain juga boleh tersejat.

Pemeluwapan

- Arus udara yang naik akan membawa wap- wap ke atas atmosfera dan suhu sejuk akan menyebabkan wap- wap tersebut terpeluwap menjadi awan.

Curahan

- Arus udara memindahkan awan-awan mengelilingi bumi dan awan-awan akan berlagu dan berkembang besar.
- Kemudian titisan air jatuh dari awan sebagai hujan, salji, embun atau hujan batu ke bumi menjadi air permukaan.

Larian

- Air permukaan yang lain akan menghasilkan air larian yang bergerak di atas permukaan bumi dan memenuhi sungai dan tasik.
- Kebanyakan air larian mengalir kembali ke lautan dan proses penyejatan akan berlaku semula.

Penyusupan

- Sebahagian air akan diserap ke dalam tanah dan mengisi *Akuifer*.
- *Akuifer* dapat menyimpan air dalam kuantiti yang besar untuk tempoh masa yang lama.

Transpirasi

- Sebahagian air permukaan yang cetek boleh diserap oleh akar-akar tumbuhan dan akan disingkirkan pada permukaan daun melalui proses transpirasi tumbuhan sebelum tersejat ke udara.

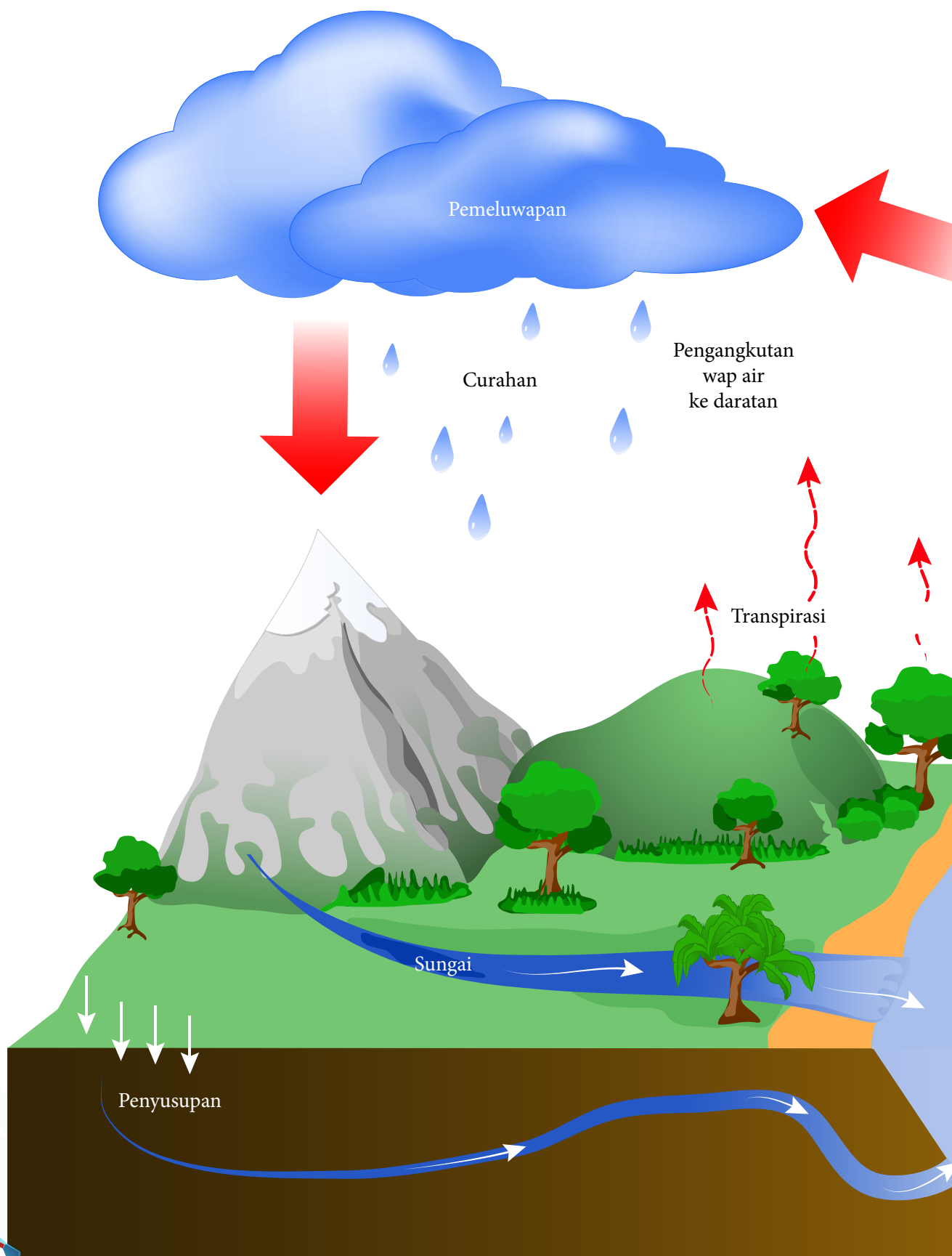


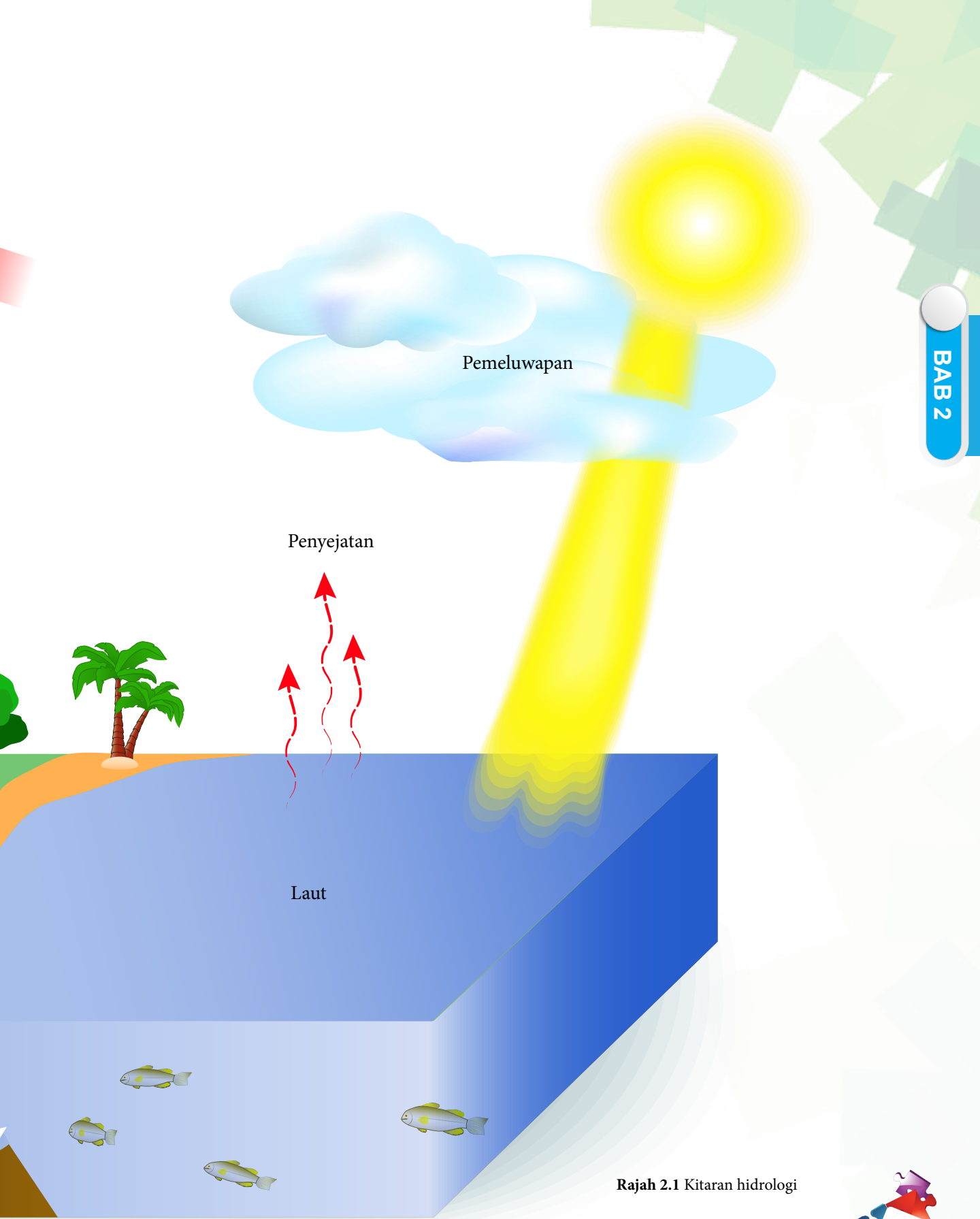
Fakta

Akuifer ialah bahagian bawah tanah yang terdiri daripada kerikil atau batu berliang yang mengandungi air.

Informasi

Apabila musim bunga tiba, salji di iklim lebih panas akan cair dan mengalir di atas permukaan bumi sebagai air larian cairan salji.





Rajah 2.1 Kitaran hidrologi

Sumber Air

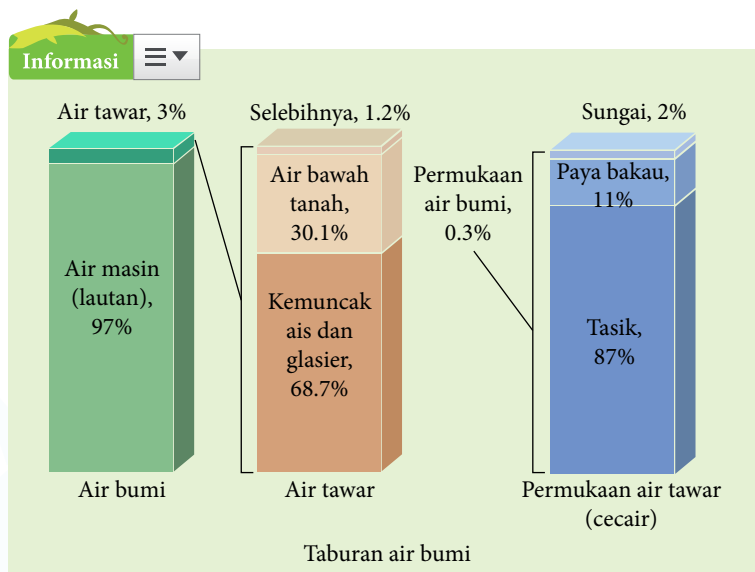
Terdapat dua jenis air yang boleh digunakan untuk diminum iaitu air mentah dan air yang dirawat. Air mentah ialah air tawar yang terdapat secara semula jadi seperti air hujan, air sungai, air tasik dan air di dalam tanah. Manakala air yang dirawat ialah air yang diperolehi daripada sumber air mentah. Air tersebut telah menjalani rawatan untuk menjadikannya selamat digunakan oleh manusia. Air mentah merupakan sumber air yang paling utama digunakan oleh manusia. Komposisi air mentah berbeza-beza bergantung kepada sumber yang diperolehi.



Foto 2.5 Sumber air mentah



Foto 2.6 Sumber air dirawat



Fakta

Sesetengah negara seperti Singapura menggunakan air kumbahan yang dirawat dan dikitar semula untuk dijadikan air minuman melalui program NEWater.

Sumber: Singapore's National Water Agency



Dilarang membuang sampah di merata tempat terutamanya yang melibatkan sumber air bagi mengelakkan pencemaran. Jaga kebersihan sumber air kita.

Umumnya, ada beberapa sumber air mentah yang digunakan secara langsung atau melalui pengolahan sederhana terlebih dahulu. Berikut ialah sumber air yang boleh digunakan oleh manusia.

1 Air Hujan

Air hujan ialah air yang terhasil daripada proses kondensasi wap air di atmosfera. Ketika air hujan turun, ia melarutkan benda di udara yang dapat mengotori dan mencemari air hujan seperti gas (O_2 , CO_2 , N_2), debu dan sebagainya. Cara untuk mendapatkan air hujan ialah dengan menampung air hujan dari atap rumah ke dalam tangki atau bekas penampungan. Untuk menghindari bahan kotoran daripada atap rumah atau udara, caranya ialah air hujan perlu ditakung selepas 15 minit hujan turun.

2 Air Mata Air

Air mata air berasal daripada air hujan yang masuk meresap ke dalam tanah dan keluar daripada tanah semula kerana keadaan batuan geologi di dalam tanah. Keadaan geologi mempengaruhi kualiti air mata air. Umumnya, kualiti mata air baik dan boleh digunakan untuk keperluan harian.

3 Air Bawah Tanah

Air bawah tanah berasal daripada air hujan yang meresap ke dalam bumi. Air bawah tanah dibahagikan kepada air tanah cetek dan air tanah dalam. Cara untuk mendapatkan air tanah adalah dengan menggali tanah dan mewujudkan telaga.

4 Air Permukaan

Air permukaan seperti air sungai dan air tasik merupakan sumber air bersih. Namun, air permukaan mudah tercemar oleh bahan asid atau sampah. Oleh yang demikian, air permukaan perlu dirawat terlebih dahulu sebelum digunakan bagi memenuhi syarat sebagai air bersih.

Informasi

Antara bahan yang terdapat di dalam air mentah ialah:

- Asid humik iaitu asid kompleks yang dihasilkan daripada penguraian tumbuh-tumbuhan. Asid ini menyebabkan air menjadi berwarna.
- Bahan mineral seperti karbonat, kalsium dan magnesium.
- Bahan daripada tanah liat dan pasir.
- Mikroorganisma seperti bakteria, virus dan protozoa.
- Molekul oksigen yang terlarut.
- Garam di dalam air mentah boleh diperoleh apabila berlaku pertemuan antara air laut dan air sungai.

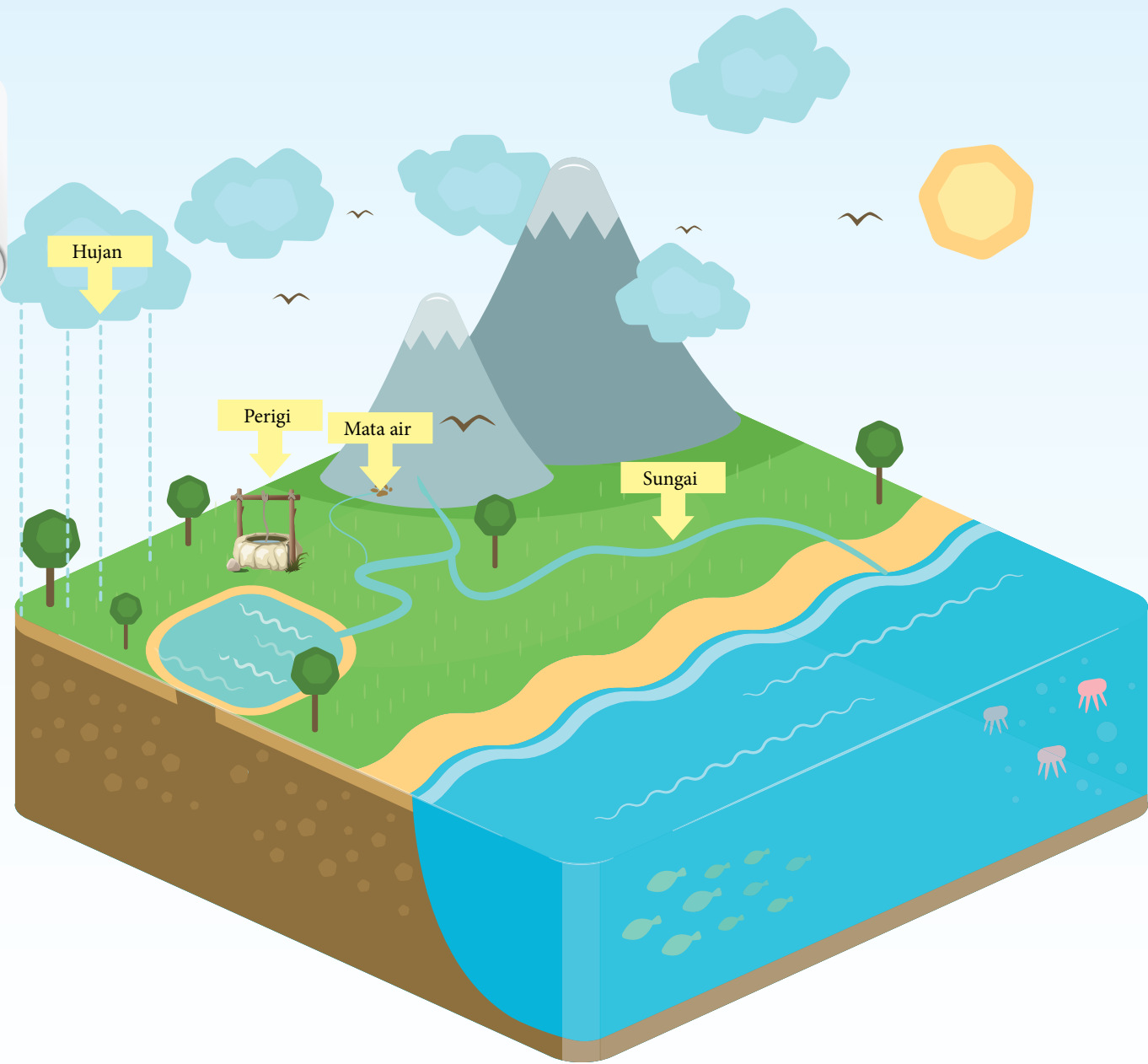
Informasi

Antara jenis mata air ialah:

- Mata air panas
- Mata air besar
- Mata air rekahan
- Mata air kecil

Informasi

50 peratus sumber air di Malaysia ialah air hujan dan sebanyak 640 bilion meter padu air dihasilkan dalam tempoh setahun.



Rajah 2.2 Jenis-jenis air

Rawatan Air

Rawatan air ialah proses penyingkiran pencemaran daripada air yang tidak dirawat untuk menghasilkan air bersih. Kebiasaannya, garis panduan daripada Pertubuhan Kesihatan Sedunia (*World Health Organization*, WHO) digunakan di seluruh dunia untuk keperluan kualiti air minuman. Tambahan pula, melalui garis panduan WHO, setiap negara, wilayah atau badan bekalan air dapat melaksanakan garis panduan mereka sendiri supaya pengguna dapat dibekalkan dengan air minuman yang selamat. Terdapat bendasing di dalam air yang boleh menyebabkan air tercemar seperti pepejal terampai, bakteria, fungus, mineral dan bahan kimia.



Pepejal terampai



Bakteria



Bendasing
di dalam Air



Mineral



Fungus



Bahan kimia

Indeks Kualiti Air (IKA)

Kelas	IKA	Kegunaan Air
Kelas 1	>92.7	Dalam keadaan semula jadi.
Kelas II A	85.0 – 92.7	Air memerlukan rawatan konvensional.
Kelas II B	76.5 – 85.0	Air boleh digunakan untuk rekreasi.
Kelas III	51.9 – 76.5	Air memerlukan rawatan intensif.
Kelas IV	31.0 – 51.9	Untuk tujuan pengairan sahaja. Kualiti air sederhana.
Kelas V	<31.0	Air tercemar teruk.

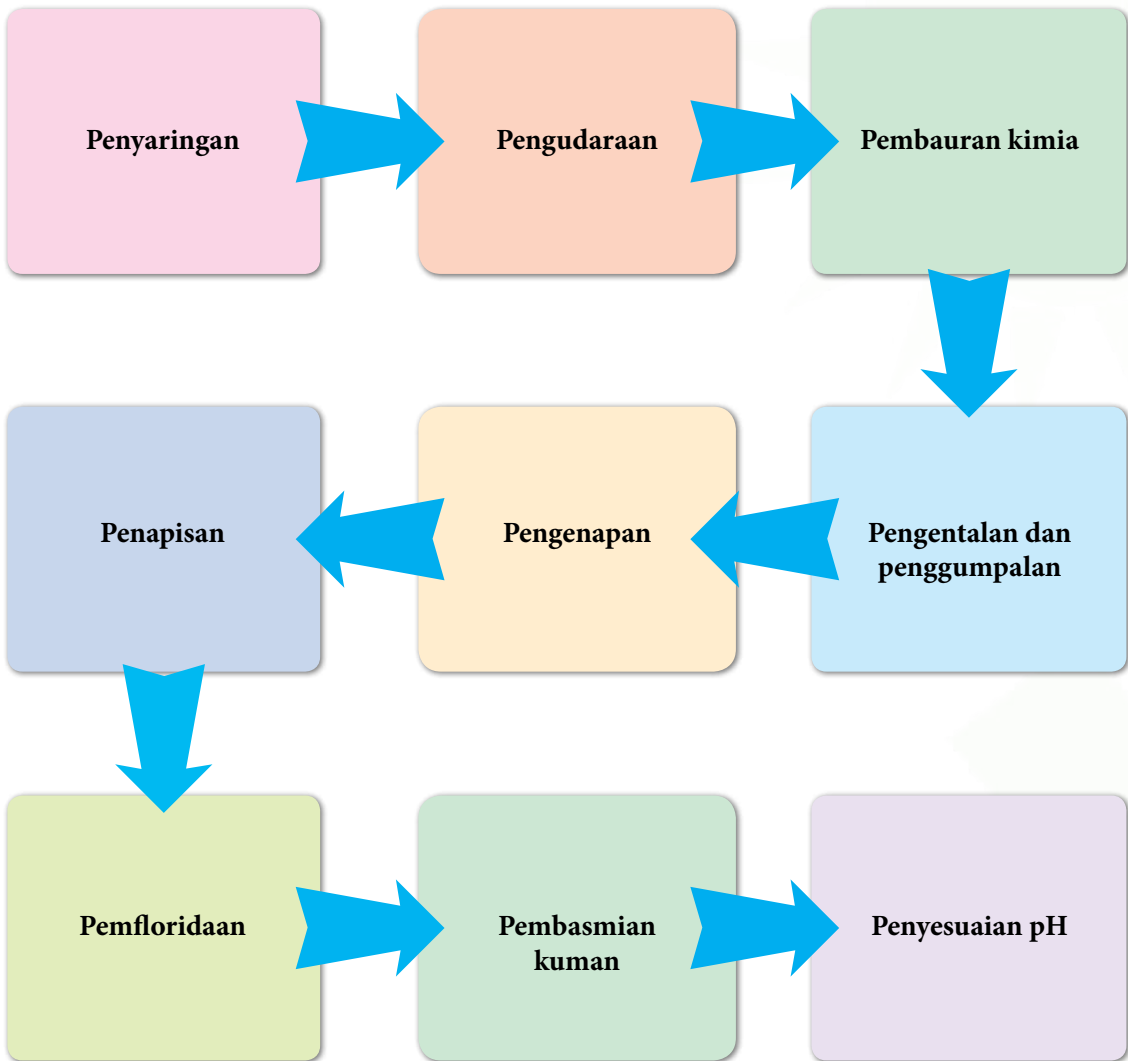
Proses Rawatan Air

Loji rawatan air merupakan pusat rawatan air yang membersihkan air daripada segala bendasing makro dan mikro supaya dapat digunakan oleh pengguna. Air yang telah dirawat mestilah menepati unit piawai yang telah ditetapkan oleh Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM) seperti rupa fizikal air yang berwarna jernih, tiada bau dan tiada enapan yang terampai. Setiap negeri di Malaysia mempunyai pihak berkuasa yang bertanggungjawab dalam pengurusan rawatan air ini.



Foto 2.7 Loji rawatan air

Proses rawatan air bertujuan untuk memisahkan pepejal menggunakan kaedah fizikal seperti penganapan, penapisan dan kaedah kimia seperti pembasmian kuman dan penggumpalan. Terdapat beberapa peringkat proses rawatan air permukaan secara lazim. Rajah 2.3 dan Rajah 2.4 menunjukkan carta alir proses rawatan air.

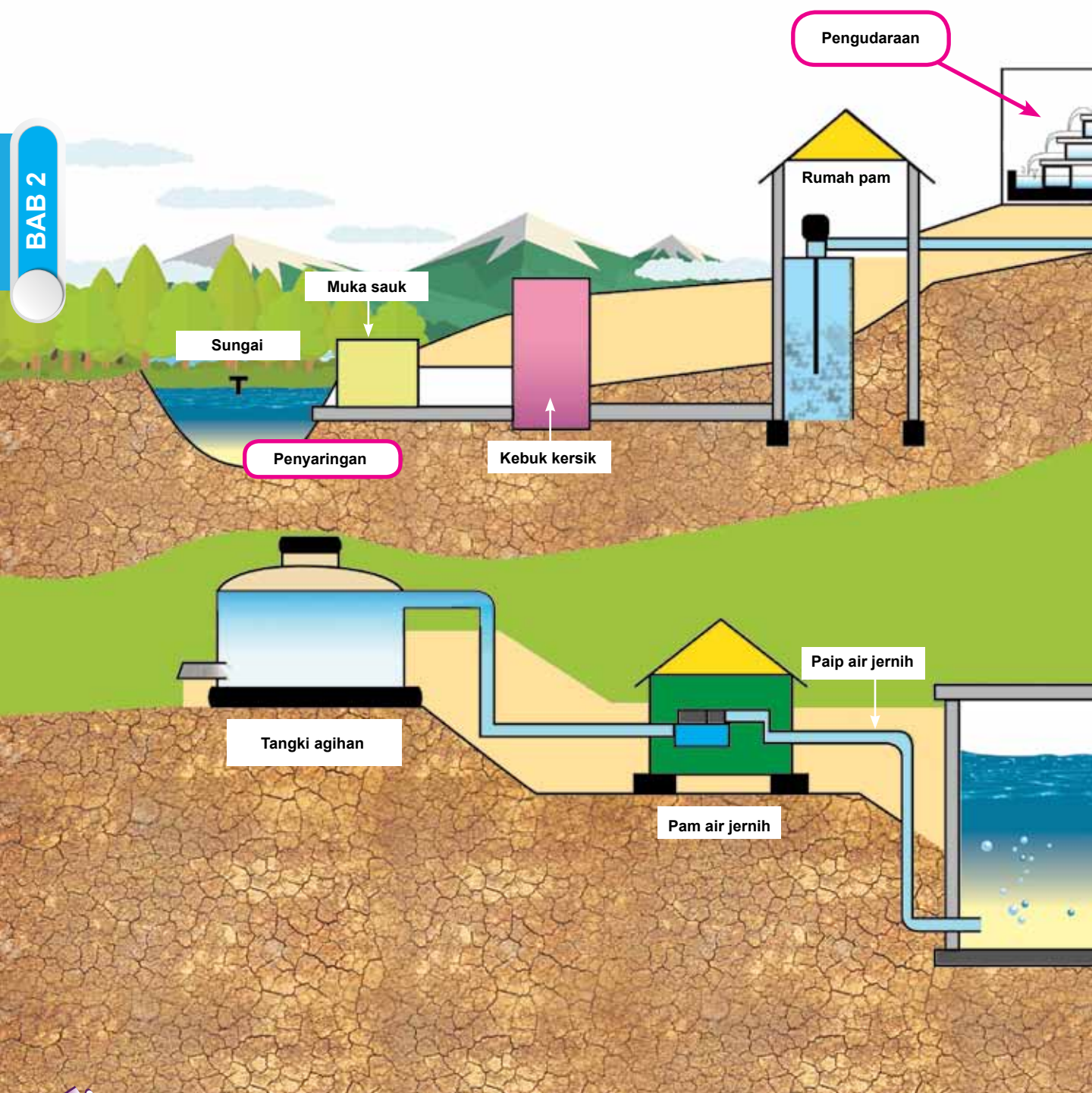


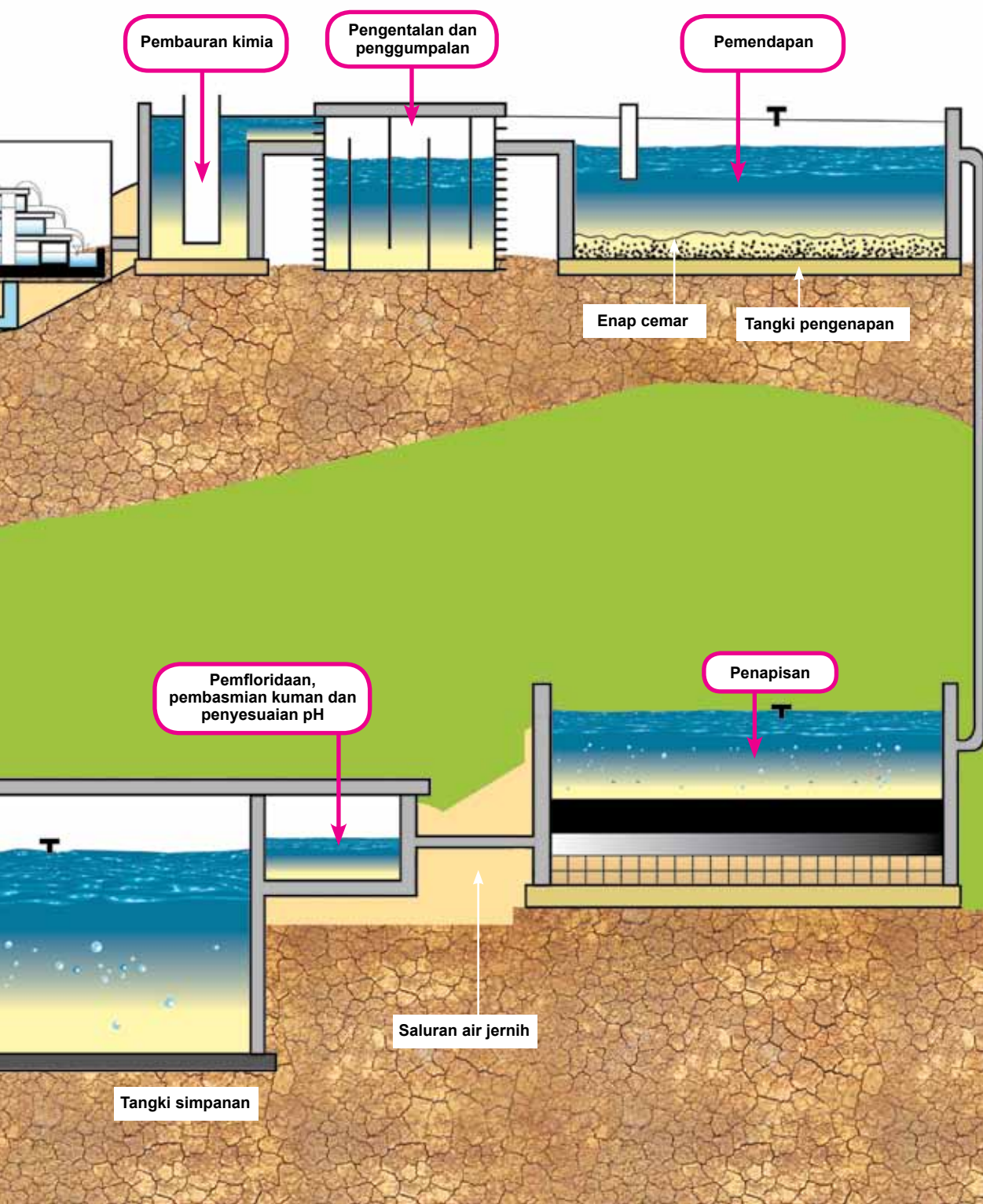
Rajah 2.3 Carta alir proses rawatan air



IMBAS DI SINI

Imbas *QR Code* untuk mengetahui maklumat tentang loji rawatan air di Sabah dan Sarawak.





Rajah 2.4 Proses rawatan air

a. Penyaringan

Bendasing yang terapung di atas air akan diasingkan melalui proses penyaringan. Bahan terampai yang lebih padat dibuang dengan membenarkan air mengalir melalui kebuk yang akan memendapkan bahan ini ke dasar. Tujuan proses ini adalah untuk mengehadkan kemasukan pepejal terampai seperti sampah ke dalam loji rawatan air bagi mencegah pam dan paip daripada tersumbat. Proses ini juga bertujuan untuk melancarkan aliran air.

Terdapat dua jenis penyaring iaitu penyaring kasar dan penyaring halus. Penyaring kasar digunakan untuk menapis bendasing seperti sampah yang lebih besar dan dahan, manakala penyaring halus digunakan untuk menapis bendasing yang terlepas daripada penyaring kasar seperti tumbuh-tumbuhan air yang lebih kecil, daun dan sebagainya. Semasa proses ini, penyaring kasar dipasang dahulu, kemudian diikuti penyaring halus.

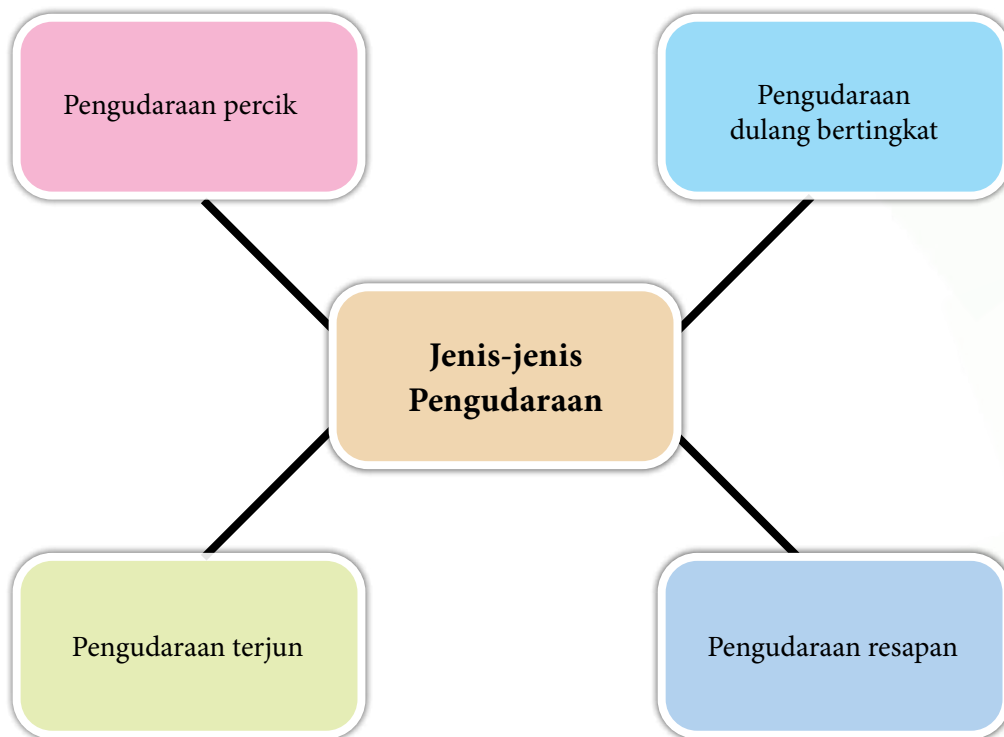
**Foto 2.8** Penyaring kasar**Foto 2.9** Penyaring halus

b. Pengudaraan

Air mentah yang telah melalui proses penyaringan akan dipam dan dicampur dengan oksigen di ruang pengudaraan. Tujuan proses pengudaraan adalah untuk:

- i. menambah kandungan oksigen terlarut di dalam air kerana dapat memberi kesan yang baik dalam meningkatkan kualiti air.
- ii. melakukan proses pengoksidaan ke atas ferum dan mangan. Ferum dan mangan yang asalnya larut di dalam air berubah menjadi tidak larut akibat daripada pengoksidaan ini dan akan dapat disingkirkan.
- iii. membuang rasa dan bau air yang tidak menyenangkan.
- iv. mengoksidakan logam seperti ferum, hidrogen sulfida dan bahan kimia organik meruap.
- v. menaikkan nilai pH dan sekali gus mengurangkan karbon dioksida.

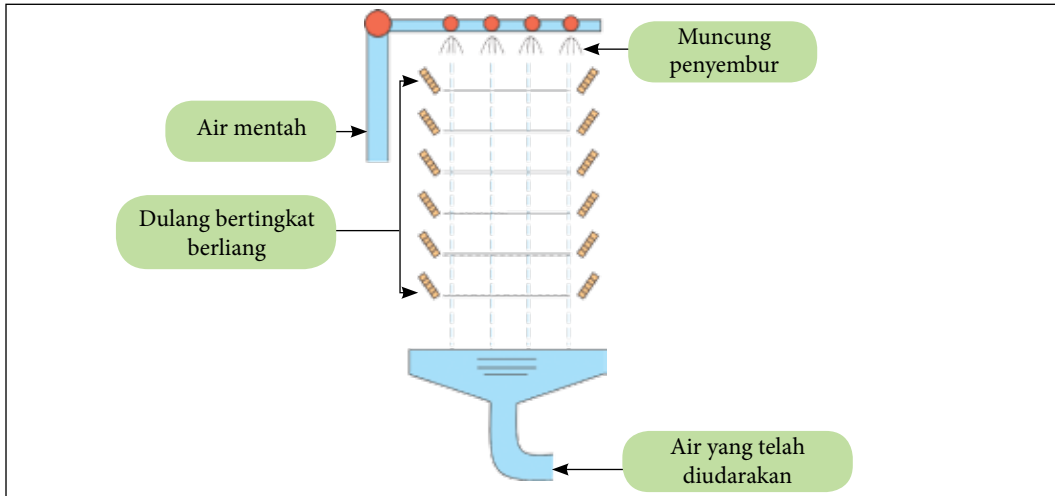
Kecekapan pengudaraan bergantung kepada jumlah luas permukaan antara udara dan air yang dikawal, terutamanya oleh saiz titisan air atau gelembung udara. Oksigen ditambah kepada air melalui pengudaraan dan boleh meningkatkan ketulenan air. Jumlah oksigen yang boleh terlarut di dalam air juga bergantung kepada suhu air. Lebih rendah suhu air, lebih banyak oksigen yang terlarut di dalam air. Empat jenis pengudaraan yang biasanya digunakan ialah:



Rajah 2.5 Jenis-jenis pengudaraan

Pengudaraan Percik

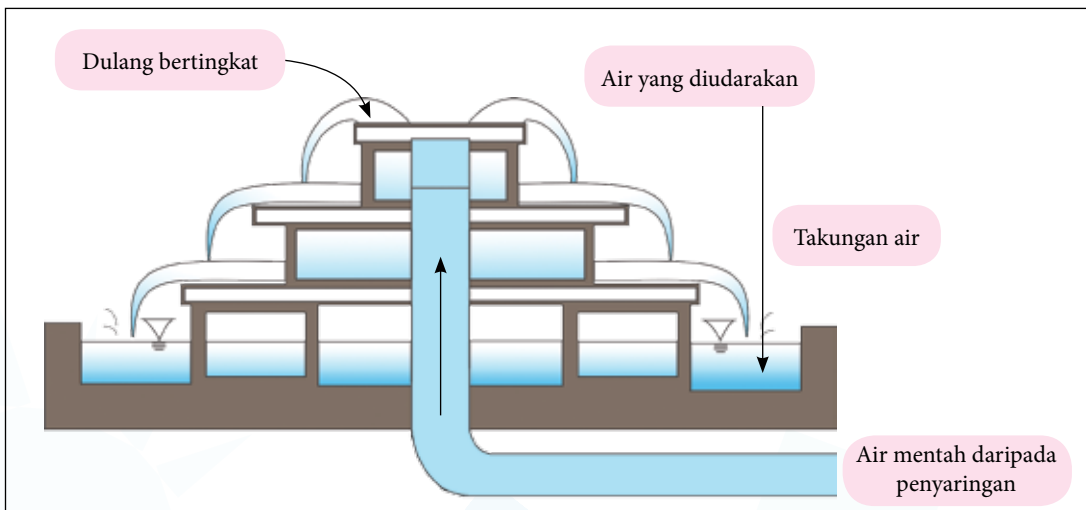
Air mentah dipercikkan daripada muncung penyembur ke atas dulang logam yang bertingkat. Air akan jatuh dari dulang atas ke dulang bawah dari liang-liang yang terdapat di atas dulang. Pengudaraan akan berlaku daripada percikan dan jatuhnya air secara bertingkat di dalam dulang tersebut.



Rajah 2.6 Pengudaraan percik

Pengudaraan Dulang Bertingkat

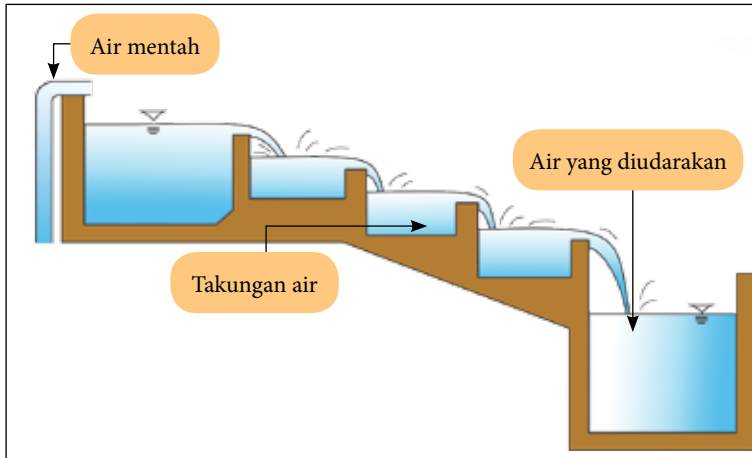
Air mentah dialirkan dari atas dulang kecil ke dulang yang lebih besar diameternya secara berterusan. Air yang jatuh ke atas dulang yang terletak di sebelah bawah akan melalui proses pengudaraan.



Rajah 2.7 Pengudaraan dulang bertingkat

Pengudaraan Terjun

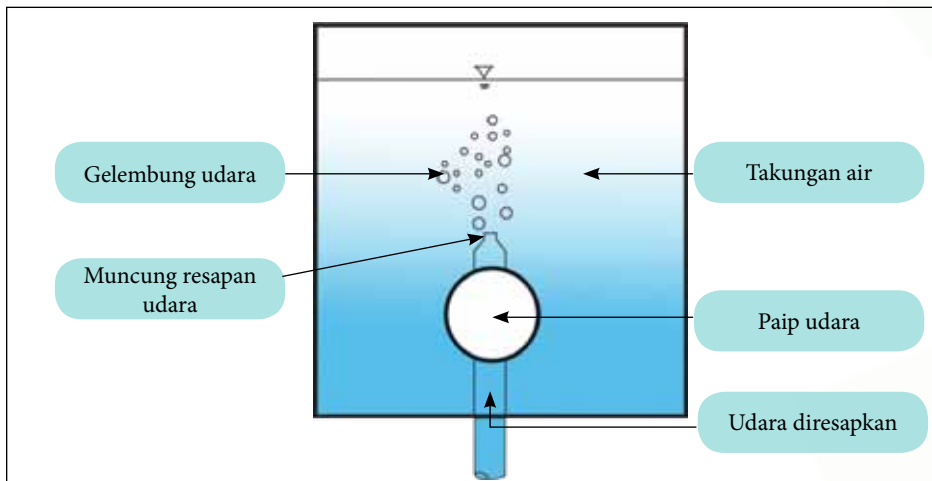
Air mentah disalurkan melalui tangga bertingkat dan air diudarkan melalui aliran gelora yang terhasil daripada terjun.



Rajah 2.8 Pengudaraan terjun

Pengudaraan Resapan

Proses pengudaraan resapan dilakukan di dalam tangki. Udara akan diserap melalui paip berliang berserta dengan udara yang mampat. Apabila udara dilepaskan, oksigen akan terlarut ke dalam air melalui saluran paip berliang.



Rajah 2.9 Pengudaraan resapan



Fakta

Oksigen yang berlebihan boleh menyebabkan masalah di loji rawatan kerana mengikat udara penapis.

Sumber: Minnesto Water Works Operations Manual

c. Pembauran Kimia

Pembauran kimia ialah proses untuk membuang zarah yang tidak boleh dibuang dengan menggunakan pemendapan dan penapisan. Bahan kimia yang dicampurkan di dalam proses ini akan menyebabkan zarah yang kecil tertarik di antara satu sama lain. Tujuan utama proses ini adalah untuk menjadikan bahan yang tidak boleh mendap kepada bahan yang boleh mendap.

Terdapat banyak zarah di dalam air mentah yang perlu disingkirkan. Zarah yang terlalu kecil tidak boleh enap. Zarah-zarah kecil ini mempunyai cas seperti magnet dan cas negatifnya menyebabkan zarah-zarah ini tidak boleh bergabung.

Prinsip magnet ialah magnet bercas positif menarik magnet yang bercas negatif telah diaplikasikan dalam proses ini. Sejenis bahan kimia yang dipanggil bahan pengental bercas positif dimasukkan ke dalam air untuk menarik zarah-zarah antara satu sama lain seperti yang ditunjukkan dalam Foto 2.10. Oleh itu, zarah yang lebih besar terbentuk dan cukup berat untuk enap.

Proses ini memerlukan tenaga yang tinggi untuk mempercepat percampuran antara air mentah dan bahan kimia. Biasanya dilakukan di dalam tangki pengadukan cepat.



Fakta

Bahan yang digunakan dalam proses pembauran kimia ialah aluminium sulfat $A12 (S_2O_4)$ atau alum.



Foto 2.10 Proses pembauran kimia

d. Pengentalan dan Penggumpalan

Penambahan polimer membantu dalam proses pengentalan dan penggumpalan. Polimer ialah politena yang terdiri daripada molekul kompleks. Polimer ini menjadikan kelompok lebih berat disebabkan oleh tarikan kimia pada kelompok yang dikenali sebagai flok seperti yang ditunjukkan dalam Foto 2.11. Proses pengentalan mengambil masa yang panjang berbanding dengan proses penggumpalan bagi memberi peluang kelompok yang berbeza bersatu.

Jika aliran air deras, kelompok akan berpecah semula. Selepas pengelompokan dan flok telah mencapai saiz optimum, air bersedia untuk proses pengasingan iaitu proses pemendapan, pengapungan dan penapisan. Tempoh yang sesuai untuk proses ini ialah 15 minit hingga satu jam atau lebih. Foto 2.12 menunjukkan proses pengentalan dan penggumpalan.



Proses flokulasi menghasilkan flok yang mudah mendap di dasar air dan menjadikan air lebih jernih dan bersih.

Foto 2.11 Flok yang terhasil daripada proses pengentalan dan penggumpalan



Foto 2.12 Proses pengentalan dan penggumpalan

e. Pengenapan

Pengenapan ialah proses flok diasingkan daripada air dengan cara pengekapan graviti. Apabila air tidak mempunyai pergerakan atau bergerak dengan perlahan, pepejal akan tenggelam di bawah kuasa graviti dan membentuk mendapan.

Teori pemendapan kelihatan agak mudah. Jika kita membuat tangki pengekapan yang besar dan aliran yang perlahan, hal ini akan meningkatkan kadar kejatuhan mendapan ke arah bahagian bawah tangki. Proses pemendapan yang sempurna mengambil masa yang panjang dan kentalan yang mendap itu akan mengalir melalui tangki pengekapan. Air yang jernih pula akan berkumpul di bahagian atas, manakala kentalan yang ringan atau tidak mendap akan terapung. Kentalan ini dikeluarkan melalui proses penapisan. Foto 2.13 menunjukkan kolam pengekapan.



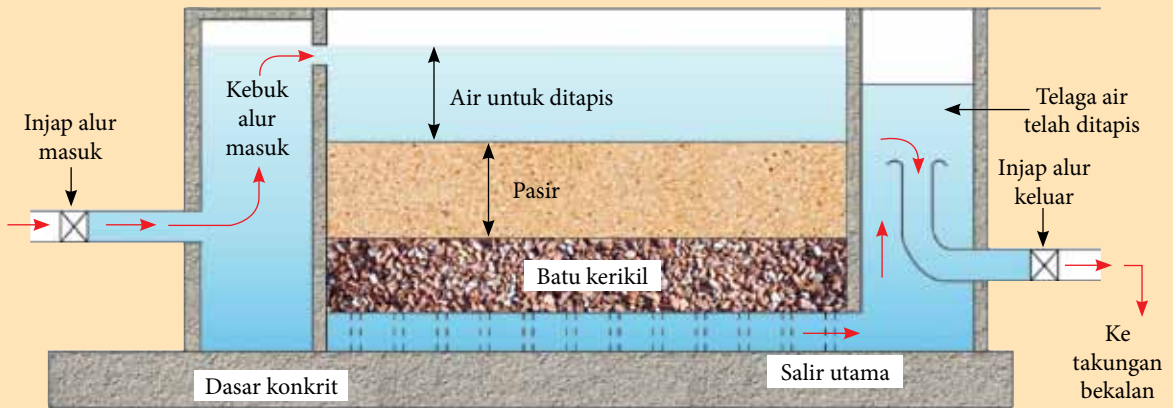
Foto 2.13 Kolam pengekapan

f. Penapisan

Pemendapan dalam proses pengenaan hanya membuang sebahagian sahaja bahan-bahan yang terampai di dalam air. Namun, bahan-bahan atau zarah-zarah yang halus tidak mendap. Dalam proses ini, air yang melalui proses pengenaan akan mengalir melalui beberapa lapisan pasir dan kerikil yang berbeza saiznya. Lapisan-lapisan pasir itu akan menahan segala kekotoran dan air bersih akan terhasil daripada proses penapisan ini. Terdapat beberapa jenis penapis yang selalu digunakan, iaitu:

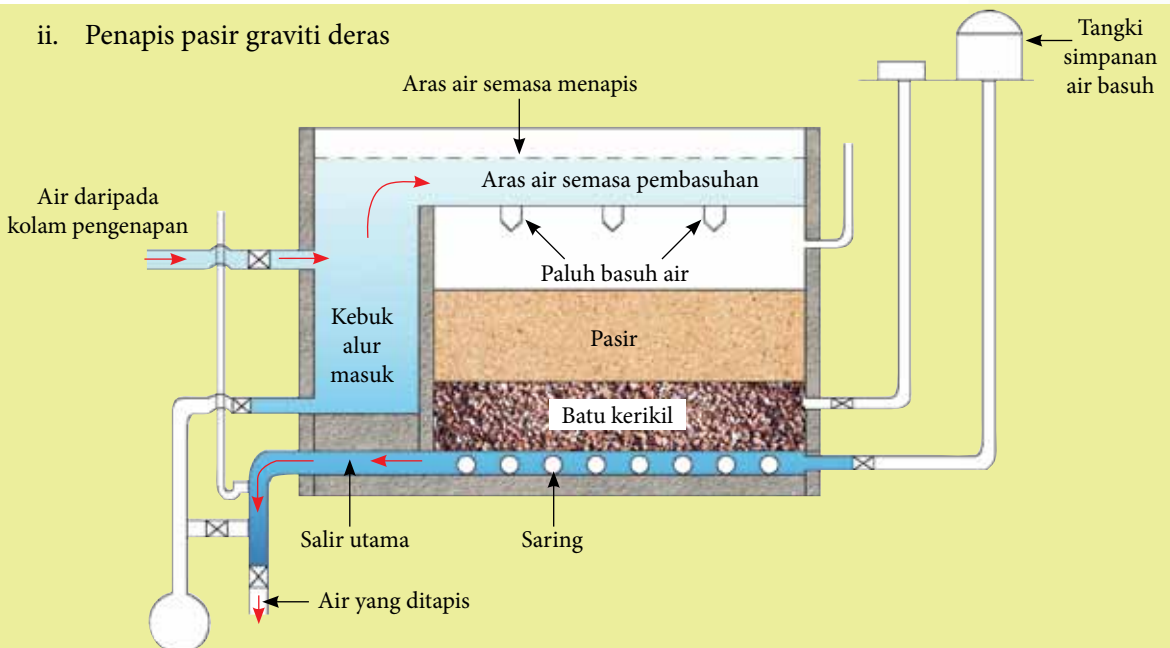
- i. Penapis pasir perlahan
- ii. Penapis pasir graviti deras
- iii. Penapis tekanan: pugak atau mendatar

i. Penapis pasir perlahan



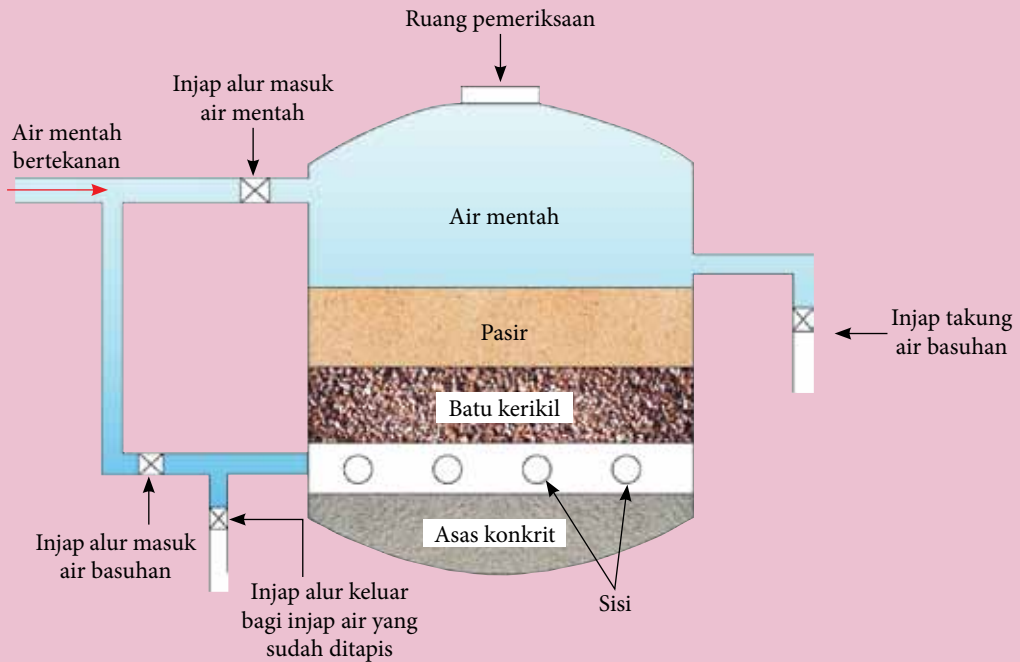
Rajah 2.10 Proses di dalam penapis pasir perlahan

ii. Penapis pasir graviti deras



Rajah 2.11 Proses di dalam penapis pasir graviti deras

iii. Penapis tekanan: pugak atau mendatar

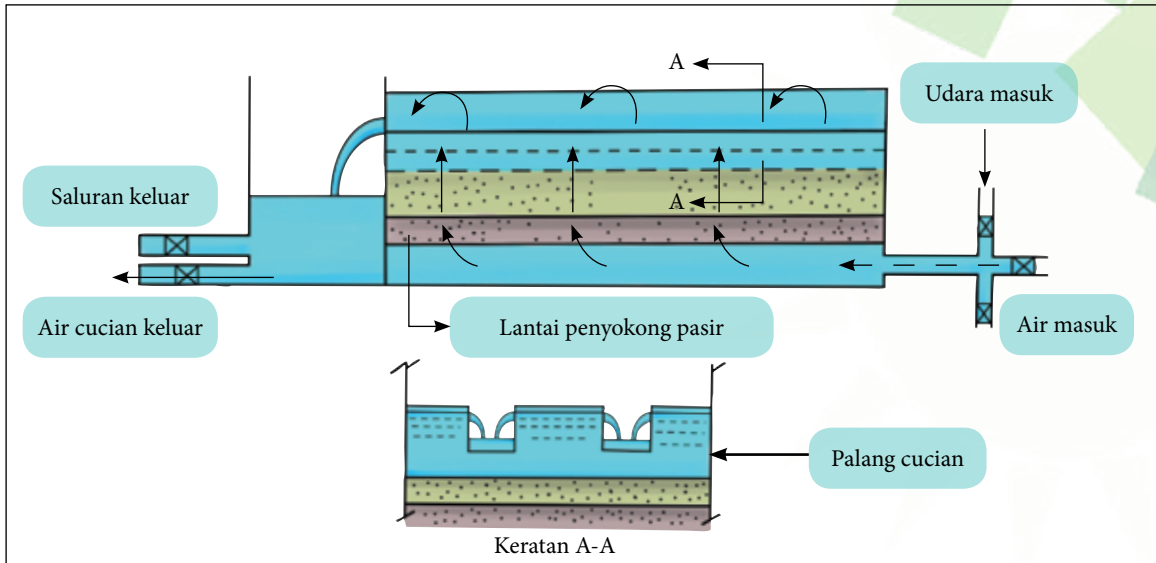


Rajah 2.12 Proses di dalam penapis tekanan



Foto 2.14 Penapis tekanan pugak

Kadar penapisan boleh menurun disebabkan oleh tersumbat, maka pencucian penapis akan dilakukan. Pencucian dimulakan dengan melepaskan angin dari bawah lapisan pasir melalui paip-paip PVC. Tujuannya adalah untuk melepaskan keladak-keladak halus yang terlekat di dalam penapis pasir. Selepas lima minit, angin diberhentikan. Seterusnya air dilepaskan dari bawah lapisan pasir melalui proses aliran berbalik (*reverse flow*). Apabila air mengalir dari bawah ke atas, air akan menolak keladak-keladak dalam bentuk lumpur dan keluar dari penapis tersebut. Proses ini berlanjutan sehingga lapisan atau pasir kelihatan dan mengambil masa lebih kurang lima minit. Proses ini dikenali sebagai *backwash*. Rajah 2.13 menunjukkan proses *backwash*.



Rajah 2.13 Proses *backwash*

g. Pemfloridaan

Kandungan florida akan ditambah ke dalam air yang telah dirawat. Tujuannya adalah untuk mencegah kerosakan gigi. Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM) telah menetapkan had kandungan florida di dalam air terawat ialah 0.6-0.8 mg/l. Air yang mempunyai kandungan florida yang tinggi boleh menyebabkan masalah tulang dan sendi iaitu tulang menjadi lemah.



Foto 2.15 Proses pemfloridaan

h. Pembasmian Kuman

Pembasmian kuman merupakan proses menghapuskan kuman atau mikroorganisma yang masih terdapat di dalam air yang telah ditapis. Proses ini menggunakan klorin bergas atau larutan klorin untuk membasmi kuman tersebut.

Kebiasaannya, klorin digunakan kerana harga yang murah dan mudah untuk diuruskan serta disukai. Klorin juga berupaya membasmi kuman dalam sistem agihan.



Foto 2.16 Tangki klorin

i. Penyesuaian pH

Paras pH disesuaikan menggunakan kapur ataupun bikarbonat. Kapur yang terhidrat digunakan untuk memastikan nilai pH air bersih dan berdasarkan julat yang dikehendaki. Semasa proses pengentalan, nilai pH air akan menjadi rendah disebabkan oleh penambahan tawas. Oleh itu, kapur akan dimasukkan ke dalam air yang bertapis untuk menaikkan semula nilai pH ke tahap yang tepat. Nilai pH yang bersesuaian diperlukan kerana jika berasid (pH rendah), paip bekalan air boleh terhakis dan jika beralkali (pH tinggi), mendapan akan berlaku pada sistem bekalan air.



Foto 2.17 Air yang akan diuji nilai pHnya

Syarikat bekalan air di Malaysia akan menjalankan kajian sebelum mengagihkan air kepada pengguna. Apakah faktor-faktor yang diambil kira oleh syarikat bekalan air tersebut terhadap kualiti air yang akan dibekalkan?

Sistem penapisan air ialah salah satu sistem yang berkesan dalam menghasilkan air bersih dan sekaligus dapat menyelesaikan masalah kekurangan bekalan air bersih. Terdapat dua jenis penapisan yang digunakan pada masa ini, iaitu sistem turasan bertingkat atau berlapis dan sistem penapisan yang menggunakan teknologi membran.



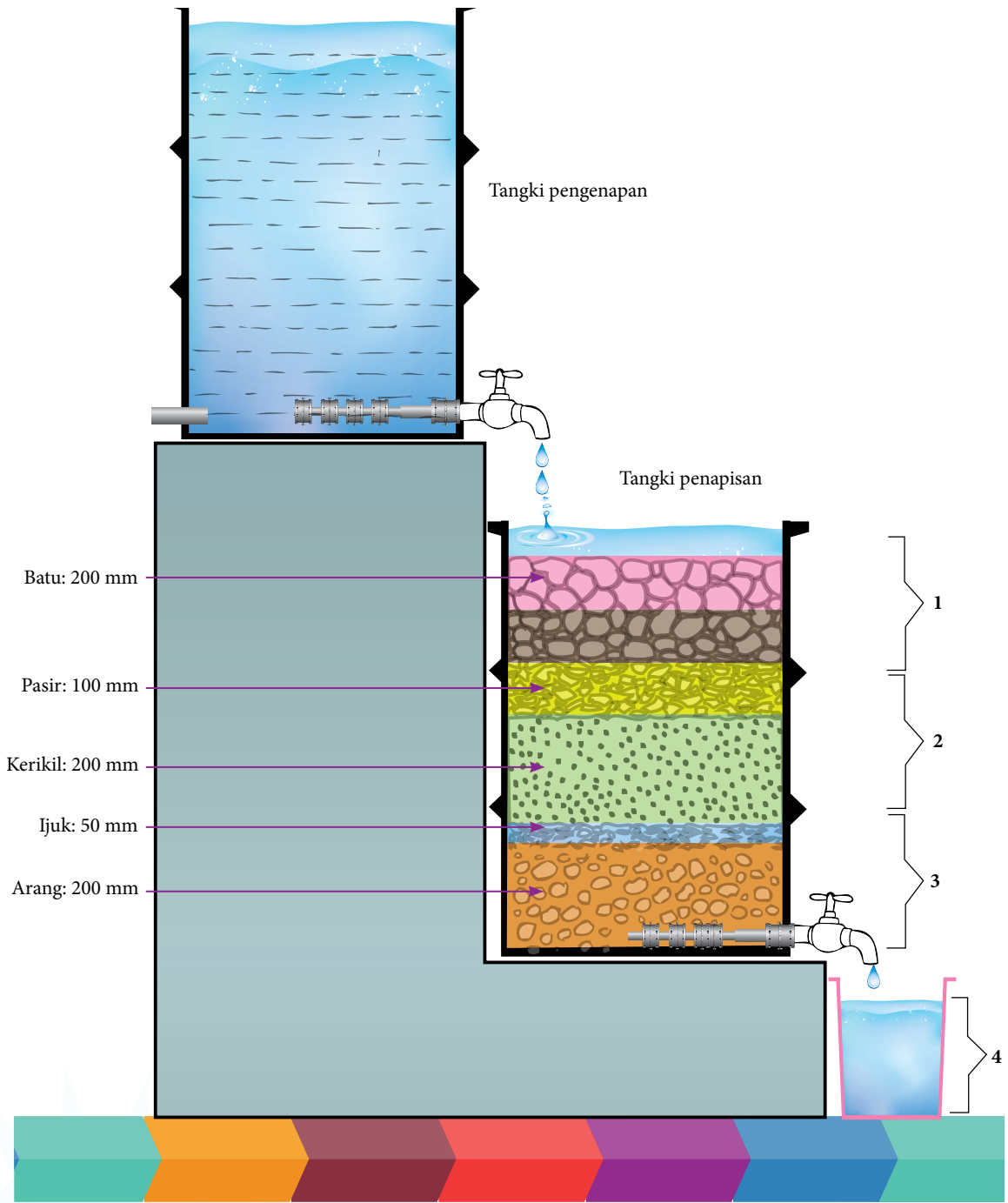
Foto 2.18 Contoh penapis air

Fungsi Utama Penapis Air

Mengasingkan bahan pencemar yang terdapat di dalam air bagi meningkatkan kualiti air tersebut.

Penggunaan teknologi membran bertindak sebagai penghalang yang akan memilih molekul tertentu untuk melaluinya dan seterusnya mengasingkan air daripada bahan tercemar.

Contoh Model Penapis Air yang Mudah



Rajah 2.14 Contoh penapisan air yang mudah

Foto 2.19 menunjukkan hasil sebelum dan selepas air melalui sistem penapisan air yang dijalankan di dalam makmal dengan skala yang kecil. Penapisan air menggunakan lapisan bahan juga dikenali sebagai penjernihan secara fizikal. Untuk air sungai dan air hujan, sistem ini sangat sesuai digunakan bagi mendapatkan air bersih kerana kotoran yang terdapat dalam sistem pengairan tersebut tidak berbahaya. Walau bagaimanapun, sistem ini tidak sesuai dipraktikkan untuk air laut kerana air laut mempunyai kepekatan kandungan garam yang amat tinggi.



Foto 2.19 Hasil sebelum dan selepas air melalui sistem penapisan



Aktiviti

Dalam kumpulan, murid perlu mereka bentuk model penapisan air mengikut kreativiti masing-masing bagi menghasilkan air bersih yang menggunakan pelbagai sumber air mentah seperti air hujan, air sungai dan air tasik.

Peringkat 1

- Air disaring menggunakan kaedah pemendapan. Pepejal yang mudah mendap seperti batu akan mendap di dasar tangki pemendapan.
- Penambahan koagulan dapat membantu proses pemendapan kotoran halus seperti lumpur.

Peringkat 2

- Air disalurkan melalui media pasir dan kerikil yang berfungsi untuk menahan bahan terampai yang tidak mendap di dalam tangki pemendapan.
- Air yang melepasi proses ini lebih jernih dan mengandungi sedikit kandungan flok.

Peringkat 3

- Air disalurkan ke medium sabut kelapa (ijuk) dan arang yang berfungsi untuk menjernihkan lagi air.
- Arang juga berfungsi untuk menghilangkan rasa, bau dan warna air.


Peringkat 4

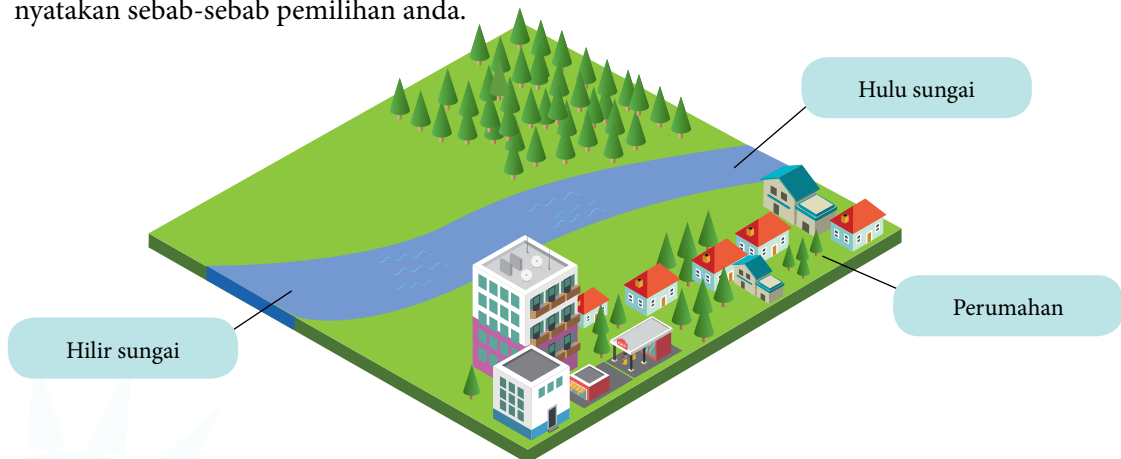
- Peringkat terakhir melibatkan pembasmian kuman dengan menggunakan klorin. Klorin digunakan untuk membunuh bakteria yang berbahaya.
- Air juga boleh dimasak bagi membunuh bakteria tanpa memerlukan penambahan klorin.

Selain daripada batu dan pasir, bahan apakah yang boleh dijadikan sebagai lapisan dalam proses penapisan air yang mudah?



Latihan 2.1

1. Malaysia merupakan negara yang terletak di kawasan iklim khatulistiwa yang menerima taburan hujan yang tinggi. Walau bagaimanapun, masalah bekalan air bersih kerap berlaku yang mengakibatkan pencatutan air terpaksa dikenakan kepada rakyat tempatan. Nyatakan punca-punca masalah ini berlaku dan nyatakan cara-cara untuk menyelesaikannya.
2. Air hujan merupakan air yang terhasil daripada proses kondensasi wap air di atmosfera. Dengan menggunakan bantuan rajah, terangkan dengan terperinci cara-cara untuk membuat sistem tadahan air hujan di rumah dan nyatakan kegunaan air hujan bagi menggantikan bekalan air bersih yang dibekalkan melalui paip. 
3. Proses rawatan air merupakan pembersihan air bagi menyingkirkan pencemaran yang terdapat di dalam air tersebut supaya ia boleh diminum dan untuk kegunaan manusia. Terangkan proses yang berlaku dalam peringkat-peringkat rawatan air berikut dan nyatakan bahan pencemar yang disingkirkan.
 - i. Penyaringan
 - ii. Pengeapan
 - iii. Penapisan
 - iv. Pembasmian kuman
4. Air mentah yang telah disaring akan dipam dan bercampur dengan oksigen yang terdapat dalam udara untuk proses pengudaraan. Nyatakan tujuan pengudaraan dan jelaskan tiga jenis pengudaraan yang boleh digunakan bagi memastikan tujuan pengudaraan tersebut tercapai.
5. Jawatankuasa perumahan telah bercadang untuk membina sebuah loji rawatan air bagi membekalkan air bersih kepada penduduk tempatan. Cadangkan lokasi loji tersebut dalam **Rajah 2.15** dan peringkat-peringkat rawatan air yang sesuai dalam bentuk gambar rajah serta nyatakan sebab-sebab pemilihan anda.



Rajah 2.15

6. Air merupakan keperluan asas bagi manusia dan hidupan lain di atas muka bumi seperti tumbuhan, haiwan dan lain-lain. Nyatakan keperluan-keperluan air dalam kehidupan seharian manusia dan akibat kekurangan bekalan air.



Sistem Pemetungan Air Sisa

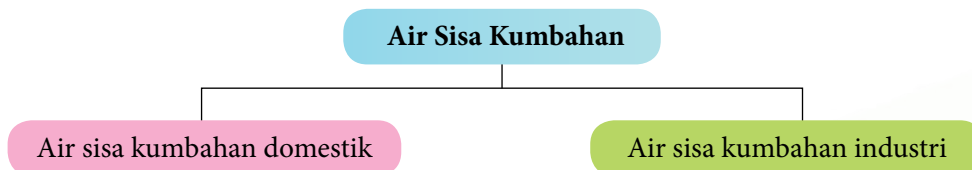
2.2.1 Definisi

Air sisa kumbahan ialah sisa buangan bawaan air sama ada terlarut atau terampai. Air kumbahan ini tidak diperlukan dan perlu dibuang bagi memastikan kebersihan di dalam kawasan setempat. Sisa buangan boleh didapati dalam bentuk pepejal dan cecair. Sistem pemetungan air sisa merupakan sistem yang melibatkan proses untuk mengumpul, menghantar dan merawat air sisa kumbahan sebelum mengalirkannya ke sungai dan laut. Terdapat dua jenis sistem pemetungan yang digunakan, iaitu sistem pemetungan bersambung terus ke loji rawatan kumbahan awam. Antaranya disenggara oleh Indah Water Konsortium (IWK). Manakala yang kedua ialah tangki septik individu yang diuruskan oleh premis yang memilikinya.

Pada zaman dahulu, air sisa kumbahan manusia yang dihasilkan daripada aktiviti manusia dirawat oleh alam semula jadi seperti tanah. Walau bagaimanapun, peningkatan populasi dan kemajuan manusia menyebabkan peningkatan air sisa kumbahan yang memerlukan sistem pemetungan yang baik dan berkesan. Sistem pemetungan air sisa menjadi keutamaan dalam setiap pembangunan di negara-negara maju bagi memastikan manusia dan alam sekitar tidak dicemari oleh air sisa kumbahan yang berbahaya.

2.2.2 Jenis Air Sisa Kumbahan

Rajah 2.16 di bawah menunjukkan dua jenis air sisa kumbahan.



Rajah 2.16 Jenis air sisa kumbahan

Informasi

Indah Water Konsortium Sdn. Bhd. (IWK) ialah syarikat pemetungan nasional yang diamanahkan untuk mengendalikan sistem pemetungan di negeri-negeri Semenanjung Malaysia kecuali Kelantan, Sabah, Sarawak, Majlis Perbandaran Pasir Gudang dan Majlis Bandaraya Johor Bahru.

- Menyatakan definisi air sisa kumbahan.
- Mengelaskan jenis air sisa kumbahan.
- Menyiasat kesan air sisa kumbahan yang dirawat dan tidak dirawat.
- Memerihalkan perkembangan sistem pemetungan di Malaysia.
- Membandingkan sistem pemetungan awam antara kaedah berasingan dan kaedah bergabung.

a. Air Sisa Kumbahan Domestik

Air sisa kumbahan domestik merujuk kepada air yang mengalir keluar daripada kawasan perumahan, bangunan perniagaan dan institusi. Jumlah isi padu air sisa kumbahan daripada komuniti bergantung kepada penggunaan air dalam kehidupan seharian. Contohnya, air sisa kumbahan dari kawasan perumahan dihasilkan daripada bilik air, singki dapur, tandas dan lain-lain. Air sisa kumbahan ini akan mengalir ke paip pembedungan sebelum dihantar ke loji kumbahan atau tangki septik. Foto 2.20 menunjukkan air sisa mengalir ke loji kumbahan dan Foto 2.21 menunjukkan air sisa mengalir ke tangki septik.

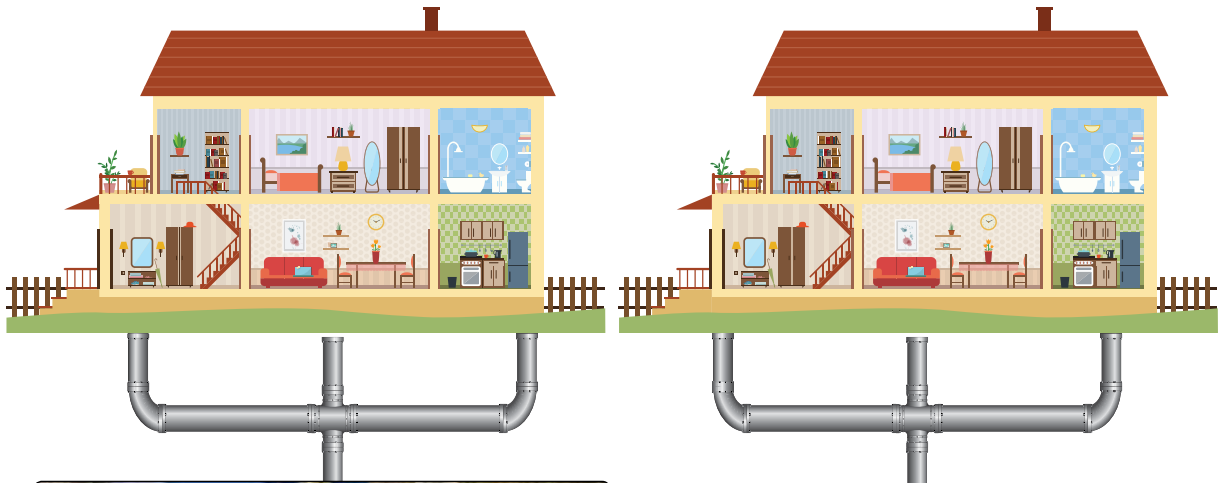


Foto 2.20 Air sisa mengalir ke loji kumbahan



Foto 2.21 Air sisa mengalir ke tangki septik

b. Air Sisa Kumbahan Industri

Industri perkilangan yang menghasilkan air sisa kumbahan dipanggil air sisa kumbahan industri. Air sisa kumbahan ini lebih berbahaya berbanding air sisa kumbahan domestik. Air sisa kumbahan industri dirawat di loji rawatan air kumbahan di premis industri tersebut bagi memastikan tahap pencemaran air sisa kumbahan industri berada di tahap yang sama dengan air sisa kumbahan domestik.



Foto 2.22 Air sisa kumbahan industri kimia

Industri merupakan pengguna air terbesar selepas kegunaan domestik dan antara kegunaannya termasuklah sebagai air penyejuk, air untuk pembersihan produk, air untuk proses kimia dan sebagainya. Air sisa kumbahan industri yang tidak dirawat akan memberikan kesan yang lebih berbahaya terhadap ekosistem alam sekitar.



Foto 2.23 Air sisa kumbahan industri perkilangan

2.2.3 Kesan Air Sisa Kumbahan

Setiap air sisa kumbahan sama ada domestik ataupun industri yang tidak dirawat amat berbahaya kepada kesihatan masyarakat dan persekitaran. Antara bahan pencemar yang terdapat di dalam air sisa kumbahan ialah:

- i. Sampah seperti kertas dan plastik
- ii. Pasir dan minyak
- iii. Bahan kimia daripada bahan pencuci
- iv. Bakteria yang berbahaya atau tidak berbahaya
- v. Najis



Fakta

Selain pembuangan air sisa kumbahan tanpa dirawat ke dalam sungai, terdapat beberapa aktiviti manusia yang boleh mencemarkan sungai.

Air sisa kumbahan yang disalir terus ke alam sekitar seperti sungai dan laut akan menyebabkan pencemaran di dalam sungai tersebut. Hal ini akan menyebabkan air sungai tidak boleh digunakan untuk melakukan rekreasi atau diminum oleh manusia. Selain itu, pencemaran air membahayakan hidupan akuatik seperti ikan dan tumbuhan di dalam air.

Selain daripada itu, sistem penternakan dan pertanian yang tidak terurus akan menyebabkan air sisa kumbahan mengalir ke dalam tanah bercampur dengan air bawah tanah. Hal ini akan menyebabkan air bawah tanah tidak dapat digunakan untuk kegunaan harian manusia.

Sumber air sisa kumbahan domestik daripada tandas dan dapur mengandungi bahan kimia yang berbahaya daripada bahan pencuci dan minyak selepas memasak sekiranya dibuang ke dalam sungai. Antara kesan bahan pencemar ialah:

a.

Pembuangan sampah merata-rata yang mengakibatkan penyakit berbahaya kepada manusia.



Foto 2.24 Sampah sarap

b.

Bahan kimia daripada bahan pencuci boleh menyebabkan pengurangan oksigen di dalam sungai dan mengganggu ekosistem akuatik.



Foto 2.25 Bahan pencuci



Foto 2.26 Buih daripada bahan pencuci

Bahan kimia seperti bahan pencuci boleh mencemarkan air. Senaraikan bahan kimia lain yang boleh menyebabkan air sisa kumbahan menjadi lebih berbahaya jika tidak dirawat.

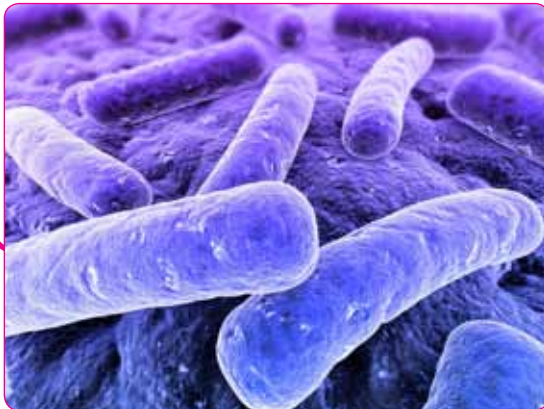


c.

Bakteria atau kuman berbahaya di dalam air sisa kumbahan akan menyebabkan haiwan dan manusia menanggung risiko penyakit berbahaya seperti demam kepialu (*typhoid*), taun (*cholera*), hepatitis dan lain-lain.



Cholera



E.coli



Typhoid

Foto 2.27 Bakteria yang terdapat di dalam air

Air sisa kumbahan yang dirawat hendaklah mengikut piawaian yang telah ditetapkan oleh Jabatan Alam Sekitar (JAS). Air sisa yang telah dirawat itu akan disalurkan ke sungai atau laut dan akan dirawat di loji rawatan air mentah sebelum digunakan.

Seerti yang telah diterangkan sebelum ini, air merupakan keperluan manusia yang paling penting dalam menjalankan kehidupan seharian.

Walau bagaimanapun, manusia sering terlupa akan air sisa yang terhasil daripada aktiviti-aktiviti harian mereka yang boleh memberi kesan sekiranya ekosistem alam sekitar tidak diuruskan dan dirawat dengan baik. Oleh itu, sistem pembetungan air sisa kumbahan adalah amat diperlukan bagi memastikan alam sekitar tidak tercemar dan penyakit berbahaya tidak menular kepada manusia.

Sistem pembetungan di dalam sesebuah negara bergantung kepada tahap kemajuan negara tersebut. Namun begitu, keberkesanan sesuatu sistem pembetungan juga bergantung kepada jumlah kos yang diperlukan oleh sistem tersebut. Sistem pembetungan bagi air sisa domestik dan air sisa industri ialah berbeza mengikut tahap kepekatan bahan cemar yang terdapat di dalam air sisa kumbahan tersebut. Berikut ialah sejarah perkembangan pembetungan air sisa kumbahan di Malaysia:



Tahun 1800-an sehingga awal tahun 1900-an

- Manusia membuang najis di merata tempat seperti di sungai atau di tanah dengan cara menggali dan menanam najis tersebut.
- Faktor ini menjadi punca jangkitan penyakit seperti taun dan malaria.



Awal tahun 1950-an sehingga tahun 1994

- Kewujudan tandas jenis pam dan semua najis akan dikumpulkan ke dalam satu tangki najis.
- Saliran pembetungan ke tangki septik dan loji rawatan air telah diperkenalkan di bandar-bandar besar seperti Kuala Lumpur dan Johor Bahru.



Tahun 1994 sehingga sekarang

- Kerajaan Malaysia menyerahkan tanggungjawab pengurusan air sisa kumbahan kepada Indah Water Konsortium (IWK) kecuali Kelantan, Sabah, Sarawak, Majlis Perbandaran Pasir Gudang dan Majlis Bandaraya Johor Bahru.
- IWK bertanggungjawab dalam mengendalikan paip bawah tanah, stesen pam, loji rawatan air sisa kumbahan dan juga urusan rawatan enap cemar yang terhasil selepas rawatan air sisa kumbahan.

Informasi

Pada abad ke-19, terdapat sistem pengumpulan najis yang dilakukan oleh individu tertentu yang ditugaskan untuk mengutip besen yang telah dipenuhi najis dan menggantikannya dengan besen yang kosong. Tugas ini sering dijalankan pada waktu petang dan najis yang telah dikutip akan dibawa ke satu tempat pembuangan.

Sumber: Indah Water Konsortium Sdn. Bhd.

Sistem Pembetulan Terkini di Malaysia

Terdapat dua jenis sistem pembetulan yang digunakan di kawasan bandar mahupun luar bandar di Malaysia iaitu sistem pembetulan bersambung terus ke loji rawatan kumbahan berdekatan dan sistem tangki septik individu.

a. Sistem Tangki Septik Individu

Air sisa kumbahan akan mengalir ke dalam sistem tangki septik individu yang lazimnya berada di luar kawasan premis sama ada di bahagian hadapan, belakang atau tepi premis. Tangki septik akan dikosongkan apabila penuh.

Air sisa kumbahan yang akan mengalir ke dalam sistem tangki septik individu ini tidak akan menjalani rawatan sepenuhnya, sebaliknya tangki itu perlu dikosongkan setiap dua tahun sekali bagi memastikan dapat berfungsi dengan baik.



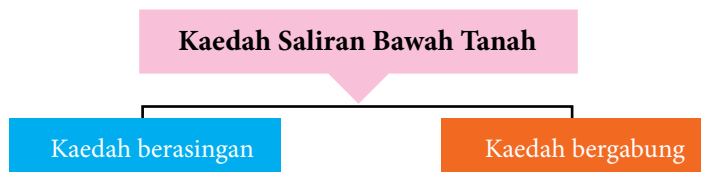
Foto 2.28 Aktiviti mengosongkan tangki septik individu

b. Sistem Pembetulan Bersambung ke Loji Rawatan Kumbahan

Sistem ini akan menyambungkan saluran paip pembetulan di kawasan perumahan ataupun kawasan industri ke loji rawatan kumbahan yang terletak berhampiran dengan kawasan premis. IWK akan sentiasa melakukan pemeriksaan di bahagian paip pembetulan bawah tanah bagi mengelakkan masalah pada saluran seperti tersumbat ataupun rosak. Walau bagaimanapun, sekiranya masalah didapati pada saluran paip pembetulan persendirian, pemilik premis hendaklah bertanggungjawab untuk memperbaiki kerosakan tersebut.

2.2.5 Kaedah Saliran Sistem Pembetulan Awam

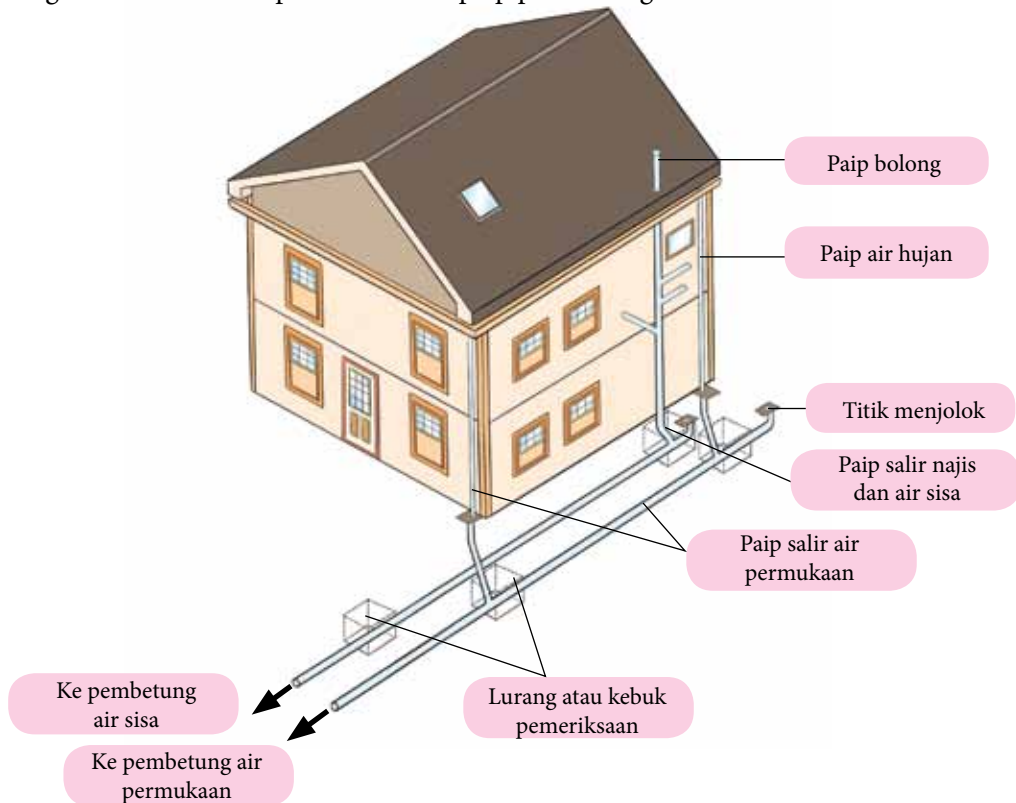
Sistem penyaliran yang sistematik bagi air sisa kumbahan dari sesebuah kawasan perumahan, pusat komersial, institusi/pendidikan ataupun kawasan industri penting bagi memastikan kesihatan dan kebersihan kawasan tersebut terjaga. Sekiranya saluran air tidak baik, air sisa ini akan terlepas ke alam sekitar dan akan mencemarkan kawasan setempat. Rajah 2.17 menunjukkan dua jenis kaedah saluran bawah tanah yang digunakan bagi mengalirkan air sisa kumbahan ke loji kumbahan berdekatan.



Rajah 2.17 Kaedah saluran bawah tanah

a. Kaedah Berasingan

Bagi kaedah berasingan, air sisa kumbahan daripada mangkuk tandas, singki, bilik mandi dan lain-lain disalurkan ke paip pembetungan. Manakala, air hujan atau air daripada permukaan bumbung dan kawasan turap disalurkan ke paip pembetungan air awam.



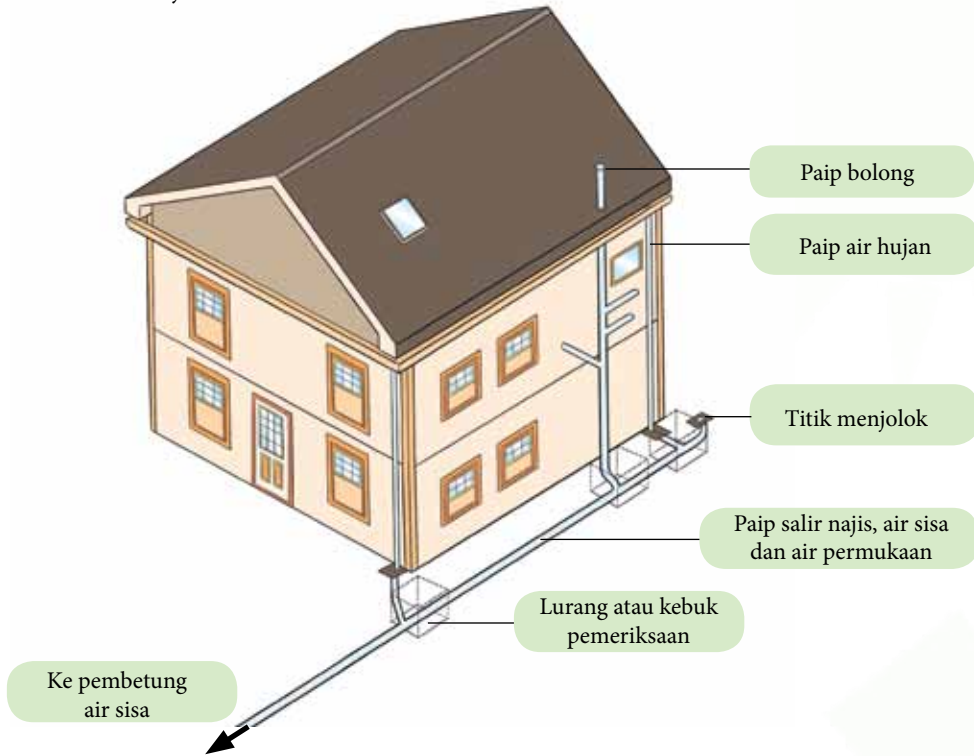
Rajah 2.18 Kaedah berasingan

Rajah 2.18 menunjukkan dua paip berasingan yang mengalirkan air sisa kumbahan dan air permukaan ke sistem pembetungan masing-masing. Air sisa kumbahan akan dibawa ke loji rawatan kumbahan. Manakala, air permukaan yang disalurkan melalui paip salir air permukaan akan disalurkan terus ke sungai atau laut yang berhampiran. Air tersebut tidak perlu dirawat kerana tidak mengandungi sebarang bahan pencemar. Berikut ialah beberapa kelebihan dan kelemahan bagi kaedah berasingan.

Kaedah Berasingan	
Kelebihan	Kelemahan
<ul style="list-style-type: none"> • Kuantiti air sisa kumbahan yang lebih rendah kerana air hujan tidak termasuk di dalam air sisa kumbahan. Hal ini mengurangkan pengaliran air sisa ke loji rawatan kumbahan. • Dapat meminimumkan risiko pencemaran alam sekitar dengan mengembalikan air hujan yang tidak tercemar terus kepada alam sekitar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Melibatkan kos yang tinggi untuk membina dan menyenggarakan sistem ini. • Kerja pembinaan dan pemasangan paip yang banyak memandangkan terdapat dua jenis paip salir yang berasingan.

b. Kaedah Bergabung

Kaedah bergabung merujuk kepada pengaliran air sisa kumbahan seperti najis, air basuhan daripada singki dan tandas yang akan bercampur dengan air permukaan seperti air hujan dan mengalir masuk ke dalam sistem pembetungan air sisa kumbahan bersama-sama, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.19.



Rajah 2.19 Kaedah bergabung

Kaedah Bergabung	
Kelebihan	Kelemahan
<ul style="list-style-type: none"> • Sistem ini menjimatkan kos kerana penggunaan satu jenis paip salir sahaja. • Memudahkan kerja pemasangan kerana semua paip bangunan disambungkan kepada satu paip salir sahaja dan mengurangkan risiko tersalah sambung. 	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan paip salir yang berdiameter besar diperlukan kerana kuantiti campuran air sisa kumbahan dan air permukaan yang lebih besar. • Air sisa kumbahan tidak dapat dirawat dengan baik di loji kumbahan air sisa disebabkan oleh jumlah pengaliran yang terlalu tinggi.



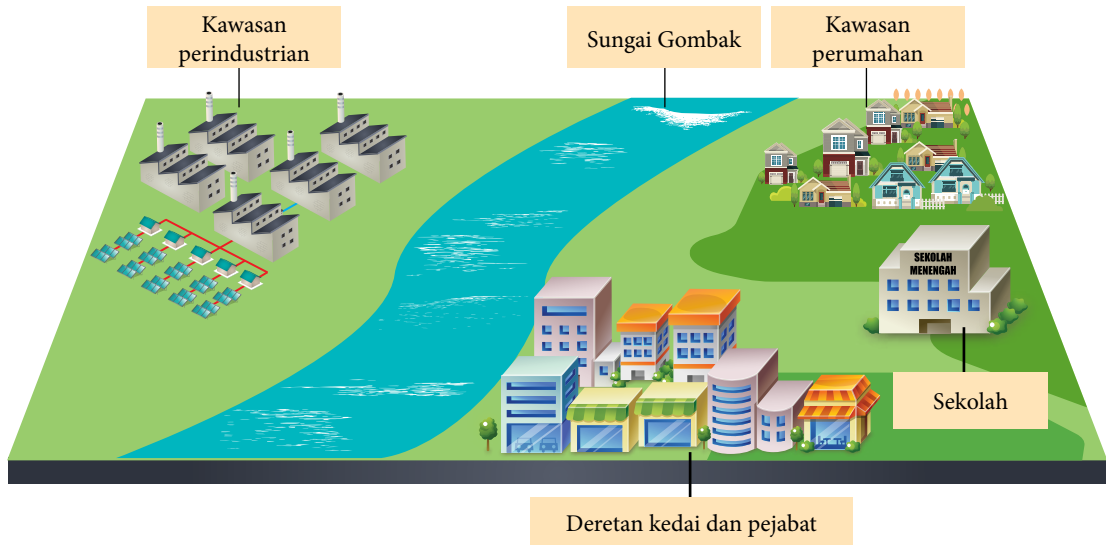
Fakta

Sistem pembetungan yang paling banyak digunakan di Malaysia ialah tangki septik individu dan dianggarkan lebih kurang 1.2 juta premis mempunyai tangki septik individu.

Sumber: Indah Water Konsortium Sdn. Bhd.

Latihan 2.2

1. Sungai Gombak terletak di kawasan bandar seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 2.20** di bawah dan menerima aliran air sisa kumbahan yang tidak dirawat daripada kawasan berhampiran.
 - a. Nyatakan dan terangkan jenis-jenis air sisa kumbahan yang diterima oleh sungai tersebut.



Rajah 2.20

- b. Berdasarkan situasi di atas, nyatakan kesan-kesan yang akan diterima oleh penduduk tempatan.
 - c. Cadangkan cara penyelesaian yang sesuai bagi mengatasi masalah yang dialami oleh penduduk tersebut.
2. Air sisa kumbahan mengandungi bahan pencemar yang boleh membahayakan kesihatan manusia serta mencemarkan alam sekitar. Nyatakan dan jelaskan kandungan yang terdapat di dalam air sisa kumbahan dan kesannya terhadap manusia dan alam sekitar.
 3. Indah Water Konsortium Sdn. Bhd. (IWK) merupakan syarikat yang bertanggungjawab dalam pengurusan berkaitan air sisa kumbahan dan sistem pemetungan. Dengan bantuan gambar rajah, terangkan dua jenis sistem pemetungan yang diuruskan oleh IWK.
 4. Terdapat dua jenis kaedah saluran sistem pemetungan awam di Malaysia, iaitu kaedah berasingan dan kaedah gabungan. Nyatakan perbezaan kedua-dua sistem ini.
 5. Pada tahun 1800-an, manusia tidak mempunyai sistem pemetungan bagi menguruskan air sisa kumbahan. Nyatakan cara pengurusan air sisa kumbahan yang terdapat pada tahun tersebut dan revolusinya sehingga sekarang.
 6. Penyakit berbahaya sering dikaitkan dengan pengurusan air sisa kumbahan yang tidak sistematik. Nyatakan situasi-situasi yang membawa kepada masalah ini serta penyelesaian yang perlu diambil oleh individu, masyarakat dan negara.



2.3

Rawatan Air Sisa Kumbahan



2.3.1

Jenis Rawatan Air Sisa Kumbahan

Kini pelbagai proses loji rawatan air sisa kumbahan yang digunakan. Umumnya, rawatan air sisa kumbahan akan bermula dengan penyaringan, pembuangan kersik, penguraian bahan cemar dalam loji rawatan air sisa kumbahan dan berakhir di tapak pengeringan. Terdapat beberapa jenis sistem yang boleh digunakan untuk merawat air sisa kumbahan tersebut seperti:



a. Tangki Septik

Tangki septik merupakan sistem rawatan air sisa kumbahan yang paling banyak digunakan di Malaysia bagi rawatan air sisa kumbahan domestik. Sistem ini biasanya disediakan untuk bangunan yang tidak mempunyai akses ataupun terletak jauh daripada loji rawatan kumbahan. Sistem ini memerlukan tangki sama ada jenis konkrit atau jenis *polythene* yang diletakkan di bawah paras bumi untuk menyimpan air sisa kumbahan.



Foto 2.29 Tangki jenis konkrit



Foto 2.30 Tangki jenis *polythene*



Foto 2.31 Tangki jenis besi

Setiap perumahan menggunakan tangki septik untuk mengumpulkan air sisa kumbahan sebelum dirawat. Bincangkan tangki septik yang digunakan di rumah anda?

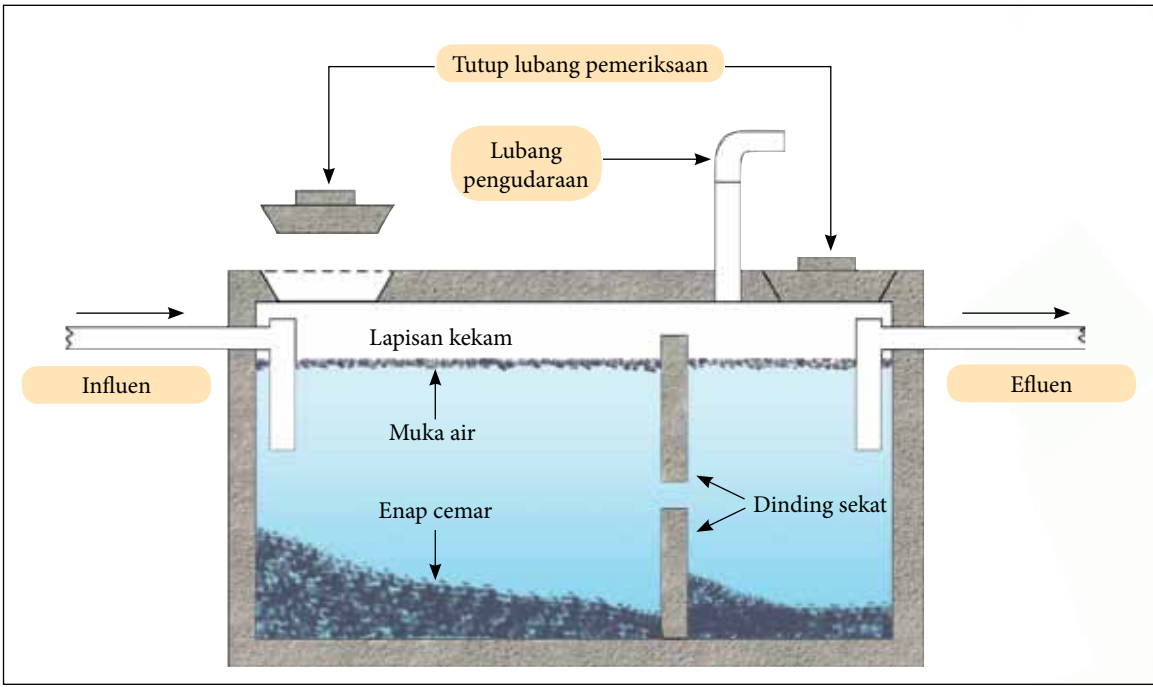
Informasi

Kawasan perumahan yang melebihi 40 unit akan menggunakan tangki septik jenis konkrit. Bagi kawasan perumahan yang kurang daripada 40 unit menggunakan tangki jenis *polythene*.

Proses di dalam tangki septik ialah:

- ◆ Pepejal tercemar akan mendap dan membentuk enap cemar manakala gris dan minyak akan terapung di permukaan dan membentuk lapisan kekam.
- ◆ Pepejal terampai yang tidak mendap di bahagian pertama akan disalurkan ke bahagian kedua bagi proses pemendapan. Kemudian air hasil rawatan akan dialirkan keluar menggunakan dua kaedah sistem limpahan, iaitu kaedah peresapan ke dalam tanah dan kaedah pelepasan terus ke longkang.

Sistem limpahan perlu disenggara dengan baik bagi memastikan tiada limpahan air sisa kumbahan yang belum dirawat. Rajah 2.21 menunjukkan contoh keratan tangki septik yang mempunyai dua bahagian.



Rajah 2.21 Keratan rentas di dalam tangki septik

Informasi

Kedalaman tangki septik ialah antara satu hingga dua meter dan nisbah panjang lebar ialah antara 2:1 sehingga 3:1. Manakala isi padu sesebuah tangki bergantung kepada bilangan ahli kediaman premis ataupun rumah yang menggunakan tangki tersebut.

Sumber: Malaysian Standard

b. Kolam Penstabil Sisa

Rawatan ini memerlukan kolam yang direka khas untuk merawat air sisa kumbahan domestik yang dikenali sebagai kolam pengoksidaan. Sistem ini memerlukan kawasan yang luas bagi menampung jumlah isi padu air sisa kumbahan yang tinggi dan permukaan yang lebar bagi memudahkan oksigen larut di dalam air.

Kebiasaannya, kolam ini digunakan di kawasan luar bandar dan taman-taman perumahan kerana tahap cemar air sisa kumbahan tidak terlalu berbahaya. Kolam ini tidak sesuai dibina di kawasan bandar kerana kos tanah yang tinggi.

Terdapat tiga proses rawatan yang bergantung kepada aras kedalaman kolam tersebut, iaitu:

Proses aerob

Proses ini berlaku pada kedalaman 0.5 m hingga 1 m daripada permukaan kolam. Bakteria aerob akan menguraikan bahan organik dengan kehadiran oksigen terlarut. Proses ini tidak mengeluarkan bau yang busuk berbanding proses anaerob.

Proses fakultatif

Proses ini ialah campuran aerob dan anaerob dan berlaku pada kedalaman 1 m hingga 2 m selepas lapisan proses anaerob. Bakteria daripada proses aerob dan anaerob wujud bagi menguraikan bahan organik. Walau bagaimanapun, proses ini tidak begitu ketara dan tidak berbau busuk.

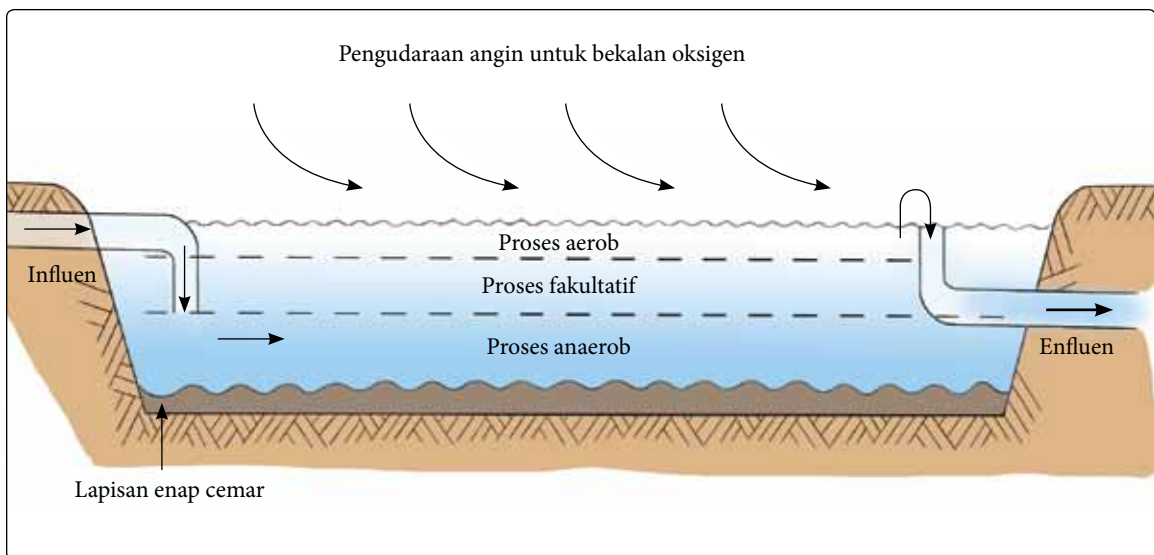
Proses anaerob

Proses ini berlaku pada kedalaman 2 m hingga 4 m selepas lapisan proses fakultatif dan berlaku di dasar kolam. Dalam proses ini, bakteria yang tidak memerlukan oksigen akan hidup dan berfungsi dalam penguraian bahan organik.



Fakta

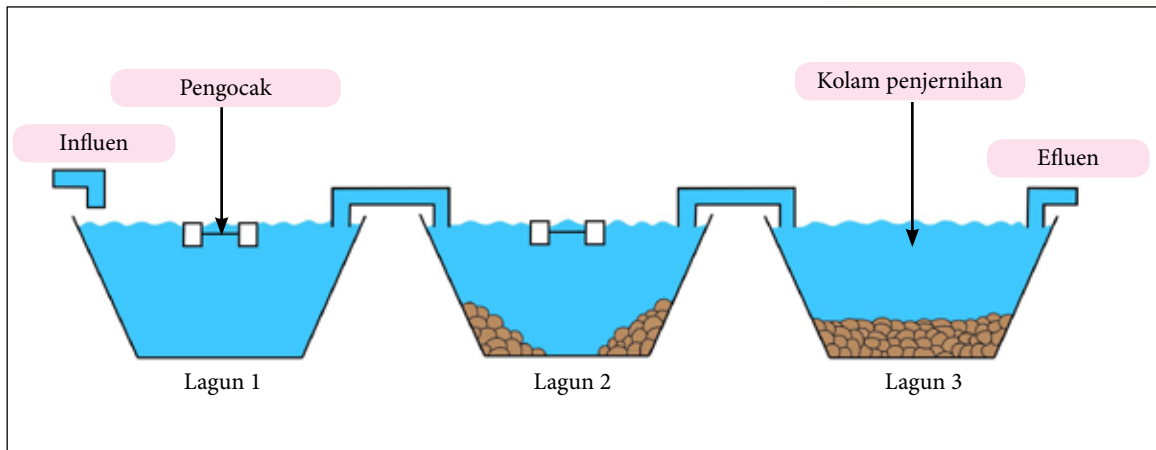
Bakteria aerob ialah bakteria yang hidup dan dapat berfungsi dalam keadaan beroksigen.



Rajah 2.22 Pengudaraan kolam penstabil sisa

c. Lagun Berudara

Lagun berudara ialah sistem rawatan air sisa kumbahan yang paling mudah dikendalikan dan disenggara. Jenis rawatan air ini memerlukan kawasan yang lebih kecil dan lebih dalam berbanding kolam penstabil sisa dan terdiri daripada dua atau tiga lagun yang mempunyai fungsi yang berbeza seperti Rajah 2.23.



Rajah 2.23 Lagun berudara

Berikut merupakan aturan sistem lagun berudara berfungsi:

1

Lagun yang pertama mempunyai permukaan udara yang besar. Lagun ini berfungsi untuk mengocok air kumbahan yang masuk bagi mengekalkan kandungan oksigen di dalam kumbahan serta mengelakkan pepejal daripada mendap ke bawah. Bakteria akan menggunakan oksigen untuk menguraikan bahan organik di dalam kumbahan dan proses ini dikenali sebagai proses aerob.

2

Kemudian, air sisa kumbahan akan dialirkan ke lagun kedua. Bahan organik akan mendap dan membentuk enap cemar. Proses ini mengambil masa selama sehari bagi memastikan semua bahan organik dan mendapan akan mendap seterusnya menghasilkan air yang jernih.

3

Di lagun yang ketiga, proses mendapan akan berlaku sekali lagi bagi mengurangkan tahap cemar air. Sekiranya tahap cemar air telah mencapai tahap yang dibenarkan, air akan disalurkan ke sistem saliran berhampiran.



Aktiviti

Murid dikehendaki mengadakan lawatan ke salah satu loji rawatan air sisa kumbahan. Kemudian sediakan laporan lawatan tersebut dan bentangkan di hadapan kelas.

d. Enap Cemar Teraktif

Enap cemar teraktif merupakan kaedah rawatan air sisa kumbahan secara biologi dengan melibatkan mikroorganisma dalam menyingkirkan bahan pencemar organik. Sistem ini menggunakan tangki rawatan enap cemar teraktif, tangki penjernihan dan tapak pelupusan.

Seperti lagun berudara, udara dan oksigen dibekalkan ke dalam tangki rawatan dengan menggunakan pengocak pada permukaan tangki. Oksigen juga dibekalkan dengan menggunakan peresap udara pada bahagian bawah tangki. Oksigen yang dibekalkan di dalam tangki akan membantu mikroorganisma untuk hidup dan membantu menguraikan bahan organik.

Enap cemar yang terhasil daripada sistem ini akan digunakan semula kerana mengandungi mikroorganisma yang banyak. Oleh itu, mikroskop akan digunakan bagi mengenal pasti jenis mikroorganisma yang boleh meningkatkan tahap kecekapannya dalam penyingkiran bahan organik.

Selepas proses penguraian oleh mikroorganisma, air sisa kumbahan akan melalui tangki penjernihan bahan organik yang telah terurai akan mendap di dasar tangki dan menghasilkan enap cemar yang baru. Foto di bawah menunjukkan aliran air sisa kumbahan dan enap cemar dalam sistem ini sebelum disalurkan ke sistem pengairan.



Foto 2.32 Kolam enap cemar

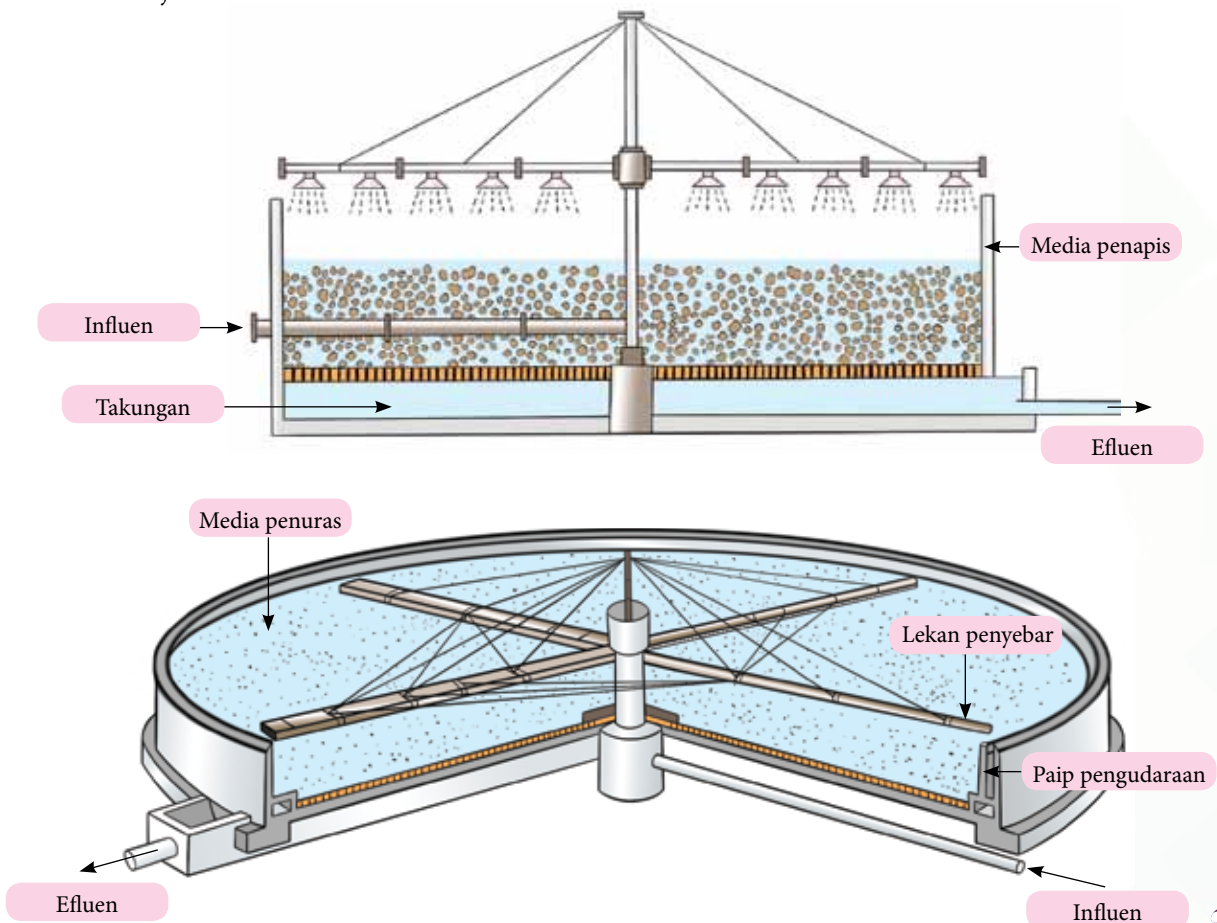
e. Turas Cucur

Proses turas cucur ialah proses rawatan dengan cara menyebarkan air sisa kumbahan ke dalam suatu media yang terdiri daripada batu pecah, kerikil, bahan seramik dan lain-lain.

Proses-proses yang berlaku dalam rawatan turas cucur adalah seperti berikut:

1. Mikroorganisma akan membentuk lapisan biofilm seperti lendir di atas permukaan medium.
2. Lapisan biofilm tersebut akan bersentuhan dengan air sisa kumbahan dan mikroorganisma yang terkumpul pada permukaan media tersebut akan menguraikan bahan organik yang ada di dalam air sisa.
3. Zon basah dan kering secara bergantian akan membekalkan oksigen ke dalam air sisa kumbahan dan seterusnya kepada mikroorganisma yang terdapat pada permukaan media tersebut.

Air sisa yang melalui turas cucur akan keluar melalui paip di bawah tangki dan mengalir ke arah tangki pemendapan. Bahan organik yang terurai akan mendap dan membentuk enap cemar sebelum membenarkan air yang telah dirawat keluar ke sistem pengairan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.24.



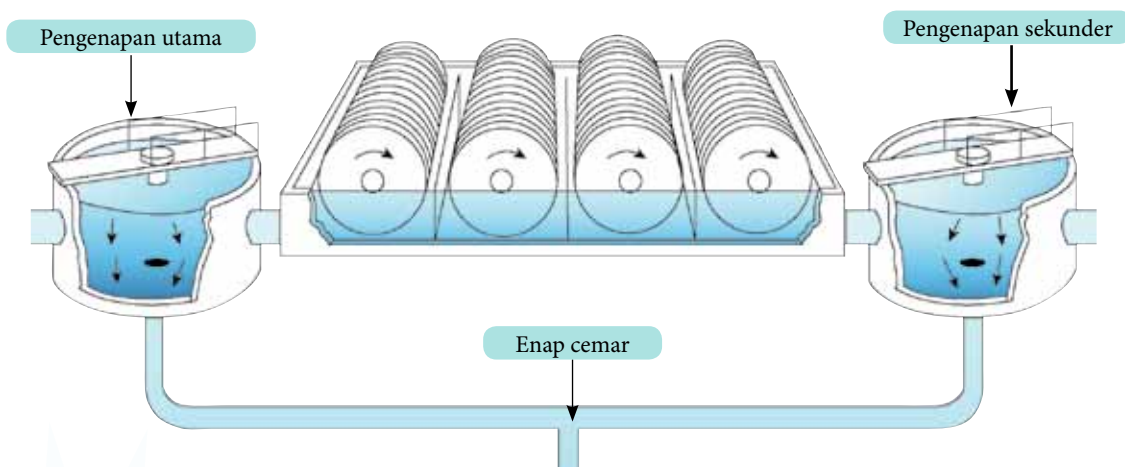
Rajah 2.24 Proses turas cucur



Foto 2.33 Turas Cucur

f. Penyentuh Biologi Berputar (Rotary Biological Contractor, RBC)

Penyentuh biologi berputar merupakan salah satu teknologi rawatan air sisa kumbahan yang mengandungi sistem pembiakan mikroorganisma melekat. Cakera berputar ini menyokong pertumbuhan bakteria dan mikroorganisma di dalam kumbahan, yang mana akan memecahkan dan menstabilkan bahan cemar organik. Mikroorganisma memerlukan oksigen dan makanan untuk hidup serta pertumbuhan. Oksigen diperoleh daripada atmosfera apabila cakera-cakera berputar. Dengan pertumbuhan mikroorganisma, ia akan tumbuh di atas media sehingga ia ditanggalkan semasa proses putaran oleh cakera-cakera berputar di dalam kumbahan. Rajah di bawah menunjukkan aliran air sisa kumbahan di dalam sistem ini.



Rajah 2.25 Proses rawatan air sisa kumbahan menggunakan penyentuh biologi berputar

Informasi

Penyentuh biologi berputar (RBC) mula digunakan di Jerman pada tahun 1960. RBC merupakan sistem rawatan yang kuat dan dapat bertahan dengan pertambahan mendadak dalam muatan organik. Di Malaysia, terdapat lebih daripada 40 buah loji rawatan air sisa kumbahan menggunakan sistem ini.

Sumber: Indah Water Konsortium Sdn. Bhd.

Proses rawatan air sisa kumbahan menggunakan penyentuh biologi berputar:

- 1 Sistem ini mengandungi beberapa unit berbentuk cakera bulat bersiri yang diperbuat daripada bahan plastik.
- 2 Unit ini dipasang pada tangki konkrit. Separuh bahagian akan tenggelam di dalam air sisa kumbahan.
- 3 Unit bersiri ini akan berputar dengan perlahan dan membenarkan pertumbuhan mikroorganisma di dalam kumbahan dengan kehadiran oksigen apabila putaran bersilih ganti dengan air sisa kumbahan dan atmosfera.
- 4 Mikroorganisma ini akan digunakan untuk menguraikan dan menstabilkan bahan cemar organik yang terdapat di dalam air sisa kumbahan tersebut.

2.3.2

Kaedah Rawatan Air Sisa Kumbahan Berdasarkan Persekitaran

Beberapa perkara perlu dikenal pasti bagi menentukan kaedah rawatan air sisa kumbahan yang sesuai. Antaranya ialah sifat-sifat air sisa kumbahan, fizikal dan kimia serta kadar aliran air sisa kumbahan tersebut.

Sifat Fizikal Air Sisa Kumbahan

Suhu

Dalam proses penganapan, suhu memainkan peranan penting dalam mempengaruhi tahap enapan bahan pencemar. Hal ini disebabkan suhu yang tinggi akan meningkatkan tahap kelikatan air sisa kumbahan. Proses enapan berlaku lebih lambat jika kelikatan tinggi berbanding air sisa kumbahan yang mempunyai tahap kelikatan yang rendah.

Pepejal terlarut

Kandungan pepejal terlarut menjadi penentu kepada kuantiti pepejal yang akan dibawa ke dalam proses sekunder yang dikenali sebagai proses biologi.

Pepejal terampai

Pada penghujung proses rawatan air sisa kumbahan, pepejal terampai akan membentuk enap cemar. Pepejal terampai ialah bahan-bahan yang tidak larut di dalam air dan perlu disingkirkan secara mendapan. Oleh itu, kandungan pepejal terampai penting dalam aspek reka bentuk tangki mendapan kerana menjadi penentu kepada keperluan kawalan enap cemar teraktif.

Sifat Kimia Air Sisa Kumbahan

pH

Dalam proses anaerobik, gas metana (CH_4), karbon dioksida (CO_2) serta hidrogen sulfida (H_2S) dihasilkan. Gas-gas ini memberikan nilai berasid kepada kumbahan. Kebanyakan loji rawatan kumbahan memerlukan pH kumbahan yang berada pada paras hampir kepada neutral, iaitu 7.

Nitrogen

Nitrogen merupakan sumber nutrien kepada pengoksidaan kumbahan. Nitrogen boleh mengalami proses nitrifikasi iaitu pertukaran atau pengoksidaan ammonia kepada nitrit atau nitrat. Sekiranya kumbahan telah teroksida, kandungan nitratnya tinggi. Sebaliknya, jika kandungan nitrat rendah, maka pengoksidaan tidak berlaku lagi.

Keperluan Oksigen Kimia (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) juga menyukat tahap pengoksidaan atau penguraian bahan organik dan mengukur kuantiti oksigen yang diperlukan oleh agen pengoksidaan untuk semua bahan organik menjadi karbon dioksida, air dan ammonia. Sebagai tambahan, ujian COD boleh menunjukkan kandungan bahan organik yang susah reput secara biologi jika digunakan bersama-sama data *Biological Oxygen Demand* (BOD).

Oksigen Terlarut (DO)

Tahap kandungan oksigen di dalam air sisa kumbahan menunjukkan tahap pencemaran yang terdapat di dalam air sisa kumbahan tersebut. Jika kandungan oksigen tinggi, maka tahap pencemaran rendah. Walau bagaimanapun, suhu yang tinggi akan menyebabkan tahap oksigen menjadi rendah kerana menggalakkan penggunaan oksigen melalui aktiviti metabolik spesies akuatik aerob.

Informasi

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kadar aliran air sisa kumbahan, iaitu:

- Air yang dibekalkan
- Penduduk setempat
- Jenis kaedah saliran sistem pembetungan
- Jenis air sisa kumbahan

Sumber: Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara

Meneroka Penggunaan Aplikasi Teknologi Hijau Terhadap Sisa Enap Cemar daripada Rawatan Air Sisa Kumbahan di Malaysia

Sisa enap cemar yang terhasil daripada rawatan air sisa kumbahan mengandungi 94 hingga 96 peratus air dengan jumlah pepejal yang terdiri daripada bahan organik, bahan tidak organik dan bahan pencemar yang lain. Sisa enap cemar akan semakin meningkat setiap tahun sejajar dengan kemajuan dan peningkatan populasi di negara kita. Langkah penyelesaian yang wajar dan berkesan perlu diambil bagi mengelakkan pencemaran kepada alam sekitar.

Rawatan sisa enap cemar dengan menggunakan aplikasi teknologi hijau akan menghasilkan sisa biopepejal, biogas dan bioefluen yang boleh digunakan untuk kebaikan manusia dan penambah baik untuk alam semula jadi. Rawatan ini dapat mengurangkan pencemaran alam sekitar disebabkan masalah peningkatan sisa enap cemar.

Tujuan rawatan enap cemar adalah untuk menstabilkan bahan organik, mengurangkan isi padu enap cemar dengan mengeluarkan air, menyingkirkan bakteria patogen dan menghasilkan sesuatu yang bermanfaat daripada enap cemar seperti biogas dan biopepejal. Manakala efluen daripada rawatan air sisa kumbahan dikenali sebagai bioefluen.

a. Sisa Biopepejal

Proses penyahairan dapat menghasilkan produk sampingan, iaitu enap cemar kering yang dikenali sebagai biopepejal. Proses ini boleh digunakan sebagai baja atau pembaik tanah untuk aplikasi pertanian dan sebagai bahan pembinaan seperti agregat, jubin dan blok untuk aplikasi kejuruteraan kimia.

Proses penyahairan akan menyebabkan air disingkirkan daripada enap cemar bagi menghasilkan enap cemar yang kering. Kaedah yang biasa digunakan ialah:

1

Pengeringan udara, iaitu enap cemar akan diletakkan di atas pengering dan pengalir dengan kecondongan 1 nisbah 200 bagi membolehkan pengaliran air daripada enap cemar tersebut. Kaedah ini tidak memerlukan kos yang tinggi dan kurang pengawasan.

2

Penuras tekanan iaitu enap cemar ditekan melalui cakera penuras yang diperbuat daripada kain dan hasil air turasan dialirkan semula ke loji air sisa kumbahan. Kaedah ini menghasilkan enap cemar dengan kandungan pepejal yang tinggi pada kos modal, operasi dan penggunaan tenaga yang rendah.

3

Penuras vakum menyingkirkan antara 70 hingga 85 peratus air. Walaupun proses tidak memerlukan pekerja mahir dan sistem penyenggaraan yang mudah, kaedah ini memerlukan penggunaan tenaga yang tinggi dan peralatan jentera serta pengawasan yang berterusan.

4

Pengemparan menggunakan konsep pengeringan seperti mesin basuh merujuk kepada dram yang direndam di dalam enap cemar antara 20 hingga 40 peratus kedalaman dan berputar pada kelajuan 300 rpm. Kaedah ini mempunyai kelebihan seperti peralatan yang murah dan mudah dipasang tetapi menghasilkan air sisa yang banyak dengan pepejal terapai.

b. Biogas

Biogas ialah gas yang terhasil daripada proses rawatan enap cemar. Contohnya gas metana yang juga dikenali sebagai gas rumah hijau.

Proses penstabilan enap cemar melibatkan proses pertukaran bahan pepejal organik kepada bahan yang lebih lengai melalui proses pencernaan atau pengoksidaan kimia. Proses ini menghasilkan biogas yang boleh mencemarkan alam sekitar.

Rawatan pencernaan anaerob akan menghasilkan gas metana atau biogas yang digunakan bagi menjana tenaga elektrik untuk menyalakan lampu di sekitar kawasan loji dan dijadikan bahan bakar industri.

Rawatan ini boleh mengolah kuantiti enap cemar yang besar dan berlaku di dalam tangki pencernaan anaerobik. Enap cemar yang telah stabil boleh melalui proses penyahairan bagi menghasilkan biopepejal. Foto 2.34 menunjukkan tangki biogas.



Foto 2.34 Tangki biogas

c. Sisa Bioefluen

Bioefluen merupakan air terawat hasil daripada proses rawatan air sisa kumbahan di loji rawatan. Bioefluen mempunyai pelbagai kegunaan bagi menggantikan sumber air bersih yang semakin berkurangan untuk pencucian, landskap dan pembinaan. Kebanyakan air sisa kumbahan yang telah dirawat akan disalurkan kembali ke sistem pengairan sebagai sumber air mentah.

Informasi

Penggunaan 580 juta liter air kumbahan terawat ataupun bioefluen sebagai air bukan minuman oleh Indah Water Konsortium Sdn. Bhd. mampu mengurangkan 70 peratus penggunaan bekalan air bersih di Malaysia.

Sumber: Berita Harian Online

Antara penggunaan bioefluen yang boleh dipraktikkan di Malaysia adalah seperti:



Foto 2.35 Bioefluen dalam pertanian



Foto 2.36 Bioefluen di sekitar bandar



Foto 2.37 Bioefluen dalam industri

Foto 2.35 menunjukkan penggunaan bioefluen dalam pertanian. Kos bioefluen rendah dan mempunyai kandungan nutrien yang tinggi. Pertambahan jumlah air sisa kumbahan yang semakin meningkat menyebabkan bioefluen juga akan bertambah.

Foto 2.36 menunjukkan penggunaan bioefluen dalam perindustrian seperti membasuh kenderaan berat, penggunaan untuk pam tandas, pengairan kawasan taman dan kegunaan memadamkan api.

Foto 2.37 menunjukkan penggunaan bioefluen untuk tujuan penyejukan, penghasilan stim dan juga untuk tujuan pembinaan seperti bancuhan konkrit dan pembersihan tapak pembinaan.

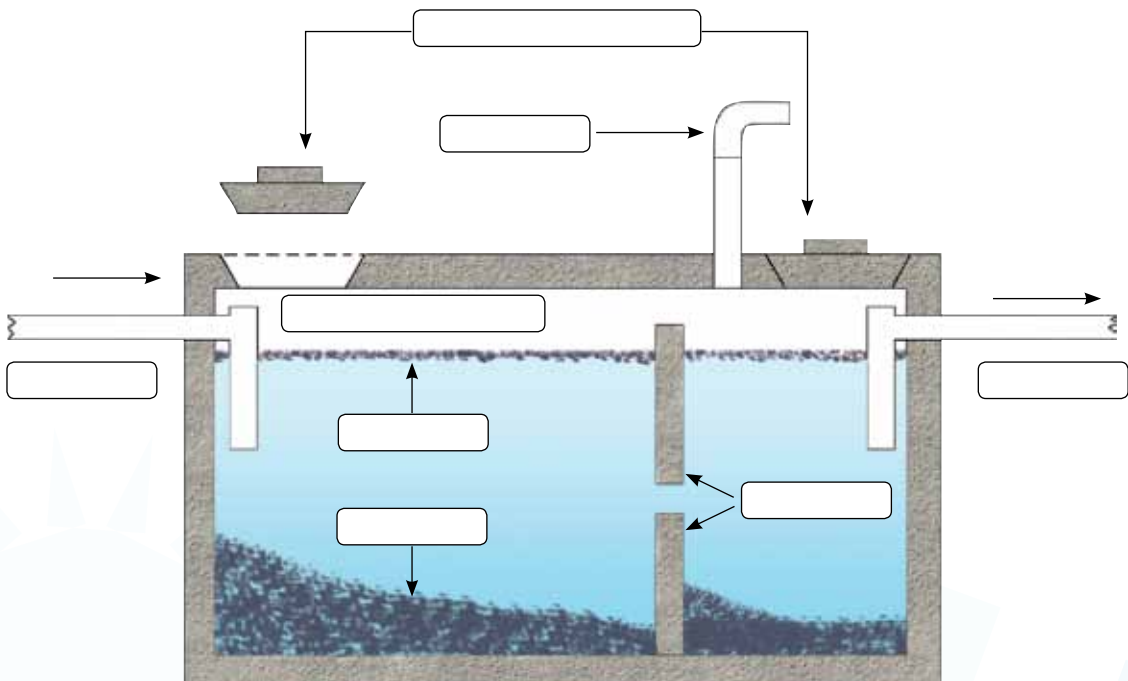
Latihan 2.3

1. Terdapat beberapa jenis sistem rawatan air sisa kumbahan yang digunakan di Malaysia sebelum dilepaskan ke dalam sistem pengairan seperti sungai dan tasik. Nyatakan empat jenis rawatan air sisa kumbahan yang biasa digunakan di Malaysia.

2. Enap cemar teraktif ialah kaedah rawatan air sisa kumbahan secara biologi dengan melibatkan mikroorganisma dalam menyingkirkan bahan pencemar organik daripada air sisa kumbahan. Nyatakan proses yang terlibat dalam sistem rawatan tersebut.

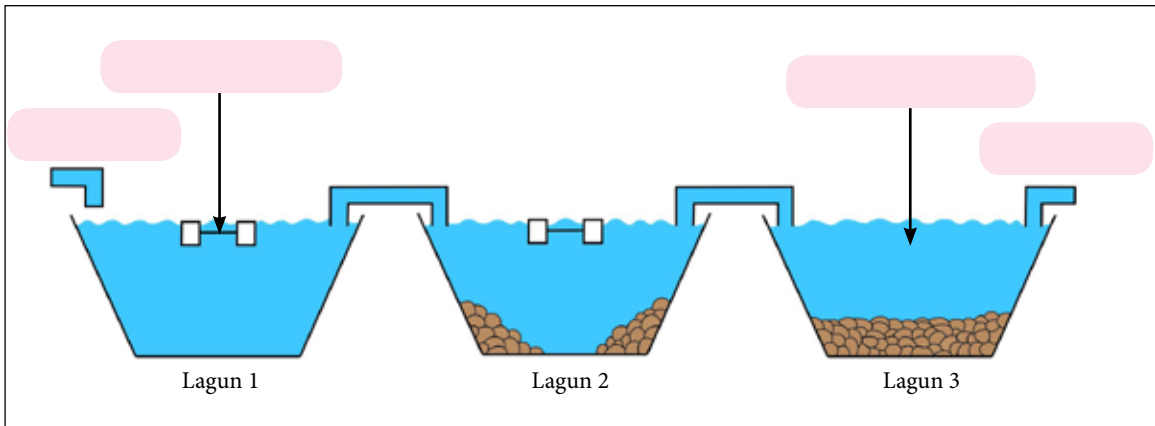
3. Turas cucur dan penyentuh biologi berputar menggunakan mikroorganisma yang tumbuh di atas permukaan medium dan membentuk lapisan biologis. Nyatakan perbezaan yang terdapat dalam kedua-dua sistem tersebut. 🍄

4. Labelkan nama-nama keratan di dalam tangki septik berikut:




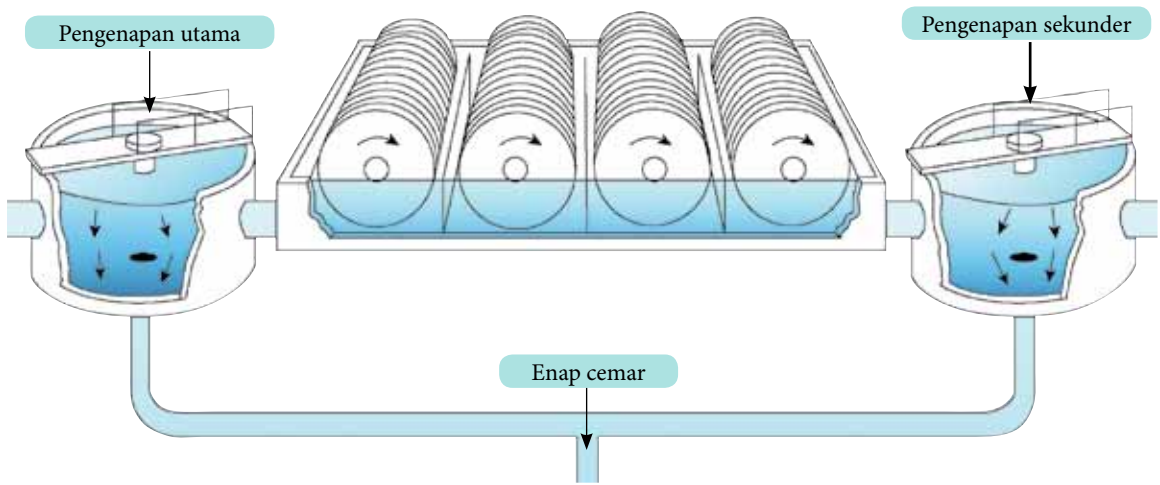
- Sifat-sifat kimia air sisa kumbahan merupakan faktor yang penting dalam pemilihan kaedah rawatan air sisa kumbahan. Nyatakan dan jelaskan sifat-sifat tersebut.
- Proses penyahairan ialah proses di mana air akan disingkirkan daripada enap cemar bagi menghasilkan enap cemar yang kering. Nyatakan empat kaedah yang boleh digunakan bagi mencapai tujuan tersebut.


- Labelkan rajah lagun berudara yang berikut:



- Bioefluen merupakan hasil air terawat dari loji air sisa kumbahan dan sebahagian besarnya akan dilepaskan ke dalam air permukaan seperti sungai dan tasik. Bincangkan masalah-masalah yang akan dihadapi sekiranya air sisa kumbahan tidak dirawat dengan baik sebelum dilepaskan ke dalam air permukaan.

9. Terangkan proses yang berlaku dalam penyentuh biologi berputar yang berikut: 

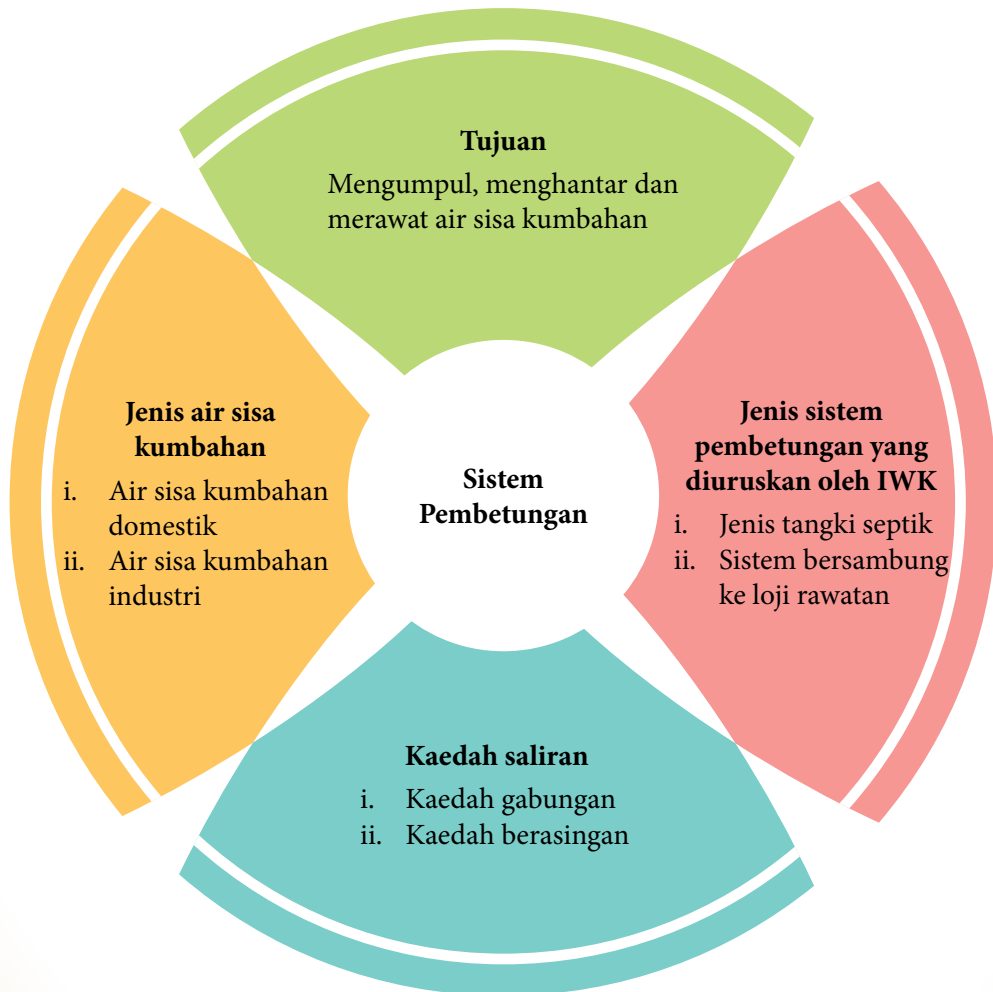


10. Sistem rawatan air sisa kumbahan memerlukan mikroorganisma atau bakteria bagi menguraikan bahan organik yang terdapat dalam air sisa kumbahan tersebut. Nyatakan dua jenis mikroorganisma atau bakteria di dalam air sisa kumbahan dan keadaan yang sesuai bagi kedua-duanya untuk merawat air sisa kumbahan dengan baik. 

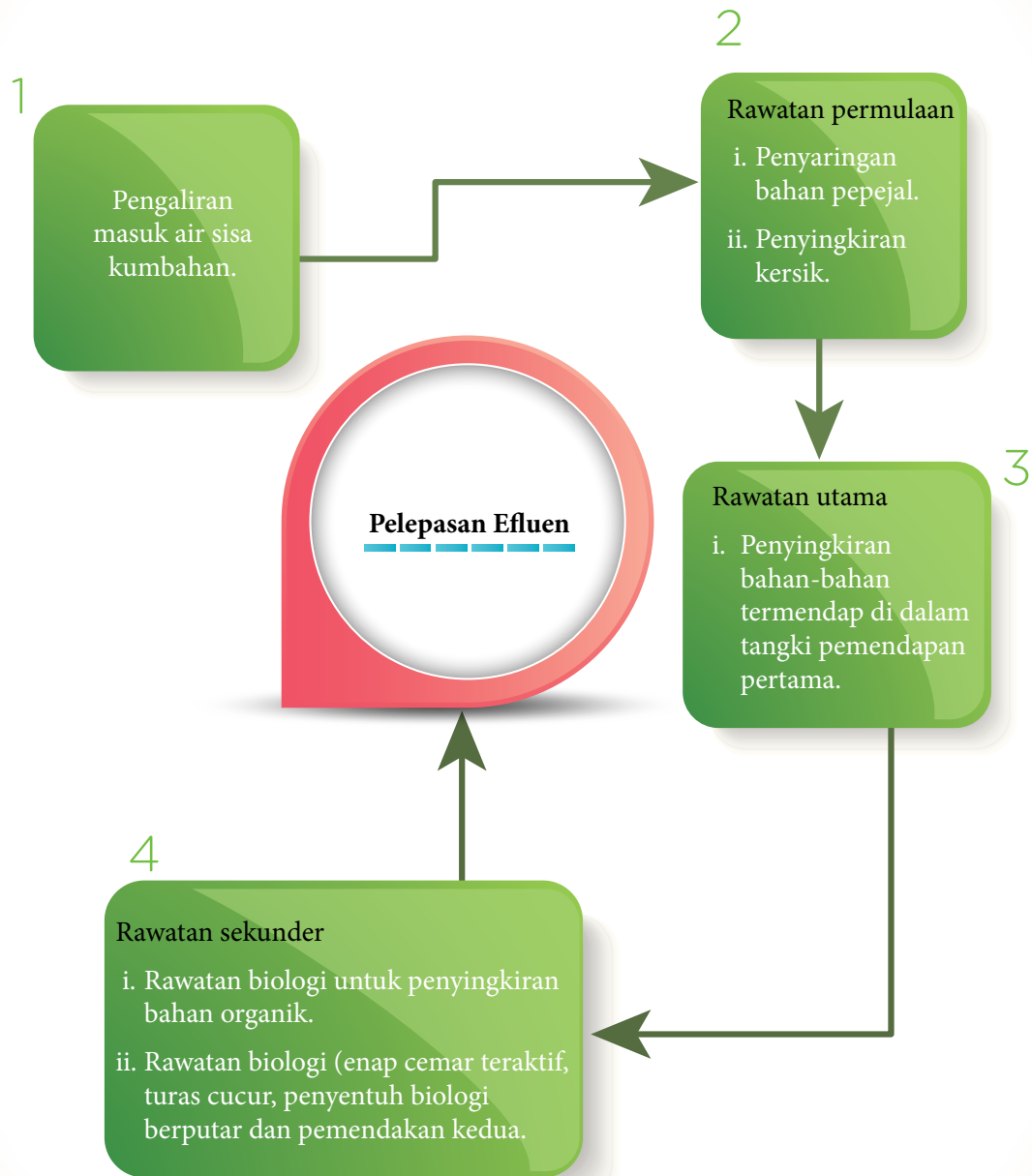


RUMUSAN

1. Air perlu dirawat untuk memastikan bekalan yang diagihkan tidak memudaratkan kesihatan pengguna.
2. Aktiviti-aktiviti yang tidak sihat seperti pembuangan sampah atau bahan kimia di merata-rata tempat perlu dielakkan supaya kebersihan alam sekitar dapat dipelihara.




Susunan Kaedah Rawatan Air Sisa Kumbahan di Loji Rawatan

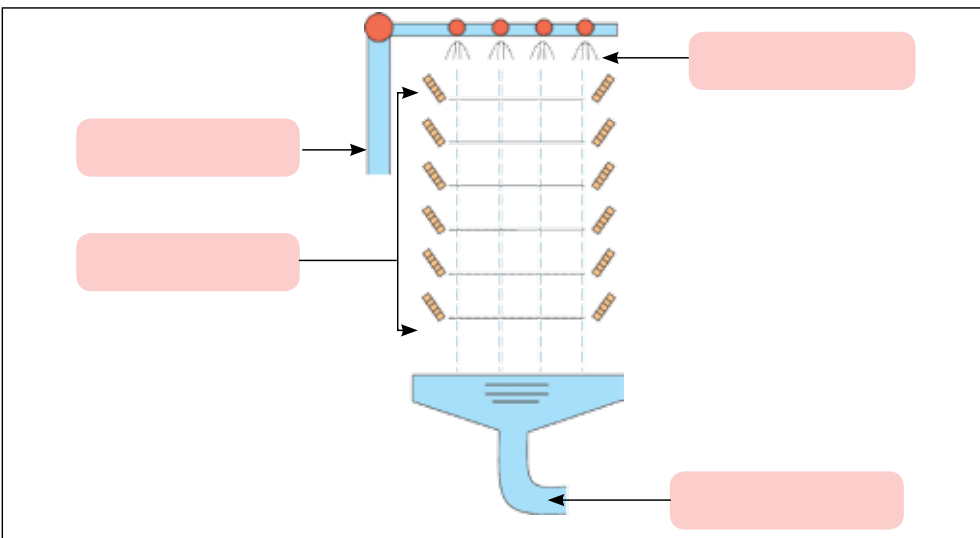




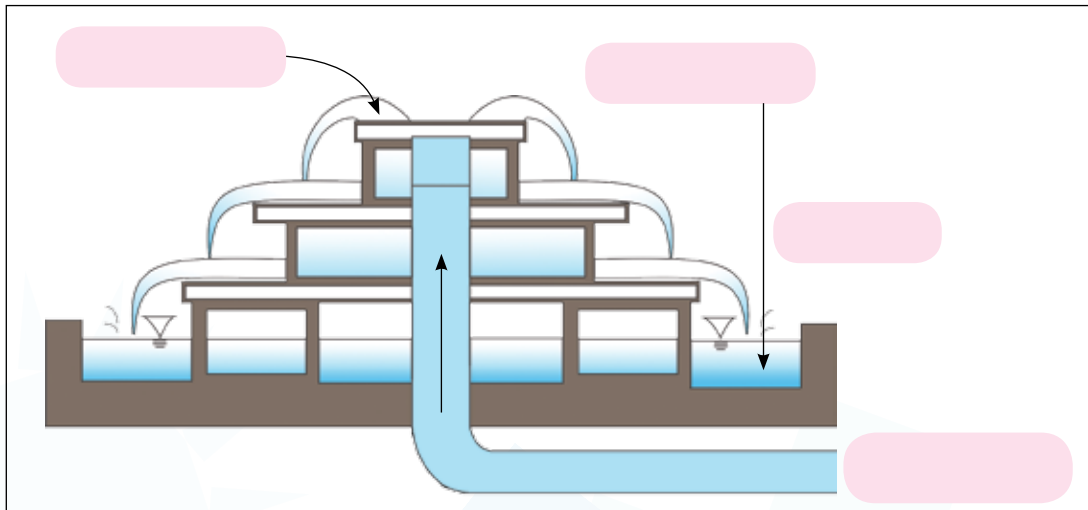
LATIHAN PENGUKUHAN

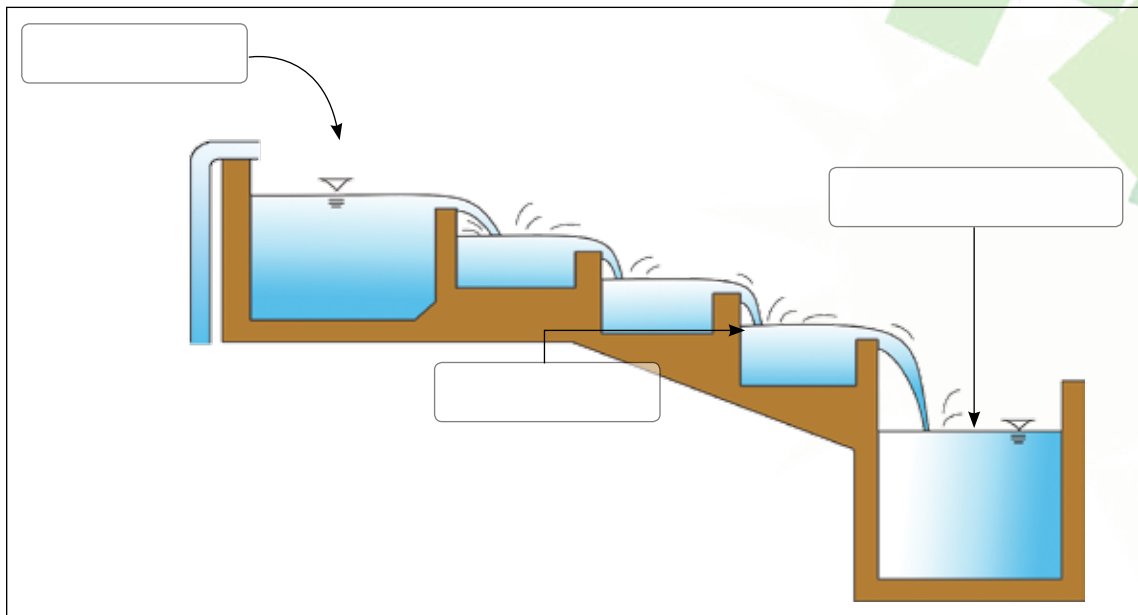
1. Air merupakan keperluan manusia yang penting dalam menjalankan kehidupan seharian. Senaraikan keperluan air bagi penggunaan industri dan komersial serta nyatakan contoh bagi penggunaan tersebut.
2. Pencemaran sumber air mentah seperti air permukaan dan air bawah tanah menyebabkan proses rawatan air memerlukan lebih perhatian berbanding rawatan air bagi sumber air mentah yang tidak tercemar. Nyatakan pencemaran yang sering dilakukan oleh manusia terhadap sumber air mentah dan bincangkan cara penyelesaian yang perlu diambil oleh kerajaan bagi mengurangkan pencemaran tersebut. 
3. Rawatan permulaan iaitu proses penyaringan merupakan proses yang penting bagi memastikan alatan yang terdapat di dalam loji rawatan air seperti pam dan paip tidak tersumbat atau rosak. Terangkan kegunaan dua jenis penyaring yang terdapat di dalam loji rawatan air.
4. Klorin sering digunakan dalam proses pembasmian kuman bagi menghapuskan kuman atau mikroorganisma yang terdapat di dalam air yang telah menjalani proses penapisan. Nyatakan kelebihan penggunaan klorin berbanding bahan lain serta keburukannya sekiranya digunakan dalam kuantiti yang tidak berlebihan.
5. Sistem penapis air boleh digunakan bagi merawat air hujan untuk kegunaan harian seperti membasuh kereta, mencuci rumah atau menyiram pokok. Senaraikan bahan-bahan yang boleh digunakan bagi tujuan penapisan air berserta fungsinya.
6. Proses flokulasi melibatkan proses pembauran lembut zarah yang mula bergabung untuk membentuk bahan tidak mendap kepada bahan mendap. Huraikan aktiviti yang berlaku dalam proses flokulasi dan senaraikan bahan kimia yang digunakan bagi merangsang proses tersebut.
7. Air sisa kumbahan industri ialah air sisa kumbahan yang dihasilkan daripada kawasan industri dan lebih berbahaya berbanding air sisa domestik. Nyatakan perbezaan isi kandungan air sisa kumbahan dari kawasan industri dan kawasan domestik.
8. Kaedah saliran sistem pembetulan terbahagi kepada dua iaitu kaedah berasingan dan kaedah gabungan. Nyatakan perbezaan antara kaedah berasingan dengan kaedah gabungan dari segi kelebihan dan kekurangan masing-masing.
9. Kaedah rawatan air sisa kumbahan di loji rawatan akan melalui beberapa susunan sebelum dilepaskan ke dalam air permukaan. Terangkan secara ringkas susunan rawatan air sisa kumbahan yang berlaku di dalam loji rawatan.
10. Pengurusan air sisa kumbahan telah dipertanggungjawabkan kepada IWK Sdn. Bhd. Walau bagaimanapun, masyarakat kurang prihatin terhadap kepentingan rawatan air sisa kumbahan terhadap alam sekitar dan manusia. Nyatakan kesan-kesan yang akan dihadapi oleh negara sekiranya air sisa kumbahan tidak dirawat dengan baik.

- 11. Sistem ini memerlukan pembiakan mikroorganisma yang tumbuh di atas media yang bergerak untuk menguraikan bahan pencemar organik untuk merawat air sisa kumbahan. Nyatakan kelebihan dan kekurangan sistem ini berbanding dengan sistem yang lain.
- 12. Sumber air mentah perlu dirawat terlebih dahulu sebelum digunakan oleh manusia. Terdapat beberapa sumber air mentah yang terdapat di negara kita. Nyatakan dan huraikan sumber-sumber tersebut.
- 13. Rawatan air amat penting bagi tujuan minuman dan lain-lain keperluan. Ia melibatkan beberapa proses tertentu mengikut susunan yang telah ditetapkan. Nyatakan keperluan rawatan air bagi kawasan bandar dan senaraikan proses rawatan air mengikut susunan yang tepat. 🧠
- 14. Lengkapkan label rajah dalam proses pengudaraan yang berikut:



- 15. Lengkapkan label rajah yang berikut:





16. Air bawah tanah ialah air hujan yang diserap oleh tanah ke dasar bumi. Kebanyakan air bawah tanah sangat bersih kerana telah disaring dan ditapis oleh lapisan tanah. Walau bagaimanapun, terdapat beberapa faktor yang boleh mengakibatkan air bawah tanah tercemar. Nyatakan dan bincangkan faktor-faktor tersebut.
17. Proses pengudaraan adalah bertujuan untuk menambahkan jumlah oksigen di dalam air. Terdapat empat jenis pengudaraan yang biasa digunakan. Nyatakan dan lakarkan jenis-jenis tersebut serta proses bagi penambahan oksigen masing-masing.
18. Pembasmian kuman merupakan salah satu proses penting dalam rawatan air mentah. Salah satu bahan yang sering digunakan di Malaysia ialah klorin. Nyatakan kelebihan dan kekurangan penggunaan klorin dalam proses pembasmian kuman. 🧠
19. Nyatakan definisi proses anaerob secara terperinci.
20. Terangkan secara terperinci perkembangan sistem pemetungan di Malaysia. Nyatakan sistem pemetungan terkini yang digunakan di Malaysia.



RAWATAN SISA PEPEJAL

Standard Kandungan

- Pengurusan sisa pepejal
- Amalan 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*)







3.1

Pengurusan Sisa Pepejal



Pengenalan

Sisa pepejal ialah pepejal buangan yang terhasil daripada aktiviti manusia dan haiwan. Sisa pepejal ini perlu dilupuskan dan boleh menyebabkan pencemaran kepada manusia dan alam sekitar. Pada zaman dahulu, pelupusan sisa pepejal tidak memberikan kesan yang buruk kerana populasi yang kecil dan mempunyai banyak kawasan yang sesuai untuk pelupusan sisa pepejal tersebut.

Walau bagaimanapun, peningkatan populasi manusia telah menyebabkan peningkatan penghasilan sisa pepejal pada masa ini. Dengan keluasan kawasan pelupusan sisa pepejal yang terhad, sistem pengurusan sisa pepejal yang berkesan sangat diperlukan bagi menyelesaikan masalah kesihatan dan kebersihan manusia dan alam sekitar. Tanpa sistem pengurusan yang baik, seperti yang ditunjukkan dalam Foto 3.1, pencemaran akan berleluasa dan penyakit berjangkit akan mudah merebak kepada manusia.

Selain daripada peningkatan populasi yang bertambah setiap tahun, terdapat beberapa faktor lain yang mempengaruhi penghasilan jumlah sisa pepejal di sesebuah negara, iaitu:

- Cara hidup dan budaya
- Taraf sosioekonomi
- Musim
- Kemajuan negara

- Menyatakan definisi sisa pepejal mengikut Akta 672.
- Mengkategorikan sisa pepejal terkawal mengikut Akta 672.
- Menerangkan pengurusan sisa pepejal, iaitu:
 - Pengurangan
 - Guna semula
 - Kitar semula
 - Rawatan perantaraan
 - Pelupusan
- Menjustifikasikan keutamaan hierarki pengurusan sisa pepejal bagi menjamin kehidupan yang berkualiti, bersih, sihat dan selamat di Malaysia.
- Menerangkan konsep pembangunan lestari.
- Menghuraikan elemen pengurusan sisa pepejal.
- Membuat justifikasi tentang keperluan pengurusan sisa pepejal.
- Menerangkan teknologi dalam rawatan sisa pepejal dalam kehidupan.



Foto 3.1 Pengurusan sisa pepejal yang kurang baik

3.1.1 Definisi Sisa Pepejal

Sisa pepejal secara amnya dikenali sebagai bahan yang tidak diperlukan lagi oleh manusia dan perlu dilupuskan. Sisa pepejal juga dikenali sebagai sampah sarap dan bahan buangan oleh masyarakat masa ini. Mengikut Undang-undang Malaysia Akta 672 (Akta Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam 2007), sisa pepejal boleh diterjemahkan sebagai:

- a. Apa-apa bahan sekerap atau benda lebihan lain yang tidak dikehendaki atau keluaran yang ditolak yang timbul daripada penggunaan apa-apa proses.
- b. Apa-apa benda yang dikehendaki dilupuskan kerana sudah pecah, lusuh, tercemar atau selainnya rosak.
- c. Apa-apa bahan lain yang mengikut akta ini atau mana-mana undang-undang bertulis lain dikehendaki oleh pihak berkuasa supaya dilupuskan, tetapi tidaklah termasuk buangan terjadual sebagaimana yang diperihalkan di bawah Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974 (Akta 127), kumbahan sebagaimana yang ditakrifkan dalam Akta Industri Perkhidmatan Air 2006 (Akta 655) atau sisa radioaktif sebagaimana yang ditakrifkan dalam Akta Pelesenan Tenaga Atom 1984 (Akta 304).

Informasi

Anggaran penghasilan sisa pepejal yang dipengaruhi oleh peningkatan jumlah penduduk Malaysia

Tahun	Jumlah Penduduk	Anggaran penghasilan sisa pepejal setiap tahun [tan]
1991	17 567 000	4 488 369
1994	18 917 738	5 048 804
2015	31 773 889	7 772 402
2020	35 949 239	9 092 611

Sumber: Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan

Informasi

Mengikut statistik, rakyat Malaysia telah menghasilkan 37 000 tan sisa pepejal setiap hari dan kerajaan memerlukan RM2.2 bilion untuk menguruskan sisa pepejal tersebut setiap tahun. Oleh itu, usaha kitar semula sisa pepejal amat penting dalam mengurangkan penghasilan sisa pepejal dan sekali gus mengurangkan kos pengurusan sisa pepejal pada masa akan datang.

Sumber: Sinar Harian (12 Julai 2017)

Sisa pepejal terkawal boleh dikategorikan kepada beberapa bahagian mengikut Akta 672 (2007), iaitu sisa pepejal isi rumah, sisa pepejal awam, sisa pepejal import, sisa pepejal khas, sisa pepejal institusi, sisa pepejal komersial, sisa pepejal pembinaan dan sisa pepejal perindustrian.

a. Sisa Pepejal Isi Rumah

Sisa pepejal isi rumah ertinya apa-apa sisa pepejal yang dihasilkan oleh sesuatu isi rumah dan daripada jenis yang biasanya dihasilkan atau dikeluarkan oleh mana-mana premis apabila dihuni sebagai rumah kediaman termasuklah sisa taman.

Sisa pepejal isi rumah dihasilkan di rumah masing-masing seperti sisa makanan, kertas, kadbod, plastik, tekstil, kaca, bahan logam seperti aluminium dan sebagainya.



Foto 3.2 Sisa pepejal isi rumah

b. Sisa Pepejal Awam

Sisa pepejal awam sebagai sisa pepejal yang dihasilkan oleh tempat awam, di bawah penyeliaan atau kawalan mana-mana pihak berkuasa tempatan.

Sisa pepejal awam ialah mana-mana sisa pepejal yang terdapat di jalan-jalan di bawah senggaraan oleh Pihak Berkuasa Tempatan (PBT) serta sisa landskap dari taman permainan, pantai dan kawasan rekreasi yang lain, contohnya daun-daun kering dan ranting pokok.



Foto 3.3 Sisa pepejal awam

c. Sisa Pepejal Import

Akta 672 (2007) pula mentakrifkan sisa pepejal import sebagai apa-apa sisa pepejal yang dihasilkan di negara lain dan diimport ke Malaysia untuk diproses atau dilupuskan.

Kebanyakan sisa pepejal import seperti kertas, kadbod, tin, kaca dan lain-lain bahan dihasilkan di luar negara dan diimport ke Malaysia untuk digunakan dalam industri pembuatan sebagai bahan mentah.



Tin aluminium

Surat khabar lama

Botol kaca

Foto 3.4 Sisa pepejal import

d. Sisa Pepejal Khas

Sisa pepejal khas terbahagi kepada dua bahagian:

- i. Sisa pepejal yang berbahaya atau boleh membahayakan kesihatan awam.
- ii. Sisa pepejal yang sukar untuk diolah, disimpan atau dilupuskan sehingga peruntukan khas dikehendaki bagi menguruskannya.

Contoh sisa pepejal khas ialah tayar terpakai dan bahagian kenderaan yang dibuang daripada premis perindustrian dan bengkel kenderaan. Tayar terpakai sukar dilupuskan dan biasanya digunakan semula sebagai pasu dan pagar hiasan.



Foto 3.5 Sisa pepejal khas

e. Sisa Pepejal Institusi

Sisa pepejal keinstitutionian ialah apa-apa sisa pepejal yang dihasilkan daripada beberapa premis atau tempat kemudahan, iaitu:

- i. Premis yang diluluskan di bawah mana-mana undang-undang bertulis atau oleh Pihak Berkuasa Negeri untuk digunakan keseluruhan atau sebahagian besarnya bagi maksud sembahyang atau bagi khairat.
- ii. Premis yang dihuni oleh mana-mana Jabatan Kerajaan Persekutuan atau Negeri, mana-mana pihak berkuasa tempatan atau mana-mana badan berkanun.
- iii. Premis pendidikan.
- iv. Kemudahan jagaan kesihatan termasuklah hospital, klinik dan pusat kesihatan.
- v. Premis yang digunakan sebagai zoo awam, muzium awam, perpustakaan awam dan rumah anak yatim.

Semua jenis sisa yang dihasilkan daripada aktiviti harian institusi yang disebutkan di atas seperti botol ubat-ubatan, buku-buku terpakai, perabot yang rosak dan lain-lain yang memerlukan cara pelupusan yang berasingan.



Foto 3.6 Sisa pepejal institusi

f. Sisa Pepejal Komersial

Sisa pepejal komersial merupakan apa-apa sisa pepejal yang dihasilkan daripada apa-apa aktiviti komersial.

Antara sisa pepejal komersial yang dihasilkan dari pusat komersial ialah kertas, kadbod plastik, kayu, sisa makanan, kaca, logam dan apa-apa jenis sisa daripada aktiviti yang dijalankan di stor, restoran, pasar raya, rumah tumpangan, kedai percetakan, stesen-stesen perkhidmatan dan sebagainya.



Sisa makanan

Kertas terpakai

Kayu terpakai

Foto 3.7 Sisa pepejal komersial

g. Sisa Pepejal Pembinaan

Sisa pepejal pembinaan ialah apa-apa sisa pepejal yang dihasilkan daripada apa-apa aktiviti pembinaan atau perobohan, termasuk kerja pemajuan, penyediaan, pembaikan atau pengubahan.

Sisa pepejal pembinaan dihasilkan dari kawasan pembinaan baru, kerja-kerja pengubahsuaian atau perobohan bangunan dan sebagainya seperti kayu, papan lapis, konkrit, besi, gentian kaca dan sisa-sisa lain.

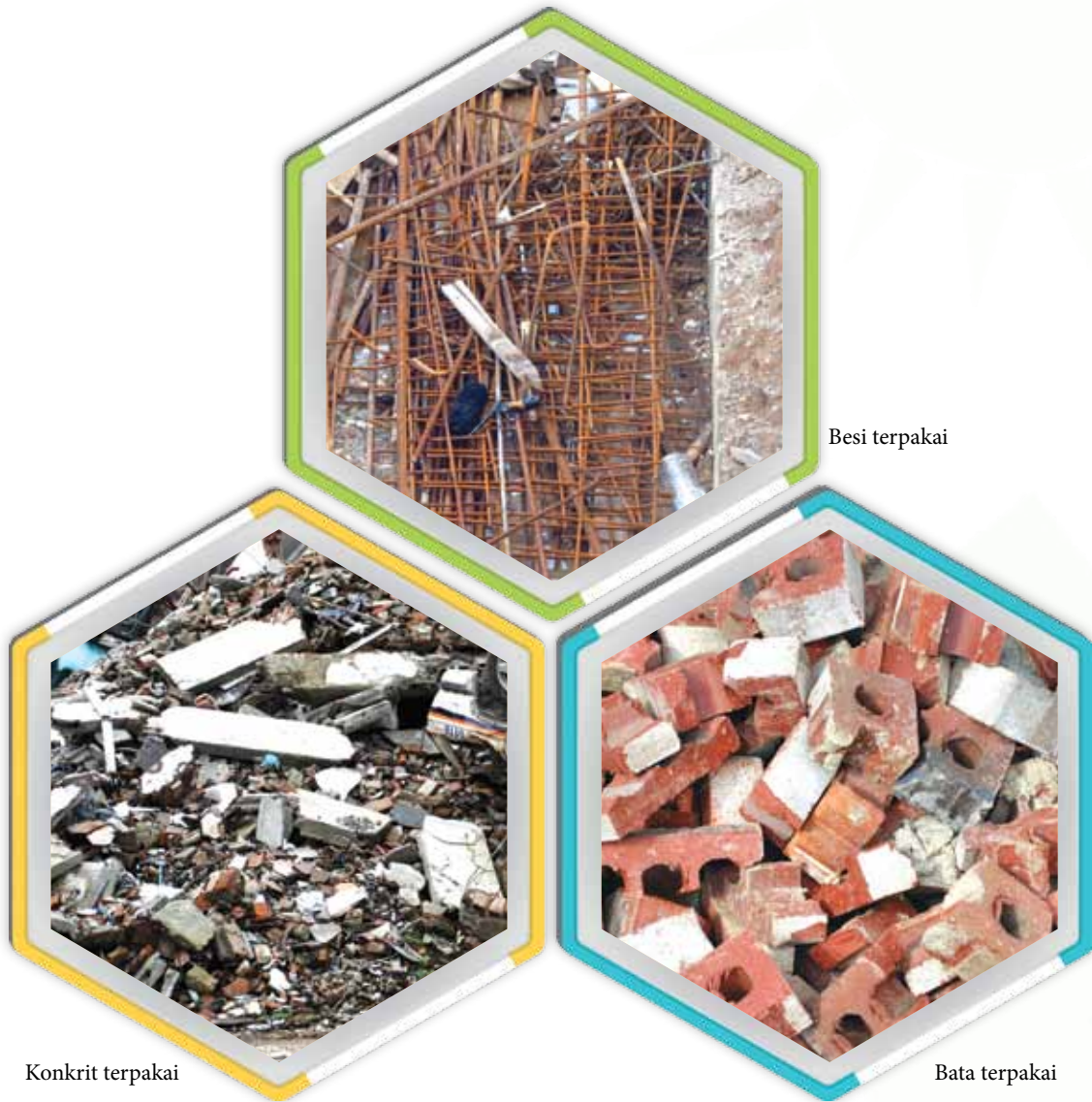


Foto 3.8 Sisa pepejal pembinaan

h. Sisa Pepejal Perindustrian

Sisa pepejal perindustrian bermaksud sisa pepejal yang dihasilkan daripada apa-apa aktiviti perindustrian.

Sisa pepejal perindustrian ialah sisa yang terhasil daripada proses pengilangan tidak termasuk sisa pepejal khas, contohnya sisa pepejal daripada industri fabrik, industri pembuatan makanan, industri ringan, industri berat dan lain-lain.



Foto 3.9 Sisa pepejal perindustrian



Fakta

Pengurusan sisa pepejal telah diwastakan dan dikendalikan oleh tiga konsortium yang dilantik, iaitu:

- Alam Flora Sdn. Bhd. (AFSB) yang beroperasi di Wilayah Tengah/Timur.
- Environment Idaman Sdn. Bhd. yang beroperasi di Wilayah Utara.
- Southern Waste Management (SWM) Environment yang beroperasi di Wilayah Selatan.

Sumber: Laman web Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal Negara

Peningkatan jumlah sisa pepejal yang terhasil sepanjang tahun memerlukan pengurusan yang sistematik dan berkesan bagi memastikan kebersihan kawasan persekitaran dan kesihatan masyarakat terjaga. Sistem pengurusan sisa pepejal menjadi keutamaan bagi setiap negara yang sedang membangun seperti Malaysia.

Pengurusan sisa pepejal boleh dibahagikan kepada lima bahagian iaitu pengurangan, guna semula, kitar semula, rawatan perantaraan dan pelupusan.

a. Pengurangan

Pengurangan sisa pepejal ialah kaedah paling awal dan terbaik kerana penjanaan sisa pepejal dapat dikurangkan secara langsung. *Environmental Protectional Agency* (EPA) menyatakan pengurangan sisa pepejal sebagai mengurangkan pembuatan bahan bagi mengurangkan kuantiti sebelum pengguna membeli atau menggunakannya.

Pengurangan ini termasuklah meminimumkan penggunaan bahan-bahan dalam setiap proses pembuatan atau penggunaan sesuatu produk. Proses ini dapat mengurangkan penghasilan sisa pepejal dalam pemprosesan produk tersebut. Pengurangan sisa pepejal termasuklah memilih bahan dengan bijak dan bahan yang perlu digunakan sahaja bagi mengurangkan jumlah sisa pepejal yang dihasilkan.

Pengurangan ini boleh mencegah dan mengurangkan jumlah sisa pepejal yang dijana dengan penggunaan sumber yang berkesan dan bijak. Terdapat beberapa kaedah yang boleh digunakan bagi mengurangkan penghasilan sisa pepejal, iaitu:

1

Memanjangkan jangka hayat sesuatu barang untuk mengurangkan sisa pepejal. Contohnya tayar.



Foto 3.10 Menggunakan tayar terpakai untuk sesuatu projek

2

Membaiki barang rusak bagi mengelakkan pembelian barang baharu.



Foto 3.11 Membaiki mesin basuh untuk digunakan semula

Mereka bentuk produk yang dapat diisi semula atau digunakan semula seperti menggunakan botol mineral yang sama untuk mengisi air mineral tanpa perlu membeli botol air mineral yang baharu.

3



Foto 3.12 Mengisi air menggunakan botol yang telah digunakan

4

Menggalakkan pengguna mengelakkan penggunaan produk pakai buang yang sukar dilupuskan seperti lampin bayi.



Foto 3.13 Lampin pakai buang

b. Guna Semula

Guna semula ialah menggunakan bahan atau produk secara berulang-ulang, contohnya penggunaan bekas makanan atau bekas plastik yang sesuai ketika membeli dan membungkus makanan di kedai atau restoran bagi mengurangkan penggunaan beg plastik untuk membungkus makanan seperti Foto 3.14.



Foto 3.14 Bekas makanan

Selain itu, penggunaan semula kotak-kotak bagi tujuan simpanan barang-barang atau buku-buku lama dapat mengurangkan penghasilan sisa pepejal.



Foto 3.15 Kotak terpakai

c. Kitar Semula

Kitar semula bermaksud mengasingkan sisa pepejal yang boleh dikitar semula dan disalurkan kepada organisasi atau kilang yang mengendalikan proses kitar semula supaya menjadi produk baharu. Selain daripada dapat mengurangkan penggunaan bahan-bahan semula jadi, kitar semula dapat menjana sumber kewangan dan memberi faedah sosial. Terdapat beberapa bahan yang boleh dikitar semula, iaitu:

- i. Kertas (majalah, surat khabar, buku dan kotak kadbod).
- ii. Plastik (botol plastik lut sinar/berwarna).
- iii. Aluminium (tin minuman/makanan).
- iv. Kaca (kaca lut sinar/berwarna, botol minuman, botol vitamin dan bekas kosmetik).



Foto 3.16 Tong kitar semula

d. Rawatan Perantaraan

Apabila langkah-langkah di atas diamalkan, kuantiti sisa akan dapat dikurangkan. Baki sisa yang tidak boleh dikitar semula akan dihantar ke pusat rawatan perantaraan seperti dalam Foto 3.17 iaitu isi padunya akan dikurangkan atau dimampatkan bagi mengurangkan penggunaan kawasan pelupusan yang luas bagi proses pelupusan sisa pepejal tersebut. Terdapat dua jenis rawatan perantaraan yang sering digunakan di Malaysia, iaitu insinerator dan pengomposan.



Foto 3.17 Loji rawatan Termal Mini di Pulau Pangkor

Sumber: Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal Negara

e. Pelupusan

Pelupusan sisa pepejal merupakan bahagian yang penting dalam sistem pengurusan sisa pepejal. Dalam pengurusan sisa pepejal, pelupusan merupakan proses terakhir yang melibatkan pemusnahan sisa pepejal yang telah atau belum diproses. Tapak pelupusan biasanya terletak di bekas tapak kuari, kawasan rendah dan kawasan tanah tinggi.

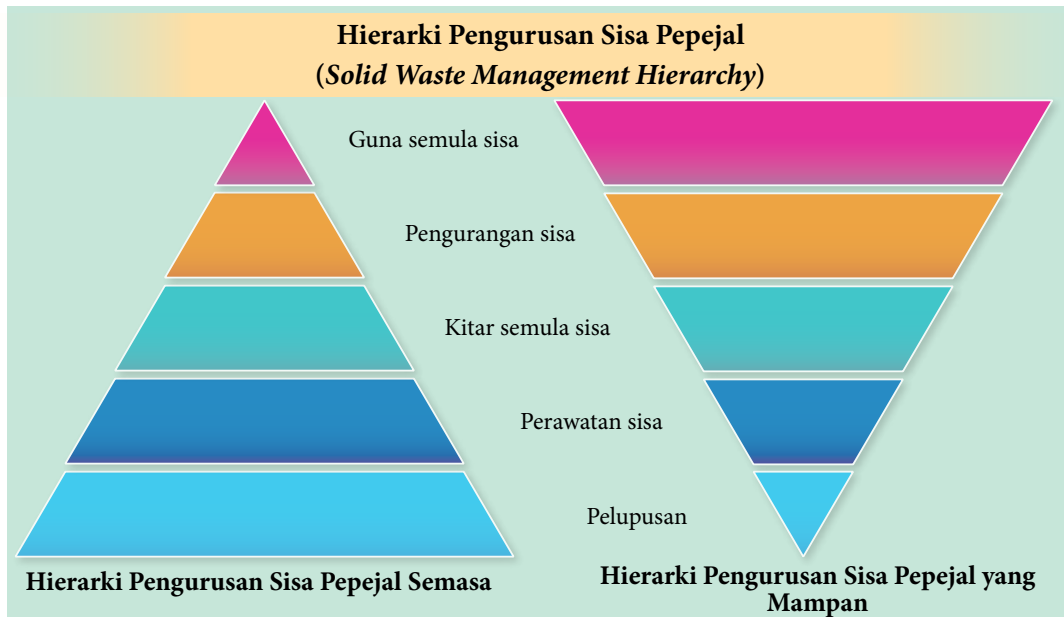
Walau bagaimanapun, sistem pelupusan sisa pepejal yang kurang sistematik akan menyebabkan pencemaran bau dan udara terhadap persekitaran setempat. Hal ini akan mengakibatkan masalah kesihatan terhadap masyarakat setempat.



Foto 3.18 Tapak pelupusan sampah

3.1.4

Hierarki Pengurusan Sisa Pepejal



Rajah 3.1 Hierarki pengurusan sisa pepejal

Sumber: Perbadanan Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam (SWCorp)

Informasi

Pada tahun 2005, Pengurusan Sisa Pepejal telah menggariskan pengurusan sisa pepejal haruslah mengikut hierarki pengurusan sisa pepejal yang telah ditetapkan. Walau bagaimanapun, pengurusan sisa pepejal di negara kita perlu dimantapkan dengan mengikut hierarki yang lebih padu seperti yang telah ditunjukkan dalam Rajah 3.1.

Pembangunan lestari merupakan pembangunan yang memenuhi keperluan dan kehendak generasi pada masa ini tanpa menjejaskan keperluan generasi pada masa hadapan. Pembangunan lestari harus dibina dan diharmonikan dengan pelbagai sektor melibatkan dasar dan perancangan ekonomi, sosial dan alam sekitar. Dalam pengurusan sisa pepejal yang sistematik dan efektif, pembangunan lestari boleh dibangunkan melalui modul *Triple Bottom Line* (TBL), modul ini perlu dilaksanakan dengan gabungan keperluan alam sekitar, ekonomi dan sosial seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.2.

Modul ini perlu digunakan untuk membuat keputusan serta perancangan dalam pelaksanaan sebarang aktiviti atau program berkaitan pengurusan sisa pepejal supaya lebih sistematik dan efektif. Kebanyakan negara yang maju telah mengamalkan sistem pengurusan sisa pepejal yang sistematik dan berkesan seperti negara Jerman dan Jepun. Dengan pembangunan yang pesat, pengurusan sisa pepejal dapat membantu mengurangkan masalah pencemaran alam sekitar dan seterusnya menjamin kesihatan masyarakat setempat.



Rajah 3.2 Modul *Triple Bottom Line*

Berikut ialah kesan daripada pembangunan lestari dalam pengurusan sisa pepejal mengikut konteks alam sekitar, ekonomi dan sosial:

Alam Sekitar

Penghantaran sisa pepejal ke tapak pelupusan perlu dikurangkan bagi mengelakkan timbunan sisa pepejal yang tidak dapat dilupuskan. Hal ini akan memberi impak negatif kepada alam sekitar dan memberikan kesan yang negatif kepada masyarakat sekitar dan pembangunan ekonomi.

Ekonomi

Pengurusan sisa pepejal yang teratur akan menghasilkan kawasan sekitar yang bersih dan cantik. Perkara ini dapat menarik perhatian pelancong asing ke Malaysia dan menyumbang kepada pembangunan ekonomi negara.

Sosial

Pengurusan sisa pepejal yang teratur di tapak pelupusan sisa pepejal akan menyebabkan tiada pembebasan gas berbahaya iaitu gas metana yang boleh membahayakan kesihatan masyarakat sejagat. Oleh itu, kerjasama daripada semua pihak diperlukan bagi memastikan sisa pepejal dapat diuruskan dengan lebih efektif.

Berikut ialah kebaikan dan kelemahan penggunaan gas metana:

Kebaikan	Gas metana	Kelemahan
<ol style="list-style-type: none">1. Digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak.2. Menjadi sumber tenaga elektrik.		<ol style="list-style-type: none">1. Memerangkap haba dalam atmosfera dan menyebabkan pemanasan global.2. Proses penghasilan gas metana memerlukan kos yang tinggi.

Terdapat beberapa elemen penting dalam memastikan konsep kelestarian ini dapat dicapai dalam pengurusan sisa pepejal iaitu penjanaaan, pengasingan, penyimpanan, kutipan dan pengangkutan, pemindahan dan rawatan, pemerolehan semula bahan dan tenaga serta pelupusan.

a. Penjanaaan (Sampah)

Penjanaaan juga dikenali sebagai penghasilan sisa pepejal sesuatu produk atau bahan yang tidak mempunyai fungsi dan dibuang oleh pengguna. Kategori sisa pepejal akan mempengaruhi kepelbagaian dan jumlah sisa pepejal tersebut. Contohnya, sisa pepejal isi rumah dan komersial mempunyai kepelbagaian dalam penjanaaan berbanding sisa pepejal institusi dan perindustrian. Sisa pepejal isi rumah dan komersial boleh dibahagikan kepada dua iaitu, sisa pepejal organik dan sisa pepejal bukan organik seperti Foto 3.19 dan Foto 3.20.

- i. Organik: sisa makanan, sisa tanaman, sisa haiwan.
- ii. Bukan organik: kertas, plastik, getah, kaca dan lain-lain.

Selain itu, terdapat juga sisa pepejal dalam bentuk bahan kimia atau bahan mudah meletup seperti cat, penyembur serangga dan ubat-ubatan yang dijana dalam kawasan perumahan dan pusat komersial. Walau bagaimanapun, jumlah sisa pepejal yang dihasilkan daripada perindustrian dan pusat komersial lebih banyak berbanding kawasan rumah.

Oleh yang demikian, jenis sisa pepejal dan jumlah penjanaaan sisa pepejal merupakan perkara yang perlu dikenal pasti bagi menentukan pengurusan sisa pepejal yang sesuai dan berkesan bagi sesebuah kawasan.



Foto 3.19 Sisa pepejal organik



Foto 3.20 Sisa pepejal bukan organik

b. Pengasingan

Pengasingan ialah proses mengasingkan sisa pepejal yang boleh dikitar semula dan sisa pepejal yang tidak boleh dikitar semula yang dikenali sebagai sisa baki. Sisa pepejal yang boleh dikitar semula akan dihantar ke pusat kitar semula mengikut komposisi sisa pepejal iaitu kertas, plastik, kaca dan lain-lain. Sisa baki seperti sisa makanan, lampin pakai buang, bahan kimia dan lain-lain akan dihantar ke pusat rawatan perantaraan dan seterusnya ke kawasan pelupusan.

Proses pengasingan ini amat penting bagi mengurangkan jumlah sisa pepejal untuk dihantar ke tapak pelupusan. Selain itu, proses ini dapat mengurangkan peruntukan wang negara untuk proses pelupusan sisa pepejal. Tambahan pula, proses ini mendatangkan pendapatan kepada isi rumah yang menjual bahan kitar semula kepada kilang yang memproses sisa pepejal tersebut.

Proses pengasingan ini perlu dilakukan di punca seperti rumah kediaman, pusat komersial, industri dan sebagainya. Pihak berwajib telah menyediakan bekas yang sesuai untuk mengasingkan sisa pepejal mengikut kategori seperti berikut:

Kertas

Surat khabar, kotak kosong, kertas, kadbod, risalah dan lain-lain.



Plastik

Botol minuman, bekas makanan, beg plastik, botol minyak, botol pencuci dan lain-lain.



Lain-lain

Kaca, tin aluminium, barang elektrik, kain, bekas penyembur dan lain-lain.



Sisa baki

Sisa makanan, sisa dapur, bahan-bahan yang kotor.



Cara-cara Kitar Semula

1

**Bilas sisa anda
(jika perlu)**

Elakkan sisa anda daripada dicemari oleh lalat, lipas dan tikus.

Informasi

Penularan wabak penyakit seperti kencing tikus berkait dengan pembiakan tikus di rumah.

2

**Kenal pasti jenis
sisa anda**

Kertas
Aluminium
Plastik
Kaca

Sisa makanan terdiri daripada lebihan makanan harian, sisa dapur (tidak termasuk pembungkusan).

Perkakasan rumah yang tidak boleh dikitar semula termasuklah:

- Tin cat
- Mentol lampu
- Seramik (pinggan mangkuk)
- Selipar getah/kasut kulit
- Tisu/pakaian

3

**Asingkan
mengikut jenis**

Sisa yang boleh dikitar semula.

Sisa makanan.

Sisa yang tidak boleh dikitar semula.

Informasi

Sisa pepejal dapat menjana tabungan jika anda bijak mengasingkannya.

c. Penyimpanan

Penyimpanan sisa pepejal bermaksud menyimpan sisa pepejal di tempat proses penjanaan, seperti di rumah, premis-premis jualan, pejabat-pejabat dan sebagainya sebelum dikutip untuk dihantar ke pusat pemindahan, pusat rawatan perantaraan ataupun tapak pelupusan. Terdapat beberapa faktor yang perlu dikaji ketika penyimpanan sisa pepejal, iaitu:

i. Komposisi sisa pepejal dan kesannya terhadap tempoh penyimpanan

- Sisa pepejal organik yang disimpan dalam tempoh yang lama akan mendatangkan bau yang busuk daripada cecair sisa pepejal iaitu larut resapan kerana proses penguraian berlaku.
- Sisa pepejal bukan organik boleh disimpan dalam tempoh yang lama kerana tidak akan terurai tetapi sekiranya tidak dikutip pada masa yang ditetapkan, sisa pepejal tersebut memerlukan ruang penyimpanan yang lebih luas dan menyebabkan kawasan rumah bersepah dan tidak teratur.



Foto 3.21 Contoh tong sampah komunal

ii. Jenis dan kedudukan tempat penyimpanan

- Kawasan perumahan seperti rumah teres, rumah banglo, rumah berkembar dan sebagainya menggunakan tong sisa pepejal yang terletak di hadapan rumah sebagai tempat penyimpanan.
- Kawasan perumahan yang mempunyai bangunan tinggi seperti flat, apartmen, kondominium dan sebagainya menggunakan tong RORO (*Roll On Roll Off*) yang terletak di dalam rumah sampah berdekatan dengan bangunan tersebut.



Foto 3.22 Tong sampah RORO

d. Kutipan dan Pengangkutan

Kutipan sisa pepejal ialah aktiviti yang melibatkan pengumpulan dan penghantaran sisa pepejal dari tempat penjaanaan atau penyimpanan sisa pepejal ke tempat pemindahan, pusat rawatan dan tapak pelupusan sisa pepejal. Pengangkut ialah kenderaan yang digunakan sepanjang proses pengumpulan dan penghantaran bagi memastikan aktiviti-aktiviti di atas dapat dijalankan dengan lebih sistematik dan berkesan.

Sistem kutipan sisa pepejal bergantung kepada kawasan tempat penjaanaan dan penyimpanan sisa pepejal dan terdapat tiga kaedah yang boleh digunakan semasa proses kutipan, iaitu:

Kutipan di lorong-lorong

Kutipan yang dilakukan ke atas bekas sisa pepejal yang diletakkan di tepi jalan. Kaedah ini digunakan untuk bekas sisa pepejal yang terletak di perhentian bas dan tempat awam.

Kutipan berpusat

Kutipan dilakukan di kawasan yang dikhaskan untuk pengumpulan sisa pepejal seperti di rumah sisa pepejal dan tong sampah komunal. Kaedah ini digunakan di pangsapuri, kondominium, pasar, premis komersial dan seumpamanya, di mana pengguna perlu membawa sisa pepejal ke rumah sampah atau tong komunal.

Kutipan dari premis ke premis

Sisa pepejal dikutip oleh pekerja dari premis ke premis dan dimasukkan ke dalam kenderaan yang mengangkut. Kaedah ini digunakan di kawasan perumahan persendirian seperti perumahan rumah teres, banglo dan lain-lain.

Sistem kutipan yang baik penting bagi memastikan sisa pepejal tidak disimpan terlalu lama di tempat penyimpanan. Terdapat beberapa aspek utama bagi memastikan sistem kutipan tersebut lancar dan berkesan, iaitu:

- i. Memilih laluan kutipan yang ekonomi dan berkesan terutamanya di kawasan perumahan dan pusat komersial yang besar.
- ii. Mempertimbangkan kekerapan kutipan iaitu diadakan setiap minggu bagi memastikan tempoh simpanan tidak terlalu lama.
- iii. Mengenal pasti jumlah pekerja dan kenderaan yang boleh bergerak dalam sesebuah kawasan bagi memastikan kelancaran perjalanan kutipan setiap hari.
- iv. Memilih masa yang sesuai untuk membuat kutipan serta mempertimbangkan keadaan trafik pada waktu tersebut.



Foto 3.23 Jadual kutipan sampah

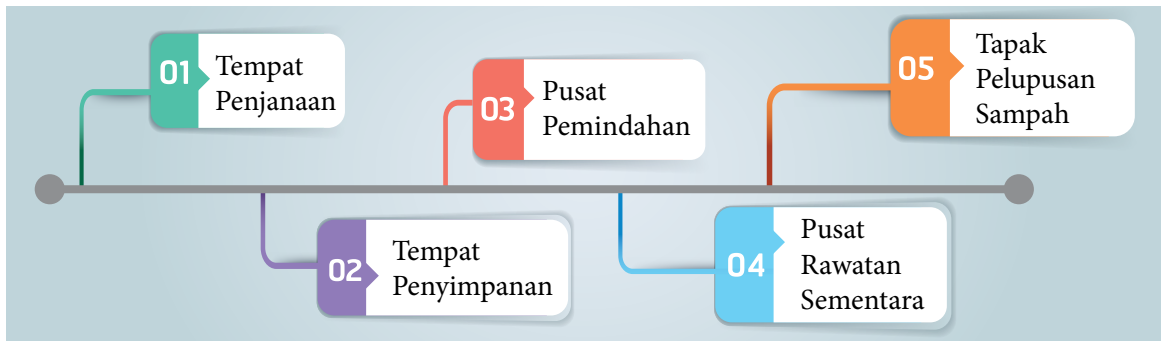
Pengangkutan sisa pepejal merupakan proses yang penting bagi memastikan masa penghantaran dan jumlah sisa pepejal yang dihantar lebih optima mengikut kenderaan dan tenaga pekerja yang disediakan. Sistem kutipan dan pengangkutan haruslah selaras bagi memastikan sisa pepejal tidak disimpan dalam tempoh yang lama.

Terdapat beberapa jenis kenderaan yang digunakan untuk mengangkut dan menghantar sisa pepejal daripada tempat penyimpanan ke tempat pemindahan, pusat rawatan atau tapak pelupusan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 3.1.

Jadual 3.1 Kenderaan yang digunakan untuk mengangkut sisa pepejal

Kenderaan	Keterangan
 <p data-bbox="297 678 546 703">Foto 3.24 Lori kompaktor</p>	<ul data-bbox="736 276 1289 745" style="list-style-type: none"> • Sesuai digunakan untuk aktiviti pengutipan sisa pepejal di kawasan perumahan, komersial, institusi dan industri kecil dan sederhana. • Terdiri daripada saiz yang berbeza mengikut kapasiti yang mampu dibawa oleh lori tersebut, antaranya 4 tan, 7 tan dan 12 tan. • Mempunyai sistem pemampatan yang membolehkan lebih banyak sisa dapat dimuatkan ke dalam lori tersebut. • Mempunyai tangki larut resapan bagi mengelakkan tumpahan sepanjang aktiviti pengutipan dan pengangkutan.
 <p data-bbox="329 1174 546 1199">Foto 3.25 Lori terbuka</p>	<ul data-bbox="736 826 1289 1267" style="list-style-type: none"> • Sesuai digunakan aktiviti pengutipan bahan kitar semula, sisa kebun dan sisa pukat. • Terdiri daripada saiz yang berbeza mengikut kapasiti yang mampu dibawa oleh lori tersebut, antaranya 3 tan, 5 tan dan 10 tan. • Mempunyai pintu pada bahagian belakang untuk memudahkan proses mengutip dan membuang sisa pepejal. • Perlu ditutup dengan kanvas selepas pengutipan sisa pepejal bagi mengelakkan sisa pepejal tercipir ketika aktiviti penghantaran.
 <p data-bbox="329 1705 546 1731">Foto 3.26 Lori RORO</p>	<ul data-bbox="736 1319 1289 1750" style="list-style-type: none"> • Digunakan untuk mengangkat tong sampah RORO yang terletak berhampiran kondominium, pasar, industri, kawasan pembinaan dan sebagainya. • Tong sampah RORO diperbuat daripada besi bagi kaedah kutipan berpusat. Lori akan mengangkut tong sampah RORO ini untuk dihantar ke tempat pemindahan sisa pepejal. • Perlu ditutup dengan kanvas bagi mengelakkan sisa pepejal tercipir ketika aktiviti penghantaran.

Carta alir di bawah menunjukkan aliran proses kutipan dan pengangkutan sisa pepejal yang dijalankan di Malaysia:



Rajah 3.3 Carta alir proses kutipan dan pengangkutan sisa pepejal

e. Pemindahan dan Rawatan

Pusat pemindahan ialah tempat simpanan sementara sisa pepejal yang telah dikutip daripada tempat penjanaan sebelum dihantar ke tapak pelupusan atau pusat rawatan perantaraan. Kebiasaannya, pusat pemindahan ini disediakan apabila jarak tempat penjanaan dengan tapak pelupusan terlalu jauh dan pengangkutan secara terus tidak ekonomik. Oleh itu, penggunaan lori kompaktor atau lori terbuka digunakan untuk mengutip sisa pepejal daripada tempat simpanan dan dikumpulkan di pusat pemindahan. Manakala lori bermuatan berat digunakan untuk menghantar sisa pepejal ke tapak pelupusan.

Operasi pemindahan perlu apabila jarak dari tempat sisa pepejal ke tapak pelupusan sanitari atau pusat pemprosesan terlalu jauh. Hal ini tidak ekonomik kerana melibatkan kos tenaga pekerja dan kos minyak.



Foto 3.27 Stesen pemindahan sampah

Sumber: Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal Negara

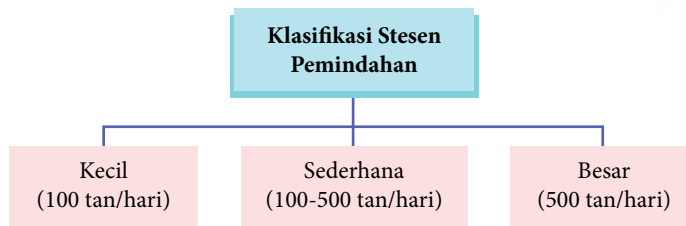
Stesen Pemindahan

Stesen pemindahan ialah tempat untuk memindahkan sisa pepejal yang dipungut menggunakan lori pengangkut sampah berkapasiti rendah dari kawasan berdekatan. Setiap lori pengangkut sampah akan ditimbang dan bergerak ke tempat pembuangan sisa. Sisa pepejal dibuang ke dalam *hopper*, diturunkan dan dipindahkan ke dalam silo untuk dimampatkan. Silo ini akan diangkut oleh *long haulage vehicle* untuk dihantar ke tapak pelupusan sanitari.

Stesen pemindahan yang terdapat di Malaysia ialah Stesen Pemindahan Taman Beringin, Kepong, Stesen Pemindahan Seksyen 21, Shah Alam dan Stesen Pemindahan Ampang Jajar, Pulau Pinang.



Foto 3.28 Hopper



Rajah 3.4 Klasifikasi stesen pemindahan

f. Pemerolehan Semula Bahan dan Tenaga

Sebelum dihantar ke tapak pelupusan, sisa pepejal akan diproses terlebih dahulu bagi mengurangkan isi padu sisa pepejal yang akan dihantar ke tapak perlupusan. Terdapat dua kaedah yang boleh digunakan iaitu insinerator dan pengomposan. Walau bagaimanapun, kaedah ini jarang digunakan pada masa ini kerana memerlukan kos yang mahal dan kesedaran yang tinggi terhadap masalah yang dihadapi dalam pengurusan sisa pepejal.

Selain itu, bahan-bahan yang boleh dikitar semula dan diguna semula akan diasingkan untuk dijadikan bahan baharu atau sumber penghasilan tenaga. Proses pengasingan boleh dilakukan di peringkat rumah, kemudian di tempat pemindahan dan seterusnya dihantar ke pusat kitar semula untuk diproses. Foto 3.29 menunjukkan sisa pepejal sedang diproses.



Foto 3.29 Sisa pepejal sedang diproses

g. Pelupusan

Sisa pepejal yang tidak boleh dikitar semula atau diguna semula akan dihantar ke tapak pelupusan untuk dilupuskan. Proses pelupusan sisa pepejal melibatkan kaedah menanam sisa pepejal di dalam tanah bagi meminimumkan pencemaran yang terhasil terhadap manusia dan alam sekitar. Kaedah ini sering digunakan di Malaysia kerana kos pengurusan yang murah. Walau bagaimanapun, pelupusan ini memerlukan sistem penyenggaraan yang baik dan kawasan yang luas bagi memastikan semua sisa pepejal dapat dilupuskan dengan sempurna. Foto 3.30 menunjukkan tapak pelupusan sampah.

Tapak Pelupusan

Satu kawasan sisa pepejal terkawal untuk melupuskan sisa pepejal dengan menggunakan beberapa prinsip kejuruteraan.

Tahap Tapak Pelupusan

Jadual 3.2 Menunjukkan tahap yang berlaku di tapak pelupusan

Tahap 1	<ul style="list-style-type: none">• Setiap hari sisa pepejal ditutup dengan tanah.
Tahap 2	<ul style="list-style-type: none">• Setiap hari sisa pepejal ditutup dengan tanah.• Terdapat benteng.• Terdapat kemudahan longkang.• Terdapat saluran paip gas.
Tahap 3	<ul style="list-style-type: none">• Setiap hari sisa pepejal ditutup dengan tanah.• Terdapat benteng.• Terdapat kemudahan longkang.• Terdapat saluran paip gas.• Terdapat kemudahan air larut resap.• Terdapat kemudahan sistem air larut resap (<i>leachate recirculation</i>).
Tahap 4	<ul style="list-style-type: none">• Setiap hari sisa pepejal ditutup dengan tanah.• Terdapat benteng.• Terdapat kemudahan longkang.• Terdapat saluran paip gas.• Terdapat kemudahan air larut resap.• Terdapat kemudahan sistem air larut resap (<i>leachate recirculation</i>).• Terdapat kemudahan rawatan air larut resap.• Tapak pelupusan menggunakan liner.



Foto 3.30 Tapak pelupusan sampah

Kesan Tapak Pelupusan Tidak Sanitari

Jadual 3.3 menunjukkan pencemaran yang akan berlaku sekiranya kawasan tapak pelupusan tidak sanitari.

Jadual 3.3 Kesan tapak pelupusan tidak sanitari

Pencemaran air	Pencemaran tanah
<ul style="list-style-type: none"> Air bawah tanah Kawasan tadahan air untuk bekalan air Sungai 	<ul style="list-style-type: none"> Kemerosotan kualiti tanah untuk pertanian Harga pasaran bagi tanah yang berdekatan akan susut nilai

Operasi Harian di Tapak Pelupusan

Sisa pepejal terkawal akan dibawa masuk oleh lori pengangkut untuk ditimbang dan direkodkan.

Lori pengangkut akan ke kawasan yang telah ditetapkan oleh operator tapak pelupusan untuk mengeluarkan sisa pepejal yang dibawa.

Jentera pemampat akan meratakan dan memampatkan sisa pepejal yang telah dikeluarkan.

Setelah proses pelupusan sisa pepejal selesai untuk hari berkenaan, tanah akan diangkut oleh lori pengangkut tanah untuk penutupan sisa pepejal harian.

Tanah berkenaan akan dimampatkan oleh kenderaan pemampat.



Rajah 3.5 Elemen pengurusan sisa pepejal

Secara umumnya, kepadatan dan peningkatan populasi di kawasan bandar menjadi punca utama peningkatan jumlah sisa pepejal saban hari. Tanpa kesedaran dan pengetahuan berkenaan pengurusan sisa pepejal, masyarakat akan terus menguruskan sisa pepejal mengikut cara yang paling mudah iaitu menyerahkan tugas pengurusan sisa pepejal kepada pihak yang bertanggungjawab tanpa membantu dari peringkat rumah atau tempat kerja. Masyarakat perlu sedar bahawa keperluan pengurusan sisa pepejal yang sistemik penting bagi mengurangkan jumlah sisa pepejal yang perlu dilupuskan dan seterusnya menyelesaikan masalah berkaitan kebersihan alam sekitar, kesihatan masyarakat dan ekonomi negara. Keperluan pengurusan sisa pepejal yang sistemik terbahagi kepada tiga, iaitu keperluan terhadap alam sekitar, keperluan terhadap sosial dan keperluan terhadap ekonomi.

a. Keperluan Terhadap Alam Sekitar

- i. Mengurangkan bau busuk dan pembakaran terbuka.
 - Bau busuk daripada sisa pepejal dapat dikurangkan dengan memastikan sistem pengangkutan dan kutipan sisa pepejal sistemik.
 - Pembakaran sisa pepejal secara terbuka akan menyebabkan kawasan persekitaran terjejas dan mengakibatkan suhu kawasan sekitar meningkat.
- ii. Pengaliran air sungai dan laut yang bersih dan persekitaran yang indah.
 - Pengurusan sisa pepejal yang teratur menjadikan air sungai dan laut bebas daripada segala pencemaran.
- iii. Penggunaan tanah tambak untuk menutup sisa pepejal di tapak pelupusan sisa pepejal dapat dikurangkan.
 - Pengurangan sisa pepejal dapat mengurangkan penggunaan tanah tambak dan sekali gus mengurangkan keperluan tapak pelupusan yang luas dan besar untuk melupuskan sisa pepejal.



b. Keperluan Terhadap Sosial (Masyarakat)

- i. Melahirkan masyarakat yang prihatin dan penyayang terhadap alam sekitar.
 - Masyarakat akan lebih prihatin terhadap masalah yang berkaitan dengan pengurusan sisa pepejal dan bekerjasama menguruskan sisa pepejal.
- ii. Menjadikan masyarakat yang sihat dan cergas tanpa dijangkiti penyakit yang berbahaya.
 - Mengelakkan wabak penyakit berjangkit yang berpunca daripada pembiakan binatang pembawa penyakit seperti tikus dan lalat.



Foto 3.31 Sisa pepejal yang tidak diurus dengan baik

- iii. Memberikan keselesaan kepada masyarakat setempat dengan persekitaran yang bersih.
 - Pembukaan tempat pelupusan tanpa lesen dan pembuangan sisa pepejal secara haram akan memberi ketidakselesaan kepada masyarakat setempat.
 - Masalah banjir dapat dikurangkan dengan memastikan kawasan perparitan tidak dipenuhi sisa pepejal yang menyebabkan longkang tersumbat.

c. Keperluan Terhadap Ekonomi

- i. Kos pengurusan sisa pepejal dapat dikurangkan.
 - Pengurangan sisa pepejal akan mengurangkan kos pengurusan dan penghantaran, terutamanya pengurusan di tapak perlupusan.
- ii. Menjana pendapatan tambahan kepada penjual barang terpakai.
 - Melalui proses pengasingan sisa pepejal, bahan-bahan yang boleh dikitar semula dan terpakai seperti botol plastik dan kaca boleh dijual bagi menjana pendapatan tambahan.
- iii. Melahirkan pengguna yang inovatif dan berkeusahawanan.
 - Pengguna akan lebih bijak dan kreatif bagi menghasilkan produk yang baharu daripada sisa pepejal dan dijual pada harga yang berpatutan.
 - Contohnya, tayar terpakai boleh dijadikan kerusi atau meja.

Proses rawatan perantaraan dan pelupusan sisa pepejal berada di kedudukan pertama dan kedua terendah dalam hierarki pengurusan sisa pepejal. Proses ini sering digunakan oleh pihak yang bertanggungjawab dalam menguruskan sisa pepejal. Hal ini penting dalam memastikan sisa pepejal yang tidak boleh dikitar dan digunakan semula dapat dilupuskan dengan baik. Terdapat empat teknologi yang digunakan pada masa ini untuk merawat sisa pepejal yang dijana oleh manusia, iaitu pengomposan, penggunaan tapak pelupusan sanitari, penggunaan insinerator dan pusat perolehan semula sumber sisa pepejal yang dikenali sebagai *Refuse Device Fuel* (RDF).

a. Pengomposan

Pengomposan ialah proses penguraian di mana sisa pepejal organik seperti sisa makanan, sisa taman atau kebun, sisa kayu dan lain-lain diuraikan oleh mikroorganisma dan menjadi bahan mirip tanah yang dikenali sebagai humus. Proses ini dipengaruhi oleh kelembapan, kehadiran oksigen, suhu persekitaran dan kehadiran nutrisi. Contoh jenis proses penguraian, iaitu:

- i. Proses penguraian aerobik yang berlaku dengan kehadiran oksigen dan akan menghasilkan gas karbon dioksida (CO_2) dan haba.

Kaedah pengomposan mempunyai kelebihan dan kekurangan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 3.4.

Jadual 3.4 Kelebihan dan kekurangan kaedah pengomposan

Kelebihan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none"> • Mengurangkan jumlah isi padu sisa pepejal yang perlu dilupuskan di tapak pelupusan. • Menghasilkan bahan yang boleh dijadikan baja dan seterusnya mengurangkan penggunaan baja yang mengandungi bahan kimia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Memberi kesan negatif kepada kualiti air permukaan dan air bawah tanah apabila hasil larut resapan meresap ke dalam tanah semasa proses penguraian. • Menghasilkan gas rumah hijau seperti karbon dioksida yang akan meningkatkan suhu permukaan bumi.



Pengomposan Menggunakan Kaedah Takakura

Langkah

1

Penyediaan larutan penapaian



Bahan-bahan:

Botol kaca beserta penutup, pisau, penimbang, gula merah, bekas plastik, sudu dan sisa makanan (seperti sayur-sayuran).

Prosedur:

1. Sayur dipotong mengikut saiz yang kecil dan bersesuaian mengikut saiz tempat pengomposan. Sekiranya menggunakan bekas yang lebih besar, sayur boleh dipotong dalam saiz yang lebih besar. Kemudian, timbang sayur dan gula merah bagi memastikan kuantiti kedua-dua bahan tersebut mengikut nisbah 1:1.
2. Sayur dan gula merah digaul di dalam bekas plastik supaya sebati sebelum dimasukkan ke dalam botol kaca.
3. Tutup botol tersebut menggunakan kertas dan penutup botol kedap udara bagi mengelakkan bau yang tidak menyenangkan. Simpan di tempat bersuhu bilik selama seminggu sebelum digunakan.



Langkah

2

Penyediaan medium pengurai

Bahan-bahan:

Tanah, daun/rumput kering (boleh diganti dengan dekam padi, hampas kelapa dan dedak) serta larutan penapaian.

Prosedur:

1. Campurkan tanah dan daun kering dengan nisbah 2:1. Kemudian masukkan ke dalam bekas bersama larutan penapaian dengan nisbah 3 liter sekiranya menggunakan 2 kg tanah.
2. Semua bahan digaul sama rata supaya sebati dan disimpan di dalam bekas tertutup selama 5 hari.



Langkah 3

Penyediaan bakul kompos



Bahan-bahan:

Bakul dan kain yang boleh digunakan semula serta medium pengurai.

Prosedur:

1. Bakul dialas dengan kain bagi mengelakkan bahan kompos tertumpah.
2. Kemudian medium pengurai diisi ke dalam bakul sehingga memenuhi hampir 60% daripada isi padu bakul dan ditutup supaya tidak dimasuki serangga.
3. Biarkan selama seminggu sebelum digunakan.



Langkah 4

Menjalankan pengomposan



Bahan-bahan:

Sisa makanan, pisau, alas pemotong serta bakul kompos yang telah diisi dengan medium pengurai.

Prosedur:

1. Sisa makanan (sayur-sayuran atau buah-buahan yang tidak sesuai dimasak atau dimakan) dibilas dengan air dan dipotong kecil.
2. Sisa makanan tersebut dimasukkan ke dalam bakul kompos dan digaul bersama dengan medium pengurai sehingga sehati.
3. Kemudian, bakul ditutup dengan kain bagi mengelakkan dimasuki serangga dan dibiarkan selama tiga bulan. Dalam tempoh tiga bulan, prosedur 1 dan 2 dilakukan setiap hari sehingga bakul kompos penuh. Pindahkan hasil kompos ke dalam bekas tertutup dan dibiarkan selama dua minggu supaya hasil kompos matang dan boleh digunakan.

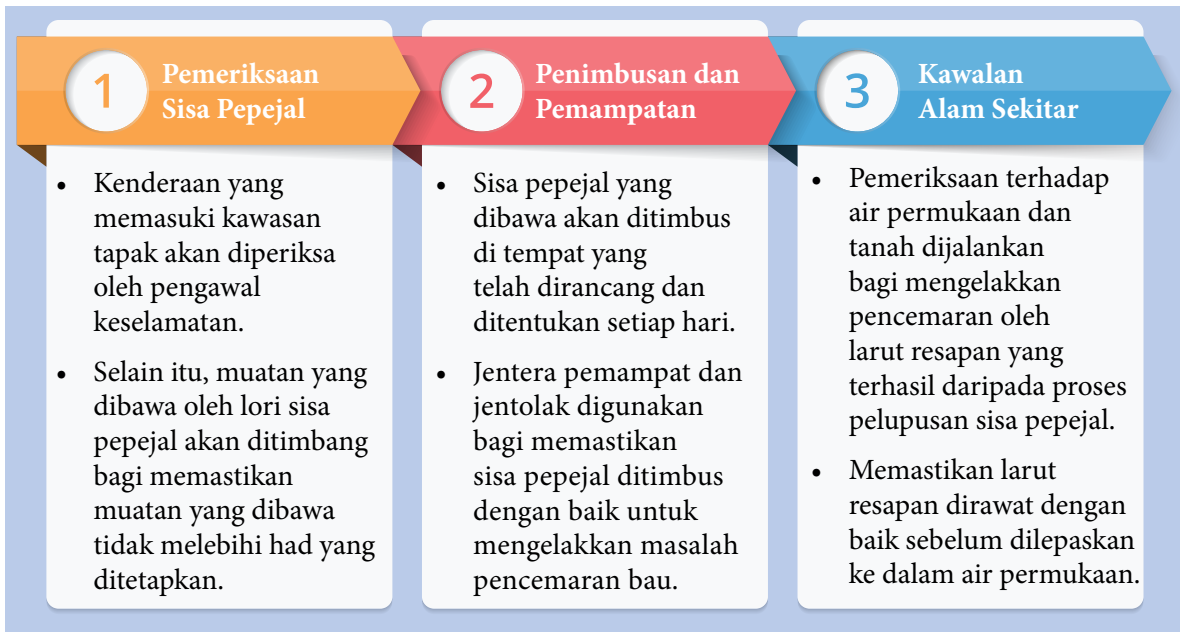
Kesimpulan:

Pengomposan boleh digunakan bagi menguruskan sisa pepejal daripada sisa makanan yang dijana oleh pengguna. Pengguna juga dapat menggunakan baja pengomposan yang terhasil untuk meningkatkan hasil tanaman dan sekali gus dapat mengurangkan pembelian hasil tanaman seperti sayur-sayuran.

b. Tapak Pelupusan Sanitari

Kaedah pelupusan sisa pepejal di tapak pelupusan sanitari merupakan kaedah yang digunakan secara meluas di Malaysia. Kaedah ini sistematik dan tidak memerlukan tenaga pekerja yang pakar seperti kaedah insinerator. Pelupusan sanitari ialah kaedah menimbus sisa pepejal di dalam tanah. Sisa pepejal tersebut akan terurai di dalam tanah dan menjadi sebahagian daripada tanah. Walau bagaimanapun, kaedah ini memerlukan sistem penyenggaraan yang baik dan kawasan yang sesuai bagi memastikan semua sisa pepejal dapat dilupuskan dengan sempurna serta tidak memberikan impak buruk kepada alam sekitar dan kesihatan manusia.

Tapak pelupusan akan beroperasi bergantung kepada kapasiti yang mampu diterima oleh setiap tapak. Berikut ialah prosedur yang dijalankan di tapak pelupusan sanitari setiap hari.



Tapak pelupusan sanitari mempunyai kelebihan dan kekurangan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 3.5.

Jadual 3.5 Kelebihan dan kekurangan tapak pelupusan sanitari

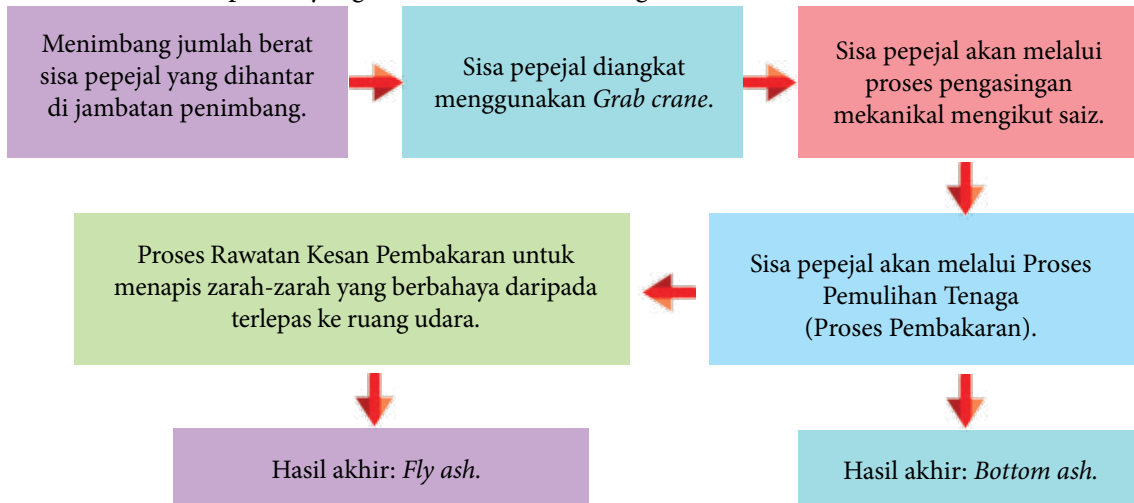
Kelebihan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none">Penghasilan gas metana daripada proses penguraian anaerobik boleh dijadikan tenaga elektrik.Menggunakan perbelanjaan yang lebih ekonomik berbanding kaedah lain.	<ul style="list-style-type: none">Memerlukan pemantauan gas serta pengurusan cecair tercemar secara berterusan.Memerlukan kawasan yang luas dan jangka masa yang panjang untuk proses pelupusan.Pemerhatian terhadap aktiviti pelupusan perlu dilakukan setiap hari bagi mengelakkan kerosakan pada liner.Menghasilkan gas yang mudah terbakar dan terdedah kepada letupan sekiranya tidak dipantau dengan baik.

c. Insinerator

Insinerator ialah alat yang direka untuk membakar sisa pepejal pada suhu yang tinggi bagi menghasilkan abu yang mempunyai isi padu yang rendah dan mengurangkan kawasan tapak pelupusan. Kaedah ini memerlukan sistem yang dapat mengawal pencemaran udara dan tempat pelupusan bagi abu.

Penggunaan insinerator juga boleh menghasilkan tenaga elektrik daripada tenaga haba yang dihasilkan semasa proses pembakaran sisa pepejal. Alat ini merupakan teknologi pemrosesan sisa pepejal yang menggunakan kaedah pembakaran.

Berikut ialah proses yang berlaku di dalam kilang insinerator:



Selain itu, terdapat beberapa perkara yang perlu diteliti jika menggunakan kaedah insinerator, iaitu:

- Digunakan di kawasan yang kekurangan tapak pelupusan sisa pepejal.
- Memerlukan tenaga kerja yang berkemahiran dan pakar dalam menggerakkan peralatan di dalam kilang insinerator termasuklah alatan yang digunakan untuk mengawal pencemaran.
- Hasil pembakaran perlu dilupus di tempat perlupusan yang direka khas bagi mengelakkan pencemaran terhadap alam sekitar.

Kaedah pembakaran menggunakan insinerator mempunyai kelebihan dan kekurangan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 3.6.

Jadual 3.6 Kelebihan dan kekurangan insinerator

Kelebihan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none">Mengurangkan berat dan isi padu sisa pepejal dengan kadar hampir 95% dalam masa yang singkat.Menghasilkan tenaga yang boleh diperbaharui di mana tenaga elektrik boleh dijana daripada tenaga haba yang dihasilkan sewaktu proses pembakaran.Mesra alam.	<ul style="list-style-type: none">Melepaskan gas tercemar seperti karbon dioksida ke udara melalui corong udara dan pencemaran ke dalam air sekiranya abu yang dihasilkan tidak dilupuskan dengan baik.Memerlukan kos pembelian alatan yang mahal serta penyenggaraan alatan yang kerap.Memerlukan modal yang besar.Kos operasi dan penyenggaraan yang tinggi.

d. Pusat Perolehan Semula Sumber Sisa Pepejal (Refuse Derived Fuel)

Pusat ini ditubuhkan untuk memproses barangan yang boleh diguna dan dikitar semula bagi mengurangkan sisa pepejal. Pusat ini melibatkan proses mekanikal. Sisa pepejal yang mudah dibakar boleh menghasilkan bahan api yang dikenali sebagai *Refused Derived Fuel* (RDF) untuk kegunaan penjana tenaga. Hal ini dapat mengurangkan penggunaan bahan api yang tidak boleh diperbaharui seperti arang batu dan gas asli. Terdapat tiga proses penting bagi penghasilan RDF, iaitu:

- i. Proses pengasingan untuk mengasingkan sisa pepejal yang sesuai bagi penghasilan RDF daripada kaca, aluminium atau bahan organik yang basah.
- ii. Proses pencaritan dan pengasingan sisa pepejal mengikut saiz untuk menghasilkan RDF dengan ukuran yang sesuai dan seragam.
- iii. Proses pencampuran dan pemampatan sisa pepejal yang bercampur akan menerima tekanan atmosfera yang tinggi bagi menghasilkan RDF yang lebih seragam dan padat.

RDF yang terhasil akan dihantar ke stesen penjana elektrik bagi tujuan pembakaran yang memanaskan dandang (boiler) untuk menjana elektrik. Sisa pepejal yang boleh dikitar semula seperti botol plastik, kertas, kayu, kain dan lain-lain dapat membentuk RDF yang boleh menghasilkan biogas yang kaya dengan gas metana ketika proses pembakaran, biogas ini dapat meningkatkan penjana tenaga. Kaedah ini mempunyai kelebihan dan kekurangan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 3.7.

Jadual 3.7 Kelebihan dan kekurangan pusat perolehan semula sumber sisa pepejal

Kelebihan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none">• Menghasilkan bahan api yang boleh meningkatkan penjana tenaga.• Mengurangkan sisa pepejal yang sukar dilupuskan dan lambat terurai, iaitu sisa pepejal berasaskan plastik.	<ul style="list-style-type: none">• Memerlukan kos pembelian alatan yang mahal serta penyenggaraan alatan yang kerap.• Memerlukan masa yang lama bagi proses pengasingan, pencaritan dan sebagainya.



Foto 3.32 Pusat perolehan semula sumber sisa pepejal di Semenyih



Sumber: Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal Negara

Informasi

Proses pencaritan ialah proses pemotongan sisa pepejal yang bersaiz besar dan berbeza kepada saiz yang seragam. Proses ini penting kerana keseragaman saiz akan memastikan sisa pepejal tersebut bercampur dengan baik dan menghasilkan RDF yang berkualiti.

Sumber: Waste Shredding Success Stories

Latihan 3.1

1. Penghasilan sisa pepejal yang semakin meningkat setiap tahun merupakan cabaran yang perlu dialami oleh setiap negara yang sedang membangun. Nyatakan perbezaan penghasilan jumlah sisa pepejal di kawasan bandar dan luar bandar daripada pelbagai faktor yang mempengaruhi penghasilan tersebut. 
2. Amirul telah bekerja di bengkel kereta bapanya sejak berusia 16 tahun sebagai seorang mekanik. Setiap hari, purata orang yang datang ke bengkel itu untuk menukar tayar dan membaiki bahagian kereta yang rosak semakin meningkat. Nyatakan kategori sisa pepejal yang dihasilkan oleh bengkel kereta bapa Amirul dan cadangkan satu kaedah yang boleh digunakan oleh Amirul bagi mengurangkan jumlah sisa pepejal tersebut. 
3. Sisa pepejal pembinaan merupakan sisa pepejal yang dijana daripada apa-apa aktiviti pembinaan atau perobohan, termasuk kerja pemajuan, penyediaan, pembaikan atau pengubahan. Senaraikan bahan-bahan yang boleh digunakan semula daripada sisa pepejal pembinaan serta nyatakan kegunaannya.
4. Rawatan perantaraan merupakan satu kaedah yang sesuai digunakan bagi mengurangkan sisa pepejal yang dihasilkan di Malaysia. Bincangkan kepentingan rawatan perantaraan dalam sistem pengurusan sisa pepejal.

Peningkatan jumlah sisa pepejal yang dihasilkan di Malaysia memerlukan pengurusan yang sistematik dan berkesan, terutamanya bagi mengurangkan jumlah sisa pepejal yang perlu dilupuskan. Masyarakat perlu sedar bahawa pengurusan sisa pepejal bukan sahaja tanggungjawab kerajaan dan pihak swasta yang berkenaan, tetapi tanggungjawab bersama-sama daripada peringkat individu, keluarga dan masyarakat. Amalan 3R iaitu pengurangan (*reduce*), guna semula (*reuse*) dan kitar semula (*recycle*) telah menjadi amalan utama masyarakat negara-negara maju seperti Jepun, Jerman, Amerika Syarikat dan lain-lain. 3R merupakan elemen-elemen yang terdapat dalam hierarki teratas pengurusan sisa pepejal.

Oleh itu, masyarakat perlu diberikan pendedahan tentang amalan 3R melalui pendidikan, kempen, seminar, Internet, media, serta perundangan dan pemantauan yang ketat. Dengan bantuan dan kerjasama daripada masyarakat, sisa pepejal dapat dikurangkan daripada peringkat penajaan dan seterusnya mengurangkan sisa pepejal yang perlu dihantar ke tapak pelupusan.

- Menyatakan definisi amalan 3R.
- Melaksanakan kaedah pengasingan sisa pepejal mengikut kategori, iaitu:
 - (i) Bahan boleh dikitar semula
 - (ii) Bahan tidak boleh dikitar semula
- Menjelaskan kesan pelaksanaan 3R terhadap elemen kelestarian.
- Merancang kaedah pelaksanaan 3R yang sesuai dalam kehidupan seharian.
- Menghasilkan satu produk daripada sisa pepejal yang boleh diguna semula.

Pengurangan (Reduce)



Kitar Semula
(Recycle)

Guna Semula
(Reuse)





Rajah 3.6 Pengurangan, penggunaan semula dan kitar semula (3R)

3.2.1 Definisi Amalan 3R

a. Pengurangan (*Reduce*)

Pengurangan sisa pepejal merupakan proses pertama yang perlu diambil berat oleh masyarakat. Kaedah ini paling sukar dilakukan oleh masyarakat disebabkan penghasilan banyak produk baharu yang menarik untuk dibeli walaupun barang itu sudah dimiliki. Tambahan pula, tanpa kesedaran tentang akibat lambakan sisa pepejal, masyarakat akan berterusan menjana sisa pepejal tanpa memikirkan masa depan generasi akan datang.

Terdapat beberapa tindakan yang boleh diambil oleh masyarakat bagi mengurangkan penajanaan sisa pepejal, iaitu:

- i. Berbelanja dengan bijak dan berhemah serta mengelakkan pembelian barang-barang yang tidak diperlukan.
- ii. Membawa beg sendiri ketika membeli barang bagi mengelakkan penggunaan beg plastik.
- iii. Mengurangkan pembelian bahan di dalam botol plastik atau kaca, sebaliknya membeli bahan di dalam paket isian semula yang boleh mengurangkan isi padu sisa pepejal.
- iv. Mengurangkan pembelian botol air mineral, sebaliknya membeli air mineral dengan mengisi semula air mineral ke dalam botol yang dibawa sendiri.
- vi. Menggunakan e-mel untuk menghantar surat ataupun notis tanpa penggunaan kertas.

Berikut ialah senarai barang yang boleh diberikan kepada mereka yang memerlukan untuk digunakan semula:

- i. Pakaian seperti baju, seluar, kain dan kasut.
- ii. Alatan dapur seperti periuk, pinggan, mangkuk dan cawan.
- iii. Perabot rumah seperti kerusi lama, meja, katil dan almari.
- iv. Lain-lain keperluan seperti bantal, selimut dan tuala.

Selain itu, menggunakan barang-barang yang sudah tidak berfungsi untuk tujuan lain seperti menggunakan tuala yang telah lusuh sebagai kain buruk, menggunakan botol plastik sebagai pasu dan menggunakan semula belakang kertas terpakai sebagai nota catatan.



Foto 3.34 Hasil kraf tangan daripada produk yang diguna semula

Sikap prihatin terhadap situasi ini perlu ditekankan kepada masyarakat agar mereka sedar bahawa bantuan yang dihulurkan bukan sekadar dapat membantu mereka yang dalam kesusahan, malahan dapat membantu generasi akan datang.



IMBAS DI SINI

Imbas QR Code untuk mengetahui maklumat tambahan tentang amalan 3R di Malaysia.

c. Kitar Semula (Recycle)

Kitar semula sisa pepejal melibatkan proses pengasingan dan pengumpulan bahan-bahan tertentu untuk diproses semula di kilang-kilang kitar semula. Kaedah ini memerlukan kerjasama daripada semua pihak bagi mengasingkan sisa pepejal mengikut komposisi yang telah ditetapkan. Terdapat tiga kategori sisa pepejal yang boleh dikitar semula, iaitu:

 <p>Warna : Biru</p> <p>Kegunaan : Kertas</p> <p>Semua kertas berwarna dan tidak berwarna seperti surat khabar, majalah, buku, helaian kertas katalog, risalah, kalendar, kad, sampul surat dan kotak kadbod.</p> <p>Tidak termasuk kertas tisu, kertas karbon, kertas minyak/aluminium, kertas berlapis plastik dan kertas yang kotor.</p>	 <p>Warna : Coklat</p> <p>Kegunaan : Kaca</p> <p>Semua kaca berwarna dan tidak berwarna seperti botol minuman ringan, balang makanan, botol vitamin dan botol kosmetik.</p> <p>Tidak termasuk kristal, cermin, cermin tingkap, skrin kenderaan, porselin, seramik, logam, peralatan makmal dan balang atau botol bahan toksik.</p>	 <p>Warna : Jingga</p> <p>Kegunaan : Tin aluminium, tin keluli dan plastik</p> <p>Semua jenis aluminium dan tin keluli seperti tin minuman ringan dan bekas makanan.</p> <p>Semua plastik berwarna dan tidak berwarna seperti beg plastik, botol minuman, botol cecair pencuci dan botol vitamin.</p> <p>Tidak termasuk bekas cat, bekas bahan toksik dan peralatan makmal.</p>
---	--	---

Rajah 3.8 Kategori sisa pepejal

Sumber: <https://www.scribd.com/mobile/document/39737672/PENGURUSAN-SISA-PEPEJAL>

Bagi proses pengasingan, ia boleh dilakukan di tempat penjanaan iaitu di rumah, pejabat, institusi dan sebagainya ataupun dilakukan di pusat pengasingan yang menerima semua jenis sisa pepejal diasingkan mengikut komposisi yang telah ditetapkan.



Aktiviti

Murid dikehendaki mencari dan mengumpul sisa pepejal di sekitar kawasan rumah atau sekolah. Kemudian, asingkan sisa pepejal berikut mengikut kategorinya.

Bagi melaksanakan aktiviti kitar semula yang termasuk dalam program 3R, pengasingan sisa pepejal merupakan perkara penting yang perlu diketahui oleh masyarakat bagi memastikan program ini dapat dijalankan dengan lancar dan berkesan.

Terdapat dua kategori bahan sisa pepejal yang dihasilkan oleh masyarakat iaitu bahan yang boleh dikitar semula dan bahan yang tidak boleh dikitar semula seperti dalam jadual di bawah:

Jadual 3.8 Kaedah pengasingan sisa pepejal

Komposisi sisa pepejal	Bahan boleh dikitar semula	Bahan tidak boleh dikitar semula
Kertas	<ul style="list-style-type: none"> Kertas dan kad bod yang berwarna atau tidak berwarna termasuk kad, surat, kalendar dan lain-lain. Majalah, risalah dan buku-buku yang berkulit nipis. 	<ul style="list-style-type: none"> Bekas makanan yang telah kotor dan tidak boleh dibersihkan seperti kotak makanan yang disaluti dengan minyak, pinggan kertas, tisu muka atau tisu kertas, kotak susu dan lain-lain. Kertas yang mempunyai ketebalan seperti buku berkulit tebal. Kertas yang telah disaluti lilin, plastik atau aluminium.
Kaca	<ul style="list-style-type: none"> Botol atau bekas kaca yang berwarna atau tidak berwarna seperti botol minuman dan bekas makanan. 	<ul style="list-style-type: none"> Kaca pecah daripada cermin kereta atau kaca tingkap. Kaca yang digunakan di makmal atau hospital untuk kajian atau perubatan. Cermin mentol dan tiub lampu berwarna.
Aluminium	<ul style="list-style-type: none"> Semua jenis aluminium dan keluli seperti tin minuman ringan dan bekas makanan. 	<ul style="list-style-type: none"> Tin bahan yang mudah terbakar seperti tin cat, tin aerosol, tin minyak. Bahan-bahan yang digunakan untuk perubatan seperti spatula aluminium.

Komposisi sisa pepejal	Bahan boleh dikitar semula	Bahan tidak boleh dikitar semula
Plastik	<ul style="list-style-type: none"> • Botol atau bekas plastik yang berwarna dan tidak berwarna seperti botol minuman, botol pencuci, bekas makanan yang boleh dibersihkan, beg plastik dan lain-lain. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bahan plastik yang bukan dalam bentuk botol seperti bekas yogurt, bekas marjerin dan lain-lain. • Bekas makanan atau minuman yang tidak boleh dibersihkan seperti pembungkus air dan kuih-muih, pembalut nasi lemak dan sebagainya. • Botol plastik yang mengandungi sisa bahan berbahaya dan beracun seperti minyak, racun serangga dan sebagainya.

3.2.3 Kesan Pelaksanaan 3R Terhadap Elemen Kelestarian

Program 3R dapat memberi manfaat dan kesan yang baik untuk sesebuah negara dari segi ekonomi, sosial dan alam sekitar.

Kesan kepada ekonomi

- Peningkatan ekonomi negara dengan penjualan produk hasil daripada sisa pepejal yang boleh dikitar semula.
- Peningkatan jumlah kunjungan pelancong asing disebabkan oleh kawasan persekitaran yang bersih.
- Mengurangkan kos penyenggaraan tapak pelupusan disebabkan oleh pengurangan sisa pepejal melalui program 3R.

Kesan kepada sosial

- Melahirkan masyarakat yang bersatu hati dan bekerjasama bagi memastikan program 3R dilaksanakan dengan baik.
- Menghasilkan masyarakat yang sihat disebabkan pengurangan masalah pengurusan sisa pepejal.
- Melahirkan individu yang bijak dan pintar dalam menghasilkan barang-barang yang boleh diguna semula.

- Menghasilkan kawasan persekitaran yang bersih dan selesa untuk didiami oleh masyarakat.
- Mengurangkan pencemaran bau yang berpunca daripada sisa pepejal yang tidak diuruskan dengan baik.
- Mengurangkan pelepasan gas rumah hijau yang boleh mengakibatkan pemanasan muka bumi seperti gas metana dengan mengurangkan penggunaan tapak pelupusan sanitari.

3.2.4

Kaedah Pelaksanaan 3R dalam Kehidupan Sehari-hari

Sisa pepejal isi rumah mempunyai kepelbagaian komposisi sisa pepejal dan jumlah penajaan yang tinggi berbanding sisa pepejal yang lain. Oleh itu, pengurusan sisa pepejal dari rumah perlu diuruskan dengan kaedah yang baik dan berkesan bagi mengurangkan masalah pelupusan sisa pepejal yang sukar dikawal pada masa ini. Setiap penghuni rumah perlu menjalankan tanggungjawab masing-masing dalam melaksanakan amalan 3R. Terdapat beberapa aktiviti harian yang boleh dilakukan oleh setiap individu dalam mengurangkan, menggunakan semula dan mengitar semula sisa pepejal.

Pengurangan (*Reduce*)

Berikut ialah langkah-langkah yang boleh diambil ketika beli-belah, iaitu:

- 1 | Mengurangkan pembelian barang-barang yang tidak perlu, jarang digunakan dan tidak mendatangkan manfaat dalam jangka masa yang lama.
- 2 | Membeli barang-barang isian semula yang boleh disimpan dalam botol kaca dan bekas lain.
- 3 | Membeli barang-barang yang boleh digunakan untuk kegunaan-kegunaan lain seperti membeli pencuci serba guna yang boleh mencuci pelbagai barang atau kawasan.
- 4 | Membeli bahan-bahan yang tidak bertoksik kerana kebanyakan bahan-bahan ini tidak boleh dikitar semula dan berbahaya.
- 5 | Membeli bahan alternatif seperti soda, cuka dan lemon bagi menggantikan pencuci yang bertoksik dan berbahaya.

Penggunaan semula (*Reuse*)

Antara langkah-langkah yang boleh diambil ialah:

1. Menggunakan beg atau kotak berulang-ulang kali untuk membeli-belah atau menyimpan barang-barang.
2. Baju-baju yang telah koyak dan tidak boleh digunakan boleh dijadikan kain buruk atau kain perca yang dicantum menjadi alas meja atau selimut mengikut kreativiti masing-masing.
3. Tayar lama yang telah haus dan tidak boleh digunakan semula boleh dijadikan sebagai pasu atau pagar yang disusun dengan kemas di sekeliling rumah.
4. Kotak terpakai atau kertas kadbod yang telah diconteng boleh digunakan sebagai pelapik dan boleh dicantum semula dan dihias mengikut kreativiti masing-masing untuk dijadikan kotak simpanan barang.
5. Kayu lama seperti papan lapis yang tidak digunakan boleh dijadikan sebagai bahan kraf tangan dan dijadikan hiasan di dalam rumah.

Informasi

Contoh-contoh barang yang boleh diguna semula:

- Sampul surat
- Botol kaca dan plastik
- Pakaian lama
- Surat khabar dan kertas kadbod

Sumber: Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal Negara

Kitar semula (*Recycle*)

Berikut ialah kaedah yang boleh dilaksanakan oleh setiap isi rumah:

Menyediakan empat bekas untuk sisa pepejal daripada komposisi:

- Plastik
- Kertas
- Aluminium dan gelas
- Lain-lain sisa pepejal

1

Memastikan bahan-bahan yang boleh dikitar semula dibersihkan dan diletakkan pada tempat yang sepatutnya mengikut kategori masing-masing, seperti mengosongkan dan membersihkan botol minuman kaca atau botol pencuci.

2

Sekiranya bahan kitar semula tidak diambil, pengguna boleh menghantar sendiri ke tempat penyimpanan atau bekas sisa pepejal yang disediakan atau menghantar terus ke pusat kitar semula.

3

Meletakkan bahan-bahan yang boleh dikitar semula di tempat yang berasingan dengan sisa pepejal yang lain bagi memudahkan pengurusan sisa pepejal mengasingkan bahan kitar semula untuk dihantar ke pusat kitar semula.

4

3.2.5 Produk daripada Sisa Pepejal

Menghasilkan produk daripada bahan terpakai merupakan salah satu kaedah 3R, iaitu guna semula. Kaedah ini dapat mengurangkan pembelian barang-barang baharu dan secara tidak langsung mengurangkan penjanaan sisa pepejal. Antara bahan-bahan yang boleh digunakan semula ialah tayar, botol, kain, tin aluminium dan lain-lain.

Bahan-bahan:

Dua biji tayar (perlu dibasuh dan dikeringkan terlebih dahulu), empat biji roda, papan berbentuk bulat (diameter lebih besar daripada diameter tayar), kertas pasir, cat minyak, pengilat kayu, berus cat, gam kuat, skru dan pemutar skru.



1. Cat kedua-dua biji tayar pada bahagian luar, atas dan bawah tayar dengan menggunakan cat minyak dan biarkan kering.

2. Tayar ditampal dengan menggunakan gam kuat dan biarkan sehingga gam kering.



3. Empat biji roda dipasang pada satu bahagian bawah tayar dengan menggunakan skru dan diterbalikkan kedudukan tayar tersebut.

4. Kemudian, kayu bulat diletakkan di atas tayar dan skrukan.





5. Bahagian kayu dikemaskan dengan menggunakan kertas pasir dan pengilat kayu.

6. Meja yang telah siap boleh digunakan di ruang tamu dan sebagainya.





Latihan 3.2

1. Amalan 3R perlu dilaksanakan di peringkat rumah dan isi rumah perlu diberikan pendedahan berkenaan perkara ini. Sebagai ketua rumah, anda dikehendaki menggalakkan amalan 3R di rumah anda. Nyatakan aktiviti-aktiviti yang boleh dilakukan dalam menjayakan program 3R.
2. Kitar semula (*recycle*) memainkan peranan utama dalam mengurangkan jumlah sisa pepejal yang perlu dilupuskan. Kaedah ini dapat memastikan sisa pepejal yang sukar dilupuskan seperti plastik, dikumpulkan dan diproses menjadi produk yang boleh dijual dan digunakan. Nyatakan dua cara bagi proses pengumpulan bahan-bahan tersebut sebelum dihantar ke kilang untuk diproses.
3. Amalan 3R, iaitu pengurangan (*reduce*), guna semula (*reuse*) dan kitar semula (*recycle*) merupakan sistem pengurusan sisa pepejal yang perlu diketengahkan oleh masyarakat masa ini. Nyatakan maksud dan contoh ketiga-tiga sistem tersebut. 
4. Program 3R perlu diamalkan di rumah bagi membantu isi rumah dalam menguruskan sisa pepejal dan seterusnya memberi kesan positif kepada individu, masyarakat dan negara. Nyatakan kesan-kesan amalan 3R kepada masyarakat sekiranya setiap individu mengambil bahagian untuk menjayakan program 3R. 
 - a. _____
 - b. _____
 - c. _____
5. Secara berkumpulan, bina satu blog mengenai amalan 3R yang dilaksanakan di Malaysia. Berikan info-info yang menarik dalam blog tersebut.



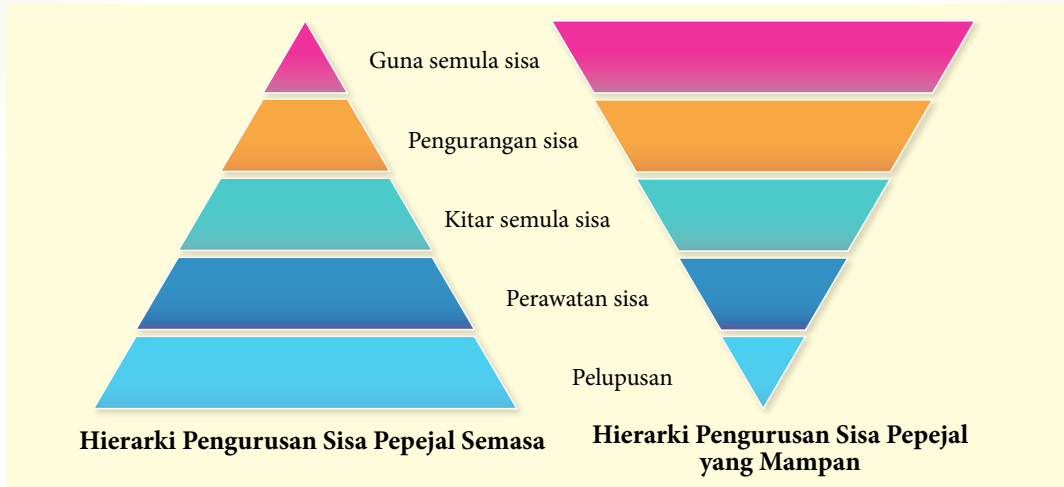
RUMUSAN

Definisi sisa pepejal

Bahan yang tidak diperlukan oleh manusia dan perlu dilupuskan.



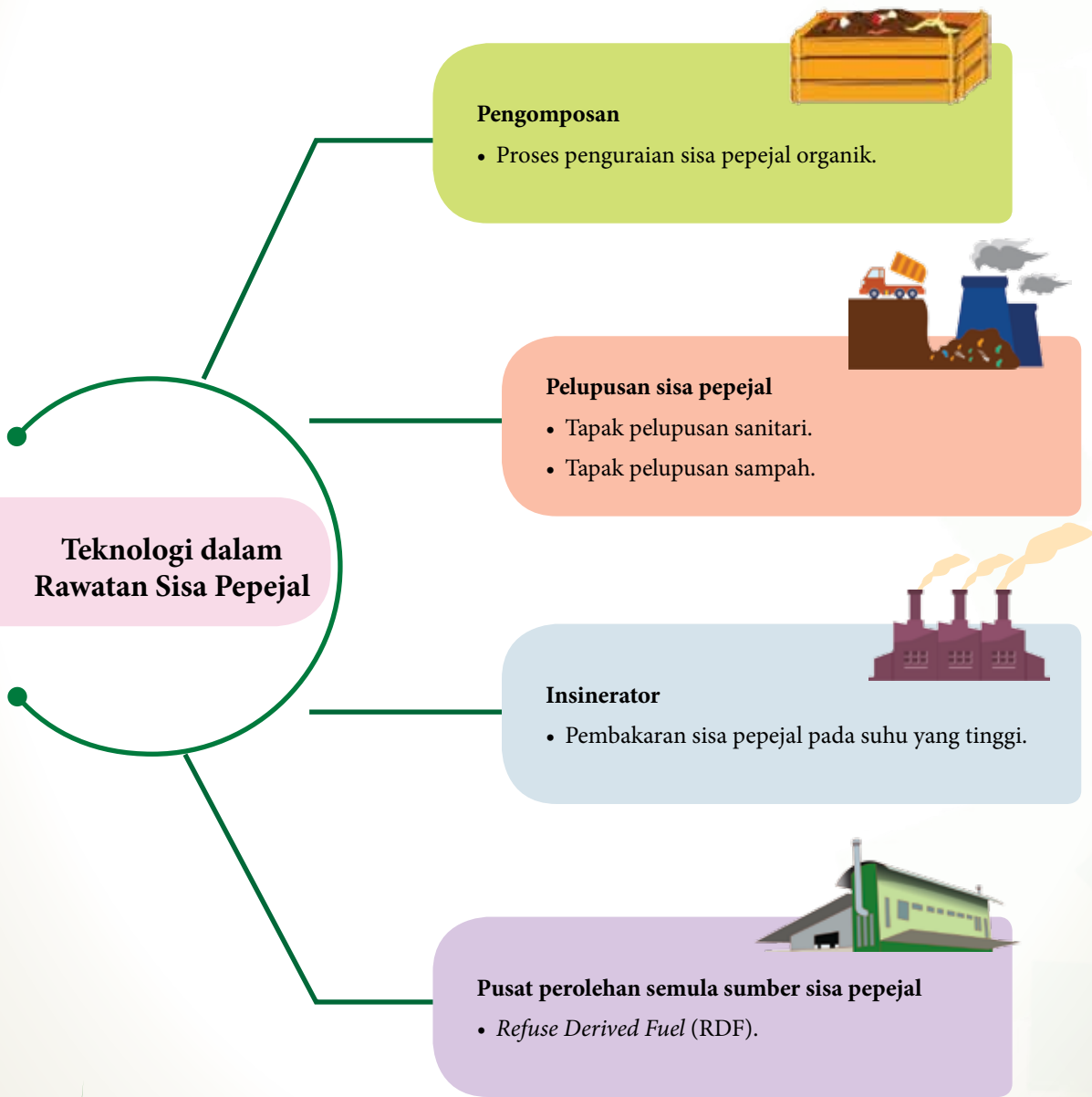
Hierarki Pengurusan Sisa Pepejal



Elemen Pengurusan Sisa Pepejal



Keperluan Pengurusan Sisa Pepejal yang Sistematik			
Mengurangkan kos pengurusan sisa pepejal.	Mengurangkan pencemaran alam sekitar.	Mengurangkan jumlah sisa pepejal yang perlu dilupuskan ke tapak pelupusan.	Mengurangkan masalah berkaitan kesihatan.






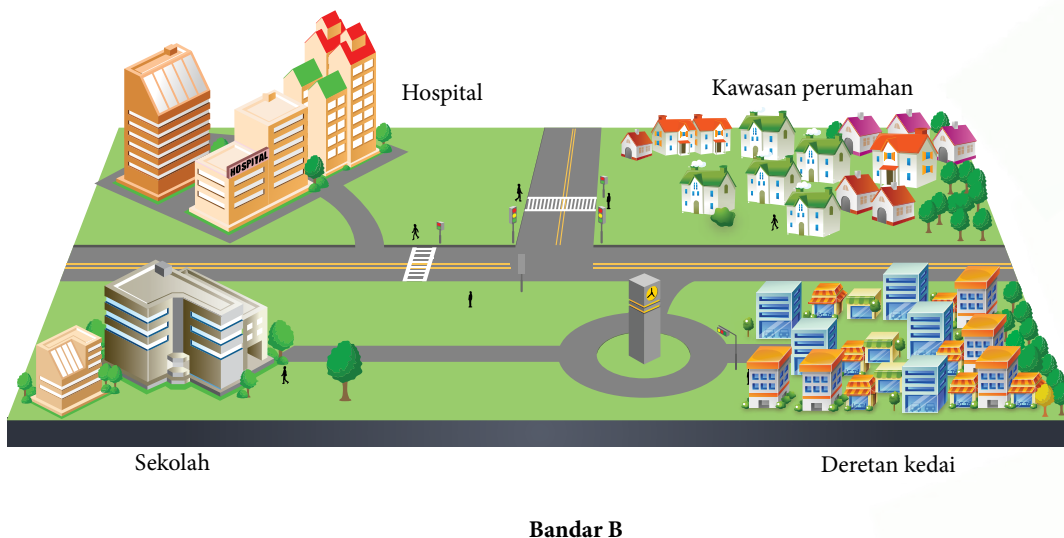


LATIHAN PENGUKUHAN

1. Kawasan bandar telah menjana jumlah sisa pepejal yang tinggi disebabkan oleh populasi dan aktiviti yang dijalankan di kawasan tersebut. Tambahan pula, keluasan tempat pelupusan yang terhad menyukarkan pelupusan sisa pepejal. Nyatakan dan bincangkan aktiviti yang boleh dilakukan oleh masyarakat di kawasan bandar bagi mengurangkan jumlah yang sisa pepejal.
2. Hierarki pengurusan sisa pepejal merupakan tahap penggunaan kaedah-kaedah pelupusan sisa pepejal yang terdapat di kebanyakan negara yang sedang membangun. Nyatakan tiga kaedah pelupusan sisa pepejal yang sering digunakan dan huraikan proses pelupusan bagi kaedah-kaedah tersebut.
3. Pengurusan sisa pepejal yang teratur dan sistematik merupakan kunci utama pembangunan sesebuah negara. Sistem pelupusan yang tidak terkawal dan tidak disenggara dengan baik akan memberikan kesan terhadap alam sekitar dan manusia. Bincangkan kesan-kesan terhadap alam sekitar sekiranya pengurusan sistem pelupusan sisa pepejal tidak dijalankan dengan baik.
4. Ahmad dan rakan-rakannya telah menerima air kotak minuman percuma daripada pihak sekolah. Sewaktu perjalanan pulang dari sekolah, mereka minum air kotak tersebut dan kemudian membuang kotak minuman yang telah kosong ke dalam longkang berhampiran. Nyatakan akibat yang akan diterima oleh penduduk berhampiran terhadap sikap yang telah dilakukan oleh Ahmad dan rakan-rakan serta jelaskan tindakan yang sepatutnya dilakukan oleh mereka.
5. Pengomposan merupakan jalan alternatif untuk melupuskan sisa pepejal. Kaedah ini ialah proses penguraian di mana sisa pepejal organik seperti sisa makanan, sisa taman/kebun, sisa kayu dan lain-lain diuraikan oleh mikroorganisma menjadi bahan mirip tanah yang dikenali sebagai humus. Nyatakan kelebihan dan kekurangan menggunakan kaedah pengomposan di kawasan pendalaman.
6. Insinerator ialah alat yang direka untuk membakar sisa pepejal pada suhu yang tinggi bagi menghasilkan abu yang mempunyai isi padu yang rendah, sekali gus mengurangkan keperluan kawasan tapak pelupusan. Nyatakan perbezaan antara penggunaan insinerator dengan penggunaan tapak pelupusan sanitari.
7. Sebuah kilang alat tulis dan buku di Senawang telah menghasilkan sejumlah besar sisa pepejal plastik dan kertas setiap bulan. Mereka telah menghantar sisa pepejal tersebut ke pusat perolehan semula sumber sisa pepejal yang terletak di Kajang bagi menghasilkan bahan api yang dikenali sebagai *Refused Derived Fuel* (RDF). Jelaskan dengan terperinci proses-proses yang terlibat dalam penghasilan RDF.



8. Kaedah 3R merupakan jalan penyelesaian terbaik bagi masalah peningkatan jumlah sisa pepejal yang terhasil di Malaysia. Terangkan maksud 3R dan nyatakan contoh yang sesuai bagi setiap elemen tersebut.
9. Program 3R telah lama diperkenalkan di Malaysia tetapi kurang mendapat sambutan daripada masyarakat. Hal ini disebabkan oleh kurang kesedaran dan tidak mendapat informasi yang tepat berkenaan program ini. Nyatakan tindakan yang perlu dilakukan oleh pihak yang berkaitan bagi memastikan program 3R dapat dijalankan. 
10. Pengurangan penajaan sisa pepejal merupakan cara pertama yang perlu diambil oleh setiap individu bagi mengurangkan masalah lambakan sisa pepejal. Bincangkan kaedah-kaedah yang boleh diambil bagi membantu pengurangan sisa pepejal di kawasan bandar. 
11. Terdapat lima elemen penting dalam hierarki pengurusan sisa pepejal. Walau bagaimanapun, urutan elemen itu perlu diubah suai bagi menyelesaikan masalah peningkatan sisa pepejal pada masa ini. Nyatakan perbezaan dalam hierarki yang baru dan kesan perubahan tersebut dalam sistem pengurusan sisa pepejal.
12. Penyimpanan sisa pepejal memerlukan kaedah yang tepat dan jitu daripada pelbagai segi untuk memastikan tiada sebarang masalah sepanjang proses penyimpanan. Nyatakan faktor-faktor yang perlu diambil kira ketika menyediakan tempat simpanan sisa pepejal dan berikan kesan-kesan sekiranya faktor-faktor tersebut diabaikan. 



13. Bandar B merupakan kawasan pembangunan yang baru dibina dan tidak mempunyai kawasan pelupusan sisa pepejal. Sebagai seorang jurutera, anda dikehendaki mencadangkan sistem pelupusan sisa pepejal yang sesuai bagi kawasan tersebut. Nyatakan pilihan anda dan sebab-sebab anda memilih sistem tersebut. Pastikan perbincangan anda merangkumi beberapa faktor penting seperti tempoh pelupusan sisa pepejal, kos pembinaan dan sebagainya.
14. Sistem pengurusan sisa pepejal yang tidak teratur telah menyebabkan banyak sisa pepejal yang perlu dilupuskan di tapak pelupusan sisa pepejal. Selain itu, kos pengurusan sisa pepejal juga meningkat. Nyatakan masalah-masalah yang akan dihadapi oleh penduduk yang berada di kawasan berhampiran kawasan pelupusan sisa pepejal sekiranya tapak pelupusan sisa pepejal tidak diuruskan dengan baik.



aras tanda rujuk yang digunakan sewaktu menjalankan tinjau selidik topografi; penandaarasan perbuatan menentukan tanda aras.

ayakan hasil mengayak; apa-apa yang sudah diayak.

berkala berulang-ulang pada waktu yang tetap (mengikut jangka waktu yang tertentu).

biogas gas yang dihasilkan melalui tindakan bakteria ke atas bahan buangan organik dan digunakan sebagai bahan api.

domestik bukan hal (urusan dan lain-lain) dalam negeri.

ekologi hubungan antara tumbuhan, binatang dan manusia dengan persekitaran.

ekosistem sistem lingkungan hidup semula jadi yang terbentuk sebagai hasil daripada tindakan yang menyaling antara benda-benda hidup dengan persekitarannya.

elemen sesuatu yang menjadi bahagian dalam sesuatu keseluruhan unsur.

enap sesuatu yang bercampur dengan air dan lain-lain dan turun ke bawah serta berlonggok di dasar, endap, endapan.

herarki tatattingkat.

implikasi kesan (kemungkinan dan sebagainya) yang terbit atau dapat ditakrif daripada sesuatu.

industri perusahaan (biasanya secara besar-besaran) untuk membuat, menghasilkan, mengeluarkan barangan.

inovatif merupakan (bersifat) inovasi.

justifikasi sesuatu alasan (yang kuat) yang menjadikan sesuatu wajar dilakukan (diusahakan dan sebagainya) atau diberikan, hujah (pendapat dan sebagainya) yang dikemukakan sebagai alasan bagi sesuatu.

karbon dioksida sejenis gas yang tidak berwarna, tidak berbau dan digunakan di dalam alat pemadam api, minuman bergas, aerosol dan terdapat 0.03 peratus dalam atmosfera.

kitar semula kaedah atau teknik memproses bahan seperti tin, botol dan kertas yang telah digunakan supaya dapat digunakan semula.

kitaran gerakan berkitar, kisaran.

klorin istilah gas berwarna hijau kekuningan dan berbau busuk (biasanya digunakan untuk membunuh kuman di dalam air).

kondusif sesuai, baik dan sebagainya untuk membantu, mencapai atau mendorong menghasilkan sesuatu.

konkrit campuran simen, pasir, batu kelikir dan air untuk pembinaan bangunan dan lain-lain.

konvensional berdasarkan yang biasa dilakukan atau diamalkan; mengikut atau sebagaimana yang ditentukan oleh konvensi.



kriteria dasar atau ukuran untuk menentukan nilai (kategori dan lain-lain) sesuatu.

mendapan lumpur, pasir dan lain-lain yang turun ke bawah iaitu mendak.

organik bahan yang di dalamnya terdapat unsur karbon.

pasca sesudah, selepas, setelah.

pelupusan perihal (perbuatan dan sebagainya) melupuskan.

penyenggaraan ujian, ukuran, penggantian, pelarasan dan kerja pembaikan yang dijalankan untuk menjaga peralatan atau atur cara supaya berada dalam keadaan baik.

pepejal benda yang mempunyai bentuk yang tidak berubah-ubah; benda yang pejal atau keras (seperti batu, kayu).

pemfloridaan istilah proses mencampurkan florida ke dalam bekalan air dan lain-lain.

penguraian perbuatan (hal dan sebagainya) menguraikan sesuatu. Proses memisah-memisahkan sesuatu bahan kimia dengan menggunakan tenaga elektrik.

radioaktif istilah mempunyai atom yang memecah dan mengeluarkan sinar dalam bentuk zarah bercas elektrik yang dapat menembusi benda legap dan memberi kesan elektrik.

senggara menyenggara membuat kerja-kerja supaya (sesuatu) berada dalam keadaan baik.

substruktur struktur yang mendasari atau menyokong struktur, binaan dan sebagainya.

superstruktur struktur atau binaan yang dibina di atas bahagian utama sesuatu bangunan.





- Abd. Samad Hanif, Azmi Basir, Mohd. Saaya Mohd Adris, Maimunah Husien. (2011). *Teknologi Kejuruteraan Tingkatan 4*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Abdul Aziz Abdul Latiff, Abu Bakar, Ismail Yusof. (2003). *Pengajian Kejuruteraan Tingkatan 5*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Agamuthu Paiatamby & Masaru Tanaka. (2014). *Municipal Solid Waste Management in Asia and the Pacific Islands: Challenges and Strategic Solution*. New York: Springer.
- Amad, M. N. (n.d.). *Modul Politeknik: Nota Kejuruteraan Awam (Perkhidmatan Mekanikal 1)*. Tidak diterbitkan.
- B., A. J. (2008). *Economic Development, Pollutant Emissions and Energy Consumption in Malaysia*. Journal of Policy Modeling, 271-278.
- Badron, J. (2007). *Teknologi Binaan Bangunan*. Selangor: IBS Buku Sdn. Bhd.
- Barrow, C. J. (1996). *Environmental and Social Impact Assessment: An Introduction*. United Kingdom: University of Wales Swansea.
- CIBSE. (2007). *Guide L Sustainability*. London and United Kingdom: Chartered Institution of Building Services Engineers.
- Evolusi Rawatan Kumbahan*. (2017). Dicapai daripada Indah Water Konsortium Sdn. Bhd.: <https://www.iwk.com.my/do-you-know/the-evolution-of-sewage-treatment-my>.
- Ferdoushi Ahmed, Chamhuri Siwar & Rawshan Ara Begum. (2014). *Water Resources in Malaysia: Issues and Challenges*. Food, Agriculture and Environment Issues 2, 1100-1104.
- Jamadi Yasin & Yahaya Ramli. (1999). *Kerja Paip: Pembekalan Air Sejuk, Saliran dan Pembersihan (Edisi Kedua)*. Skudai: Universiti Teknologi Malaysia.
- K, S. (2009). *Engineering Hydrology (3rd Edition)*. New York: McGraw Hill.
- Latifah Abd Manaf, Mohd Armi Abu Samah & Nur Ilyana Mohd Zukki. (2009). *Municipal Solid Waste Management in Malaysia: Practices and Challenges*. Waste Management, Volume 29, Issue 11. 2902-2906.
- Lay, O. B. (2013). *Beyond Environmental Comfort*. London & United Kingdom: Taylor & Francis.
- Maimunah. (2003). *Teknologi Kejuruteraan Tingkatan 5*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Metcalf & Eddy. (2003). *Waste Water Engineering: Treatment, Disposal and Reuse (4th Edition)*. New York: McGraw Hill.
- Mohamad Ashrul Haron, F. R. (2014). *Binaan Bangunan*. Dicapai daripada Asas Binaan Bangunan: <http://asas-binaanbangunan.blogspot.my/>.
- Mohamad Kelana Juwit, M. F. (n.d.). *Modul Politeknik: Nota Kejuruteraan Awam (Ukur Kejuruteraan)*. Tidak diterbitkan.
- Mohamad, M. M. (2016). *Modul Binaan Bangunan*. Batu Pahat: Tidak diterbitkan.

Paal, Y. (2005). *Pengajian Kejuruteraan Awam Tingkatan 4*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.

Pengasingan Sisa Pepejal di Punca. (2015, September 7). Dicapai daripada Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal Negara (JPSPN): <http://jpspn.kpkt.gov.my/index.php/pages/view/127>.

Pengomposan-Takakura Home Method. (2017). Dicapai daripada Portal Rasmi SWCorp: <http://www.swcorp.gov.my/index.php/pengkomposan-takakura-home-method>.

Rawatan Sisa Pepejal. (2017). Dicapai daripada Indah Water Konsortium Sdn. Bhd.: <https://www.iwk.com.my/do-you-know/sewage-treatment-plant-my>.

Sandra F. Mendler & Odell William. (2000). *The HOK Guidebook to Sustainable Design*. New York: John Wiley & Sons Inc.

Sani, S. (1997). *Environmental Quality Act 1974: Then and Now*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.

Sejarah Pengurusan Sisa Pepejal. (2017). Dicapai daripada Portal Rasmi SWCorp Malaysia: <http://www.swcorp.my/index.php/utama/199-sisa-pepejal/521-sejarah-pengurusan-sisa-pepejal>.

Stamatina T. Rassia & Panos M. Pardalos. (2012). *Sustainable Environmental Design in Architecture*. New York: Springer.

Sumber Air di Malaysia, Majalah Tentang Air dan Kumbahan: Penting. (2016). Selangor: Persatuan Pengguna Air dan Tenaga Malaysia (WECAM) dan Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara (SPAN).

The Civil Engineering. (2012). Dicapai daripada Top-Down Construction: <https://constructionduniya.blogspot.my/2012/02/top-down-construction.html>.

William, D. E. (2007). *Sustainable Design: Ecology, Architecture, and Planning*. New York: John Wiley & Sons Inc.

Yahaya, N. (2012). *Solid Waste Management in Malaysia: The Way Forward, National Solid Waste Management Department*. Putrajaya: Ministry of Urban Wellbeing, Housing and Local Government.



**A**

amalan 3R *iv, v, 174, 211, 212, 214, 218, 222*
ayakan tanah 34, 38, 39, 40

B

berkala 86, 87, 88, 91, 109, 229
bioefluen 163, 164, 165, 167
biogas 163, 164, 209, 229
biopepejal 163, 164

D

dinding tanggung beban 13, 14, 74, 75, 108
domestik 116, 143, 144, 145, 146, 148, 154, 156, 169, 171

E

elemen kelestarian *iii, iv, 89, 90, 104, 211, 217*
enap cemar teraktif 153, 158, 161, 166, 170

G

guna semula 176, 185, 187, 189, 211, 220, 222, 224

H

hierarki *iv, 176, 189, 204, 211, 224, 226, 227*

I

inovatif 99, 109, 203
insinerator 188, 199, 204, 207, 208, 224, 225, 226

J

jaminan 9, 43, 85, 109
justifikasi 20, 59, 66, 87, 89, 107, 176

K

kaedah berasingan 143, 149, 150, 152, 169, 171
kaedah bergabung 143, 149, 151
kerja tanah 9, 42, 51, 52, 61, 62, 64, 66, 83, 84, 109
kolam penstabil sisa 156, 157
konduusif 94, 107, 109, 112
konvensional 10, 14, 19, 100, 101, 108, 124
kriteria *iii, 4, 6, 89, 90, 91, 95, 97, 99, 100, 108, 109*

L

lagun berudara 153, 157, 158, 167

M

metana 162, 164, 191, 207, 209, 218

P

pascapembinaan *iii, 2, 9, 85, 88, 93, 108, 109*
pembasmian kuman 125, 127, 138, 141, 142, 171, 173
pembauran kimia 125, 127, 132
pembinaan hijau 18, 19, 108
pencegahan 86, 87, 88, 109
pemfloridaan 125, 127, 137
pengenapan 125, 127, 134, 135, 140, 142, 160, 161, 168
pengentalan 125, 127, 133, 134, 138
penggumpalan 125, 127, 133
pengomposan 188, 199, 204, 205, 206, 224, 225, 226
penyaringan 125, 126, 128, 129, 130, 142, 153, 170, 171
penyesuaian pH 125, 127, 138
prapembinaan *iii, 2, 9, 21, 93, 108*



R

rawatan perantaraan 176, 185, 188, 193, 194, 198, 204, 210, 224

S

sistem pembedungan *iv*, 114, 143, 148, 149, 150, 151, 152, 162, 169, 171, 173

sistem perpaipan 7, 43, 61, 78, 79, 108

sistemik *iv*, 91, 149, 152, 185, 189, 190, 195, 202, 207, 211, 225, 226

substruktur 9, 10, 11, 53, 61, 65, 67, 71, 82

superstruktur 9, 10, 11, 53, 61, 65, 71, 82, 109

T

taksiran 9, 21, 42, 44, 45, 108

tangki septik 143, 144, 148, 149, 151, 153, 154, 155, 166, 169

tapak pelupusan sanitari 198, 199, 204, 207, 218, 224, 225, 226

top-down 11, 12, 13, 19, 108

turus cucur 153, 159, 160, 166, 170

U

uji tanah *iii*, 9, 21, 23, 34, 108

ukur aras 23, 24, 26, 28, 30, 32, 33, 59

ukur tanah *iii*, 9, 21, 23, 24, 60, 63, 108

V

voltan 80



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



RM29.95

ISBN 978-967-0520-90-2



FT315001