

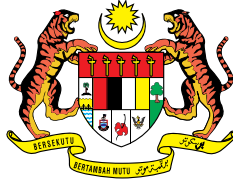


KEMENTERIAN
PENDIDIKAN
MALAYSIA

PENGAJIAN KEJURUTERAAN AWAM

Tingkatan
4





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 TEKNIKAL

PENGAJIAN KEJURUTERAAN AWAM TINGKATAN 4

PENULIS

DR. ZALIZA HANAPI
MOHD EFFENDI JAMLOS
NOOR KHAIRUL IDHAM NORDIN

EDITOR

NUR RITA MOHAMED ASERI

PEREKA BENTUK

SITI FARAH HANI SAMION

ILUSTRATOR

ISZA AFIQAH ISKANDAR

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

2019



KEMENTERIAN
PENDIDIKAN
MALAYSIA

No. Siri Buku: 0156

KPM2017 ISBN 978-967-2212-58-4
Cetakan Pertama 2019
© 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, Sungai 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:
Mudah Urus Enterprise.
No 143, Jalan KIP 8,
Taman Perindustrian KIP,
Bandar Sri Damansara,
52200 Kuala Lumpur.
No. Telefon: 03-62734337
No. Faksimile: 03-62735337

PENGHARGAAN

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

- Jawatankuasa Penambahbaikan Prof Muka Surat, Bahagian Sumber dan Teknologi Pendidikan, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Jawatankuasa Penyemakan Pembetulan Prof Muka Surat, Bahagian Sumber dan Teknologi Pendidikan, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Jawatankuasa Penyemakan Naskhah Sedia Kamera, Bahagian Sumber dan Teknologi Pendidikan, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Pegawai-pegawai Bahagian Sumber dan Teknologi Pendidikan dan Bahagian Pembangunan Kurikulum, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Jawatankuasa Peningkatan Mutu, Aras Mega (M) Sdn. Bhd.
- Semua pihak yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam usaha menjayakan penerbitan buku ini.

KANDUNGAN

Pendahuluan

v

Pengenalan Ikon

vi

BAB 1

PENGENALAN KEPADA KEJURUTERAAN AWAM

- | | | |
|-----|---|----|
| 1.1 | Kepentingan Kejuruteraan Awam | 4 |
| 1.2 | Nilai dan Etika Profesional | 26 |
| 1.3 | Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan di Tapak Bina | 30 |
| 1.4 | Penilaian dan Pengurusan Risiko | 36 |



BAB 2

BAHAN DAN STRUKTUR BINAAN

- | | | |
|-----|-----------------|----|
| 2.1 | Bahan Binaan | 52 |
| 2.2 | Struktur Binaan | 83 |
| 2.3 | Rasuk | 98 |



BAB 3

PEMBINAAN BANGUNAN

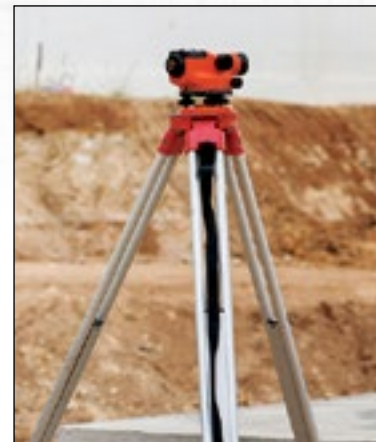
3.1	Penyiasatan Tapak	118
3.2	Proses Pembinaan	135
3.3	Taksiran	153
3.4	Pengurusan Projek	168



BAB 4

UKUR KEJURUTERAAN

4.1	Kerja Geomatik (Ukur Tanah)	182
-----	-----------------------------	-----



<i>Glosari</i>	235
<i>Senarai Rujukan</i>	238
<i>Indeks</i>	241

PENDAHULUAN

Buku teks Pengajian Kejuruteraan Awam Tingkatan 4 ini dikarang berdasarkan Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) yang digubal berlandaskan Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM).

Buku ini merupakan salah satu Mata Pelajaran Elektif Teknikal (MPET) dalam kelompok Sains, Teknologi dan Kejuruteraan dan Matematik (STEM). Buku teks Pengajian Kejuruteraan Awam Tingkatan 4 ini mengandungi empat bab iaitu Pengenalan Kepada Kejuruteraan Awam, Bahan dan Struktur Binaan, Pembinaan Bangunan dan Ukur Kejuruteraan.

Halaman rangsangan dalam buku ini dipersembahkan secara *double spread* dan mengandungi standard kandungan yang bakal dipelajari oleh murid. Foto juga digunakan bagi mencetus minat murid dan persediaan mereka untuk belajar.

Kandungan dalam buku ini disertakan juga dengan pelbagai aktiviti perbincangan berkumpulan, berpasangan atau individu. Dalam buku teks ini juga menyediakan pelbagai jenis penyendal iaitu maklumat tambahan yang menarik berkaitan dengan tajuk yang dipelajari. Setiap bab diakhiri dengan rumusan dan latihan pengukuhan.

Buku ini diharapkan dapat melahirkan murid dengan asas ilmu pengetahuan kemahiran dalam bidang kejuruteraan awam dan seterusnya membantu mereka berjaya dalam mencapai matlamat.

PENGENALAN IKON



Kata Kunci

Perkataan-perkataan yang berkaitan dengan pembelajaran yang bakal dipelajari.



Soalan-soalan kemahiran aras tinggi yang dapat menguji minda murid.



AKTIVITI

Aktiviti disediakan bagi membantu murid dalam memahami pembelajaran.



SUDUT INFO

Maklumat tambahan tentang perkara berkaitan dengan tajuk pembelajaran.



TAHUKAH KAMU?

Pengetahuan am yang boleh membantu dalam proses pengajaran dan pembelajaran.



Sila Imbas

Layari laman sesawang untuk mendapatkan aplikasi dan memuat turun *Quick Response Code* (QR Code).



LATIHAN PENGUKUHAN

Pelbagai latihan yang disediakan di akhir setiap bab yang berunsurkan KBAR dan KBAT.



RUMUSAN

Ringkasan bab yang dapat membantu murid faham dengan mudah.



PENGAJIAN KEJURUTERAAN AWAM

TINGKATAN 4

BAB 1

**PENGENALAN KEPADA
KEJURUTERAAN AWAM**

BAB 2

**BAHAN DAN
STRUKTUR BINAAN**

BAB 3

PEMBINAAN BANGUNAN

BAB 4

UKUR KEJURUTERAAN

BAB 1

PENGENALAN KEPADA KEJURUTERAAN AWAM

Standard Kandungan:

- 1.1 Kepentingan kejuruteraan awam
- 1.2 Nilai dan etika profesional
- 1.3 Keselamatan dan kesihatan pekerjaan di tapak bina
- 1.4 Penilaian dan pengurusan risiko



Kata Kunci

- Tapak bina
- Etika
- Kerjaya
- Kelestarian
- Risiko



1.1 KEPENTINGAN KEJURUTERAAN AWAM

Kejuruteraan awam dalam pembangunan rangkaian infrastruktur dan kemudahan awam meliputi pengangkutan, jambatan, bangunan, bekalan air, pembentungan dan sebagainya adalah bertujuan meningkatkan taraf hidup penduduk termasuk peningkatan dalam pendapatan, peningkatan dalam taraf pekerjaan dan pendidikan. Pembangunan yang dijalankan perlulah sekata agar pembangunan yang memenuhi kehendak hari ini tidak memudaratkan kehendak generasi akan datang.

Dengan kata lain, kejuruteraan awam penting dalam menyelesaikan masalah sosioekonomi negara kerana bidang ini banyak mempengaruhi kesejahteraan rakyat, kualiti kehidupan, daya saing, kemampuan seterusnya masa hadapan negara kita.

1.1.1 Definisi Kejuruteraan Awam

Kejuruteraan awam ialah satu bidang yang berkaitan dengan perancangan, reka bentuk, pembinaan dan penyelenggaraan bagi kemudahan dan keselesaan kepada pengguna di samping memastikan alam sekitar sentiasa terpelihara.

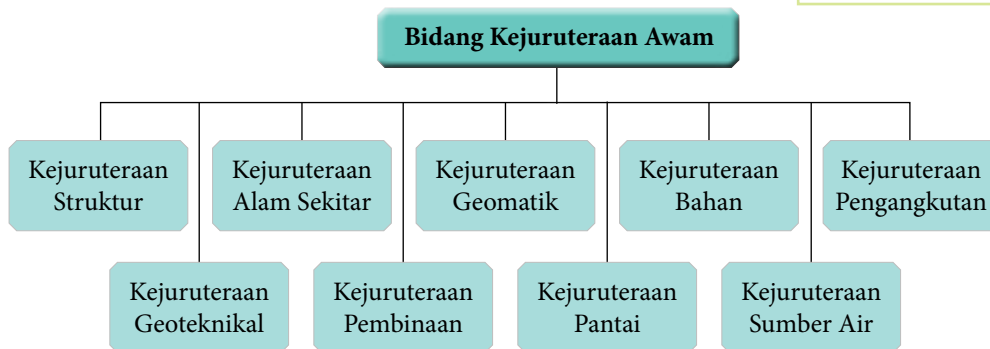
1.1.2 Bidang dan Prospek Kerjaya dalam Kejuruteraan Awam

Kejuruteraan awam ialah bidang kejuruteraan yang paling luas dan terawal. Bidang ini melibatkan kerja-kerja merancang, mereka bentuk, membina dan menyelenggara. Kejuruteraan awam merangkumi kerja pembinaan kemudahan infrastruktur seperti bangunan, jambatan, jalan raya, terusan, empangan, perkhidmatan bekalan air dan rawatan air kumbahan. Cabaran utama bidang ini ialah penggunaan sumber asli secara efektif dan efisien dalam menyediakan kemudahan awam di samping menjamin kelestarian alam sekitar. Rajah 1.1 menunjukkan bidang-bidang yang ada dalam kejuruteraan awam.



AKTIVITI

Dapatkan skop kerja bagi setiap bidang kejuruteraan awam dan bincangkannya.



Rajah 1.1 Bidang kejuruteraan awam

Bidang kejuruteraan awam mempunyai skop yang luas. Jurutera awam terlibat terus dalam pembinaan semua infrastruktur yang diperlukan untuk menjamin keselesaan serta keselamatan kehidupan manusia. Hal ini termasuklah pembinaan rumah, bangunan, jalan raya, empangan, lapangan terbang, pelabuhan, sistem bekalan air, sistem rawatan air kumbahan, sistem tebatan banjir dan sebagainya. Dalam projek-projek ini, jurutera awam perlu bertindak sebagai perancang, pereka bentuk dan pembina. Kekukuhan dan kestabilan struktur selepas pembinaan siap juga menjadi tanggungjawab jurutera awam. Foto 1.1 menunjukkan situasi di tapak bina. Foto tersebut menunjukkan bahawa sesebuah projek pembinaan memerlukan jurutera awam yang berperanan sebagai pengurus projek dalam memastikan tempoh, kos dan kualiti dapat dicapai.

Apakah perkaitan di antara tempoh, kos dan kualiti bagi sesebuah projek pembinaan?



Foto 1.1 Tapak bina

Lepasan kejuruteraan awam boleh bekerja sama ada dalam sektor awam atau swasta. Dalam sektor awam, mereka ditugaskan sama ada untuk mereka bentuk kemudahan kejuruteraan, menyelia projek pembinaan bagi pihak kerajaan atau terlibat dalam operasi dan penyelenggaraan infrastruktur awam manakala dalam sektor swasta pula mereka boleh bekerja dengan pihak perunding, kontraktor dan pemaju. Bagi individu yang memperoleh Ijazah Sarjana dan Kedoktoran pula, mereka boleh menceburi kerjaya sebagai tenaga pengajar dan penyelidik di Institut Pengajian Tinggi Awam (IPTA), Institut Pengajian Tinggi Swasta (IPTS) dan agensi penyelidikan.

Peranan jurutera awam juga perlu mengikut trend cara hidup masyarakat dan teknologi dunia. Pengetahuan, kesedaran dan kepekaan masyarakat terhadap kualiti alam sekitar adalah untuk menjamin kehidupan yang bermutu akan meningkat.

1. Membuat penelitian yang intensif terhadap teknologi kejuruteraan dan kesan kepada pembinaan.
2. Memastikan sesuatu projek tersebut tidak hanya akan memberikan kemudahan dan keselesaan kepada masyarakat tetapi menjamin supaya alam sekitar terpelihara dalam jangka masa pendek dan panjang.
3. Prihatin dengan masalah sosial dan kemajuan teknologi terkini.
4. Berkebolehan dalam hal ekonomi, pengurusan, teknologi komputer dan kemasyarakatan terkini supaya dapat melengkapkan diri untuk membantu negara menuju ke arah negara maju.

**SUDUT INFO**

Jurutera awam boleh menceburi bidang perniagaan dengan membuka syarikat perundingan atau kontraktor.

1.1.3 Pihak yang Terlibat dalam Projek Pembinaan Kejuruteraan Awam

Dalam melaksanakan pembinaan sesebuah projek kejuruteraan awam, terdapat banyak pihak yang terlibat dalam memainkan peranan agar projek tersebut dapat disiapkan dalam tempoh dan kos serta kualiti yang ditetapkan. Selain itu, mereka juga mempunyai tanggungjawab agar projek yang dijalankan tidak memberi kesan negatif kepada alam sekitar. Rajah 1.2 menunjukkan pihak yang terlibat dalam projek pembinaan kejuruteraan awam.



Sejauh manakah peranan dan kepentingan pihak berkuasa yang terlibat dalam projek pembinaan?



Rajah 1.2 Pihak yang terlibat dalam projek pembinaan kejuruteraan awam

1. Klien

Klien ialah pemilik kepada projek pembinaan yang dijalankan dan terdiri daripada pihak kerajaan, agensi atau swasta. Klien bertanggungjawab menyediakan peruntukan kewangan. Klien mempunyai idea dan konsep projek pembinaan yang hendak dibina. Foto 1.2 menunjukkan klien sedang berbincang.



Foto 1.2 Klien

2. Perunding

Perunding merupakan pasukan teknikal profesional. Mereka terdiri daripada arkitek, jurutera awam, jurutera mekanikal, jurutera elektrik, juruukur bahan dan juruukur tanah. Perunding bertanggungjawab memastikan objektif pihak klien dapat dipenuhi. Perunding akan mewakili klien di tapak bina.

Perunding memainkan peranan utama dalam menyediakan reka bentuk, lukisan dan spesifikasi, pengurusan kontrak, pengurusan projek dan pembayaran kemajuan kepada kontraktor. Selain itu, mereka akan menasihati kontraktor dari aspek teknikal dan pihak kontraktor perlu akur dengan arahan pihak perunding. Foto 1.3 menunjukkan perunding sedang berbincang bersama dengan klien. Jadual 1.1 menunjukkan peranan dan tanggungjawab perunding bagi memastikan projek pembinaan menepati tempoh, kos dan kualiti yang ditetapkan.



Foto 1.3 Perunding

Jadual 1.1 Peranan dan tanggungjawab perunding

Perunding	Peranan dan Tanggungjawab
Arkitek	<ul style="list-style-type: none"> Menyediakan ringkasan projek mengikut kehendak klien. Menyediakan pelan konsep, pelan susun atur, pelan tapak projek dan lukisan butiran bangunan. Mereka bentuk dan menyediakan lukisan arkitek.
Jurutera Awam	<ul style="list-style-type: none"> Merancang, menyelia dan mengurus pelbagai aspek pembinaan. Membuat analisis struktur dan reka bentuk kejuruteraan awam. Membuat kajian kemungkinan.
Jurutera Mekanikal	<ul style="list-style-type: none"> Mengurus dan menyelia kerja pemasangan sistem mekanikal. Mereka bentuk sistem mekanikal bangunan seperti sistem pam dan sistem mencegah kebakaran. Memastikan sistem yang direka bentuk memenuhi piawaian dan mendapat kelulusan Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia.
Jurutera Elektrik	<ul style="list-style-type: none"> Mengurus dan menyelia projek kerja-kerja pemasangan elektrik. Mereka bentuk sistem pendawaian. Menguji sistem pendawaian dan perkakas.
Juruukur Tanah	<ul style="list-style-type: none"> Mendapatkan pelan akui daripada Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM) untuk menentukan kedudukan tapak projek. Memulakan kerja ukur tanah bagi menentukan keluasan, sempadan dan aras formasi tapak. Mengawasi kerja pemotongan dan penambakan.
Juruukur Bahan	<ul style="list-style-type: none"> Menyediakan dan menyemak anggaran kos. Menyediakan dan menyemak dokumen tender. Menyediakan laporan penilaian tender dan mencadangkan pemilihan kontraktor.

3. Institusi Kewangan

Institusi kewangan merupakan bank-bank tempatan yang berdaftar dengan Bank Negara Malaysia. Contohnya ialah Maybank, Bank Islam Malaysia Berhad, CIMB Bank, Bank Simpanan Nasional, Affin Bank dan sebagainya. Bank-bank ini berperanan untuk menyediakan sumber pembiayaan dalam bentuk pinjaman kepada kontraktor sebagai modal permulaan memulakan kerja. Selain menyediakan kemudahan pinjaman, pihak bank juga berperanan untuk menyediakan Bon Pelaksanaan (Performance Bond), Bayaran Pendahuluan (Advanced Payment) dan Jaminan Reka Bentuk (Design Guarantee) dalam bentuk Jaminan Bank (Bank Guarantee) seperti yang dinyatakan dalam syarat-syarat kontrak. Foto 1.4 menunjukkan contoh institusi kewangan yang menyediakan pinjaman.



Foto 1.4 Contoh institusi kewangan

4. Pihak Berkuasa

Pihak berkuasa yang terlibat dalam sesebuah projek pembinaan terbahagi kepada beberapa jabatan dan agensi. Antaranya ialah Pihak Berkuasa Tempatan, Jabatan Kerja Raya, Pejabat Tanah dan Galian, Jabatan Alam Sekitar, Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia, Pihak Berkuasa Air, Tenaga Nasional Berhad, Jabatan Pengairan dan Saliran dan Jabatan Perkhidmatan Pembetungan. Penglibatan pihak berkuasa bertujuan untuk memastikan projek pembinaan mengikut peraturan yang telah ditetapkan. Amnya, tanggungjawab pihak-pihak berkuasa adalah lebih kepada:

- i. Meluluskan permohonan untuk projek pembinaan.
- ii. Meluluskan plan projek pembinaan.
- iii. Mengeluarkan Perakuan Penyiapan dan Pematuhan (Certificate of Completion and Compliance – CCC).

Foto 1.5 menunjukkan antara pihak berkuasa yang terlibat dan Jadual 1.2 menunjukkan peranan pihak berkuasa yang terlibat dalam projek kejuruteraan awam.



Mengapakah CCC perlu diperoleh sebelum projek diserahkan kepada klien?

Foto 1.5 Contoh pihak berkuasa

Jadual 1.2 Peranan pihak berkuasa

Pihak Berkuasa	Peranan
Pihak Berkuasa Tempatan Contoh: Dewan Bandaraya Kuala Lumpur (DBKL)	<ul style="list-style-type: none"> Meluluskan pelan susun atur tapak dan pelan bangunan. Membuat perancangan pembangunan melalui unit perancang bandar. Menyediakan kemudahan awam seperti pasar, gerai dan taman rekreasi.
Pejabat Tanah dan Galian (PTG)	<ul style="list-style-type: none"> Mengurus hal berkaitan dengan hak milik tanah. Meluluskan pertukaran penggunaan tanah untuk kegunaan awam dan persendirian. Memproses dan meluluskan pertukaran status syarat tanah, pengadaian tanah dan pecah sempadan.
Jabatan Kerja Raya (JKR)	<ul style="list-style-type: none"> Mengurus kerja operasi dan penyelenggaraan jalan raya dan bangunan pejabat kerajaan. Pengurus Projek bagi projek agensi kerajaan. Memohon peruntukan pembangunan dan penyelenggaraan bagi persekutuan dan negeri.
Jabatan Alam Sekitar (JAS)	<ul style="list-style-type: none"> Meluluskan Laporan Penilaian Kesan Alam Sekitar (Environment Impact Assessment – EIA) bagi sesuatu projek pembinaan. Memastikan syarat-syarat kelulusan laporan EIA dijadikan sebahagian daripada dokumen tender. Memastikan projek mematuhi syarat-syarat kelulusan EIA.
Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia	<ul style="list-style-type: none"> Memeriksa dan menguji sistem pencegah kebakaran. Mencegah dan memadam kebakaran. Mengeluarkan surat perakuan bomba.
Pihak Berkuasa Air Contoh: Syarikat Air Johor, Perbadanan Air Pahang	<ul style="list-style-type: none"> Menyediakan bekalan air bersih yang mencukupi. Meluluskan permohonan bekalan air. Menyelenggara sistem bekalan air.
Tenaga Nasional Berhad (TNB), Sabah Electricity Sdn. Bhd. (SESB) dan Sarawak Energy Berhad (SEB)	<ul style="list-style-type: none"> Menyediakan sistem bekalan elektrik yang mencukupi dan selamat. Membina infrastruktur bekalan elektrik. Menyambung bekalan elektrik pada projek yang baru siap.
Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS)	<ul style="list-style-type: none"> Menyediakan infrastruktur pengairan dan saliran. Mendalamkan sungai. Menyediakan tebatan banjir.
Jabatan Perkhidmatan Pembetungan (JPP)	<ul style="list-style-type: none"> Mereka bentuk sistem rawatan kumbahan. Menguruskan sistem rawatan kumbahan. Mengawal selia perkhidmatan pembetungan.



SUDUT INFO

EIA terletak di bawah Seksyen 34 A [1] Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974 [Akta 127].

5. Kontraktor

Kontraktor merupakan syarikat yang bertanggungjawab melaksanakan projek pembinaan yang merangkumi penyediaan pekerja, bahan binaan, peralatan pembinaan dan melantik subkontraktor. Kontraktor perlu menjalankan kerja-kerja di tapak bina dengan mengikut lukisan dan spesifikasi kerja yang disediakan oleh pihak perunding. Selain itu, kontraktor juga terikat dengan undang-undang pihak berkuasa tempatan seperti Majlis Daerah dan Majlis Perbandaran, Jabatan Alam Sekitar, Jabatan Imigresen dan sebagainya. Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan Malaysia (Construction Industry Development Board Malaysia – CIDB) telah mengklasifikasikan kontraktor berdaftar kepada gred G1 hingga G7. Gred tersebut juga akan menentukan had serta keupayaan kontraktor untuk menender dan menjalankan kerja-kerja pembinaan. Foto 1.6 menunjukkan kontraktor sedang melaksanakan kerja-kerja pembinaan. Jadual 1.3 menunjukkan gred kontraktor serta had nilai tender yang dibenarkan untuk menender sesebuah projek kejuruteraan awam.



Foto 1.6 Kontraktor

Jadual 1.3 Gred kontraktor dan had nilai tender

Gred Kontraktor	Had Nilai Tender (RM)
G1	200,000.00 dan ke bawah
G2	200,001.00 hingga 500,000.00
G3	500,001.00 hingga 1,000,000.00
G4	1,000,001.00 hingga 3,000,000.00
G5	3,000,001.00 hingga 5,000,000.00
G6	5,000,001.00 hingga 10,000,000.00
G7	10,000,001.00 dan ke atas



AKTIVITI

Secara berpasangan, murid dikehendaki mendapatkan maklumat berkenaan syarat untuk menjadi kontraktor G1 hingga G7.

Sumber: Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan Malaysia (Construction Industry Development Board Malaysia – CIDB)

6. Pembekal Bahan dan Alatan

Pembekal bahan dan peralatan berperanan untuk membekalkan bahan dan peralatan yang diperlukan di tapak bina. Bahan binaan yang dibekalkan perlulah menepati spesifikasi yang telah ditetapkan dalam lukisan dan spesifikasi kerja yang disediakan oleh pihak perunding. Antara bahan dan peralatan yang digunakan di tapak bina ialah simen, batu baur halus (pasir), batu baur kasar, tetulang, bata, kayu, loji dan alatan dan sebagainya. Foto 1.7 menunjukkan kilang yang menghasilkan bata.



Foto 1.7 Kilang menghasilkan bata

1.1.4 Elemen Kelestarian dan Teknologi Hijau dalam Kejuruteraan Awam

Malaysia sebagai sebuah negara membangun tidak terkecuali daripada mengamalkan unsur elemen kelestarian dan aplikasi elemen teknologi hijau dalam pembangunan yang dijalankan. Elemen kelestarian merupakan keadaan yang tidak berubah-ubah, kekal dan tetap. Elemen teknologi hijau pula merujuk kepada pembangunan, aplikasi produk, peralatan atau sistem yang memenuhi kriteria seperti meminimumkan degradasi kualiti persekitaran, pembebasan gas rumah hijau yang rendah atau sifar, selamat untuk digunakan, menyediakan persekitaran sihat yang baik untuk semua hidupan, menjimatkan tenaga dan sumber asli serta menggalakkan penggunaan sumber yang dapat diperbaharui.

Kedua-dua elemen ini merupakan satu paradigma pemikiran futuristik dalam merancang pembangunan dan peningkatan kualiti hidup dengan mengambil kira keseimbangan:

1. Tenaga
2. Persekitaran
3. Ekonomi
4. Sosial



AKTIVITI

Bandingkan aplikasi kelestarian dan teknologi hijau dalam kejuruteraan awam di negara kita berbanding dengan negara-negara lain.



Apakah hubungan kelestarian dengan teknologi hijau dan mengapakah teknologi ini penting dalam kehidupan masa ini?



a

Kesan Positif Pembangunan Lestari

Pembangunan yang dilaksanakan perlulah menerapkan elemen kelestarian agar memberikan kesan yang positif. Kesan positif tersebut merangkumi aspek-aspek seperti:

- 1 Alam sekitar
- 2 Pematuhan konsep kelestarian
- 3 Kehidupan berkualiti



1 Alam Sekitar

Bidang kejuruteraan awam sering kali dikaitkan dengan kemerosotan kualiti alam sekitar akibat pembangunan yang dilaksanakan. Hal ini adalah kerana pembangunan sering kali mengakibatkan penebangan hutan yang tidak terkawal yang mana boleh menyebabkan peningkatan suhu bumi, kemusnahan habitat flora dan fauna, kemerosotan sumber air dan sebagainya.

Dengan menerapkan elemen kelestarian semasa perancangan projek dan pelaksanaan pembangunan, ini akan menjamin projek pembinaan yang dilaksanakan dapat mengurangkan kesan negatif terhadap alam sekitar.

2 Pematuhan Konsep Kelestarian

Keseluruhan organisasi yang terlibat dalam pembinaan mestilah mempunyai pengetahuan dan mematuhi konsep kelestarian dari segi reka bentuk, kaedah pembinaan, teknologi pembinaan dan bahan binaan yang digunakan. CIDB perlu sentiasa peka dalam membantu meningkatkan pemahaman dan kemahiran sumber manusia industri pembinaan dalam memastikan pematuhan terhadap pembangunan lestari. Hal ini bersesuaian dengan peranan CIDB sebagai badan yang bertanggungjawab untuk menguruskan segala kegiatan yang berkaitan dengan bidang pembinaan terutama pelaksanaan kerja-kerja di tapak pembinaan.



AKTIVITI

Murid dikehendaki mendapatkan maklumat berkaitan CIDB dari segi peranannya dalam projek pembinaan.

3 Kehidupan Berkualiti

Seiring dengan konsep pembangunan lestari, kehidupan yang berkualiti juga menuntut kepada keseimbangan ekonomi dan sosial. Hal ini bermakna, pembangunan lestari mesti dilaksanakan dalam usaha ke arah pencapaian kualiti hidup yang baik bukan sahaja dilihat dari segi persekitaran binaan yang memberikan keselesaan kepada penduduk malah keupayaan persekitaran tersebut menyediakan peluang ekonomi kepada penduduk.

b Definisi Teknologi Hijau

1. Penggunaan elektrik, haba, bahan bakar yang dihasilkan dari sumber yang dapat diperbaharui di dalam kawasan premis.
2. Penggunaan teknologi hijau dalam meningkatkan kecekapan tenaga di kawasan premis.
3. Penggunaan teknologi hijau dalam operasi untuk mengurangkan pelepasan gas rumah hijau melalui kaedah selain penghasilan tenaga yang dapat diperbaharui dan kecekapan tenaga.
4. Mengurangkan dan melupuskan hasil sisa buangan tercemar, kandungan bertoksik dan bahan buangan berbahaya terhadap alam sekitar.
5. Penggunaan teknologi hijau untuk pemeliharaan sumber semula jadi.



Rajah 1.3 Rumah hijau

C

Pelaksanaan Pembangunan Lestari



AKTIVITI

Dapatkan maklumat berkaitan dengan gas rumah hijau. Bincangkan bersama dengan rakan anda.



Sila Imbas
GreenRE

Industri pembinaan disaran untuk mempromosi pembinaan yang mampu menjamin kelestarian alam sekitar demi kebaikan semua. Pembangunan dan penggunaan teknologi hijau yang lebih meluas mampu memacu sektor pembinaan negara ke tahap lebih maju dan mesra alam. Persatuan Pemaju Hartanah dan Perumahan Malaysia (Real Estate Housing Developers Association Malaysia – REHDA) telah memperkenalkan inisiatif GreenRE yang bertujuan memacu industri pembinaan negara ke arah teknologi hijau. GreenRE bertujuan mempromosikan persekitaran industri pembinaan yang lestari dan meningkatkan kesedaran alam sekitar dalam kalangan klien, pereka bentuk dan pembina.

GreenRE yang dilancarkan merupakan mekanisme perkiraan taraf hijau bagi industri hartanah yang akan menggalakkan pemaju menerapkan teknologi hijau yang mesra alam dan pembangunan hijau untuk projek yang akan dibangunkan. GreenRE merupakan standard penilaian teknologi hijau yang dilaksanakan oleh REHDA yang bertujuan untuk menjadikannya sebagai platform hartanah dengan teknologi hijau yang dikenali di peringkat antarabangsa.



d

Inisiatif Kerajaan Menggalakkan Pembangunan Lestari

Kerajaan Malaysia begitu komited dalam menggalakkan industri pembinaan mempraktikkan pembangunan lestari. Umum mengetahui pembangunan lestari amat menekankan keseimbangan alam sekitar dan secara tidak langsung dunia akan menjadikan industri pembinaan di Malaysia sebagai contoh. Terdapat beberapa langkah yang diambil oleh pihak kerajaan dalam memastikan pelaksanaan pembangunan lestari dapat direalisasikan.

1

Model Maklumat Bangunan (Building Information Modeling – BIM)

BIM merupakan satu teknologi yang baru digunakan dalam perancangan, reka bentuk, pembinaan dan pengurusan fasiliti. BIM telah diperkenalkan pada tahun 2009. BIM menyediakan satu pengkalan data berorientasikan objek daripada model pintar tiga dimensi (3D). Model 3D tersebut akan memberikan maklumat untuk arkitek, kejuruteraan dan profesional pembinaan bagi tujuan merancang, mereka bentuk, membina bangunan, mengurus bangunan dan mengurus infrastruktur dengan cekap. (Sumber: CIDB E-Construct Services Sdn Bhd – CIDBEC).



SUDUT INFO

Selain 3D, BIM boleh juga digunakan untuk 4D, 5D, 6D dan 7D.

Model 3D yang dibangunkan menerusi digital ialah model sebenar yang akan dibina. BIM mampu mengurangkan pertambahan kos dan tempoh sepanjang pembinaan dijalankan. BIM mampu menjimatkan kira-kira 15% hingga 20% masa bagi merancang dan mereka bentuk (Sumber: CIDBEC).

BIM dilihat berpotensi untuk menggantikan industri pembinaan konvensional dan ini bertepatan dengan kehendak Revolusi Industri 4.0 (Industrial Revolution 4.0–IR 4.0). Pembinaan yang menggunakan sistem BIM di Malaysia ialah Institut Kanser Negara di Putrajaya, kuarters kerajaan di Jalan Cochrane, Kuala Lumpur dan Projek Perumahan Rakyat Seremban Central di Negeri Sembilan.

Inisiatif transformasi Jabatan Kerja Raya (JKR) dalam Rancangan Malaysia Kesebelas (RMK-11) untuk mempertingkatkan keberkesanan sistem penyampaian projek kerajaan melalui perluasan penggunaan kaedah BIM dalam projek bangunan termasuk reka bentuk *Pre-Approved Plan* (PAP) yang akan menjadi platform kepada pembangunan *Artificial Intelligence*, *Smart Asset Management* dan *Smart City* dalam menuju Revolusi Industri 4.0 di Malaysia. Projek kerajaan bernilai RM100 juta ke atas akan menggunakan sekurang-kurangnya tahap 2 BIM pada tahun 2019 di bawah Program Transformasi Industri Pembinaan (Construction Industry Transformation Programmes – CITP), (Sumber: Mesyuarat Pegawai Kanan JKR Malaysia, 7 Mei 2018). Terdapat lima faktor utama yang ditekankan melalui sistem BIM iaitu:

- i. Siap dalam tempoh yang ditetapkan
- ii. Kos seperti yang ditetapkan
- iii. Kualiti yang baik
- iv. Keselamatan
- v. Bangunan yang lestari

2 Dasar Teknologi Hijau Negara (DTHN)

Dasar Teknologi Hijau Negara (DTHN) dilancarkan pada Julai 2009 menekankan aspek pemacuan pertumbuhan ekonomi negara dan pembangunan lestari. Pembangunan lestari hendaklah memenuhi keperluan masyarakat masa ini tanpa mengabaikan keperluan generasi akan datang berasaskan empat tunggak iaitu tenaga, alam sekitar, ekonomi dan sosial.

DTHN menyatakan bahawa teknologi hijau sebagai pembangunan dan aplikasi produk peralatan, sistem untuk memulihara alam sekitar serta sumber semula jadi bagi mengurangkan kesan negatif daripada aktiviti pembinaan. Teknologi hijau dapat meningkatkan kecekapan melalui pengurangan kos input, kos tenaga dan kos operasi dan penyelenggaraan. Foto 1.8 menunjukkan Bangunan Berlian Suruhanjaya Tenaga di Putrajaya. Reka bentuk Bangunan Berlian ini menekankan empat aspek utama iaitu kecekapan tenaga, kecekapan air, kualiti persekitaran dalaman dan luaran. Rajah 1.4 menunjukkan pelan strategik bagi memastikan DTHN dapat dicapai.

Sejauh manakah Garis Panduan BIM JKR dapat membantu industri pembinaan bersedia ke arah IR 4.0? Bincangkan.



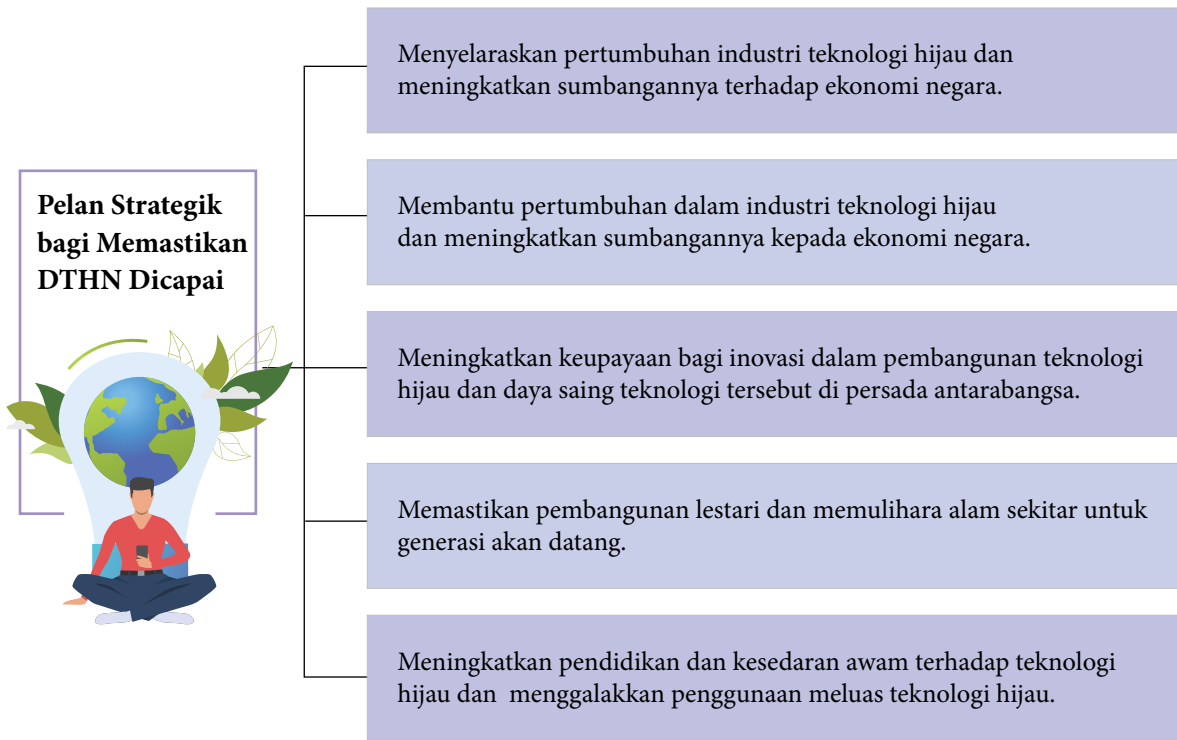
Foto 1.8 Bangunan Berlian Suruhanjaya Tenaga

Sumber: Suruhanjaya Tenaga Pengiktirafan: Asean Energy Award, Platinum Rating (Malaysia Green Building Index)



Sila Imbas

Dasar Teknologi Hijau Negara (DTHN)



Rajah 1.4 Pelan strategik DTHN

Sumber: Dasar Teknologi Hijau Negara Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau dan Air, 2009

e Keperluan Kejuruteraan Awam dalam Pembangunan Lestari

Kejuruteraan awam boleh memainkan peranan dalam merealisasikan pembangunan lestari dan teknologi hijau. Antaranya ialah melalui:

1. Pengangkutan
2. Binaan Bangunan
3. Saliran

1 Pengangkutan

a. Pengenalan

Perkembangan pesat pengangkutan juga telah mendatangkan beberapa kesan negatif seperti pelepasan asap hasil pembakaran petroleum dan diesel daripada pelbagai jenis kenderaan. Nitrogen oksida, karbon dioksida, karbon monoksida dan sulfur dioksida merupakan antara gas utama yang dilepaskan.

Sistem pengangkutan yang lestari merupakan satu sistem pengangkutan yang perlu ada agar berupaya mengurangkan kesan negatif terhadap masyarakat dan alam sekitar. Kualiti dan kesejahteraan masyarakat terutamanya dari aspek tempoh penyediaan dan kos akan dapat ditingkatkan dan mampu mengurangkan gangguan dari segi tekanan emosi, ketidakelesaan, kerumitan, kelewatan jadual perjalanan serta kesesakan lalu lintas.

b. Kriteria Pengangkutan

Sistem pengangkutan perlu menawarkan perkhidmatan yang berkualiti iaitu cepat, cekap dan selesa. Selain itu, isu kelewatan jadual perjalanan dan kesesakan lalu lintas juga merupakan aspek yang perlu diambil kira dalam memilih dan menentukan mod dan jenis pengangkutan.

Perancangan, reka bentuk, pembinaan dan operasi sistem pengangkutan yang dipilih perlu benar-benar bermanfaat dan hanya memberikan kesan minimum kepada alam sekitar dan masyarakat. Seterusnya sistem pengangkutan berupaya meningkatkan kualiti hidup dan kesejahteraan masyarakat.

c. Pengangkutan Awam

Di Malaysia, hanya kira-kira 32% sahaja pengguna jalan raya tempatan menggunakan pengangkutan awam manakala di negara maju seperti Jepun dan negara-negara Eropah angka ini melebihi 70%. Kerajaan perlu melaksanakan dasar pengangkutan awam yang lebih tegas agar kelestarian sistem pengangkutan dapat direalisasikan. Perancangan pengangkutan awam yang lebih teratur, mudah, murah dan cepat perlu diberi perhatian agar berupaya menarik perhatian masyarakat untuk menggunakan perkhidmatan pengangkutan awam.

Dalam usaha menarik minat masyarakat untuk menggunakan pengangkutan awam, perkhidmatan yang ditawarkan perlu lebih ditingkatkan khususnya dari segi kecekapan dan keselesaan, masa menunggu, jarak ke tempat perhentian dan keselamatan. Foto 1.9 menunjukkan pengangkutan awam yang terdapat di Malaysia.



AKTIVITI

Bagaimanakah sistem pengangkutan awam boleh dilaksanakan di kawasan anda. Bincangkan secara berkumpulan.

Apakah perkaitan pengangkutan awam dengan kelestarian?



Foto 1.9 Contoh pengangkutan awam

d. Sistem Pengangkutan Lestari

Faktor kecekapan, kesepaduan dan keanjalan perkhidmatan pengangkutan perlu ditingkatkan dengan mengintegrasikan pelbagai jenis mod pengangkutan. Mengintegrasikan sistem pengangkutan yang melibatkan pengangkutan darat, rel, udara dan air akan dapat menarik minat masyarakat untuk menggunakan pengangkutan awam. Perkhidmatan pengangkutan bersepadu di Lembah Klang terdiri daripada komuter, transit aliran deras dan transit aliran ringan seperti STAR-LRT, PUTRA-LRT, KL Monorel dan Express Rail Link (ERL) yang menghubungkan Lapangan Terbang Antarabangsa Kuala Lumpur (KLIA dan KLIA 2), Terminal Bersepadu Selatan (TBS) dan Pelabuhan Klang.

Selain itu, perkhidmatan pengangkutan bersepadu akan dapat membantu mengurangkan masalah kesesakan lalu lintas, menjimatkan masa penumpang dan mengurangkan pencemaran udara. Dengan erti kata lain, taraf hidup sosioekonomi masyarakat dapat ditingkatkan sekali gus memberi kesan negatif yang minimum kepada alam sekitar. Dengan adanya sistem pengangkutan yang diintegrasikan, akan dapat menggalakkan penggunaan pengangkutan awam seterusnya mengurangkan kadar pelepasan karbon. Hal ini akan menyumbang ke arah kelestarian sistem pengangkutan kerana mengurangkan pencemaran alam sekitar.



AKTIVITI

Bagaimanakah sistem pengangkutan lestari boleh dilaksanakan di kawasan anda? Bincangkan.

2 Binaan Bangunan

Perancangan dan reka bentuk binaan bangunan perlu mengambil kira pertimbangan hubungan antara binaan, manusia dengan alam sekitar. Reka bentuk ruang yang sesuai dengan fungsi sesuatu ruang adalah penting diambil kira semasa proses reka bentuk bangunan. Pereka bentuk sentiasa memikirkan idea dan konsep reka bentuk yang ideal dari segi penggunaan tenaga, penggunaan bahan binaan, penggunaan teknik pembinaan dan sebagainya tanpa meminggirkan aspek tempoh, kos dan kualiti. Terdapat beberapa elemen yang perlu diambil kira dalam mereka bentuk binaan bangunan agar dapat memenuhi aspek kelestarian. Antaranya ialah:



AKTIVITI

Buat satu reka bentuk binaan bangunan yang lestari. Bincang dalam kumpulan dan bentangkan.

a. Elemen Lokasi dan Tapak

Lokasi dan tapak ialah komponen utama yang perlu dirancang dengan teliti sebelum projek pembinaan dilaksanakan. Lokasi memainkan peranan yang penting dalam mempengaruhi pemilihan tapak pembangunan kerana melalui lokasi dapat dilihat kelebihan dan kekurangan tapak seperti jarak lokasi pembangunan, kerja pematangan dan penambakan, kerja tanah dan sebagainya. Pertimbangan aspek kelestarian semasa pemilihan lokasi tapak pembinaan sudah tentu akan meminimumkan kesan negatif terhadap persekitaran.

b. Elemen Bangunan

Bangunan ialah struktur utama dalam sesuatu pembinaan dan berfungsi serta mempunyai kegunaan yang tersendiri. Bangunan yang dibangunkan perlu menekankan aspek alam sekitar supaya dapat meningkatkan kualiti kehidupan. Ciri-ciri bangunan lestari adalah seperti berikut:



Foto 1.10 Penggunaan panel suria

Penggunaan panel suria untuk menjana tenaga elektrik yang dapat mengurangkan pencemaran kerana penggunaan bahan bakar yang minimum bahkan juga dapat menjimatkan kos penyelenggaraan dalam jangka masa panjang. Foto 1.10 menunjukkan penggunaan panel suria sebagai sumber tenaga hijau.



Foto 1.11 Penggunaan siling tinggi

Menerapkan penggunaan reka bentuk yang dapat mengurangkan kebergantungan terhadap alat pendingin udara. Hal ini termasuk juga sistem pengudaraan yang berkesan, penggunaan penebat, reka bentuk siling yang tinggi bagi membenarkan aliran keluar masuk udara yang segar. Foto 1.11 menunjukkan siling tinggi di dalam rumah.



Foto 1.12 Penggunaan binaan kaca di dalam bangunan

Penggunaan bahan binaan yang kurang menyimpan haba atau memantulkan cahaya seperti konkrit, kaca dan plastik. Di samping itu, penggunaan tekstur, cat dan warna yang dapat mengurangkan pencemaran haba dan visual sangat digalakkan. Foto 1.12 menunjukkan penggunaan binaan kaca di dalam bangunan.



Foto 1.13 Tong kitar semula

Pelaksanaan sistem kitar semula sisa pepejal yang cekap dan berkesan bagi mengelakkan pembuangan sisa berkenaan yang menjadi masalah serius di bandar. Foto 1.13 menunjukkan tong kitar semula yang disediakan di kawasan yang strategik.



Foto 1.14 Sistem penuaian air hujan

Penggunaan air hujan sebagai sumber air untuk kegunaan seperti membasuh dan menyiram pokok boleh dilakukan dengan menggunakan sistem penuaian air hujan. Foto 1.14 menunjukkan sistem penuaian air hujan bertujuan untuk mengawal dan menguruskan air larian permukaan.



Foto 1.15 Penanaman tanaman hijau

Penanaman pokok teduhan di sekitar bangunan didapati dapat mengurangkan beberapa darjah suhu di dalam bangunan. Di samping itu, tumbuhan boleh mengurangkan suhu melalui transpirasi serta dapat menyegarkan minda penghuni. Pada masa yang sama tumbuhan juga boleh menyerap gas karbon dioksida. Foto 1.15 menunjukkan penanaman tanaman hijau.

c. Elemen Aksesibiliti dan Sistem Pengangkutan

Aksesibiliti adalah salah satu ciri yang perlu diberikan perhatian dalam sistem pengangkutan. Aksesibiliti melibatkan sejauh mana sesebuah kawasan itu boleh dilalui dengan mudah tanpa merosakkan alam sekitar serta menyenangkan pengguna melaluinya. Reka bentuk sistem pengangkutan mestilah memberi kesan yang minimum kepada persekitaran dan kos pengurusan operasi yang efektif. Reka bentuk sistem pengangkutan juga perlu memberi tumpuan kepada pengangkutan awam agar penggunaan tenaga dapat dijimatkan dan mengurangkan kesesakan. Kebiasaannya dalam merancang sesebuah tapak pembangunan, jalan raya dan sistem pengangkutan utama sering menjadi keutamaan sebelum perancangan bangunan, landskap atau kemudahan lain dilakukan.

d. Elemen Landskap

Elemen landskap juga perlu dipertimbangkan dalam pembangunan binaan bangunan lestari. Perancangan dan reka bentuk landskap, penanaman tumbuhan dan pembinaan struktur-struktur seperti lorong jalan kaki, laman siar serta pengurusan kawasan landskap perlu mengambil kira usaha-usaha untuk memelihara alam sekitar demi kelangsungan persekitaran hijau.

Landskap merupakan rupa bentuk bumi yang meliputi semua permukaan bumi termasuk hutan, bukit-bukau, lautan, sungai, padang pasir dan segala yang dapat dilihat dari permukaan bumi. Landskap juga termasuk segala bentuk hidupan flora di muka bumi sama ada dibentuk manusia atau semula jadi. Perancangan landskap perlu mengambil kira segala perubahan yang berlaku kepada alam semula jadi supaya dapat menampung kehidupan spesies yang sedia ada. Perancangan landskap juga merupakan interaksi antara sumber semula jadi dengan keperluan manusia yang merangkumi usaha mengkagumi keindahan dan nilai estetik, seni bina serta keseluruhan ekologi dan sejarah sesuatu kawasan.



SUDUT INFO

Semua Pihak Berkuasa Tempatan (Majlis Daerah, Majlis Perbandaran dan Dewan Bandaraya) mempunyai Jabatan Landskap.

3 Saliran

Kebanyakan sistem saliran yang ada di Malaysia ialah sistem saliran konvensional. Sistem ini tidak dapat mengawal kuantiti air yang dikeluarkan dan boleh menyebabkan kejadian banjir di hilir sungai. Sistem ini banyak menggunakan longkang jenis konkrit.

Demi kelangsungan kelestarian alam sekitar, pihak Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) Malaysia telah membangunkan Manual Saliran Mesra Alam Malaysia (MSMA). MSMA menggantikan Tatacara Reka Bentuk Perparitan Bandar (1975).

Tujuan Kajian Pelan Induk Saliran Mesra Alam adalah untuk meminimumkan impak perbandaran ke atas air larian hujan agar mencapai keseimbangan dari segi sosial, ekonomi dan alam sekitar dalam mewujudkan pembangunan yang lestari.

MSMA mampu mengawal jumlah kuantiti pelepasan air permukaan melalui penggunaan kolam takungan. Kolam ini akan melepaskan air secara perlahan-lahan dan ini akan dapat mengurangkan risiko banjir. MSMA mengutamakan konsep saliran semula jadi dan memelihara alam sekitar.



Sila Imbas

Manual Saliran Mesra Alam Malaysia (MSMA)

a. Isu dan Cabaran Penerapan Kelestarian dan Teknologi Hijau


Dalam usaha menerapkan elemen kelestarian dan teknologi hijau dalam bentuk kejuruteraan awam, maka sudah pasti terdapat beberapa isu dan cabaran yang perlu diberikan fokus. Foto 1.16 menunjukkan konsep bangunan hijau yang bercirikan teknologi mesra alam semula jadi. Matlamat utama bangunan hijau adalah untuk peningkatan penggunaan sumber semula jadi seperti tenaga, air dan bahan secara efisien. Isu dan cabarannya adalah seperti berikut:



Foto 1.16 Konsep bangunan hijau

- i. Penerangan mengenai dasar
- ii. Kempen kesedaran
- iii. Penguatkuasaan
- vi. Pengiktirafan
- v. Penyelarasan, pelaksanaan dan pemantauan

Masyarakat sedar akan kepentingan kelestarian dan teknologi hijau. Namun begitu, ini masih sukar untuk diaplikasikan. Bincangkan dalam kumpulan anda.



i Penerangan Mengenai Dasar

Memberi kefahaman mengenai Garis Panduan Pelaksanaan DTHN yang telah disediakan. Golongan sasaran yang dikenal pasti ialah semua jabatan dan agensi kerajaan, pihak swasta serta orang ramai. Kaedah bagi melaksanakan penerangan dasar ini adalah melalui media massa sama ada media cetak atau media elektronik, seminar, pembentangan, ceramah dan lain-lain lagi.

ii Kempen Kesedaran

Tujuan kempen kesedaran adalah untuk mendidik kumpulan sasar ke arah menggalakkan amalan penggunaan teknologi hijau dalam kehidupan seharian. Mekanisme pelaksanaan adalah melalui aktiviti seminar, ceramah dan lain-lain. Golongan sasaran ialah semua jabatan dan agensi kerajaan, pihak swasta dan orang ramai ke arah meningkatkan pengetahuan dan kesedaran mengenai amalan hijau serta membudayakannya. Pembangunan kapasiti dan latihan berterusan bersesuaian dengan kaedah yang praktikal dan membantu pembangunan serta pelaksanaan teknologi hijau yang lestari.

iii Penguatkuasaan

Matlamat penguatkuasaan adalah bagi memastikan kriteria-kriteria yang digariskan dalam garis panduan dilaksanakan dengan berkesan. Pada permulaan penguatkuasaan, penekanan melalui aspek pendidikan dan kesedaran perlu diberi keutamaan berbanding dengan mengenakan kompaun atau denda. Tindakan penguatkuasaan boleh dilakukan selepas tamat tempoh pelaksanaan melalui pendidikan dan kesedaran.

Pelaksanaan penguatkuasaan mestilah memasukkan kriteria-kriteria kelestarian dan teknologi hijau dan bermula dari peringkat mendapatkan kelulusan kebenaran merancang oleh pihak yang berkepentingan.

iv Pengiktirafan

Pengiktirafan merupakan satu inisiatif pihak kerajaan bagi memberikan penghargaan kepada pihak yang berjaya melaksanakan amalan lestari dan teknologi hijau dalam projek yang dilaksanakan. Pengiktirafan ini boleh diberikan kepada sektor awam dan swasta.

v Penyelarasan, Pelaksanaan dan Pemantauan

Penubuhan organisasi khas adalah perlu bagi tujuan menyelaraskan pengumpulan data dan memantau pelaksanaan DTHN. Organisasi ini akan mengemukakan laporan kemajuan pelaksanaan di samping bertindak sebagai pusat sehenti (one-stop-centre) bagi pelbagai agensi, pihak swasta dan sebagainya.

Kesimpulannya, penekanan kelestarian alam sekitar menerusi kesedaran dalam projek pembinaan boleh mengurangkan impak negatif terhadap alam sekitar. Hal ini dapat dilakukan melalui mengoptimalkan penggunaan sumber bahan dan tenaga, menambah baik pengurusan sisa dan sistem pencegahan pencemaran serta meningkatkan kebolehpasaran projek. Hal ini adalah penting agar projek yang dibangunkan berdaya saing dan mesra alam sekitar.

1.1.5 | Kepentingan Kejuruteraan Awam dalam Pembangunan Negara

a Pengenalan

Kejuruteraan awam perlu sentiasa mengutamakan inovasi. Inovasi tersebut boleh merangkumi komposisi sesuatu produk, struktur dan merintis kaedah baharu dengan menekankan pengetahuan saintifik yang kreatif agar pembangunan yang dijalankan tidak membawa kemusnahan alam sekitar.

Pembinaan projek kejuruteraan awam merangkumi pengangkutan, jambatan, bangunan, bekalan air dan sebagainya yang bertujuan untuk meningkatkan taraf hidup termasuklah peningkatan pendapatan, peningkatan taraf pekerjaan dan peluang pendidikan. Pembangunan yang dijalankan perlulah seimbang agar pembangunan pada hari ini tidak memudaratkan kehendak generasi akan datang.



Bagaimanakah projek kejuruteraan awam dapat menjana dan meningkatkan pendapatan negara?

b Transformasi Ekonomi

Industri pembinaan merupakan salah satu pemangkin utama dalam transformasi ekonomi Malaysia melalui pelaksanaan projek-projek infrastruktur berimpak tinggi bawah Rancangan Malaysia Kesepuluh (RMK-10) dan Rancangan Malaysia Kesebelas (RMK-11) yang turut merencanakan kadar pembangunan sektor ekonomi yang lain. Oleh itu, industri pembinaan yang cekap, berkualiti dan yang berimpak tinggi adalah amat penting dalam membangunkan ekonomi seterusnya mampu menarik pelaburan untuk mencapai tahap sosioekonomi yang optimum.

Peningkatan keupayaan kadar kemudahan di kawasan luar bandar dan memantapkan kecekapan dan memperbaiki perkhidmatan pengangkutan awam. Selain itu, kawasan bandar juga menjadi fokus utama pembangunan negara. Hubungan antara pembangunan infrastruktur kemudahan awam dengan pembangunan masyarakat di Malaysia adalah penting untuk meningkatkan taraf ekonomi seperti pendapatan dan hubungan sosial.

c Rangkaian Infrastruktur dan Kemudahan Awam

Dengan adanya infrastruktur dan kemudahan awam yang lengkap, persaingan dan integrasi jaringan pengeluaran dan pemasaran global semakin berkembang pesat. Hal ini menjadikan Malaysia sebahagian daripada rantaian ekonomi antarabangsa dari segi pengeluaran barangan dan perkhidmatan yang mewujudkan peluang permintaan dan pasaran baharu. Selain itu, rangkaian infrastruktur dan kemudahan awam ini mampu meningkatkan pelaburan asing di Malaysia.

Perluasan dan menaik taraf infrastruktur telah membantu pertumbuhan sektor pelancongan. Pengangkutan darat, laut dan udara yang lebih baik turut menyumbang kepada peningkatan pelancongan domestik serta pelancongan merentasi sempadan dari Singapura, Thailand, Brunei Darussalam dan Indonesia.

d Program Transformasi Industri Pembinaan (Construction Industry Transformation Programme – CITP)

Pada tahun 2015, CIDB telah memperkenalkan satu program untuk mentransformasikan industri pembinaan dalam tempoh lima tahun akan datang iaitu bermula tahun 2016 sehingga 2020. Program tersebut ialah Program Transformasi Industri Pembinaan (Construction Industry Transformation Programme – CITP). CITP merupakan satu usaha kerajaan untuk mewujudkan industri pembinaan yang lebih lestari di Malaysia dan seterusnya mampu bersaing di peringkat antarabangsa. CITP merupakan pelan komprehensif yang merangkumi 18 inisiatif daripada empat teras yang melibatkan kualiti keselamatan dan profesionalisme, kelestarian alam sekitar, produktiviti, dan pengantarabangsaan (Sumber: CIDB). Dengan kewujudan pelan ini, industri pembinaan diharap akan lebih dinamik, efektif, lestari dan memberi impak positif pada pertumbuhan pesat ekonomi negara.



1.2 NILAI DAN ETIKA PROFESIONAL

Etika merupakan satu panduan kepada tenaga kerja profesional seperti jurutera untuk membina, meningkat dan mempertahankan integriti, kejujuran dan maruah profesion. Etika boleh wujud dalam diri dengan adanya disiplin dan kekuatan diri individu itu sendiri.

Profesion kejuruteraan dikawal oleh kod etika yang menjadi panduan kepada para ahlinya dalam menjalankan tugas. Kod etika hanyalah kenyataan peraturan apa-apa yang perlu dibuat dan dihindarkan. Kod etika yang digubal oleh persatuan-persatuan profesional bertujuan untuk mengawal amalan setiap ahli mereka. Antara badan profesional bidang kejuruteraan yang mempunyai kod etika ialah Lembaga Jurutera Malaysia (Board Engineer Malaysia – BEM) dan Lembaga Teknologis Malaysia (Malaysia Board of Technologists – MBOT).

Pewujudan kod etika mempunyai peranan yang tertentu dalam memantau tingkah laku golongan profesional dan menjadi inspirasi untuk mematuhi norma profesional. Kod etika digunakan untuk mengawal tingkah laku ahli profesional.

Oleh itu, etika kerja profesional merupakan satu panduan yang membolehkan ahlinya seperti jurutera dan teknologis mengawal tingkah laku secara sendiri serta membolehkan masyarakat sosial mengawasi dan menilai setiap tindak tanduk dari semasa ke semasa. Masyarakat mahukan golongan profesional menjalankan tanggungjawab mereka dengan beretika.



AKTIVITI

Dapatkan perbezaan di antara BEM dengan MBOT. Bincangkannya dan buat sesi pembentangan.



1.2.1 Nilai dan Etika Profesional dalam Sektor Pekerjaan Bidang Kejuruteraan Awam

1

Pengenalan

Nilai dan etika merupakan dua elemen yang seharusnya menjadi teras kepada pembangunan modal insan yang berdaya saing sebagai tenaga kerja profesional dalam bidang kejuruteraan awam.

2

Etika Kerja Profesional

Etika kerja profesional merupakan garis panduan yang membolehkan pengawalan tingkah laku, mengawasi dan menilai tindakan yang diambil dari semasa ke semasa. Etika profesional lebih menumpukan kepada dimensi perlakuan yang positif sebagai panduan tingkah laku yang paling sesuai untuk diamalkan oleh seseorang profesional.



TAHUKAH KAMU?

Istilah etika berasal daripada perkataan Greek "*ethos*", yang bermaksud khusus kepada "*character*" ataupun perwatakan dan keperibadian.

c Kepatuhan

Kepatuhan jurutera awam terhadap amalan etika dalam profesion kejuruteraan perlu diukur untuk melihat dari segi peranannya terhadap pembangunan negara. Kepatuhan jurutera terhadap amalan etika profesional sememangnya perkara yang kompleks, kerana merangkumi pelbagai disiplin ilmu iaitu sosiologi atau peradaban, psikologi dan etika kejuruteraan.

Kepatuhan merujuk kepada tingkah laku untuk menyetujui permintaan yang dibuat oleh pihak lain. Kepatuhan ini berlaku dalam situasi apabila individu mengubah tingkah laku hasil daripada permintaan pihak lain. Contohnya, seorang jurutera awam perlu mematuhi arahan yang dikeluarkan oleh pengurus projek.

Sejauh manakah nilai dan etika berkesan dalam kejuruteraan awam?



d Isu dan Cabaran

Antara isu berkaitan etika jurutera adalah kurangnya pendidikan berkenaan etika berhubung aspek teknikal berbanding dengan bidang lain seperti bidang perubatan yang menitikberatkan persoalan etika. Etika dalam bidang kejuruteraan merupakan satu aspek penting yang wajar diketengahkan dalam kerja-kerja kejuruteraan. Pihak berwajib seperti BEM dan MBOT perlu memainkan peranan dalam merangka dan memartabatkan profesion kejuruteraan dalam mengukuh dan memantapkan nilai dan etika.

Di Malaysia, jurutera yang memilih untuk tidak mengamalkan atau menjalankan perniagaan perundingan kejuruteraan dibenarkan bekerja di bawah penyeliaan seorang jurutera profesional dengan Sijil Amalan (P.eng + PC) dalam bidang kejuruteraan tanpa perlu berdaftar dengan badan profesional. Hal ini akan menyebabkan kelompongan dalam diri mereka berkenaan aspek nilai dan etika kerana mereka tidak mengetahui etika dan nilai yang telah ditetapkan oleh badan profesional berkenaan. Sehubungan dengan itu, jurutera perlulah berdaftar dengan badan profesional sebelum dibenarkan bekerja.

Ketika ini, banyak projek kejuruteraan awam di Malaysia menghadapi masalah terutamanya dari aspek kualiti pembinaan seperti retak, runtuh dan sebagainya. Perkara ini berlaku kerana kurangnya penekanan terhadap etika semasa bekerja. Tidak dinafikan sememangnya nilai dan etika telah diwujudkan, namun akibat daripada kurangnya kepatuhan nilai dan etika telah menjejaskan kualiti pembinaan. Perkara ini disokong oleh Mohamad Aziz, USM (2015) yang menyatakan bahawa projek pembinaan menghadapi banyak masalah universal iaitu etika kerja, komunikasi pasukan projek, dokumentasi kontrak, pertelingkahan di tapak bina, kelewatan menyiapkan kerja, kelewatan pembayaran, kecacatan dan lain-lain.

e Fungsi Kod Etika

Pewujudan kod etika jurutera dan lembaga yang mengawal selia jurutera telah diwujudkan di negara Barat. Etika dalam profesion kejuruteraan diwujudkan sebagai langkah bagi mengelak berlakunya amalan yang tidak beretika berlaku dalam kalangan jurutera. Kod etika ini berfungsi sebagai:

1. Inspirasi dan tunjuk ajar
2. Halangan dan disiplin
3. Mempertahankan status
4. Sumbangan kepada imej profesion
5. Sokongan



AKTIVITI

Kod etika bertujuan untuk menaikkan imej profesion dalam kalangan masyarakat. Bincangkan.

1 Inspirasi dan Tunjuk Ajar

Kod etika profesional telah mengelaskan pelbagai tingkah laku yang patut diamalkan dalam sesebuah organisasi atau jabatan. Kod ini juga boleh dianggap sebagai landasan dalam menjalankan pelbagai kerja dengan lebih teratur dan lebih baik serta bertanggungjawab. Dengan adanya panduan dan peraturan amalan-amalan kerja, kod etika boleh memandu dan mengingatkan ahli-ahli profesional mengenai keputusan yang perlu diambil dan tingkah laku yang sepatutnya ketika berada dalam sesuatu keadaan.

2 Halangan dan Disiplin

Kod-kod etika digunakan khususnya oleh badan-badan profesional sebagai asas untuk menyiasat sebarang penyelewengan ahli-ahlinya apabila terdapat sebarang aduan diterima. Aduan-aduan ini akan dapat mengurangkan masalah penyalahgunaan kuasa. Selain itu, semua aduan ini juga dapat mengelakkan penggunaan maklumat-maklumat rahsia syarikat atau jabatan untuk kepentingan diri sendiri.

3 Mempertahankan Status

Kod-kod etika memberi satu gambaran kepada semua pihak tentang imej positif setiap profesion kerana setiap ahli terikat dengan satu standard etika yang tinggi. Kod etika merupakan satu panduan kepada profesional untuk membina, meningkat dan mempertahankan integriti, kejujuran dan maruah profesion masing-masing.

Secara umumnya, setiap kod etika profesional menjelaskan bahawa setiap ahlinya perlu menggunakan segala ilmu pengetahuan yang dimilikinya untuk meningkatkan kesejahteraan manusia seluruhnya, jujur kepada diri sendiri, majikan, masyarakat dan pelanggannya serta sentiasa berusaha untuk meningkatkan pengetahuan untuk terus memberikan perkhidmatan yang lebih cemerlang dari semasa ke semasa.

4 Sumbangan kepada Imej Profesion

Kod etika menggariskan standard tingkah laku yang harus dipatuhi dan diamalkan sepenuhnya supaya kepentingan semua pihak terpelihara. Hal ini dapat mengelakkan daripada berlakunya pertembungan antara kepentingan diri dengan kepentingan umum yang akhirnya menyebabkan pelbagai konflik dan rasa tidak puas hati dalam kalangan pihak yang berkaitan. Setiap ahli profesional dalam bidang masing-masing perlu mengiktiraf kehidupan, keselamatan, kesihatan dan kebajikan setiap anggota masyarakatnya.

Etika hormat-menghormati, tanggungjawab dan prihatin pada kebajikan masing-masing, dapat mengukuhkan sesebuah organisasi di samping meningkatkan lagi produktiviti, kredibiliti dan reputasi sesebuah organisasi, seterusnya dapat melahirkan suasana dan hubungan yang positif dan harmoni dalam kalangan ahli profesional.

5 Sokongan

Jika seseorang teknokrat didakwa atau diragui oleh pihak lain tentang apa-apa yang dilakukan, maka dia boleh menggunakan kod etika untuk menyokong tindakannya dalam memberi sokongan akan tindakan yang telah dilakukan. Ahli teknokrat tersebut perlu yakin akan pekerjaan yang telah dilakukan beliau tidak menyalahi undang-undang dan agama serta etika organisasi atau jabatan. Para profesional hendaklah menolak sebarang arahan majikan yang bertentangan dengan etika profesional organisasi berkenaan.

Kesimpulannya, semua etika profesional yang diguna pakai diseluruh dunia dalam bidang-bidang seperti perubatan, guaman, perniagaan, perakaunan dan kejuruteraan mempunyai asas-asas etika yang sama kerana tujuan etika dibentuk adalah digunakan untuk diri dan masyarakat amnya.

1.2.2 Keberkesanan Nilai dan Etika Profesional dalam Industri Pembinaan Negara

Nilai dan etika profesional perlu diterapkan dalam industri pembinaan negara dengan bertujuan untuk memastikan industri pembinaan negara dapat dijadikan contoh.

a Keselamatan

Dalam sektor kejuruteraan awam, tugas seorang jurutera antaranya melibatkan pembinaan rangka bangunan, tembok penahan laut, jambatan, menara, stesen jana kuasa, terowong dan landasan kereta api. Tugas ini memerlukan kemahiran, kebijaksanaan dan pengetahuan teknikal dalam mereka bentuk dan pembinaan.

Apakah peranan nilai dan etika profesional dalam IR 4.0?



Peranan jurutera bukan sahaja menganalisis reka bentuk kejuruteraan tetapi turut mengutamakan faktor keselamatan terhadap reka bentuk tersebut. Masyarakat banyak bergantung pada aktiviti kejuruteraan untuk kegunaan kerja harian, komunikasi, pengangkutan, pertahanan, tempat perlindungan dan barangan kesihatan. Oleh itu, aspek keselamatan perlulah dititikberatkan dalam semua aktiviti projek pembinaan.

b Kebertanggungjawaban

Kebertanggungjawaban jurutera awam terhadap amalan etika dapat digunakan oleh para majikan untuk menilai jurutera bagi mengukur faktor yang mempengaruhinya. Tanggungjawab mereka terhadap tatacara kerja dalam bidang kejuruteraan memenuhi agenda negara berasaskan revolusi industri 4.0 (IR 4.0). Revolusi industri ini berfokus kepada persekitaran sosial, etika dan kelestarian.



Sila Imbas

Revolusi Industri 4.0

c Kebolehpasaran

Etika jurutera sangat diperlukan bagi memartabatkan profesion kejuruteraan. Antara aspek kemahiran kebolehpasaran kerja yang diperlukan oleh para majikan industri ialah kemahiran teknikal, kemahiran komunikasi dan kemahiran tingkah laku. Isu etika dalam kalangan profesional telah menjadi topik perbincangan yang penting dalam masyarakat umum masa ini. Profesion kejuruteraan contohnya, telah diperuntukkan tatacara kerja sebagai garis panduan kepada para jurutera.

1.3 KESELAMATAN DAN KESIHATAN PEKERJAAN DI TAPAK BINA

Keselamatan dan kesihatan pekerjaan di tapak bina merupakan elemen yang sangat berkait rapat antara satu sama lain. Tapak bina yang kurang selamat akan meningkatkan risiko kemalangan serta kecederaan yang pastinya akan menjejaskan kesihatan. Dalam masa yang sama, pekerja yang kurang sihat adalah lebih berisiko untuk mengalami kemalangan.

Keselamatan di tapak bina berkaitan dengan pencegahan kemalangan, kecederaan atau penyakit dalam kalangan pekerja atau orang lain yang berada di tempat kerja. Pencegahan kemalangan secara tidak langsung dapat mengurangkan kos rawatan, pampasan, kehilangan produktiviti, ketidakhadiran bekerja, kerosakan harta benda, hilang upaya dan lain-lain lagi.

Industri pembinaan melibatkan jumlah pekerja yang ramai. Jumlah pekerja yang ramai ini sangat terdedah kepada pelbagai risiko kemalangan di tapak bina. Risiko kemalangan seperti kecederaan dan kecacatan merupakan antara kejadian yang boleh berlaku di tapak bina.

Persekitaran di tempat kerja perlu selamat dan tidak mendatangkan risiko kepada pekerja. Walau bagaimanapun, kewajipan untuk mengamalkan keselamatan dan kesihatan pekerjaan bukan hanya terletak pada bahu majikan semata-mata malah pekerja juga perlu memainkan peranan dalam memastikan tidak berlaku sebarang kemalangan di tempat kerja. Bagi tujuan mengurangkan kemalangan di tapak bina ini, Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (AKKP) 1994 telah diperkenalkan.



Sila Imbas

Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (AKKP) 1994

1.3.1 Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (AKKP) 1994

AKKP 1994 telah diwartakan pada 24 Februari 1994 bagi memastikan keselamatan, kesihatan dan kebajikan pekerja dilindungi daripada aktiviti-aktiviti yang mempunyai risiko.

AKKP 1994 merupakan akta yang digubal untuk melindungi keselamatan dan kesihatan pekerja. Dalam sesebuah organisasi, keselamatan tempat kerja merupakan aspek paling penting yang perlu dititikberatkan. Antara faktor yang membawa kepada pengenalan AKKP 1994 adalah disebabkan Akta Kilang dan Jentera 1967 dilihat banyak kelemahan dan statistik kemalangan di tempat kerja juga menunjukkan peningkatan setiap hari. Di bawah AKKP 1994, majikan merupakan individu yang bertanggungjawab untuk mengambil berat tentang keselamatan dan kesihatan para pekerja ketika bekerja dan juga orang lain yang turut berada di kawasan tersebut. Foto 1.17 menunjukkan AKKP 1994 yang digunakan sebagai panduan bagi memastikan persekitaran di tapak bina adalah selamat.



Foto 1.17 Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (AKKP) 1994

Berikut ialah Petikan Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 (Akta 514):

Suatu Akta untuk membuat peruntukan lanjut bagi memastikan keselamatan, kesihatan dan kebajikan orang-orang yang sedang bekerja, bagi melindungi orang lain terhadap risiko kepada keselamatan atau kesihatan berkaitan dengan aktiviti orang-orang yang sedang bekerja, untuk menubuhkan Majlis Negara bagi Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan, dan bagi perkara yang berkaitan dengannya.
(25 Februari 1994)

Namun begitu, kadar kemalangan dalam sektor pembinaan dilihat terus berada di tahap yang membimbangkan. Sepanjang lima tahun sejak 2012, seramai 546 orang pekerja industri pembinaan maut dan ramai lagi yang lain mendapat kecederaan semasa bekerja. Prestasi keselamatan pekerjaan industri pembinaan telah merosot sejak tahun 2012 dan kemerosotan yang amat ketara dicatatkan pada tahun 2015 dan 2016. Bilangan kematian pekerja pembinaan pada tahun 2016 adalah yang tertinggi sejak tahun 1999, iaitu seramai 160 orang (Sumber: Buletin CIDB Bil 03/2017).

Pada tahun 2018, industri pembinaan akan kekal sebagai industri berbahaya yang menyumbang seramai 81 orang pekerja maut semasa bekerja. Jadual 1.4 menunjukkan statistik kemalangan mengikut sektor pekerjaan yang dikeluarkan oleh CIDB.



AKTIVITI

Bincangkan secara berkumpulan sejauh manakah keberkesanan AKKP 1994 dalam mengurangkan kemalangan di tapak bina.

Jadual 1.4 Statistik Kemalangan Pekerjaan Mengikut Sektor Sehingga Oktober 2018 (Kes disiasat)

Sektor	Bilangan THUK	Bilangan HUK	Bilangan Maut	Jumlah
Pembuatan	1188	90	25	1303
Pelombongan dan Penguarian	18	2	2	22
Pembinaan	61	6	81	148
Pertanian, Perhutanan dan Perikanan	264	7	18	289
Kemudahan Elektrik, Gas, Air dan Perkhidmatan Kebersihan	47	0	1	48
Pengangkutan, Penyimpanan dan Komunikasi	54	2	9	65
Perdagangan Borong dan Runcit	49	2	1	52
Hotel dan Restoran	59	2	1	62
Kewangan, Insurans, Harta Tanah dan Perkhidmatan Perniagaan	102	5	13	120
Perkhidmatan Awam dan Pihak Berkuasa Berkanun	21	0	3	24
Lain-lain	497	11	19	527
JUMLAH	2360	127	173	2660

Petunjuk: THUK - Tidak Hilang Upaya Kekal, HUK - Hilang Upaya Kekal

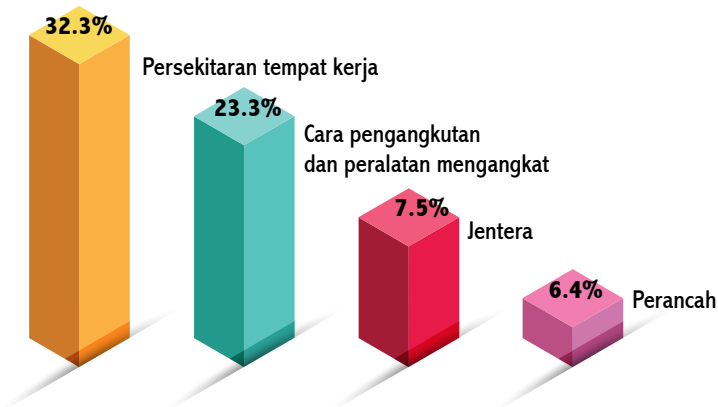
Sumber: Bahagian Dasar Antarabangsa & Pembangunan Penyelidikan, CIDB, 2018

Faktor Kemalangan di Tapak Bina

Terdapat banyak faktor yang menyebabkan berlaku kemalangan di tapak bina. Kemalangan tersebut boleh berlaku sama ada di tapak projek yang besar, sederhana atau kecil. Pegawai Keselamatan dan Kesihatan (Safety Health Officer–SHO) dan Pegawai Keselamatan Tapak (Safety Site Supervisor–SSS) bertanggungjawab bagi mengurangkan faktor risiko kemalangan di tapak bina.

Merujuk CIDB, Rajah 1.5 menunjukkan empat faktor utama yang boleh menyebabkan berlaku kemalangan di tapak bina. Faktor tersebut adalah seperti berikut:

- i. Persekitaran tempat kerja
- ii. Cara pengangkutan dan peralatan mengangkat
- iii. Jentera
- iv. Perancah



Rajah 1.5 Faktor kemalangan di tapak bina (Sumber: CIDB, 2018)



AKTIVITI

Dapatkan peranan SHO dan SSS di tapak bina. Bincang dan bentangkan.

Inisiatif Bagi Mengurangkan Kemalangan di Tapak Bina

Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (JKKP) telah merancang dan melaksanakan pendekatan yang bersesuaian dalam mendepani isu keselamatan dan kesihatan pekerjaan:

Promosi


Mempromosikan budaya pencegahan melalui prinsip-prinsip Garis Panduan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan di Industri Pembinaan (Pengurusan). (The Guideline on Occupational Safety and Health in Construction Industry (Management)–OSHCIM).

- i. Melibatkan agensi kerajaan dan persatuan bagi menggalakkan pemilikan (ownership) pengurusan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (KKP) yang berkesan melalui: kajian kes; panduan dan nasihat; kepemimpinan; dan program-program kerjasama dan jangkauan (outreach).
- ii. Memastikan prinsip-prinsip OSHCIM difahami dan pendekatan yang berkadaran diambil ke arah pematuhan melalui kerjasama dengan klien, pereka dan pembinaan.
- iii. Melibatkan badan profesional dan pusat pengajian tinggi bagi mempertingkatkan pengetahuan berkenaan prinsip-prinsip OSHCIM.

2 Penguatkuasaan

Mengurangkan bahaya-bahaya projek pembinaan melalui tindakan perundangan.

- i. Menumpukan tindakan perundangan terhadap kontraktor G1-G7 yang gagal mengurus dan mengawal risiko-risiko berkaitan persekitaran pekerjaan, penggunaan perancah dan jentera.
- ii. Menggalakkan pentaksiran sendiri (self-assessment).
- iii. Melibatkan pihak berkepentingan supaya memberi pengetahuan dan kesedaran berkenaan risiko KKP.



Adakah pentaksiran sendiri mampu dilaksanakan secara profesional di tapak bina?

3 Keberkesanan dan Kecekapan

Maksimumkan keberkesanan dan kecekapan JKKP melalui pemerksaan kebolehan dan kelengkapan.

- i. Menambah baik pengumpulan maklumat (intelligence), analisis, sasaran, kebolehan pengukuran prestasi, kebolehgunaan (usability) dan kebergunaan (usefulness) sumber-sumber teknologi maklumat KKP.
- ii. Memastikan perundangan dan panduan adalah berkesan, meliputi isu-isu semasa dan mencerminkan praktik-praktik terbaik yang mempromosikan budaya pencegahan.
- iii. Membangunkan amalan terbaik tindakan perundangan yang mengandungi maklumat, amaran dan kelengkapan yang dapat membantu pematuhan.


1.3.2 Amalan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan di Tapak Bina

a Pengenalan

Majikan perlu mengambil langkah proaktif dalam memastikan amalan keselamatan dan kesihatan pekerjaan di tapak bina sentiasa diutamakan. Sistem pengurusan keselamatan dan kesihatan perlulah dilaksanakan dan dipantau tahap keberkesanan. Dalam memastikan keselamatan dan kesihatan pekerja, majikan perlu melaksanakan beberapa pendekatan seperti mengadakan kursus yang dianjurkan oleh Institut Kebangsaan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan Negara (National Institute of Occupational Safety and Health–NIOSH). Kursus ini penting agar majikan dan pekerja jelas tentang tanggungjawab dan peranan masing-masing dalam melaksanakan amalan keselamatan dan kesihatan pekerjaan di tapak bina. Contohnya, kepekaan dan bekerjasama dalam memastikan keadaan persekitaran, sisa binaan, laluan-laluan jentera selamat dan selesa untuk digunakan semasa di tapak bina. Foto 1.18 menunjukkan antara langkah-langkah keselamatan yang perlu dipatuhi.




Foto 1.18 Papan tanda keselamatan



AKTIVITI

Dapatkan peranan dan fungsi NIOSH.



SUDUT INFO

NIOSH ditubuhkan pada 1 Disember 1992.

b Langkah-langkah Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan

Dalam usaha memastikan keselamatan dan kesihatan pekerjaan di tapak bina terjamin, terdapat beberapa langkah yang boleh diambil.

1 Polisi Keselamatan

Menjadi tanggungjawab majikan menyediakan polisi keselamatan dan kesihatan pekerjaan di tapak bina. Polisi keselamatan merupakan satu dokumen pernyataan hasrat (statement of intent) secara bertulis yang dikeluarkan oleh pengurusan tertinggi syarikat dalam memastikan pelaksanaan aktiviti kerja yang selamat dan sihat di tapak bina. Polisi keselamatan hendaklah menggariskan tanggungjawab majikan dan pekerja. Polisi keselamatan juga hendaklah mencerminkan sifat dan keperluan tempat kerja itu sendiri dalam menangani isu-isu berhubung dengan keselamatan dan kesihatan pekerja serta orang lain yang terlibat dalam tempat kerja tersebut.



SUDUT INFO

Keselamatan dan kesihatan pekerjaan merupakan tanggungjawab bersama di antara majikan dan pekerja.



Sila Imbas

Jabatan
Keselamatan
dan Kesihatan
Pekerjaan

2 Jawatankuasa Keselamatan dan Kesihatan

Jawatankuasa Keselamatan dan Kesihatan perlulah ditubuhkan bagi tapak bina yang mempunyai 40 orang pekerja atau lebih (Seksyen 30, Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan). Jawatankuasa ini perlu melantik seorang pegawai SHO atau SSS yang kompeten seperti yang ditetapkan dalam Peraturan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (Pegawai Keselamatan dan Kesihatan) 1997 atau apabila diarahkan oleh Ketua Pengarah, Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (Department of Occupational Safety and Health–DOSH).



SUDUT INFO

Bagi menjadi SHO atau SSS, anda wajib menghadiri kursus dan lulus ujian oleh NIOSH di samping kelulusan akademik.

3 Mentaksir Risiko

Pemeriksaan keselamatan tapak juga antara amalan yang harus dititikberatkan. Melalui pemeriksaan atau pemantauan ini, majikan atau penyelia tapak dapat mengenal pasti keadaan tapak sama ada berada dalam keadaan selamat ataupun tidak. Setiap tapak bina akan mempunyai pegawai SHO atau SSS yang bertanggungjawab untuk memastikan semua pihak akur terhadap keselamatan dan kesihatan pekerjaan.

4 Pendidikan dan Latihan

Pendidikan dan latihan perlu disediakan untuk memberi kefahaman terhadap para pekerja mengenai amalan kerja yang selamat. Selain itu, para pekerja digalakkan untuk melaksanakan tugas yang sama berulang kali bagi memahirkan kemahiran mereka. Hal ini secara tidak langsung akan dapat mengurangkan kes kemalangan kerana pekerja lebih faham dan mahir untuk mengendalikan sesuatu pekerjaan. Latihan keselamatan merupakan medium yang paling berkesan untuk mengurangkan kes kemalangan kerana dapat membantu para pekerja mengenal pasti bahaya yang ada di tapak bina.

Industri pembinaan selalu menghadapi pelbagai isu berkaitan dengan keselamatan dan kesihatan pekerjaan di tapak bina. Antara isu-isu yang berlaku adalah seperti berikut:

1 Jatuh dari Tempat Tinggi

Kekerapan kemalangan disebabkan oleh jatuh dari tempat tinggi merupakan masalah yang paling serius dalam industri pembinaan. Di seluruh dunia, dilaporkan lebih 40,000 kecederaan dan kematian disebabkan terjatuh dari tempat yang tinggi. Statistik menunjukkan bahawa 33% daripada 40,000 kemalangan yang berlaku di tapak bina mengakibatkan kematian. Oleh itu, komponen sistem perlindungan bahaya jatuh hendaklah diwujudkan agar setiap pekerja yang berisiko jatuh atau bekerja di bahagian bangunan yang tinggi melebihi dua meter dibekalkan dengan kelengkapan perlindungan diri (Personel Protective Equipment-PPE) yang bersesuaian.

(Sumber: www.niosh.com.my)

2 Penguatkuasaan

Walaupun negara mempunyai dasar keselamatan dan kesihatan pekerjaan, namun ia tidak dikuatkuasakan secara baik oleh pihak yang berkuasa. Penguatkuasaan adalah penting kerana masalah utama yang berkaitan dengan isu keselamatan dan kesihatan pekerjaan ialah sikap pekerja. Kebanyakan mereka tidak mematuhi peraturan yang ditetapkan dan tidak menggunakan PPE dengan betul dan sesuai dengan keadaan persekitaran pada satu-satu masa.

3 Latihan Keselamatan

Kajian mendapati bahawa ramai pekerja merasakan bahawa latihan keselamatan adalah baik namun tidak seorang pun daripada mereka akan memperuntukkan 30 minit sehingga satu jam untuk latihan tersebut. Pekerja hanya mahu menyelesaikan kerja dengan cepat tanpa mengetahui risiko yang dihadapi. Hal ini menunjukkan bahawa pekerja mempunyai tahap kesedaran yang kurang mengenai budaya keselamatan dan kesihatan.

4 Peruntukan Kewangan

Segelintir majikan berpendapat bahawa peruntukan kewangan yang kecil nilainya sudah mencukupi untuk program latihan keselamatan dan kesihatan pekerjaan dan ini menimbulkan masalah terhadap pelaksanaan keselamatan dan kesihatan pekerjaan. Contohnya, penyediaan latihan, penyediaan PPE, papan tanda keselamatan dan proses penyelenggaraan keselamatan memerlukan peruntukan yang mencukupi.

Dalam usaha untuk mengatasi masalah dalam amalan keselamatan dan kesihatan, tindakan terhadap majikan yang tidak bertanggungjawab dan pekerja yang tidak mematuhi peraturan yang ditetapkan perlu dijalankan secara berterusan. Contoh tindakan yang dilakukan ialah amaran dan penalti seperti bayaran denda. Hal ini adalah untuk menyedarkan mereka supaya tidak mengulangi kesilapan tersebut.



TAHUKAH KAMU?

SHO mempunyai kuasa untuk menghentikan operasi di tapak bina jika berlaku kemalangan atau tidak mematuhi AKKP 1994.

Selain itu, kontraktor perlu memaparkan bahan keselamatan di papan buletin keselamatan supaya para pekerja dapat membaca dan memahami. Paparan tersebut menggunakan dwibahasa iaitu Bahasa Melayu dan Bahasa Inggeris. SHO atau SSS juga boleh memaparkan statistik kemalangan di tapak projek pada papan buletin keselamatan tersebut. Hal ini adalah salah satu usaha yang boleh dilakukan oleh untuk menggalakkan amalan keselamatan dan kesihatan dalam kalangan pekerja.

1.4 PENILAIAN DAN PENGURUSAN RISIKO

Risiko boleh dinyatakan sebagai sesuatu yang tidak pasti akan berlaku dan sekiranya berlaku, boleh membawa kepada kerugian, kerosakan dan kecederaan. Risiko yang wujud dalam industri pembinaan tidak boleh dihapuskan, namun boleh diminimumkan dan dikawal. Risiko boleh wujud dalam pelbagai peringkat kitar hayat projek pembinaan dan mempunyai aliran proses yang sama. Risiko merupakan elemen yang perlu dihadapi oleh semua pihak yang terlibat dalam projek pembinaan. Pengurusan terhadap risiko secara terperinci akan mempengaruhi kelancaran pengurusan projek tersebut dari peringkat permulaan sehingga penyerahan projek.

Pengurusan risiko telah dikenal pasti sebagai salah satu prosedur penting dalam pengurusan projek yang menyeluruh bagi memenuhi tempoh, kos dan kualiti yang telah ditetapkan. Pengurusan risiko didefinisikan sebagai prosedur tindakan atau praktis mengawal risiko termasuk mengenal pasti hazard, menganalisis dan menilai risiko, menaksir risiko, membangun dan melaksanakan langkah pengawalan risiko, memantau risiko untuk mengesan perubahan pada risiko serta mendokumentenkan keseluruhan proses pengurusan risiko.

Pengurusan risiko dalam projek kejuruteraan awam bertujuan untuk memastikan paras risiko dan ketidaktentuan serta peluang yang wujud diurus secara berkesan supaya projek disiapkan dengan jayanya dalam menepati tempoh, kos dan kualiti yang ditetapkan. Oleh itu, pengurusan risiko berupaya meningkatkan kemungkinan projek itu mencapai kejayaan sekiranya dilaksanakan dengan berkesan.

a Kepentingan Pengurusan Risiko

Pelaksanaan pengurusan risiko projek secara holistik seharusnya dimulakan dari peringkat permulaan sehingga peringkat penyerahan. Apabila sesuatu projek diluluskan untuk pelaksanaan, pengurusan risiko projek dirancang untuk dipraktikkan seiring dengan pelaksanaan projek.

Mengapa risiko perlu diuruskan?

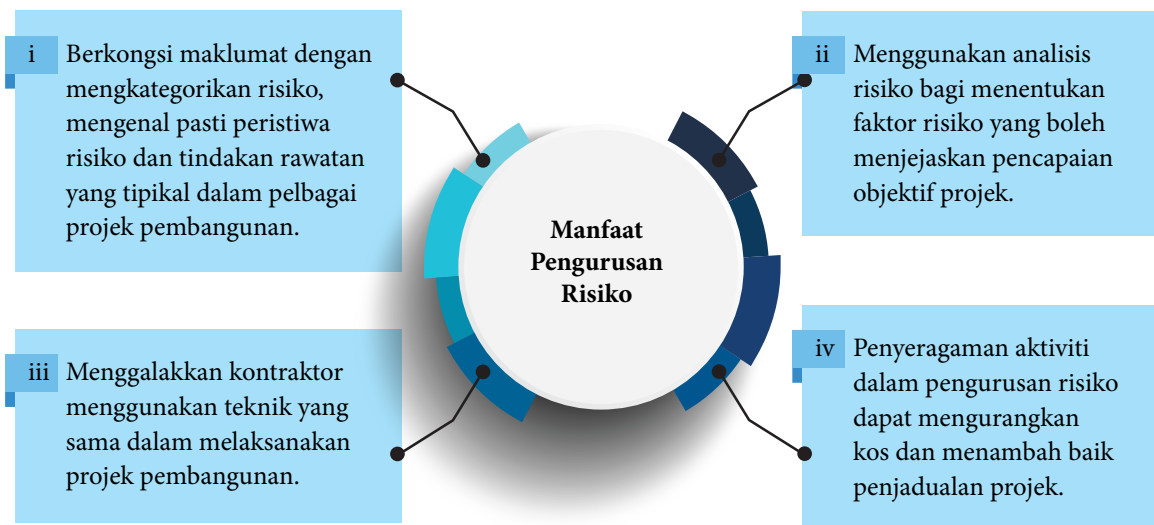


Pengurusan risiko merupakan salah satu pendekatan yang dapat:

1. Memastikan risiko kritikal yang memberi impak kepada skop, masa, kos dan prestasi dikenal pasti secara proaktif dan dirawat (sekiranya berupa ancaman) atau dipertingkatkan (sekiranya berupa peluang) tepat pada waktunya.
2. Memberi perhatian kepada risiko utama yang memberi impak kepada projek dan pasukan (sama ada impak negatif atau positif).
3. Menghasilkan maklumat berguna supaya risiko tinggi dapat diuruskan dengan berkesan.
4. Memenuhi kehendak pemegang taruh (stakeholders) dengan mengelak risiko yang boleh menjejaskan kepentingan mereka.
5. Mengetahui pasti keperluan menyediakan pelan kontingensi sekiranya perlu.

b Manfaat Pengurusan Risiko

Pengurusan risiko yang dilaksanakan dalam pengurusan projek kejuruteraan awam dapat membawa manfaat seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.6 di bawah.



Rajah 1.6 Manfaat pengurusan risiko

c Proses Pengurusan Risiko

Pengurusan risiko melibatkan beberapa proses yang perlu diikuti seperti di bawah.

1 Mengenal Pasti Aktiviti Kerja di Tapak Bina yang Berisiko

Mengenal pasti aktiviti kerja di tapak bina yang berisiko ialah langkah awal proses pengurusan risiko. Proses asas melibatkan kajian terhadap keseluruhan projek untuk menentukan aktiviti kritikal yang boleh menghalang projek daripada mencapai objektifnya. Aktiviti kritikal yang dikenal pasti mesti ditangani untuk mengelakkan impak yang negatif (bagi ancaman) atau meningkatkan impak yang positif (bagi peluang). Semua risiko yang telah dikenal pasti didokumenkan dalam Daftar Risiko supaya pihak yang bertanggungjawab lebih peka tentang risiko yang perlu diurus.

2 Menganalisis Risiko

Pada peringkat analisis risiko, penilaian awal bertujuan untuk menentukan sama ada sesuatu risiko patut diurus di peringkat seterusnya atau tidak. Dalam menganalisis semua aktiviti berisiko, terdapat dua aspek utama yang perlu diambil kira iaitu kemungkinan kejadian berlaku dan impak kejadian tersebut. Kemungkinan ialah kebarangkalian sesuatu kejadian kurang baik berlaku (ancaman) atau sesuatu kejadian yang baik berlaku (peluang) manakala impak ialah kesan sesuatu aktiviti terhadap projek (sama ada positif atau negatif) seandainya ia berlaku.

3 Menilai Risiko

Penilaian risiko perlu dijalankan setelah risiko tersebut dianalisis. Risiko yang telah dianalisis boleh dinilai dan diklasifikasikan seperti berikut:

Risiko yang diterima semula	Tidak memerlukan kawalan risiko, tetapi disimpan untuk kajian.
Risiko yang ditolak	Risiko yang dianggap tidak wujud selepas dianalisis atau tidak signifikan.
Risiko yang signifikan	Perlu diberi keutamaan dan dikawal.

4 Mengawal Risiko

Mengawal risiko ialah langkah yang diambil bagi tujuan mengurangkan kemungkinan risiko yang berupa ancaman atau peluang. Langkah penyediaan kawalan risiko perlu disediakan oleh SHO atau SSS setelah dikoordinasi dengan pengurus projek. Jika terdapat risiko yang kawalannya kurang berjaya atau risiko mencapai tahap yang tidak boleh diterima, pelan kontingensi perlu dibangunkan.

5 Dokumentasi Risiko

Laporan ini mengandungi ringkasan kepada pelan pengurusan risiko, kadar kejayaan tindakan pengawalan risiko, faedah, iktibar dan pengajaran (lesson learned) dan sebagainya.

1.4.1 | HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control)

a Kepentingan Pengurusan Risiko

Pengenalpastian Hazard, Penaksiran Risiko dan Kawalan Risiko (HIRARC) amat penting dalam usaha merancang, mengurus dan melaksanakan sesuatu operasi sesebuah organisasi.



Sila Imbas

Garis Panduan
HIRARC 2008

Hazard

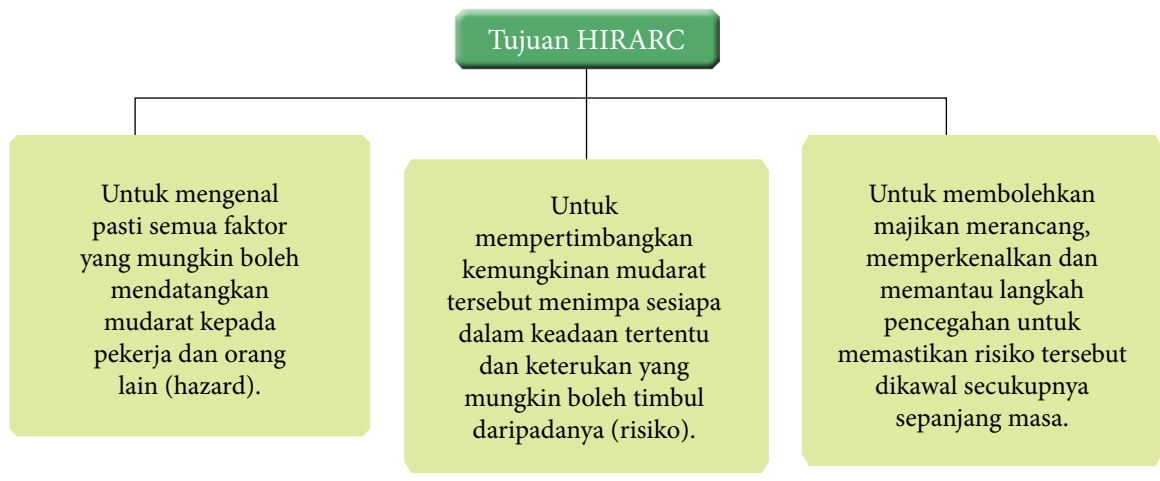
Hazard ialah sesuatu punca atau sesuatu keadaan yang mempunyai potensi yang boleh mendatangkan mudarat dalam bentuk kecederaan atau kesihatan yang buruk kepada manusia, kerosakan harta, kerosakan alam sekitar atau gabungan daripada mana-mana mudarat tersebut.

Risiko

Risiko ialah kecenderungan atau kemungkinan berlakunya sesuatu perkara buruk kesan daripada pelaksanaan sesuatu tindakan. Risiko boleh wujud dalam pelbagai peringkat kitar hayat projek dan mempunyai aliran proses yang sama tanpa mengira jenis projek. Pengurusan risiko dilaksanakan pada peringkat awal projek kerana ini akan mempengaruhi keseluruhan pengurusan projek berkenaan. Tindak balas terhadap risiko secara terperinci akan mempengaruhi kelancaran pengurusan projek tersebut dari peringkat permulaan sehingga penyerahan projek.

b Tujuan HIRARC

Rajah 1.7 menunjukkan tujuan HIRARC dilaksanakan.



Rajah 1.7 Tujuan HIRARC

c Proses HIRARC

Proses HIRARC melibatkan beberapa langkah iaitu:

1. Mengenal pasti hazard.
2. Penaksiran risiko (membuat analisis dan penilaian dalam menganggarkan risiko daripada setiap hazard) dengan menentukan atau menjangkakan:
 - a. Kemungkinan berlakunya hazard
 - b. Keterukan hazard

Dari segi matematik, risiko boleh dihitung dengan persamaan:

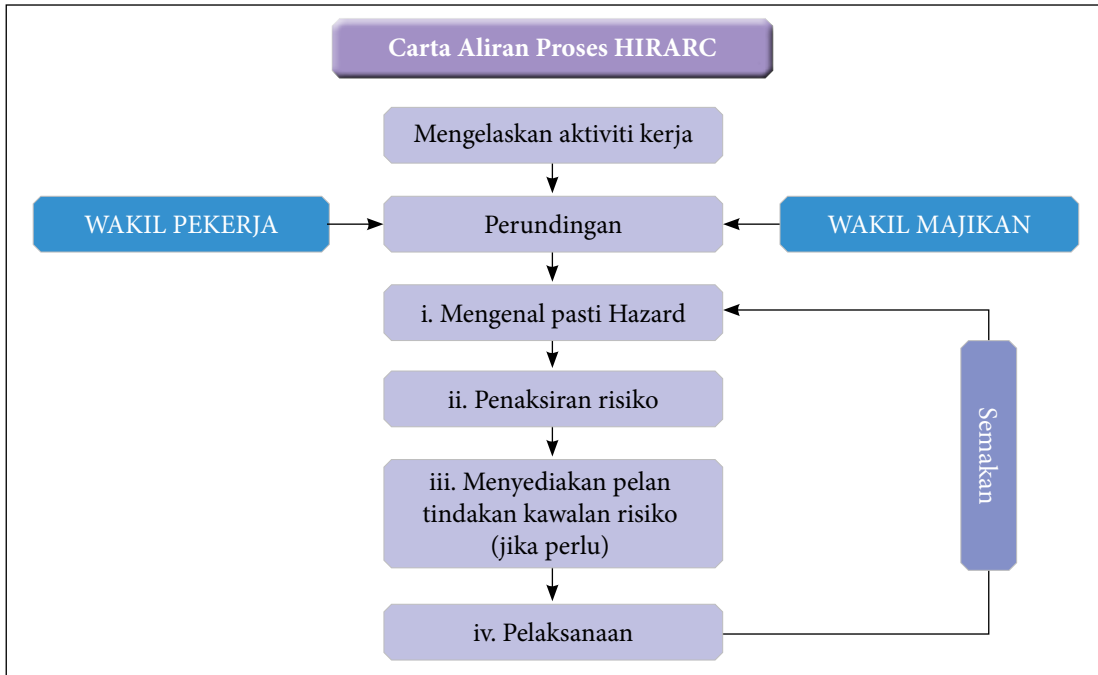
$$\text{Risiko} = \text{Kemungkinan} \times \text{Keterukan}$$

Di mana:

Kemungkinan ialah kejadian yang mungkin berlaku dalam tempoh khusus atau dalam keadaan tertentu.

Keterukan ialah hasil daripada kejadian yang berlaku seperti teruknya kecederaan atau kesihatan manusia, atau kerosakan harta, atau gangguan kepada alam sekitar, atau apa-apa gabungan hasil yang disebabkan oleh kejadian tersebut.

3. Pengawalan risiko



Rajah 1.8 Proses pengawalan risiko

4. Proses dokumentasi

1.4.2 | Aktiviti Penilaian dan Pengurusan Risiko Berdasarkan HIRARC

a

Mengenal Pasti Hazard Berdasarkan HIRARC (Hazard Identification)

Mengenal pasti hazard hasil aktiviti kerja di tapak bina yang mempunyai risiko ialah langkah awal dalam proses penilaian dan pengurusan risiko. Tujuan pengenalpastian hazard adalah untuk menentukan operasi kritikal dalam projek, iaitu tugas yang mendatangkan risiko yang ketara kepada keselamatan dan kesihatan pekerja serta menekankan hazard yang berkaitan dengan kelengkapan tertentu disebabkan oleh sumber tenaga, keadaan kerja atau aktiviti yang dilaksanakan. Semua risiko yang dikenal pasti perlu direkodkan. Hasilnya ialah senarai risiko yang tergolong di bawah kategori yang bersesuaian justeru, individu yang terlibat dalam aspek teknikal, kos dan penjadualan seharian projek akan lebih peka tentang risiko hazard yang perlu diurus.

Di samping itu, mengenal pasti risiko hazard baharu yang wujud perlu juga dilaksanakan secara berterusan. Proses pemantauan dan kajian semula risiko hazard adalah secara berterusan sehingga peringkat penyerahan projek.

Pihak majikan juga dituntut untuk meningkatkan pengetahuan dalam bidang pengurusan risiko yang berkaitan dengan bahaya di tapak bina. Pihak berkepentingan sama ada majikan, pengurus, penyelia, pekerja atau kontraktor perlu dilengkapi dengan pengetahuan, kemahiran dan kompetensi yang berkaitan bagi membolehkan mereka mengenal pasti risiko hazard dengan lebih baik.



TAHUKAH KAMU?

Hazard boleh dibahagikan kepada tiga kumpulan iaitu hazard kesihatan, hazard keselamatan dan hazard alam sekitar.

1.4.3 Analisis Aktiviti Penilaian dan Pengurusan Risiko Berdasarkan HIRARC

a

Penaksiran Risiko Hazard Berdasarkan HIRARC (Risk Assessment)

Penaksiran risiko hazard ialah satu proses menganalisis yang berterusan, sama seperti pengenalpastian risiko hazard. Risiko projek ditaksir untuk menentukan:



Rajah 1.9 Tujuan risiko projek ditaksir

Pada peringkat ini, penilaian awal ini adalah bertujuan untuk menentukan sama ada sesuatu risiko patut diurus pada peringkat selanjutnya atau tidak. Terdapat tiga kes yang mana risiko mungkin tidak perlu diurus:

- i. Kemungkinan ia berlaku adalah terlalu kecil.
- ii. Impak tidak signifikan dan tidak perlu dirawat.
- ii. Risiko adalah di luar projek.

Kadar risiko ditentukan berdasarkan kemungkinan dan keterukan dengan menggunakan Matriks Risiko (Rujuk Jadual 1.7). Semua maklumat yang dianalisis semasa proses penaksiran risiko perlu direkodkan. Dalam menentukan keutamaan risiko, hanya aktiviti risiko yang berkadar tinggi sahaja dianalisis untuk menentukan tindakan yang sesuai, faktor risiko serta kesan yang mungkin.

Kemungkinan boleh dibahagikan kepada lima kategori. Kemungkinan ditentukan berdasarkan kadar kemungkinan yang memungkinkan hazard berlaku iaitu skala satu sehingga lima. Jadual 1.5 menunjukkan kemungkinan berlakunya hazard.

Jadual 1.5 Kemungkinan berlaku hazard

Kemungkinan (L)	Kriteria	Kadar
Paling mungkin	Hazard paling tinggi untuk berlaku	5
Mungkin	Hazard mungkin boleh berlaku	4
Dapat dijangka	Hazard mungkin boleh berlaku pada masa akan datang	3
Jarang-jarang sekali	Hazard yang belum pasti boleh berlaku	2
Tidak dapat dijangka	Hazard yang mustahil untuk berlaku	1

Sumber: Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan, Kementerian Sumber Manusia

Keterukan boleh dibahagikan kepada lima kategori. Kadar keterukan berdasarkan tahap keterukan yang meningkat terhadap kesihatan individu, alam sekitar atau kepada harta benda. Jadual 1.6 menunjukkan keterukan apabila berlakunya hazard.

Jadual 1.6 Keterukan berlaku hazard

Keterukan (S)	Kriteria	Kadar
Malapetaka	Banyak kematian dan banyak kerosakan harta benda	5
Fatal	Satu kematian dan banyak kerosakan harta benda	4
Serius	Kecederaan kekal dan hilang upaya kekal	3
Ringan	Kecederaan sementara dan hilang upaya	2
Sedikit sahaja	Kecederaan ringan seperti luka, lebam	1

Sumber: Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan, Kementerian Sumber Manusia

Risiko boleh dinyatakan dalam pelbagai cara untuk menyampaikan keputusan analisis bagi membuat keputusan tentang kawalan risiko. Bagi analisis risiko yang menggunakan kemungkinan dan keterukan dalam kaedah kualitatif, menyatakan keputusan dalam matriks risiko merupakan suatu cara yang sangat berkesan untuk mengagihkan risiko di seluruh kawasan tempat kerja.

Risiko boleh dihitung dengan menggunakan formula berikut:

$$L \times S = \text{Risiko relatif}$$

Di mana:

L = Kemungkinan (likelihood)

S = Keterukan (severity)

1 Proses Menggunakan Matriks Risiko

Untuk menggunakan Matriks Risiko ini, mula-mula tentukan nilai keterukan (S) yang paling sesuai untuk memerihalkan risiko mengikut skala pada lajur keterukan.




Kemudian tentukan nilai kemungkinan (L) yang paling sesuai untuk memerihalkan risiko mengikut skala pada baris kemungkinan.

Nilai tahap risiko akan dapat ditentukan berdasarkan di dalam petak nilai keterukan dan nilai kemungkinan bertemu. Jadual 1.7 menunjukkan matriks risiko yang digunakan untuk menaksir risiko.

Jadual 1.7 Matriks risiko

Kemungkinan (L)	Keterukan (S)				
	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

Petunjuk:

Tinggi	
Sederhana	
Rendah	

Sumber: Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan, Kementerian Sumber Manusia

Jadual 1.8 menunjukkan nilai risiko relatif boleh digunakan untuk memberikan keutamaan kepada tindakan yang perlu diambil untuk menguruskan hazard di tempat kerja secara efektif.

Jadual 1.8 Nilai risiko relatif

Risiko	Perihal	Tindakan
15 - 25	Tinggi	Risiko TINGGI memerlukan tindakan segera untuk mengawal hazard seperti yang diperincikan dalam hierarki kawalan. Tindakan yang diambil mestilah didokumentasikan dalam borang penaksiran risiko termasuk tarikh siap.
5 - 12	Sederhana	Risiko SEDERHANA memerlukan pendekatan terancang bagi mengawal hazard dan mengguna pakai langkah sementara jika perlu. Tindakan yang diambil mestilah didokumentasikan dalam borang penaksiran risiko termasuk tarikh siap.
1 - 4	Rendah	Risiko yang dikenal pasti sebagai RENDAH boleh dianggap sebagai boleh diterima dan pengurangan selanjutnya tidak diperlukan. Walau bagaimanapun, jika risiko tersebut boleh diselesaikan segera secara berkesan, langkah kawalan hendaklah dilaksanakan dan direkodkan.

Sumber: Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan, Kementerian Sumber Manusia

Hazard yang ditaksir sebagai “Risiko Tinggi” mestilah diambil tindakan segera untuk menyelesaikan risiko kepada keselamatan nyawa atau alam sekitar. Individu yang bertanggungjawab atas tindakan yang perlu diambil, termasuk tindakan susulan mestilah benar-benar dikenal pasti. Kaedah penaksiran terperinci lanjutan mungkin memerlukan penaksiran risiko kuantitatif sebagai kaedah untuk menentukan langkah kawalan yang sesuai.

Contoh aktiviti penaksiran risiko menggunakan Matriks Risiko:

Seorang pekerja di tapak pembinaan kondominium 25 tingkat tidak menggunakan PPE yang diperlukan semasa kerja melepai dinding luar bangunan tingkat 12. Nilai tahap risiko bagi pekerja terbabit.

- Nilai kemungkinan (L) = 5
- Nilai keterukan (S) = 5
- Risiko relatif = $L \times S = 5 \times 5 = 25$
- Nilai 25 pada Matriks Risiko berada pada warna MERAH iaitu risiko yang dihadapi oleh pekerja itu adalah TINGGI.
- Oleh itu, risiko TINGGI memerlukan tindakan segera untuk mengawal hazard seperti yang diperincikan dalam hierarki kawalan. Tindakan yang diambil mestilah didokumentasikan dalam borang penaksiran risiko termasuk tarikh siap.

1.4.4 | Menilai Dapatan Aktiviti Penilaian dan Pengurusan Risiko Berserta Cadangan Penambahbaikan Berdasarkan Situasi

a Pengawalan Risiko Berdasarkan HIRARC (Risk Control)

Hazard hendaklah dikawal sama ada pada puncanya (tempat masalah tercetus) atau berhampiran dengan puncanya. Kaedah ini sering dirujuk sebagai kawalan kejuruteraan. Jika ini tidak berhasil, hazard selalunya boleh dikawal sepanjang laluan kepada pekerja iaitu di antara punca dengan pekerja. Jika tidak dapat dilaksanakan, hazard mestilah dikawal pada tahap pekerja dengan menggunakan PPE, namun ini ialah kaedah kawalan yang terakhir.

Pemilihan kaedah kawalan mestilah mempertimbangkan aspek-aspek seperti berikut:

- i. Menilai dan memilih kawalan jangka pendek dan jangka panjang.
- ii. Melaksanakan langkah jangka pendek untuk melindungi pekerja sehingga kawalan kekal dapat dilaksanakan.
- iii. Melaksanakan kawalan jangka panjang apabila dapat dilaksanakan dengan munasabah.



AKTIVITI

Jalankan satu aktiviti HIRARC di sekitar sekolah anda sama ada di kelas, di bengkel, di padang, di kantin, di makmal dan sebagainya. Bentangkan dan dokumentasikan.

Keberkesanan kawalan risiko mestilah diperiksa secara berkala. Penilaian dan pemantauan setiap kawalan hazard dilakukan semasa pemeriksaan, penyelenggaraan rutin dan aktiviti lain. Aktiviti kawalan perlu didokumentasikan bagi mengetahui keberkesannya. Sekiranya tindakan pengawalan risiko tidak dapat mengatasi risiko tersebut maka penilaian semula mesti dilaksanakan untuk mendapatkan tindakan pengurusan risiko yang baharu. Selain itu, mengenal pasti risiko baharu juga perlu sentiasa dilaksanakan. Sekiranya risiko baharu berkadar tinggi, maka proses menganalisis risiko hendaklah dilaksanakan.

Contoh aktiviti pengawalan risiko di tapak bina:

- i. Maklumat risiko perlu sentiasa dikemas kini agar mengandungi senarai risiko yang terkini. Risiko yang telah dikawal boleh dikeluarkan daripada senarai dan pemantauan secara berterusan perlu dilaksanakan.
- ii. Pengurus Projek mempunyai tanggungjawab atas pemantauan dan pengurusan semua aspek proses pengurusan risiko, kecuali aktiviti pengurusan risiko telah ditugaskan kepada seorang pengurus risiko.
- iii. Status risiko harus dilaporkan dalam setiap mesyuarat status projek, dengan kajian semula yang sepenuhnya dijalankan pada setiap bulan atau mengikut kesesuaian.
- iv. Tindakan menangani risiko seharusnya digambarkan dalam perancangan dan penjadualan yang disepadukan dalam program kerja. Contohnya *Microsoft Project*, *Primavera* dan sebagainya.
- v. Keberkesanan penilaian dan pemantauan setiap kawalan hazard dilakukan secara berkala semasa pemeriksaan, penyelenggaraan rutin dan aktiviti lain.

Proses penambahbaikan pelan perlu diteruskan dari semasa ke semasa selaras dengan cabaran dan keperluan baharu pada masa akan datang. Penilaian dan pengurusan risiko berperanan dalam menyemak serta menilai dan mencadangkan strategi pengurusan risiko dan pewujudan polisi agar aktiviti mengenal pasti, mengukur, memantau dan mengawal risiko dapat dilaksanakan dengan baik.

1.4.5 | Dokumentasi Penilaian dan Pengurusan Risiko Berdasarkan HIRARC

a

Proses Dokumentasi Berdasarkan HIRARC

Pengurus Projek perlu menyedia dan menghantar laporan secara berkala berkenaan dengan aktiviti pengurusan risiko. Kekekapan menyediakan laporan perlulah ditetapkan dalam mesyuarat. Selain melaporkan status terkini setiap risiko, risiko-risiko baharu yang dikenal pasti juga dilaporkan. Selain itu, isu-isu yang memerlukan perhatian atau intervensi daripada pihak atasan serta pengajaran dan iktibar juga perlu dilaporkan.

Selepas projek siap, Sijil Perakuan Siap Kerja dikeluarkan. Pengurus Projek perlu menyediakan Laporan Akhir Risiko dalam tempoh dua minggu selepas tarikh projek diserahkan. Input kepada laporan ini diperolehi daripada semua Laporan Status Risiko. Semua pengajaran dan iktibar hasil daripada pengalaman melaksanakan pengurusan risiko dalam projek direkodkan dalam Laporan Akhir Risiko.

Dalam pelaksanaan pengurusan risiko projek, terdapat lima dokumen utama bagi mendokumentasikan keseluruhan prosesnya. Dokumen tersebut digunakan untuk merancang risiko, menilai risiko, membangun tindakan kawalan risiko, memantau risiko untuk mengesan perubahan pada risiko dan merumuskan keseluruhan pengurusan risiko pada akhir kitar hayat projek.

Proses dokumentasi HIRARC adalah perlu mengikut prosedur yang betul. Hal ini adalah penting supaya dokumentasi tersebut menjadi satu laporan yang standard.

Berikut merupakan proses mendokumentasikan HIRARC:

1. Lengkapkan borang HIRARC. Disarankan untuk menggunakan satu borang bagi setiap proses.
2. Rekodkan nama dan jawatan anggota pasukan HIRARC.
3. Kenal pasti aliran proses kerja dan nyatakan dalam borang di bawah lajur proses/lokasi.
4. Senaraikan semua aktiviti bagi setiap proses kerja di bawah lajur “Aktiviti Kerja”.
5. Kenal pasti hazard yang berkaitan dengan setiap aktiviti dan rekodkan di dalam lajur “Hazard”.
6. Tentukan kesan setiap hazard yang dikenal pasti dan rekodkan di dalam lajur “Kesan”.
7. Rekodkan apa-apa langkah kawalan hazard sedia ada.
8. Tentukan kemungkinan (L) dari Jadual 1.5 dan keterukan (S) dari Jadual 1.6 bagi setiap hazard. Berikan kadar (L) dan (S) di dalam lajur yang berkaitan. Langkah kawalan sedia ada hendaklah diambil kira semasa menentukan (L) dan (S).
9. Dengan menggunakan Matriks Risiko (Jadual 1.7), tetapkan satu risiko dan rekodkan di dalam lajur “Risiko”.
10. Berdasarkan risiko yang ditetapkan, sarankan langkah kawalan risiko yang sesuai (lihat Jadual 1.8).
11. Tetapkan orang yang sesuai untuk melaksanakan kawalan risiko yang disarankan dan nyatakan tarikh dan status tindakan susulan.
12. Ulang HIRARC bagi aktiviti dan proses lain.
13. Laksanakan satu lagi pusingan HIRARC selepas langkah kawalan dilaksanakan.
14. Semak HIRARC setiap tiga tahun atau apabila terdapat perubahan dalam proses atau aktiviti.

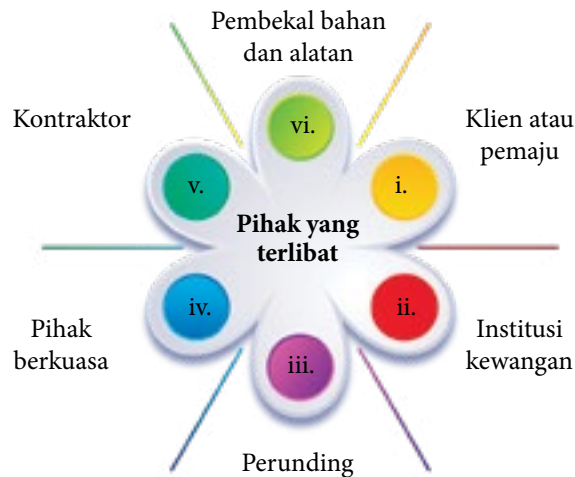
Contoh Mengisi Borang HIRARC

Satu pasukan yang terdiri daripada tiga pekerja diarah melakukan kerja melepai pada dinding luar di bangunan empat tingkat. Kerja mereka termasuk mendirikan pelantar kerja, melepai dinding dengan konkrit dan kerja pembersihan.

BORANG HIRARC									
Syarikat:	FENDI CONSTRUCTION		Dikendalikan Oleh: (Nama, Jawatan)		En. A (Penyelia) & En. B (Pelepa)				
Proses/Lokasi:	KERJA MELEPA DINDING LUAR TINGKAT 4		Tarikh: (dari hingga)		hingga				
Diluluskan Oleh: (Nama dan Jawatan)	EN. X (PENGURUS PROJEK)		Tarikh Semakan:						
Tarikh:	25 Julai 2018		Tarikh Semakan Semula:						
1. Pengenalpastian Hazard			2. Analisis Risiko			3. Kawalan Risiko			
Bil.	Aktiviti Kerja	Hazard	Yang Boleh Mengakibatkan	Kawalan Risiko (Jika ada)	Kemungkinan	Keterukan	Risiko	Langkah Kawalan yang Disarankan	Pegawai Bertugas (Tarikh Tamat/Status)
1	Mendirikan pelantar kerja	Lantai tidak dikawal	Terjatuh dari tempat tinggi/kecederaan kepala/fatal	Topi keselamatan, pengemasan di tempat kerja	4	5	20 (Tinggi)	1. Bina pagar di bahagian tepi yang terdedah di tingkat atas 2. Sediakan prosedur kerja selamat menggunakan JSA	Ali 20 Ogos 2018/siap Sudar 2 Sept 2018/siap
2	Meletakkan konkrit ke atas pelantar	Lantai tidak rata Beban berat	Terjatuh dari tempat tinggi/kaki patah Ketegangan otot/sakit belakang	Penjagaan tempat kerja, kasut keselamatan Prosedur mengangkat manual	4	3	12 (Sederhana)	Letakkan papan di atas lantai	Ali 26 Julai 2018/siap
3	Melepa	Pelantar rosak Cuaca panas	Terjatuh dari tempat tinggi/fatal Penghidratan	Abah-abah keselamatan Tiada	4	5	20 (Tinggi)	1. Pasang selusur tangan 2. Guna papan baharu sebagai pelantar Sediakan kemudahan minum	Ali 26 Julai 2018/siap
4	Membuang bahan yang tidak digunakan	Objek tajam	Luka	Tiada	3	1	3 (Rendah)	Pakai sarung tangan kulit, guna perkakas	Abu akan beli 26 Julai 2018/ sedang dilaksanakan

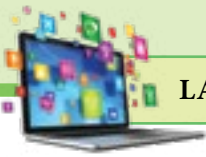


1. Kejuruteraan awam ialah satu bidang yang berkaitan dengan perancangan, reka bentuk, pembinaan dan penyelenggaraan bagi kemudahan dan keselesaan kepada pengguna di samping memastikan alam sekitar sentiasa terpelihara.
2. Kejuruteraan awam boleh dikategorikan kepada kejuruteraan alam sekitar, kejuruteraan geoteknikal, kejuruteraan struktur, kejuruteraan pengangkutan, kejuruteraan sumber air, kejuruteraan bahan, kejuruteraan pantai, kejuruteraan geomatik dan kejuruteraan pembinaan.
3. Pihak yang terlibat dalam projek kejuruteraan awam ialah:



4. Kelestarian ini merupakan satu paradigma pemikiran futuristik dengan mengambil kira keseimbangan persekitaran, ekonomi dan sosial dalam merancang pembangunan dan peningkatan kualiti hidup. Penerapan elemen kelestarian perlu dimulakan dari awal lagi iaitu semasa proses perancangan sesuatu projek.
5. Teknologi hijau merujuk kepada pembangunan, aplikasi produk, peralatan atau sistem yang memenuhi kriteria seperti meminimumkan kemerosotan kualiti persekitaran, mempunyai pembebasan gas rumah hijau yang rendah atau sifar, selamat untuk digunakan dan menyediakan persekitaran sihat dan lebih baik untuk semua hidupan, menjimatkan tenaga dan sumber asli serta menggalakkan sumber yang boleh diperbaharui.
6. Kejuruteraan awam memainkan peranan dalam merealisasikan aspek kelestarian dan teknologi hijau. Antaranya ialah melalui:
 - a. Pengangkutan
 - b. Binaan bangunan
 - c. Saliran

7. Kejuruteraan awam merupakan pemangkin utama dalam transformasi ekonomi Malaysia pada peringkat global dan tempatan dengan menyediakan rangkaian infrastruktur dan kemudahan awam di kawasan bandar dan di luar bandar agar dapat meningkatkan taraf hidup penduduk, kesejahteraan rakyat, kualiti kehidupan, daya saing, kelestarian seterusnya masa hadapan negara kita tanpa membawa kemusnahan alam sekitar.
8. Nilai dan etika merupakan dua elemen yang seharusnya menjadi teras tenaga kerja profesional dalam kejuruteraan awam serta memainkan peranan terhadap pembangunan negara.
9. Etika jurutera sangat diperlukan bagi memartabatkan profesion kejuruteraan. Antara aspek kemahiran kebolehpasaran kerja yang diperlukan oleh para majikan industri ialah kemahiran teknikal, kemahiran komunikasi dan kemahiran tingkah laku.
10. Persekitaran di tempat kerja perlu selamat dan tidak mendatangkan risiko kepada pekerja. Walau bagaimanapun, kewajipan untuk mengamalkan KKP bukan hanya terletak pada bahu majikan semata-mata malah pekerja juga perlu memainkan peranan dalam memastikan tidak berlaku sebarang kemalangan di tempat kerja.
11. Polisi keselamatan merupakan satu kenyataan bertulis berhubung dengan prinsip dan matlamat yang boleh menunjukkan komitmen pengurusan atasan dalam memastikan alam sekitar dan kaedah kerja yang selamat di tapak bina.
12. Pengurusan risiko didefinisikan sebagai prosedur tindakan atau praktis mengawal risiko termasuk mengenal pasti hazard, menaksir risiko, membangun dan melaksanakan langkah pengawalan risiko dan mendokumentenkan keseluruhan proses pengurusan risiko.
13. Pengurusan risiko dalam projek kejuruteraan awam bertujuan untuk memastikan paras risiko dan ketidaktentuan serta peluang yang wujud diurus secara berkesan supaya projek disiapkan dengan jayanya dalam menepati tempoh, kos dan kualiti yang ditetapkan.
14. Pengurus Projek mempunyai tanggungjawab atas pemantauan dan pengurusan semua aspek proses pengurusan risiko, kecuali aktiviti pengurusan risiko telah ditugaskan kepada seorang Pengurus Risiko.



LATIHAN PENGUKUHAN

1. Nyatakan definisi kejuruteraan awam.
2. Nyatakan lima bidang dalam kejuruteraan awam.
3. Bandingkan peranan di antara klien, perunding dengan kontraktor.
4. Bincangkan sejauh manakah peranan pihak berkuasa dalam projek pembinaan kejuruteraan awam.
5. Bandingkan antara kelestarian dengan teknologi hijau dalam kejuruteraan awam.
6. Bahaskan peranan kejuruteraan awam dalam memenuhi tuntutan aspek kelestarian dan teknologi hijau.
7. Buktikan amalan kejuruteraan awam di negara kita pada masa ini telah mengamalkan aspek kelestarian dan teknologi hijau.
8. Huraikan sejauh manakah kejuruteraan awam memberikan sumbangan dalam pembangunan negara.
9. Bincangkan kepentingan nilai dan etika dalam pembinaan kejuruteraan awam.
10. Huraikan peranan Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (AKKP) 1994 dalam industri pembinaan.
11. Perincikan amalan keselamatan dan kesihatan pekerja di tapak bina.
12. Huraikan kepentingan HIRARC.
13. Pengurus projek atau pegawai pengurus risiko bertanggungjawab dalam mengurus risiko di tapak bina. Anda sebagai Pengurus Projek dipertanggungjawabkan untuk menjalankan aktiviti pengurusan risiko. Berpandukan gambar foto 1.19 di bawah, huraikan dari aspek penilaian dan pengurusan risiko.



Foto 1.19 Pekerja di tapak bina

BAB 2

BAHAN DAN STRUKTUR BINAAN

Standard Kandungan:

- 2.1 Bahan binaan
- 2.2 Struktur binaan
- 2.3 Rasuk



Kata Kunci

- Ujian penurunan
- Ujian mampatan
- Lestari
- Substruktur
- Superstruktur
- Asas bangunan





2.1 BAHAN BINAAN

Terdapat pelbagai bahan yang digunakan sebagai bahan binaan di dalam pembinaan. Antaranya ialah kayu, keluli, konkrit, bata, kaca, cat, bitumen, bahan komposit dan lain-lain lagi. Ciri-ciri dan sifat-sifat bahan binaan ini perlu diketahui dahulu oleh pengguna agar sesuai kepenggunaannya.

Simbol-simbol lazim yang biasa digunakan dalam pengiraan sifat-sifat bahan binaan adalah seperti disenaraikan dalam Jadual 2.1.

Jadual 2.1 Simbol-simbol lazim

Simbol	Keterangan
E	Modulus Keanjalan (Modulus of Elasticity)
σ	Tegasan (Stress)
ϵ	Terikan (Strain)
P	Daya atau Beban (Pressure)
A	Luas Keratan Rentas (Cross Section Area)
δ	Perbezaan (Difference)
L	Panjang (Length)
q	Keupayaan galas tanah (Soil Bearing Capacity)

2.1.1 Jenis, Sifat dan Kegunaan Bahan Binaan

a Kayu

Kayu merupakan salah satu hasil hutan yang telah lama digunakan dalam binaan struktur dan telah memberikan sumbangan yang besar dalam membangunkan ekonomi negara. Kayu dapat digunakan untuk membuat komponen struktur binaan seperti tiang, rasuk, kemas dan juga sebagai struktur sementara bagi struktur konkrit dan bata.



TAHUKAH KAMU?

Tempoh matang kayu balak ialah 40 hingga 50 tahun.

1 Jenis-jenis Kayu dan Kegunaannya dalam Pembinaan

Kayu dapat dikelaskan kepada dua kumpulan utama iaitu kayu keras dan kayu lembut. Kayu keras lazimnya mempunyai daun yang lebar dan biji benihnya berkulit. Terdapat tiga jenis kayu keras iaitu kayu keras berat, kayu keras sederhana dan kayu keras ringan. Kebanyakan kayu keras mempunyai nilai estetika yang sangat tinggi dan sangat sesuai membuat perabot. Manakala kayu lembut pula merupakan jenis tumbuhan berbentuk kon yang daunnya berbentuk jarum. Dalam pasaran, kayu dikelaskan mengikut gred yang sepadan dengan kekuatan dan ketumpatannya. Penggunaan kayu dapat dikategorikan kepada tiga jenis kerja iaitu kerja struktur, kerja sementara dan kerja kemas.

2 Kategori Kumpulan Kayu dan Ciri-cirinya

Jadual 2.2 Kategori kumpulan kayu

Kumpulan	Jenis	Ketumpatan (kg/m ³)	Ciri-ciri	Contoh Kayu	Contoh Kegunaan
Kayu keras	Kayu keras berat	Lebih 880	<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai struktur ira yang rapat dan padat. Mempunyai rintangan yang tinggi terhadap serangan kulat, hakisian ombak, hakisian garam dan perubahan suhu. 	Balau, Cengal Kulim, Mertas, Resak, Merbau, Tembusu.	Sesuai digunakan bagi pembinaan berat seperti cerucuk, landasan, jambatan, lantai, tiang, rasuk, kerja hiasan, perabot dan lantai.
	Kayu keras sederhana	720-880	<ul style="list-style-type: none"> Kayu jenis ini perlu diawet untuk menjadikannya kayu yang berintangan terhadap cuaca dan serangan kulat. 	Kapur, Kempas, Keruing, Merawan, Tualang, Rengas.	Sesuai digunakan untuk pembinaan sederhana berat seperti tiang, rasuk, gelegar, cerucuk.
	Kayu keras ringan	401-719	<ul style="list-style-type: none"> Mudah dipasang. Murah dan senang didapati. Mempunyai rintangan terhadap lelasan dan hentaman. 	Jelutung, Kayu Getah, Nyatuh, Ramin, Sepetir.	Kayu acuan atau kerja sementara, perabot, papan lapis, <i>laminated wood</i> .
Kayu lembut	Kayu lembut	Kurang daripada 400	<ul style="list-style-type: none"> Mudah dibentuk. Mudah reput jika terdedah. 	Damar Minyak, Podo, Sempilur, Jelutung.	Sesuai digunakan bagi penggunaan dalam bangunan, bingkai gambar, ukiran, panel hiasan, perabot.

Sumber: Teknologi Binaan Bangunan Tan Boon Tong, 2000

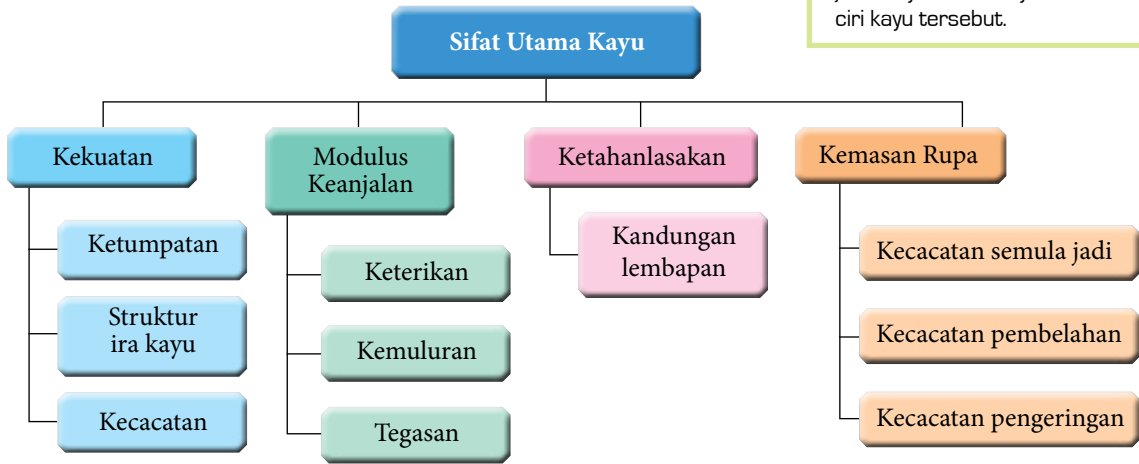
3 Sifat Utama Kayu dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya

Sifat semula jadi kayu perlu diketahui sebelum mereka bentuk binaan yang melibatkan kayu sebagai bahan binaan. Rajah 2.1 berikut merupakan sifat utama kayu dan faktor-faktor yang mempengaruhi sifat kayu tersebut.



AKTIVITI

Secara berkumpulan, murid dikehendaki mengenal pasti jenis kayu dan menyenaraikan ciri kayu tersebut.



Rajah 2.1 Sifat utama kayu dan faktor yang mempengaruhi sifat kayu

i. Kekuatan

Kekuatan merupakan keupayaan kayu merintang daya luaran yang bertindak atasnya atau menukar bentuk atau dimensinya. Antara faktor yang mempengaruhi kekuatan kayu iaitu ketumpatan, struktur ira kayu dan kecacatan kayu ditunjukkan dalam Jadual 2.3.

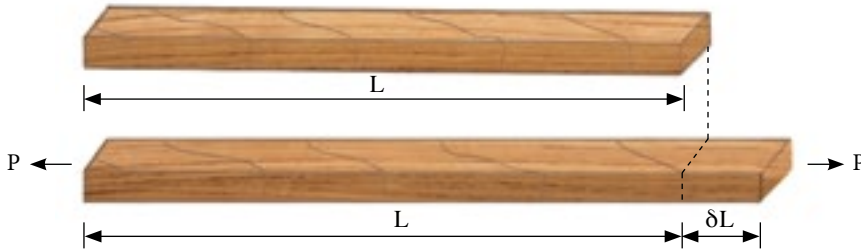
Jadual 2.3 Faktor-faktor mempengaruhi kekuatan kayu

Ketumpatan Kayu	Struktur Ira Kayu	Kecacatan Kayu
<ul style="list-style-type: none"> Ketumpatan bermaksud sesuatu bahan sukatan jisim per unit isi padu. Kayu yang mempunyai ketumpatan tinggi lebih kuat berbanding dengan kayu yang berketumpatan rendah. Dinding sel kayu yang tebal menunjukkan bahawa ketumpatan kayu itu tinggi. 	<ul style="list-style-type: none"> Ira kayu merupakan corak bahagian dalam kayu yang kelihatan apabila kayu dipotong. Garisan yang rapat antara ira kayu menghasilkan kayu yang lebih kuat. Kecerunan ira kayu juga mempengaruhi kekuatan kayu yang dapat dilihat dalam sudut antara arah daya dengan arah ira atau ditulis h:n. <div style="text-align: center;"> $(m=h:n)$ </div>	<ul style="list-style-type: none"> Kecacatan kayu merupakan ketidaksempurnaan pada kayu yang menyebabkan kualiti iaitu kekuatan kayu menurun. Kecacatan kayu boleh dipengaruhi oleh faktor semula jadi, kecauaian semasa menebang, menggergaji, proses pengeringan, serangan parasit, serangga dan kulat.

Rajah 2.2 Kecerunan ira kayu
 $m =$ Kecerunan, $n =$ Jarak antara arah ira kayu

ii. Modulus Keanjalan

Modulus keanjalan bersamaan tegasan yang dibahagi dengan terikan yang dialami oleh kayu. Hal ini memberi maksud kayu yang kuat akan mengalami terikan yang kecil dan tegasan adalah berkadar langsung dengan terikan. Rajah 2.3 menunjukkan kayu yang mengalami pemanjangan.



Rajah 2.3 Kayu yang mengalami pemanjangan

$$\begin{aligned} \text{Modulus keanjalan} &= \frac{\text{Tegasan}}{\text{Terikan}} = E = \frac{\sigma}{\epsilon} \\ \text{Tegasan} &= \frac{\text{Daya}}{\text{Luas}} = \sigma = \frac{P}{A} \\ \text{Terikan} &= \frac{\text{Pemanjangan}}{\text{Panjang asal}} = \epsilon = \frac{\delta L}{L} \end{aligned}$$

iii. Ketahananlasakan

Ketahananlasakan kayu merujuk kepada kandungan lembapan yang terdapat pada kayu. Kayu yang mempunyai kandungan lembapan yang tinggi akan mempunyai kesan sampingan iaitu akan menggalakkan pertumbuhan kulat serta menarik serangga perosak dan ini akan memberi kesan kepada kayu iaitu merosakkan kayu dengan cepat.

Kandungan Lembapan Kayu

Kandungan lembapan dalam kayu ialah kuantiti kandungan air dalam kayu dan nilainya dinyatakan sebagai peratus kering kayu tersebut.

$$\text{Kandungan lembapan} = \frac{\text{Berat air yang terkandung dalam kayu}}{\text{Berat kayu semasa kering}} \times 100\%$$



TAHUKAH KAMU?

Kandungan lembapan merupakan kuantiti kandungan air yang terdapat dalam kayu.

Berat kayu semasa kering merujuk kepada berat setelah dikeringkan secukupnya sehingga pengeringan seterusnya tidak akan mengurangkan berat kayu tersebut. Proses pengeringan kayu perlu dilakukan dengan baik agar memastikan kayu tidak rosak dengan cepat. Walau bagaimanapun, kandungan lembapan juga diperlukan dalam binaan mengikut kepenggunaannya seperti bagi kayu bertujuan kerja dalam rumah, kandungan lembapan yang diperlukan ialah 8% dan bagi kerja luaran memerlukan kandungan lembapan 15%.

iv. Kemasan Rupa

Kecacatan pada kemasan rupa boleh berlaku pada peringkat pertumbuhan iaitu secara semula jadi dan juga pada proses pembelahan dan pengeringan kayu. Jadual 2.4 menunjukkan jenis kecacatan kayu.

Jadual 2.4 Jenis kecacatan kayu

Kecacatan Semula Jadi	Kecacatan Pembelahan	Kecacatan Pengeringan
<ul style="list-style-type: none"> Kecacatan ini adalah disebabkan oleh tanah, iklim dan kawasan pokok itu tumbuh. Kecacatan ini memberi perubahan pada keadaan fizikal kayu seperti menjadi berbuku, rekah bintang, rekah bulat, rekah kipas, berpintal dan berongga. Rajah 2.4 menunjukkan contoh kecacatan kayu secara semula jadi. 	<ul style="list-style-type: none"> Kecacatan pembelahan terjadi akibat kerja-kerja pembelahan kayu balak dijalankan. Keadaan ini disebabkan oleh mesin atau cara kerja yang tidak sempurna semasa proses pembelahan dijalankan. Kecacatan ini menyebabkan ketidaksempurnaan pada permukaan kayu dan mengakibatkan saiz kayu tidak seragam. Rajah 2.5 menunjukkan contoh kecacatan kayu akibat pembelahan. 	<ul style="list-style-type: none"> Pengeringan ialah satu proses kerja yang dijalankan untuk mengeluarkan lembapan atau cecair yang terdapat dalam rongga sel dan dinding kayu. Kecacatan pengeringan ini terjadi disebabkan oleh proses kerja pengeringan yang dilakukan tidak sempurna seperti kayu yang tidak disusun dengan betul, pengeringan yang tidak seragam, peredaran udara yang tidak cukup dan suhu yang terlalu tinggi. Antara contoh kecacatan ini ialah terpiuh, melengkung, menggeleding, pecah dan keras kulit. Rajah 2.6 menunjukkan contoh kecacatan kayu akibat pengeringan.

Kecacatan Semula Jadi



Rekah Kipas/Rekah Hati



Rekah bulat/Rekaah cincin



Berongga



Buku

Rajah 2.4 Kecacatan kayu secara semula jadi

Kecacatan Pembelahan



Pecah hujung



Lekuk



Ira penjuru

Rajah 2.5 Kecacatan kayu akibat pembelahan



Rajah 2.6 Kecacatan kayu akibat pengeringan

4 Kelebihan dan Kelemahan Kayu

Kayu yang digunakan sebagai bahan binaan mempunyai kelebihan dan kelemahannya. Oleh itu, sebelum memilih kayu sebagai bahan binaan, pengguna perlulah membuat penilaian kesesuaian kayu yang digunakan mengikut penggunaannya. Jadual 2.5 menunjukkan kelebihan dan kelemahan kayu.

Jadual 2.5 Kelebihan dan kelemahan kayu

Kelebihan Kayu	Kelemahan Kayu
<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai rupa kemasan yang cantik. Ketahananlasakan yang tinggi jika diawet. Penebat haba dan elektrik yang baik. Senang diperolehi di pasaran. Senang dikerjakan (mudah dipotong, dipaku, dirata). 	<ul style="list-style-type: none"> Mudah mengalami kecacatan dan kerosakan disebabkan perubahan cuaca. Mudah terbakar. Mudah diserang serangga (anai-anai) dan kulat.

b Keluli

Keluli digunakan dalam pembinaan kerana keluli mampu menampung beban tegangan dan membantu menguatkan struktur. Keluli atau nama lain yang dikenali sebagai besi waja. Keluli merupakan sejenis besi yang sangat mudah ditempa dan juga merupakan bahan yang mulur. Kandungan karbon di dalam keluli adalah antara 0.12% hingga 1.8%. Keluli juga penting sebagai bahan utama dalam konkrit bertetulang dan konkrit prategasan. Tetulang yang hendak digunakan dalam pembinaan mestilah bersih daripada bahan-bahan asing seperti karat, lumpur, cat dan sebagainya. Sifat keluli yang unik berbanding dengan bahan lain ialah kekuatan tegangannya yang tinggi, boleh diperolehi dalam bentuk rod, plat dan dawai serta mudah dikimpal. Kelemahan utama keluli pula memerlukan perlindungan daripada kakisan dan karat.

1 Jenis Keluli

Keluli boleh didapati dalam tiga gred iaitu 43, 50 dan 55. Gred 43 merupakan keluli lembut (mild steel) manakala gred 50 dan 55 ialah keluli tegangan tinggi (High yield steel). Keluli tegangan tinggi lebih kuat dan mahal daripada keluli lembut. Secara amnya, keluli boleh dibahagikan kepada

dua kumpulan utama, iaitu keluli lembut dan keluli tegangan tinggi. Keluli lembut merupakan keluli yang lazim digunakan di dalam kerja-kerja pembinaan manakala keluli tegangan tinggi biasanya digunakan dalam kerja konkrit prategasan, kabel jambatan gantung dan bolt tegangan tinggi. Foto 2.1 menunjukkan bar keluli tegangan tinggi (Y) dan bar keluli lembut (R).



Bar keluli tegangan tinggi (Y)

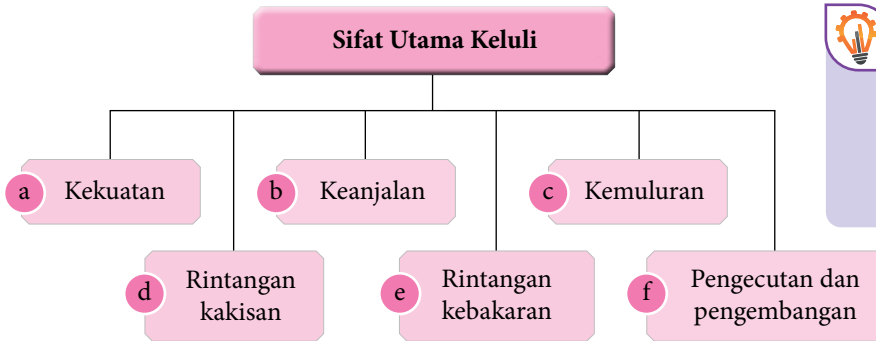


Bar keluli lembut (R)

Foto 2.1 Jenis keluli

2 Sifat Keluli

Terdapat enam sifat utama keluli seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.7.



Rajah 2.7 Sifat utama keluli

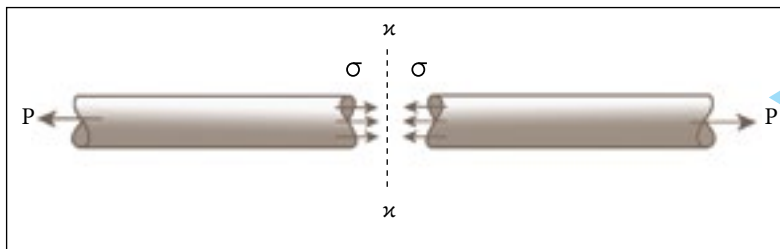


TAHUKAH KAMU?

Terikan ialah satu ukuran perubahan bentuk keluli yang disebabkan oleh beban.

a. Kekuatan

Kekuatan keluli merujuk kepada kemampuan keluli dalam menahan beban tegangan dan mampatan. Keluli akan menjadi lentur apabila dikenakan beban tegangan dan mampatan. Hal ini menunjukkan bahawa keluli tersebut mengalami tegasan dan terikan. Rajah di 2.8 menunjukkan satu elemen keluli yang dikenakan beban (P) di kedua-dua hujungnya. Pada keratan x-x, daya (P) yang dikenakan akan diagihkan kepada daya dalaman. Tegasan (σ) ialah daya yang dialami oleh sebarang keratan dibahagi dengan luas keratan rentas dengan menganggap beban diagihkan ke seluruh keratan rentas tersebut.



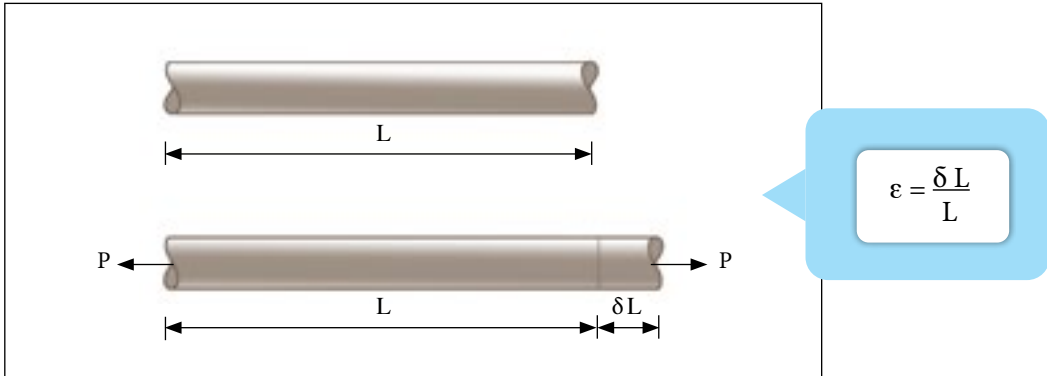
Rajah 2.8 Keluli yang dikenakan beban

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

σ = Tegasan
 P = Beban (N)
 A = Luas keratan rentas keluli (mm²)

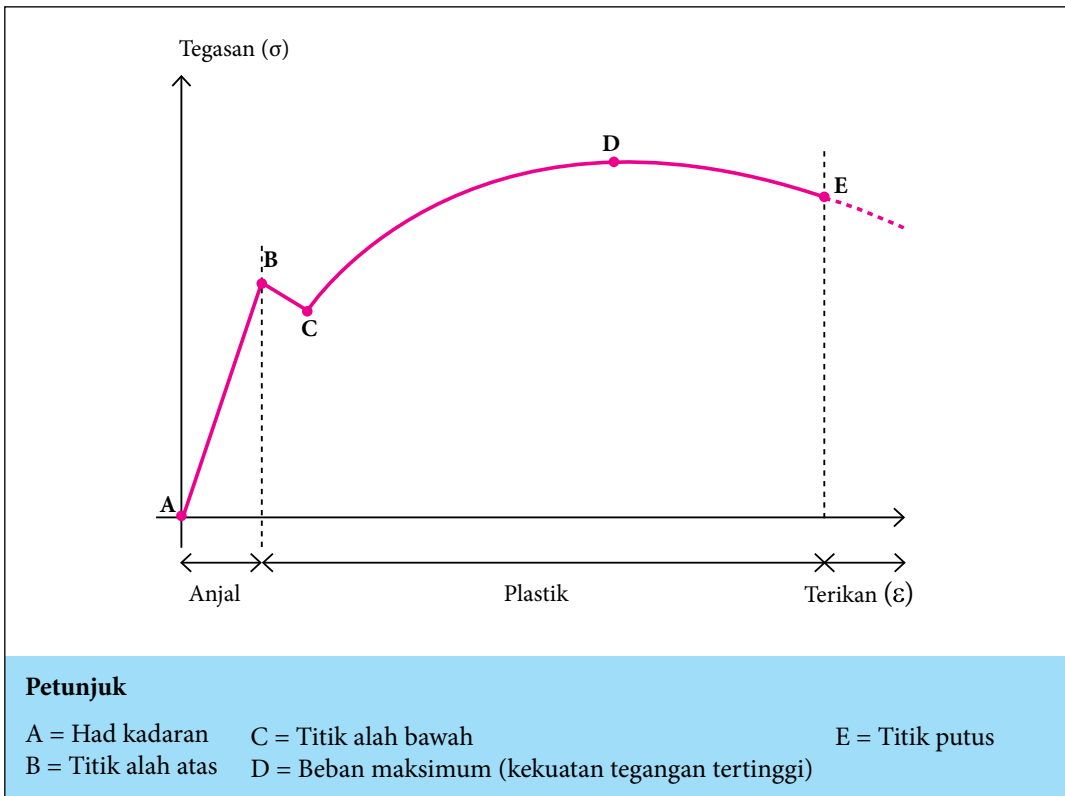
Tegasan yang dialami oleh keluli akan mengakibatkan perubahan pada panjang mengikut arah tegasan yang bertindak. Contohnya, sebatang rod keluli yang panjang dikenakan tegasan akan mengalami pemanjangan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.9 di bawah.

Perubahan bentuk, iaitu pemanjangan yang berlaku menyebabkan keluli mengalami terikan. Terikan (ϵ) ialah nisbah pemanjangan yang berlaku kepada panjang asal rod.



Rajah 2.9 Kesan tegasan pada keluli

Ujian tegasan sehingga putus yang dilakukan terhadap keluli lembut akan menghasilkan graf lengkung tegasan-terikan seperti Rajah 2.10 di bawah.



Rajah 2.10 Graf lengkung tegasan terikan bagi keluli lembut

Pada permulaan, terikan yang berlaku adalah kecil dan berkadar terus dengan tegasan sehingga pada titik had anjal B. Had anjal ialah titik perubahan daripada sifat anjal kepada sifat plastik. Semasa keluli bersifat anjal keluli berupaya kembali ke panjang asal apabila beban dilepaskan. Semasa bersifat plastik pula, keluli yang memanjang tidak berupaya untuk kembali ke panjang asal apabila beban dilepaskan. Tegasan pada titik had keanjalan dinamakan tegasan alah. Kerja-kerja mereka bentuk akan menggunakan tegasan kerja atau tegasan izin yang diperoleh daripada rumus berikut:

$$\text{Tegasan izin} = \frac{\text{Tegasan alah}}{\text{Faktor keselamatan}}$$

Faktor keselamatan digunakan untuk mengambil kira lebih beban yang tidak dijangka dan kecacatan dalam keluli. Kekuatan tegangan bagi keluli gred 43, gred 50 dan gred 55 masing-masing ialah 165 N/mm^2 , 230 N/mm^2 dan 280 N/mm^2 .

b. Keanjalan

Beban struktur yang dibebani akan mengalami tegasan, pemanjangan atau pengecutan. Nisbah tegasan dan terikan ini dinamakan Modulus Keanjalan (Modulus Young). Modulus Keanjalan merupakan ukuran terhadap keupayaan keluli dan berdasarkan formula berikut:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{P/A}{\delta L/L} = \frac{PL}{A\delta L}$$

$x = \delta L = \text{Pemanjangan}$

Berdasarkan formula tersebut, jika modulus keanjalan tinggi, perubahan bentuk akibat tegasan adalah kecil.

c. Kemuluran

Kemuluran ialah kemampuan keluli mengalami sifat plastik sebelum putus. Bahan yang mulur ialah bahan yang boleh mengalami terikan yang agak ketara selepas sifat anjal. Kemuluran boleh diukur sebagai peratus pemanjangan sebelum putus. Keluli lembut dan kuprum adalah antara contoh bahan yang mulur.



TAHUKAH KAMU?

Kakisan keluli terbentuk hasil daripada tindak balas air, oksigen dan keluli.

d. Rintangan Kakisan

Kakisan keluli akan terjadi hasil tindak balas kimia antara keluli, air dan oksigen. Tindakan ini akan menghasilkan ferus oksida iaitu karat. Proses kakisan yang berterusan akan mengurangkan kekuatan keluli. Hal ini boleh dielakkan dengan menyapu keluli disapu cat, minyak dan lain-lain.

e. Rintangan Kebakaran

Keluli merupakan bahan binaan yang akan hilang kekuatan pada suhu yang tinggi dan suhu 55°C merupakan suhu genting bagi keluli. Kesan daripada suhu yang tinggi ini akan menyebabkan kekuatan keluli akan menurun walaupun telah disejukkan pada suhu biasa. Struktur keluli yang mengalami kebakaran yang lama hendaklah digantikan kerana tegasan kerja atau tegasan izin telah menurun dan seharusnya mematuhi Undang-undang Kecil Bangunan (Building by Law).

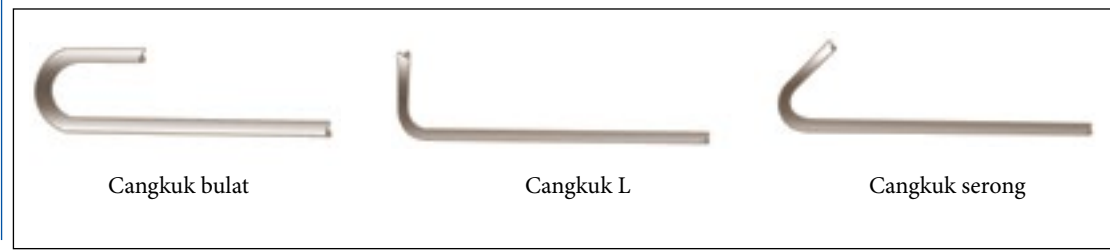
SUDUT INFO

Terdapat tiga cara penyambungan bagi kerja keluli iaitu:

1. Penyambungan bolt dan nat
2. Penyambungan rivet
3. Penyambungan kimpalan

f. Pengecutan dan Pengembangan

Keluli merupakan bahan yang mudah mengalami pengembangan apabila dikenakan suhu panas dan mudah mengecut apabila sejuk. Oleh itu, antara tujuan keluli dibengkokkan pada hujungnya adalah untuk mengikat konkrit dan tetulang keluli tersebut. Keluli berbunga dipintal semasa sejuk yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan ketegangan. Rajah 2.11 di bawah menunjukkan bentuk contoh-contoh bengkokan yang terdapat pada keluli.



Rajah 2.11 Bentuk contoh-contoh bengkokan yang terdapat pada keluli

3 Kelebihan dan Kelemahan Keluli

Keluli yang digunakan dalam binaan mempunyai kelebihan dan kelemahannya. Jadual 2.6 menunjukkan kelebihan dan kelemahan keluli.

Jadual 2.6 Kelebihan dan kelemahan keluli

Kelebihan Keluli	Kelemahan Keluli
<ul style="list-style-type: none"> • Boleh didapati dalam pelbagai bentuk. • Mudah dikimpal. • Boleh diperolehi dalam bentuk plat, rod dan dawai. • Mempunyai kekuatan tegangan yang tinggi. • Kekuatannya boleh ditingkatkan dengan menambah bahan tertentu. 	<ul style="list-style-type: none"> • Memerlukan perlindungan daripada kakisan dan karat. • Lemah pada suhu tinggi.

Konkrit ialah campuran antara simen, batu baur halus, batu baur kasar dan air. Bagi tujuan tertentu, bahan konkrit boleh dicampur dengan bahan tambah. Konkrit digunakan dengan meluas dalam pembinaan seperti struktur bangunan, empangan, jalan raya, struktur pelabuhan, sistem pembentungan dan hiasan kerana mudah dibentuk semasa basah. Tetulang digunakan bersama dengan konkrit untuk mengatasi atau menambah kekuatan tegangan. Proses pembentukan konkrit bermula apabila campuran bahan tersebut dihasilkan dengan nisbah campuran tertentu dan diletakkan ke dalam kotak bentuk dan dibiarkan mengeras. Proses ini berlaku hasil daripada tindak balas kimia antara simen dengan air yang bertindak mengikat batu baur dalam masa yang panjang dan berterusan. Contoh nisbah campuran konkrit ialah 1:2:4 iaitu satu bahagian simen, dua bahagian batu baur halus dan empat bahagian batu baur kasar. Selain itu, terdapat juga nisbah konkrit iaitu 1:3:6 yang digunakan.

Konkrit = Simen + Batu baur halus + Batu baur kasar + Air

1 Bahan Utama Konkrit

Bahan utama konkrit terdiri daripada simen, batu baur halus, batu baur kasar dan air.

i. Simen

Bahan utama simen ialah batu kapur dan silika. Simen mempunyai dua sifat yang utama iaitu sifat jeleket dan sifat perekat. Sifat yang terdapat pada simen membolehkannya mengikat ketulan batu baur untuk menghasilkan satu objek yang keras dan padu. Kekuatan konkrit meningkat bergantung kepada kehalusan simen. Terdapat beberapa jenis simen dan fungsinya seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.12 manakala Foto 2.2 menunjukkan contoh simen.



Foto 2.2 Simen



ii. **Batu Baur Halus**

Batu baur halus atau pasir mempunyai saiz yang tidak melebihi 5 mm. Batu baur halus ini diperolehi di sungai, di lombong atau di kuari. Bagi pembinaan konkrit, batu baur halus yang akan digunakan perlu dipastikan tidak mengandungi benda asing. Foto 2.3 menunjukkan pasir yang digunakan untuk kerja-kerja pembinaan.



Foto 2.3 Batu baur halus

iii. Batu Baur Kasar

Batu baur kasar berdiameter melebihi 5 mm. Batu baur kasar perlu dipastikan bebas daripada benda asing yang akan mempengaruhi kekuatannya. Batu baur kasar yang baik boleh mempengaruhi kekuatan dan ketahananlasakan. Tekstur kasar bagi batu baur kasar menghasilkan konkrit yang mempunyai ikatan yang kuat. Foto 2.4 menunjukkan batu baur kasar yang digunakan dalam kerja-kerja pembinaan.



Foto 2.4 Batu baur kasar



TAHUKAH KAMU?

Kehadiran sulfat dalam batu baur boleh merosakkan tetulang dan menyebabkan keretakan pada konkrit.

iv. Air

Air bertindak secara kimia dengan simen dan menghasilkan ciri-ciri jeleket yang bertindak sebagai perekat yang mengikat partikel-partikel dalam konkrit. Apabila air dicampurkan dengan simen akan menyebabkan berlakunya proses penghidratan. Penghidrat menyebabkan pemejalan dan pengerasan dalam bancuhan konkrit. Air yang digunakan dalam bancuhan konkrit perlulah dipastikan bersih untuk memastikan kekuatan konkrit mencapai tahap yang dikehendaki.



Kenapa air laut tidak boleh digunakan sebagai bahan utama konkrit?

Bahan tambah merupakan bahan yang dicampur dengan bancuhan konkrit untuk meningkatkan sifat konkrit supaya mencapai tujuan yang diperlukan untuk sesuatu pembinaan. Penggunaan bahan tambah akan dapat membantu mencapai hasil kerja dengan cepat, berkualiti tinggi, menambahkan kekuatan dan ketahanan lasakan konkrit. Foto 2.5 menunjukkan antara bahan tambah yang digunakan manakala Jadual 2.7 menunjukkan jenis bahan tambah dan ciri-cirinya.



Sila Imbas

Bahan tambah



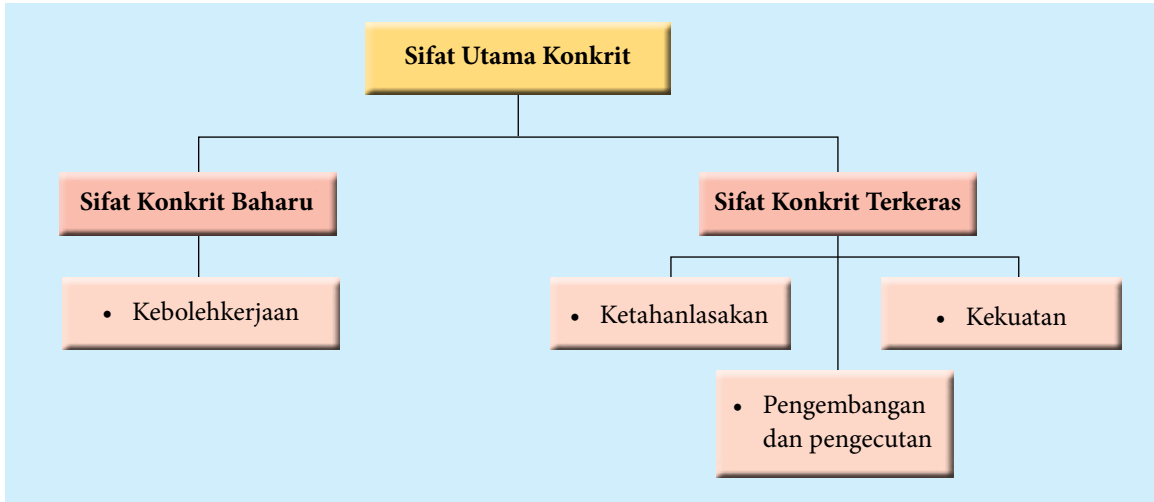
Foto 2.5 Bahan tambah

Jadual 2.7 Jenis bahan tambah dan ciri-cirinya

Jenis Bahan Tambah	Ciri-ciri
Pencepat	<ul style="list-style-type: none"> • Membantu mempercepat kadar pengerasan awal konkrit. • Bahan asas ialah kalsium klorida. • Bahan tambah ini jika digunakan berlebihan akan menyebabkan hakisan pada bar tetulang.
Pemudah adun/bahan tambah pengurang air	<ul style="list-style-type: none"> • Membantu kejeleketan konkrit. • Bahan asas ialah natrium glukonat. • Digunakan untuk konkrit berkekuatan tinggi.
Pelambat	<ul style="list-style-type: none"> • Membantu melambatkan masa pengerasan awal konkrit sehingga satu jam. • Digunakan di kawasan iklim panas melampau. • Membantu mengurangkan penjujukan dan pengecutan kering.
Bahan tambah perangkap udara	<ul style="list-style-type: none"> • Bertujuan untuk memerangkap udara dalam konkrit. • Membantu memudahkan konkrit tanpa memerlukan air yang banyak. • Bahan yang digunakan ialah minyak sayuran dan lemak binatang.

3 Sifat Utama Konkrit

Perlu difahami bahawa konkrit yang masih basah dikenali sebagai konkrit baharu dan konkrit yang sudah keras dikenali sebagai konkrit terkeras. Sifat utama konkrit baharu ialah kebolehkeraan dan sifat utama konkrit terkeras ialah kekuatan, ketahananlasakan, pengembangan dan pengecutan. Rajah 2.13 menunjukkan sifat utama konkrit dan Jadual 2.8 menunjukkan sifat konkrit baharu manakala Jadual 2.9 menunjukkan sifat konkrit terkeras.



Rajah 2.13 Sifat utama konkrit

Jadual 2.8 Sifat konkrit baharu

Sifat Konkrit Baharu	
Kebolehkeraan	<p>Merujuk kepada sifat konkrit sama ada senang atau susah untuk dikendalikan dari peringkat membancuh sehingga peringkat pemadatan. Kebolehkeraan konkrit diukur sama ada dengan melakukan ujian penurunan, ujian faktor pemadatan atau ujian meter konsisten vebe. Faktor yang boleh mempengaruhi kebolehkeraan konkrit ialah:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ketekalan (consistency) Merujuk kepada ukuran kebasahan dan kebendaliran konkrit. • Kemudahgerakan (flowability) Merujuk kepada kebolehan bancuhan konkrit mengalir dengan mudah dan memenuhi acuan konkrit. • Kebolehpadatan (compactability) Merujuk kepada bancuhan konkrit dipadatkan sepenuhnya dalam masa singkat.

Jadual 2.9 Sifat konkrit terkeras

Sifat Konkrit Terkeras	
Kekuatan	<ul style="list-style-type: none"> • Konkrit terkeras mempunyai kekuatan mampatan yang tinggi. Kekuatan konkrit ialah beban mampatan maksimum yang boleh ditanggung per unit luas. Kekuatan konkrit yang tinggi boleh dicapai melalui penggunaan bahan yang bermutu tinggi, nisbah bancuhan dan kaedah penyediaan yang betul. • Kekuatan konkrit dipengaruhi oleh proses kuring. Kuring merupakan satu proses yang menghalang penyejatan air daripada konkrit yang baru dituang untuk jangka masa tertentu. Ini membolehkan tindak balas air dengan simen berlaku dengan sempurna. • Kaedah kuring yang berkesan ialah menutup permukaan konkrit yang baru dituang dengan kepingan kertas yang tidak telap air atau ditutupi dengan guni basah.
Ketahanlasakan	<ul style="list-style-type: none"> • Merujuk kepada rintangan kemerosotan kekuatan konkrit akibat daripada faktor luaran seperti tindakan fizikal dan tindak balas kimia. • Nisbah dan kualiti bancuhan yang digunakan akan mempengaruhi ketahanlasakan konkrit terhadap perubahan cuaca, serangan kimia dan api. • Penyerapan air dan kebolehtelapan yang tinggi juga akan mempengaruhi ketahanlasakan konkrit.
Pengembangan dan Pengecutan	<ul style="list-style-type: none"> • Kuring mengurangkan tegasan pengecutan dalam konkrit yang belum matang. Oleh itu, kuring akan mengurangkan keretakan pada konkrit. • Pengecutan boleh terjadi pada konkrit yang sedang mengalami proses penghidratan jika mengalami kehilangan air terlalu cepat. • Jika konkrit basah, konkrit akan mengembang semula dan proses pengembangan dan pengecutan maksimum ialah 0.09% hingga 0.13%. • Faktor lain yang mempengaruhi pengembangan dan pengecutan ialah kelembapan konkrit, suhu udara sekeliling, nisbah air simen dan pengecutan batu baur halus. • Pengembangan dan pengecutan yang berterusan boleh menyebabkan keretakan pada konkrit.

4 Jenis Konkrit dan Kegunaannya

Jenis konkrit bergantung kepada kegunaannya. Terdapat tiga jenis konkrit yang digunakan dalam pembinaan iaitu:

a. Konkrit Jisim

Konkrit jisim atau konkrit padu ialah konkrit tanpa tetulang yang mempunyai berat sendiri dengan ketumpatan yang tinggi. Contoh pembinaan menggunakan konkrit jisim ialah pemecah ombak dan tembok penahan seperti Foto 2.6.



Foto 2.6 Pemecah ombak yang menggunakan konkrit jisim

b. Konkrit Bertetulang

Konkrit berupaya menahan daya mampatan yang tinggi tetapi lemah kepada daya tegangan. Oleh itu, struktur konkrit yang tidak tahan daya tegangan ini perlu dipasang tetulang bagi merintang daya tegangan yang dikenakan. Konkrit ini dikenali sebagai konkrit bertetulang. Tetulang di dalam konkrit perlu dipasang dengan kukuh bagi mengelakkan berlakunya anjakan pada tetulang. Penjarak perlu dipasang di antara tetulang dengan acuan bertujuan untuk melindungi tetulang daripada api, kelembapan, tindak balas kimia dan pengaruh alam sekitar. Foto 2.7 menunjukkan konkrit bertetulang.



Foto 2.7 Konkrit bertetulang

c. Konkrit Prategasan

Konkrit prategasan boleh didefinisikan sebagai konkrit pramampatan. Mampatan dikenakan pada kawasan tegasan tegangan yang berlaku semasa anggota dikenakan bebas. Tegasan mampatan yang dikenakan akan merintang atau mengimbangi tegasan tegangan. Konkrit prategasan mempunyai kekuatan tegangan yang tinggi. Ini bermakna selagi tegasan tegangan yang dikenakan tidak melebihi tegangan pramampatan, keretakan tidak akan berlaku. Sekiranya tegasan melebihi prategasan, retakan boleh berlaku dan retakan ini akan tertutup kembali apabila beban ditanggalkan. Tendon keluli tegangan tinggi digunakan untuk konkrit prategasan. Terdapat dua jenis konkrit prategasan iaitu:

- i. Konkrit prategangan
- ii. Konkrit pascategangan



AKTIVITI

Secara berkumpulan murid dikehendaki menganalisis perbezaan antara konkrit prategangan dengan konkrit pascategangan serta dikehendaki membuat pembentangan di dalam kelas.



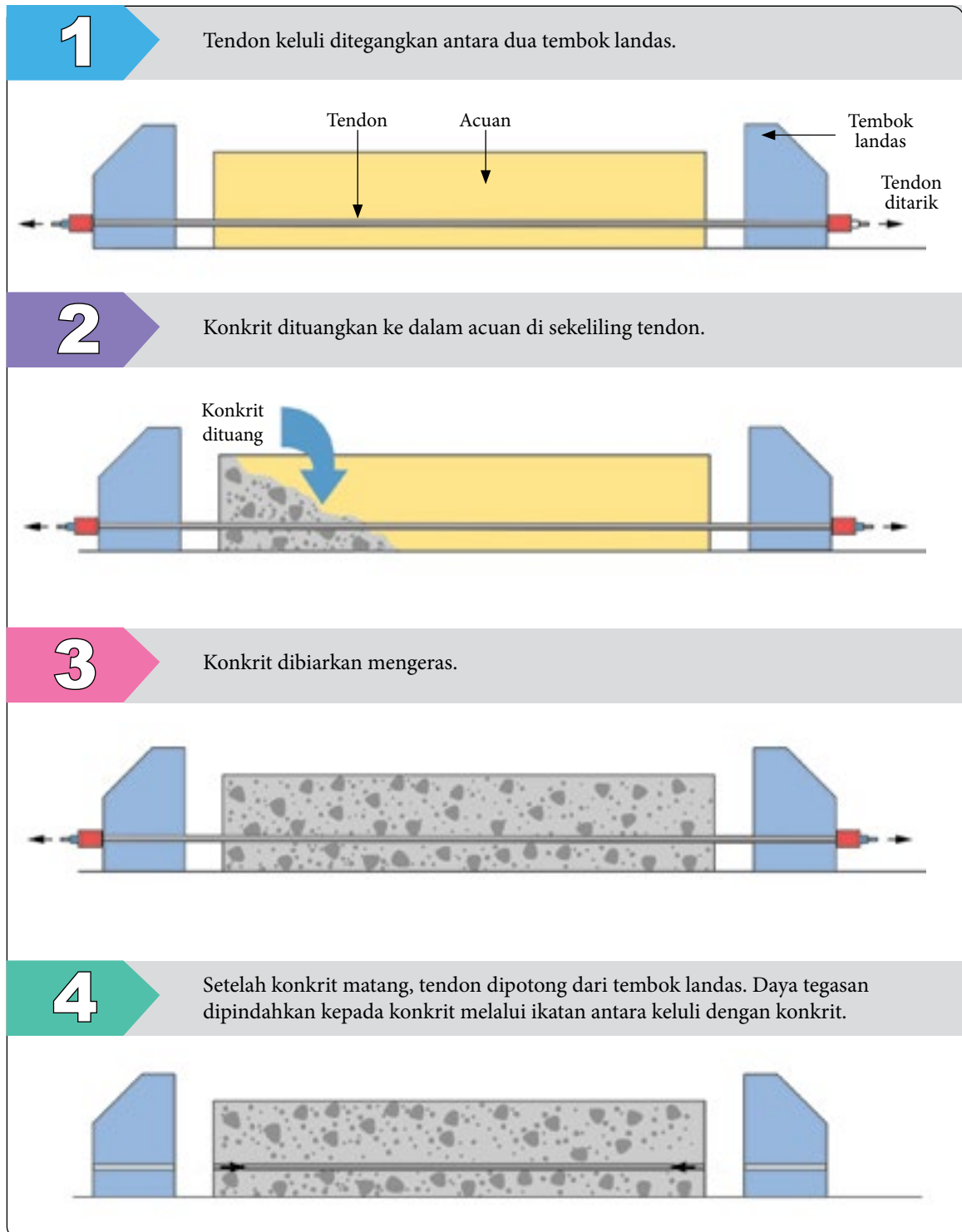
Sila Imbas

Konkrit prategasan



Foto 2.8 Konkrit prategasan

Konkrit prategangan dikenali sebagai konkrit tegang dahulu. Konkrit ini dihasilkan melalui kaedah penegangan tendon keluli terlebih dahulu sebelum konkrit dituang. Rajah 2.14 menunjukkan langkah pembinaan konkrit prategangan.

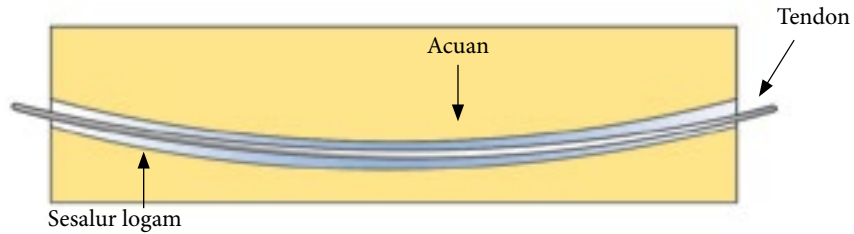


Rajah 2.14 Langkah pembinaan konkrit prategangan

Konkrit pascategangan dikenali sebagai konkrit tegang tendon kemudian. Konkrit ini dihasilkan melalui kaedah peregang tendon kemudian setelah konkrit dituang. Rajah 2.15 menunjukkan langkah pembinaan konkrit pascategangan.

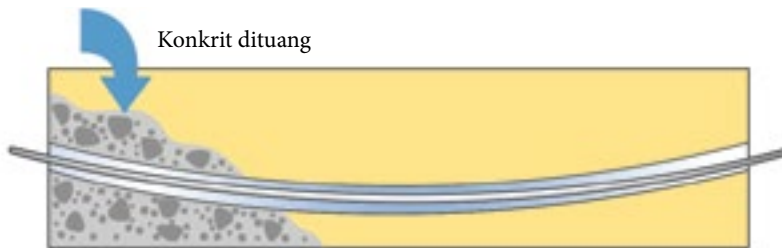
1

Tendon keluli dimasukkan ke dalam sesalur logam.



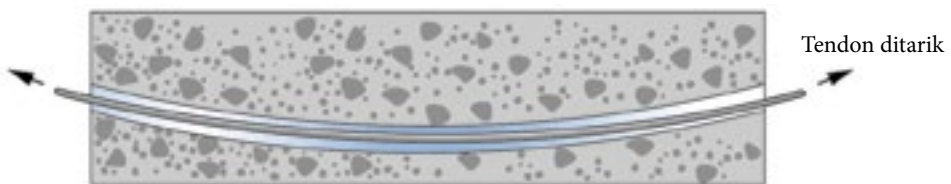
2

Konkrit dituang dan dibiarkan mengeras.



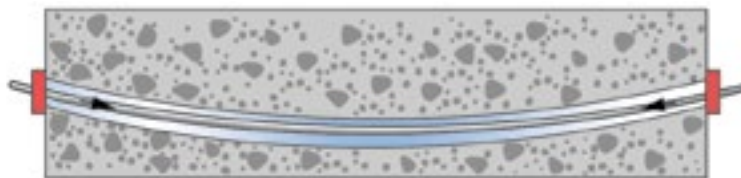
3

Tendon keluli ditegaskan apabila konkrit matang.



4

Tendon ditegaskan sehingga mencapai daya tegangan yang direka bentuk. Tendon keluli ditambah pada kedua-dua hujungnya.



Rajah 2.15 Langkah pembinaan konkrit pascategangan

d. Kelebihan dan Kelemahan Konkrit

Konkrit yang digunakan dalam pembinaan mempunyai kelebihan dan kelemahannya yang tersendiri dan ditunjukkan dalam Jadual 2.10 di bawah.

Jadual 2.10 Kelebihan dan kelemahan konkrit

Kelebihan Konkrit	Kelemahan Konkrit
<ul style="list-style-type: none">• Bahan-bahan yang digunakan untuk menghasilkan konkrit senang diperolehi.• Mudah dibentuk mengikut acuan.• Merupakan bahan kedap air dan penebat haba yang baik.• Mempunyai rintangan api yang tinggi.• Mempunyai kekuatan mampatan yang tinggi.• Kurang penyelenggaraan.	<ul style="list-style-type: none">• Bahan yang berat.• Mempunyai kekuatan tegangan yang rendah.• Sukar untuk diubah bentuk apabila konkrit telah mengeras.

d Bata

1 Pengenalan dan Jenis-jenis Bata

Bata merupakan satu bahan binaan yang tahan lama dan telah digunakan dalam kerja pembinaan sejak beratus-ratus tahun lamanya. Bata digunakan dalam kerja-kerja pembinaan seperti dinding, tiang, tembok dan binaan hiasan. Bata diperbuat daripada beberapa bahan mentah bukan organik. Bahan utama untuk menghasilkan bata ialah tanah liat, pasir, kapur dan simen. Bata boleh dihasilkan dengan menggunakan kaedah acuan yang ditekan, buatan tangan atau potongan dawai. Kaedah menghasilkan bata dengan menggunakan potongan dawai adalah lebih cepat dan seragam berbanding dengan kaedah lain. Bata yang telah dibentuk akan dikeringkan dan kemudiannya dibakar. Saiz bata berbentuk segi empat tepat biasanya bersaiz 215 mm x 102.5 mm x 65 mm. Terdapat tiga jenis bata iaitu bata tanah liat, bata pasir kapur/bata silika dan bata simen. Foto 2.9 menunjukkan ukuran saiz bata. Jadual 2.11 menunjukkan jenis-jenis bata dan ciri-cirinya.

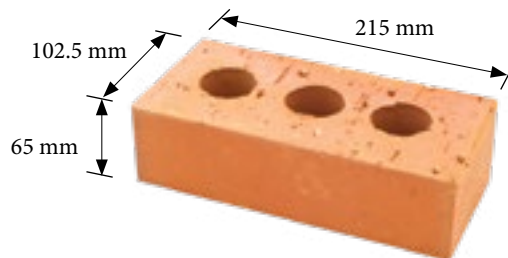







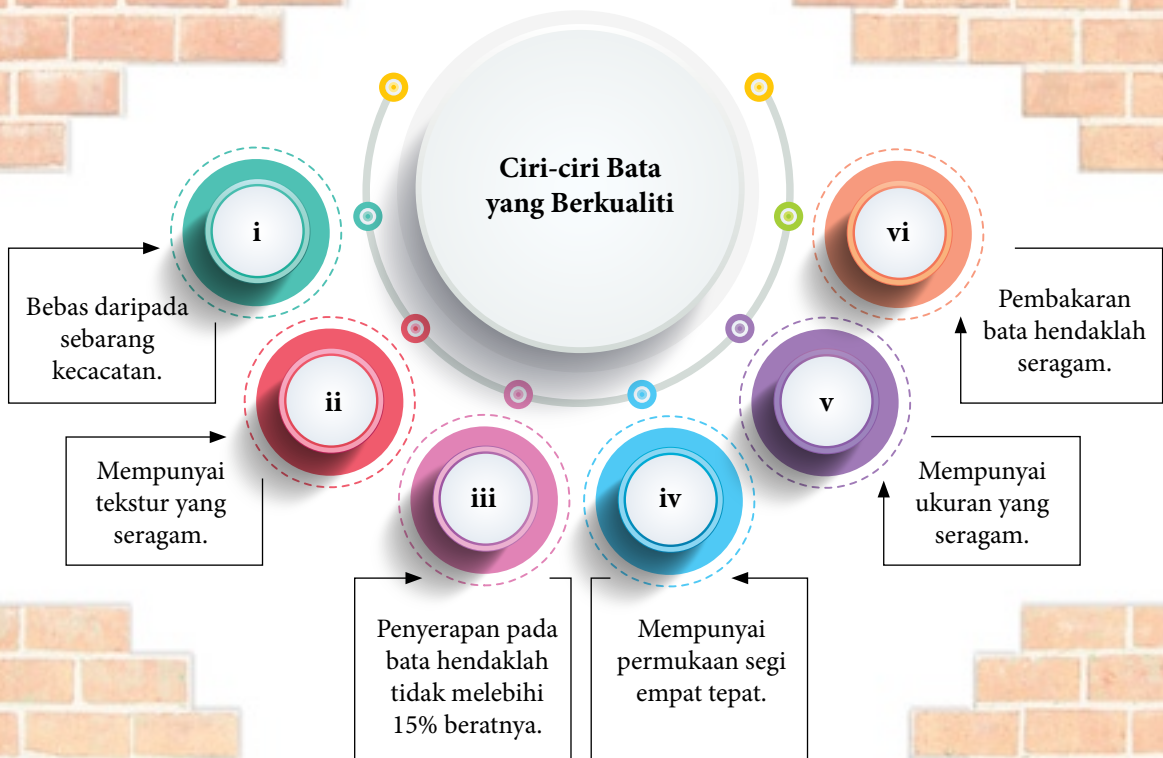
Foto 2.9 Ukuran bata

Jadual 2.11 Jenis bata, ciri-ciri dan kegunaannya

Jenis	Ciri-ciri	Kegunaan
<p>Bata Tanah Liat Terdapat beberapa jenis bata tanah liat iaitu bata biasa, bata muka, bata api dan bata kejuruteraan.</p>  <p>Bata biasa</p>  <p>Bata muka</p>  <p>Bata kejuruteraan</p>	<p>Bata Biasa (Common brick)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permukaan kasar. • Penggunaan bata ini perlu dilepa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Membina dinding sekat, dinding pemisah dan tembok yang akan dilepa.
	<p>Bata Muka (Facing brick)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permukaan yang seragam. • Berwarna sekata. • Mempunyai kemas yang menarik seperti bertekstur, licin atau berpasir. • Penggunaan bata ini tidak perlu dilepa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Membina dinding atau tembok dalam atau luar yang tidak perlu dilepa.
	<p>Bata Api</p> <ul style="list-style-type: none"> • Digunakan untuk menahan haba yang tinggi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Digunakan sebagai penggalas atau pelapis lubang serombong api, dandang dan tanur.
	<p>Bata Kejuruteraan (Engineering brick)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mempunyai ketumpatan dan kekuatan yang tinggi. Diperbuat daripada tanah liat yang mengandungi ferum oksida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Membina tembok penahan. • Membina dinding tanggung beban dan tiang. • Membina salur pembentukan. • Pembinaan yang terdedah pada asid atau alkali.
<p>Bata Simen</p>  <p>Bata simen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bata jenis ini dibuat daripada campuran simen dan bata baur halus. • Nisbah bancuhan 1:8. • Bata jenis ini dicetak di dalam acuan dan dikeringkan secara semula jadi. • Bata ini akan diawet selama dua minggu. 	<ul style="list-style-type: none"> • Membina dinding sekat dan tembok yang dilepa.
<p>Bata Pasir Kapur/Bata Silika</p>  <p>Bata silika</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bata jenis ini berwarna putih, kelabu atau diwarnakan. • Bata jenis ini diperbuat daripada kapur dan pasir pada nisbah 1:8 serta sedikit air. • Bata ini diperbuat dengan menggunakan acuan bertekanan tinggi dan diwapkan selama tujuh hingga lapan jam. 	<ul style="list-style-type: none"> • Digunakan untuk dinding atau tembok yang memerlukan nilai estetika yang tinggi. • Digunakan pada dinding atau tembok yang tidak perlu dilepa.

2 Ciri-ciri Bata yang Berkualiti

Rajah 2.16 menunjukkan ciri-ciri bata yang berkualiti dan digunakan dalam kerja-kerja pembinaan.



Rajah 2.16 Ciri-ciri bata

3 Kelebihan dan Kelemahan Bata

Bata yang digunakan dalam binaan mempunyai kelebihan dan kelemahannya seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2.12.

Jadual 2.12 Kelebihan dan kelemahan bata

Kelebihan Bata	Kelemahan Bata
<ul style="list-style-type: none"> Mudah diangkat dan dikendalikan. Tahan serangan asid alkali. Bata muka boleh dijadikan hiasan tanpa perlu dilepa. 	<ul style="list-style-type: none"> Kerja menerap bata memerlukan pekerja mahir agar menghasilkan pembinaan yang kukuh. Mempunyai kekuatan tegangan yang rendah.

2.1.2 | Ujian Penurunan dan Ujian Mampatan Konkrit

Ujian penurunan dan ujian mampatan dilakukan untuk mengawal dan memastikan mutu konkrit yang dihasilkan memenuhi standard piawaian serta sesuai untuk pembinaan. Ujian penurunan dilakukan untuk menentukan kebolehkerjaan konkrit khasnya untuk tujuan ujian konkrit baharu iaitu konkrit yang baru dibancuh. Manakala ujian mampatan dilakukan terhadap konkrit terkeras untuk menentukan kekuatan mampatan konkrit. Konkrit terkeras ialah konkrit yang telah mengeras mengikut kehendak reka bentuknya.

1 Ujian Penurunan (Slump Test)

Ujian ini boleh dilakukan terus di tapak binaan. Keputusan ujian ini dinilai dari segi keadaan penurunan secara fizikal. Terdapat tiga jenis penurunan yang boleh berlaku dalam ujian ini iaitu penurunan sebenar, penurunan ricih dan penurunan runtuh.

Tujuan

Ujian penurunan dilakukan untuk menentukan kebolehkerjaan bagi sesuatu campuran konkrit.

Peralatan

- Frustrum berbentuk kon
- Rod pematik diperbuat daripada keluli
- Pembaris keluli
- Plat tapak

Bahan

- Bancuhan konkrit

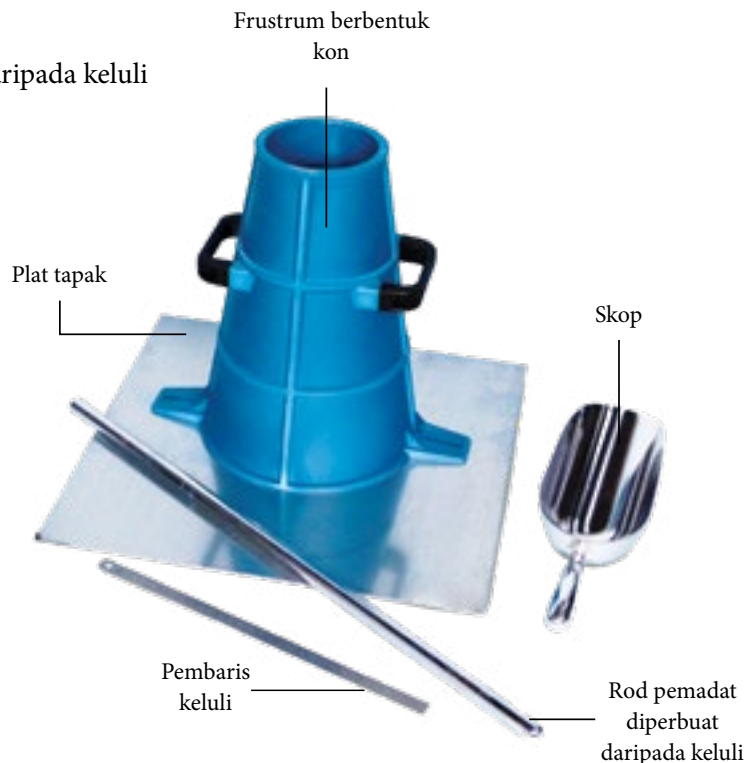


Foto 2.10 Alatan ujian penurunan



Sila Imbas
Ujian penurunan

Prosedur

- 1 Tentukan permukaan dalam frustrum bersih dan kering. Letakkan frustrum di atas plat tapak.



- 2 Isikan bancuhan konkrit ke dalam frustrum sebanyak empat lapisan. Setiap lapisan perlu dipadatkan dengan menggunakan rod pematik sebanyak 25 kali hentakan dan pastikan pemadatan adalah sama.



- 3 Seterusnya frustrum ditarik menegak secara perlahan-lahan dan perhatikan penurunan runtuh konkrit tersebut.



- 4 Terbalikkan frustrum dan diletakkan bersebelahan dengan runtuhannya konkrit.



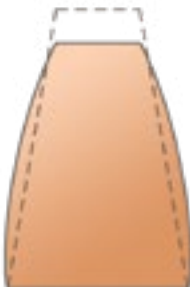
- 5 Ukur dan catat penurunan serta jenis penurunan yang berlaku.



Keputusan

Terdapat tiga jenis penurunan yang boleh berlaku dalam ujian ini iaitu penurunan sebenar, penurunan ricih dan penurunan runtuh. Keputusan ujian penurunan ini dipengaruhi oleh faktor nisbah air simen yang digunakan, masa yang diambil selepas konkrit dibancuh (konkrit perlu segera diuji bagi mengelakkan air terhidrat) dan alat yang digunakan perlu berkeadaan baik dan kering. Rajah 2.15 menunjukkan tiga jenis penurunan.

1

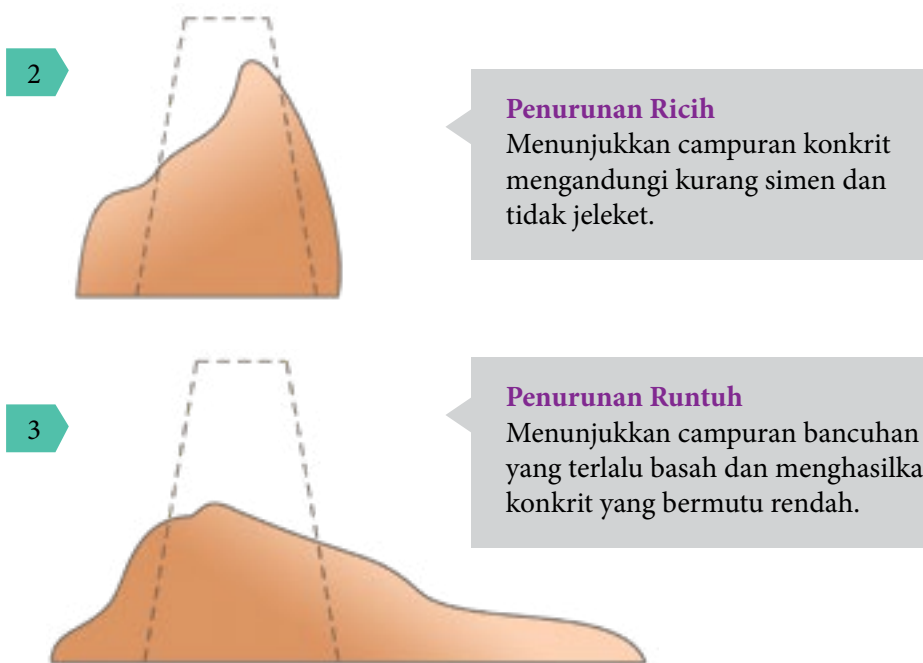


Penurunan Sebenar
Menunjukkan konkrit berkualiti tinggi dengan kejeleketan dan campuran yang baik.



SUDUT INFO

Konsistensi	Penurunan (mm)
Terlalu kering	0
Sangat keras	0 – 12.7
Keras	12.7 – 25.4
Plastik keras	25.4 – 50.8
Plastik	50.8 – 101.6
Cair	101.6 – 152.4
Sangat cair	152.4 – 203.2



Rajah 2.17 Tiga jenis penurunan

2 Ujian Mampatan (Cube Test)

Ujian mampatan dilakukan untuk menguji keupayaan atau kekuatan konkrit yang menanggung beban. Keputusan ujian mampatan menunjukkan kesebatian campuran konkrit dalam menghasilkan kekuatan yang dikehendaki. Foto 2.11 menunjukkan mesin ujian mampatan.



Foto 2.11 Mesin ujian mampatan

Tujuan

Ujian mampatan dilakukan untuk menentukan kekuatan bagi sesuatu campuran konkrit yang dihasilkan.

Peralatan

- Mesin ujian mampatan
- Acuan kiub piawai sama ada 150 mm x 150 mm x 150 mm atau 100 mm x 100 mm x 100 mm
- Rod pemadat
- Plastik pembungkus

Bahan

- Bancuhan konkrit



Sila Imbas
Ujian mampatan

Prosedur

- 1 Acuan kiub dibersihkan dan dikeringkan bersih. Kemudian sapukan gris pada permukaan acuan. Plat tapak dipasang pada acuan dengan menggunakan bolt dan nat.



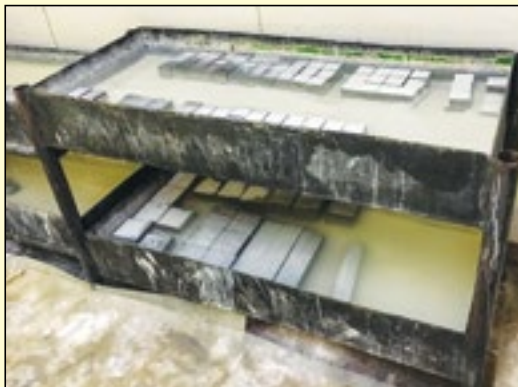
- 2 Bancuhan konkrit yang disediakan diisikan ke dalam acuan sebanyak tiga lapisan. Setiap lapisan konkrit dipadatkan dengan rod pemadat sebanyak 35 kali hentakan.



- 3 Permukaan konkrit hendaklah diratakan supaya sama aras dengan bahagian acuan.



- 4 Kiub acuan konkrit dibungkus dengan plastik pembungkus. Selepas 24 jam acuan ditanggalkan. Kiub konkrit direndam dalam air untuk tujuan kuring.



- 5 Ujian kekuatan mampatan hendaklah dibuat pada konkrit yang berumur 7 hari, 14 hari dan 28 hari.



Keputusan

Nilai kekuatan setiap kiub hendaklah dicatatkan dan dibuat analisis perbandingan. Ujian kiub pada hari ke 7 dan 14 hari dijalankan adalah untuk meramal sama ada kekuatan yang dikehendaki pada 28 hari boleh dicapai atau tidak. Biasanya, konkrit telah mencapai kekuatan 70% pada hari ke 7 dan 99% kekuatan pada hari ke 28.

2.1.3 | Aspek-aspek Penentuan Bahan Binaan Berdasarkan Keperluan Pembinaan

Secara amnya, pemilihan bahan binaan yang sesuai dalam pembinaan harus mengambil kira aspek-aspek berikut iaitu aspek kos bahan, aspek kualiti bahan dan aspek kecekapan bahan.

Aspek Kos Bahan

1. Kos bahan merupakan sejumlah wang yang perlu dikeluarkan oleh kontraktor untuk membeli bahan-bahan bagi melaksanakan kerja pembinaan.
2. Kos bahan dianggarkan sebanyak 40% sehingga 60% daripada kos keseluruhan sesuatu projek.
3. Kos bahan dalam pemilihan bahan binaan merangkumi kos asal bahan, kos penghantaran, kos penyimpanan dan kos pembaziran berdasarkan harga pasaran yang berubah.
4. Kos bahan merupakan elemen utama dalam menyediakan kadar sebut harga.
5. Ketika membuat anggaran kos bahan bagi keperluan pembinaan, harga yang digunakan hendaklah mengikut harga pasaran semasa dan harga bahan di lokasi pembinaan.

Aspek Kualiti Bahan

1. Kualiti bahan binaan dikategorikan kepada gred A, B dan C. Pengelasan gred ini melambangkan kualiti dan harga bahan binaan.
2. Kualiti bahan dibahagikan kepada dua iaitu kualiti bahan itu sendiri dan kualiti bahan yang dipasang serta disepadukan dengan komponen lain.
3. Kualiti bahan amat penting dalam mempengaruhi kestabilan dan kekuatan struktur pembinaan.
4. Sekiranya terdapat kualiti bahan tidak mengikut spesifikasi atau menggunakan bahan binaan yang rendah mutunya, ini akan menyebabkan berlakunya runtuh struktur di tapak bina.

Aspek Kecekapan Bahan

1. Aspek kecekapan bahan binaan merujuk kepada keefisienan bahan binaan yang dipilih dalam sesuatu pembinaan.
2. Keefisienan bahan binaan ini merupakan kemampuan bahan binaan dalam menanggung beban yang bakal dikenakan di atasnya.
3. Salah satu langkah yang dapat meningkatkan kecekapan dan keefisienan bahan binaan dengan melalui kaedah pembinaan yang moden.

2.1.4 | Justifikasi Pemilihan Bahan Binaan yang Lestari

Pemilihan bahan binaan yang lestari dalam pembinaan harus mengambil kira aspek-aspek berikut iaitu penerapan konsep bangunan hijau, pembangunan lestari dan pembinaan bangunan lestari.

1. Penerapan konsep bangunan hijau merupakan salah satu pengaplikasian bahan binaan dan sistem lestari dalam pembinaan dan diperlukan sebagai usaha untuk mencapai situasi seimbang antara kedua-dua sektor pembinaan dan persekitaran global.
2. Penerapan konsep pembangunan lestari dalam industri pembinaan bukan sahaja dapat memelihara alam sekitar, malah dapat memberikan manfaat kepada kos pembinaan bangunan seperti penggunaan bahan, kos tenaga yang lebih dan dapat membantu mengurangkan pembaziran.
3. Pembinaan bangunan lestari akan mempertimbangkan kesan alam sekitar dan mempunyai pertimbangan terhadap kepekaan ekonomi untuk dibina dan dikekalkan sama ada struktur itu sesuai dengan struktur sosial di kawasan itu. Dengan kata lain, pembinaan lestari bertujuan menghasilkan struktur yang memenuhi kualiti hidup dan pada masa yang sama melindungi kecekapan alam sekitar dan menguntungkan.



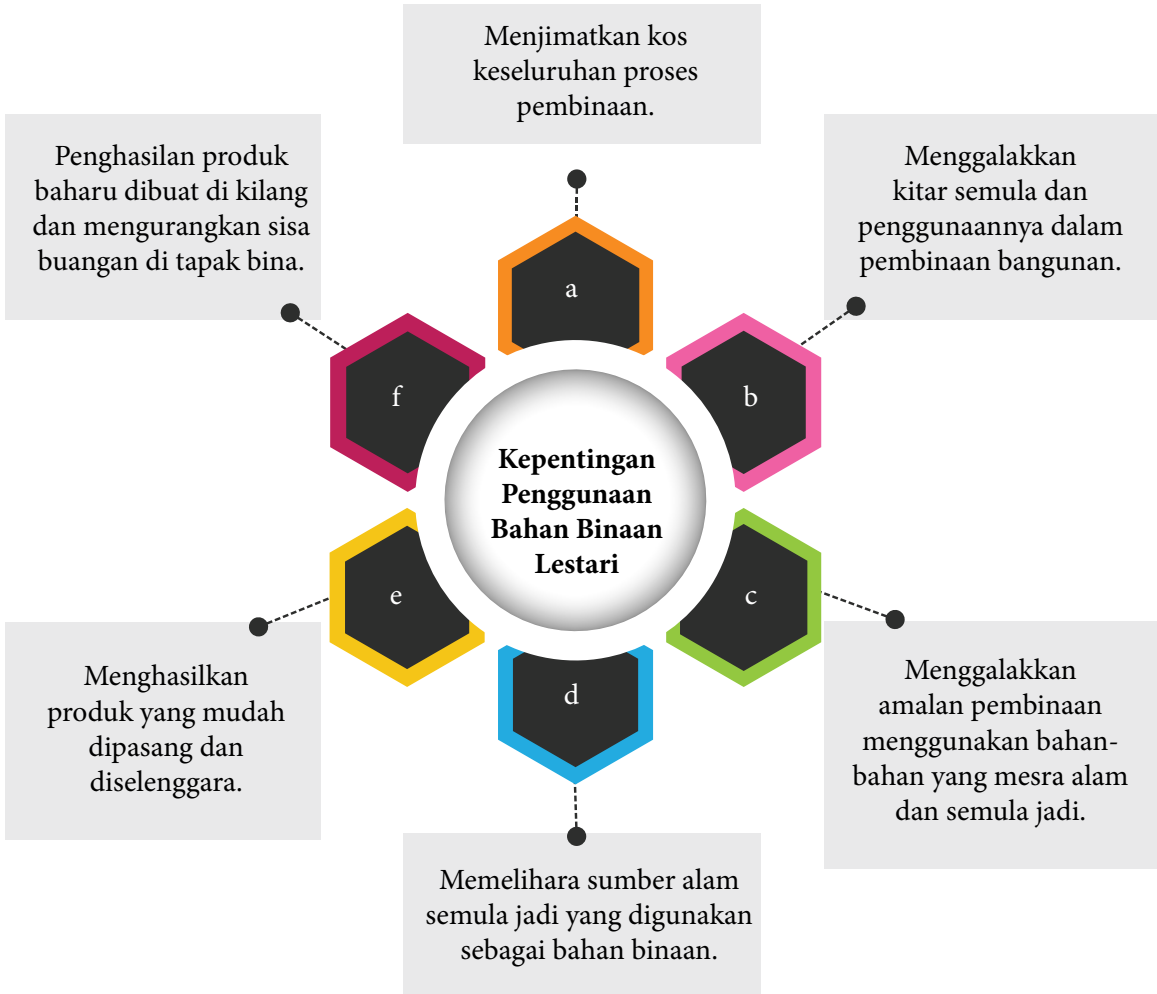
SUDUT INFO

Penggunaan lestari bermaksud penggunaan sumber pada masa ini untuk memenuhi kehendak semasa yang tidak akan menjejaskan keupayaan alam dan ekonomi untuk mengeluarkan barangan dan perkhidmatan bagi kegunaan generasi akan datang.

Di Malaysia, sektor kerajaan, badan profesional dan syarikat swasta sudah mula mengambil perhatian untuk mengurangkan masalah alam sekitar tanpa menghalang keperluan pembangunan. Pencemaran yang terhasil dari tapak bina merupakan isu alam sekitar yang menyumbang kesan negatif terhadap kualiti persekitaran fizikal dan manusia. Oleh itu, pemaju-pemaju yang terlibat dalam sektor pembinaan haruslah tidak hanya melihat pada keuntungan daripada projek yang dibangunkan semata-mata tetapi kesan projek terhadap alam sekitar juga perlu dititikberatkan.

2.1.5 | Kepentingan Penggunaan Bahan Binaan yang Lestari dalam Pembinaan

Penggunaan bahan binaan lestari amat penting dalam pembinaan kerana ia melibatkan alam sekitar, kos pembinaan dan sebagainya. Antara kepentingannya ditunjukkan dalam Rajah 2.18.



Rajah 2.18 Kepentingan penggunaan bahan binaan lestari



2.2 STRUKTUR BINAAN

2.2.1 Definisi dan Jenis Struktur Binaan

a Definisi Struktur

Struktur ialah binaan kejuruteraan yang terdiri daripada satu atau lebih komponen yang disusun agar dapat menanggung bebannya sendiri dan beban yang dikenakan ke atasnya tanpa mengalami perubahan bentuk yang nyata.

b Jenis Beban

Beban yang ditanggung oleh struktur terbahagi kepada dua iaitu beban mati dan beban kenaan. Jadual 2.13 menunjukkan jenis beban dan penerangannya. Foto 2.12 ialah contoh struktur binaan.

Jadual 2.13 Jenis beban

	Beban Mati	Beban Kenaan
Definisi	<ul style="list-style-type: none">Merupakan beban yang terhasil oleh komponen struktur itu sendiri.Dikenali juga sebagai beban diri.	<ul style="list-style-type: none">Merupakan beban yang bertindak ke atas komponen struktur.Dikenali juga sebagai beban hidup.
Ciri-ciri	<ul style="list-style-type: none">Nilai beban adalah tetap.Kedudukan beban tidak berubah.	<ul style="list-style-type: none">Nilai beban berubah-ubah.Kedudukan beban boleh berubah-ubah.
Contoh	<ul style="list-style-type: none">Berat rasuk, berat lantai dan berat dinding.	<ul style="list-style-type: none">Berat manusia, berat perabot dan berat peralatan lain yang bergantung pada kegunaan struktur.



Foto 2.12 Contoh struktur binaan

Struktur binaan dibahagikan kepada dua iaitu struktur jisim dan struktur kerangka.

1 Struktur Jisim

Struktur jisim merupakan struktur yang menanggung beban kenaan dengan bergantung pada jisimnya sendiri. Contoh struktur jisim ialah empangan yang dapat menanggung beban air yang tinggi seperti yang ditunjukkan pada Foto 2.13.



Foto 2.13 Contoh struktur jisim empangan

2 Struktur Kerangka

Struktur kerangka merupakan struktur yang dibina berdasarkan komponen tertentu yang diatur dalam bentuk geometri. Komponen yang menerima beban akan memindahkan beban tersebut kepada komponen lain melalui bentuk geometrinya. Contoh struktur kerangka ialah bangunan atau jambatan seperti yang ditunjukkan pada Foto 2.14.



Foto 2.14 Contoh struktur kerangka sebuah bangunan

2.2.2 Struktur Kerangka Bangunan

Pada umumnya struktur kerangka bangunan terdiri daripada substruktur dan superstruktur.

a Substruktur

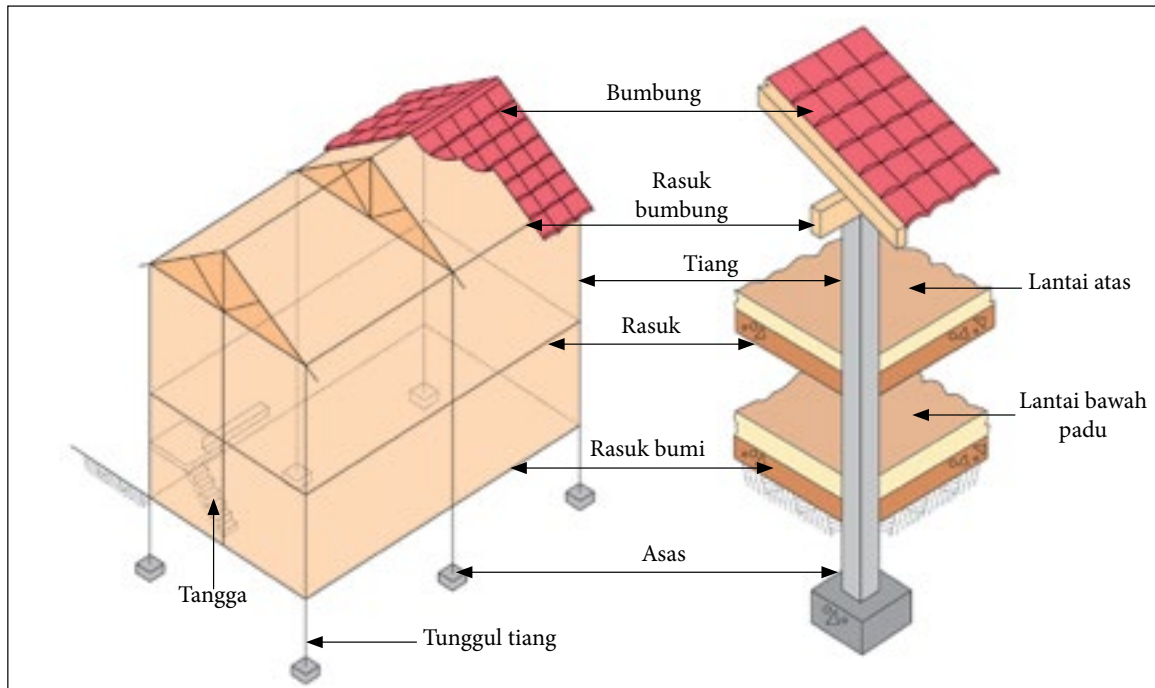
Substruktur ialah struktur bangunan yang berada di bawah permukaan tanah atau aras bumi. Kerja-kerja pembinaan substruktur melibatkan kerja memancang tanda, memancang ukur dan aras, kerja penggalian tanah untuk asas, kerja tetulang dan kerja konkrit. Foto 2.15 menunjukkan kerja penggalian tanah. Komponen yang terlibat dalam kerja substruktur ialah kerja cerucuk (jika perlu), asas tunggul tiang, tingkat bawah tanah dan lapisan asas batu pejal.



Foto 2.15 Penggalian tanah

b Superstruktur

Superstruktur ialah struktur bangunan yang berada di atas permukaan tanah atau aras bumi. Superstruktur bangunan dibina secara berperingkat dimulai dengan pembinaan struktur tiang, rasuk, lantai, dinding, tangga dan bumbung diikuti oleh komponen dinding, pintu, tingkap, siling dan kemas. Rajah 2.19 menunjukkan struktur kerangka bangunan dua tingkat.



Rajah 2.19 Struktur kerangka bangunan dua tingkat

2.2.3 Fungsi Komponen Substruktur dan Superstruktur dalam Bangunan

Setiap bangunan yang dibina terdiri daripada beberapa komponen struktur yang mempunyai fungsinya tersendiri untuk memberi kestabilan kepada bangunan. Jadual 2.14 menunjukkan komponen struktur dan fungsinya.

Jadual 2.14 Komponen struktur dan fungsinya

Komponen Struktur	Fungsi Komponen Struktur
Asas	<ul style="list-style-type: none"> Menerima dan mengagihkan beban bangunan kepada tanah di bawahnya dengan selamat.
Tiang	<ul style="list-style-type: none"> Menerima beban daripada rasuk dan memindahkannya kepada asas bangunan.
Rasuk	<ul style="list-style-type: none"> Menerima beban daripada lantai dan memindahkannya kepada tiang.
Lantai	<ul style="list-style-type: none"> Menerima beban mati atau beban kenaan secara langsung dan memindahkannya kepada rasuk.
Dinding	<ul style="list-style-type: none"> Pembahagi ruang sesuatu bangunan. Menyediakan ruang untuk pemasangan pintu dan tingkap.
Tangga	<ul style="list-style-type: none"> Menghubungkan aras lantai bawah dengan aras lantai atas.
Bumbung	<ul style="list-style-type: none"> Melindungi bangunan daripada dimasuki hujan, panas, angin dan habuk. Menstabilkan suhu dalam bangunan.

2.2.4 Asas

Asas merupakan komponen bangunan yang terletak paling bawah dan tidak kelihatan kerana terletak di bawah permukaan tanah. Fungsi utama asas ialah untuk menerima dan memindahkan beban bangunan ke tanah di bawahnya dan menstabilkan struktur bangunan.

Asas bangunan terbahagi kepada dua kategori iaitu asas cetak dan asas dalam seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2.15.

Jadual 2.15 Asas cetak dan asas dalam

Perkara	Asas Cetak	Asas Dalam
Ciri-ciri	<ul style="list-style-type: none"> Kedudukan binaan asas tidak melebihi 3 m kedalaman. Mengagihkan beban kepada tanah secara melebar dan berdekatan dengan permukaan tanah. 	<ul style="list-style-type: none"> Kedudukan binaan melebihi 3 m kedalaman. Mengagihkan beban jauh ke dalam tanah.
Jenis	<ul style="list-style-type: none"> Asas pad Asas jalur Asas rakit 	<ul style="list-style-type: none"> Asas cerucuk

Foto 2.16 menunjukkan asas cetak dan Foto 2.17 menunjukkan asas dalam.



Foto 2.16 Asas cetak



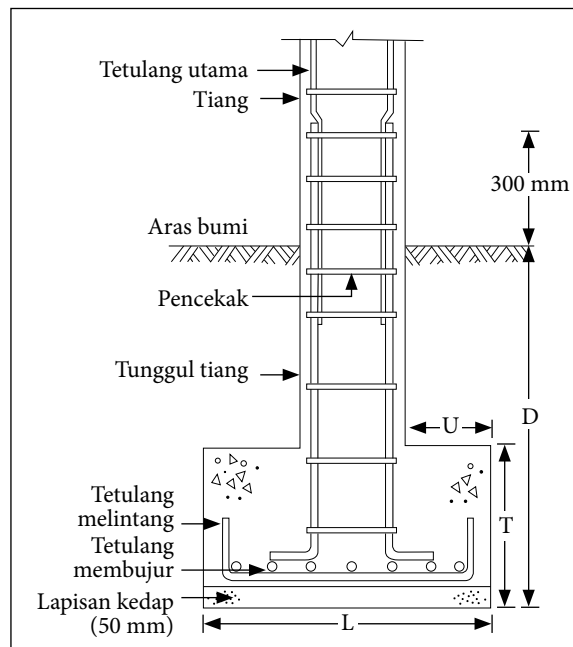
Foto 2.17 Asas dalam

a Asas Pad

Asas ini selalunya dijadikan alas kepada pembinaan tiang dan sesuai digunakan bagi bangunan berkerangka yang tidak melebihi empat tingkat. Asas ini menyokong tiang-tiang kerangka dengan memindahkan segala beban yang ditanggung ke lapisan tanah di bawahnya. Asas pad biasanya dibina daripada konkrit bertetulang dengan nisbah campuran konkrit 1:2:4 (simen : batu baur halus : batu baur kasar). Tetulang keluli digunakan dalam pembinaan asas pad untuk mengukuhkan asas dan jenis tetulang keluli yang biasa digunakan ialah tetulang keluli tegangan tinggi. Selain tetulang, cerucuk juga boleh digunakan bersama sekiranya tanah mempunyai keupayaan galas yang agak rendah. Asas pad dapat menanggung tekanan yang lebih besar dari asas jalur. Tebal asas pad tidak kurang daripada 150 mm dan lebarnya bergantung pada beban yang ditanggung oleh tiang dan sifat tanah di bawahnya. Reka bentuk asas pad bergantung kepada beban bangunan yang ditanggung dan keupayaan galas tanah. Foto 2.18 menunjukkan asas pad di tapak bina dan Rajah 2.20 menunjukkan keratan asas pad.



Foto 2.18 Proses pembinaan asas pad



Rajah 2.20 Asas pad

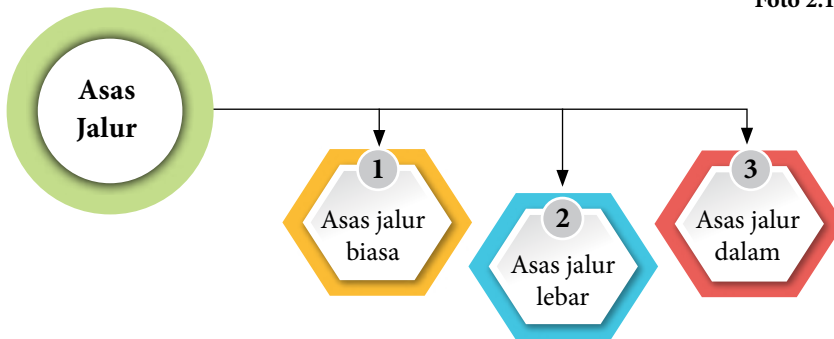
- Lebar asas = L
- Tebal asas = T
- Unjuran asas = U
- kedalaman asas = D
- Nilai $T \geq 150 \text{ mm}$
- Nilai $U \leq T$
- Nilai D ialah $450 \leq D \leq 1500 \text{ mm}$

b Asas Jalur

Asas jalur merupakan asas yang dibina selari di bawah tembok bagi menanggung dinding galas beban. Lebar jalur bergantung pada kekuatan galas tanah dan beban di atasnya. Lebar minimum untuk satu asas jalur ialah 450 mm yang biasanya sesuai untuk kebanyakan bangunan kediaman dua tingkat. Tebal minimum ialah 150 mm dan ukuran ini adalah sama dengan unjuran pada setiap dinding. Asas jalur boleh dibahagikan kepada tiga jenis iaitu asas jalur biasa, asas jalur lebar dan asas jalur dalam. Foto 2.19 menunjukkan asas jalur dan Rajah 2.21 menunjukkan jenis asas jalur.



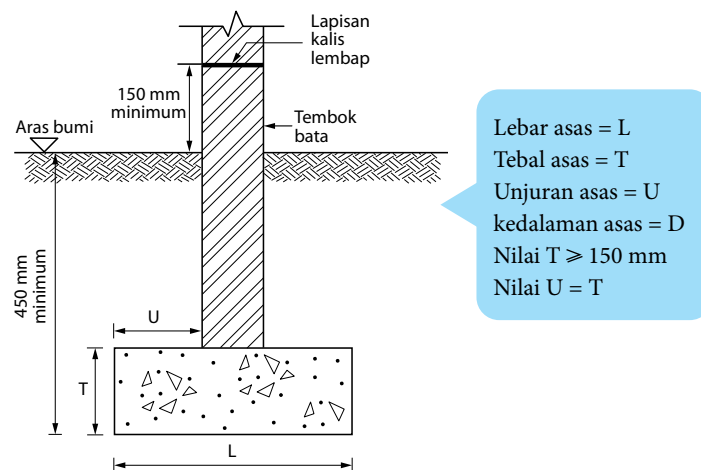
Foto 2.19 Asas jalur



Rajah 2.21 Jenis-jenis asas jalur

1. Asas Jalur Biasa [$U = T$]

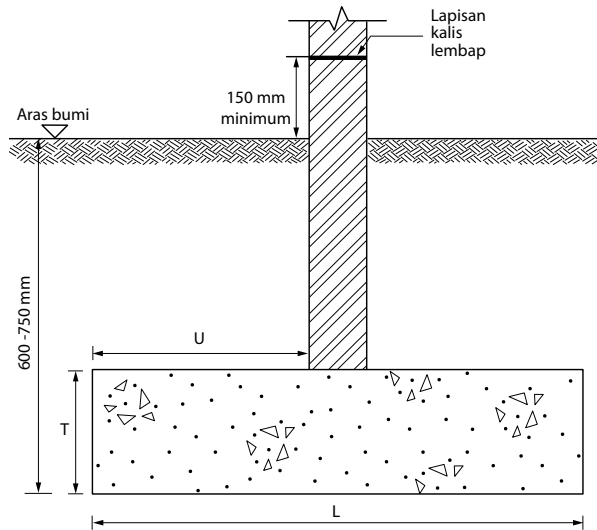
- Sesuai dibina pada tanah padat dengan ketebalan tidak kurang 150 mm, tidak jelekit dan tanah yang mempunyai keupayaan galas yang tinggi contohnya tanah batu kelikir.
- Bagi asas ini, kesan ricihan boleh berlaku pada sudut 45° dan cara mengatasi masalah ini adalah dengan menggunakan tetulang. Rajah 2.22 menunjukkan asas jalur biasa.



Rajah 2.22 Asas jalur biasa

2. Asas Jalur Lebar [$U > T$]

- Sesuai dibina pada tanah berkeupayaan galas yang rendah contohnya kawasan paya.
- Asas ini juga sesuai digunakan pada kawasan yang ditambak.
- Asas ini digunakan apabila asas jalur biasa menjadi terlalu lebar sehingga boleh menyebabkan ketegangan berlaku pada konkrit.
- Biasanya lebar minimum asas ini ialah 0.9 m. Rajah 2.23 menunjukkan asas jalur lebar.

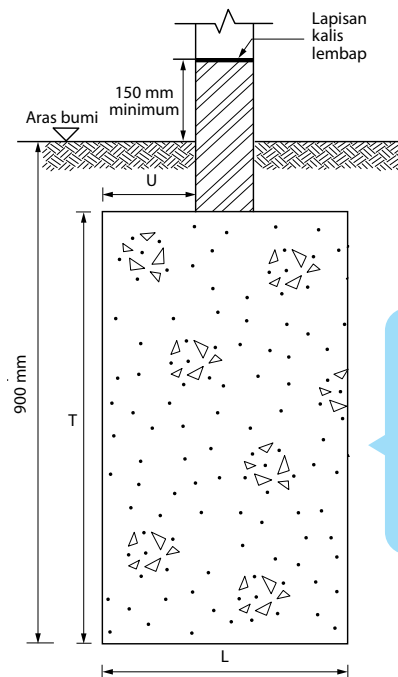


Lebar asas = L
 Tebal asas = T
 Unjuran asas = U
 kedalaman asas = D
 Nilai $T \geq 150$ mm
 Nilai $U > T$

Rajah 2.23 Asas jalur lebar

3. Asas Jalur Dalam [$U < T$]

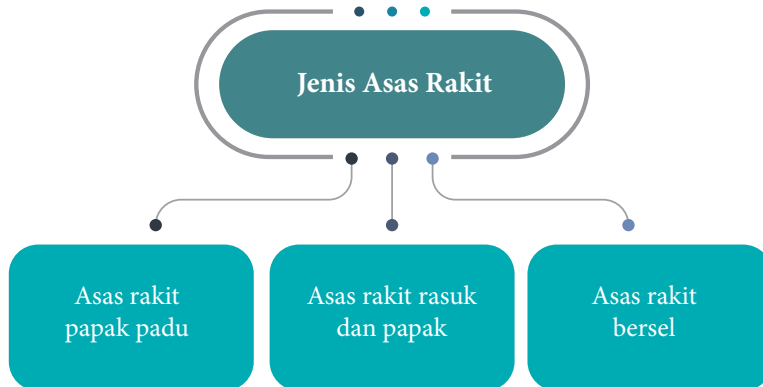
- Sesuai digunakan pada tanah yang jelekot seperti tanah liat yang cenderung mengembang dan mengecut mengikut kandungan lembapan.
- Asas ini berupaya memberi rintangan kepada keretakan dan enapan yang tidak sekata.
- Pembinaan asas ini dapat menjimatkan kos dan masa berbanding dengan membina dinding bata di bawah tanah.
- Had kedalaman pembinaan asas ini sehingga 0.9 m. Rajah 2.24 menunjukkan asas jalur dalam.



Lebar asas = L
 Tebal asas = T
 Unjuran asas = U
 kedalaman asas = D
 Nilai $T \geq 150$ mm
 Nilai $U < T$

Rajah 2.24 Asas jalur dalam

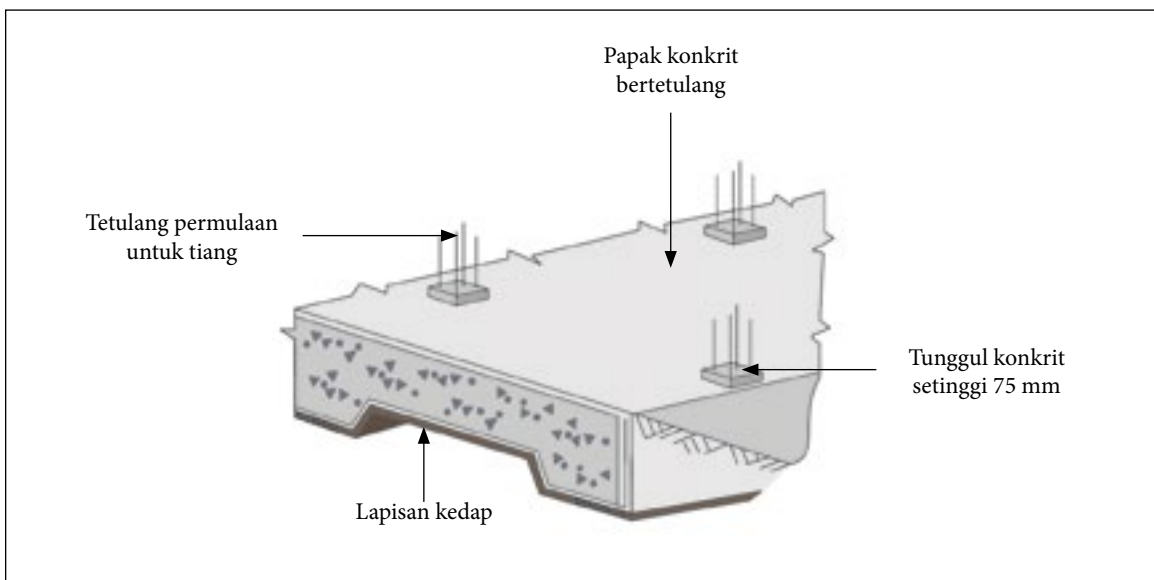
Asas rakit digunakan di kawasan yang mempunyai keupayaan galas yang rendah dan cenderung mengempap secara tidak sekata. Empapan yang tidak sekata ini lama-kelamaan akan memberi kesan keretakan pada komponen bangunan yang dibina. Terdapat tiga jenis asas rakit seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.25 iaitu asas rakit papak padu, asas rakit rasuk dan papak serta asas rakit bersel.



Rajah 2.25 Jenis asas rakit

a. Asas Rakit Papak Padu

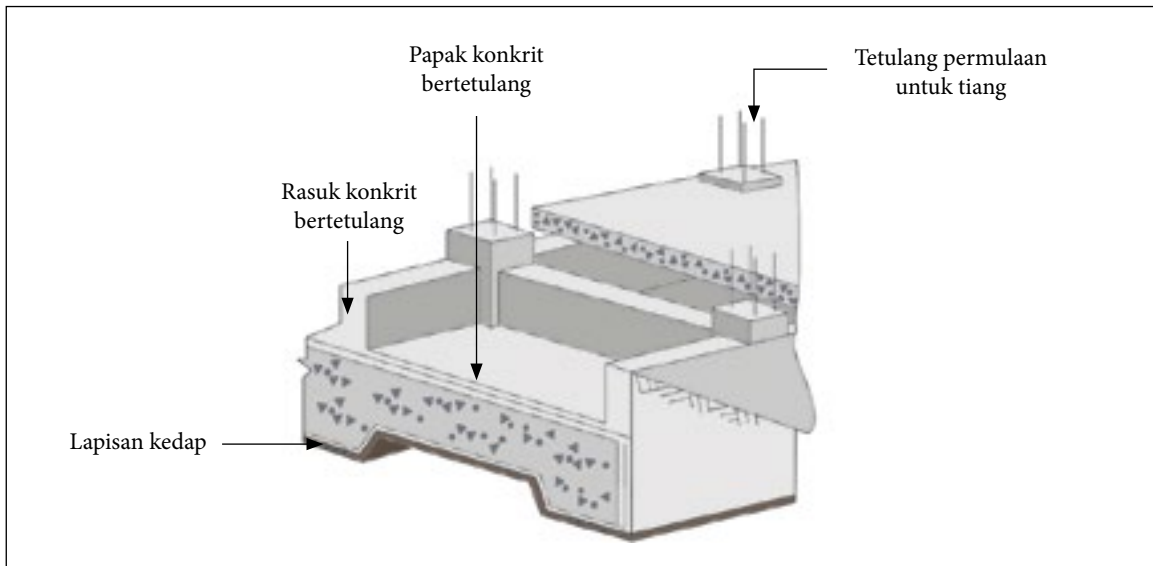
- i. Dibina daripada konkrit bertetulang pada keseluruhan tapak bangunan yang hendak didirikan.
- ii. Sesuai digunakan bagi bangunan yang tidak melebihi dua tingkat apabila beban yang dikenakan ke atas asas adalah rendah. Oleh itu, papak yang tidak sampai 300 mm tebal sudah memadai. Rajah 2.26 menunjukkan asas rakit papak padu.



Rajah 2.26 Asas rakit papak padu

b. Asas Rakit Rasuk dan Papak

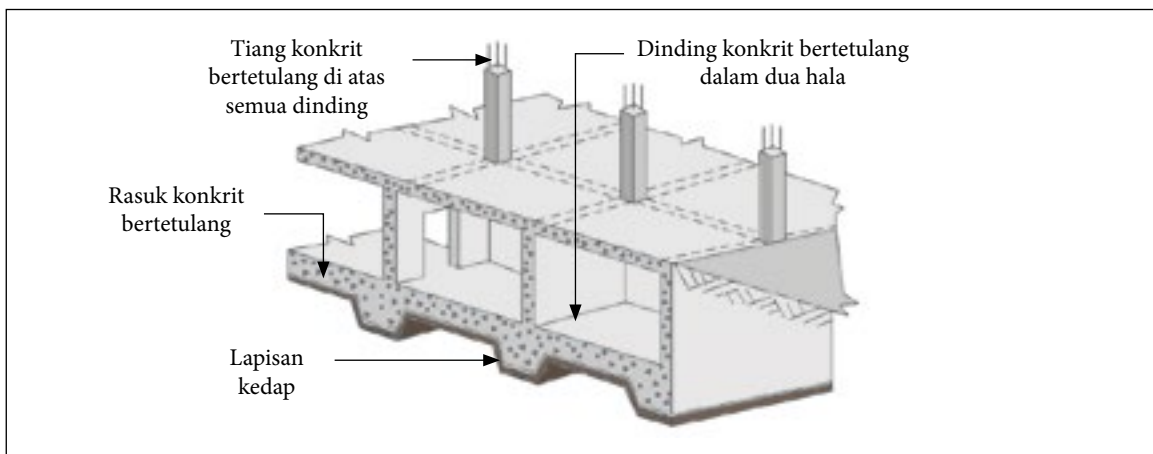
- i. Sekiranya beban bangunan terlalu besar hingga memerlukan ketebalan papak melebihi 300 mm, maka lebih sesuai jika asas rasuk dan papak dibina.
- ii. Papak rakit konkrit bertetulang dibina di atas papak tersebut pada kedudukan yang tertentu. Rajah 2.27 menunjukkan asas rakit rasuk dan papak.



Rajah 2.27 Asas rakit rasuk dan papak

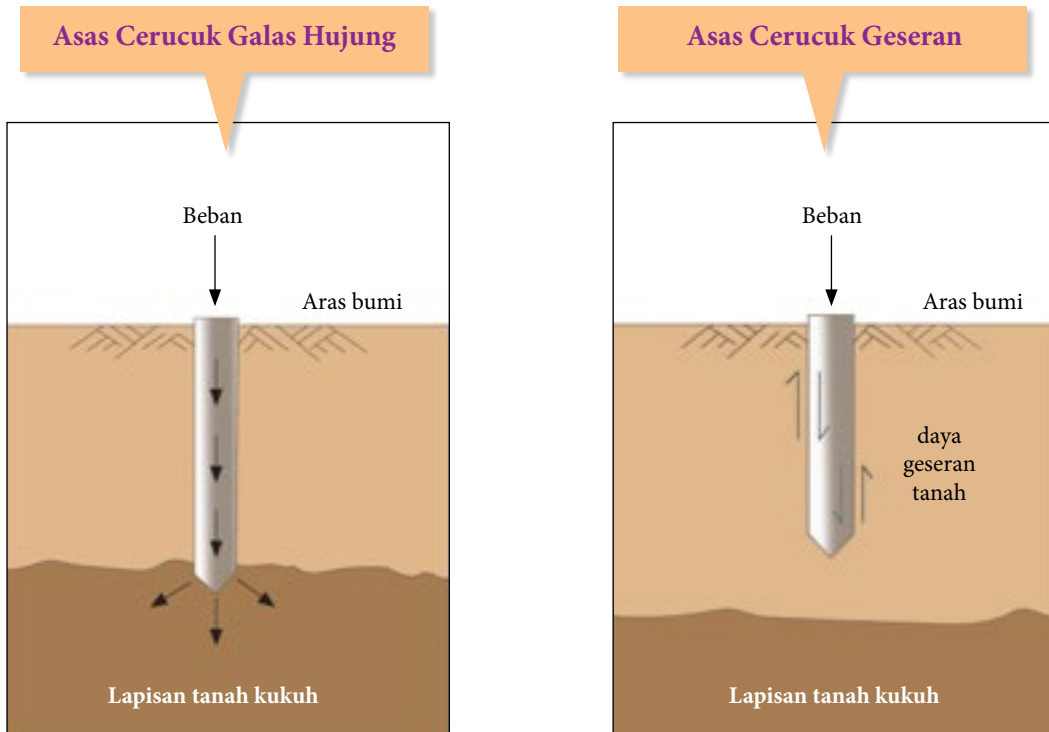
c. Asas Rakit Bersel

- i. Dibina pada tanah yang longgar atau tanah yang cenderung mengempis secara tak sekata seperti tanah bekas tapak lombong yang dikambus. Tebal keseluruhan asas yang dibina mungkin mencapai satu meter atau lebih. Asas lain tidaklah ekonomi. Rajah 2.28 menunjukkan asas rakit bersel.



Rajah 2.28 Asas rakit bersel

Asas cerucuk digunakan apabila beban bangunan terlalu besar atau lapisan tanah atas di tapak binaan berkeupayaan galas rendah. Oleh itu, beban bangunan terpaksa dipindahkan kepada lapisan tanah kukuh yang terletak jauh dalam tanah. Asas cerucuk terdiri daripada asas cerucuk galas hujung dan asas cerucuk geseran seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2.29.



Cerucuk ini dimasukkan ke dalam tanah sehingga mencecah lapisan tanah keras. Cerucuk ini kebiasaannya lebih panjang. Cerucuk jenis ini akan memindahkan beban bangunan terus ke atas tanah keras melalui tiangnya. Jarak di antara cerucuk adalah berdasarkan saiz cerucuk dan bahan yang digunakan.

Cerucuk ini ditanam tidak sampai ke tanah yang keras. Keupayaan menggalas beban bergantung pada daya geseran permukaan cerucuk dengan tanah. Luas permukaan cerucuk dapat meningkatkan daya geseran. Permukaan cerucuk mestilah kasar dan jarak di antara satu cerucuk dengan cerucuk yang lain perlu dirapatkan.

Rajah 2.29 Jenis-jenis asas cerucuk

2.2.5 Faktor Pemilihan Jenis Asas Bangunan

Pemilihan jenis asas bangunan yang sesuai amat penting dalam memastikan bangunan yang dibina selamat dan memberikan kos yang minimum. Antara faktor penting yang mempengaruhi pemilihan sesuatu jenis asas ialah keadaan tanah, kandungan lembapan tanah serta jenis dan saiz struktur.



TAHUKAH KAMU?

Pembinaan asas yang dalam dan berdekatan dengan bangunan memerlukan topang dan penyangga.

1 Keadaan Tanah

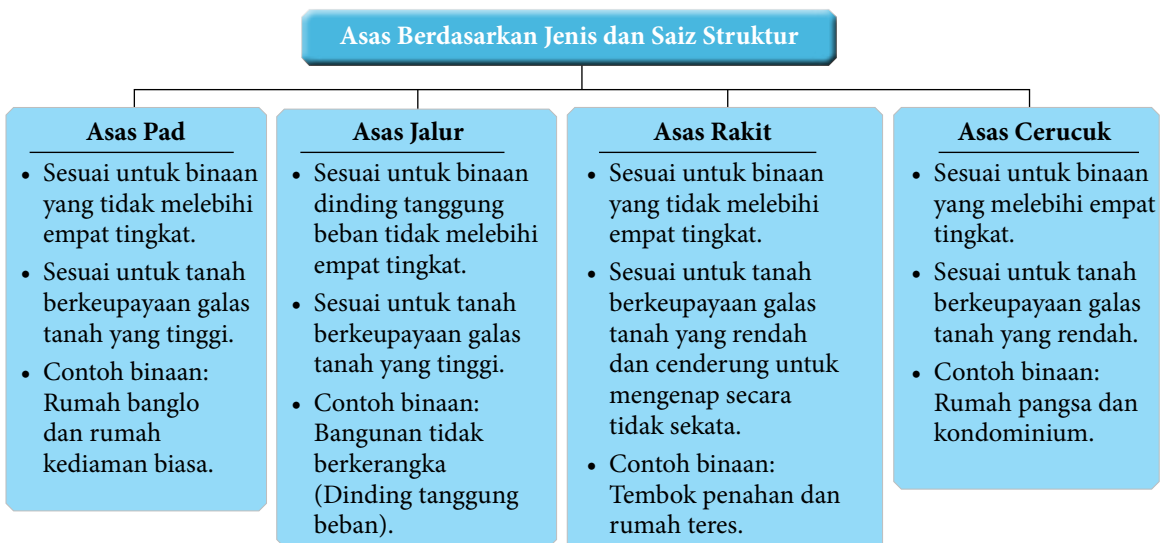
Merujuk pada keupayaan galas tanah yang akan menentukan jenis asas yang hendak dibina. Sebagai contoh, tanah yang mempunyai keupayaan galas yang tinggi penggunaan asas cetek iaitu asas pad atau asas jalur sesuai digunakan manakala di tanah yang keupayaan galas adalah rendah dan lembap, penggunaan asas rakit adalah sesuai digunakan. Selain itu, asas cerucuk sering digunakan pada kawasan keupayaan galas yang terlalu rendah dan enapan yang tinggi seperti di kawasan paya, lombong atau dermaga pelabuhan.

2 Kandungan Lembapan Tanah

Setiap tanah mempunyai keupayaan menyimpan air yang berbeza dan ini akan memberi kesan kepada kandungan lembapan dan kemudian mempengaruhi keupayaan galas tanah. Kebiasaannya, asas cerucuk akan digunakan pada tanah yang mempunyai kandungan lembapan yang tinggi.

3 Jenis dan Saiz Struktur

Merujuk kepada saiz dan reka bentuk bangunan yang dibina, agihan beban daripada superstruktur serta jumlah beban bangunan keseluruhannya yang akan mempengaruhi reka bentuk asas bangunan. Rajah 2.30 menunjukkan contoh asas berdasarkan jenis dan saiz struktur.



Rajah 2.30 Contoh asas berdasarkan jenis dan saiz struktur

2.2.6 Pengiraan Saiz Asas Pad Berdasarkan Situasi Pembinaan

Saiz sesuatu asas dipengaruhi oleh keupayaan galas tanah dan keupayaan galas tanah bergantung pula pada kekuatan ricih yang mampu menampung beban tanpa menyebabkan enapan yang berlebihan. Keupayaan galas tanah (KGT) merupakan keupayaan tanah untuk menanggung sesuatu binaan dengan selamat. Prinsip asas keupayaan galas tanah boleh ditentukan dengan menggunakan Prinsip Terzaghi.

Formula untuk mengira saiz asas menggunakan Prinsip Terzaghi ialah:

1. Keupayaan galas tanah (q)

Keupayaan galas tanah (q) ialah jumlah beban yang bertindak pada dasar asas dibahagi dengan luas aras.

$$q = \frac{\text{Beban}}{\text{Luas tapak asas}}$$

$$q = \frac{P}{A}$$

2. Keupayaan galas bersih (q_n)

Keupayaan galas bersih (q_n) ialah keupayaan galas tambahan bersih pada aras asas.

$$q_n = q - \gamma z$$

3. Keupayaan galas muktamad (q_r)

Keupayaan galas muktamad (q_r) ditakrifkan sebagai keupayaan galas tanah yang gagal secara ricih. Penentuan keupayaan galas muktamad tanah adalah berdasarkan parameter kekuatan ricih tanah iaitu nilai kejeleketan tanah dan sudut geseran tanah.

4. Keupayaan gelas muktamad bersih (q_{fn})

Keupayaan gelas muktamad bersih ialah perbezaan antara keupayaan gelas muktamad dengan keupayaan gelas yang disebabkan oleh berat tanah.

$$q_{fn} = q_f - \gamma z$$

γ = berat unit tanah
 z = kedalaman dasar asas

5. Faktor keselamatan terhadap kegagalan keupayaan gelas (FK)

Reka bentuk asas dianggap stabil dan boleh diterima, jika keamatan beban dapat ditanggung oleh di bawah asas dengan selamat tanpa risiko kegagalan ricih. Keadaan ini merujuk kepada pernyataan $FK = q_{fn}/q_n$, iaitu apabila nilai $q_{fn} > q_n$ atau $FK > 1$.

$$FK = \frac{q_{fn}}{q_n}$$

a Reka Bentuk Saiz Asas Pad

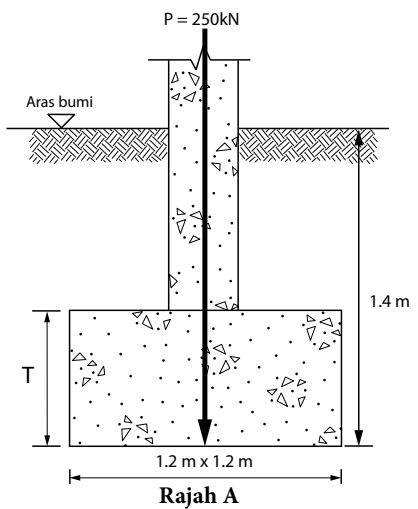
Terdapat dua cara untuk menentukan saiz asas.

- i. Mengganggu saiz asas dan membuat rujukan sama ada ia selamat atau tidak.
- ii. Menetapkan faktor keselamatan dan mengira saiz asas optimum.

Contoh Pengiraan Reka Bentuk Saiz Asas Pad

Contoh 1:

Rajah A menunjukkan keratan rentas asas pad berukuran 1.2 m x 1.2 m yang dikenakan beban tegak 250 kN. Asas itu dibina dengan kedalaman 1.4 m dari aras bumi dengan keupayaan gelas muktamad $q_f = 342 \text{ kN/m}^2$. Diberi berat unit pukal tanah, $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$. Dapatkan nilai faktor keselamatan asas pad tersebut dan buat kesimpulan.



Langkah penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Keupayaan galas tanah, } q &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{250 \text{ kN}}{1.2 \text{ m} \times 1.2 \text{ m}} \\ &= 173.6 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keupayaan galas bersih, } q_n &= q - \gamma z \\ &= 173.6 - 19(1.4) \\ &= 147.0 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

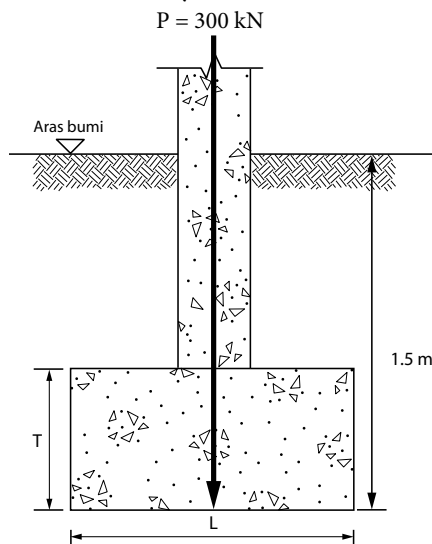
$$\begin{aligned} \text{Keupayaan galas muktamad bersih, } q_{fn} &= q_f - \gamma z \\ &= 342 - 19(1.4) \\ &= 315.4 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor keselamatan, } FK &= \frac{q_{fn}}{q_n} \\ &= \frac{315.4 \text{ kN/m}^2}{147.0 \text{ kN/m}^2} \\ &= 2.1 \end{aligned}$$

Reka bentuk asas pad ini adalah selamat kerana FK lebih daripada 1 ($FK > 1$).

Contoh 2:

Rajah B menunjukkan keratan rentas asas pad yang direka bentuk untuk menanggung beban tegak 300 kN pada kedalaman 1.5 m. Keupayaan galas muktamad tanah ialah $q_f = 400 \text{ kN/m}^2$. Faktor keselamatan terhadap kegagalan ricih yang digunakan ialah 1.8 dan berat unit pukal tanah ialah 19 kN/m^3 . Saiz tiang ialah 200 mm x 200 mm. Kirakan saiz asas pad tersebut dan lakarkan keratan rentas asas itu berserta dimensinya.



Rajah B

Langkah penyelesaian:

Keupayaan galas muktamad bersih,

$$\begin{aligned} q_{fn} &= q_f - \gamma z \\ &= 400 - (19 \times 1.5) \\ &= 400 - 28.5 \\ &= 371.5 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Faktor keselamatan,

$$\begin{aligned} FK &= \frac{q_{fn}}{q_n} \\ q_n &= \frac{q_{fn}}{FK} \\ q_n &= \frac{371.5}{1.8} \\ &= 206.4 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Keupayaan galas bersih,

$$\begin{aligned} q_n &= q - \gamma z \\ q &= q_n + \gamma z \\ &= 206.4 + (19 \times 1.5) \\ &= 206.4 + 28.5 \\ &= 234.9 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Keupayaan galas tanah,

$$\begin{aligned} q &= \frac{P}{A} \\ A &= \frac{P}{q} \\ A &= \frac{300 \text{ kN}}{234.9 \text{ kN/m}^2} \\ &= 1.277 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Untuk reka bentuk asas pad, $A = 1.277 \text{ m}^2$

$$P \times L = 1.277 \text{ m}^2$$

$$P = L, P^2 = L^2 = \sqrt{1.277} = 1.130 \text{ m} = 1130 \text{ mm}$$

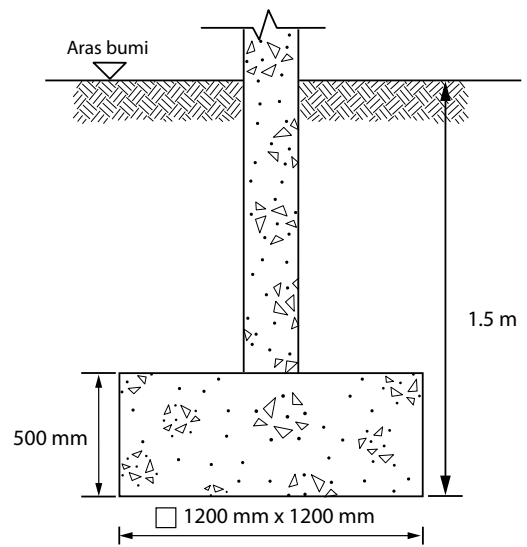
$P = L = 1200 \text{ mm}$ (dibundarkan untuk lebih praktikal)

Unjuran, $U =$ Lebar asas tolak tebal tiang dan dibahagikan dengan dua bahagian.

$$\text{Unjuran, } U = \frac{1200 - 200}{2} = 500 \text{ mm}$$

$T = U$, oleh itu, $T = 500 \text{ mm}$

Oleh itu saiz reka bentuk asas pad ialah: $1200 \text{ mm} \times 1200 \text{ mm} \times 500 \text{ mm}$ (panjang x lebar x tebal).



Rajah C
Keratan rentas asas pad yang direka bentuk

2.3 RASUK

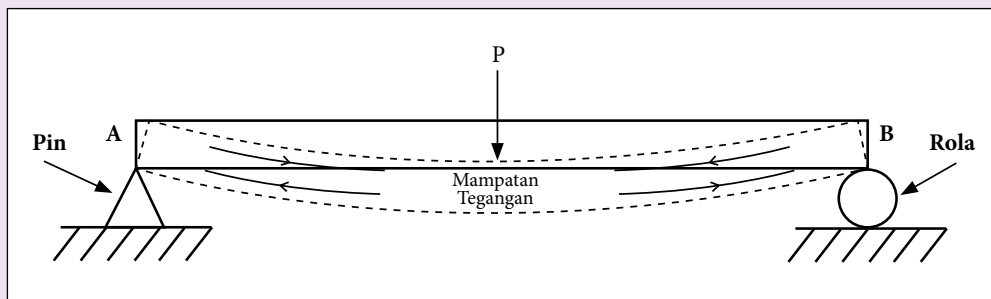
Rasuk merupakan satu komponen struktur yang mengufuk dalam sesebuah bangunan. Beban yang ditanggung oleh rasuk ialah beban yang diterima dari lantai dan beban bangunan seperti beban bumbung dan dinding.

2.3.1 Jenis-jenis Rasuk

Rasuk boleh dikelaskan mengikut cara rasuk itu disokong. Empat jenis rasuk sahaja yang sering digunakan iaitu:

a Rasuk Disokong Mudah

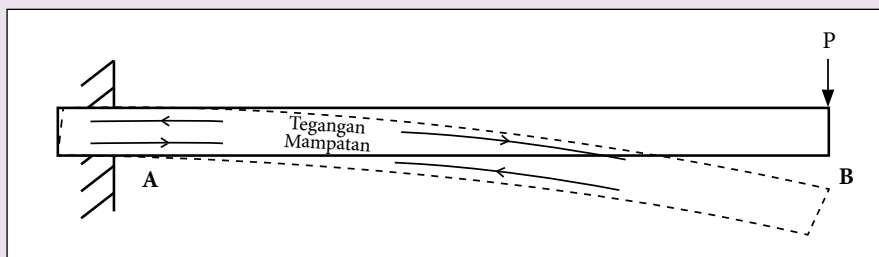
1. Merupakan rasuk yang disokong mudah pada kedua-dua hujung A dan B.
2. Rasuk ini kebiasaannya disokong dengan pin pada satu hujung A dan disokong oleh rola pada hujung B.
3. Apabila dikenakan beban, rasuk akan melentur. Bahagian bawah rasuk akan mengalami tegasan tegangan dan bahagian permukaan atas rasuk akan mengalami tegasan mampatan.
4. Keretakan akan berlaku apabila tegasan tegangan melebihi had yang mampu ditanggung oleh rasuk.
5. Oleh itu, tetulang utama diperlukan bagi rasuk konkrit untuk meningkatkan keupayaan tegasan tegangan rasuk.
6. Pada hujung pin, putaran pada sokong A boleh berlaku.
7. Pada hujung rola, pergerakan mengufuk dan putaran pada sokong B boleh berlaku seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2.31.



Rajah 2.31 Rasuk disokong mudah

b Rasuk Julur

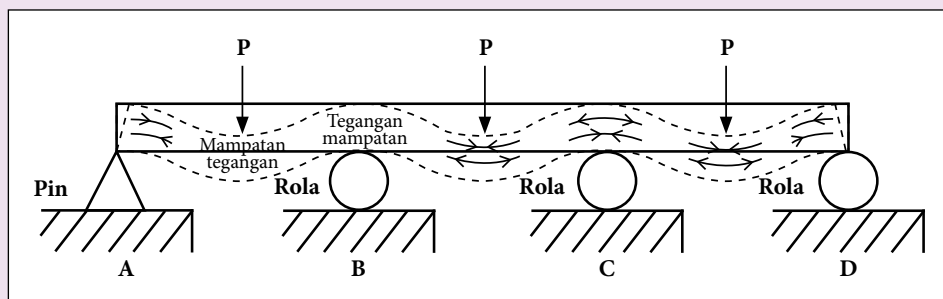
1. Merupakan rasuk yang terikat hanya pada satu hujung A manakala hujung B tidak disokong. Hujung B ini bebas bergerak apabila dikenakan beban dan rasuk akan melentur.
2. Permukaan atas rasuk akan mengalami tegangan tegangan dan permukaan di bawahnya akan mengalami tegangan mampatan.
3. Bagi rasuk julur, tetulang utama diperlukan pada bahagian atas permukaan rasuk.
4. Pada hujung A, semua pergerakan (mengufuk, menegak dan putaran) tidak boleh berlaku. Rajah 2.32 menunjukkan rasuk julur.



Rajah 2.32 Rasuk julur

c Rasuk Selanjar

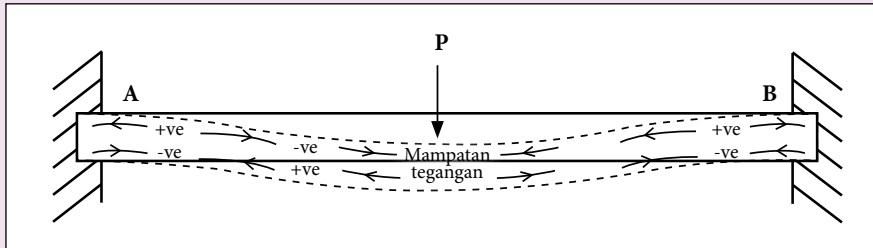
1. Merupakan rasuk yang disokong sekurang-kurangnya pada tiga tempat seperti Rajah 2.33.
2. Bahagian tengah rasuk ini akan mengalami lenturan maksimum apabila rasuk ini dikenakan beban. Hal ini bermakna permukaan bawah rasuk akan mengalami tegangan tegangan.
3. Bahagian atas rasuk kepada penyokong pula akan meleding ke atas dan menyebabkan permukaan atas rasuk akan mengalami tegangan tegangan dan sebaliknya permukaan bawah akan mengalami tegangan mampatan.
4. Apabila tegangan melampaui had, ini akan menyebabkan keretakan berlaku pada permukaan atas setiap sokong. Oleh itu, tetulang diperlukan pada bahagian-bahagian tersebut.
5. Hujung A boleh bergerak secara putaran.
6. Hujung D boleh bergerak secara mengufuk.



Rajah 2.33 Rasuk selanjar

d **Rasuk Hujung Terikat**

1. Merupakan rasuk yang disokong kedua-dua hujungnya oleh sokong hujung terikat seperti Rajah 2.34.
2. Apabila dikenakan beban, rasuk akan melentur dan permukaan bawah rasuk akan mengalami tegasan tegangan. Disebabkan oleh kedua-dua hujung rasuk diikat tegar, maka permukaan atas rasuk pada penyokong akan mengalami tegasan tegangan.
3. Oleh itu, tetulang utama diperlukan pada bahagian yang mengalami tegangan bagi meningkatkan keupayaan tegasan tegangan rasuk.
4. Kedua-dua hujung A dan B tidak boleh bergerak secara mengufuk, menegak dan putaran.

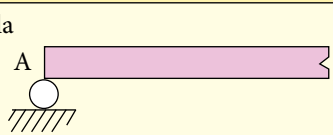
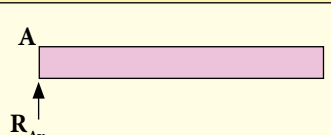
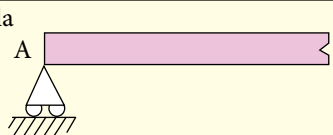
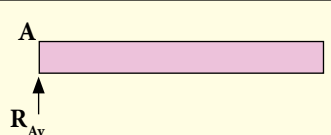
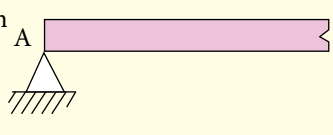
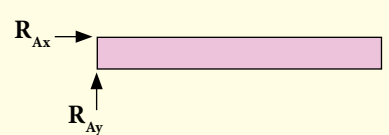
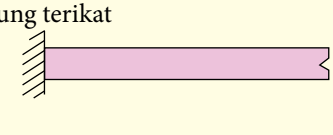
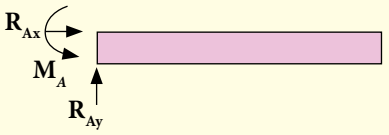


Rajah 2.34 Rasuk hujung terikat

Penyokong

Penyokong merupakan suatu objek untuk menyokong, menopang atau menyangga sesuatu anggota struktur. Penyokong yang digunakan untuk tujuan kejuruteraan boleh dibahagikan kepada beberapa kategori iaitu rola, pin, pin dan rola serta hujung terikat seperti dalam Jadual 2.16.

Jadual 2.16 Jenis sokong

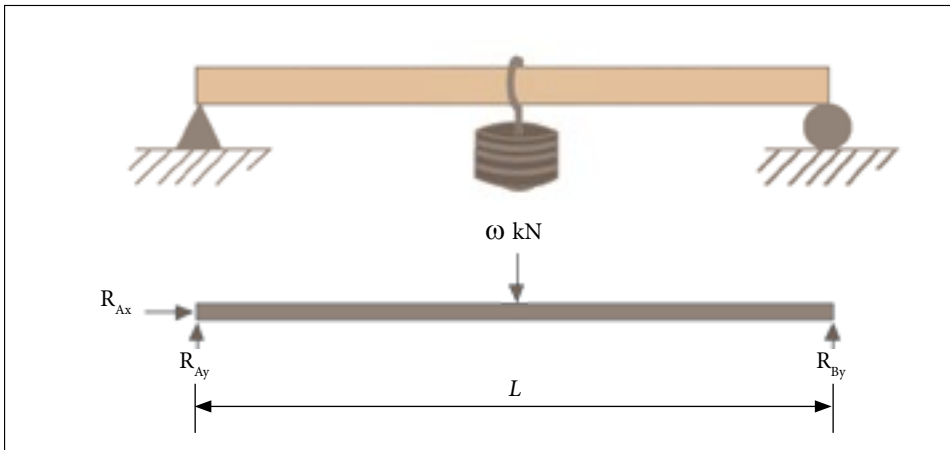
Jenis Sokong	Pergerakan yang Dibenarkan	Jenis Daya yang Bertindak
Rola 	Pergerakan mengufuk putaran pada titik A	
Rola 	Pergerakan mengufuk putaran pada titik A	
Pin 	Putaran pada titik A	
Hujung terikat 	Tiada pergerakan dibenarkan	

2.3.2 | Jenis-jenis Beban yang Bertindak Pada Rasuk Disokong Mudah

Beban boleh diagihkan ke atas sesuatu struktur binaan dengan berbagai-bagai cara. Terdapat dua kategori cara pengagihan beban yang sering digunakan iaitu beban titik dan beban teragih seragam.

1 Beban Titik

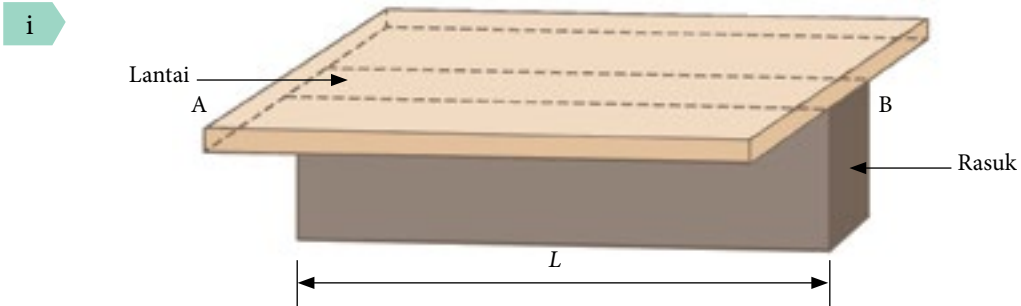
- Merupakan beban yang bertindak pada suatu keluasan yang amat kecil dan menghampiri satu titik. Beban ini juga dikenali sebagai beban tumpu.
- Contoh beban titik yang paling mudah ialah beban yang disangkutkan pada rasuk seperti Rajah 2.35.



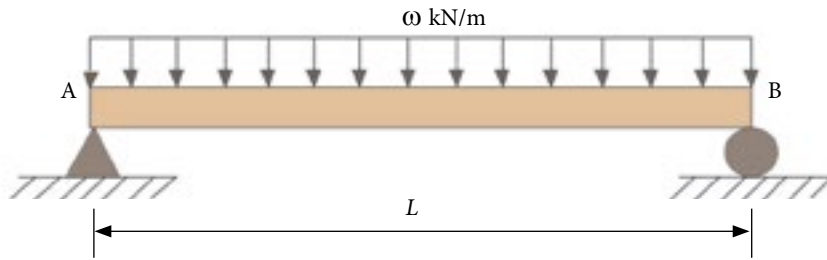
Rajah 2.35 Beban titik

2 Beban Teragih Seragam

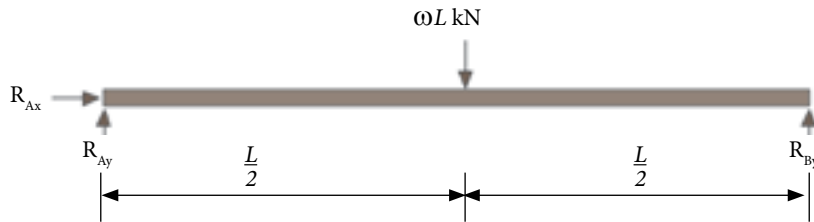
Beban teragih seragam merupakan beban yang bertindak seragam di sepanjang rentang rasuk. Contoh beban teragih seragam ialah beban lantai yang bertindak ke atas sebatang rasuk. Sekiranya beban teragih seragam bertindak di sepanjang rasuk, maka beban ini adalah setara dengan beban titik yang bertindak di tengah rentang. Nilai beban titik ialah hasil darab keamatan beban teragih (ω) dengan panjang (L). Rajah 2.36 menunjukkan beban teragih seragam.



ii



iii



Rajah 2.36 Beban teragih seragam

2.3.3 | Penentuan Daya Tindak Balas, Daya Ricih dan Momen Lentur

Daya yang bertindak pada rasuk terdiri daripada daya tindak balas, daya ricih dan momen lentur.

1

Daya Tindak Balas

Merupakan daya yang bertindak berlawanan arah dengan beban yang dikenakan. Tindak balas yang berlaku pada rasuk adalah sama jumlahnya dengan jumlah beban.

Daya tindak balas boleh dikira dengan menggunakan prinsip momen.

2

Daya Ricih

Merupakan jumlah algebra beban-beban ke atas atau ke bawah pada rasuk. Jumlah daya tersebut ialah sifar dalam keadaan keseimbangan pugak.

3

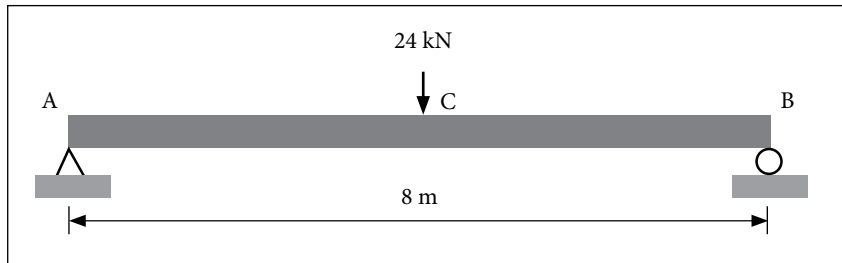
Momen Lentur

Merupakan jumlah algebra momen yang dihasilkan oleh tindakan beban di kiri atau beban di kanan rasuk. Momen lentur pada sokong pin dan rola adalah sifar. Momen pada hujung terikat bukan sifar. Daya yang bertindak di sebelah kiri atau kanan di keratan rasuk menghasilkan momen.

a. Pengiraan Daya Tindak Balas Beban Titik

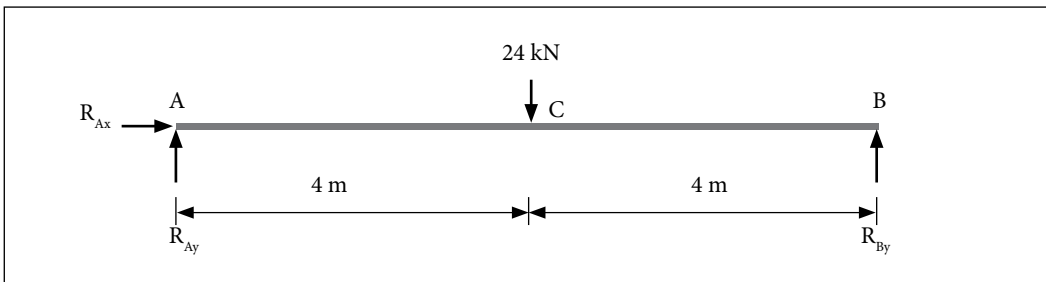
Contoh:

Rajah di bawah menunjukkan rasuk disokong mudah yang dikenakan beban titik sebanyak 24 kN di titik C. Tentukan daya tindak balas pada sokong di titik A dan B.



Langkah 1

Lakarkan gambar rajah jasad bebas untuk menunjukkan semua daya yang bertindak pada rasuk.



Langkah 2

Daya tindak balas R_{Ay} dan R_{By} boleh ditentukan dengan menggunakan prinsip momen. Momen pada titik A : Jumlah momen terhadap titik A ialah sifar : $\Sigma M_A = 0$

Atau

Jumlah momen melawan jam adalah sama dengan jumlah momen ikut jam $\Sigma \overset{\curvearrowleft}{M} = \Sigma \overset{\curvearrowright}{M}$.

Maka

$$\begin{aligned} \Sigma \overset{\curvearrowleft}{M} &= \Sigma \overset{\curvearrowright}{M} \\ R_{By} \times 8 \text{ m} &= 24 \text{ kN} \times 4 \text{ m} \\ &= 96 \text{ kNm} \\ R_{By} &= \frac{96 \text{ kNm}}{8 \text{ m}} \\ &= 12 \text{ kN} \end{aligned}$$

Langkah 3

Dengan menggunakan prinsip keseimbangan daya, jumlah daya dalam arah y ialah sifar iaitu:

$$\Sigma F_y = 0$$

Atau

Jumlah daya yang bertindak pada arah pugak ke atas adalah sama dengan jumlah daya yang bertindak pada arah pugak ke bawah:

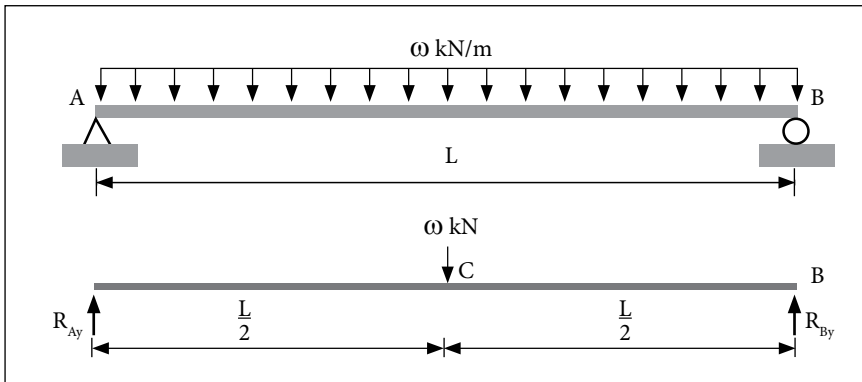
Maka \rightarrow

$$\begin{aligned}\Sigma F_y \uparrow &= \Sigma F_y \downarrow \\ R_{Ay} + R_{By} &= 24 \text{ kN} \\ R_{By} &= 24 \text{ kN} - 12 \text{ kN} \\ &= 12 \text{ kN}\end{aligned}$$

- Disebabkan beban 24 kN bertindak pada tengah rasuk, beban yang bertindak ditanggung sama rata pada titik A dan titik B.

b. Pengiraan Daya Tindak Balas Beban Teragih Seragam

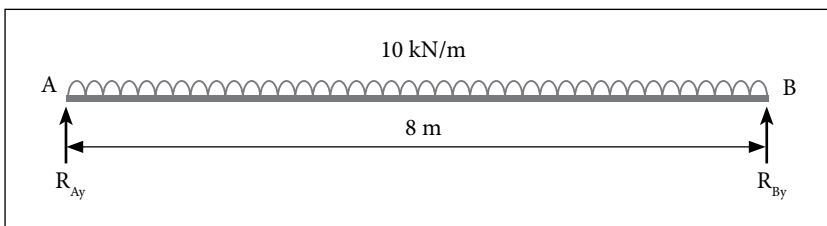
Berikut merupakan formula daya tindak balas pada beban teragih seragam.



$$R_{Ay} = R_{By} = \frac{\omega L}{2}$$

Contoh:

Satu rasuk 8 m panjang disokong mudah pada hujungnya dan menanggung beban seragam 10 kN/m. Kirakan tindak balas pada sokong di hujung A dan B.



$$R_{Ay} = R_{By} = \frac{\omega L}{2}$$

Langkah 1

Hitungkan jumlah beban yang ditanggung $F = \omega L$
 $= 10 \text{ kN/m} \times 8 \text{ m}$
 $= 80 \text{ kN}$

Langkah 2

Tindak balas pada sokong di hujung titik A dan B adalah sama kerana merupakan tindak balas teragih seragam, maka $R_A = R_B$

Oleh itu,



$$R_A = \frac{\omega L}{2}$$

$$= \frac{80 \text{ kNm}}{2}$$

$$R_A = 40 \text{ kN}$$

$$R_A = R_B = 40 \text{ kN}$$

2.3.4 Penghasilan Gambar Rajah Daya Ricih dan Momen Lentur

Bentuk gambar rajah daya ricih dan momen lentur untuk rasuk disokong mudah mengikut jenis dan beban ditunjukkan pada dalam Jadual 2.17.

Jadual 2.17 Daya ricih dan momen lentur

Jenis Beban	Rasuk Disokong Mudah	Gambar Rajah Daya Ricih	Gambar Rajah Momen Lentur
Titik			
Teragih seragam			

Langkah-langkah melukis gambar rajah daya ricih (GDR) dan gambar rajah momen lentur (GML) ditunjukkan dalam Jadual 2.18.

Jadual 2.18 Langkah-langkah melukis GDR dan GML

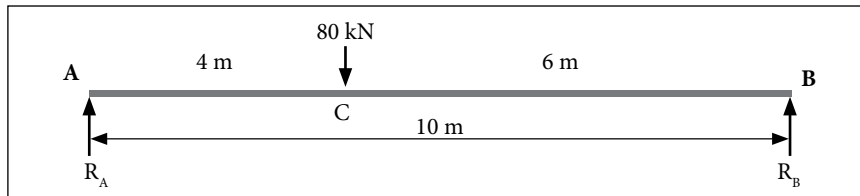
Langkah-langkah Melukis Gambar Rajah Daya Ricih	Langkah-langkah Melukis Gambar Rajah Momen Lentur
i. Pengiraan daya dimulakan dari kiri ke kanan rasuk. ii. Daya yang bertindak ke atas adalah positif dan daya yang bertindak ke bawah ialah negatif. iii. Jumlah daya ricih pada hujung terakhir kanan yang disokong mudah ialah sifar. iv. Sambungkan nilai yang diperoleh daripada pengiraan dan jadikan gambar rajah.	i. Pengiraan dimulakan dari kiri ke kanan rasuk. ii. Pengiraan momen dibuat dari satu titik ke satu titik rasuk secara berasingan. iii. Jumlah momen bagi titik hujung disokong mudah bersamaan dengan sifar.

Contoh 1

Satu rasuk 10 m panjang disokong mudah pada kedua-dua hujungnya. Rasuk ini menanggung beban titik 80 kN dan 4 meter dari sokong sebelah kiri seperti yang ditunjukkan pada Rajah C.

Kirakan:

- Daya tindak balas pada sokong A dan B.
- Daya ricih.
- Momen lentur pada rasuk.



Rajah C

Langkah-langkah Penyelesaian:

a. Daya tindak balas pada sokong A dan B

Tentukan nilai tindak balas R_A dan R_B :

Momen pada titik B : $\Sigma M_B = 0$

$$R_A \times 10 \text{ m} = 80 \text{ kN} \times 6 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} R_A \times 10 \text{ kNm} &= 480 \text{ kNm} \\ &= \frac{480 \text{ kNm}}{10 \text{ m}} \end{aligned}$$

$$R_A = 48 \text{ kN}$$

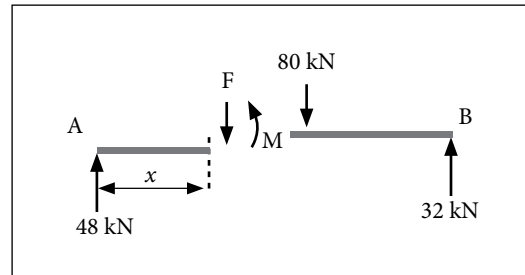
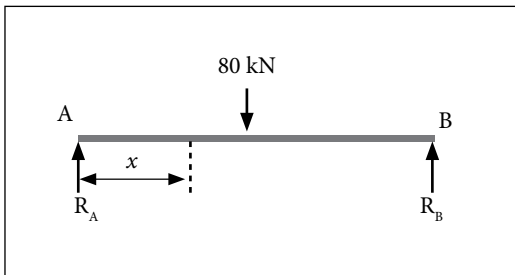
$$\Sigma F_y \uparrow = 0: R_A + R_B = 80 \text{ kN}$$

$$R_B = 80 \text{ kN} - 48 \text{ kN}$$

$$R_B = 32 \text{ kN}$$

b. Daya ricih dan momen lentur dalam rasuk

Anggapkan jarak x sebagai jarak keratan dari sokong sebelah kiri.



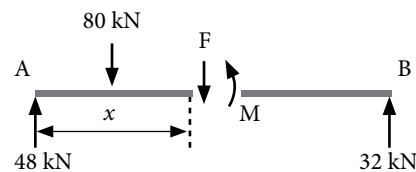
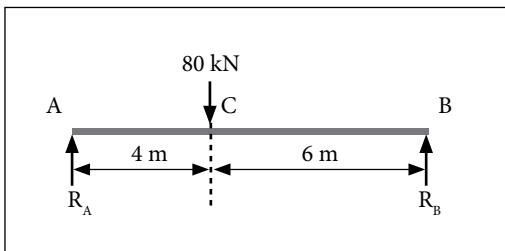
Kirakan nilai daya ricih dan momen lentur pada jarak x .

(Pada $0 \leq x \leq 4$) ; $F = R_A = 48 \text{ kN}$ dan $M = R_A (x) = 48 (x) \text{ kNm}$

Apabila $x = 0$, ($F = 48 \text{ kN}$) dan $M = 48 \times 0 = 0 \text{ kNm}$

$$\begin{aligned} F &= R_A \\ &= 48 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M &= R_A (x) \\ &= 48 (0) \\ &= 0 \text{ kNm} \end{aligned}$$



Pada $4 \leq x \leq 10$

Apabila $x = 4$,

$$\begin{aligned} F_{x=4} &= 80 - R_A \\ &= 80 - 48 \\ &= 32 \text{ kN} \end{aligned}$$

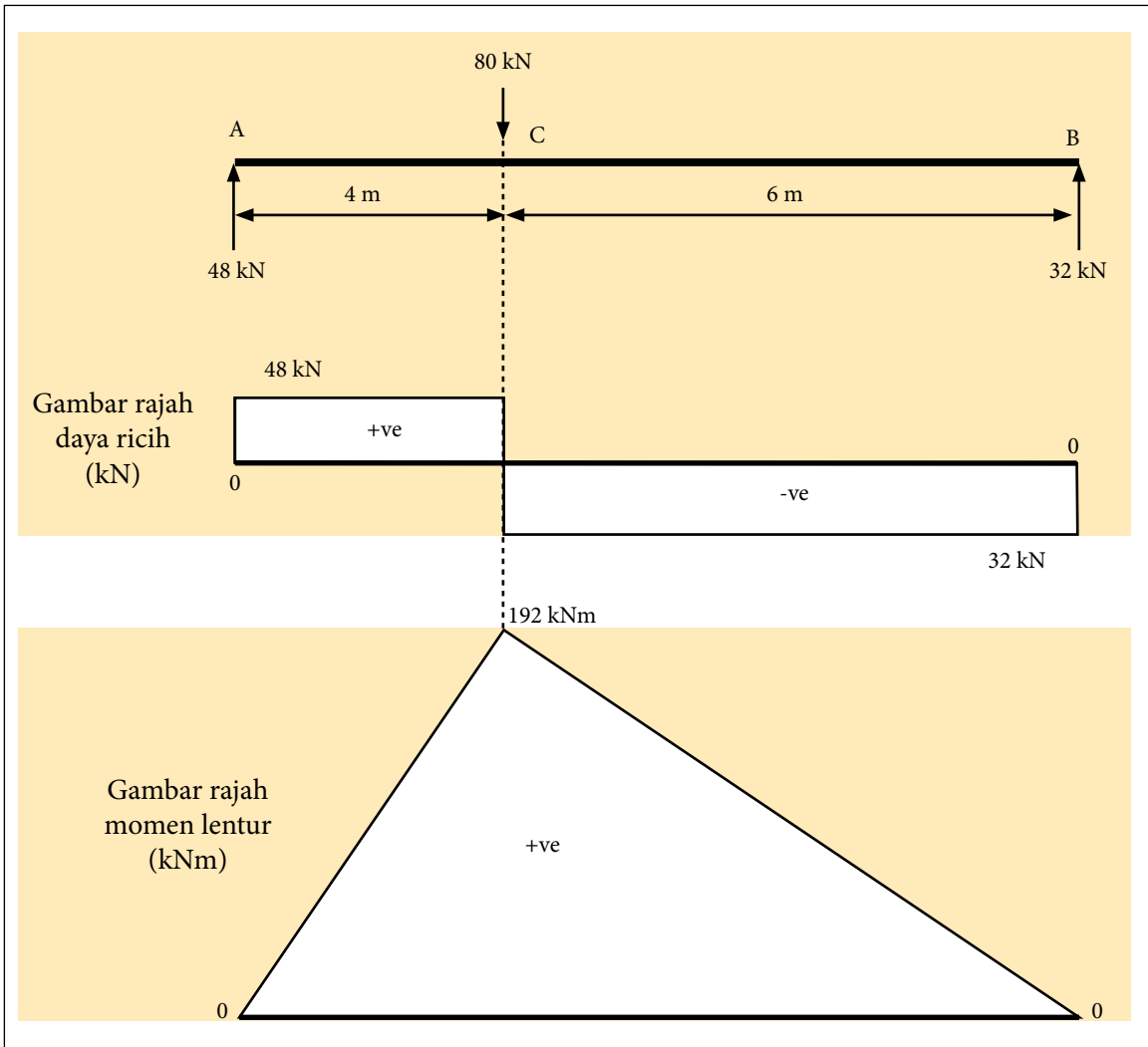
$$\begin{aligned} M_{x=4} &= R_A \times 4 - 80 (x) \\ &= 48 \times 4 - (0) \\ &= 192 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Apabila $x = 10$,

$$\begin{aligned} F_{x=0} &= R_A - 80 \\ &= 48 - 80 \\ &= -32 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x=0} &= R_A \times 10 - 80 (6) \\ &= 48 \times 10 - 480 \\ &= 0 \text{ kNm} \end{aligned}$$

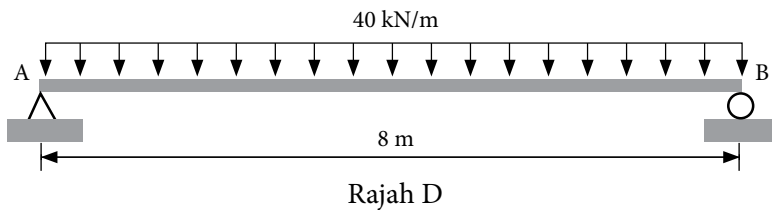
c. Gambar rajah daya ricih dan momen lentur



Contoh 2

Satu rasuk disokong mudah AB dengan rentang 8 m menanggung beban teragih seragam 40 kN/m seperti yang ditunjukkan pada Rajah D.

- Kirakan daya tindak balas pada sokong.
- Kirakan daya ricih dan momen lentur pada jarak 0 m, 2 m, 4 m, 6 m dan 8 m dari penyokong A.
- Lukiskan gambar rajah daya ricih dan moment lentur dalam rasuk itu.



Langkah-langkah Penyelesaian:

a. Daya tindak balas pada sokong A dan B

$$R_A = R_B = \frac{\omega L}{2} = \frac{40(8)}{2} = 160 \text{ kN}$$

b. Daya ricih

$$x = 0 \text{ m} = V_0 = 160 - 40(0) = 160 \text{ kN}$$

$$x = 2 \text{ m} = V_2 = 160 - 40(2) = 80 \text{ kN}$$

$$x = 4 \text{ m} = V_4 = 160 - 40(4) = 0 \text{ kN}$$

$$x = 6 \text{ m} = V_6 = 160 - 40(6) = -80 \text{ kN}$$

$$x = 8 \text{ m} = V_8 = 160 - 40(8) = -160 \text{ kN}$$

c. Momen lentur

$$x = 0 \text{ m} = M_0 = 160(0) = 0 \text{ kNm}$$

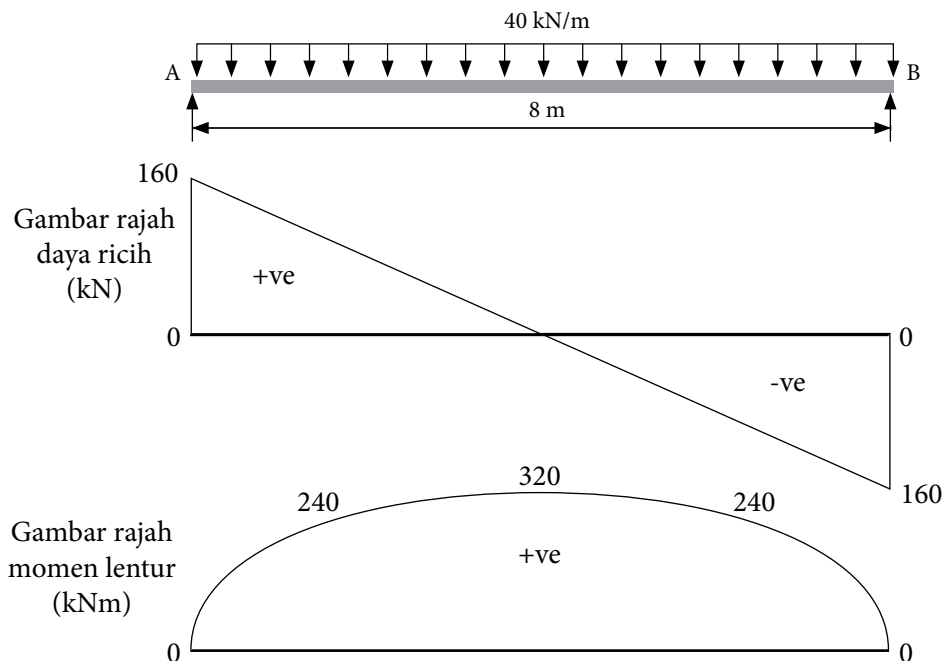
$$x = 2 \text{ m} = M_2 = 160(2) - 40(2)(1) = 240 \text{ kNm}$$

$$x = 4 \text{ m} = M_4 = 160(4) - 40(4)(2) = 320 \text{ kNm}$$

$$x = 6 \text{ m} = M_6 = 160(6) - 40(6)(3) = 240 \text{ kNm}$$

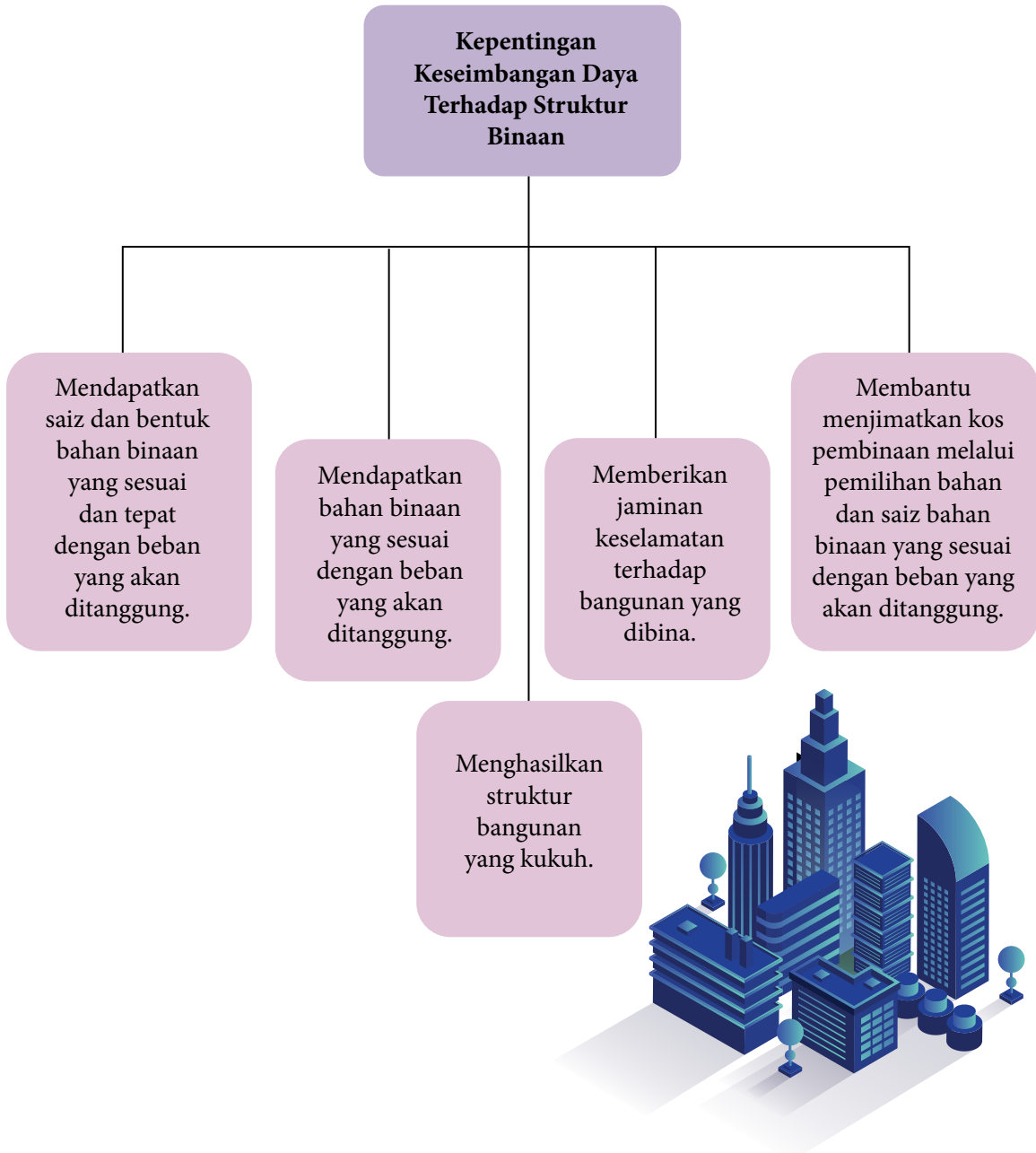
$$x = 8 \text{ m} = M_8 = 160(8) - 40(8)(4) = 0 \text{ kNm}$$

d. Gambar rajah daya ricih dan momen lentur



2.3.5 | Kepentingan Keseimbangan Daya Terhadap Struktur Binaan

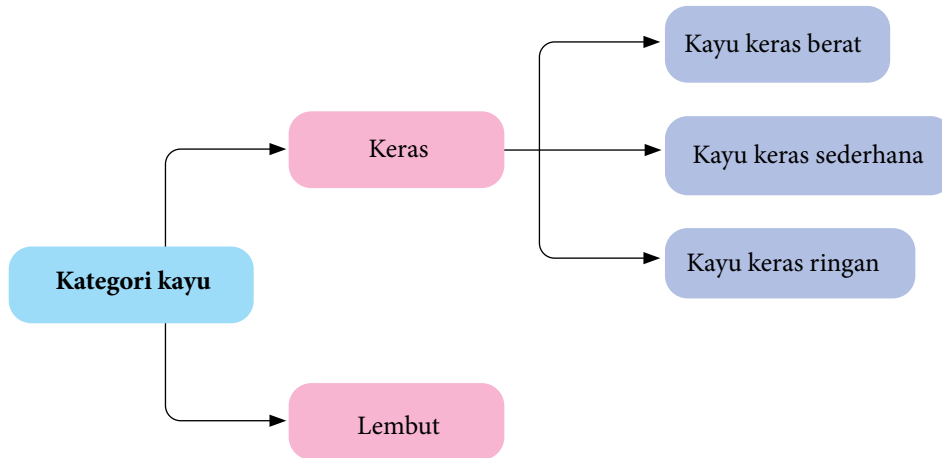
Keperluan keseimbangan daya terhadap struktur binaan adalah penting dalam mempengaruhi sesebuah bangunan itu berdiri dengan kukuh. Sesebuah bangunan perlu mempunyai struktur yang kukuh dan kuat untuk menampung bebanan yang diterimanya. Oleh itu, analisis keseimbangan daya perlu dilakukan terhadap struktur binaan. Antara kepentingan keseimbangan daya terhadap struktur binaan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.37.



Rajah 2.37 Kepentingan keseimbangan daya terhadap struktur binaan



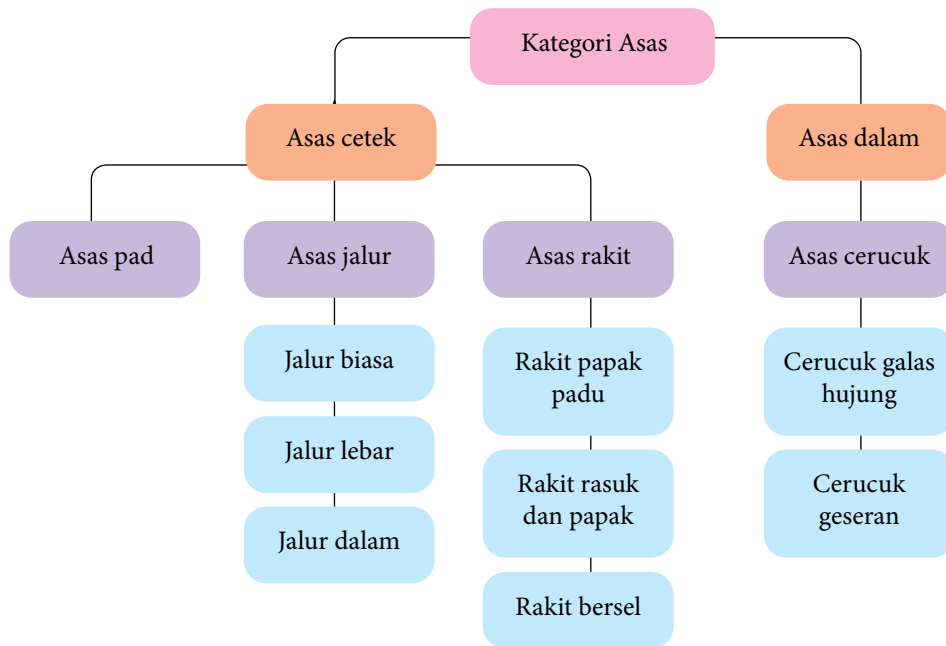
1. Terdapat pelbagai bahan yang digunakan sebagai bahan binaan dalam pembinaan seperti kayu, keluli, konkrit, bata dan lain lain lagi.
2. Kayu dapat dikelaskan kepada dua kumpulan utama iaitu kayu keras dan kayu lembut. Rajah di bawah menunjukkan kategori kayu.



3. Sifat utama kayu ialah kekuatan, modulus keanjalan, ketahanan lasakan dan kemas rupa.
4. Kekuatan kayu merupakan keupayaan kayu merintang daya luaran yang bertindak ke atasnya. Antara faktor yang mempengaruhi kekuatan kayu ialah ketumpatan, struktur ira kayu dan kecacatan kayu.
5. Ketahanan lasakan kayu merujuk kepada kandungan lembapan yang terdapat pada kayu. Kayu yang mempunyai kandungan lembapan yang tinggi akan menggalakkan pertumbuhan kulat serta menarik serangga perosak.
6. Keluli merupakan sejenis logam yang sangat mudah ditempa dan merupakan bahan yang mulur. Kandungan karbon di dalam keluli adalah di antara 0.12% hingga 1.8%.
7. Sifat utama keluli ialah modulus keanjalan, kekuatan, kemuluran, rintangan kekakisan, rintangan kebakaran dan pengembangan dan pengecutan.
8. Konkrit ialah campuran simen, batu baur halus, batu baur kasar dan air. Bagi tujuan tertentu, bahan konkrit boleh dicampur dengan bahan tambah. Contoh nisbah campuran konkrit ialah 1:2:4 iaitu satu bahagian simen, dua bahagian batu baur halus dan empat bahagian batu baur kasar. Selain itu, terdapat juga nisbah konkrit iaitu 1:3:6 yang kerap digunakan.

9. Tetulang digunakan dalam konkrit untuk mengatasi atau menambah kekuatan tegangan konkrit.
10. Konkrit yang masih basah dikenali sebagai konkrit baru dan konkrit yang sudah keras dikenali sebagai konkrit terkeras. Sifat utama konkrit baharu ialah kebolehkeraan dan sifat utama konkrit terkeras ialah kekuatan, ketahananlasakan, pengembangan dan pengecutan.
11. Ujian penurunan dilakukan untuk menentukan kebolehkeraan konkrit khasnya untuk tujuan ujian konkrit baharu iaitu konkrit yang baru dibancuh. Manakala, ujian mampatan dilakukan terhadap konkrit terkeras untuk menentukan kekuatan mampatan konkrit.
12. Terdapat tiga jenis konkrit iaitu konkrit jisim, konkrit bertetulang dan konkrit prategasan.
13. Bata merupakan satu bahan binaan yang tahan lama dan diperbuat daripada tanah liat, pasir, kapur atau simen.
14. Bata boleh dihasilkan dengan menggunakan kaedah acuan yang ditekan, buatan tangan atau potongan dawai.
15. Struktur ialah binaan kejuruteraan yang terdiri daripada satu atau lebih komponen yang disusun agar dapat menanggung bebannya sendiri dan beban yang dikenakan ke atasnya tanpa mengalami perubahan bentuk yang nyata.
16. Beban yang ditanggung oleh struktur terbahagi kepada dua iaitu beban mati dan beban kenaan.
17. Struktur binaan boleh dibahagikan kepada dua iaitu struktur jisim dan struktur kerangka.
18. Struktur jisim merupakan struktur yang menanggung beban mati dan beban kenaan dengan jisimnya sendiri.
19. Struktur kerangka merupakan struktur yang dibina berdasarkan komponen tertentu yang diatur dalam bentuk geometri. Struktur kerangka bangunan terdiri daripada substruktur dan superstruktur.
20. Substruktur ialah struktur bangunan yang berada di bawah permukaan tanah atau aras bumi dan superstruktur ialah struktur bangunan yang berada di atas permukaan tanah atau aras bumi.
21. Komponen struktur bangunan terdiri daripada asas, rasuk, tiang, lantai, dinding, tangga dan bumbung.

22. Asas bangunan terbahagi kepada dua kategori iaitu asas cetek dan asas dalam. Kategori asas adalah seperti rajah di bawah.



23. Faktor penting yang mempengaruhi pemilihan sesuatu jenis asas ialah keadaan tanah, kandungan lembapan serta jenis dan saiz struktur.
24. Rasuk merupakan satu komponen struktur yang mengufuk dalam sesebuah bangunan. Beban yang ditanggung oleh rasuk ialah beban yang diterima dari lantai dan beban bangunan seperti beban bumbung dan dinding.
25. Rasuk boleh dikelaskan mengikut cara rasuk itu disokong. Empat jenis rasuk sahaja yang sering digunakan iaitu rasuk disokong mudah, rasuk julur, rasuk selanjar dan rasuk hujung terikat.
26. Penyokong merupakan suatu objek untuk menyokong, menopang atau menyangga sesuatu anggota struktur. Penyokong yang digunakan untuk tujuan kejuruteraan boleh dibahagikan kepada beberapa kategori iaitu rola, pin, pin dan rola serta hujung terikat.
27. Beban ialah sejenis daya dan boleh diagihkan ke atas sesuatu struktur binaan dengan berbagai-bagai cara. Terdapat dua kategori cara pengagihan beban yang sering digunakan iaitu beban titik dan beban teragih seragam.
28. Jenis daya yang bertindak pada rasuk disokong mudah terdiri daripada tindak balas, daya ricih dan momen lentur.



LATIHAN PENGUKUHAN

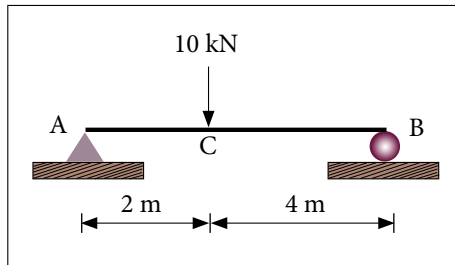
BAB 2

1. Nyatakan empat kebaikan penggunaan kayu dalam binaan.
2. Nyatakan tiga faktor yang menyebabkan kecacatan kayu.
3. Senaraikan tiga kelebihan dan tiga kelemahan keluli sebagai bahan binaan.
4. Terangkan jenis-jenis bahan tambah berserta ciri-cirinya.
5. Nyatakan perbezaan ciri-ciri asas cetek dan asas dalam.
6. Huraikan faktor-faktor pemilihan jenis asas bangunan.
7. Nyatakan jenis asas yang sesuai digunakan bagi kawasan yang mempunyai keupayaan galas yang rendah. Huraikan.
8. Bincangkan tujuan kawalan mutu bagi sesuatu konkrit perlu dilakukan.
9. Gambar foto berikut merupakan sebahagian alat yang digunakan untuk menjalankan ujian ke atas sampel konkrit. Satu bancuhan konkrit disediakan untuk ujian tersebut.

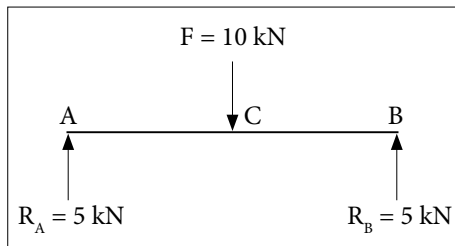


- a. Nyatakan tujuan ujian tersebut dijalankan.
- b. Huraikan prosedur untuk menjalankan ujian tersebut.
- c. Nyatakan tiga keputusan yang mungkin berlaku pada sampel ujian konkrit tersebut. Berikan sebabnya.

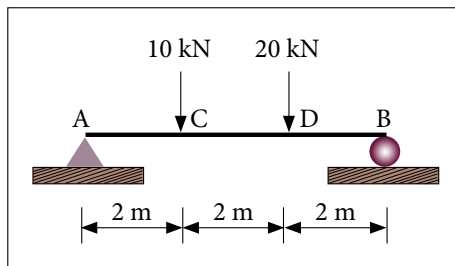
10. Bincangkan kesan terhadap pembinaan sesuatu projek jika bahan-bahan binaan yang digunakan tidak berkualiti.
11. Huraikan struktur bangunan rumah kediaman dua tingkat yang melibatkan substruktur dan superstruktur. Jelaskan dengan bantuan gambar rajah yang sesuai untuk membantu penerangan anda.
12. Huraikan jenis-jenis beban yang bertindak pada rasuk disokong mudah.
13. Rajah di bawah menunjukkan rasuk disokong mudah dikenakan beban titik 10 kN. Tentukan nilai daya ricih dan momen lentur dan seterusnya lakarkan gambar rajah daya ricih dan momen lentur.



14. Lakarkan gambar rajah daya ricih dan momen lentur berdasarkan rajah di bawah.



15. Berdasarkan rasuk di bawah, tentukan tindak balas pada rasuk dan lakarkan gambar rajah momen lentur serta daya ricih.



BAB 3

PEMBINAAN BANGUNAN

Standard Kandungan:

- 3.1 Penyiataan tapak
- 3.2 Proses pembinaan
- 3.3 Taksiran
- 3.4 Pengurusan projek



Kata Kunci

- Keupayaan galas tanah
- Kandungan lembapan tanah
- Konvensional
- Substruktur
- Superstruktur
- Lestari





3.1 PENYIASATAN TAPAK

Penyiasatan tapak merupakan sebahagian daripada kerja pemeriksaan tanah yang amat penting dalam bidang kejuruteraan geoteknikal. Maklumat yang mencukupi harus diperoleh untuk menghasilkan reka bentuk binaan yang selamat dan ekonomi. Penyiasatan juga penting untuk mengelakkan sebarang kesulitan semasa pembinaan dijalankan. Penyiasatan tapak boleh dibahagikan kepada dua peringkat utama iaitu penyiasatan di permukaan bumi dan penyiasatan di bawah permukaan bumi.



Foto 3.1 Penyiasatan tapak pembinaan

a

Definisi Penyiasatan Tapak

“The site exploration, testing of material, assessment of result and general evaluation of the site is termed as site investigation” (BS 5930:1981).

Sejauh manakah penyiasatan tapak memainkan peranan dalam menentukan dan mereka bentuk asas?



Berdasarkan definisi di atas, jelas menunjukkan bahawa penyiasatan tapak merangkumi kerja-kerja seperti peninjauan, pemerhatian, pengujian in-situ, pengambilan sampel, penentuan profil tanah dan sebagainya. Hasil ujian penyiasatan tapak akan dianalisis agar dapat membuat penilaian menyeluruh tentang keadaan tapak bina yang dicadangkan. Foto 3.1 menunjukkan penyiasatan tapak sedang dijalankan.

b

Peringkat Penyiasatan Tapak

Prosedur kerja bagi penyiasatan tapak bergantung pada jenis projek pembinaan yang akan dibina. Kebiasaannya, terdapat beberapa peringkat dalam penyiasatan tapak. Antaranya ialah:

1

Kajian Awal

Sebelum penyiasatan tapak dijalankan maklumat-maklumat awal seperti peta geologi, peta topografi, rekod perlombongan, rekod kaji cuaca, paras air pasang surut, sesalur kemudahan dan sebagainya adalah diperlukan. Segala maklumat akan dikumpulkan, diselidik dan dikaji.

2 Tinjauan Tapak

Selepas maklumat-maklumat yang dinyatakan di atas dikumpulkan, peninjauan ke tapak bina perlu dijalankan bagi mengetahui keadaan sebenar tapak. Maklumat-maklumat yang didapati daripada peringkat awalan akan dibandingkan dengan keadaan sebenar di tapak. Hal ini adalah perlu kerana kemungkinan terdapat perbezaan atau beberapa perubahan telah berlaku di tapak. Peninjauan dilakukan secara pemeriksaan visual dengan mengenal pasti beberapa maklumat yang perlu dicatatkan dan direkod. Tinjauan yang terbaik adalah dengan berjalan kaki merentasi keseluruhan kawasan tapak kerana maklumat-maklumat yang diperoleh tepat dan terperinci.

3 Pengujian di Tapak

Pengujian di tapak bina bertujuan untuk mengatasi beberapa kelemahan ujian yang dijalankan di makmal seperti:

- a. Sampel tanah telah terganggu semasa proses mengambil sampel dan semasa penyediaan sampel untuk tujuan ujian makmal.
- b. Sesetengah sampel tanah tidak terganggu adalah sukar diperoleh, terutamanya bagi tanah gembur berkejeleketan rendah, tanah lempung yang terlalu lembut dan sensitif serta tanah yang mempunyai saiz kelikir yang bersaiz besar.
- c. Sampel yang diuji di makmal adalah bersaiz kecil dan tidak mewakili keadaan sebenar.

4 Pensampelan

Sampel tanah dibahagi kepada dua kategori iaitu sampel yang tidak terganggu dan sampel terganggu.

a. Sampel tidak terganggu

- i. Struktur dan kandungan lembapan dikekalkan seperti yang terdapat di tapak bina.
- ii. Sampel dimasukkan ke dalam bekas bebas udara dan disaluti dengan sejenis bahan lilin.
- iii. Sampel digunakan bagi ujian kekuatan ricih, pengukuhan dan kebolehtelapan tanah.

b. Sampel terganggu

- i. Diambil semasa proses pengorekan dan penggerudian tanah dijalankan.
- ii. Sampel dimasukkan ke dalam bekas bebas udara sebelum dibawa ke makmal.
- iii. Kandungan lembapan juga seboleh-bolehnya seperti yang terdapat di tapak.
- iv. Sampel ini digunakan bagi pengujian pengelasan tanah.

5 Pengujian di Makmal

Pengujian sampel tidak terganggu dan sampel terganggu di makmal dijalankan untuk mengenal pasti dan mengelaskan sampel serta mendapatkan nilai-nilai yang berkaitan dengan penyiasatan tapak.

6 Laporan Penyiasatan Tapak

Laporan penyiasatan tapak ialah peringkat terakhir dalam penyiasatan tapak. Laporan tersebut mengandungi fakta-fakta penyiasatan tapak, nasihat dan perakuan serta cadangan. Rajah 3.1 menunjukkan kandungan di dalam laporan penyiasatan tapak.



Rajah 3.1 Kandungan di dalam laporan penyiasatan tapak

c Kos Penyiasatan Tapak

Skop dan kos penyiasatan tapak berbeza bergantung pada saiz projek, kedalaman penyiasatan dari permukaan bumi, keadaan tanah, keadaan fizikal dan jumlah maklumat yang sedia ada bagi tapak bina tersebut. Kos penyiasatan tapak bagi sesuatu projek yang terletak di tapak yang mudah diakses adalah lebih murah berbanding dengan di kawasan sukar diakses.

3.1.1 | Kepentingan Penyiasatan Tapak

Penyiasatan tapak yang secukupnya penting dilakukan sebelum sesuatu projek pembinaan dijalankan. Terdapat beberapa kepentingan yang memerlukan penyiasatan tapak dijalankan. Antaranya adalah seperti berikut:



SUDUT INFO

Penyiasatan tapak penting dalam memastikan kos reka bentuk dan pembinaan terkawal.

i. **Menilai tapak bina**

Menilai kesesuaian tapak bina secara keseluruhan bagi projek yang dicadangkan.

ii. **Menyediakan reka bentuk binaan**

Menyediakan satu reka bentuk binaan yang selamat.

iii. **Merancang kaedah pembinaan**

Merancang kaedah pembinaan yang terbaik.

iv. **Meramal masalah**

Membantu pembinaan supaya berjalan lancar dan meramal serta menyediakan langkah-langkah yang berkesan terhadap masalah yang akan timbul semasa pembinaan.

v. **Menentukan alternatif tapak bina**

Menentukan alternatif yang paling sesuai dalam pemilihan tapak bina bagi projek yang akan dilaksanakan (sekiranya mempunyai lebih daripada satu tapak cadangan).

vi. **Memperoleh sampel tanah dan batuan**

Memperoleh sampel tanah dan batuan adalah bertujuan untuk mengenal pasti dan mendapatkan pengelasan, jika perlu untuk digunakan di dalam ujian makmal bagi menentukan parameter tanah yang sesuai.

vii. **Kenal pasti keadaan air bumi**

Penyiasatan tapak perlu mengenal pasti aras air bumi. Penyiasatan juga termasuk pencapaian ujian lokasi bagi menilai ciri-ciri tanah yang sesuai bagi suatu struktur cadangan dan untuk menunjukkan sekiranya akan timbul masalah semasa pengorekan.



AKTIVITI

Bincangkan perkaitan antara air bumi, keadaan tanah dengan batuan dalam menghasilkan reka bentuk yang selamat dan ekonomi.

3.1.2 | Keupayaan Galas Tanah dan Kandungan Lembapan Tanah

Dalam penyiasatan tapak, terdapat beberapa ujian yang perlu dijalankan. Ujian tersebut boleh dijalankan terus di tapak bina atau ujian dijalankan di makmal. Hasil ujian yang dijalankan akan dijadikan panduan asas dalam menyediakan reka bentuk asas. Contoh ujian kekuatan tanah yang boleh dijalankan adalah seperti berikut:

1. Ujian keupayaan galas tanah (KGT)

2. Ujian kandungan lembapan tanah

Keupayaan galas tanah didefinisikan sebagai kemampuan tanah untuk menanggung beban. Keupayaan galas tanah juga ditafsirkan sebagai jumlah purata tekanan dikenakan di antara asas dan juga tanah agar tidak terhasilnya kegagalan ricih. Ujian untuk mengetahui keupayaan galas tanah boleh dijalankan melalui ujian di tapak bina.

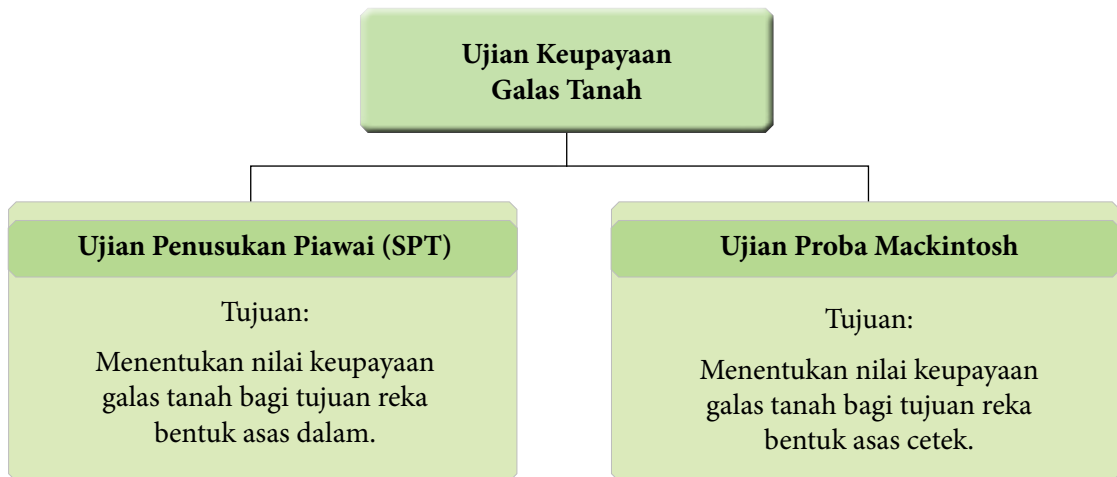
Keupayaan galas tanah hanya akan dapat diketahui secara terperinci melalui ujian penyiasatan tanah yang dijalankan. Keupayaan galas tanah banyak bergantung pada jenis tanah. Terdapat dua kaedah yang digunakan untuk menguji keupayaan galas tanah iaitu:

1. Ujian penusukan piawai (SPT)
2. Ujian proba mackintosh

Bagaimanakah keupayaan galas tanah berperanan dalam menentukan pemilihan asas dalam dan asas cetek? Bincangkan.



Rajah 3.2 menunjukkan kaedah yang digunakan bagi menguji keupayaan galas tanah berserta dengan tujuannya.



Rajah 3.2 Kaedah menguji keupayaan galas tanah

Tajuk ini hanya membincangkan mengenai ujian proba mackintosh. Ujian ini sering digunakan untuk mendapatkan data sebagai kajian awal sebelum kajian yang lebih terperinci dijalankan. Walaupun dapatan ujian proba mackintosh tidak setepat ujian-ujian yang lain, namun ujian ini dapat memberikan maklumat awal, cepat, mudah dan murah.

Ujian Proba Mackintosh

Tujuan:

Ujian proba mackintosh dijalankan untuk menganggarkan nilai keupayaan galas tanah serta penentuan pemilihan jenis-jenis asas bagi projek pembinaan yang tidak sukar.

Peralatan:

- i. Rod besi 1.2 m panjang dan bergaris pusat 12.5 mm
- ii. Kon keluli bergaris pusat 25 mm
- iii. Penyambung
- iv. Set penukul
- v. Pembaris
- vi. Penarik rod



Foto 3.2 Peralatan ujian proba mackintosh

Prosedur Ujian Proba Mackintosh (Kerja di lapangan)

1. Sambungkan kon keluli pada bahagian bawah rod besi dan set penukul pada bahagian atas rod besi.
2. Tegakkan rod besi serenjang dengan permukaan tanah yang hendak diuji.
3. Ukur jarak sela 0.3 m pada rod besi dan tandakan.
4. Angkat penukul sehingga had maksimum dan lepaskan.
5. Kirakan jumlah bilangan hentaman bagi setiap penusukan 0.3 m.
6. Rekodkan dalam jadual ujian proba mackintosh.
7. Pada sela 0.3 m yang terakhir setiap rod, tanggalkan set penukul dan sambungkan rod besi yang baharu dengan menggunakan penyambung.
8. Tandakan semula setiap sela 0.3 m pada rod besi yang baharu, pasang semula penukul dan lakukan hentaman.
9. Ulangi langkah 4 hingga 8 bagi rod besi yang seterusnya sehingga jumlah hentaman mencapai 400 kali bagi penusukan 0.3 m atau kedalaman penusukan mencapai 15 m.
10. Keluarkan rod besi dari tanah secara menegak.
11. Bersihkan alatan selepas digunakan.

Mengapakah hentaman perlu diberhentikan ketika mencapai 400 kali hentaman bagi 0.3 m penusukan atau mencapai kedalaman 15 m?



Contoh Pengiraan Nilai Keupayaan Galas Tanah Ujian Proba Mackintosh

Langkah 1

Jadual 3.1 menunjukkan hasil ujian proba mackintosh yang dijalankan di tapak bina. Bilangan hentaman bertokok perlu diperolehi bagi tujuan memplot graf pada langkah seterusnya. Contoh pengiraan bilangan hentaman bertokok ditunjukkan di dalam Jadual 3.1 dan di sudut info.

Jadual 3.1 Hasil ujian proba mackintosh

Projek Naik Taraf Jalan di Cempaka 5		
Kedalaman	Lokasi: CH 226, Tarikh: 24 Ogos 2017, Bilangan Hentaman/0.3m	Bil. Hentaman Bertokok
0.0 – 0.3	133	133
0.3 – 0.6	97	230
0.6 – 0.9	86	316
0.9 – 1.2	80	396
1.2 – 1.5	86	482
1.5 – 1.8	95	577
1.8 – 2.1	80	657
2.1 – 2.4	98	755
2.4 – 2.7	110	865
2.7 – 3.0	125	990
3.0 – 3.3	190	1180
3.3 – 3.6	205	1385
3.6 – 3.9	234	1619
3.9 – 4.2	350	1969
4.2 – 4.4	400	2369

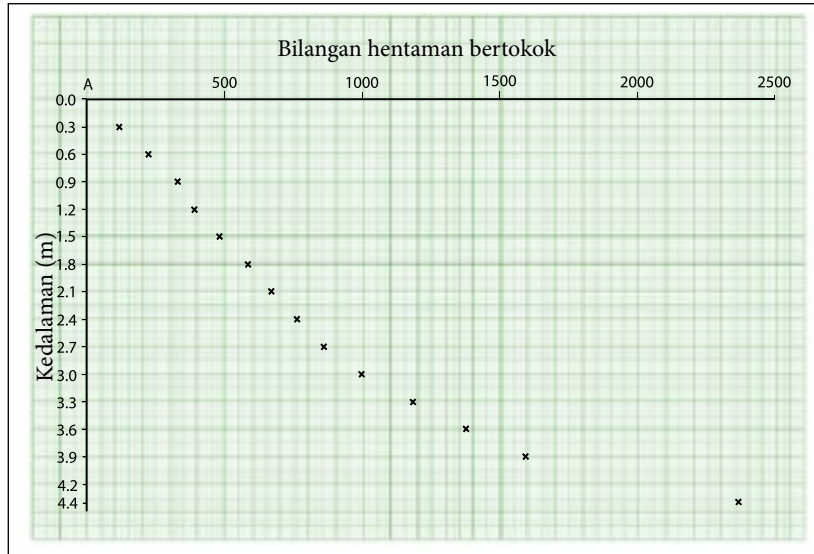


SUDUT INFO

Contoh pengiraan bilangan hentaman bertokok:
 $133 + 97 = 230$
 $577 + 80 = 657$
 $1385 + 234 = 1619$

Langkah 2

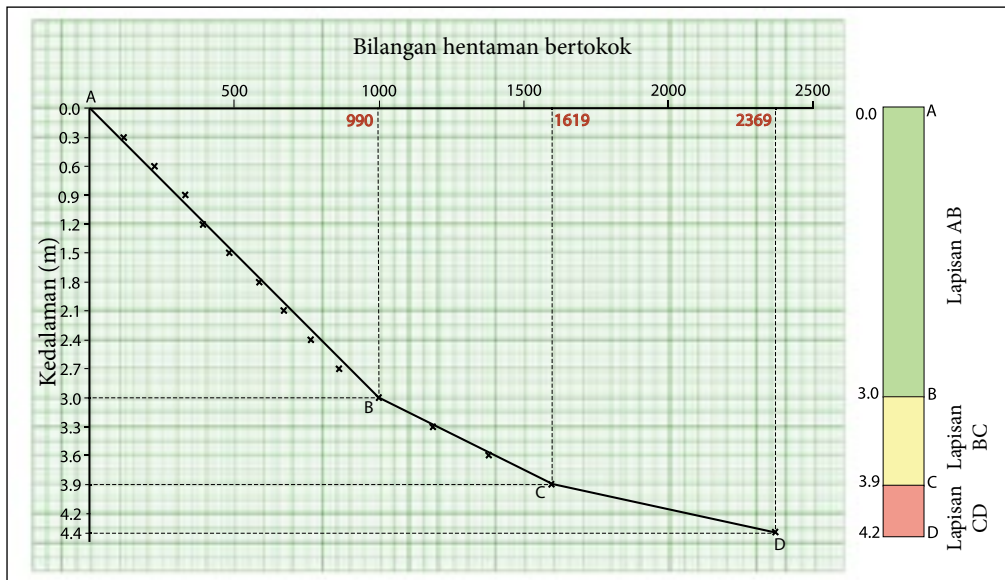
Graf 3.1 menunjukkan aktiviti memplot titik-titik hasil ujian proba mackintosh yang dijalankan. Graf yang diplot ialah kedalaman (m) melawan bilangan hentaman bertokok. Data-data diperoleh daripada Jadual 3.1.



Graf 3.1 Plot graf kedalaman melawan bilangan hentaman bertokok

Langkah 3

Titik-titik disambungkan dengan melukis garis kecerunan. Graf 3.2 menunjukkan hasil plotan garisan kecerunan tersebut. Di bahagian tepi graf disediakan keratan rentas lapisan tanah. Jumlah lapisan tanah ditentukan berdasarkan garis kecerunan yang terbentuk.



Graf 3.2 Graf kedalaman melawan bilangan hentaman bertokok dan keratan rentas lapisan tanah

Langkah 4

Kira bilangan hentaman per 0.3 m bagi setiap lapisan tanah seperti yang terhasil pada langkah 3. Dapatkan nilai keupayaan galas tanah dengan merujuk kepada Graf 3.3 iaitu graf piawaian keupayaan galas tanah. Contoh kiraan bagi setiap lapisan ditunjukkan di bawah.

Lapisan AB		
Jumlah hentaman dari A ke B	=	990 – 0
	=	990
Jumlah sela dari A ke B	=	3.0 – 0.0 / 0.3
	=	10
Bilangan hentaman per 0.3m	=	990 / 10
	=	99

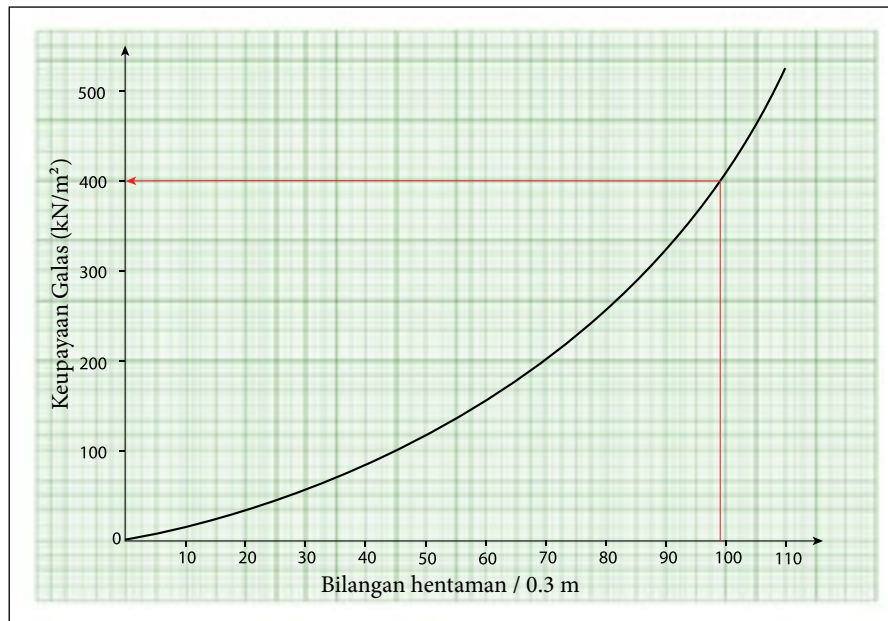
Nilai keupayaan galas bagi lapisan AB yang diperoleh daripada graf piawai ialah 400 kN/m².

Lapisan BC		
Jumlah hentaman dari B ke C	=	1619 – 990
	=	629
Jumlah sela dari B ke C	=	3.9 – 3.0 / 0.3
	=	3
Bilangan hentaman / 0.3 m	=	629 / 3
	=	209.67

Nilai keupayaan galas bagi lapisan BC yang diperoleh daripada graf piawai ialah melebihi 500 kN/m².

Lapisan CD		
Jumlah hentaman dari C ke D	=	2369 – 1619
	=	750
Jumlah sela dari C ke D	=	4.4 – 3.9 / 0.3
	=	1.67
Bilangan hentaman / 0.3 m	=	750 / 1.67
	=	449

Nilai keupayaan galas bagi lapisan CD yang diperoleh daripada graf piawai ialah melebihi 500 kN/m².



Graf 3.3 Graf piawai keupayaan galas tanah melawan bilangan hentaman

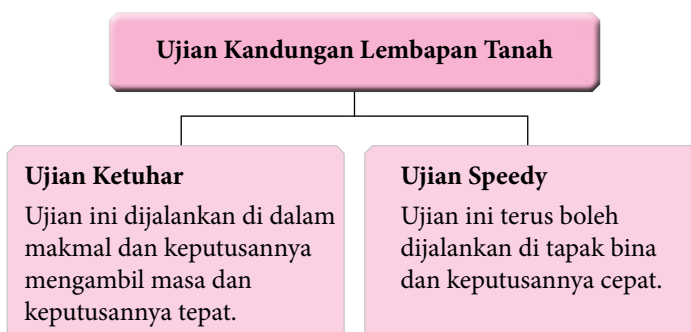
b

Kandungan Lembapan Tanah

Analisis kandungan kelembapan tanah digunakan untuk menentukan jumlah dan peratusan kelembapan dalam tanah. Kandungan air dalam tanah penting dalam menentukan sifat dan tingkah laku tanah. Terdapat dua kaedah yang digunakan untuk menentukan kandungan lembapan tanah iaitu:

- i. Ujian speedy
- ii. Ujian ketuhar

Rajah 3.3 menunjukkan kaedah yang digunakan bagi menguji kandungan lembapan tanah.



Rajah 3.3 Kaedah ujian kandungan lembapan tanah



TAHUKAH KAMU?

Air yang berlebihan memberi kesan negatif terhadap keadaan tanah.



SUDUT INFO

Kedua-dua ujian perlu dijalankan bagi memastikan nilai kandungan lembapan tanah adalah tepat.

Ujian Speedy

Tujuan:

Mendapatkan nilai kandungan lembapan tanah.

Peralatan:

- i. Meter tekanan lembapan
- ii. Kalsium karbida
- iii. Penimbang
- iv. Dua biji bebola keluli
- v. Penyukat
- vi. Berus
- vii. Kain pengesat

Bahan:

Tanah



Foto 3.3 Peralatan ujian speedy

Prosedur Ujian Speedy

1. Bersihkan bekas speedy dan penutup.
2. Ambil sampel tanah dan timbang beratnya.
3. Masukkan sampel tanah ke dalam bekas speedy.
4. Masukkan dua biji bebola keluli.
5. Masukkan dua sukat penuh kalsium karbida ke dalam bekas speedy.
6. Pegang bekas speedy secara mendatar dan tutupkannya.
7. Tegakkan bekas speedy dan goncangkannya selama lima saat.
8. Perhatikan dail meter selepas satu minit bekas speedy diterbalikkan.
9. Lakukan proses 7 dan 8 sebanyak tiga kali bagi tanah yang sama.
10. Catatkan bacaan dalam jadual ujian kandungan lembapan sebagai x_1 .
11. Buang sisa ujian dan bersihkan bekas speedy.
12. Ulang proses 2 hingga 11 untuk dua contoh tanah yang lain sebagai x_2 dan x_3 .
13. Hitung nilai kandungan lembapan bagi x_1 , x_2 dan x_3 .
14. Hitung purata nilai kandungan lembapan.

Contoh Pengiraan Kandungan Lembapan Ujian Speedy

Jadual 3.2 menunjukkan keputusan hasil ujian speedy sampel tanah dari tapak bina.

Jadual 3.2 Hasil ujian sampel tanah

Sampel	Bacaan Meter
x_1	16
x_2	14
x_3	12

- Tentukan kandungan lembapan bagi setiap sampel.
- Dapatkan purata kandungan lembapan tanah.

Penyelesaian:

$$\text{Kandungan lembapan \%} = \frac{x}{1 - \frac{x}{100}} \quad (x \text{ ialah bacaan dail meter})$$

- a. i. Sampel x_1

$$\begin{aligned} \text{Kandungan lembapan } x_1 \% &= \frac{16}{1 - \frac{16}{100}} \\ &= 19.05\% \end{aligned}$$

- ii. Sampel x_2

$$\begin{aligned} \text{Kandungan lembapan } x_2 \% &= \frac{14}{1 - \frac{14}{100}} \\ &= 16.28\% \end{aligned}$$

- ii. Sampel x_3

$$\begin{aligned} \text{Kandungan lembapan } x_3 \% &= \frac{12}{1 - \frac{12}{100}} \\ &= 13.64\% \end{aligned}$$

b. Purata kandungan lembapan %

$$\begin{aligned} &= \frac{19.05\% + 16.28\% + 13.64\%}{3} \\ &= 16.32\% \\ &= 16\% \end{aligned}$$

Ujian Ketuhar

Tujuan:

Mendapatkan nilai kandungan lembapan tanah.

Peralatan:

- i. Tiga bekas aluminium dan penutup
- ii. Ketuhar
- iii. Alat penimbang

Bahan:

Tanah



Foto 3.4 Peralatan ujian ketuhar

Prosedur Ujian Ketuhar:

1. Tandakan setiap bekas aluminium dengan nombor 1, 2 dan 3.
2. Timbang berat setiap bekas aluminium bersama dengan penutup dan catatkan sebagai W_1 .
3. Ambil sampel tanah dari bekas kedap udara dan masukkan ke dalam setiap bekas aluminium dan tutup bekas aluminium tersebut.
4. Timbang dan catatkan bacaan berat sebagai W_2 .
5. Buka penutup dan letakkan di bawah setiap bekas aluminium tersebut.
6. Masukkan setiap bekas aluminium ke dalam ketuhar dengan suhunya $105^{\circ}\text{C} - 110^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.
7. Keluarkan sampel tanah dan timbang berat kering tanah di dalam setiap bekas bersama penutup sebagai W_3 .
8. Catat semua bacaan dalam jadual penentuan kandungan lembapan.
9. Hitung nilai kandungan lembapan.
10. Hitung purata nilai kandungan lembapan.

Contoh Pengiraan Kandungan Lembapan Ujian Ketuhar:

Jadual 3.3 menunjukkan keputusan hasil ujian ketuhar sampel tanah dari tapak bina.

Jadual 3.3 Hasil ujian sampel tanah

Nombor Bekas	Berat Bekas Aluminium + Penutup (W_1) (g)	Berat Bekas Aluminium + Penutup + Sampel Tanah (W_2) (g)	Berat Bekas Aluminium + Penutup + Tanah Kering (W_3) (g)
1	16.15	33.50	30.10
2	16.13	33.25	30.00
3	16.12	33.00	30.05

- Tentukan kandungan lembapan bagi setiap bekas.
- Dapatkan purata kandungan lembapan tanah.



AKTIVITI

Jalankan ujian proba mackintosh, ujian speedy dan ujian ketuhar di persekitaran sekolah anda.

Penyelesaian:

$$\text{Kandungan lembapan} = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100$$

- $$\begin{aligned} \text{Kandungan lembapan bekas 1} &= \frac{33.50 - 30.10}{30.10 - 16.15} \times 100 \\ (\%) &= 24.37\% \end{aligned}$$
 - $$\begin{aligned} \text{Kandungan lembapan bekas 2} &= \frac{33.25 - 30.00}{30.00 - 16.13} \times 100 \\ (\%) &= 23.43\% \end{aligned}$$
 - $$\begin{aligned} \text{Kandungan lembapan bekas 3} &= \frac{33.00 - 30.05}{30.05 - 16.12} \times 100 \\ (\%) &= 21.18\% \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} \text{Purata kandungan lembapan} &= \frac{24.37\% + 23.43\% + 21.18\%}{3} \\ (\%) &= 22.99\% \\ &= 23.00\% \end{aligned}$$

3.1.3 Analisis Dapatan Ujian Keupayaan Galas Tanah dan Ujian Kandungan Lembapan Tanah

Mengetahui nilai keupayaan galas tanah adalah penting untuk memastikan tanah tersebut dapat menanggung beban yang dipindahkan daripada struktur bangunan ke asas dan terus ke lapisan tanah di bawahnya yang kukuh. Hal ini jelas menunjukkan, data yang diperoleh daripada ujian keupayaan galas tanah yang dijalankan akan digunakan bagi mereka bentuk asas agar stabil dan mampu menanggung beban. Jadual 3.4 menunjukkan hubungan antara kandungan lembapan dengan keupayaan galas tanah.

Mengapakah nilai kandungan lembapan tinggi akan menyebabkan nilai keupayaan galas tanah rendah?



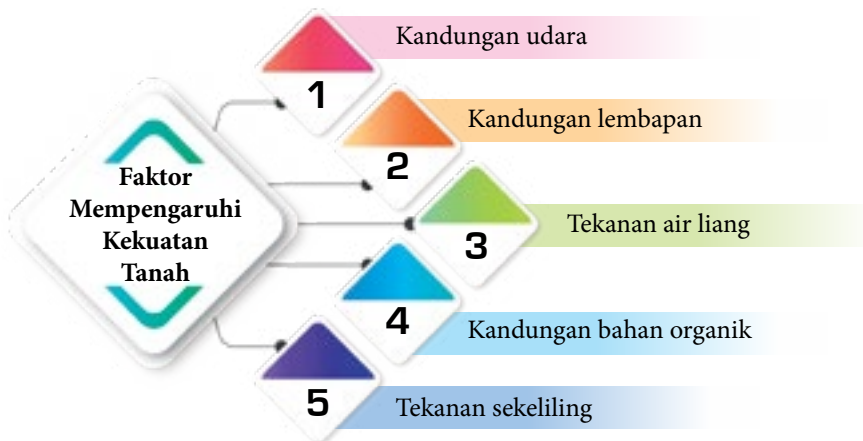
Jadual 3.4 Hubungan antara kandungan lembapan dengan keupayaan galas tanah

Nilai Kandungan Lembapan	Nilai Keupayaan Galas Tanah
Nilai kandungan lembapan tinggi menunjukkan banyak kandungan air.	Menyebabkan ikatan antara zarah tanah longgar seterusnya merendahkan nilai keupayaan galas tanah.
Nilai kandungan lembapan tinggi menandakan wujud tekanan air liang.	
Nilai kandungan lembapan tinggi menandakan banyak lompang yang wujud.	

Oleh itu, langkah mengurangkan nilai kandungan lembapan perlu dilakukan iaitu dengan mengeluarkan air dari tanah tersebut.

3.1.4 Perkaitan Keupayaan Galas Tanah dengan Faktor Kekuatan Tanah

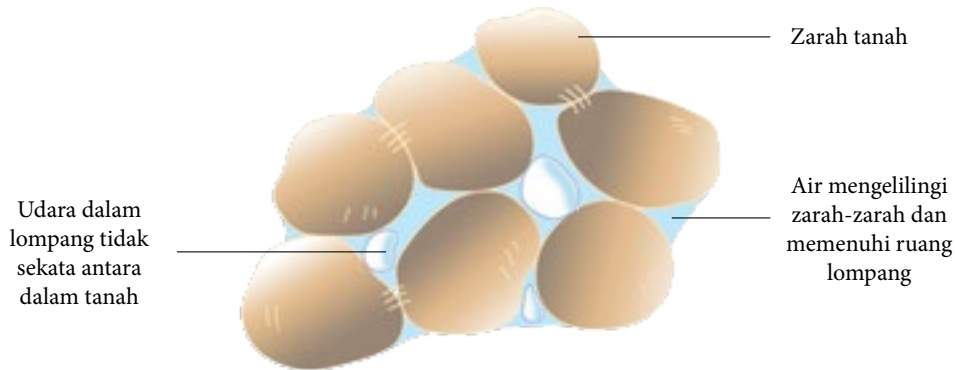
Keupayaan galas tanah mempunyai perkaitan dengan faktor kekuatan tanah. Tanah yang kuat sudah pasti mempunyai nilai keupayaan galas yang tinggi. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan tanah. Antara faktor mempengaruhi kekuatan tanah yang akan dibincangkan ditunjukkan dalam Rajah 3.4.



Rajah 3.4 Faktor mempengaruhi kekuatan tanah

1 | Kandungan Udara

Kandungan udara banyak menyebabkan kekuatan zarah tanah lemah. Hal ini akan menyebabkan keupayaan galas rendah dan mudah mendap apabila dikenakan beban. Rajah 3.5 menunjukkan air dan udara memenuhi ruang-ruang antara zarah tanah.



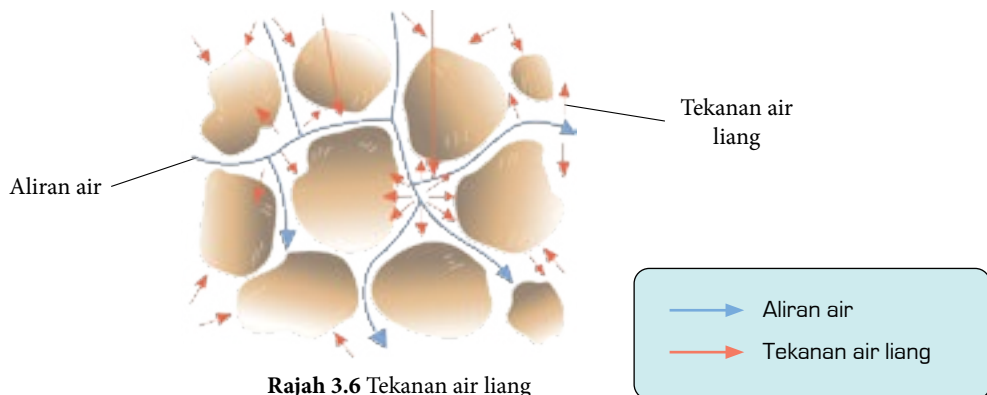
Rajah 3.5 Zarah tanah yang mengandungi air dan udara

2 | Kandungan Lembapan

Air akan menyebabkan kandungan lembapan tanah meningkat. Tanah yang mempunyai kandungan air yang tinggi bersifat lembut mempunyai keupayaan galas dan kekuatan tanah yang rendah.

3 | Tekanan Air Liang

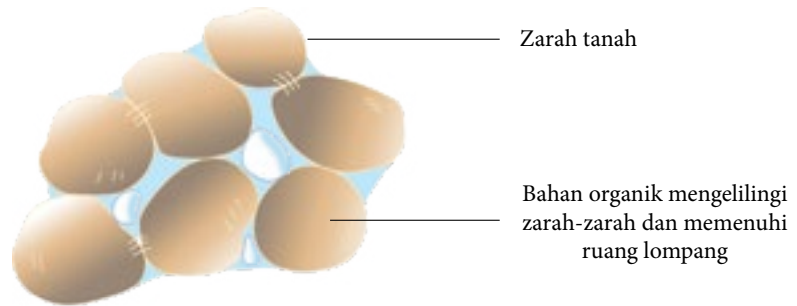
Air yang memenuhi di dalam lompong atau ruang udara akan mewujudkan tekanan hidrostatik pada dinding zarah tanah. Tekanan air liang meningkat akan melemahkan ikatan antara zarah dan mengurangkan keupayaan galas tanah. Rajah 3.6 menunjukkan aliran tekanan air liang.



Rajah 3.6 Tekanan air liang

4 | Kandungan Bahan Organik

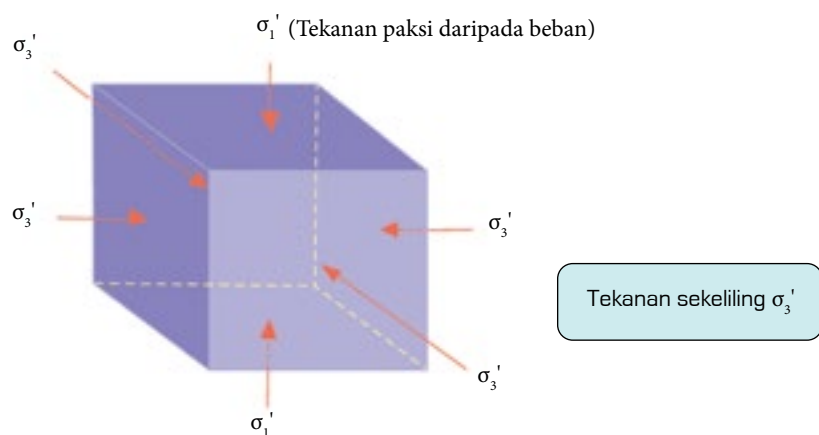
Kandungan bahan organik yang tinggi dalam tanah akan membentuk lompong. Lompong dipenuhi air dan udara menyebabkan keupayaan galas tanah rendah dan mudah mampat apabila dikenakan beban ke atasnya. Rajah 3.7 menunjukkan zarah tanah yang mengandungi kandungan bahan organik.



Rajah 3.7 Zarah tanah yang mengandungi kandungan bahan organik

5 | Tekanan Sekeliling

Merupakan tekanan sisi semula jadi dalam tanah yang bertindak secara mengufuk. Tegasan ricih berlaku apabila tekanan paksi melebihi tekanan sekeliling. Tegasan ricih kerana melebihi tegasan ricih tanah akan menyebabkan kegagalan ricih dan melemahkan kekuatan. Rajah 3.8 menunjukkan tekanan sel yang dikenakan ke atas sisi tanah.



Rajah 3.8 Tekanan sel

3.2 PROSES PEMBINAAN

Proses pembinaan melibatkan kerjasama dan peranan beberapa pihak. Peranan pihak-pihak yang terlibat berbeza mengikut peringkat proses pembinaan. Proses pembinaan bermula daripada perbincangan perunding dengan klien sehingga projek siap dibina oleh kontraktor yang dipilih melalui proses tender dan diserahkan kembali kepada klien.

3.2.1 Peringkat dalam Proses Pembinaan

Rajah 3.9 menunjukkan proses pembinaan terbahagi kepada lima peringkat.



Rajah 3.9 Proses pembinaan

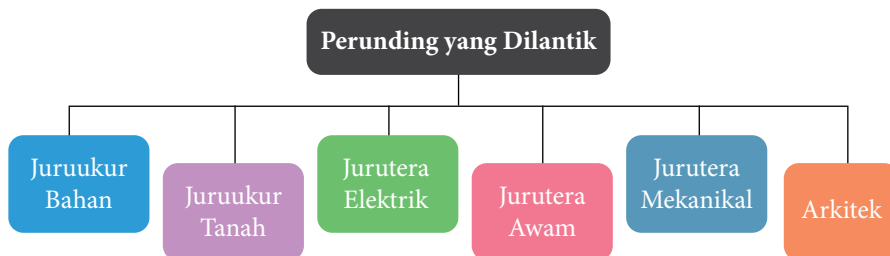
a Peringkat Perancangan

Peringkat perancangan bermula apabila klien yang terdiri daripada individu, kerajaan, agensi atau pihak swasta berhasrat untuk merancang pelaksanaan projek pembinaan. Klien sudah pasti mempunyai idea dan kehendak terbatas mengenai rupa bentuk projek binaan yang sebenar. Perunding akan dilantik bagi memastikan segala idea dan kehendak pihak klien direalisasikan dengan menghasilkan lukisan konsep dan membuat anggaran kos awal projek tersebut.

Kerja-kerja yang terlibat dalam peringkat perancangan adalah seperti berikut:

1. Melantik Perunding

Pasukan perunding akan dilantik atas persetujuan klien. Perunding yang dilantik ditunjukkan dalam Rajah 3.10 di bawah.



Rajah 3.10 Perunding yang dilantik


Perunding akan bertanggungjawab menyelaras, mengawal dan memantau semua kerja-kerja semasa proses pembinaan. Perunding juga akan melantik kontraktor utama melalui tender dengan persetujuan pihak klien. Bagi projek pembinaan yang besar, perunding teknikal atau konsortium pembinaan akan dilantik untuk mengendalikan dan melaksanakan proses pembinaan dengan terperinci dan menggunakan teknologi yang tinggi. Selain itu, perunding juga berperanan dalam menyediakan bayaran secara berperingkat kepada kontraktor. Rajah 3.11 menunjukkan hubungan antara klien, kontraktor dengan perunding.



Rajah 3.11 Hubungan klien, perunding dan kontraktor

2. Kajian Kemungkinan

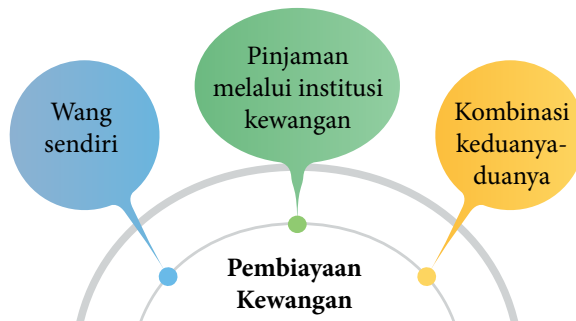
Kajian ini melibatkan penyiasatan awal bagi memastikan sesuatu projek pembinaan boleh dilaksanakan. Tujuan kajian ini adalah untuk memastikan kesesuaian projek dari aspek kejuruteraan, ekonomi dan penilaian alam sekitar (Environment Impact Assessment – EIA). Kajian kemungkinan akan dijalankan di pejabat melalui data dan maklumat yang diperolehi daripada pihak berkuasa seperti peta topografi, peta geologi, data penyiasatan tapak yang pernah dijalankan dan sebagainya. Kemudian, data dan maklumat yang diperolehi, mestilah disahkan dengan melakukan tinjauan dan lawatan ke tapak bina. Tinjauan dan lawatan adalah penting agar segala data dan maklumat yang tiada dalam rekod dapat dikemas kini.



Sejauh manakah tahap keseriusan pihak berkuasa dalam mengimplementasikan hasil laporan EIA?

3. Peruntukan Kewangan

Peruntukan kewangan untuk melaksanakan sesuatu projek pembinaan akan dibiayai sepenuhnya oleh klien. Klien boleh mendapatkan pembiayaan kewangan melalui:



Rajah 3.12 Pembiayaan kewangan

TAHUKAH KAMU?

Pembiayaan kewangan untuk melaksanakan projek juga boleh diperolehi daripada institusi perbankan antarabangsa.

Setelah penyiasatan tapak dijalankan secara terperinci di lokasi pembinaan, barulah jurutera awam yang bertanggungjawab boleh memulakan kerja-kerja mereka bentuk binaan. Perkara ini adalah penting agar struktur bangunan itu mampu menanggung beban yang akan dikenakan ke atasnya seterusnya menjadikan binaan tersebut selamat dan kukuh. Jadual 3.5 menunjukkan jenis reka bentuk di peringkat analisis dan reka bentuk.

Jadual 3.5 Jenis reka bentuk

Jenis Reka Bentuk	Penerangan
Reka bentuk bangunan	Mengandungi susun atur pelan tapak dan pelan bangunan yang lebih menekankan pada aspek keindahan dan keperluan ruang.
Reka bentuk struktur	Menentukan saiz terbaik substruktur dan superstruktur seperti tiang, rasuk, asas dan sebagainya.
Reka bentuk infrastruktur	Menentukan reka bentuk sistem bekalan air, sistem kumbahan, jalan raya, sistem saliran dan sebagainya.

Beban yang dikenakan sentiasa berbeza dari satu bangunan dengan satu bangunan yang lain kerana kegunaan berbeza dan ini memerlukan kajian struktur yang menyeluruh untuk setiap bangunan yang hendak dibina.

1 Analisis Struktur

Analisis struktur dijalankan untuk mengetahui jumlah daya yang bertindak ke atas struktur binaan seperti rasuk, tiang, lantai dan sebagainya. Daya yang sering digunakan ialah daya momen dan daya ricih. Jurutera awam mestilah mahir dan kompeten untuk mereka bentuk dengan menguasai konsep asas dan teori analisis struktur.

2 Penentuan Spesifikasi Struktur

Setelah analisis struktur dijalankan, mereka bentuk struktur pula diteruskan. Penentuan saiz dan saiz tetulang struktur binaan seperti rasuk, tiang, lantai dan sebagainya dapat ditentukan.

Setelah selesai proses reka bentuk struktur, penyediaan lukisan dan spesifikasi kerja boleh dilaksanakan yang terdiri daripada lukisan reka bentuk, lukisan struktur dan lukisan perkhidmatan.

Dokumen lukisan dan spesifikasi kerja mengandungi butiran kerja bertulis yang menerangkan spesifikasi bangunan dan kerja pembinaan yang perlu dijalankan. Spesifikasi menerangkan bahan binaan, jenis, saiz dan gred yang digunakan. Lukisan dan spesifikasi kerja ini akan dimasukkan dalam dokumen tender.



TAHUKAH KAMU?

Pelbagai perisian (software) boleh juga digunakan pada peringkat analisis dan reka bentuk.



Bincangkan perisian yang sesuai digunakan pada peringkat analisis dan reka bentuk.

Fokus utama peringkat pengurusan ialah kepada aktiviti penawaran tender agar kontraktor utama dapat dipilih dan dilantik. Perunding terutamanya juruukur bahan berperanan dalam menyediakan dokumen tender untuk digunakan semasa penawaran tender. Tempoh, kos dan kualiti merupakan aspek utama yang perlu diberi perhatian pada peringkat ini. Jadual 3.6 menunjukkan jenis-jenis tender dalam kejuruteraan awam.

Tender yang manakah merupakan tender yang terbaik? Bincangkan.



SUDUT INFO

Kerajaan Malaysia kini mengamalkan tender terbuka supaya lebih telus dan mengatasi masalah rasuah.

1 Jenis Tender

Jadual 3.6 Jenis-jenis tender

Jenis Tender	Huraian
Tender terbuka	<ul style="list-style-type: none"> Semua kelas kontraktor layak mengambil bahagian. Klien akan iklankan tender dalam media bercetak dan elektronik bagi mempelawa kontraktor membuat tawaran harga atas projek yang dicadangkan.
Tender terhad	<ul style="list-style-type: none"> Klien hanya menawarkan kepada kontraktor yang berada dalam kelas kelayakan yang dinyatakan dalam kenyataan tawaran.
Tender prakelayakan	<ul style="list-style-type: none"> Iklan dibuat oleh klien sebelum tender projek dikeluarkan. Projek yang mempunyai ciri pembinaan yang kompleks serta memerlukan kepakaran khusus. Hanya kontraktor yang layak dipelawa memasuki tender.
Tender terpilih	<ul style="list-style-type: none"> Hanya melibatkan kontraktor yang telah dipilih oleh klien. Kontraktor hendaklah mempunyai kepakaran dan pengalaman yang luas dalam sesuatu bidang kerja. Persaingan merebut tender hanya berlaku dalam kalangan kontraktor yang dipilih menyertai tender.
Tender perundingan	<ul style="list-style-type: none"> Skop kerja projek masih belum ditentukan oleh klien pada peringkat awal. Hanya ditawarkan kepada kontraktor yang mempunyai kepakaran, pengalaman dan rekod kerja lepas yang baik.

Hanya kontraktor yang layak dan memenuhi syarat tawaran sahaja dibenarkan untuk membeli dokumen tender seterusnya menender projek tersebut. Anggaran harga tender oleh kontraktor berdasarkan lukisan dan spesifikasi yang terdapat dalam dokumen tender.

Penilaian tender akan dibuat oleh perunding untuk memilih kontraktor yang layak. Kontrak akan dimeterai antara klien dengan kontraktor yang telah dipilih. Setelah itu, kontraktor perlu mendapatkan pekerja, menyediakan polisi insurans, mendapatkan bahan dan peralatan serta membuat perancangan kerja agar projek dapat disiapkan dalam tempoh, kos dan kualiti yang ditetapkan.

Jadual 3.7 menunjukkan proses tender yang dijalankan bagi memilih kontraktor utama untuk melaksanakan projek pembinaan.

Jadual 3.7 Proses tender

Proses Tender	Huraian
Iklan tender	<ul style="list-style-type: none"> Klien mengiklankan tender melalui media cetak atau media elektronik bagi tujuan mempelawa kontraktor menyertai tender. Iklan tender menyatakan nama projek, kelas kontraktor, masa dan tempat mengambil dokumen tender serta tarikh tutup penghantaran dokumen. Terdapat tiga jenis iklan tender, iaitu: <ol style="list-style-type: none"> Iklan tender terbuka Iklan tender terhad Iklan tender prakelayakan
Jemputan tender	<ul style="list-style-type: none"> Jemputan tender merangkumi proses pengiklanan dalam media cetak atau media elektronik dan pengambilan dokumen tender. Kontraktor perlu membeli dokumen tender mengikut masa dan tempat yang ditetapkan oleh perunding. Dokumen tender hendaklah dilengkapkan dan dimasukkan ke dalam peti tender yang disediakan oleh perunding sebelum tarikh tutup penghantaran dokumen tender.
Pemilihan tender	<ul style="list-style-type: none"> Peti tender akan dibuka oleh dua orang pegawai dan salah seorang daripadanya hendaklah berjawatan profesional atau daripada kumpulan pengurusan. Jawatankuasa Pembuka Tender akan menomborkan dokumen tender dan mengisi Borang Pembukaan Tender dengan nama kontraktor, harga tender dan tempoh siap. Harga tender akan disenaraikan dalam Borang Pembukaan Tender mengikut harga tertinggi hingga terendah. Borang Pembukaan Tender dan dokumen tender diserahkan kepada Panel Penilai Tender yang bertanggungjawab menilai dan menganalisis setiap dokumen tender yang diterima. Panel Penilai Tender akan menyediakan laporan dan membentangkannya berserta cadangan kontraktor yang layak dipilih kepada Lembaga Perolehan atau Lembaga Tender untuk membuat pemilihan kontraktor.
Penerimaan tender	<ul style="list-style-type: none"> Setelah proses pemilihan tender selesai, surat penerimaan tender akan dikeluarkan oleh perunding kepada kontraktor yang dipilih. Kontraktor tersebut perlu menyerahkan semula surat setuju terima yang telah ditandatangani kepada perunding dalam tempoh yang ditetapkan. Kontrak akan ditandatangani antara kontraktor dengan klien mengikut syarat-syarat yang telah dinyatakan dalam dokumen tender.

3 Sebab Tender Ditolak

Terdapat beberapa sebab tender ditolak. Antara sebabnya adalah seperti berikut:

- a. Kontraktor mengemukakan harga tender yang terlalu tinggi daripada harga sebenar.
- b. Kontraktor mengemukakan harga tender yang terlalu rendah daripada harga sebenar.
- c. Kontraktor yang masih dalam proses menyiapkan projek lain.
- d. Kontraktor yang mempunyai rekod kerja yang tidak memuaskan dalam projek terdahulu.
- e. Kontraktor tidak mematuhi syarat dalam tender.
- f. Kontraktor menyertai tender yang bukan dalam kelasnya.
- g. Kontraktor tidak mengisi butiran yang lengkap dan tepat seperti yang dikehendaki dalam dokumen tender.
- h. Kontraktor yang diragui kemampuan kewangan dan tenaga kerjanya.
- i. Kontraktor tidak berpengalaman dalam bidang berkaitan.

d Peringkat Pembinaan

Peringkat pembinaan merupakan permulaan kepada aktiviti kerja sebenar di tapak bina oleh kontraktor yang telah dipilih.

1 Pembinaan Struktur

Aktiviti pembinaan struktur merupakan teras kepada projek yang dijalankan dan merangkumi kerja-kerja awalan di tapak bina sehinggalah struktur binaan siap dibina. Aktiviti pembinaan struktur terdiri daripada:

a Persediaan untuk membina

b Kerja tanah

c Pembinaan substruktur

d Pembinaan superstruktur

a. Persediaan untuk Membina

Persediaan membina ialah kerja-kerja asas yang perlu dijalankan sebelum aktiviti pembinaan yang utama dimulakan untuk memastikan aktiviti pembinaan lancar. Aktiviti kerja yang dijalankan dalam persediaan membina adalah seperti berikut:

1. Bersihkan tapak bina.
2. Sediakan laluan keluar masuk ke tapak bina.
3. Sediakan jalan sementara.
4. Sediakan tempat letak kereta sementara.
5. Dirikan papan tanda projek.
6. Dirikan pagar dan dinding penghadang.
7. Dirikan papan tanda keselamatan.
8. Dirikan bangunan sementara seperti pejabat dan kantin.
9. Dirikan tempat simpanan alatan dan bahan (stor).
10. Sediakan kemudahan asas seperti air, elektrik dan telefon.

b. Kerja Tanah

Objektif utama kerja tanah adalah untuk menyediakan aras tapak bina. Kerja pemotongan dilakukan jika aras tanah asal lebih tinggi dari aras formasi. Kerja penambakan dilakukan jika aras tanah asal lebih rendah dari aras formasi. Kerja-kerja pemotongan dan penambakan di tapak bina akan ditentukan, diselia dan dikawal oleh juruukur tanah. Foto 3.5 menunjukkan kerja-kerja tanah sedang dijalankan.



Foto 3.5 Kerja tanah

Bagaimanakah kerja tanah yang dijalankan dapat ditentukan berada tepat pada kedudukan aras formasi?



c. Pembinaan Substruktur

Semua projek kejuruteraan awam dimulakan dengan pembinaan substruktur. Binaan substruktur terletak di bawah aras permukaan bumi. Foto 3.6 menunjukkan proses penanaman cerucuk.



Foto 3.6 Kerja penanaman cerucuk

Adakah pembinaan ruang bawah tanah seperti tempat meletak kenderaan termasuk dalam bahagian substruktur?



Langkah pembinaan substruktur adalah seperti berikut:

1. Memasang pancang tanda, pancang ukur tapak dan pancang aras.
2. Menanam cerucuk dan pembinaan tukup cerucuk (jika perlu).
3. Menggali parit atau lubang untuk asas mengikut saiz kelebaran dan kedalaman yang telah ditentukan oleh lukisan dan spesifikasi.
4. Memasang kotak acuan asas.
5. Memasang tetulang untuk asas dan tunggul tiang.
6. Menuang bancuhan konkrit ke dalam acuan untuk asas.
7. Memadat bancuhan konkrit asas.
8. Mengawet bancuhan konkrit asas.
9. Membuka semula kotak acuan asas.
10. Memasang kotak acuan tunggul tiang.
11. Menuang bancuhan konkrit ke dalam kotak acuan tunggul tiang.
12. Memadat bancuhan konkrit tunggul tiang.
13. Mengawet bancuhan konkrit tunggul tiang.
14. Membuka semula kotak acuan asas.
15. menimbus sepenuhnya substruktur dengan tanah asal.

d. Pembinaan Superstruktur

Superstruktur ialah semua bahagian struktur yang terletak di atas substruktur iaitu di bahagian atas aras bumi. Foto 3.7 menunjukkan pembinaan superstruktur.



Foto 3.7 Pembinaan superstruktur

Dapatkan perbezaan antara pemasangan kotak acuan dengan pemasangan tetulang bagi struktur tiang dan tangga. Bincangkan.



Langkah pembinaan komponen superstruktur adalah seperti berikut:

1. Memasang kotak acuan.
2. Memasang tetulang.
3. Menuang bancuhan konkrit ke dalam kotak acuan.
4. Memadat bancuhan konkrit.
5. Mengawet bancuhan konkrit.
6. Membuka semula kotak acuan.

Pembinaan struktur yang telah disiapkan tidak akan sempurna tanpa melengkapkan dengan kemudahan infrastruktur. Kemudahan infrastruktur yang dimaksudkan melibatkan bahagian dalam bangunan dan bahagian luar bangunan. Jadual 3.8 menunjukkan kerja-kerja melengkapkan kemudahan infrastruktur bahagian dalam bangunan. Jadual 3.9 menunjukkan kerja-kerja melengkapkan kemudahan infrastruktur bahagian luar bangunan.

Jadual 3.8 Kerja-kerja melengkapkan kemudahan infrastruktur dalam bangunan

Kemudahan Infrastruktur dalam Bangunan	Penerangan
Sistem pendawaian elektik	Pemasangan sistem daripada jana kuasa elektrik
Sistem perpaipan bekalan air bersih	Paip-paip dipasang daripada paip utama
Sistem perhubungan dan telekomunikasi	Pemasangan kabel telekomunikasi
Sistem penyaman udara	Pemasangan unit-unit dalam dan luar
Sistem pencegahan kebakaran	Disambungkan dengan sistem penggera kebakaran
Sistem pembersihan	Penyaliran kumbahan

Jadual 3.9 Kerja-kerja melengkapkan kemudahan infrastruktur luar bangunan

Kemudahan Infrastruktur Luar Bangunan	Penerangan
Pembinaan jalan	Pembinaan jalan sekitar projek
Pembinaan sistem saliran	Panyaliran air larian permukaan
Pembinaan sistem saliran kumbahan	Penyaliran kumbahan
Kerja-kerja landskap	Pengindahan kawasan persekitaran

Peringkat penyerahan ialah peringkat terakhir penyiapan sesebuah projek pembinaan. Projek tersebut akan diserahkan kepada pihak klien setelah mendapat Sijil Perakuan Siap dan Pematuhan (Certificate Completion and Compliance – CCC). CCC ialah sistem perakuan secara berperingkat yang dikeluarkan oleh para profesional seperti Arkitek Profesional, Jurutera Profesional atau Pelukis Bangunan yang berdaftar bagi menggantikan Sijil Layak Menduduki (Certificate of Fitness – CF) yang digunakan sebelum ini. Bagi mendapatkan CCC, ia perlu mengikuti prosedur-prosedur yang telah ditetapkan dengan melengkapkan sebanyak 21 jenis borang (G1 hingga G21). Jadual 3.10 menunjukkan penerangan Borang G1 hingga G21 yang digunakan untuk permohonan mendapatkan CCC. Foto 3.8 dan Foto 3.9 menunjukkan contoh Borang G1 dan G3.



AKTIVITI

Dapatkan perbezaan antara CF dengan CCC. Bincangkan.

Jadual 3.10 Senarai borang G1 hingga G21

Borang	Keterangan
G1	Perakuan Berperingkat: Kerja-kerja Tanah
G2	Perakuan Berperingkat: Pemancangan Tanda
G3	Perakuan Berperingkat: Asas Tapak
G4	Perakuan Berperingkat: Struktur
G5	Perakuan Berperingkat: Perpaipan Air Dalaman
G6	Perakuan Berperingkat: Perpaipan Sanitari Dalaman
G7	Perakuan Berperingkat: Elektrikal Dalaman
G8	Perakuan Berperingkat: Menentang Kebakaran (Pasif)
G9	Perakuan Berperingkat: Menentang Kebakaran (Aktif)
G10	Perakuan Berperingkat: Pengudaraan Mekanikal
G11	Perakuan Berperingkat: Pemasangan Lif/Eskalator
G12	Perakuan Berperingkat: Bangunan
G13	Perakuan Berperingkat: Sistem Bekalan Air Luaran
G14	Perakuan Berperingkat: Retikulasi Pembedungan
G15	Perakuan Berperingkat: Loji Rawatan Pembedungan
G16	Perakuan Berperingkat: Sistem Bekalan Elektrik Luaran
G17	Perakuan Berperingkat: Jalan dan Parit
G18	Perakuan Berperingkat: Lampu Jalan
G19	Perakuan Berperingkat: Parit Luaran Utama
G20	Perakuan Berperingkat: Telekomunikasi
G21	Perakuan Berperingkat: Pandangan Barat

Juruukur bahan mewakili klien bertanggungjawab menyediakan bayaran terakhir kepada kontraktor. Selain itu, perunding akan menahan bayaran sebanyak 10% daripada jumlah keseluruhan nilai projek. Tujuan penahanan bayaran adalah untuk pembaikan kerosakan oleh pihak kontraktor sepanjang Tempoh Tanggungan Kecacatan. Setelah Tempoh Tanggungan Kecacatan tamat, wang tahanan akan diserahkan kepada pihak kontraktor.



SUDUT INFO

Tempoh Tanggungan Kecacatan merupakan satu tempoh yang dipersetujui dalam kontrak yang mana pihak kontraktor bertanggungjawab untuk membaiki dengan kos sendiri apa-apa jua kerosakan yang berlaku setelah menyerahkan projek kepada klien.

UNDANG-UNDANG KECIL BANGUNAN SERAGAM 1986

BORANG G 1

PERAKUAN BERPERINGKAT : KERJA-KERJA TANAH

[undang-undang kecil 25 atau 27]

Tajuk Projek:

- *1. Kami memperakui bahawa kami telah mengawasi dan/atau menjalankan pembinaan dan penyiapan kerja-kerja tanah dan bahawa sepanjang pengetahuan dan kepercayaan kami kerja-kerja itu adalah mengikut Pelan Kerja-Kerja Tanah yang Diluluskan No. Ruj.:..... dan bahawa kami menerima tanggungjawab sepenuhnya ke atas pembinaan dan penyiapan kerja-kerja tanah itu.

Nama (<i>Perseorangan</i>)	# No. Pendaftaran	Tandatangan
(a) Kontraktor _____	_____ (<i>Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan</i>)	_____ (<i>Tarikh: _____</i>)
(b) Orang yang _____ mengemukakan	_____ (<i>Lembaga Jurutera Malaysia</i>)	_____ (<i>Tarikh: _____</i>)

ATAU

- *2. Saya memperakui bahawa borang ini tidak berkaitan.

(*Orang utama yang mengemukakan*)

- # No. K.P., jika tiada badan yang berkaitan berkenaan dengan pendaftaran
* Potong mana-mana yang tidak berkenaan.

Foto 3.8 Borang G1

UNDANG-UNDANG KECIL BANGUNAN SERAGAM 1986

BORANG G 3

PERAKUAN BERPERINGKAT : ASAS TAPAK
[undang-undang kecil 25 atau 27]

Tajuk Projek:

- *1. Kami memperakui bahawa kami telah mengawasi dan/atau menjalankan pembinaan dan penyiapan kerja-kerja asas tapak dan bahawa sepanjang pengetahuan dan kepercayaan kami kerja-kerja itu adalah mengikut Pelan yang Dideposit No. Ruj.:..... dan bahawa kami menerima tanggungjawab sepenuhnya ke atas pembinaan dan penyiapan kerja-kerja asas tapak itu.

Nama (<i>Perseorangan</i>)	# No. Pendaftaran	Tandatangan
(a) Kontraktor _____	_____ <i>(Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan)</i>	_____ <i>(Tarikh: _____)</i>
(b) Orang yang _____ mengemukakan	_____ <i>(Lembaga Jurutera Malaysia)</i>	_____ <i>(Tarikh: _____)</i>

ATAU

- *2. Saya memperakui bahawa borang ini tidak berkaitan.

(Orang utama yang mengemukakan)

- # *No.K.P., jika tiada badan yang berkaitan berkenaan dengan pendaftaran*
* *Potong mana-mana yang tidak berkenaan.*

Foto 3.9 Borang G3

3.2.2 | Kepentingan Penerapan Elemen Lestari dalam Pembinaan

Pembinaan lestari amat mementingkan elemen alam sekitar, sosial dan ekonomi. Ketiga-tiga elemen ini berperanan dalam mengekalkan kelestarian. Matlamat pembinaan lestari adalah untuk memastikan pembangunan ekonomi bagi kesejahteraan manusia dan peningkatan kualiti hidup masyarakat, penggunaan sumber secara bijaksana dan memastikan pemuliharaan terhadap alam sekitar supaya sistem ekologi berada dalam keadaan yang baik.

a Alam Sekitar

Kesedaran alam sekitar merupakan salah satu elemen terpenting dalam pembinaan menuju pembangunan lestari. Pengetahuan dan kesedaran semua pihak terhadap kelestarian dapat menjamin projek pembinaan mengurangkan kesan negatif terhadap alam sekitar.

Isu-isu dalam kelestarian alam sekitar ialah penggunaan tanah, pemilihan bahan binaan, penggunaan tenaga, penggunaan air yang efisien, meminimumkan sisa, pengawalan pencemaran, biodiversiti, ekologi dan pengangkutan.

Kelestarian alam sekitar mesti dipelihara dan dilindungi supaya menjadi warisan generasi akan datang. Oleh itu, jika pembinaan lestari terus-menerus dilaksanakan akan dapat memberikan kesan positif terhadap kualiti hidup dan kesejahteraan masyarakat.

b Ekonomi

Pembinaan yang pesat menjadikan pembangunan di negara kita berdaya saing dalam sektor ekonomi dan perindustrian serta telah memberikan taraf hidup yang selesa kepada masyarakat. Aspek ekonomi amat dititikberatkan dalam pembinaan lestari kerana ekonomi merupakan nadi penggerak sesebuah negara. Antara keperluan yang diperlukan manusia ialah makanan, pakaian, perumahan, pengangkutan dan kesihatan serta pendidikan. Keperluan-keperluan ini dapat dipenuhi melalui sektor ekonomi.

Secara ringkasnya, pembangunan mampan melalui sudut ekonomi ialah penggunaan sumber semula jadi secara berhemah demi meningkatkan kualiti kehidupan.

c Sosial

Pembinaan lestari sangat mementingkan kesejahteraan masyarakat berasaskan sosial kerana pembinaan lestari sangat berkait dengan ekonomi dan alam sekitar. Tujuan pembinaan lestari adalah untuk mewujudkan komuniti yang sejahtera dalam kualiti hidupnya.

Masyarakat yang sejahtera dapat meneruskan kehidupan merentas generasi yang mana generasi sedia ada berasa selesa, selamat dan sesuai untuk meneruskan kehidupan serta memupuk kehidupan generasi seterusnya.

Faktor sosial memainkan peranan penting untuk membina generasi yang lebih peka, mahir dan mempunyai nilai yang tinggi terhadap kelestarian kerana ini penting untuk menjamin keseimbangan generasi yang akan datang. Kelestarian amat penting dalam mewujudkan kesejahteraan dalam masyarakat.

3.2.3 | Strategi Menggalakkan Pelaksanaan Amalan Pembinaan Lestari

Kepesatan pembangunan di Malaysia telah meningkatkan daya saing dalam sektor ekonomi dan memberikan taraf hidup yang selesa kepada masyarakat. Namun begitu, masalah pencemaran alam sekitar akibat pembinaan tidak terancang telah menjadi isu utama yang telah memberikan kesan negatif kepada alam sekitar. Kebanyakan aktiviti pembangunan hanya mementingkan kemajuan ekonomi sehingga mengabaikan alam sekitar. Seiring dengan konsep pembangunan lestari, beberapa strategi pendekatan yang boleh diambil adalah seperti berikut:

1 Kesedaran di Peringkat Prapembinaan

Pendekatan terhadap kelestarian dalam industri pembinaan akan meminimumkan kemusnahan alam sekitar dan sumber, meningkatkan kualiti binaan dan kemudahan serta menjana informasi kelestarian dalam kalangan pemain industri pembinaan.

Pendedahan, pengetahuan dan kesedaran perlu wujud dalam kalangan pekerja pembinaan bagi menjayakan konsep amalan pembinaan lestari terutamanya yang berkait dengan isu alam sekitar. Pendekatan terhadap alam sekitar ialah pilihan utama bagi menjayakan kelestarian dalam pembinaan seperti penebangan pokok, kerja tanah dan sebagainya.

2 Kesedaran di Peringkat Tapak Bina

Pasukan projek di tapak bina mestilah mempunyai pengetahuan dalam kaedah pembinaan hijau, teknologi pembinaan dan bahan binaan yang digunakan. Kesedaran terhadap hala tuju pembinaan hijau dan pentingnya alam sekitar dalam projek pembinaan merupakan langkah yang menjurus kepada melestarikan projek pembinaan. Contohnya penggunaan bahan binaan yang mesra alam dan sistem pengurusan sisa binaan yang efisien.

3 Kesedaran di Peringkat Organisasi

Kesedaran kelestarian di peringkat awal proses perancangan projek adalah penting untuk mengoptimumkan potensi keseluruhan projek. Perkara ini akan dapat memastikan semua pihak untuk lebih memahami dan menjalankan tanggungjawab masing-masing dalam projek pembinaan. Kesedaran dan kualiti kelestarian alam sekitar perlu ditekankan semasa pemilihan pelaksana projek pembinaan terutama pengurus projek, perunding pembinaan, pereka bentuk, kontraktor dan ahli pasukan dalam projek.

4 Pendidikan

Pendidikan merupakan langkah awal untuk mendidik masyarakat agar lebih peka kepada amalan pembinaan lestari. Dalam usaha untuk mencapai pembangunan lestari, masyarakat perlu dididik berdasarkan kepada prinsip-prinsip kelestarian iaitu keseimbangan antara ekonomi, sosial dan alam sekitar. Pendidikan ini akan melahirkan masyarakat yang mempunyai kebertanggungjawaban terhadap alam sekitar. Peningkatan kefahaman dan kesedaran alam sekitar merupakan dua elemen penting dalam pembinaan lestari. Contohnya pendidikan ke arah pembinaan lestari boleh diterapkan seawal sekolah rendah dalam mata pelajaran Reka Bentuk Teknologi (RBT).

5 Peranan Media Massa

Media massa berperanan dalam menyebarkan kepentingan amalan pembinaan lestari kerana media massa mempunyai tiga fungsi utama iaitu sebagai pemberi maklumat, medium langsung dalam menyampaikan maklumat dan pendidik yang sekali gus dapat mendidik masyarakat tentang amalan pembinaan lestari.

6 Peranan Undang-undang

Undang-undang memainkan peranan penting dalam pengurusan alam sekitar. Kewujudan perundangan di Malaysia yang berkaitan dengan alam sekitar telah lama wujud. Agensi penguat kuasa yang diberi amanah perlu bersikap lebih tegas dalam melaksanakan undang-undang dengan mengambil tindakan yang sewajarnya. Contohnya, tindakan perlu diambil terhadap pihak yang melanggar Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974.

3.2.4 Konsep Pembinaan Secara Konvensional dan Konsep Amalan Pembinaan Lestari

Terdapat dua kaedah pembinaan yang dipraktikkan di Malaysia iaitu kaedah pembinaan konvensional dan kaedah pembinaan lestari.

a Kaedah Pembinaan Konvensional

Kaedah pembinaan konvensional ialah kaedah pembinaan dibuat di tapak bina termasuklah kerja-kerja pemasangan kotak acuan, tetulang, konkrit dan kerja-kerja pemasangan. Kaedah ini merupakan kaedah tradisional dalam industri pembinaan dan masih menjadi pilihan kepada pemain industri pembinaan di negara ini.

Kerja-kerja pembinaan menggunakan konkrit bertetulang masih menjadi kaedah pilihan dalam industri pembinaan. Kaedah ini melibatkan pembinaan struktur konkrit bertetulang sebagai kerangka utama dan diikuti dengan proses mengikat batu bata dan diakhiri dengan lepaan simen mortar untuk kemasam akhir dinding. Bancuhan konkrit bagi kaedah ini biasanya disediakan di tapak bina.

b Kaedah Pembinaan Lestari

Kaedah pembinaan lestari mengambil kira beberapa faktor seperti keseimbangan pembangunan, sumber, bahan dan kadar penghasilan pencemaran terhadap alam sekitar. Kaedah pembinaan lestari juga dapat memberi manfaat kepada kos pembinaan bangunan kerana perkara ini memerlukan pengurusan, penyelenggaraan, penggunaan bahan dan pengurusan tenaga yang baik. Terdapat enam prinsip dalam pembinaan lestari iaitu:

- i. Meminimumkan penggunaan sumber.
- ii. Memaksimumkan penggunaan semula sumber.



AKTIVITI

Beri penerangan tentang skor IBS.

- iii. Gunakan sumber yang boleh diperbaharui dan dikitar semula.
- iv. Melindungi alam semula jadi.
- v. Mewujudkan persekitaran yang sihat.
- vi. Mengejar kualiti dalam mewujudkan persekitaran yang dibina.

Di Malaysia, kaedah pembinaan lestari lebih kepada kaedah pembinaan lestari yang menggunakan Sistem Pembinaan Industri (Industrialised Building System – IBS). CIDB telah meletakkan sasaran sebanyak minimum 70 skor IBS dalam projek awam yang melibatkan pemerolehan tender daripada projek kerajaan. Kerajaan Malaysia melalui CIDB telah melancarkan pelan hala tuju (Road Map) IBS 2003-2010 bertujuan menggalakkan penggunaan IBS supaya dapat mengurangkan kebergantungan industri pembinaan kepada tenaga kerja warga asing (CIDB, 2003). Langkah ini diteruskan pada pelan hala tuju 2011-2015 iaitu mengekalkan momentum sedia ada iaitu kandungan IBS untuk projek-projek awam adalah minimum 70 skor IBS sehingga pada tahun 2015 dan untuk meningkatkan kandungan IBS sedia ada kepada minimum 50 skor IBS untuk projek-projek bangunan sektor swasta menjelang 2015.

IBS ialah sistem yang komponennya dibuat di tapak pembinaan atau di kilang dan kemudian dicantumkan untuk membentuk struktur dengan kerja pembinaan yang minimum in-situ atau di tapak bina (CIDB Malaysia, 2005). Komponen bangunan yang biasa dihasilkan adalah seperti rasuk, dinding, tiang sehingga tangga secara pratuang di kilang dan dikeluarkan secara *mass-production*. Komponen yang telah siap ini kemudian diangkut dan dipasang di tapak.

Lima jenis IBS yang biasa digunakan di Malaysia ialah:

Sistem kerangka panel dan kekotak konkrit pratuang (Pre-cast concrete framing, panel and box)

Elemen IBS Konkrit Pasang Siap yang biasa digunakan ialah tiang konkrit pasang siap, rasuk, lantai, dinding, komponen 3D (balkoni, tangga, tandas, lohong pembuangan sampah), konkrit ringan pasang siap dan kotak bentuk konkrit. Foto 3.10 menunjukkan sistem kerangka panel digunakan dalam pembinaan.



Foto 3.10 Kerangka panel



SUDUT INFO

Skor IBS ialah satu formula matematik iaitu:
 Skor untuk sistem struktur +
 Skor untuk sistem dinding +
 Skor untuk kaedah pembinaan lain.



Walaupun pembinaan lestari banyak kebaikan berbanding pembinaan konvensional, mengapakah kontraktor masih memilih pembinaan konvensional?

Sistem kerangka keluli (Metal framing system)

Sistem melibatkan *tunnel form*, *tilt system*, rasuk dan tiang. Penggunaan sistem ini akan dapat memberikan kemas akhir yang berkualiti tinggi dan pembinaan yang cepat dengan penggunaan tenaga buruh dan bahan yang minimum. Foto 3.11 menunjukkan sistem kerangka keluli digunakan dalam pembinaan.

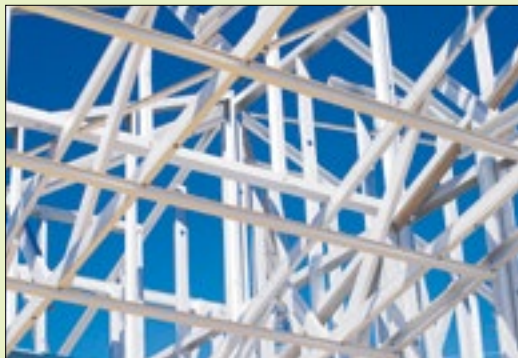


Foto 3.11 Kerangka keluli

Sistem kerangka kayu prasiap (Pre-fabricated timber framing system)

Komponen sistem ini terdiri daripada kerangka kayu bangunan dan kerangka kayu bumbung. Sistem ini sangat popular digunakan dalam kalangan jurubina dalam pembinaan. Foto 3.12 menunjukkan sistem kerangka kayu prasiap digunakan dalam pembinaan.



Foto 3.12 Kerangka kayu prasiap

Sistem acuan keluli (Mold system)

Selalu digunakan bersama dengan lantai konkrit pasang siap, tiang dan rasuk keluli dan bagi pembinaan *fast-track* bangunan tinggi. Kini sistem acuan keluli banyak digunakan untuk pembinaan kerangka ringan bagi bumbung kerana lebih ekonomi dan sesuai digunakan sebagai sistem bumbung bangunan jenis *portal frame*. Foto 3.13 menunjukkan acuan keluli digunakan dalam pembinaan.



Foto 3.13 Acuan keluli

Sistem blok pratuang (Pre-cast block system)

Sistem blok pratuang ialah satu revolusi terhadap sistem binaan konvensional berasaskan batu bata kepada sistem kerja batu konkrit mengiriat dan konkrit ringan. Sistem ini dibangunkan berasaskan faktor masa, dan produktiviti buruh. Contohnya ialah *interlocking block*. Foto 3.14 menunjukkan contoh *interlocking block*.



Foto 3.14 *Interlocking block*

Bagi menggalakkan para pemaju menggunakan aplikasi IBS ini, beberapa insentif telah disediakan seperti kelulusan segera (*green lane*) pelan pembangunan dan juga pengecualian levi CIDB kepada penggunaan pelan standard yang direka bentuk berdasarkan koordinasi modular (*modular coordination*).

Terdapat perbezaan yang ketara di antara kaedah pembinaan konvensional dan kaedah pembinaan lestari. Jadual 3.11 menunjukkan perbandingan di antara pembinaan konvensional dengan pembinaan lestari.

Jadual 3.11 Perbandingan di antara pembinaan konvensional dengan pembinaan lestari.

Pembinaan Lestari	Pembinaan Konvensional
Penghasilan sisa binaan yang sedikit.	Penghasilan sisa binaan yang banyak.
Kurang pembaziran bahan binaan.	Penggunaan bahan binaan yang banyak.
Tempoh pembinaan jimat 75%.	Tempoh pembinaan yang lebih panjang.
Kos pembinaan yang lebih murah akibat penjimatan penggunaan acuan.	Kos pembinaan yang lebih tinggi.
Berkualiti kerana dihasilkan di kilang.	Kualiti yang tidak dijamin.
Pekerja yang diperlukan sedikit.	Memerlukan ramai pekerja.
Menggalakkan penggunaan teknologi terkini.	Tidak menggalakkan penggunaan teknologi.
Ruang penyimpanan bahan binaan yang kecil diperlukan.	Ruang penyimpanan bahan binaan yang luas diperlukan.

3.3 TAKSIRAN

Taksiran ialah proses menganggar kos bagi sesebuah projek pembinaan. Ia disediakan oleh juruukur bahan. Anggaran kos mestilah setepat mungkin kerana kos dalam projek pembinaan adalah sesuatu yang sangat penting. Kelemahan dalam menganggarkan kos boleh mengurangkan margin keuntungan dan menyebabkan kerugian kepada pihak kontraktor.

Anggaran kos yang dibuat merupakan kunci kepada pengurusan kos sesebuah projek. Pengurusan kos boleh ditafsirkan sebagai penggunaan sumber kewangan secara sistematik tanpa berlaku pembaziran sumber. Pengurusan kos yang berkesan akan membolehkan sesuatu projek itu memperoleh keuntungan yang berlipat kali ganda dan menjamin kestabilan syarikat itu sendiri.

Secara umumnya, taksiran melibatkan dua aktiviti utama iaitu mengira kadar kos dan mengeluarkan kuantiti bahan. Kadar kos biasanya diperoleh daripada sumber tertentu yang mengikut harga pasaran semasa dan lokasi pembinaan.

Dalam projek pembinaan, anggaran kos pembinaan sesuatu projek boleh dibahagikan kepada dua jenis iaitu kos langsung dan kos tidak langsung. Jadual 3.12 menunjukkan jenis-jenis kos.

Jadual 3.12 Jenis-jenis kos

Kos Langsung	Kos tidak Langsung
Kos bahan binaan	Kos pengurusan dan keuntungan
Kos upah pekerja	
Kos loji dan alatan	

Senarai unit ukuran yang digunakan untuk beberapa item substruktur adalah seperti yang terdapat dalam Jadual 3.13.

Jadual 3.13 Senarai unit ukuran item substruktur

Item	Kaedah Pengukuran	Unit Ukuran
Penggalian parit untuk asas	Isi padu	m ³
Konkrit untuk asas dan tunggul tiang	Isi padu	m ³
Lapisan kedap	Keluasan	m ²
Tetulang keluli	Berat	kg



SUDUT INFO

Item ialah mata benda yang digunakan dalam mengira kuantiti kerja dan bahan daripada lukisan dan spesifikasi kerja.

1 Kos Bahan Binaan

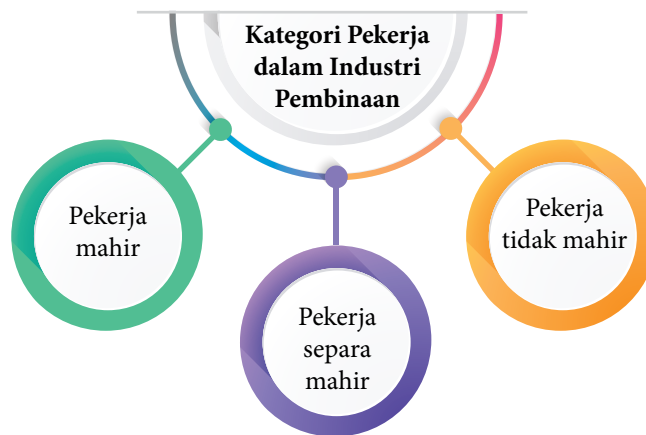
Kos bahan binaan adalah antara komponen kos utama dalam pembinaan sesuatu projek. Biasanya kos bahan menyumbang kepada 40% hingga 60% daripada keseluruhan kos projek dan peratus ini akan berubah mengikut jenis kerja dan cara pembinaan yang akan digunakan. Untuk mengelak kerugian, kontraktor hendaklah mengambil kira semua kos bahan yang terlibat untuk sesuatu kerja dalam pengiraan kadar harganya.

Kos bahan seperti bata, genting, kaca, besi, tetulang, simen, batu baur kasar dan simen berbeza dari semasa ke semasa dan dari satu tempat ke satu tempat. Ketika membuat anggaran kos bahan, harga yang digunakan hendaklah mengikut harga pasaran terkini dan harga bahan di lokasi pembinaan. Harga bahan-bahan pembinaan boleh diperoleh melalui Pusat Kos Pembinaan Nasional atau N3C di laman web CIDB.

Apabila menentukan kos bahan, kos lain yang perlu diambil kira ialah kos asal bahan, kos pengantaran, kos penyimpanan dan kos pembaziran.

2 Kos Upah Pekerja

Keuntungan dalam menjalankan aktiviti pembinaan menjadi keutamaan bagi kontraktor. Oleh itu, bagi memastikan keuntungan yang maksimum diperoleh, kontraktor perlulah mengurus, merancang dan memantau penggunaan pekerja secara efektif sebelum sesuatu kerja di tapak bina berjalan. Kegagalan berbuat demikian akan menyebabkan peningkatan kos pembinaan. Kos ini termasuklah upah atau gaji biasa termasuk juga bayaran untuk kerja lebih masa, bonus, kos penyeliaan serta kos pengurusan yang lain. Kos upah berbeza mengikut lokasi pembinaan dan boleh diperoleh melalui Pusat Kos Pembinaan Nasional atau N3C di laman web CIDB. Pekerja dalam industri pembinaan boleh dibahagikan kepada:



Rajah 3.13 Kategori pekerja dalam industri pembinaan

i Pekerja Mahir

Pekerja mahir mempunyai satu atau lebih kemahiran dalam menjalankan kerja-kerja di tapak bina. Pekerja ini mempunyai banyak pengalaman dalam melakukan sesuatu kerja yang khusus dalam bidangnya. Contohnya ialah tukang besi, tukang kayu, penerap bata, tukang jubin, tukang lepa dan sebagainya. Kadar upah pekerja mahir penerap bata di Selangor untuk tahun 2019 ialah RM92 sehari. Berbeza dengan Sarawak, kadar upah pekerja mahir penerap bata tahun 2019 ialah RM108.60 sehari. Foto 3.15 menunjukkan pekerja mahir.



Foto 3.15 Pekerja mahir

ii Pekerja Separa Mahir



Foto 3.16 Pekerja separa mahir

Pekerja separa mahir mempunyai satu atau lebih kemahiran dalam mana-mana kerja pembinaan tetapi kemahiran mereka tidak mencapai tahap kompetensi pekerja mahir. Mereka merupakan pembantu kepada pekerja mahir dan mampu juga menjalankan sesetengah kerja kemahiran dengan sendirinya. Contohnya ialah pembantu tukang besi, pembantu tukang kayu, pembantu penerap bata, pembantu tukang jubin dan sebagainya. Kadar upah pekerja separa mahir pembantu penerap bata di Selangor untuk tahun 2019 ialah RM76.80 sehari. Berbeza dengan Sarawak, kadar upah pekerja separa mahir pembantu penerap bata tahun 2019 ialah RM87 sehari. Foto 3.16 menunjukkan pekerja separa mahir.

iii Pekerja Tidak Mahir

Pekerja tidak mahir ialah buruh yang tidak mempunyai kemahiran bagi melaksanakan kerja-kerja pembinaan. Mereka ini hanya menjalankan kerja-kerja asas seperti membawa, mengangkat dan memunggah bahan binaan, membersihkan kawasan kerja dan lain-lain lagi.

Contohnya ialah pembancuh konkrit, pengemas stor, pembersih tapak bina dan sebagainya. Kadar bayaran upah yang diberi adalah berbeza mengikut tahap kategori pekerja. Kadar upah pekerja tidak mahir di Selangor untuk tahun 2019 ialah RM68.50 sehari. Berbeza dengan Sarawak, kadar upah pekerja tidak mahir tahun 2019 ialah RM77.00 sehari. Foto 3.17 menunjukkan pekerja tidak mahir.



Foto 3.17 Pekerja tidak mahir

3 Kos Loji dan Alatan

Kos loji dan alatan merangkumi kos sewa dan kos kendalian loji dan alatan. Peralatan yang tidak berjentera termasuklah perancah, tangga, kereta sorong, baldi dan sebagainya. Peralatan berjentera pula adalah seperti lori, jentolak, pengorek tanah, penggaul konkrit, mesin penggetar, pemadat dan sebagainya.



Sila Imbas

Pusat Kos
Pembinaan Nasional

4 Kos Pengurusan dan Keuntungan

Kos pengurusan merupakan perbelanjaan tetap yang perlu dibelanjakan kontraktor untuk menguruskan projek pembinaan yang kosnya tidak dapat dikaitkan secara langsung dengan mana-mana projek pembinaan. Kos ini merangkumi pelbagai jenis pembayaran yang berkaitan dengan urusan sesebuah syarikat pembinaan termasuk:

- Gaji kakitangan, caruman KWSP, PERKESO, sewa pejabat, bengkel dan ruang.
- Bayaran bil elektrik, bil air, bil telefon berkaitan dengan operasi pejabat dan pejabat tapak bina.
- Kos kelengkapan pejabat dan pejabat tapak bina.



SUDUT INFO

Pengiraan bagi mendapatkan seunit item bergantung pada kos-kos yang perlu diambil kira.

Berikut ialah contoh pengiraan kos pengurusan dan keuntungan:

Kos bahan	= RM1 000
Kos upah	= RM 500
Kos loji dan alatan	= RM 500
Jumlah	= RM2 000



SUDUT INFO

Kebiasaannya kos pengurusan dan keuntungan ialah 20%.

$$10\% \text{ Kos Pengurusan} = 10\% \times \text{RM}2000 = \text{RM}200$$

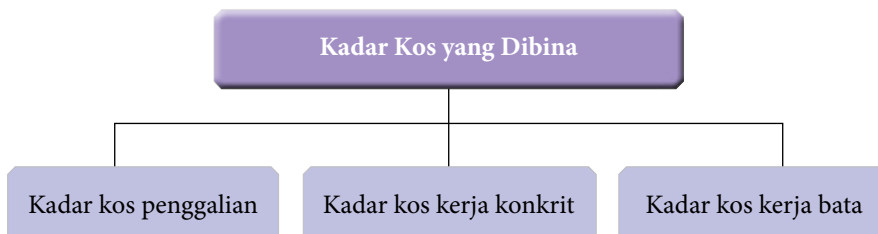
$$10\% \text{ Keuntungan} = 10\% \times \text{RM}2000 = \text{RM}200$$

$$\text{Oleh itu, kos pengurusan dan keuntungan ialah } \text{RM}2000 + \text{RM}200 + \text{RM}200 = \text{RM}2400$$

a

Kadar Kos

Membina kadar kos ialah melakukan kiraan untuk mendapatkan kos seunit item yang telah disenaraikan. Rajah 3.14 menunjukkan kadar kos yang dibina.



Rajah 3.14 Kadar kos

1 Kadar Kos Penggalian

Terdapat dua cara kerja penggalian yang dijalankan di tapak bina iaitu:

- **Penggalian secara manual**

Penggalian jenis ini menggunakan peralatan tangan seperti cangkul dan penyodok yang sesuai untuk kerja penggalian tanah bersaiz kecil dan di tempat yang sempit.

- **Penggalian menggunakan jentera**

Penggalian ini menggunakan jentera seperti traktor, jentolak, jengkaut dan jengkorek yang sesuai untuk kerja pengorekan yang bersaiz besar dan luas.

Unit ukuran bagi penggalian tanah ialah meter padu (m^3), tetapi bagi kerja penggalian tanah atas tidak melebihi 100 mm dalam, unitnya ialah meter persegi (m^2).

2 Kadar Kos Kerja Konkrit

Terdapat dua cara membancuh konkrit berdasarkan keperluan dan kuantiti konkrit dibancuh:

- **Membancuh konkrit secara manual**

Menggunakan peralatan ringan seperti cangkul, penyodok dan baldi dan sesuai untuk kuantiti yang kecil.

- **Membancuh konkrit dengan menggunakan mesin**

Menggunakan mesin penggaul konkrit yang sesuai untuk kuantiti kerja yang sederhana.

Unit ukuran bagi kos kerja konkrit ialah meter padu (m^3).

3 Kadar Kos Kerja Bata

Kadar kos kerja bata dikira dengan menggunakan unit meter persegi (m^2) dengan menyatakan ketebalan dinding tersebut. Unit harga untuk kerja bata ialah meter persegi (m^2).

Foto 3.18 menunjukkan kadar harga bagi kerja dinding bata dan Foto 3.19 menunjukkan kadar harga bagi kerja menggali tanah, parit dan lain-lain. Kadar harga ini dikeluarkan oleh Jabatan Kerja Raya (JKR) bagi tujuan pengiraan kadar kos.

4C. TUKANG BATA

KETERANGAN UNTUK MEMBUAT DINDING BATA

Bata tanah liat yang hendak digunakan itu hendaklah direndam di dalam air satu jam sebelum digunakan, sementara bata campuran pasir & simen tidak boleh direndam tetapi dicelup ke dalam air sebelum dikat. Dinding bata yang baru dibuat hendaklah dilindungi dari cahaya matahari selama 24 jam.

Harga dinding bata termasuk pembaziran dan segala upah seperti memotong, membuat lubang, lura-lura dan lain-lain lagi.

DINDING BARU	UNIT	HARGA		
		MORTAR		
		Simen, kapur, pasir (1:1:6)	Simen dan pasir (1:3)	Simen, pasir (1:6) p'ciser
C1. Dinding bata campuran pasir dan simen 225mm tebal	M2	-	66.20	-
C2. -Sda - 113mm tebal	M2	-	33.65	-
C3. Dinding bata tanah liat 225mm tebal	M2	70.40	73.70	70.05
C4. -Sda - ikatan pinggir (bricks on edge)	M2	29.45	31.70	30.45
C5. -Sda - 113mm tebal	M2	36.40	39.65	38.25
C6. -Sda - 113mm tebal diperkuat dengan tetulang 'Exmet' dipasang tiap-tiap barisan yang keempat	M2	44.40	42.90	41.50
C7. -Sda - 113mm tebal dipasang berubang-lubang (honey-comb brickwall) berjarak 113mm	M2	22.55	21.40	20.80
C8. LEBIHKAN upah untuk memilih batu bata yang elok dan satu permukaan dikemas sejati, disambung dan dikemasikat dengan rata	M2	15.05	14.75	14.65
C9. Dinding bata tanah liat yang tahan api 225mm tebal untuk membuat sabak dan lain-lain lagi	M2	-	189.70	-
C10. -Sda - 113mm tebal - sda -	M2	-	98.20	-
C11. Dinding bata muka 225mm tebal	M2	-	175.25	-
C12. -Sda - 113mm tebal	M2	-	90.80	-

4C1

TUKANG BATA

Foto 3.18 Kadar harga bagi kerja dinding bata

Sumber: Jadual Kadar Harga, Bahagian Tender, Kontrak dan Kos, Cawangan Kontrak dan Ukur Bahan JKR, Malaysia.

4A. MENGGALI TANAH, PARIT DAN LAIN-LAIN (Samb.)

MENGGALI TANAH

Menggali tanah hendaklah mengikut ukuran tepat yang dikehendaki sahaja. Sekiranya digali lebih daripada yang dikehendaki, kontraktor hendaklah menimbus kembali dengan tanah, batu atau konkrit yang diluluskan oleh Pegawai Penguasa dengan tidak mendapat sebarang bayaran tambahan.

Harga menggali tanah adalah termasuk harga membersihkan kawasan yang hendak digali, menimbus serta memadatkan tanah kedalam lubang dan membuang tanah yang berlebihan tidak melebihi 100meter dan meratakannya ditempat yang dilaraskan.

Harga menggali juga termasuk harga mengeluarkan air yang bertakung misalnya air hujan atau lumpur dengan cara menimba atau mengepam serta menumpang tebing parit dengan papan dan kayu. Menimba air disebabkan oleh tanah lembab atau mata air akan dibayar sebagai ekstra dan mengikut Bayaran Kerja Harf.

	<u>UNIT</u>	<u>HARGA</u>
A16. Menggali tanah asal hingga 150mm tebal (dengan tangan)	M2	3.50
A17. - Sda - (dengan jentera)	M2	3.30
A18. Menggali tanah ke paras (dengan tangan)	M3	17.20
A19. - Sda - (dengan jentera)	M3	6.60
A20. Menggali parit hingga 1500mm dalam (dengan tangan)	M3	27.80
A21. - Sda - (dengan jentera)	M3	16.10
A22. - Sda - melebihi 1500mm tetapi tidak melebihi 3000mm dalam (dengan tangan)	M3	46.00
A23. - Sda - (dengan jentera)	M3	16.70
A24. - Sda - melebihi 3000mm tetapi tidak melebihi 4500mm dalam (dengan tangan)	M3	58.40
A25. - Sda - (dengan jentera)	M3	17.70
A26. Menggali 300mm lebar parit cotek tidak melebihi 750mm dalam untuk palp air(dengan tangan)	M	5.80
A27. - Sda - (dengan jentera)	M	1.90
A28. Menggali lubang untuk tiang atau tapak tidak melebihi 0.25 meter padu (dengan tangan)	NO	8.70
A29. - Sda - (dengan jentera)	NO	5.50
A30. - Sda - tidak melebihi 0.50 meter padu (dengan tangan)	NO	17.40
A31. - Sda - (dengan jentera)	NO	8.90
A32. - Sda - tidak melebihi 1 meter padu (dengan tangan)	NO	34.90
A33. - Sda - (dengan jentera)	NO	16.70
A34. - Sda - melebihi 1 meter padu (dengan tangan)	M3	30.30
A35. - Sda - (dengan jentera)	M3	16.10

Foto 3.19 Kadar harga bagi kerja menggali tanah, parit dan lain-lain

Sumber: Jadual Kadar Harga, Bahagian Tender, Kontrak dan Kos, Cawangan Kontrak dan Ukur Bahan JKR, Malaysia.

3.3.1 Kaedah dan Unit Pengukuran Pembinaan Substruktur

Pengukuran ialah proses menentu dan mengira kuantiti kerja dan bahan daripada lukisan kerja kemudian mencatatkannya dalam borang ukur kuantiti bagi setiap item. Penilaian ini digunakan untuk mendapatkan kuantiti item dalam unit yang ditentukan. Jadual 3.14 menunjukkan kaedah dan unit pengukuran.

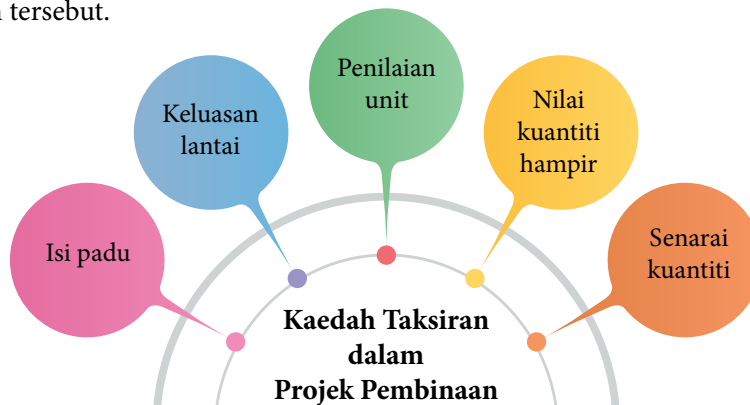
Jadual 3.14 Kaedah dan unit pengukuran

Kaedah Pengukuran	Keterangan	Unit	Simbol
Linear	<ul style="list-style-type: none"> Item diukur secara linear seperti paip dan bebendul jalan Item mempunyai keratan rentas. Taksiran harga item dilakukan berdasarkan ukuran linear seperti panjang paip, panjang asas dan longkang. 	meter	m
Keluasan	<ul style="list-style-type: none"> Ukuran item seperti permukaan turapan,lepaan, dinding bata, kawasan pembersihan tapak dan lapisan kedap. Ukuran yang perlu diambil dan dicatatkan ialah panjang dan lebar, lebar dan dalam, atau panjang dan tinggi. 	meter persegi	m ²
Isi padu	<ul style="list-style-type: none"> Item seperti penggalian tanah untuk asas, konkrit untuk rasuk, lantai, tiang dan sebagainya. Perimeter yang diambil ialah panjang, lebar dan dalam. Binaan berbentuk piramid, kon, bebola, silinder dan sebagainya memerlukan ukuran berdasarkan rumus matematik untuk mengira isi padu. 	meter padu	m ³
Berat	Item ditaksirkan berdasarkan berat seperti tetulang keluli yang dipasang dalam struktur konkrit bertetulang.	kilogram atau tan metrik	kg atau tan
Bilangan	Item diukur secara bilangan ialah soket lampu, poin kipas, poin alat penyaman udara, pintu,tingkap, tanda lalu lintas dan konkrit siap tuang.	bilangan	bil

a

Kaedah taksiran

Secara amnya, terdapat lima kaedah taksiran dalam projek pembinaan. Rajah 3.15 menunjukkan kaedah-kaedah tersebut.



Rajah 3.15 Kaedah taksiran dalam projek pembinaan

1 Isi Padu

Kaedah isi padu merupakan kaedah taksiran bangunan berasaskan ukuran panjang, lebar dan tinggi. Cara mendapatkan isi padu bangunan adalah dengan mendarabkan panjang, lebar dan tinggi bangunan. Untuk mendapatkan harga anggaran kasar projek, kadar harga per meter padu diperoleh berdasarkan harga bangunan sedia ada. Kadar harga per meter padu didarab dengan isi padu bangunan yang bakal dibina bagi mendapatkan harga anggaran kasar bangunan yang akan dibina.

2 Keluasan Lantai

Kaedah keluasan lantai menggunakan ukuran panjang dan lebar berdasarkan pelan lantai bangunan cadangan untuk menghitung kos bangunan. Keluasan lantai diperoleh dengan mendarab ukuran panjang lantai dengan lebar lantai bangunan. Kadar harga per meter persegi bagi projek bangunan tersebut boleh dianggarkan berdasarkan harga bagi bangunan yang sedia ada. Kadar harga per meter persegi didarabkan dengan luas bangunan baharu.

Harga taksiran yang diperoleh merupakan harga pembinaan bangunan sahaja tidak termasuk kerja pembinaan yang lain seperti kerja mekanikal elektrik, kerja luar bangunan dan lain-lain.

3 Penilaian Unit

Kaedah penilaian unit dilakukan dengan menggunakan bilangan unit alat kelengkapan yang akan ditempatkan atau bilangan pengguna yang akan menduduki bangunan yang akan dibina. Contohnya, jika bangunan sekolah akan dibina, unit yang bakal dikira ialah bilangan kerusi atau meja. Kos per unit berasaskan kos bangunan sedia ada. Harga anggaran dapat diperoleh dengan mendarabkan bilangan unit dengan harga bagi satu unit.

4 Kuantiti Nilai Hampir

Kaedah kuantiti nilai hampir ialah kaedah yang hampir sama dengan kaedah senarai kuantiti. Kaedah ini dilakukan dengan cara mengenal pasti item, menentukan kuantiti dan seterusnya mengira kos item secara kasar berdasarkan lukisan kerja.

5 Senarai Kuantiti

Kaedah senarai kuantiti ialah cara paling tepat berbanding dengan kaedah lain. Juruukur bahan perlu mengeluarkan kuantiti item yang telah diukur daripada lukisan-lukisan kerja dengan tepat. Item tersebut dikumpulkan dalam bentuk bilangan dan dibahagikan kepada pecahan-pecahan tajuk yang tertentu. Seterusnya, senarai item dikumpulkan jumlah ukurannya. Jumlah ukuran item ini didarab pula dengan harga unit item bagi mendapatkan anggaran jumlah kos projek.

3.3.2 | Taksiran Substruktur Menggunakan Kaedah Senarai Kuantiti

Terdapat beberapa langkah dalam menyediakan senarai kuantiti bagi membuat anggaran kos. Langkah-langkah berkenaan adalah seperti yang berikut:

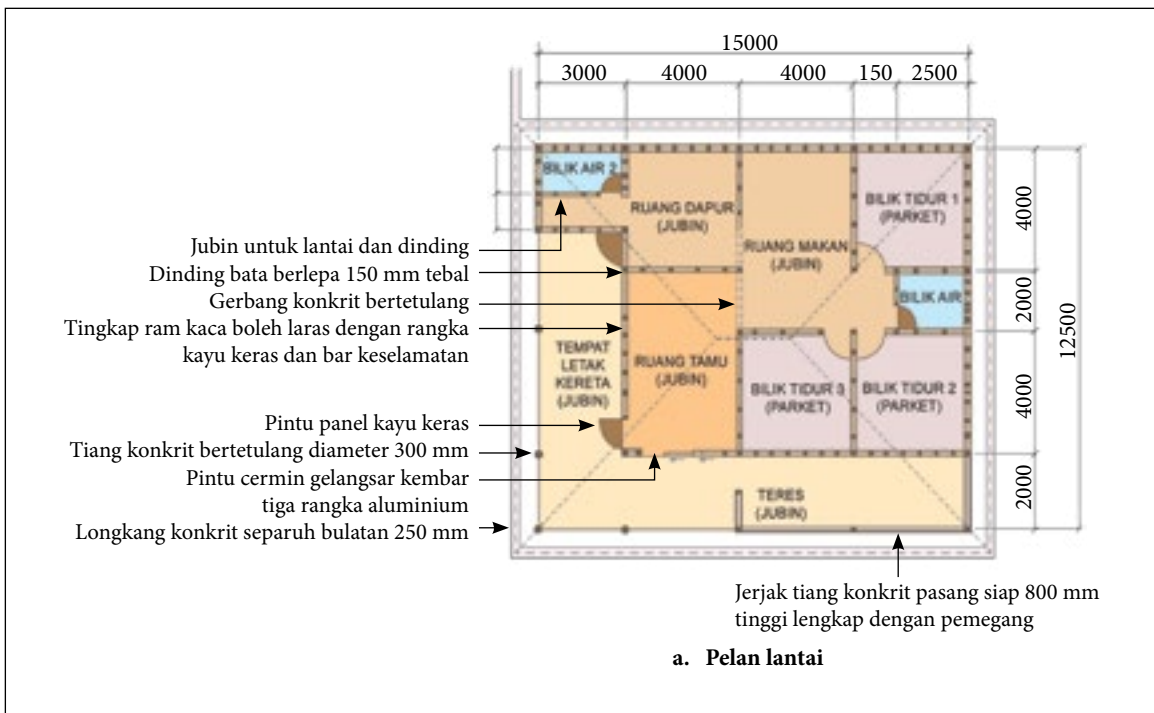
1. Mentafsir lukisan
2. Mengukur dan mengeluarkan kuantiti
3. Mengumpulkan kuantiti
4. Menganggar kos

1 Mentafsir Lukisan

Lukisan yang diperlukan dalam sesebuah projek pembinaan mestilah merangkumi lukisan reka bentuk, lukisan struktur dan lukisan perkhidmatan. Juruukur bahan perlu mempunyai kompetensi untuk memahami, mentafsir dan menghubungkan kaitkan lukisan tersebut dengan tepat supaya kuantiti bahan dapat dianggarkan.

Lukisan Reka Bentuk

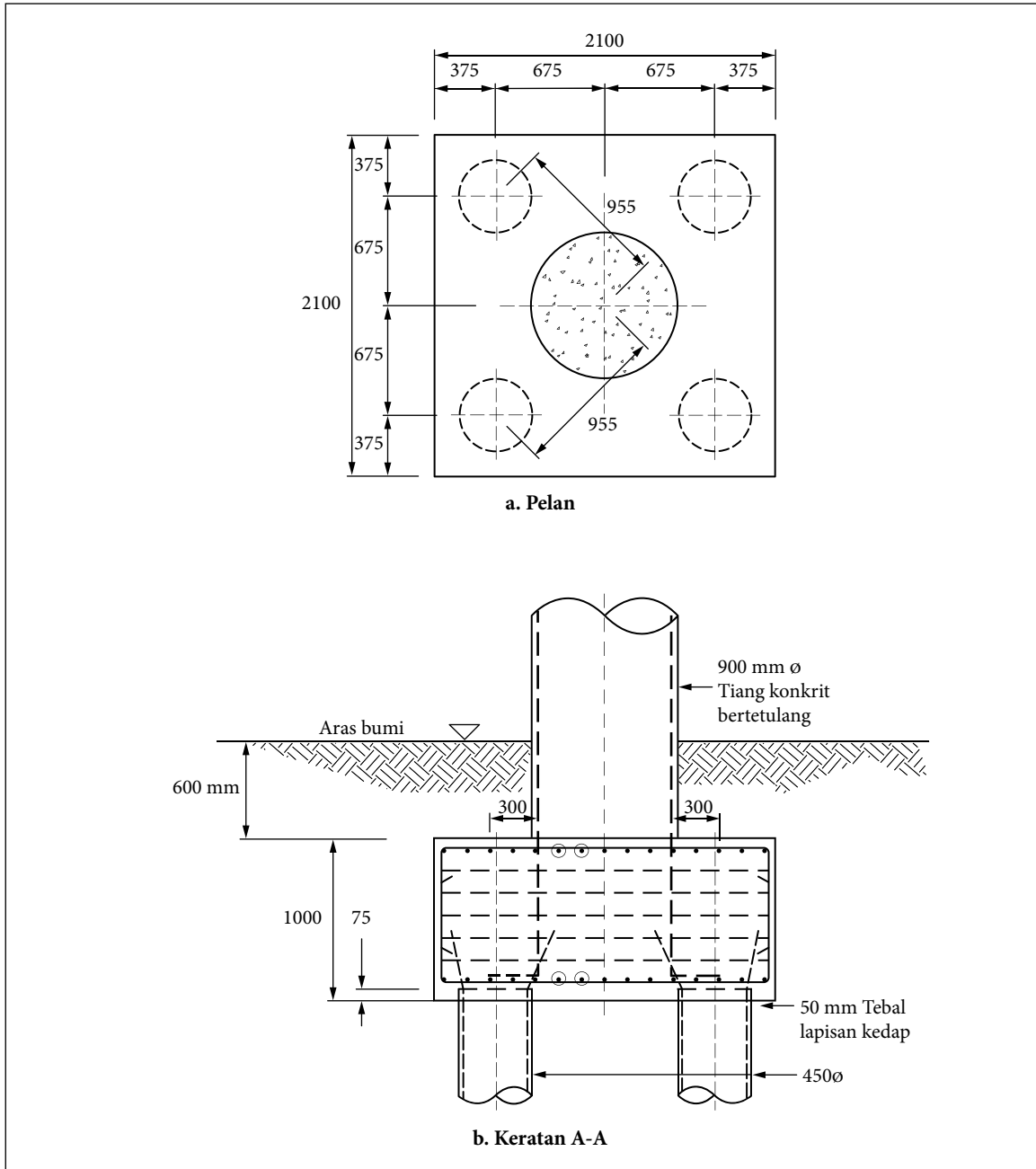
Lukisan reka bentuk ialah lukisan yang berkaitan dengan reka bentuk sesebuah bangunan. Lukisan ini termasuklah pelan lantai, keratan dan pandangan sisi bangunan cadangan. Rajah 3.16 menunjukkan lukisan reka bentuk iaitu pelan lantai.



Rajah 3.16 Lukisan reka bentuk

Lukisan Struktur

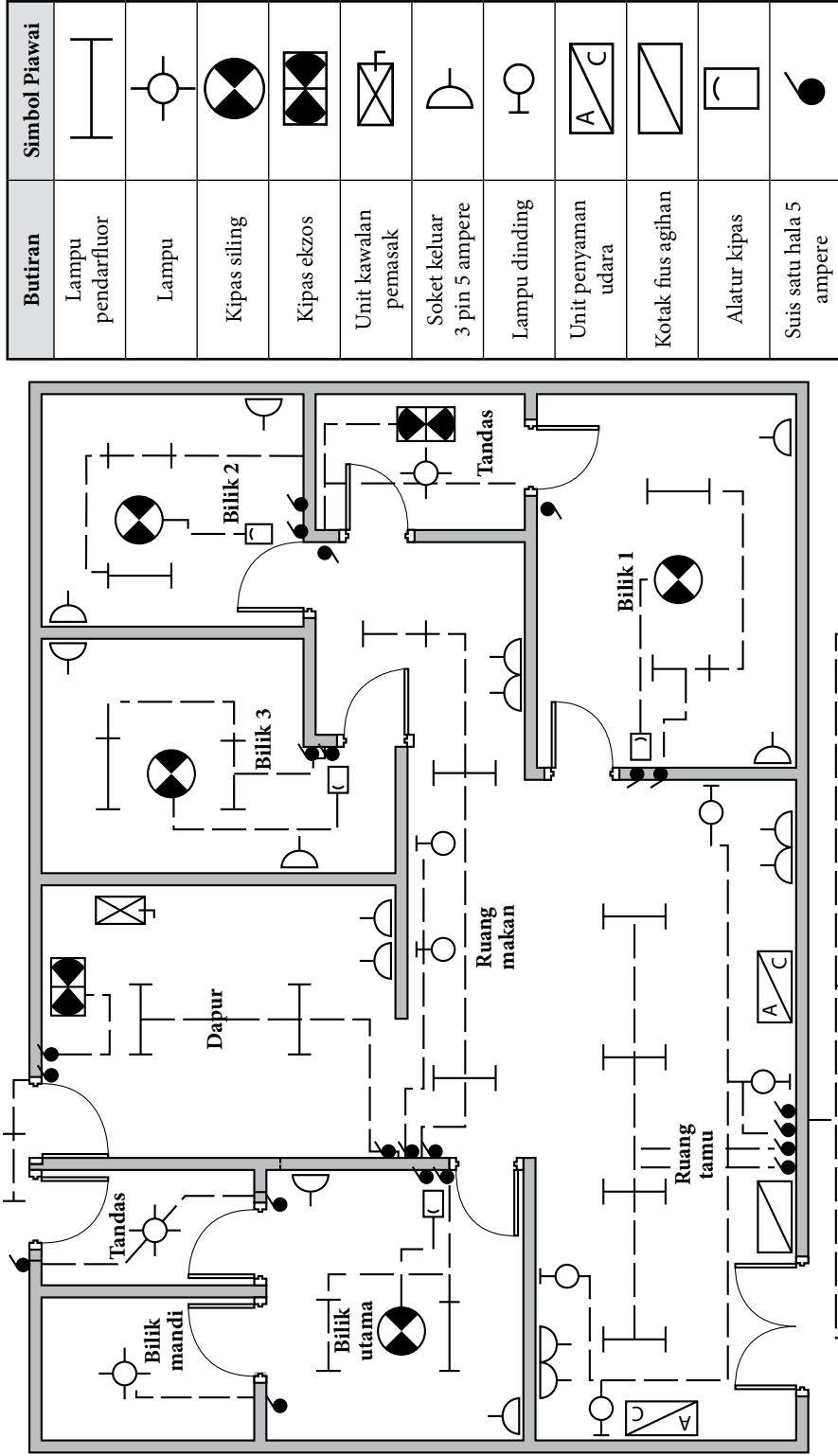
Lukisan struktur menunjukkan bahagian kerangka bangunan yang menanggung beban seperti asas, lantai, tiang dan struktur bumbung. Lukisan ini mengandungi maklumat khusus yang berkaitan dengan komponen struktur binaan tersebut seperti spesifikasi konkrit dan tetulang. Lukisan struktur juga menunjukkan perincian asas, saiz rasuk, saiz tiang dan komponen-komponen struktur lain. Rajah 3.17 menunjukkan lukisan struktur tukup cerucuk (pile cap).



Rajah 3.17 Lukisan struktur tukup cerucuk

Lukisan Perkhidmatan

Lukisan perkhidmatan memberikan perincian tentang pemasangan perkhidmatan yang diperlukan dalam sesuatu projek. Beberapa jenis sistem perkhidmatan yang diperlukan bagi sesebuah bangunan ialah sistem bekalan elektrik, sistem bekalan air, sistem sanitasi, sistem penyaman udara dan sistem telekomunikasi. Rajah 3.18 menunjukkan lukisan perkhidmatan sistem elektrik.



Rajah 3.18 Contoh lukisan perkhidmatan sistem elektrik

2 Mengukur dan Mengeluarkan Kuantiti

Mengukur dan menentukan kuantiti ialah proses mengukur, menjumlahkan dan mendarab dimensi item dan operasi kerja yang terlibat dengan menggunakan Borang Ukur Kuantiti. Borang Ukur Kuantiti terbahagi kepada dua bahagian dan setiap bahagian mengandungi empat ruang. Ruang berkenaan ialah ruang mendarab, ruang ukuran, ruang jumlah dan ruang keterangan kerja.

Ruang mendarab digunakan untuk mencatatkan angka yang perlu didarab berdasarkan bilangan item yang berulang. Ruang ukuran mencatatkan ukuran item panjang, lebar dan tinggi. Ruang menjumlah mencatatkan jumlah seperti jumlah ukuran linear, luas, isi padu dan bilangan item. Ruang keterangan kerja mencatatkan secara ringkas dan padat keterangan operasi kerja bagi item yang diukur.

3 Mengumpulkan Kuantiti

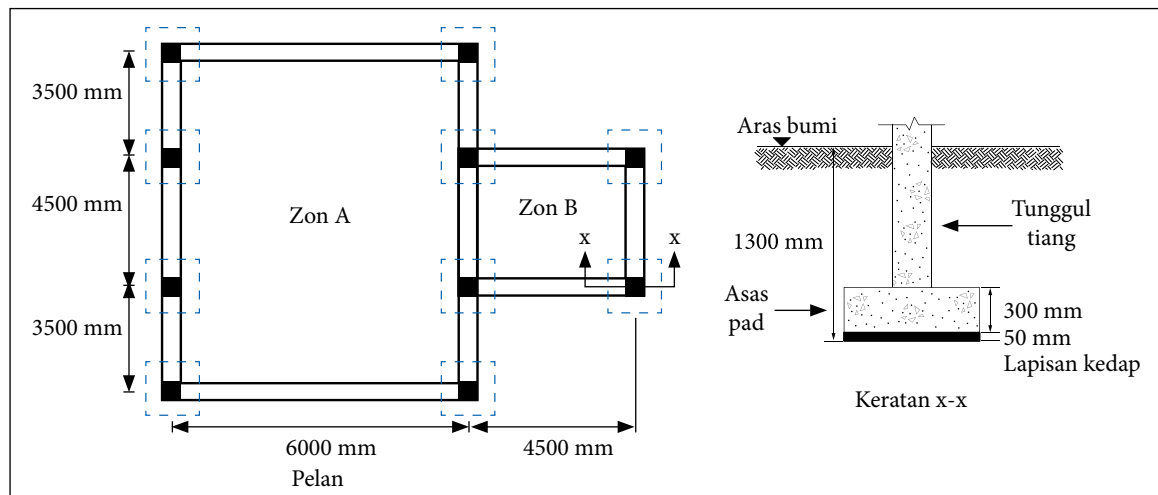
Mengumpulkan kuantiti ialah melakukan kerja mengabstrak, iaitu memindahkan segala ukuran dan keterangan kerja daripada Borang Ukur Kuantiti ke dalam Borang Abstrak. Tujuan mengabstrak adalah untuk membahagi serta mengumpulkan segala butiran dan keterangan kerja mengikut tajuk kecil dan nilai kuantitinya dibundarkan kepada nilai yang lebih besar. Contohnya 1.1 m dibundarkan kepada 2.0 m walaupun nilai perpuluhan lebih kecil daripada 0.5.

4 Menganggar Kos

Selepas kerja mengabstrak dilakukan, keterangan kerja, unit dan kuantiti kerja dicatatkan ke dalam Borang Senarai Kuantiti untuk menganggar kos.

a Taksiran Kaedah Senarai Kuantiti

Rajah 3.19 menunjukkan pelan dan keratan asas pad sebuah rumah satu tingkat yang akan dibina. Ukuran bagi asas pad ialah 900 mm x 900 mm dan tunggul tiang ialah 225 mm x 225 mm.



Rajah 3.19 Pelan dan keratan asas pad

Keluarkan kuantiti bagi kerja-kerja substruktur berikut:

- i. Penggalian tanah atas
- ii. Penggalian lubang untuk asas
- iii. Lapisan kedap
- iv. Kerja konkrit untuk asas (1: 2 : 4-38 mm batu baur)
- v. Kerja konkrit untuk tunggul tiang (1: 2 : 4-38 mm batu baur)

Penyelesaian:

Langkah 1: Ukur dan keluarkan kuantiti dengan menggunakan Borang Ukur Kuantiti.

			<p>i. Penggalian tanah atas 100 mm tebal</p> <p>Zon A Panjang = 11.5 m + 0.9 m = 12.4 m Lebar = 6.0 m + 0.9 m = 6.9 m</p> <p>Zon B Panjang = 4.5 m + 0.9 m = 5.4m Lebar = 4.5 m + 0.9 m = 5.4m</p> <p>Jumlah Zon A dan Zon B Panjang = 12.4 m + 5.4 m = 17.8 m Lebar = 5.4 m + 6.9 m = 12.3 m</p>				<p>iv. Kerja konkrit untuk asas pad</p> <p>Konkrit padu (1: 2 : 4 - 38 mm batu baur) untuk asas pad dituang ke dalam lubang</p>
			<p>Menggali tanah atas 100 mm tebal bermula dari aras tanah, mengangkat dan membuang lebihan tanah purata jarak 50 m dari tapak.</p>	10	0.90 0.90 0.30	2.43	
	17.80 12.30	218.94					
			<p>ii. Penggalian lubang untuk asas pad</p> <p>Menggali lubang untuk asas pad bermula dari aras yang disediakan tidak melebihi 1.50 m dalam, menimbus semula, memadat, membuang lebihan tanah purata jarak 50 m dari tapak.</p>	10	0.23 0.23 1.00	0.53	<p>v. Kerja konkrit untuk tunggul tiang</p> <p>Konkrit padu (1: 2: 4 - 38 mm batu baur) untuk tunggul tiang.</p>
			<p>iii. Lapisan kedap</p> <p>50 mm tebal lapisan kedap untuk tapak asas pad</p>	10	0.90 0.90	8.10	

Langkah 2: Mengumpul kuantiti dengan menggunakan Borang Abstrak.

Menggali tanah atas 100 mm tebal bermula dari aras tanah, mengangkat dan membuang lebihan tanah purata jarak 50m dari tapak.	
Unit m ² 218.94 ----- 218.94	muka surat 2 219 m ²
Menggali lubang untuk asas pad bermula dari aras yang disediakan tidak melebihi 1.50 m dalam, menimbus semula, memadat, membuang lebihan tanah purata jarak 50m dari tapak.	
Unit m ³ 9.72 ----- 9.72	muka surat 2 10 m ³
50 mm tebal lapisan kedap untuk tapak asas pad	
Unit m ² 8.10 ----- 8.10	muka surat 2 9 m ²
Konkrit padu (1: 2 : 4 – 38 mm batu baur) untuk asas pad di tuang ke dalam lubang	
Unit m ³ 2.43 ----- 2.43	muka surat 2 3 m ³
Konkrit padu (1: 2: 4 – 38 mm batu baur) untuk tunggul tiang.	
Unit m ³ 0.53 ----- 0.53	muka surat 2 1 m ³

Langkah 3: Menganggar kos dengan menggunakan Borang Senarai Kuantiti

<i>Projek: Membina asas pad sebuah rumah satu tingkat</i>							
Butiran	Keterangan Kerja	Unit	Kuantiti	Kadar		Jumlah	
				RM	Sen	RM	Sen
A	Penggalian tanah atas Menggali tanah atas 100 mm tebal bermula dari aras tanah, mengangkat dan membuang lebihan tanah purata jarak 50 m dari tapak.	m ²	219.00	10	00	2190	00
B	Menggali lubang untuk asas pad Menggali lubang untuk asas pad bermula dari aras disediakan tidak melebihi 1.50 m dalam, menimbus semula, memadat, membuang lebihan tanah purata jarak 50 m dari tapak.	m ³	10.00	27	80	278	00
C	Lapisan kedap untuk tapak asas pad 50 mm tebal lapisan kedap	m ²	9.00	3	50	31	50
D	Kerja konkrit untuk asas pad Konkrit padu (1:2:4-38 mm batu baur) untuk asas pad di tuang ke dalam lubang	m ³	3.00	185	50	556	50
E	Kerja konkrit untuk tunggul tiang Konkrit padu (1:2:4-38 mm batu baur) untuk tunggul tiang.	m ³	1.00	185	50	185	50
Jumlah Kos						3241	50

Oleh itu, anggaran kos bagi membina 10 asas pad sebuah rumah satu tingkat ialah RM3241.50.

3.4 PENGURUSAN PROJEK

Pengurusan projek merupakan proses keseluruhan perancangan, kawalan dan koordinasi sesuatu projek pembinaan dari awal hingga akhir bertujuan memenuhi kehendak klien. Dalam pengurusan projek, teknik-teknik seperti Kaedah Laluan Kritikal (Critical Path Method – CPM) serta Penilaian dan Teknik Tinjauan Program (Program Evaluation and Review Technique – PERT) adalah penting dalam menguruskan sesuatu projek yang besar dan kompleks. Pengurusan yang baik akan memberi kesan yang positif terhadap projek pembinaan. Terdapat tiga komponen utama yang menjamin keberkesanan pengurusan projek iaitu tempoh, kos dan kualiti.

1 Tempoh

Untuk memastikan sesuatu projek itu disiapkan dalam tempoh masa yang minimum atau lingkungan jangka waktu yang telah ditetapkan.

2 Kos

Untuk memastikan jumlah kos pada akhir projek tidak melebihi daripada peruntukan asal.

3 Kualiti

Untuk memastikan projek yang diurus mengikut spesifikasi dan kualiti yang ditetapkan agar dapat memenuhi kehendak dan kepuasan klien.

Oleh itu, pengurusan yang berkualiti dan efektif perlu dikendalikan oleh pengurus projek yang berpengalaman dan bertanggungjawab bersama-sama pasukannya. Tugas utamanya memastikan projek berjalan mengikut masa dan jadual yang telah ditentukan. Di samping itu, pengurus projek juga mesti menilai kualiti projek dan menyelaraskan kos selaras dengan peruntukan yang ditetapkan.



TAHUKAH KAMU?

Kos pembinaan projek dikawal melalui perisian yang menghasilkan S-Curve.

3.4.1 Kepentingan Pengurusan Projek dalam Pembinaan

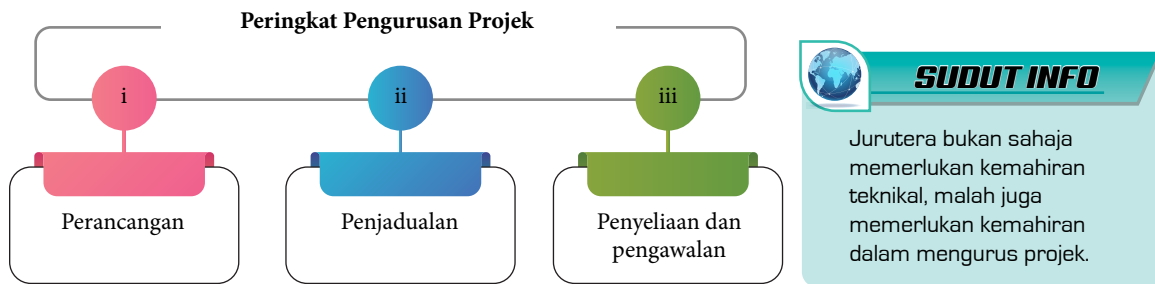
Pengurusan projek adalah penting dalam memastikan kerja-kerja pembinaan dilaksanakan dengan baik dan teratur.

Keputusan pengurusan projek ialah:

- Memastikan kerja-kerja pembinaan dilaksanakan dengan lancar dan sempurna mengikut perancangan asal.
- Merancang dan mengawal kos serta mengesan sebarang perubahan terhadap kos.
- Melaksanakan projek mengikut spesifikasi yang telah ditetapkan bagi mencapai kualiti pembinaan yang baik.

3.4.2 | Peringkat dalam Pengurusan Projek

Terdapat tiga peringkat pengurusan projek yang utama dalam memenuhi objektif pembinaan. Ketiga-tiga peringkat ini akan menggunakan sama ada teknik PERT, CPM atau carta gantt. Peringkat-peringkat tersebut ditunjukkan dalam Rajah 3.20.



Rajah 3.20 Peringkat pengurusan projek

1 Perancangan

Perancangan merupakan peringkat pengurusan projek yang utama merangkumi aktiviti menentukan objektif projek bertujuan untuk memudahkan pengurus projek dan pasukannya menjalankan projek. Kebiasaannya, perancangan projek akan disenaraikan dalam bentuk dokumen formal yang dikenali sebagai skop projek.

Seterusnya, projek akan dibahagikan kepada beberapa komponen yang lebih terperinci dengan kaedah yang dikenali sebagai struktur pembahagian kerja. Contoh struktur pembahagian kerja ialah kerja awalan, kerja substruktur, kerja superstruktur, kerja perpaipan, kerja elektrik, kerja luaran dan sebagainya. Oleh itu, sesuatu aktiviti dapat dijalankan dengan lebih lancar.

2 Penjadualan

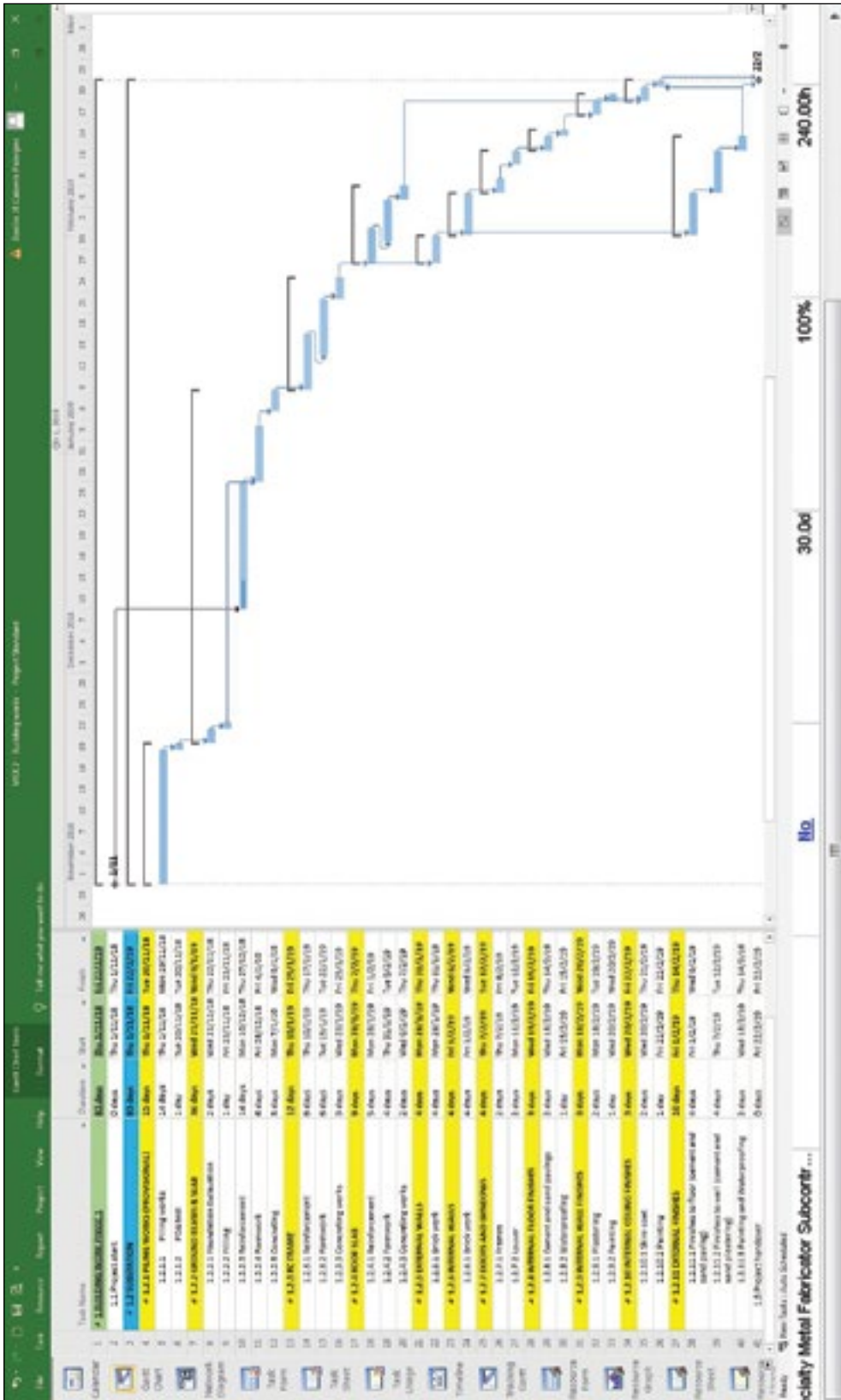
Selepas proses perancangan, proses penjadualan diperlukan untuk menganggarkan jangka masa yang diperlukan untuk menyiapkan setiap aktiviti projek. Anggaran tempoh masa menyiapkan projek ditetapkan dengan membuat perbandingan objektif projek. Sekiranya masa yang dijadualkan melebihi masa yang ditetapkan, tempoh penyiapan projek mesti dikurangkan sama ada dengan menambah sumber tenaga kerja atau dengan menggunakan cara lain yang boleh menyiapkan projek dengan cepat. Selain menambah sumber tenaga kerja, salah satu cara yang boleh digunakan untuk menyiapkan projek dengan cepat adalah dengan kerja lebih masa (overtime), tetapi ini akan menyebabkan kos projek meningkat.

Penjadualan yang boleh digunakan dalam pengurusan projek ialah PERT, CPM atau carta gantt. Tujuan penjadualan adalah untuk:

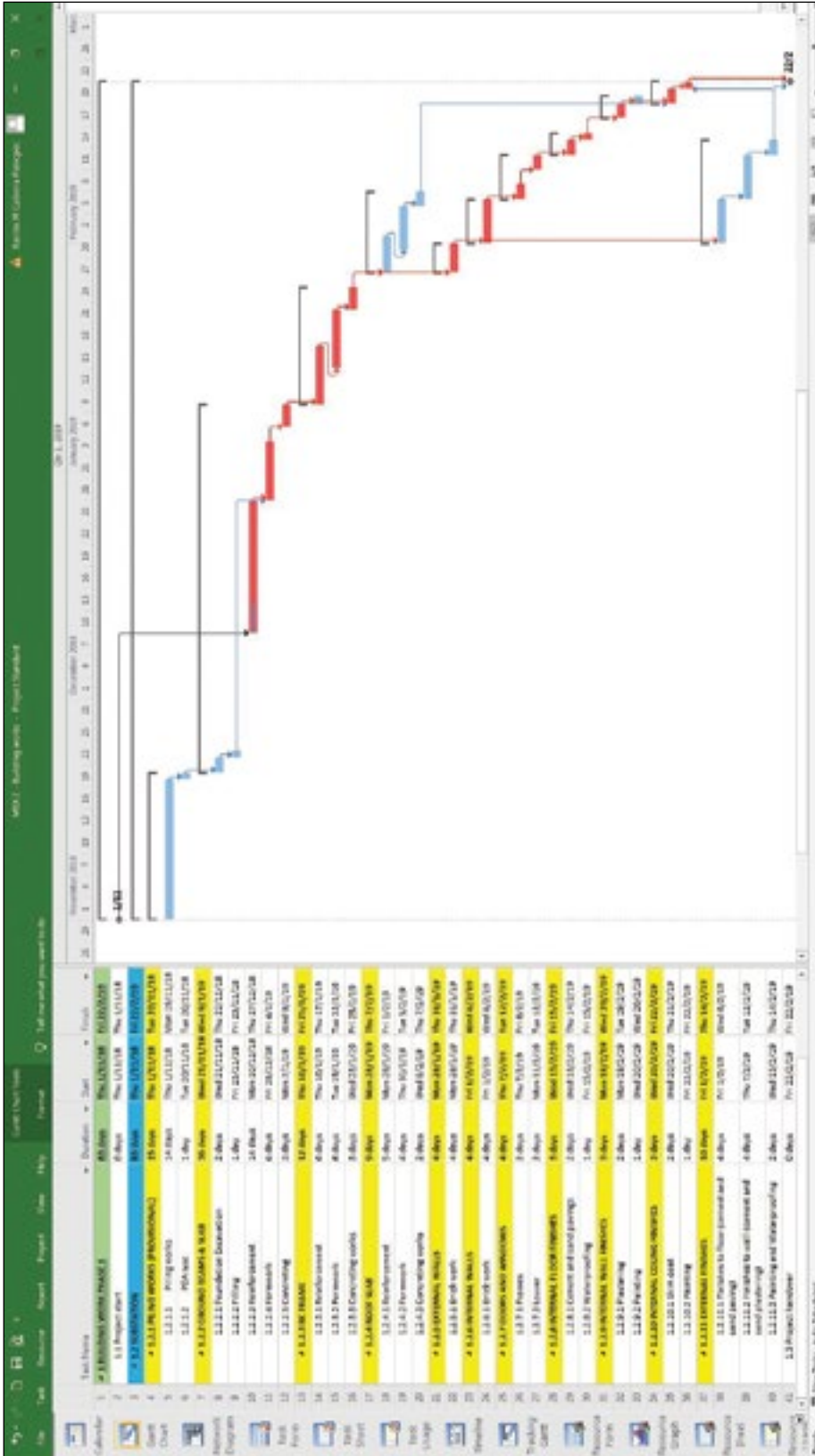
- Menentukan dan menghubungkan antara aktiviti dengan aktiviti yang lain.
- Mengenal pasti hubungan sebelumnya antara aktiviti. Hubungan ini akan ditunjukkan melalui teknik CPM/PERT yang melibatkan graf rangkaian.
- Menetapkan jangka masa untuk menyiapkan penyenggaraan setiap aktiviti. Anggaran tempoh pelaksanaan projek perlu dibuat untuk mengelak kerugian dari segi masa dan kos.
- Mengoptimumkan penggunaan sumber tenaga dan bahan mentah dengan lebih cekap.

Jadual 3.15 menunjukkan penjadualan contoh projek menggunakan kaedah carta gantt dan Jadual 3.16 pula contoh penjadualan projek menggunakan CPM.

Jadual 3.15 Carta gantt



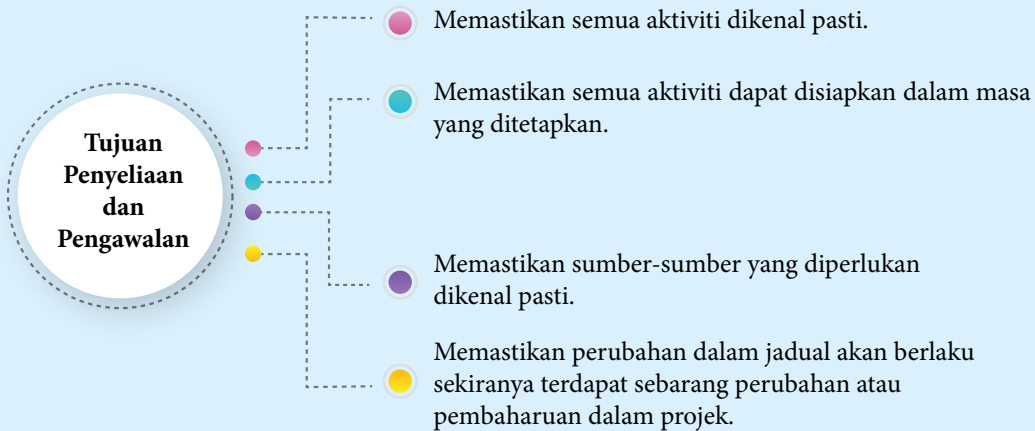
Jadual 3.16 Kaedah laluan kritikal (Critical Path Method–CPM)



3 Penyeliaan dan Pengawasan

Selepas peringkat perancangan dan penjadualan, aktiviti sebenar projek pembinaan akan mula dijalankan. Pengurus projek akan tertumpu pada peringkat penyeliaan dan pengawasan yang merangkumi pengawalan sumber, kos, kualiti dan peruntukan kewangan.

Rajah 3.21 menunjukkan tujuan penyeliaan dan pengawasan dalam projek pembinaan pembangunan.



Rajah 3.21 Tujuan penyeliaan dan pengawasan

3.4.3 Evolusi Pengurusan Projek dalam Pembinaan

Sebelum tahun 1950-an, projek telah diuruskan secara *ad-hoc* dengan menggunakan carta gantt dan alat-alat informal. Carta gantt dicipta pada tahun 1917. Carta gantt merupakan satu carta aktiviti yang dihasilkan secara grafik dengan kaedah menegak atau melintang.

Penggunaan carta gantt bertujuan untuk mengenal pasti masa yang diambil bagi setiap aktiviti pembinaan yang dijalankan. Jadual 3.17 menunjukkan kelebihan dan kekurangan carta gantt.

Jadual 3.17 Kelebihan dan kekurangan carta gantt

Kelebihan	Kekurangan
Mudah untuk dikendalikan.	Tidak dapat mewakili perkaitan tugas antara satu sama lain dengan berkesan.
Mudah untuk difahami dari segi tempoh masa aktiviti yang dijalankan.	

Tahun 1950 merupakan permulaan era pengurusan projek moden dalam bidang kejuruteraan. Teknik pengurusan projek secara sistematik telah digunakan untuk projek-projek kejuruteraan yang kompleks. Dua teknik penjadualan projek telah dibangunkan. Jadual 3.18 menunjukkan evolusi teknik penjadualan projek.

Jadual 3.18 Evolusi teknik penjadualan projek

Kaedah	Kaedah Laluan Kritikal (Critical Path Method – CPM)	Penilaian dan Teknik Tinjauan Program (Programme Evaluation and Review Technique – PERT)
Tujuan	CPM digunakan untuk projek-projek yang menganggap masa aktiviti sebagai penentu yang mana masa bagi setiap aktiviti yang akan dijalankan diketahui.	PERT membolehkan aktiviti-aktiviti stokastik iaitu tempoh di mana setiap aktiviti akan dijalankan tidak pasti atau berbeza-beza.
Penerangan	<ul style="list-style-type: none"> • CPM amat mudah difahami dan amat sistematik bagi kerja pembinaan. • Membantu mengira laluan kritikal melalui gambar rajah yang dihasilkan. • Semua aktiviti kritikal disiapkan dahulu bagi mengelakkan kelewatan penyediaan projek. • Memudahkan tugas pengurus projek untuk mengawal pelaksanaan kerja. • Kesukaran memilih aktiviti yang kritikal dalam projek merupakan kesukaran bagi kaedah ini. 	<ul style="list-style-type: none"> • PERT merupakan salah satu teknik menganalisis bagi menganggarkan tempoh projek supaya siap mengikut perancangan. • PERT ini mudah untuk dikendalikan dan aktiviti yang dijalankan adalah selari antara satu sama lain. • Kaedah ini juga merupakan salah satu kaedah yang membantu penghasilan perancangan yang baik dan membantu melengkapkan setiap satu-satu aktiviti bagi projek yang dijalankan.

Oleh itu, pemboleh ubah yang utama ialah masa. CPM dan PERT merupakan kaedah teknik penjadualan yang paling berjaya sehingga hari ini. CPM dan PERT merupakan teknik-teknik bagi membantu pengurus projek untuk mengatur, mengurus dan mengawal projek-projek yang besar dan kompleks. CPM dan PERT digunakan dalam konteks pengurusan projek yang berbeza.

3.4.4 | Prosedur Penyediaan Jadual Projek

Penjadualan projek yang sempurna merupakan perkara terpenting dalam menentukan tarikh siap sesuatu projek. Pengalaman pengurus projek memainkan peranan penting dalam memastikan ketepatan penjadualan. Penyediaan penjadualan projek adalah dengan menggunakan carta gantt, CPM atau PERT dengan mengambil kira sumber dan aktiviti-aktiviti yang berkaitan dalam kerja-kerja pembinaan.

Prosedur penyediaan jadual projek mestilah merangkumi:

- i. Tentukan projek dan semua aktiviti serta tugas yang berkaitan.
- ii. Bina perhubungan antara aktiviti tersebut dengan menentukan aktiviti yang perlu didahulukan dan diikuti dengan yang lainnya.
- iii. Lukis rangkaian yang menghubungkan semua aktiviti.
- iv. Tentukan masa dan kos yang dijangkakan untuk menyiapkan setiap aktiviti.
- v. Kirakan lintasan yang mengambil masa paling lama dalam rangkaian (lintasan genting).
- vi. Gunakan rangkaian untuk merancang, penjadualan, mengawas dan mengawal projek.

3.4.5 | Membina Carta Kerja Projek Berdasarkan Proses Pembinaan

Penghasilan carta kerja projek pembinaan memerlukan struktur pembahagian kerja yang mesti memenuhi kriteria:

- i. Bahagikan kerja kepada tugas yang boleh diuruskan.
- ii. Anggarkan masa yang diperlukan untuk melengkapkan tugas.
- iii. Tetapkan kebergantungan tugas dan tempoh tugas.
- iv. Tentukan peranan yang diperlukan untuk melengkapkan setiap tugas.

Struktur pembahagian kerja menunjukkan urutan aktiviti kerja dalam projek pembinaan. Struktur ini merangkumi tugas, keperluan setiap tugas serta maklumat hasil dan kos termasuk tarikh mula, tarikh tamat dan tempoh kerja juga diperlukan. Jadual 3.19 menunjukkan struktur pembahagian kerja aktiviti di tapak bina.

Jadual 3.19 Struktur pembahagian kerja

Pembahagian Kerja	Penerangan
Kerja awalan	<ul style="list-style-type: none"> • Membeli bahan binaan • Menyusun atur tapak binaan • Memohon bekalan air, elektik dan telekomunikasi sementara • Melakukan kerja penandaan dan pemancangan (setting out)
Kerja-kerja substruktur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penggalian/pemasangan/konkrit <ul style="list-style-type: none"> • Menggali tapak asas • Membuat penjajaran • Memasang kotak acuan • Membuat lapisan kedap • Memasang tetulang • Kerja-kerja konkrit tapak asas 2. Kerja membuka/penambakan tanah <ul style="list-style-type: none"> • Membuka kotak acuan • Menimbus kembali tanah 3. Membina rasuk bumi <ul style="list-style-type: none"> • Buat penjajaran • Memasang kotak acuan • Memasang tetulang • Memasang penyokong kotak acuan • Kerja-kerja konkrit rasuk bumi. 4. Lantai bawah padu <ul style="list-style-type: none"> • Mengisi tanah, pasir dan batu pejal • Menghampar lapisan plastik • Meletakkan jaringan kawat (BRC) • Meletakkan bancuhan konkrit

Pembahagian Kerja	Penerangan
Kerja superstruktur	<p>1. Membina tiang</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lakukan penjajaran • Memasang tetulang • Memasang kotak acuan • Memeriksa pemasangan secara pugak dan pasang penyokong kotak acuan • Meletakkan bancuhan konkrit <p>2. Membina rasuk bumbung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memasang perancah dan kayu penyokong-T • Memasang kotak acuan • Memasang tetulang • Kukuhkan kotak acuan • Meletakkan bancuhan konkrit <p>3. Kerja-kerja bumbung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memasang kekuda dan kerangka bumbung • Menghamparkan lapisan aluminium • Memasang penutup bumbung <p>4. Kerja bata, melep, pintu, tingkap dan siling</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memasang kerangka pintu • Menerap bata • Memasang kerangka tingkap • Kerja melep • Kerja siling
Kerja perpaipan	<ul style="list-style-type: none"> • Memasang paip bawah tanah untuk bekalan air dan sistem penyaliran kumbahan • Memasang kelengkapan bekalan air dan sistem penyaliran kumbahan • Memasang tangki septik
Kerja elektrik	<ul style="list-style-type: none"> • Meletakkan kabel • Memasang kelengkapan elektrik
Kerja kemas	<ul style="list-style-type: none"> • Memasang jubin lantai dan dinding • Mengecat • Memasang pintu dan tingkap
Kerja-kerja luaran	<ul style="list-style-type: none"> • Kerja longkang dan penanaman rumput

Berikut merupakan langkah-langkah bagi melaksanakan penjadualan projek pembinaan.

- a. Menentukan kaedah penjadualan yang diperlukan.
- b. Menentukan aktiviti jadual/struktur pembahagian kerja.
- c. Menentukan urutan aktiviti.
- d. Menganggar sumber yang diperlukan.
- e. Menganggar tempoh untuk setiap aktiviti.
- f. Membangunkan jadual kerja-CPM dan carta gantt.

Jadual 3.20 Langkah kerja projek pembinaan

Langkah Kerja	Butiran Kerja
1. Semak dokumen kontrak	<ol style="list-style-type: none"> a. Tentukan jenis projek b. Tafsir dokumen kontrak berkaitan
2. Terjemah lukisan projek	<ol style="list-style-type: none"> a. Fahami dan tentukan kehendak lukisan berkaitan b. Senaraikan skop kerja yang terlibat c. Atur aktiviti pembinaan mengikut urutan logik d. Lakukan struktur pembahagian kerja e. Tentukan jenis kerja yang akan dilakukan f. Tentukan spesifikasi dan bahan
3. Tentukan aktiviti jadual	<p>Tentukan skop kerja yang terlibat, susunkannya mengikut struktur pembahagian kerja. Untuk setiap pakej kerja, tetapkan aktiviti yang diperlukan untuk mewujudkan pakej itu:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Asas <ul style="list-style-type: none"> • Menggali tanah • Meletakkan lapisan kedap setebal 50 mm • Meletakkan kotak bentuk • Memasang tetulang • Meletakkan bancuhan konkrit • Memadatkan bancuhan konkrit b. Kerangka struktur (tiang dan rasuk) <ul style="list-style-type: none"> • Memasang kotak bentuk • Memasang tetulang • Meletakkan bancuhan konkrit • Memadatkan bancuhan konkrit c. Bumbung <ul style="list-style-type: none"> • Memasang kekuda • Memasang kerangka bumbung • Memasang lapisan aluminium • Memasang penutup bumbung d. Dinding <ul style="list-style-type: none"> • Memasang kerangka pintu dan tingkap • Menerap bata untuk dinding • Melepa dinding e. Lantai <ul style="list-style-type: none"> • Memasang kotak bentuk • Meletak lapisan batu pejal • Memasang tetulang • Meletakkan bancuhan konkrit • Meletakkan lapisan membran kalis lembap • Meletakkan lapisan kemasan f. Kerja luar <ul style="list-style-type: none"> • Menyiapkan parit • Menyiapkan jalan • Memasang lampu jalan

<p>4. Bina jadual urutan logik</p>	<p>Buat jujukan aktiviti pembinaan sebuah rumah dengan menyusunkan pecahan komponen daripada aktiviti struktur pembahagian kerja mengikut turutan yang sepatutnya berlaku.</p> <table border="1" data-bbox="515 336 1248 662"> <thead> <tr> <th data-bbox="515 336 662 432">Id</th> <th data-bbox="662 336 1041 432">Aktiviti</th> <th data-bbox="1041 336 1248 432">Tempoh (Minggu)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="515 432 662 481">A</td> <td data-bbox="662 432 1041 481">Asas</td> <td data-bbox="1041 432 1248 481">6</td> </tr> <tr> <td data-bbox="515 481 662 529">B</td> <td data-bbox="662 481 1041 529">Kerangka struktur</td> <td data-bbox="1041 481 1248 529">9</td> </tr> <tr> <td data-bbox="515 529 662 577">C</td> <td data-bbox="662 529 1041 577">Bumbung</td> <td data-bbox="1041 529 1248 577">5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="515 577 662 625">D</td> <td data-bbox="662 577 1041 625">Tembok dan lantai</td> <td data-bbox="1041 577 1248 625">7</td> </tr> <tr> <td data-bbox="515 625 662 662">E</td> <td data-bbox="662 625 1041 662">Kerja luaran</td> <td data-bbox="1041 625 1248 662">4</td> </tr> </tbody> </table>	Id	Aktiviti	Tempoh (Minggu)	A	Asas	6	B	Kerangka struktur	9	C	Bumbung	5	D	Tembok dan lantai	7	E	Kerja luaran	4
Id	Aktiviti	Tempoh (Minggu)																	
A	Asas	6																	
B	Kerangka struktur	9																	
C	Bumbung	5																	
D	Tembok dan lantai	7																	
E	Kerja luaran	4																	
<p>5. Anggarkan tempoh untuk setiap aktiviti</p>	<p>Anggaran ini boleh ditentukan melalui kaedah berikut:</p> <p><i>Expert Judgement:</i> Bincang dengan seseorang yang biasa atau berpengalaman mengenai perkara yang diperlukan untuk menyiapkan aktiviti tertentu.</p> <table border="1" data-bbox="515 919 1226 1284"> <thead> <tr> <th data-bbox="515 919 662 1016">Id</th> <th data-bbox="662 919 1069 1016">Aktiviti</th> <th data-bbox="1069 919 1226 1016">Tempoh (Minggu)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="515 1016 662 1064">A</td> <td data-bbox="662 1016 1069 1064">Asas</td> <td data-bbox="1069 1016 1226 1064">6</td> </tr> <tr> <td data-bbox="515 1064 662 1112">B</td> <td data-bbox="662 1064 1069 1112">Kerangka struktur</td> <td data-bbox="1069 1064 1226 1112">9</td> </tr> <tr> <td data-bbox="515 1112 662 1161">C</td> <td data-bbox="662 1112 1069 1161">Bumbung</td> <td data-bbox="1069 1112 1226 1161">5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="515 1161 662 1209">D</td> <td data-bbox="662 1161 1069 1209">Tembok dan lantai</td> <td data-bbox="1069 1161 1226 1209">7</td> </tr> <tr> <td data-bbox="515 1209 662 1284">E</td> <td data-bbox="662 1209 1069 1284">Kerja luaran</td> <td data-bbox="1069 1209 1226 1284">4</td> </tr> </tbody> </table>	Id	Aktiviti	Tempoh (Minggu)	A	Asas	6	B	Kerangka struktur	9	C	Bumbung	5	D	Tembok dan lantai	7	E	Kerja luaran	4
Id	Aktiviti	Tempoh (Minggu)																	
A	Asas	6																	
B	Kerangka struktur	9																	
C	Bumbung	5																	
D	Tembok dan lantai	7																	
E	Kerja luaran	4																	
<p>6. Bina carta gantt</p>	<p>a. Berdasarkan maklumat yang diperoleh, bina jadual carta gantt dan lengkapkan maklumat aktiviti serta tempoh kerja.</p>																		



RUMUSAN

BAB 3

1. Penyiataan tapak penting untuk mendapatkan semua maklumat berkaitan tanah di tapak bina untuk menghasilkan reka bentuk yang selamat dan ekonomi.
2. Keupayaan galas tanah ditafsirkan sebagai kemampuan tanah untuk menanggung beban.
3. Kandungan air dalam tanah juga penting dalam menentukan sifat dan tingkah laku tanah.
4. Ujian kandungan lembapan tanah boleh dibuat secara terus di tapak bina dengan menjalankan ujian speedy dan di makmal dengan menjalankan ujian ketuhar.
5. Keupayaan galas tanah mempunyai perkaitan dengan faktor kekuatan tanah. Antara faktor kekuatan tanah adalah seperti berikut:
 - i. Kandungan udara
 - ii. Kandungan lembapan
 - iii. Tekanan air liang
 - iv. Kandungan bahan organik
 - v. Tekanan sekeliling
6. Proses pembinaan terbahagi kepada lima peringkat iaitu:
 - i. Peringkat perancangan
 - ii. Peringkat analisis dan reka bentuk
 - iii. Peringkat pengurusan
 - iv. Peringkat pembinaan
 - v. Peringkat penyerahan
7. Kelestarian dalam pembinaan mempunyai tiga faktor utama iaitu alam sekitar, sosial dan ekonomi.
8. Kelestarian penting dimulakan pada peringkat awal projek iaitu di peringkat perancangan yang melibatkan perincian reka bentuk dan perincian perancangan.
9. Dalam usaha mewujudkan pembangunan yang lestari, kaedah pembinaan konvensional mesti digantikan dengan kaedah pembinaan yang lestari.
10. Kaedah pembinaan yang dapat menggantikan kaedah konvensional ialah kaedah pembinaan IBS.
11. Taksiran ialah proses menganggar kos bagi sesebuah projek pembinaan yang disediakan oleh juruukur bahan.
12. Kos langsung terdiri daripada:
 - i. Kos bahan binaan
 - ii. Kos upah pekerja
 - iii. Kos loji dan alatan

13. Kos tidak langsung pula terdiri daripada kos pengurusan dan keuntungan.
14. Terdapat lima kaedah penyediaan taksiran untuk sesuatu projek pembinaan iaitu:
 - i. Isi padu
 - ii. Keluasan lantai
 - iii. Penilaian unit
 - iv. Nilai kuantiti hampir
 - v. Senarai kuantiti
15. Langkah-langkah dalam menyediakan senarai kuantiti bagi membuat anggaran kos adalah seperti yang berikut:
 - i. Mentafsir lukisan
 - ii. Mengukur dan mengeluarkan kuantiti
 - iii. Mengumpulkan kuantiti
 - iv. Menganggar kos
16. Pengurusan projek ialah suatu proses keseluruhan perancangan, kawalan dan koordinasi sesuatu projek pembinaan dari awal hingga akhir bertujuan memenuhi kehendak klien.
17. Kepentingan pengurusan projek ialah:
 - i. Memastikan kerja-kerja pembinaan dilaksanakan dengan lancar dan sempurna mengikut perancangan asal.
 - ii. Merancang dan mengawal kos serta mengesan sebarang perubahan terhadap kos.
 - iii. Melaksanakan projek mengikut spesifikasi yang telah ditetapkan bagi mencapai kualiti pembinaan yang baik.
18. Tiga peringkat dalam pengurusan projek adalah seperti berikut:
 - i. Perancangan
 - ii. Penjadualan
 - iii. Penyeliaan dan pengawalan



LATIHAN PENGUKUHAN

1. Jelaskan keperluan terhadap penyiasatan tapak dan kesannya jika tidak dijalankan.
2. Huraikan perkaitan antara nilai keupayaan galas tanah dengan kekuatan tanah.
3. Huraikan kelebihan pembinaan lestari berbanding dengan kaedah konvensional.
4. Jelaskan kelebihan senarai kuantiti berbanding kaedah lain dalam penyediaan taksiran untuk sesuatu projek pembinaan.
5. Konsep asas pengurusan projek adalah untuk memastikan tempoh, kos dan kualiti dapat dicapai sebagaimana objektif yang telah ditetapkan. Jelaskan.
6. Pengurusan projek mempunyai tiga fasa utama. Huraikan dan berikan contoh bagi setiap fasa tersebut.

BAB 4

UKUR KEJURUTERAAN

Standard Kandungan

4.1 Kerja Geomatik (Ukur tanah)



Kata Kunci

- Ukur tanah
- Kaedah teodolit
- Aras formasi



4.1 KERJA GEOMATIK (UKUR TANAH)

Kerja geomatik boleh ditakrifkan sebagai satu cara atau kesenian membuat ukuran terhadap kedudukan relatif titik-titik yang berada di atas permukaan bumi dan buatan untuk menghasilkan keadaan sebenar perihal kawasan tersebut. Seterusnya, apabila titik tersebut diplot di atas sekeping kertas dengan menggunakan skala yang bersesuaian, maka akan terbentuklah keadaan muka bumi semula jadi dan buatan seperti bangunan, jalan, sungai, longkang, bukit dan sebagainya supaya dapat dibentuk dalam bentuk pelan atau peta. Selain itu, kerja geomatik bertujuan bagi menentukan dimensi, bentuk dan keluasan kawasan yang akan diukur.

Geomatik atau dahulunya dikenali sebagai Ukur Tanah juga disebut sebagai suatu disiplin dalam mengukur dan memungut maklumat fizikal bumi dan diproses ke dalam pelbagai penghasilan.

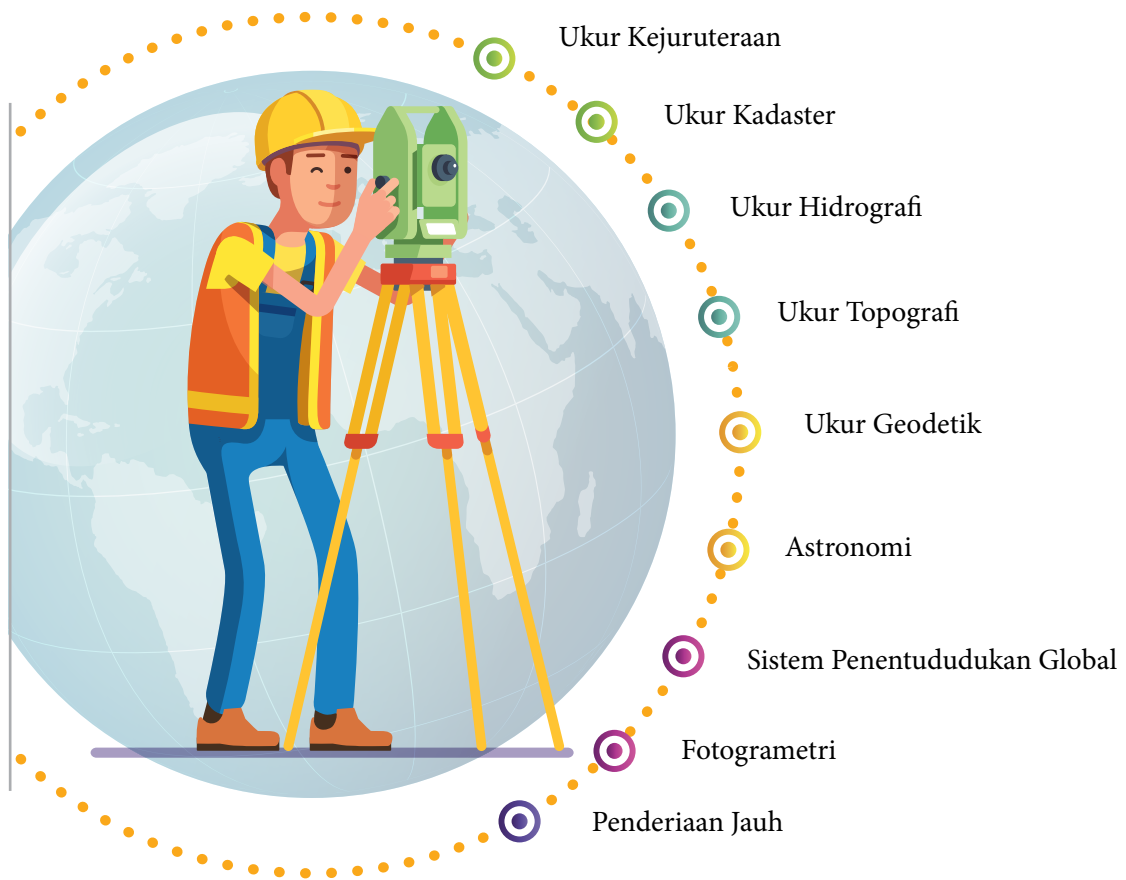
4.1.1 Tujuan Kerja Geomatik (Ukur Tanah)



Rajah 4.1 Tujuan kerja geomatik



Geomatik boleh dibahagikan kepada beberapa bidang dengan mengikut tujuannya:



a. Ukur Kejuruteraan

Ukur kejuruteraan dijalankan bagi memenuhi keperluan berikut:

- Perolehan data-data spasial bumi untuk kegunaan reka bentuk kerja-kerja kejuruteraan awam.
- Pemancangan tanda (setting out) struktur binaan kejuruteraan awam kepada parameter-parameter yang ditetapkan.
- Menghasilkan pelan lengkap bagi tujuan kerja-kerja kejuruteraan.

b. Ukur Kadaster

- Pengeluaran Surat Hak Milik.
- Merizab tanah bagi kegunaan kerajaan seperti:
 - Jalan
 - Tali air
 - Landasan kereta api
 - Takungan air dan sebagainya
- Pengambilan balik tanah untuk tujuan awam seperti:
 - Sekolah
 - Masjid
 - Tanah perkuburan dan sebagainya
- Ukur kawalan

c. Ukur Hidrografi

- i. Penyusunan dan penyediaan carta nautika, carta batimetrik, kerja-kerja pembinaan dan penyelenggaraan pelabuhan.
- ii. Kerja-kerja cari gali minyak dan gas asli.

d. Ukur Topografi

- i. Pemungutan dan pengumpulan data mengenai kedudukan dan bentuk paramuka-paramuka di permukaan bumi.

e. Ukur Geodetik

- i. Menentukan titik kawalan dengan menggunakan peralatan yang berkejituan tinggi.
- ii. Meningkatkan mutu koordinat-koordinat jaringan titik kawalan negara yang dahulunya ditentukan dengan kaedah konvensional.

f. Astronomi

- i. Menentukan posisi di permukaan bumi dalam bentuk latitud dan longitud astronomi.
- ii. Mendapatkan azimut bagi ukur terabas.
- iii. Menentukan anak bulan Ramadhan dan Syawal.

g. Sistem Penentududukan Global (Global Positioning Satellite System– GPSS)

- i. Satu kaedah canggih dalam menentukan kedudukan di atas bumi.
- ii. Meningkatkan mutu koordinat-koordinat jaringan titik kawalan negara yang dahulunya ditentukan dengan kaedah konvensional.
- iii. Menggunakan sistem satelit dalam pengukuran.

h. Fotogrametri

- i. Maklumat daripada gambar udara digunakan untuk menyediakan peta.

i. Penderiaan Jauh (Remote Sensing)

- i. Pemungutan data mengenai objek atau bahan di permukaan bumi atau ruang udara dengan alat penderia (sensor) dari platform yang terletak jauh dari objek itu.



Sila Imbas
Jabatan Ukur
dan Pemetaan
Malaysia
(JUPEM)

4.1.2 | Kepentingan Kerja Geomatik (Ukur Tanah)

Perkataan geomatik digunakan begitu meluas pada masa ini dalam pelbagai bidang. Secara umum, ilmu geomatik digunakan untuk memberi gambaran dan maklumat jelas mengenai rupa bentuk muka bumi. Hal ini termasuk semua butiran yang berada sama ada di atas atau di bawah permukaan tanah. Gambaran dan maklumat ini boleh dinyatakan secara grafik atau berangka.

Penggunaan maklumat dan gambaran yang diberikan adalah berbeza mengikut keperluan bidang-bidang tertentu. Mungkin sesuatu maklumat itu amat penting bagi sesuatu bidang, tetapi tidak begitu berguna bagi bidang lain. Bagi memenuhi keperluan pelbagai bidang dengan syarat dan kejituan yang diperlukan kadangkala berbeza, maka secara umum ilmu geomatik boleh dibahagikan kepada ukur geodetik, topografi, kadaster, astronomi, hidrografi, fotogrametri dan kejuruteraan.

Dalam nota ini, kita telah senaraikan beberapa kepentingan bagi kerja geomatik mengikut kepelbagaian bidang dalam ilmu ukur seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.2.

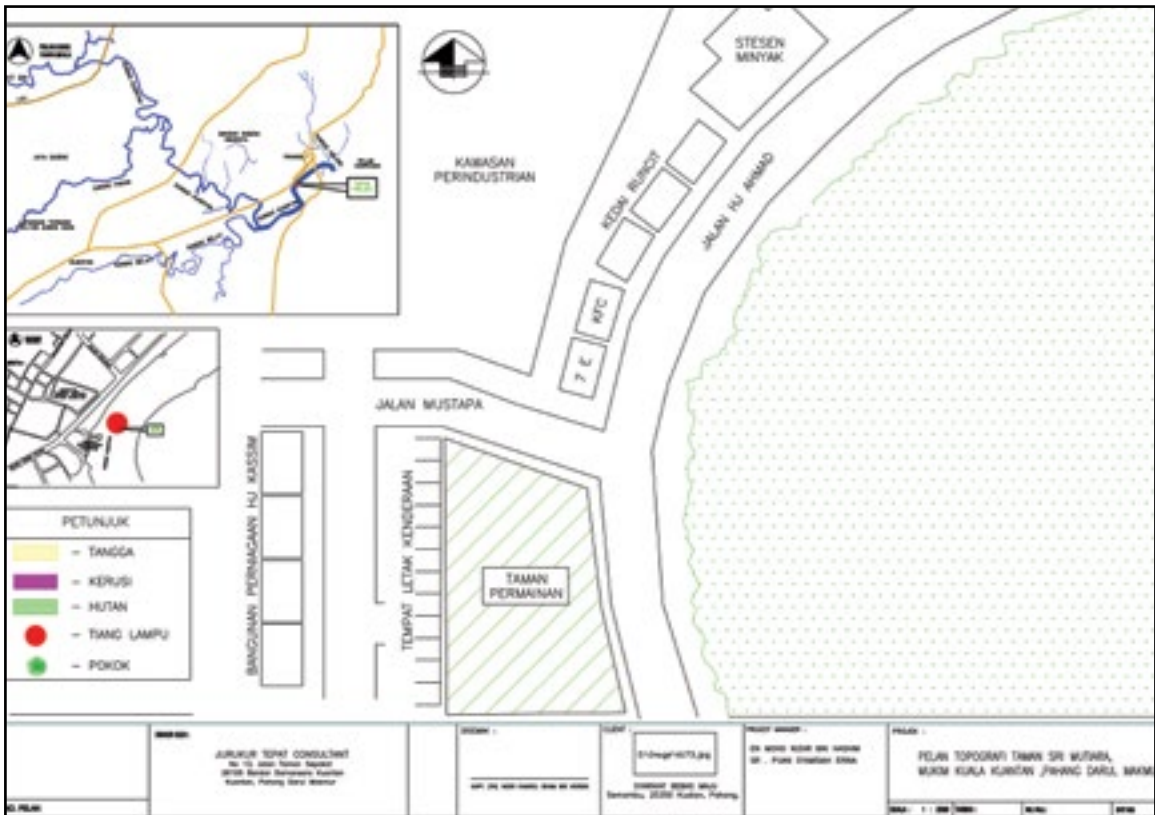


Rajah 4.2 Kepentingan kerja geomatik

1 Membantu dalam menyediakan pelan topografi yang menunjukkan ciri-ciri semula jadi.

Ukur topografi ialah satu lagi jenis pengukuran tanah penting yang digunakan untuk mengenal pasti dan memetakan kontur tanah dan ciri-ciri sedia ada pada permukaan bumi seperti pokok, bangunan, sungai, jalan dan sebagainya. Sebelum apa-apa jenis aktiviti pembinaan bermula, penting untuk mempunyai pengukuran topografi yang dilakukan di kawasan itu supaya rekod yang tepat tentang keadaan sedia ada di tanah itu wujud.

Tujuan pengukuran topografi adalah untuk mengumpul data tentang alam semula jadi dan ciri buatan manusia, serta ketinggiannya. Peta topografi digunakan untuk menunjukkan ketinggian dan penggredan untuk digunakan oleh arkitek, jurutera, Jabatan Perhutanan dan Perancang Bandar. Rajah 4.3 menunjukkan contoh pelan topografi.

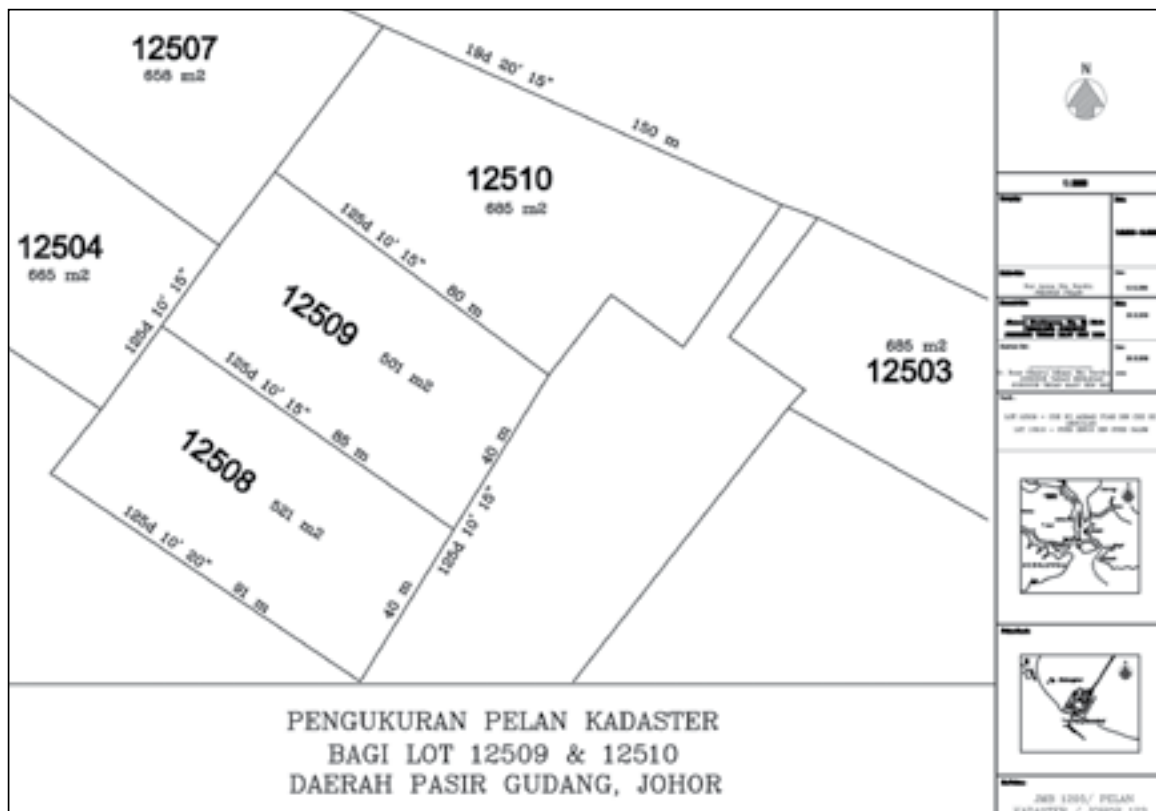


Rajah 4.3 Pelan topografi

2 Membantu untuk mempersiapkan pelan kadaster yang memperlihatkan sempadan harta tanah dan hak tanah yang lain.

Pelan kadaster ialah pelan yang menunjukkan maklumat-maklumat tanah yang telah diukur. Pelan ini merupakan pelan yang diluluskan oleh Pengarah Ukur dan Pemetaan sama ada dalam bentuk salinan atau berdigit. Contoh mudah pelan kadaster mungkin pelan sebuah kampung yang menunjukkan sempadan semua petak atau lot dalam kampung. Pelan ini tidak hanya menunjukkan sempadan garisan lot, mereka memberikan pengukuran pada setiap lot. Pelan ini juga menyediakan orang ramai dengan maklumat mengenai hak harta benda.

Pelan ini juga bertujuan untuk memberi info terperinci bagaimana tanah itu digunakan, jadi orang yang berminat dalam pola penggunaan tanah boleh mengenal pasti kawasan yang menarik. Rajah 4.4 menunjukkan contoh pelan kadaster.



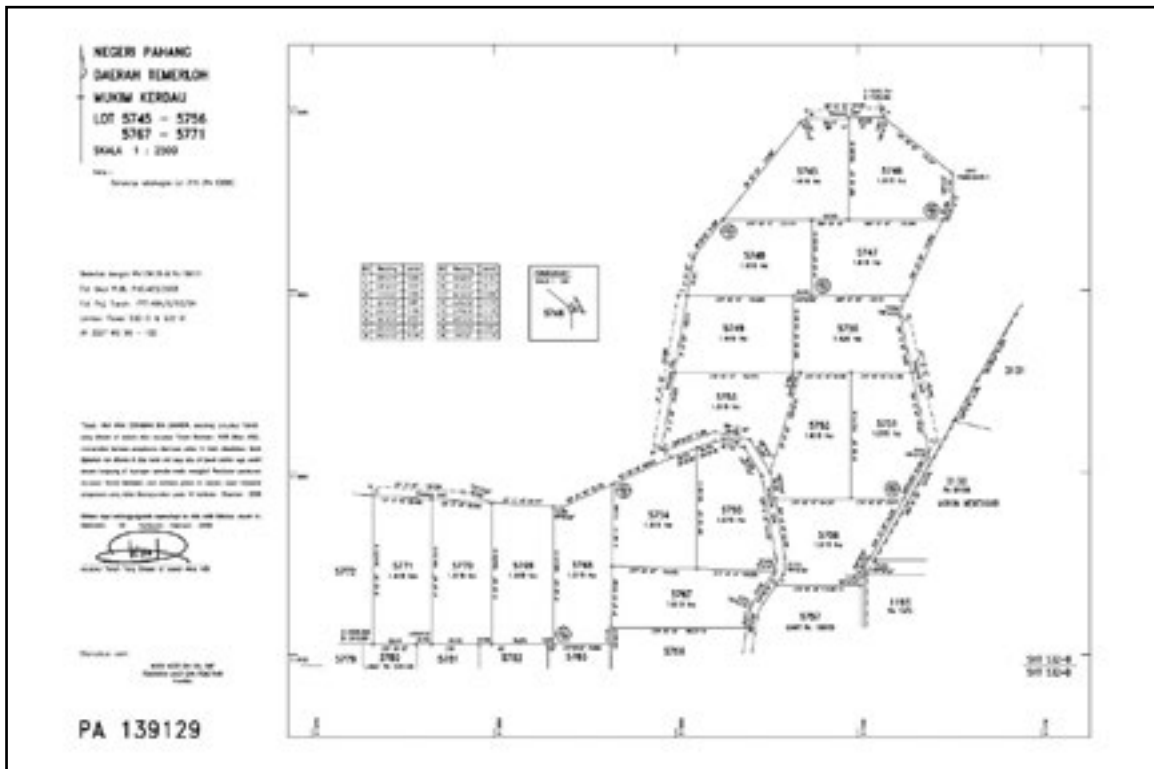
Rajah 4.4 Pelan kadaster

Pelan kadaster pada dasarnya ialah pengukuran sempadan. Terutamanya bagi tujuan undang-undang untuk menetapkan sempadan dan penggunaan hak milik tanah secara tepat.

Ukur sempadan membolehkan anda mengetahui di mana had sempadan tanah anda atau had garisan tanah. Pelan kadaster berbeza dengan pelan akui. Pelan kadaster dihasilkan berdasarkan rujukan pada pelan akui kawasan yang perlu dibuat pengukuran. Pelan akui boleh diperoleh di Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM). Rajah 4.5 menunjukkan contoh pelan akui (PA).

Contoh:

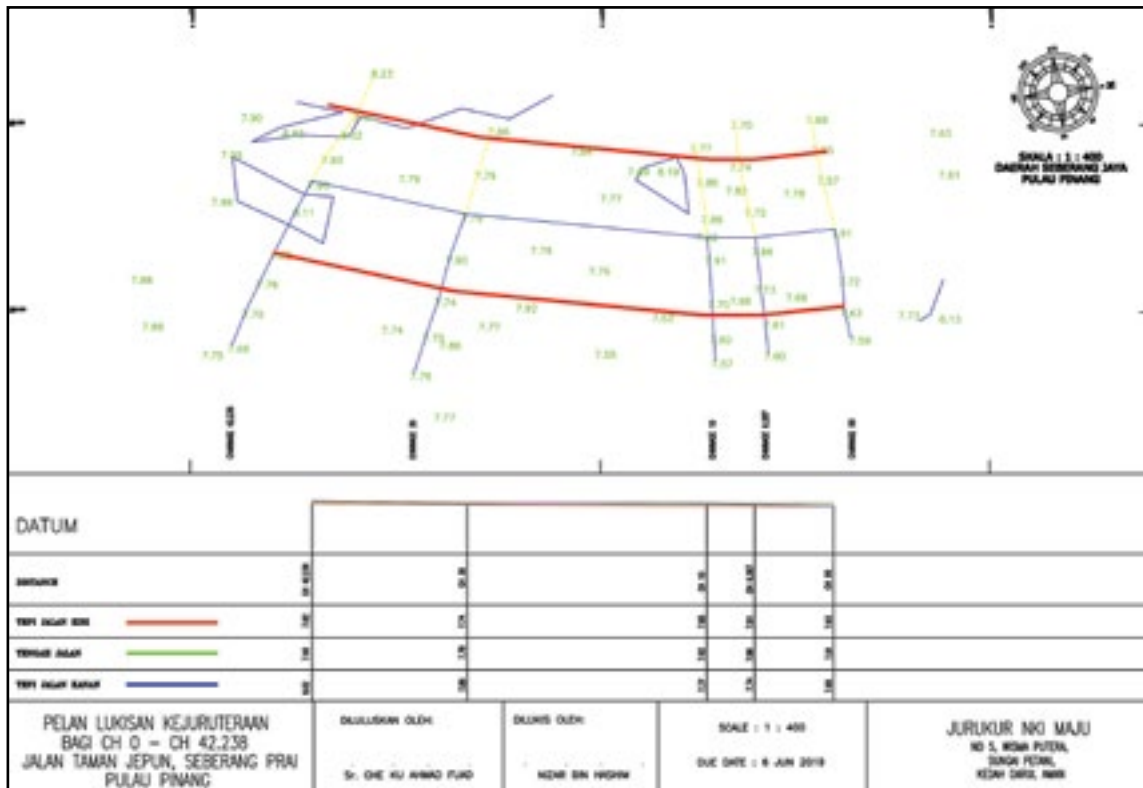
Contoh apabila pengukuran tanah diperlukan ialah jika keluarga anda mahu membahagikan tanah dan pemindahan pemilikan tanah kepada ahli keluarga yang lain, pengukuran sempadan adalah salah satu daripada langkah pertama dalam proses ini. Oleh yang demikian, pelan akui diperlukan sebagai rujukan untuk kerja-kerja pengukuran tanah dalam pecah bahagi. Rajah 4.5 menunjukkan contoh pelan akui (PA).



Rajah 4.5 Pelan Akui (PA)

3 Membantu menyediakan pelan kejuruteraan yang menunjukkan butiran kerja kejuruteraan seperti jalan, kereta api, kolam takungan, terowong dan sebagainya.

Pelan kejuruteraan ialah pelan yang mengandungi pelbagai maklumat ukur yang digunakan untuk kerja pembinaan kejuruteraan seperti jalan raya, bangunan, empangan dan sebagainya. Pelan ini menjadi rujukan kepada jurutera dan arkitek yang terlibat dengan projek kejuruteraan untuk memberikan maklumat tentang utiliti, pemasangan kerja awam dan fenomena alam yang menjadi perhatian. Kejuruteraan reka bentuk memerlukan pengukuran tanah yang tepat bagi tujuan mereka bentuk. Rajah 4.6 menunjukkan contoh pengukuran kejuruteraan.

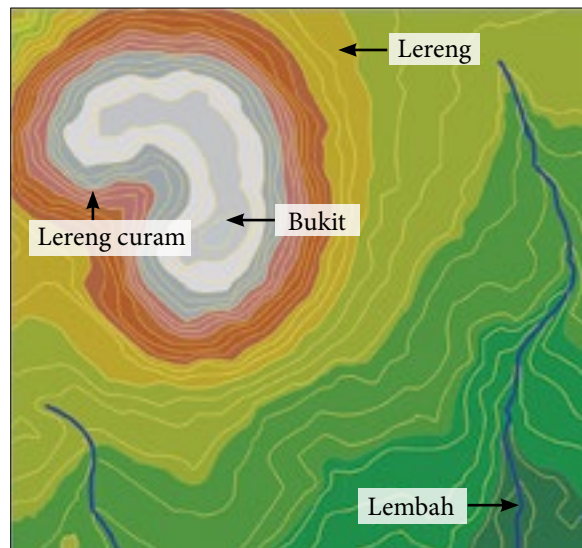


Rajah 4.6 Contoh pengukuran kejuruteraan

4 Membantu menyediakan pelan kontur untuk menentukan kecuraman atau kelandaian cerun.

Pelan kontur ialah pelan yang digambarkan dengan garis kontur, contohnya peta topografi, yang mana menunjukkan lembah, bukit dan kecuraman atau kelandaian cerun.

Pelan kontur sangat berguna untuk pelbagai kerja kejuruteraan. Jurutera awam mengkaji garisan kontur dan mengetahui sifat pelbagai bidang untuk mengenal pasti tapak yang sesuai untuk projek mereka. Kerja-kerja boleh dianggarkan untuk projek-projek kejuruteraan awam seperti kerja-kerja jalan raya, kereta api, empangan dan lain-lain. Kuantiti aliran air di mana-mana titik sungai juga boleh didapati. Kontur sangat penting dalam menentukan paras berlakunya banjir. Rajah 4.7 menunjukkan pelan kontur yang diambil dari foto udara.



Rajah 4.7 Pelan kontur

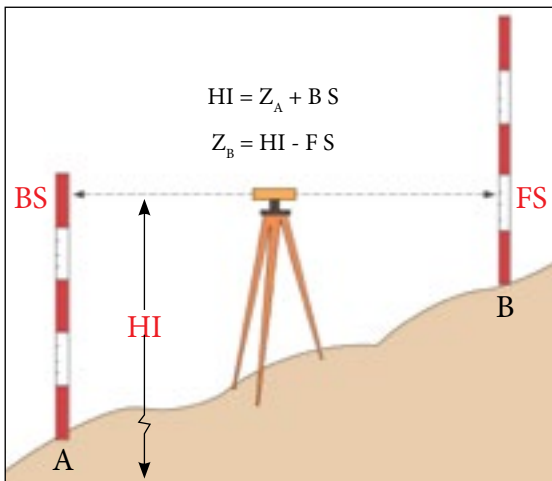
5 Membantu dalam kerja tinjauan kawalan bagi mewujudkan kedudukan kawalan mengufuk dan pugak.

Ukur kawalan ialah pengukuran yang dijalankan bagi mencapai ketepatan yang lebih tinggi daripada ketepatan biasa. Kawalan mengufuk dan menegak dibuat untuk mewujudkan rangka kerja supaya pengukuran yang lain boleh diselaraskan. Batu Aras ialah titik di atas tanah atau sebarang struktur tetap yang diketahui kedudukan ufuk dan tegak.

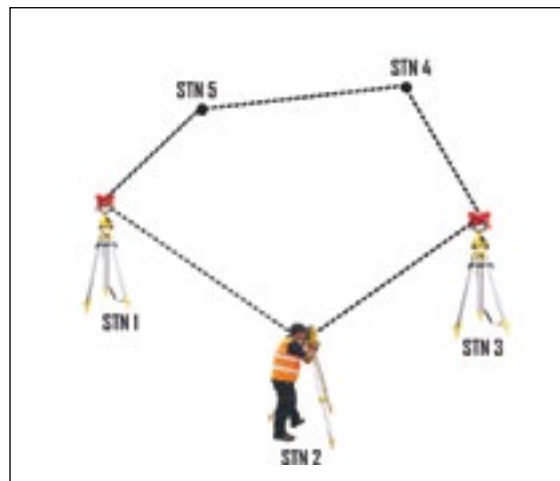
Batu aras digunakan sebagai titik permulaan semua jenis pengukuran. Titik kawalan tambahan atau titik kerja ditetapkan di tapak jika diperlukan untuk memastikannya tepat dan mengikut sistem grid kebangsaan. Foto 4.1 menunjukkan titik kawalan yang digunakan di Malaysia. Rajah 4.8 menunjukkan kaedah pengukuran pugak dan Rajah 4.9 menunjukkan kaedah pengukuran mengufuk.



Foto 4.1 Titik kawalan yang digunakan di Malaysia



Rajah 4.8 Kaedah pengukuran pugak



Rajah 4.9 Kaedah pengukuran mengufuk

4.1.3 Kaedah Kerja Geomatik (Ukur Tanah) dalam Kejuruteraan Awam

Dalam kejuruteraan awam, beberapa kaedah pengukuran diamalkan. Antara kaedah kerja ukur tanah dalam kejuruteraan awam ialah:



SEBELUM

Sebelum

- a. Tinjau kawasan
- b. Carian datum

Semasa

- a. Pemancangan tanda
 - Pemancangan tanda jalan
 - Pemancangan tanda bangunan
 - Pemancangan tanda longkang
- b. Ukur aras (Kawalan pugak)
- c. Ukur terabas (Kawalan mengufuk)
- d. Kontur
- e. Ukur butiran

Selepas

- a. Pengukuran semula (As-Built)

BAB 4

a

Tinjauan Kawasan

Peninjauan bertujuan untuk mendapatkan gambaran yang menyeluruh mengenai kawasan yang hendak diukur supaya memudahkan juruukur menimbangkaedah mengukur paling sesuai dan memilih kedudukan stesen-stesen ukur. Jika peta atau pelan bagi kawasan tersebut telah ada, hal ini menjadi bantuan yang berguna pada ketika itu. Pertimbangan dalam kerja peninjauan berdasarkan beberapa faktor iaitu:

1. Tujuan pengukuran dijalankan
2. Kejituan kerja yang diperlukan
3. Kemudahan-kemudahan yang tersedia
4. Kos pengendalian
5. Masa yang diperuntukkan atau diperlukan

Datum merupakan satu garisan yang mana bearing dan jaraknya diakui betul sama ada melalui cerapan matahari atau melalui pengukuran. Garisan ini menjadi garisan rujukan untuk sesuatu kerja ukur dan juga digunakan untuk mencari koordinat yang tetap dan kekal. Oleh itu, datum adalah sangat penting dalam memulakan satu-satu kerja pengukuran.

Pemilihan stesen ukur (datum) adalah penting untuk melancarkan kerja pengukuran. Juruukur perlulah memberi perhatian kepada perkara-perkara berikut:

- 1 Dua tanda ukur daripada pengukuran terdahulu yang mana kedudukannya bersebelahan dibuktikan dalam pengukuran atau dengan cara terabas dan hitungan dengan tilikan matahari untuk menentukan kedua-duanya masih dalam keadaan asal dalam had yang dibenarkan.
- 2 Tiga tanda ukur daripada pengukuran terdahulu yang mana dua daripadanya berkedudukan bersebelahan dan dibuktikan dengan pengukuran sudut dan jarak atau cara terabas dan hitungan masih dalam keadaan asal dalam had yang dibenarkan.
- 3 Mana-mana dua tanda ukur daripada pengukuran terdahulu yang dibuktikan masih dalam keadaan asal dalam had yang dibenarkan melalui kaedah GPS seperti yang ditetapkan oleh jabatan.

SEMASA

Pemancangan Tanda

Pemancangan tanda ialah satu proses untuk memindahkan reka bentuk dalam pelan ke tapak binaan. Pemancangan tanda memerlukan kerja-kerja pengukuran yang mana juruukur akan memindahkan titik-titik yang terdapat di dalam pelan ke tanah tapak binaan. Pelan yang menjadi rujukan ialah pelan arkitek di mana orientasi bangunan dinyatakan dalam bentuk sudut.

Dengan menggunakan sama ada teodolit atau *total station*, juruukur akan memindahkan titik-titik pada empat penjuru bangunan dan ditandakan pada profil yang terlebih dahulu dibina. Setelah titik-titik tersebut diberikan, pembantu juruukur akan menandakan setiap kedudukan *grid line*. Sekiranya terdapat perbezaan antara ukuran yang diberikan oleh juruukur dengan penandaan oleh pembantu juruukur ini, bermakna terdapat kesalahan kerja sama ada di pihak juruukur atau pembantu.

Oleh itu, pengukuran yang tepat dari *grid line* ke *grid line* mestilah diberikan perhatian. Begitu juga sebarang perbezaan bearing atau sudut pada pelan arkitek berbanding dengan pelan juruukur mestilah diselesaikan sebelum membuat pemancangan tanda.

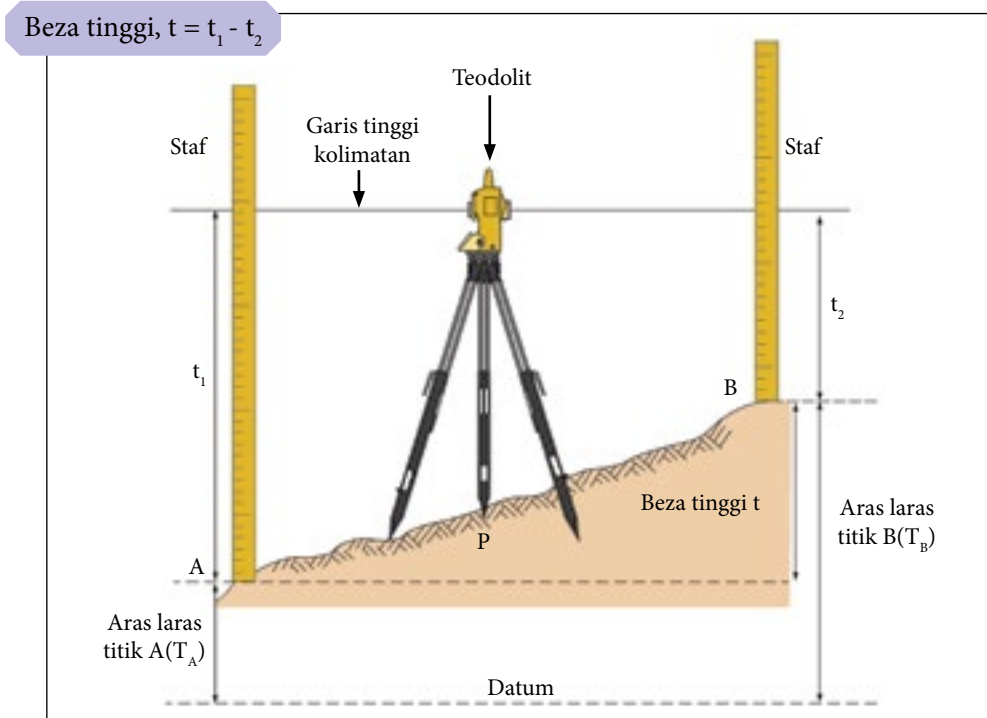
Juruukur seharusnya memberikan *point off set* sebagai rujukan di kemudian hari. *Point off set* ini bermakna kedudukan sesuatu titik tersebut dipindahkan, contohnya satu meter dari kedudukan asal pada kedua-dua paksi x dan y. Hal ini bermakna setelah penggalian untuk tapak atau *pile cap* dilakukan, titik yang telah hilang akibat kerja penggalian tersebut boleh ditandakan semula tanpa perlu memanggil juruukur. Caranya adalah dengan memasukkan semula titik rujukan sebanyak satu meter pada paksi x dan y. Antara pemancangan tanda yang dilakukan ialah:

1. Pemancangan tanda jalan
2. Pemancangan tanda bangunan
3. Pemancangan tanda longkang

b Ukur Aras

Kedudukan dua titik di atas permukaan bumi boleh ditentukan dengan pengukuran sudut dan jarak. Maklumat kedudukan titik ini masih dikira tidak lengkap jika data perbezaan ketinggian antara dua titik ini tidak diketahui. Oleh itu, pengukuran bagi menentukan perbezaan ketinggian antara titik di atas permukaan bumi yang dipanggil ukur aras perlu dijalankan.

Prinsip ukur aras adalah dengan penggunaan alat ukur aras, kita akan dapat membentuk satu garis pandangan, iaitu garis kolimatan bagi alat ini yang terletak dalam suatu satah ufuk melalui bebenang ufuk bagi alat. Operasi ukur aras lebih terletak kepada menentukan jarak pugak dari garisan ini kepada titik-titik yang ukuran tinggi atau perbezaan ketinggian berkait antara satu sama lain. Rajah 4.10 menunjukkan prinsip perbezaan ketinggian titik.



Rajah 4.10 Prinsip perbezaan ketinggian titik

1 Tujuan Ukur Aras

Ukur aras diperlukan untuk:

- i. Mendapatkan beza tinggi antara dua titik.
- ii. Mendirikan Batu aras (Bench mark) dan Batu aras sementara (Temporary bench mark) untuk sesuatu projek pembinaan.
- iii. Mendapatkan keratan rentas dan memanjang yang menunjukkan profil tanah bagi projek laluan, pengairan dan sebagainya.
- iv. Menghasilkan peta kontur bagi sesuatu kawasan pembinaan.
- v. Untuk kerja-kerja ukur kawalan pugak semasa memancang tanda.
- vi. Menanda kecerunan tanah untuk tujuan tertentu seperti kerja penambakan dan pemotongan tebing serta pengaliran air.

2 Istilah-istilah dalam Ukur Aras

i. Garis Aras

Garis mendatar yang selari dengan permukaan ufuk bumi. Contoh yang paling senang dilihat ialah permukaan air di sebuah tasik. Garisan ini akan bersudut tepat dengan garis graviti bumi.

ii. Aras Laras (Reduced Level)

Aras laras bagi sesuatu titik ialah ketinggian (ukuran tinggi) baginya yang telah diukur dengan merujuk kepada suatu permukaan aras tetap dikenali sebagai datum atau aras kiraan untuk sesuatu titik, sama ada berada di sebelah atas atau bawah datum yang telah dipilih.

iii. Batu Aras (Bench Mark)

Batu aras ialah suatu titik rujukan tetap yang terletak di atas permukaan bumi, yang arasnya telah diketahui nilai ukuran tingginya dengan dirujuk kepada datum tertentu.

iv. Batu Aras Sementara (Temporary Bench Mark)

Batu aras sementara ialah titik-titik tetap bersifat kurang kekal dan dibentuk berdekatan pada tapak ukur bagi menjimatkan kerja-kerja rujukan kepada batu aras yang mungkin terlalu jauh.

v. Pandangan Belakang (Backsight)

Pandangan belakang ialah bacaan staf pertama yang diambil di atas satu titik yang diketahui ukuran tingginya.

vi. Pandangan Hadapan (Foresight)

Pandangan hadapan ialah bacaan staf terakhir yang diambil sebelum dipindahkan alat aras kepada kedudukan titik yang lain.

vii. Pandangan Antara (Intermediate Sight)

Pandangan antara merupakan bacaan-bacaan staf yang diambil pada titik-titik antara yang terletak di antara pandangan belakang dengan pandangan hadapan.

viii. Titik Pindah (Change Point)

Titik pindah ialah satu titik yang mana padanya, kedua-dua pandangan, iaitu mula diambil pandangan hadapan dan kemudiannya dibuat pula pandangan belakang.

C

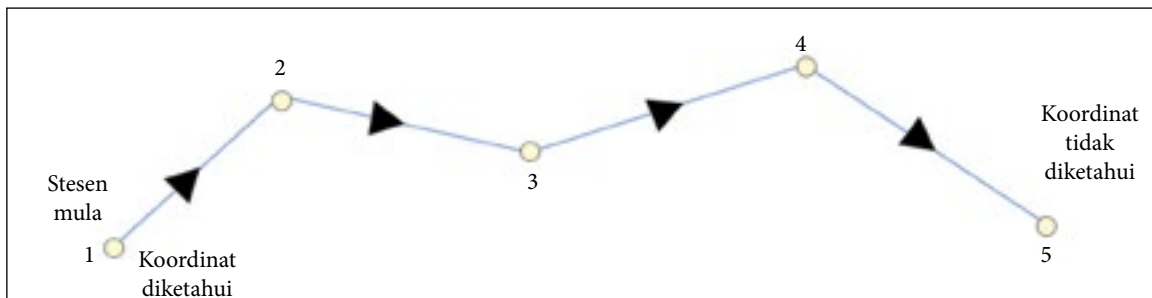
Ukur Terabas

Terabas menghasilkan satu jaringan titik atau stesen (hentian ukur) yang ditandakan di atas permukaan tanah. Stesen-stesen ini merupakan satu sistem kawalan yang dapat diplotkan dengan tepat berdasarkan skala yang tertentu. Kedudukan butiran-butiran semula jadi atau cipta jadi adalah relatif kepada jaringan terabas ini. Hal ini bermakna, butiran-butiran tersebut boleh diplotkan dengan merujuk pada jaringan stesen kawalan dalam terabas tersebut. Terdapat dua jenis terabas iaitu:

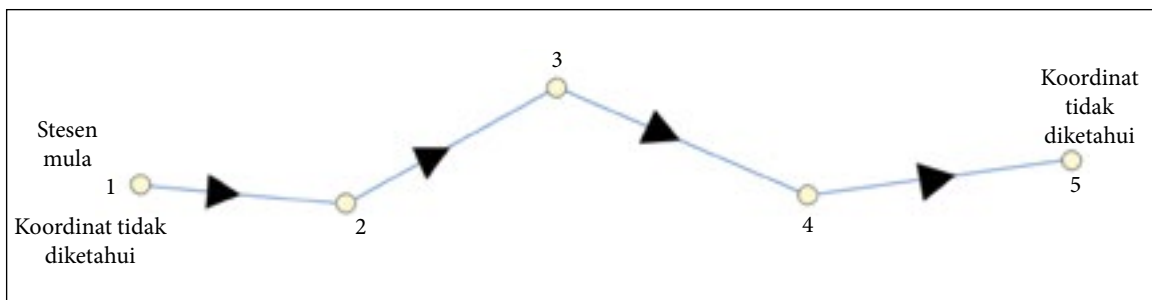
1. Terabas terbuka (Open traverse)
2. Terabas tertutup (Closed traverse)

1 Terabas Terbuka

Terabas terbuka ialah kerja ukur yang dilakukan tidak dimulakan atau diakhiri atau kedua-duanya sekali pada titik-titik yang berkoordinat. Terabas jenis ini sukar untuk dilakukan pelarasan. Terabas terbuka ini biasanya digunakan untuk mengukur jalan raya. Rajah 4.11 menunjukkan terabas terbuka jenis pertama dan Rajah 4.12 menunjukkan terabas terbuka jenis kedua.



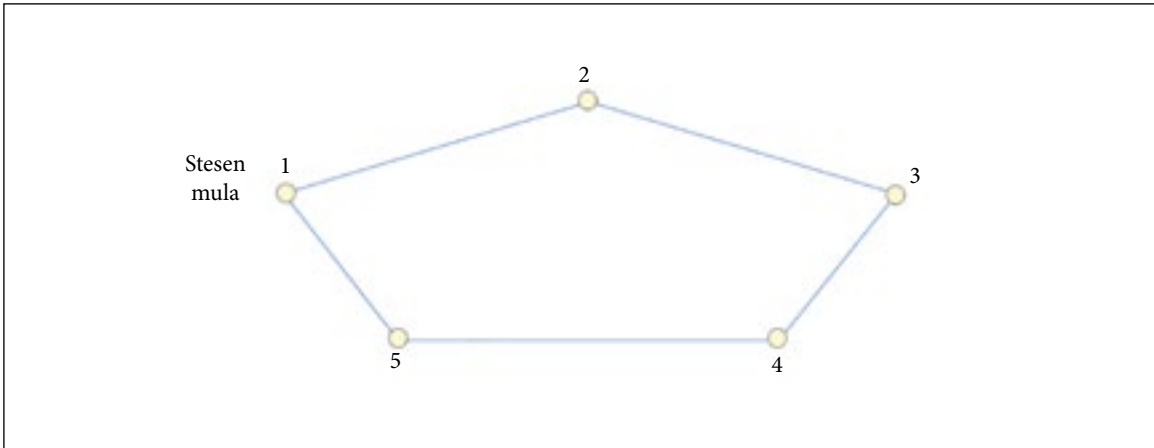
Rajah 4.11 Terabas terbuka jenis pertama



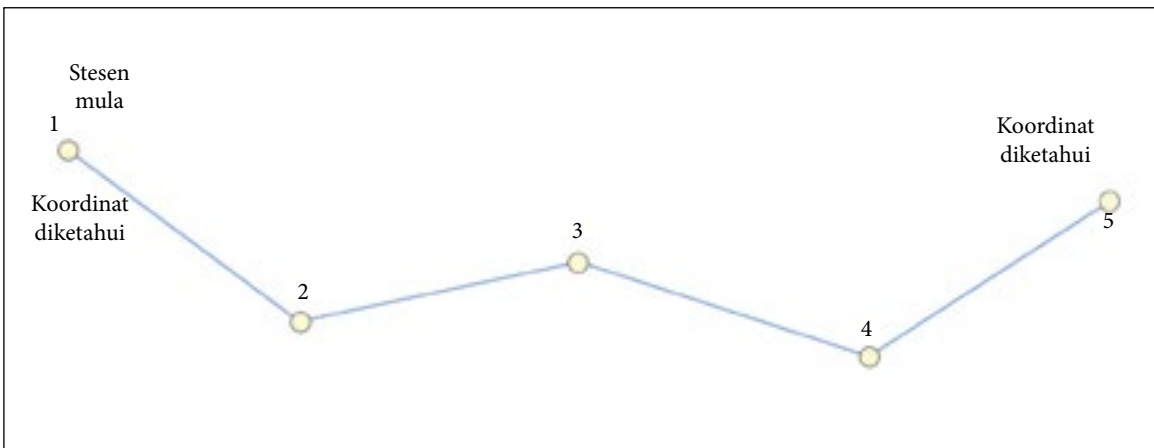
Rajah 4.12 Terabas terbuka jenis kedua

2 Terabas Tertutup

Terabas tertutup ialah kerja pengukuran melibatkan stesen pertama sebagai stesen terakhir iaitu cerapan ditutup atau ditamatkan pada garisan permulaan. Bagi kerja ukur yang bermula dari stesen atau garisan yang diketahui nilainya (bearing atau jarak, koordinat) dan ditutup pada stesen atau garisan yang diketahui nilainya. Kaedah ini membolehkan pengukur dapat mengesan sebarang kesilapan semasa kerja ukur. Rajah 4.13 menunjukkan terabas tertutup berbentuk poligon dan Rajah 4.14 menunjukkan terabas tertutup dari hujung ke hujung.



Rajah 4.13 Terabas tertutup berbentuk poligon



Rajah 4.14 Terabas tertutup dari hujung ke hujung

i. Kelas Terabas

Berikut ialah penghuraian jenis-jenis kelas terabas.

Terabas Piawai

- a. Dijalankan bagi kawalan dan ukuran hak milik dalam bandar dan pekan.
- b. Terabas tikaian sudut tidak melebihi 1" setiap stesen.
- c. Keseluruhan tikaian bearing tidak melebihi 1'15".
- d. Tikaian lurus terabas minimum 1:25000.
- e. Bacaan suhu perlu direkodkan bagi setiap jarak yang diukur.

Terabas Kelas Pertama

- a. Dijalankan bagi kawalan dan ukuran hak milik dalam bandar dan pekan.
- b. Terabas tikaian sudut tidak melebihi 10" setiap stesen.
- c. Keseluruhan tikaian bearing tidak melebihi 1'15".
- d. Tikaian lurus terabas minimum 1:8000 sehingga 1:25000.
- e. Bacaan suhu perlu direkodkan bagi setiap jarak yang diukur.

Terabas Kelas Kedua

- a. Kawalan kecil dan ukuran hak milik dalam kawasan desa.
- b. Tikaian sudut tidak melebihi 20" setiap stesen.
- c. Keseluruhan tikaian bearing tidak melebihi 2' 30".
- d. Tikaian lurus terabas minimum 1:4000 sehingga 1:5000.

Terabas Kelas Ketiga

- a. Ukuran untuk pengukuran sempadan dalam kawasan desa dengan litarnya dikawal oleh terabas kelas kedua.
- b. Pengukuran hak lalu-lalang dalam kawasan desa.
- c. Perbezaan dari kelas kedua iaitu cuma satu penyilang dibaca pada setiap stesen dan pembetulan jarak adalah untuk cerun sahaja.

ii. Langkah-langkah dalam Melaksanakan Terabas

Tatacara kerja luar bagi terabas meliputi peringkat-peringkat kerja seperti berikut:

1 Peninjauan

Peninjauan bertujuan untuk mendapatkan gambaran yang menyeluruh mengenai kawasan yang hendak diukur supaya dapat memudahkan juruukur menimbang kaedah mengukur paling sesuai dan memilih kedudukan stesen-stesen ukur. Jika peta atau pelan bagi kawasan tersebut telah ada, hal ini menjadi bantuan yang berguna pada peringkat ini.

2 Pemilihan Stesen-stesen Ukur

Pemilihan stesen-stesen ukur ini dijalankan ketika peringkat tinjauan dijalankan yang kedudukannya sesuai untuk stesen-stesen ukur dikenal pasti.

3 Penandaan Stesen Ukur

Apabila peninjauan dan pemilihan stesen selesai dijalankan, stesen-stesen ukur perlu ditanda untuk tempoh selama kerja ukur atau lebih lama lagi. Penandaan stesen ukur mestilah kukuh, tidak mudah terganggu dan hendaklah jelas kelihatan.

4 Pengambilan Cerapan

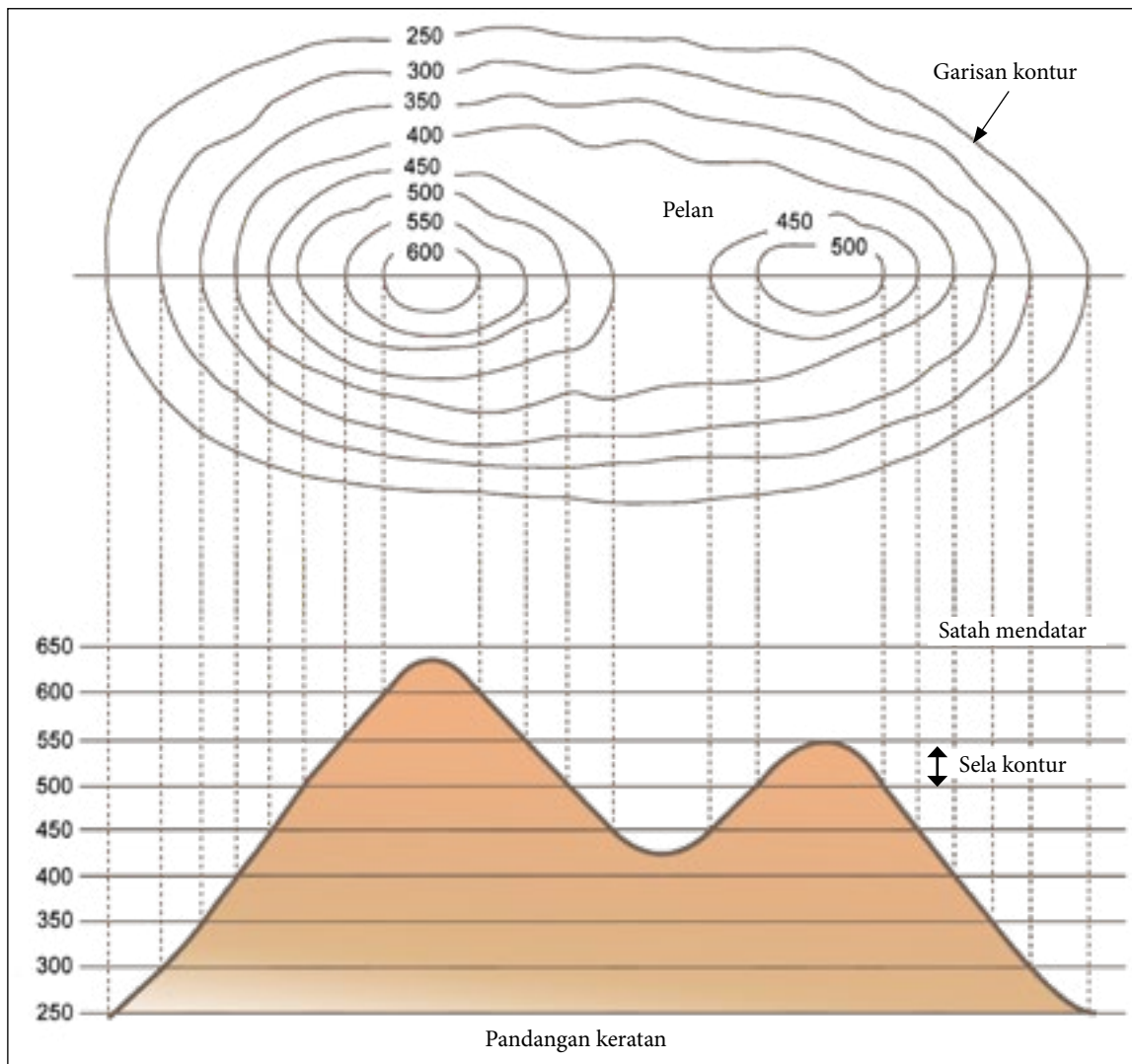
Cerapan yang dilakukan adalah dengan menggunakan alat ukur bagi mengukur sudut atau bearing antara garisan. Hal ini memerlukan dua operasi asas iaitu mendirisiapkan alat ukur di setiap tanda stesen dan mencerap arah-arah ke stesen yang diperlukan. Prisma hendaklah dipasang di stesen-stesen yang akan dicerap. Alat ukur dan prisma hendaklah didirikan tegak lurus bagi mengelakkan selisih pemuatan.

5 Mengukur Jarak

Jarak diambil dari stesen sebelumnya ke stesen hadapan dengan menggunakan pelbagai kaedah. Untuk perbincangan ini, kaedah *total station* digunakan yang mana jarak akan diperoleh dari alat itu sendiri dengan hanya mencerap ke sasaran hadapan. Jarak yang diukur bagi setiap garisan ukur dalam terabas merupakan jarak mendatar.

Garis kontur atau kontur ialah garis dalam peta yang menyambungkan titik-titik yang mempunyai ketinggian sama. Sebagai contoh, jika permukaan bumi yang tidak teratur dipotong dengan permukaan mengufuk, maka garis pemotongan di antara permukaan mengufuk dengan permukaan bumi menggambarkan garis kontur dengan aras larasnya adalah sama. Satu lagi contoh yang agak mudah dibayangkan ialah garis pantai atau tepi suatu danau. Jika air dari danau tersebut naik kemudian turun lagi maka akan terdapat garis kontur yang selari dengan suatu sela atau jarak tertentu.

Kontur juga digambarkan sebagai garis khayal bagi menggambarkan semua titik yang mempunyai ketinggian yang sama di atas atau di bawah permukaan datum tertentu yang disebut permukaan laut rata. Kontur biasanya digambarkan dalam bentuk garis-garis yang bersambung (biasanya berwarna coklat atau oren). Rajah 4.15 menunjukkan contoh kontur.



Rajah 4.15 Contoh kontur

1 Ukur Butiran

Ukur butiran merujuk pada kerja-kerja penentuan kedudukan butiran-butiran di atas permukaan bumi. Butiran-butiran ini termasuklah butiran semula jadi seperti pokok, sungai, paya, parit dan sebagainya. Butiran ini melibatkan juga butiran buatan manusia seperti jalan, bangunan, longkang, tiang elektrik dan lain-lain lagi.

Kedudukan butiran ini ditentukan dengan mengukur arah, jarak dan ketinggiannya dari mana-mana titik kawalan. Titik kawalan yang digunakan sebagai rujukan dalam kerja-kerja ini disediakan dengan menggunakan kaedah terabas teodolit dan ukur aras kerana titik-titik ini perlu disediakan dengan kejituan ukuran yang lebih tinggi.

SELEPAS

1 Pengukuran Semula (As-Built)

Mengukur semula struktur yang dibina diperlukan untuk merekodkan variasi daripada rancangan asal kejuruteraan kepada apa yang sebenarnya telah dibina. Ukuran sediabina ataupun as-built adalah diperlukan oleh agensi yang terlibat bagi membuktikan lokasi struktur pada satu-satu ketika. Ukuran sediabina ini amat penting bagi memastikan lokasi yang dibina adalah di tempat yang asal dan dirancang.

Satu tinjauan mengenai infrastruktur dan penambahbaikan di kawasan pengukuran untuk memperoleh data dimensi dan pugak dilakukan supaya pembaikan yang dibina mungkin tepat dan seperti yang digambarkan. Tinjauan ini dijalankan semasa atau selepas projek pembinaan dijalankan bagi merekod, menilai penyelesaian dan juga tujuan pembayaran. Rajah 4.16 menunjukkan pelan sediabina.



Rajah 4.16 Pelan sediabina

4.1.4 | Perbandingan Perkembangan Teknologi dalam Kerja Geomatik (Ukur Tanah)

Peralatan ukur pada masa ini amat berbeza dengan zaman terdahulu. Seperti teknologi yang lain, peralatan ukur juga tidak terlepas daripada mengalami perkembangan dan kemajuan teknologi dalam menyiapkan sesuatu kerja ukur tanah yang perlu dibuat di lokasi atau di pejabat.

a

Kronologi Perkembangan Teknologi Peralatan Pengukuran Ukur



Foto 4.2 Teodolit Vernier



Foto 4.3 Teodolit Optik

Tujuan:

- Digunakan untuk membuat pengukuran sudut ufuk dan sudut pugak di antara titik cerapan.
- Teodolit bukan sahaja digunakan untuk kerja-kerja pengukuran objek di atas permukaan bumi, malah untuk tujuan cerapan bintang, matahari, penentuan anak bulan dan lain-lain lagi.
- Kedua-dua alat ini menggunakan rantai dalam mengukur jarak.

1

BAB 4

2

Tujuan:

- Digunakan untuk membuat pengukuran sudut ufuk dan sudut pugak di antara titik cerapan.
- Teodolit digital bacaannya ditunjukkan secara automatik dengan menggunakan paparan.
- Alat ini menggunakan *Electronic Distance Measurement* (EDM) dalam mengukur jarak.



Foto 4.4 Teodolit Digital



Foto 4.5 *Electronic Measurement Distance* (EDM)

Tujuan:

- Penggunaan EDM dalam operasi-operasi ukur kejuruteraan menjimatkan masa dan kejituan pengukuran jarak adalah lebih baik jika dibandingkan dengan kaedah menggunakan pita.
- Pengukuran butiran yang lebih tepat dan cepat boleh dilakukan. Hal ini kerana julat yang jauh boleh diukur dan stesen kawalan yang sedikit sahaja diperlukan.

3

4

Tujuan:

- Alat pengukur jarak dan sudut (ufuk dan pagak).
- *Total Station* dilengkapi dengan cip memori sehingga data pengukuran dapat disimpan.
- *Total Station* memudahkan kerja-kerja pengukuran kerana mudah digunakan dan dapat merekod bacaan yang diambil tanpa perlu menulis di dalam buku kerja luar.



Foto 4.6 *Total Station*



Foto 4.7 GPS

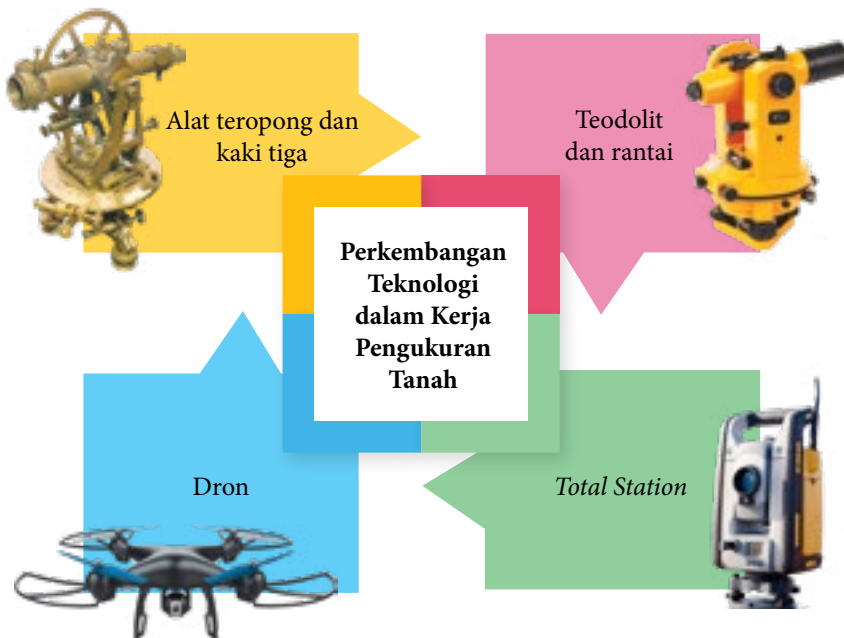
5

Tujuan:

- Alat pengukuran yang digunakan bagi tujuan navigasi dan penentududukan.
- Teknik pengukuran GPS memberikan informasi kedudukan sesuatu titik koordinat tiga dimensi (3D) iaitu dalam komponen ufuk dan tegak secara serentak.
- Ketepatan penentududukan adalah sehingga milimetro (geodetik).

b

Perkembangan Teknologi dalam Kerja Pengukuran Tanah



SUDUT INFO

Automasi Ukur

Kemampuan sistem atau peranti (alat ukur) untuk melaksanakan kerja dengan baik tanpa atau dengan penyeliaan manusia pada tahap minimum seperti dron.

Smart Station

Gabungan di antara *Total Station* dan GPS dalam kerja-kerja pengukuran yang mana lebih mudah, cepat dan menjimatkan masa serta meningkatkan ketepatan dalam pengukuran.

Berikut ialah perbandingan teknologi peralatan ukur seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 4.1.

Jadual 4.1 Perbandingan teknologi peralatan ukur

Konvensional	Moden
Menggunakan peralatan lama seperti teropong, kaki tiga dan rantai.	Menggunakan peralatan yang berteknologi tinggi seperti GPS, Dron, <i>Total Station</i> terkini dan lain-lain.
Digunakan pada tahun 1940 hingga 1970-an.	Digunakan selepas tahun 1970 sehingga kini.
Memerlukan tenaga pekerja yang ramai dalam sesuatu pengukuran.	Tenaga pekerja dapat dikurangkan iaitu hanya dua orang diperlukan dalam sesuatu pengukuran.
Masa yang diambil lama dan memerlukan perancangan yang agak panjang.	Masa yang diperlukan hanya sedikit dan mempercepat proses pengukuran sesuatu tanah.
Kos yang diperlukan bagi menjalankan sesuatu pengukuran agak tinggi kerana memerlukan masa yang panjang.	Dapat menjimatkan kos perbelanjaan kerana masa yang diambil adalah singkat.
Kos peralatan murah.	Kos peralatan agak tinggi kerana memerlukan teknologi terkini.
Ketepatan kerja pengukuran agak rendah.	Ketepatan kerja pengukuran tinggi dan tepat.

4.1.5 Prinsip Kerja Ukur Tanah Menggunakan Kaedah Teodolit

Pada amnya, prinsip kerja ukur tanah melibatkan pengukuran sudut dan bearing serta jarak antara stesen ukur sehingga membentuk garisan terabas. Sudut diukur menggunakan teodolit manakala pengukuran jarak antara stesen ukur pula diukur dengan kaedah tertentu.

Peralatan untuk tujuan pengukuran sudut ialah teodolit. Teodolit digunakan untuk mengukur sudut ufuk dan pугak. Terdapat berbagai-bagai jenis teodolit yang mempunyai ciri-ciri binaan dan ketepatannya yang tersendiri. Di samping teodolit, tripod dan plambab juga diperlukan untuk mendirikan teodolit.

Walaupun pada masa ini terdapat berbagai-bagai jenis teodolit, namun semuanya mempunyai prinsip kerja yang sama. Perbezaan mungkin hanya wujud dalam kaedah penentuan bacaan sudut sahaja. Teodolit yang terkini mempunyai banyak kemudahan yang boleh memudahkan lagi kerja-kerja ukur pengukuran.

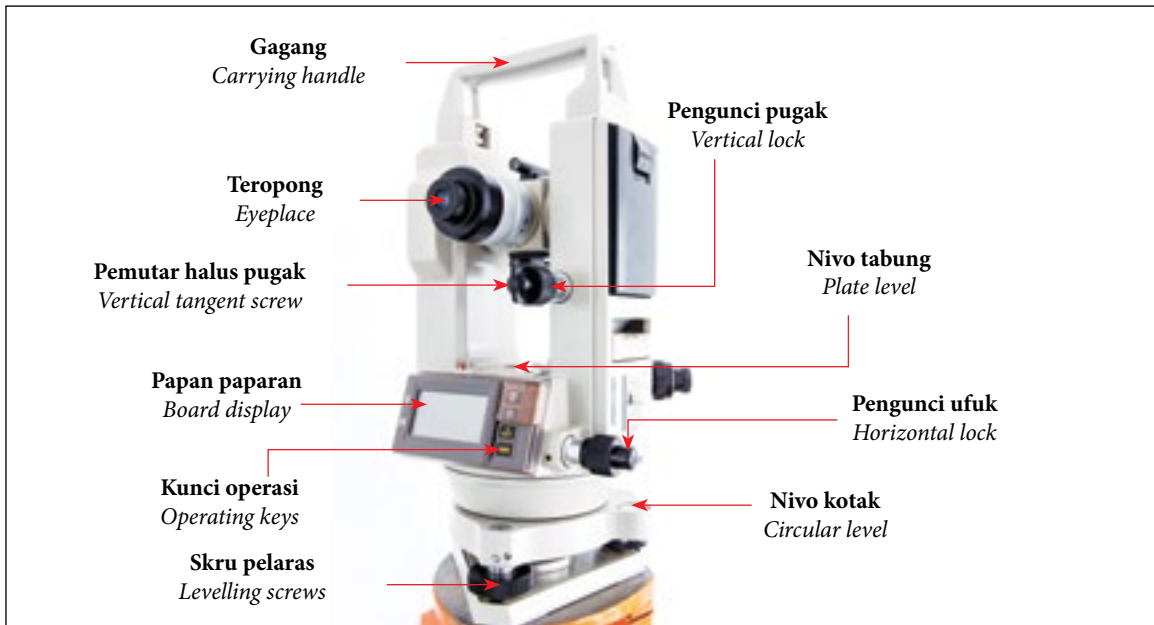


Foto 4.8 Teodolit



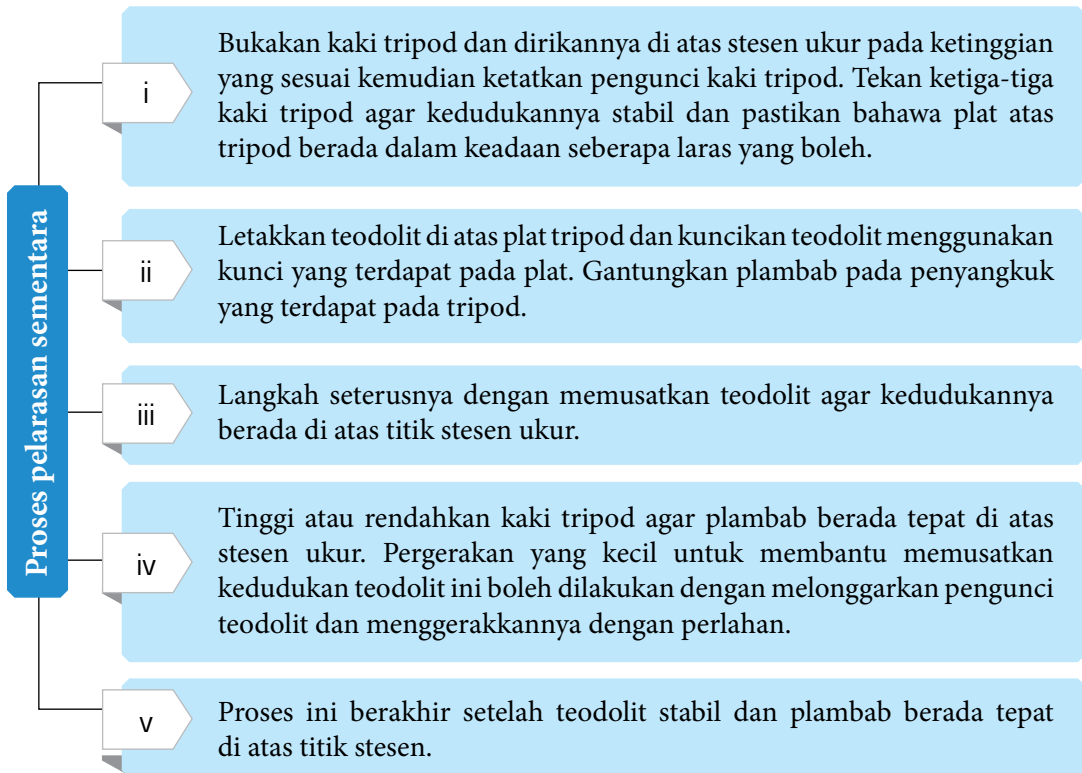
Foto 4.9 Teodolit

Terdapat beberapa pelarasan perlu dilakukan pada alat ukur teodolit iaitu:

1. Pelarasan sementara
2. Pelarasan tetap

1

Pelarasan Sementara

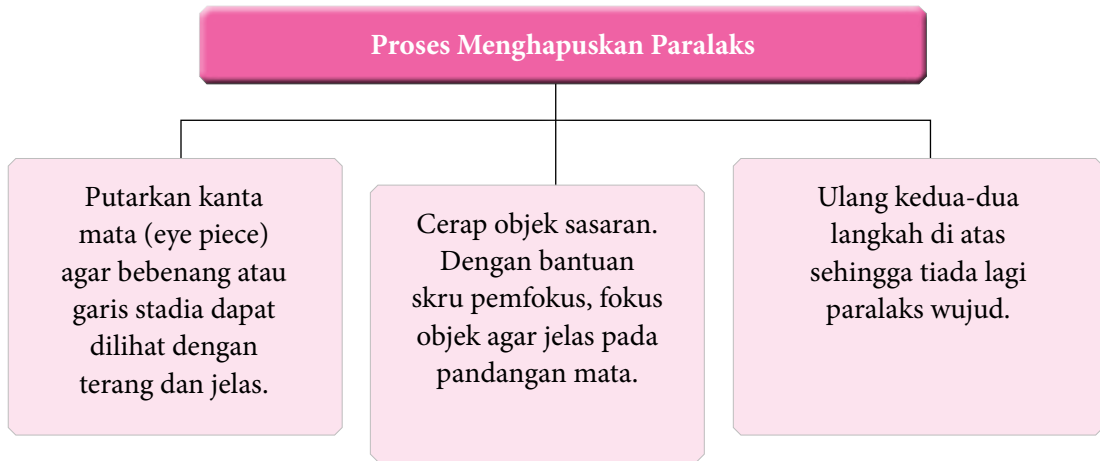


Kaedah Melaras Teodolit supaya Paksi Pugaknya Benar-benar Tegak

- i. Longgarkan pengunci plat atas dan bawah teodolit, kemudian pusingkan teodolit agar gelembung plat selari dengan mana-mana dua skru pelaras.
- ii. Dengan menggunakan kedua-dua tangan serentak, pusingkan skru pelaras dalam arah berlawanan bertujuan memusatkan gelembung di tengah-tengah plat.
- iii. Putarkan teodolit 90° dari kedudukan sebelumnya dan laraskan gelembung dengan menggunakan skru pelaras yang ketiga.
- iv. Ulang semula langkah 2 dan 3 sehingga gelembung telah terlaras tanpa pergerakan mana-mana skru pelaras. Selepas itu, putarkan teodolit 180° , jika didapati kedudukan gelembung berada di tengah-tengah plat, maka proses melaras teodolit telah selesai.

Menghapuskan Kesalahan (Error)

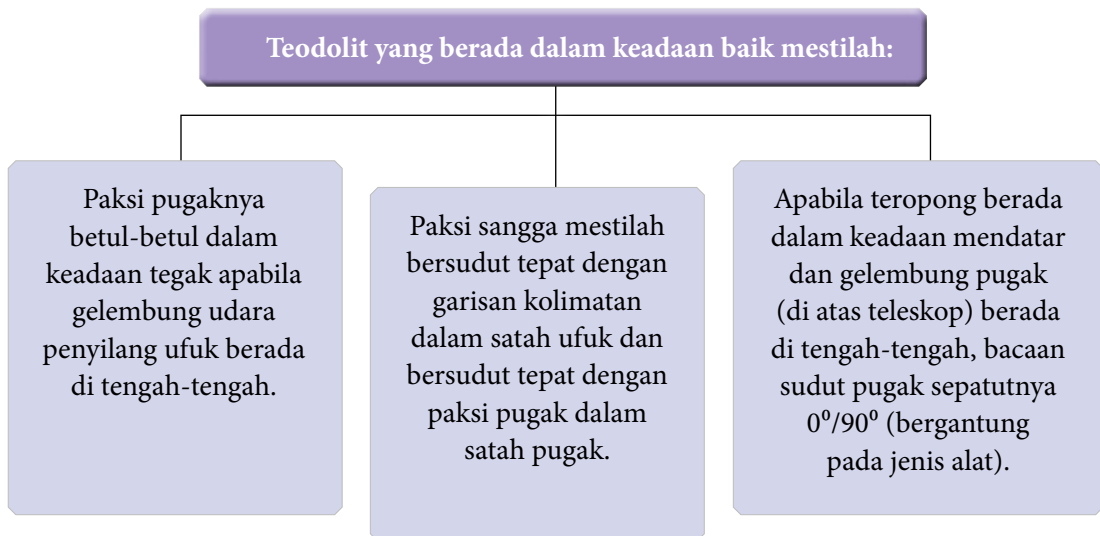
Kesalahan akan berlaku apabila objek yang disasarkan tidak berada di satah bebenang. Proses menghapuskan paralaks adalah seperti dalam Rajah 4.17.



Rajah 4.17 Proses menghapuskan paralaks

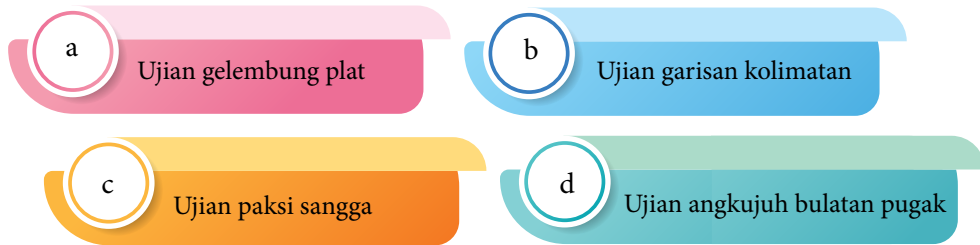
2 Pelarasan Tetap

Cara untuk memastikan teodolit berada dalam keadaan yang baik ditunjukkan dalam Rajah 4.18 di bawah.



Rajah 4.18 Cara memastikan teodolit dalam keadaan baik

Bagi memastikan setiap teodolit mempunyai ketiga-tiga keadaan ini, beberapa ujian ini perlu dilakukan.



Jika terdapat salah satu ujian di atas tidak diikuti, mungkin terdapat beberapa komponen pada alat mengalami kerosakan atau perubahan. Oleh yang demikian, pelarasan tetap perlu dilakukan.

a. Ujian Gelembung Plat

Ujian gelembung plat dilakukan untuk memastikan bahawa paksi pugak alat teodolit benar-benar tegak apabila gelembung udara penyilang ufuk berada di tengah-tengah bulatan (pusat). Jika keadaan ini tidak berlaku, pengarasan alat tidak akan dapat dilakukan semasa pelarasan sementara.

Kaedah ujian:

Jika gelembung berada dalam keadaan tidak selari dengan penyilang ufuk dan selisih sudutnya ialah $^{\circ}$. Oleh yang demikian:

- i. Bawakan gelembung selari dengan sepasang skru kaki pelaras dan pusatkan gelembung dengan memutar kedua-dua skru tersebut.
- ii. Pusingkan kedudukan gelembung bersudut tepat dari kedudukan pertama dan pusatkan dengan hanya menggunakan skru kaki pelaras yang ketiga sahaja.
- iii. Pusingkan kembali kepada kedudukan (i) dan ulangi semula proses (ii). Keadaan gelembung akan kelihatan.
- iv. Pusingkan alat 180° dan keadaan gelembung dengan gelembung tidak akan memusat sebanyak 2° .

Pelarasan:

- i. Dari kedudukan (iv), bawakan semula gelembung separuh ke pusat dengan menggunakan sepasang skru kaki pelaras. Hal ini bermakna paksi alat digerakkan sebanyak yang menjadikannya hampir pugak. Jika anda tidak mempunyai apa-apa peralatan, teodolit sesuai digunakan di peringkat ini.
- ii. Pada kedudukan ini, gelembung masih lagi tidak memusat dan nilainya adalah berkadar dengan nilai $^{\circ}$. Pemusatan gelembung boleh dilakukan dengan menaik atau menurunkan salah satu hujung gelembung menggunakan skru kapstan.

b. Ujian Garis Kolimatan

Ujian dibuat bagi memastikan garisan kolimatan betul-betul bersudut tepat dengan paksi sangga.

Kaedah ujian:

- i. Alat teodolit dirisipkan dengan betul dan dilakukan pelarasan sementara.
- ii. Arahkan alat teleskop ke sasaran (titik sasaran). Baca bacaan bearing pada penyilang kiri ke titik sasaran tersebut.
- iii. Tukar ke penyilang kanan dan baca bacaan bearing ke titik sasaran juga. Perbezaan bagi kedua-dua penyilang mestilah 180° , jika keadaan ini tidak diperolehi, maka pelarasan perlu dilakukan.

Pelarasan:

- i. Bacaan pada penyilang kiri ialah $27^\circ 31' 00''$ dan bacaan pada penyilang kanan ialah $207^\circ 32' 40''$.
- ii. Perbezaan kedua-dua penyilang ini ialah $180^\circ 01' 40''$. Maka selisih sebanyak $01' 40''$ telah berlaku. Bahagi dua selisih ini, katakan $50''$.
- iii. Bacaan penyilang yang mengalami selisih (Penyilang kanan) ditolak dengan nilai $50''$ ini. Iaitu $207^\circ 32' 40'' - 50'' = 207^\circ 31' 50''$. Sementara bacaan penyilang kiri dicampurkan dengan $50''$ menjadi $27^\circ 32' 50''$.
- iv. Pastikan bacaan penyilang kiri yang telah dibetulkan terhadap persilangan rerambut stadia ke sasaran tadi dengan menggunakan skru kapstan bebenang stadia.
- v. Penyemakan perlu dilakukan terhadap penyilang kanan setelah pelarasan dilakukan dan bacaan penyilang kanan sepatutnya adalah sama dengan nilai yang telah dilaraskan tadi.

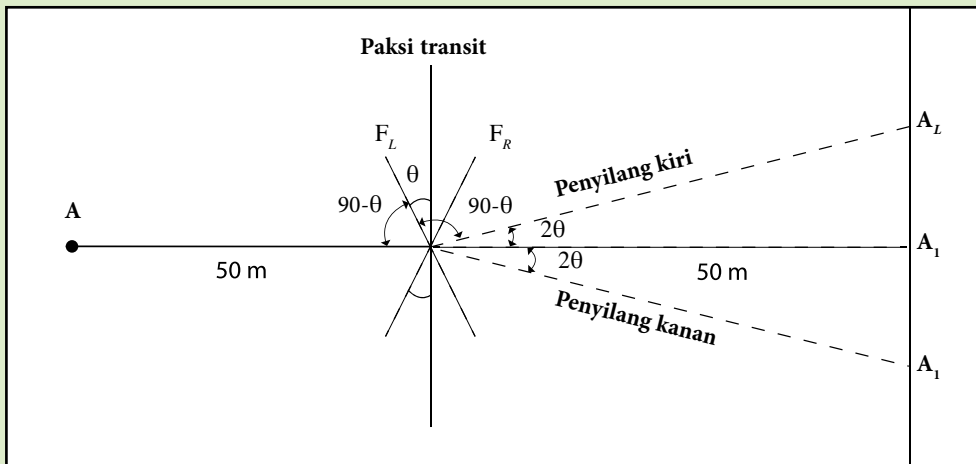
c. Ujian Paksi Sangga

Ujian ini dilakukan bagi membuat semakan paksi sangga betul-betul bersudut tepat dengan paksi pugak atau tidak.

Kaedah ujian:

- i. Teodolit dirisipkan lebih kurang 50 m dari satu titik yang terletak pada satu aras yang lebih tinggi, sebaiknya pada kecerunan melebihi 30° .
- ii. Titik A dicerap. Kemudian gerakkan teleskop ke bawah dalam arah pugak. Hal ini dilakukan dengan mengetatkan semua skru pengunci mengufuk dan longgarkan skru pengunci penyilang pugak.

- iii. Gerakkan dibuat sehingga teleskop mendatar dan tandakan titik pintasan tersebut (di atas staf yang diletakkan mendatar). Jika paksi sangga dan paksi pugak bersudut tepat, titik pintasan (A_1) adalah betul-betul berada di bawah titik A.
- iv. Apabila kedua-dua paksi tidak bersudut tepat dengan selisihnya ialah ϵ , maka titik pintasan akan berlaku di A_L bagi penyilang kiri dan di A_R bagi penyilang kanan. Jarak di antara A_R dan A_L menggambarkan dua sekali (2ϵ) selisih alat.



Rajah 4.19 Ujian paksi sangga

(Sumber: Ab. Hamid Mohamed, 2000)

Pelajaran:

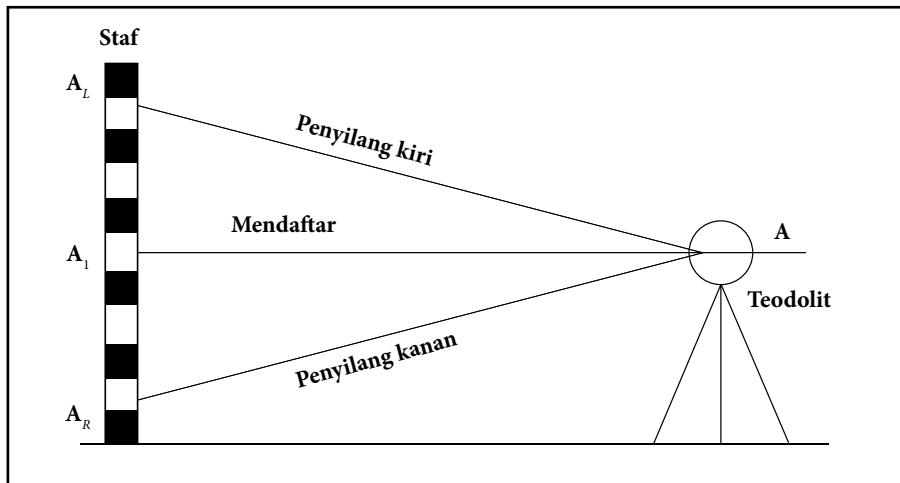
- i. Tandakan titik tengah di antara A_R dengan A_L iaitu A_1 .
- ii. Dengan menggunakan skru gerak perlahan penyilang ufuk, gerakkan teleskop dalam arah mendatar sehingga pintasan bebenang stadia betul-betul merentasi titik A_1 .
- iii. Naikkan teleskop semula ke A. Akan wujud selisih sebanyak $(A_L - A_R) / 2$. Gerakkan salah satu hujung paksi sangga menggunakan skru kaki pelaras dan bawa pintasan bebenang stadia ke A. Titik A hanya boleh disasarkan apabila garisan pandangan dinaikkan. Hal ini kerana pergerakan paksi sangga dalam satah mendatar $A_L - A_R$ tidak akan mengubah garisan pandangan A_1 .

d. Ujian Angkujuh Bulatan Pugak

Ujian ini dibuat bagi memastikan teleskop berada dalam keadaan mendatar apabila bacaan sudut pugaknya $0^{\circ}/90^{\circ}$ (bergantung kepada jenis alat) dan gelembung udara penyilang pugak berada di tengah-tengah.

Kaedah ujian:

- Bawa gelembung udara penyilang pugak ke tengah menggunakan skru gerak perlahan penyilang pugak. Setkan bacaan pugak pada $0^{\circ}/90^{\circ}$. Cerap ke satu titik pada staf yang didirikan memugak pada jarak kira-kira 50 m.
- Tukar penyilang teodolit ke penyilang kanan (jika sebelumnya penyilang kiri) dan ulangi langkah (i).
- Jika wujud kesilapan, dua bacaan yang berbeza iaitu di A_L dan A_R akan terhasil. Sepatutnya kedua-dua memberikan bacaan A_1 , iaitu purata A_L dan A_R (Rajah 4.20).



Rajah 4.20 Ujian angkujuh bulatan pugak

(Sumber: Ab. Hamid Mohamed, 2000)

Pelarasan:

- Gerakkan teleskop dalam arah memugak dan cerap bacaan A_1 (gunakan skru gerak perlahan penyilang pugak). Hal ini beerti teleskop sekarang berada dalam keadaan yang benar-benar mendatar.
- Bacaan pada bulatan pugak tidak lagi $0^{\circ}/90^{\circ}$. Bacaan ini mesti dibetulkan kepada $0^{\circ}/90^{\circ}$ tanpa mengubah kedudukan mendatar teleskop. Lakukan ini dengan menggerakkan skala utama mikrometer kepada bacaan $0^{\circ}/90^{\circ}$ menggunakan skru pengunci (kelip).
- Langkah (ii) akan menyebabkan gelembung udara pugak terkeluar dari pusat. Pusatkan semula gelembung tersebut menggunakan skru pelaras.

Pengukuran sudut ufuk boleh dibuat dengan dua kaedah iaitu:

1. Kaedah bearing
2. Kaedah sudut

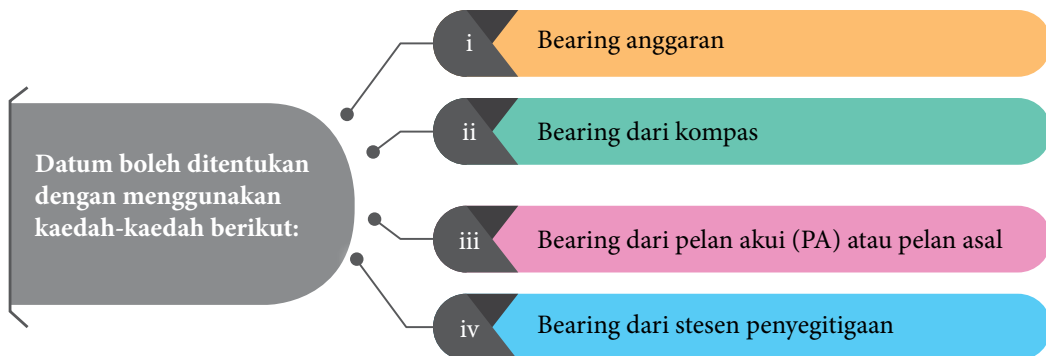
Kerja-kerja terabas dilakukan menggunakan kaedah bearing. Kaedah sudut hanya digunakan untuk menyemak bacaan dari kaedah bearing.

Proses pengukuran ukur teodolit dasarnya melibatkan cerapan sudut ufuk dengan kaedah bearing. Asas pengukuran bearing adalah dengan menetapkan suatu nilai titik rujukan kepada garisan rujukan, kemudian cerapan dilakukan ke stesen yang dikehendaki. Kedua-dua nilai ini akan direkodkan. Bagi kaedah bearing, stesen rujukan mestilah dari stesen belakang yang telah diketahui nilainya.

Nilai rujukan tidak boleh diambil dari sebarang nilai tetapi ia tertakluk kepada beberapa syarat. Terdapat dua jenis nilai rujukan iaitu:

1. Rujukan permulaan
2. Rujukan untuk setiap stesen

Datum ialah rujukan permulaan sebelum memulakan kerja-kerja pengukuran. Datum mesti ditentukan mengikut kaedah yang dibenarkan oleh pekeling ukur. Datum adalah satu bearing yang dijadikan sebagai rujukan bagi memulakan suatu kerja. Nilai ini ditetapkan sebagai bearing permulaan iaitu pada garisan pertama terabas. Datum boleh ditentukan dengan menggunakan kaedah-kaedah yang ditunjukkan dalam Rajah 4.21.



Rajah 4.21 Kaedah penentuan datum

Berikut ialah langkah-langkah bagi cerapan bearing untuk satu kedudukan teodolit:

- i. Datum (bearing rujukan) diambil dari pelan akui (PA) dengan nilai $186^{\circ} 10' 10''$.
- ii. Dirisipkan teodolit di stesen 2 dengan melakukan pelarasan dan pemusatan.
- iii. Pada kedudukan di penyilang kiri, setkan bacaan bearing rujukan.
- iv. Setelah bacaan bearing tersebut disetkan, halakan teleskop ke sasaran di stesen 1 dan ketatkan skru pengunci.
- v. Kemudian, longgarkan skru pengunci penyilang atas dan halakan teleskop ke stesen 3.
- vi. Nilai bearing yang diperoleh ialah nilai bearing bagi garisan stesen 2 ke stesen 3.

2 Rujukan untuk Setiap Stesen

Rujukan untuk setiap stesen ialah nilai bearing garisan belakang. Kebiasaannya nilai bearing bagi garisan belakang dijadikan sebagai rujukan sebelum meneruskan pengukuran. Bearing cerapan stesen hadapan didapati berpandukan bearing rujukan garisan belakang. Mengikut peraturan ukur yang diamalkan di Malaysia, panjang garisan yang hendak dijadikan garisan bearing rujukan mestilah tidak kurang dari 30 m.

e Pengukuran Sudut Pugak dengan Kaedah Bearing

Sudut pugak diukur apabila jarak suatu garisan hendak ditentukan ataupun bagi mendapatkan sudut antara dua titik pada satah memugak. Sudut pugak boleh berlaku dalam keadaan dongak dan tunduk bergantung kepada perbezaan ketinggian di antara stesen teodolit dengan stesen sasaran.

Berikut ialah langkah-langkah untuk mengukur sudut pugak di antara stesen teodolit dengan stesen sasaran:

- i. Longgarkan skru pengunci penyilang atas dan halakan teleskop ke stesen berikutnya iaitu stesen 3. Kemudian, ketatkan skru pengunci penyilang atas.
- ii. Putarkan skru gerak perlahan penyilang pugak sehingga persilangan bebenang stadia terletak di bawah atau di atas bucu sasaran.
- iii. Kemudian, cerap sasaran dan bacaan yang diperoleh ialah bacaan sudut pugak dari kedudukan teodolit dengan sasaran.

4.1.6 | Menganalisis Data Kerja Ukur Teodolit

Bagi menganalisis kerja ukur teodolit, beberapa cara boleh dilakukan. Tujuan utama analisis dilakukan adalah untuk memastikan kerja ukur yang dijalankan menepati piawaian dan betul.

a

Menganalisis Selisih Ukur Teodolit

Tiga kategori utama dapat dikategorikan sebagai selisih dalam kerja ukur teodolit seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.22.



Rajah 4.22 Selisih dalam kerja ukur

Selisih Rawak

Nilai selisih ini kecil dan tidak dapat dielakkan kerana berlaku di luar kawalan manusia. Selisih rawak mungkin berpunca daripada perkara-perkara berikut:

- i. Kurangnya ketepatan dalam mencerap sasaran.
- ii. Kurangnya ketepatan dalam melaraskan plambab.
- iii. Pengaruh cuaca yang mengakibatkan pandangan yang kabur dan lain-lain lagi. Selisih ini dapat dikurangkan jika juruukur menjalankan tugasnya dengan penuh berhati-hati dan menghindari daripada melakukan cerapan ketika cuaca terlalu panas.

Selisih Besar

Selisih besar berlaku akibat kecuaiian atau kurangnya pengalaman pengukur. Selisih besar ini perlulah dielakkan sama sekali. Perkara ini mungkin berpunca daripada kesilapan ketika membuat cerapan, mencatat maklumat data, kesilapan ketika melakukan pengukuran jarak dan lain-lain lagi.

Proses pengukuran yang sistematik, seperti mencerap sudut kedua-dua penyilang berserta menyemak bacaan jarak dengan berhati-hati ialah satu cara bagi mengelakkan daripada berlakunya selisih besar ini.

Selisih Sistematik

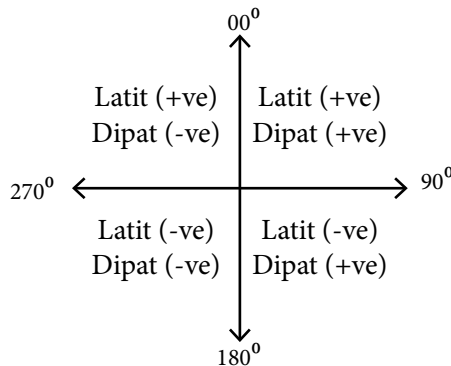
Peralatan yang digunakan boleh menimbulkan selisih dalam pengukuran. Punca selisih ini mungkin terjadi akibat senggatan pada plat (sudut) teodolit yang digunakan. Selisih ini bersifat sistematik dan dapat dikurangkan dengan memastikan peralatan yang digunakan berada dalam keadaan baik serta mengenal pasti nilai pembetulannya.

b Latit dan Dipat

Tujuan Latit dan Dipat adalah untuk melaras terabas yang telah dibuat. Walaupun tikaian bearing telah dipastikan memenuhi syarat yang ditetapkan oleh kelas kerja dan diterima sebagai bearing terabas, kerja terabas tersebut belum lagi boleh diterima selagi belum dibuktikan bahawa jaraknya memenuhi syarat terabas. Hal ini adalah kerana kemungkinan berlakunya kesilapan dalam pengukuran jarak yang dilakukan.

Latit

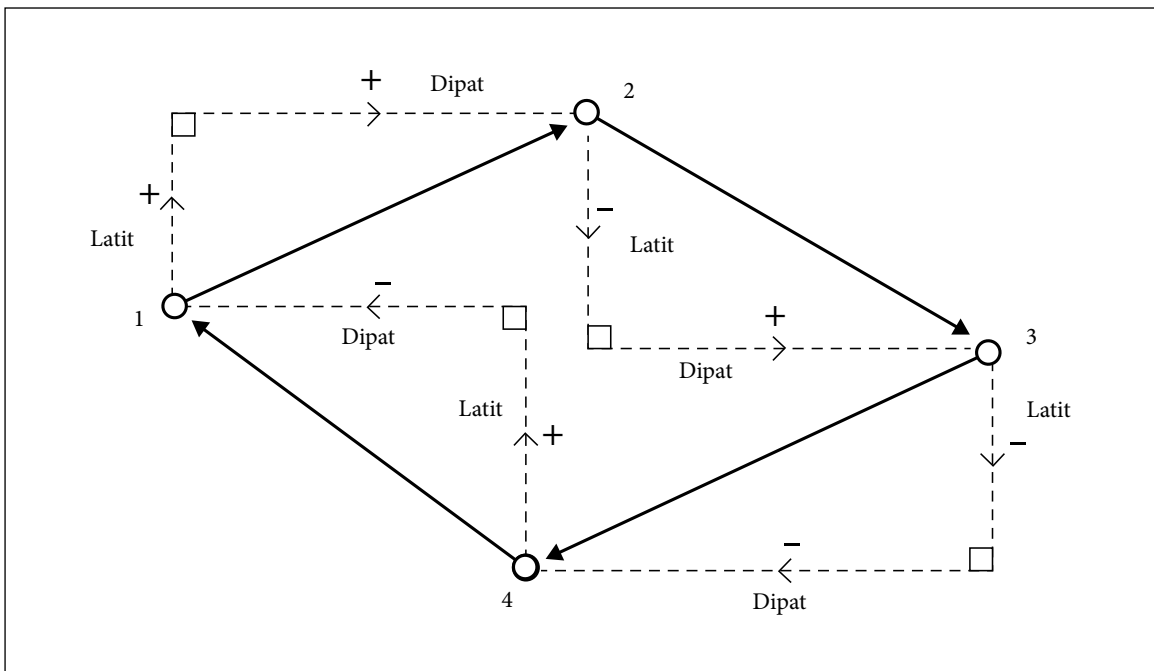
Latit ialah jarak yang terhasil daripada unjuran garisan tersebut di atas paksi utara-selatan.



Dipat

Dipat ialah hasil jarak unjurannya di atas paksi timur-barat.

Garisan yang diunjurkan akan membentuk vektor paduan, Latit dan Dipat ialah sisinya. Rajah 4.23 menunjukkan Latit dan Dipat.



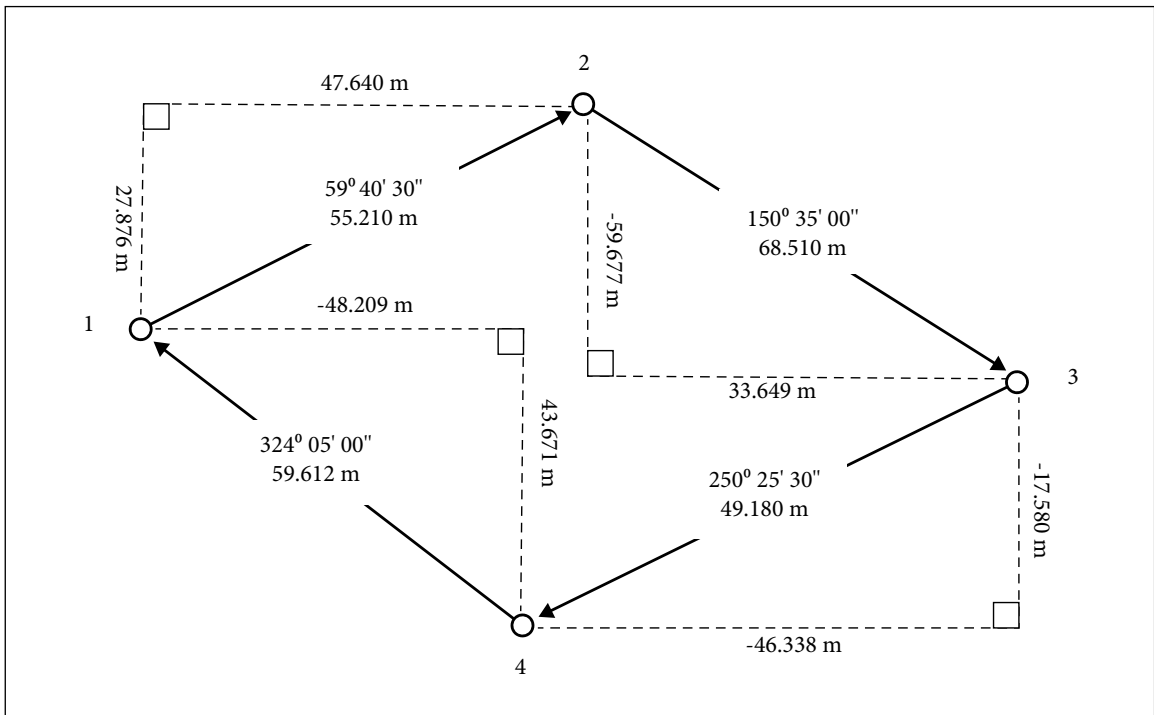
Rajah 4.23 Latit dan Dipat

1 Penentuan Latit dan Dipat Garisan Ukur

Jadual 4.2 Penentuan Latit dan Dipat garisan ukur

Stesen	Bearing Laras	Jarak Muktamad
1 ke 2	59° 40' 30"	55.210 m
2 ke 3	150° 35' 00"	68.510 m
3 ke 4	250° 25' 30"	49.180 m
4 ke 1	324° 05' 00"	59.612 m

Jadual 4.2 menunjukkan penentuan Latit dan Dipat garisan ukur dan Rajah 4.24 menunjukkan lakaran kedudukan Latit dan Dipat bagi garisan terabas yang terbentuk berdasarkan maklumat daripada jadual di atas.



Rajah 4.24 Latit dan Dipat garisan terabas

2 Formula untuk Penentuan Latit dan Dipat

Cara yang lebih mudah untuk memperoleh nilai Latit dan Dipat adalah dengan menggunakan formula berikut:

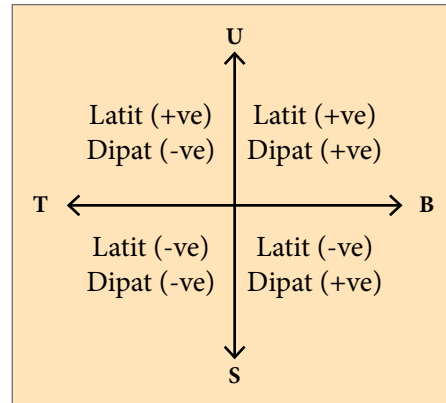
$$\begin{aligned} \text{LATIT} &= +/- [\text{ Jarak garisan x kos bearing garisan }] \\ \text{DIPAT} &= +/- [\text{ Jarak garisan x sin bearing garisan }] \end{aligned}$$

Latit:

Jika hasil pengiraan adalah positif (+), garisan adalah ke arah utara dan jika ia negatif (-), jarak Latit menuju ke arah selatan.

Dipat:

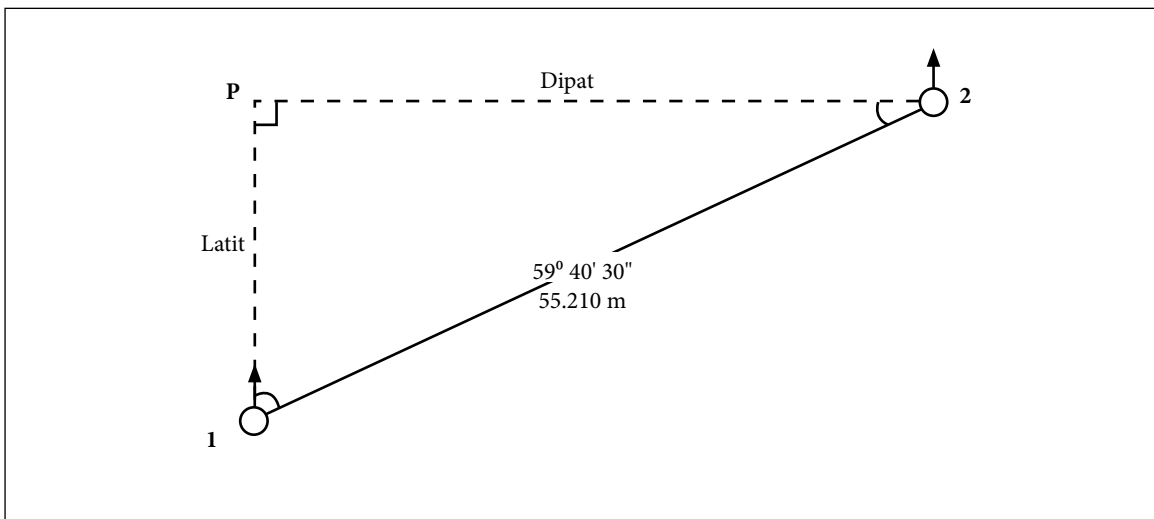
Jika hasil pengiraan adalah positif (+), Dipat garisan adalah ke arah timur dan jika ia negatif (-), Dipat adalah ke arah barat.



3 Pengiraan Latit dan Dipat Garisan Ukur

Latit dan Dipat bagi garisan ukur dapat dikira melalui beberapa kaedah pengiraan. Rajah 4.25 di bawah menunjukkan cara pengiraan Latit dan Dipat bagi garisan ukur 1 ke 2.

Pengiraan Latit dan Dipat bagi garisan ukur 1 ke 2



Rajah 4.25 Garisan 1 ke 2

Kaedah Pengiraan:

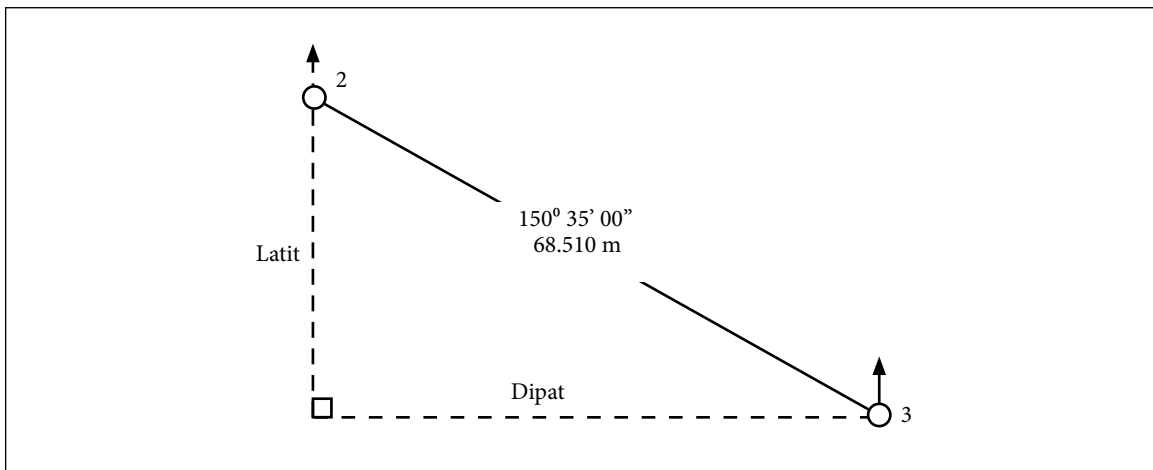
Latit

$$\begin{aligned}\text{Latit} &= \text{Jarak} (\cos \theta) \\ \text{Latit} &= (55.210 \times \cos 59^\circ 40' 30'') \text{ m} \\ \text{Latit} &= 27.876 \text{ m (utara)}\end{aligned}$$

Dipat

$$\begin{aligned}\text{Dipat} &= \text{Jarak} (\sin \theta) \\ \text{Dipat} &= (55.210 \times \sin 59^\circ 38' 30'') \text{ m} \\ \text{Dipat} &= 47.640 \text{ m (timur)}\end{aligned}$$

Pengiraan Latit dan Dipat bagi garisan ukur 2 ke 3



Rajah 4.26 Garisan 2 ke 3

Sudut yang akan digunakan untuk penyelesaian segi tiga tepat akan dihitungkan.

Kaedah Pengiraan:

Latit

$$\begin{aligned}\text{Sudut} &= 180^\circ - 150^\circ 35' 00'' \\ &= 29^\circ 25' 00'' \\ \text{Latit} &= \text{Jarak} (\cos \theta) \\ \text{Latit} &= (68.510 \times \cos 29^\circ 25' 00'') \text{ m} \\ &= 59.677 \text{ m (selatan)}\end{aligned}$$

Dipat

Pengiraan Dipat bagi garisan 2 - 3 ialah jarak Q - 3 ke arah timur.

$$\begin{aligned}\text{Dipat} &= \text{Jarak} (\sin \theta) \\ \text{Dipat} &= (68.510 \times \sin 29^\circ 25' 00'') \text{ m} \\ &= 33.649 \text{ m (timur)}\end{aligned}$$

Jadual 4.3 Pembukuan latit dan dipat

Stesen Ukur	Bearing	Jarak	Latit		Dipat		Koordinat	
			U (+)	S (-)	T (+)	B (-)	U/S	T/B
1							1000.00	1100.00
2	59 40 30	55.210	(1000.00 + 27.876) (+) 27.876		(1100.00 + 47.640) (+) 47.640		1027.876	1147.640
3	150 35 00	68.510		(1027.876 - 59.677) (-) 59.677	(1147.640 + 33.649) (+) 33.649		968.199	1181.289
4	250 25 30	49.180		(-) 17.580		(-) 46.338	951.722	1134.951
1	324 05 00	59.612	(+) 48.278			(-) 34.969	1000.393	1099.982
		245.025	(+) 76.154	(-) 78.579	(+) 81.289	(-) 81.307		

Contoh Pengiraan Koordinat Pembukuan Latit dan Dipat

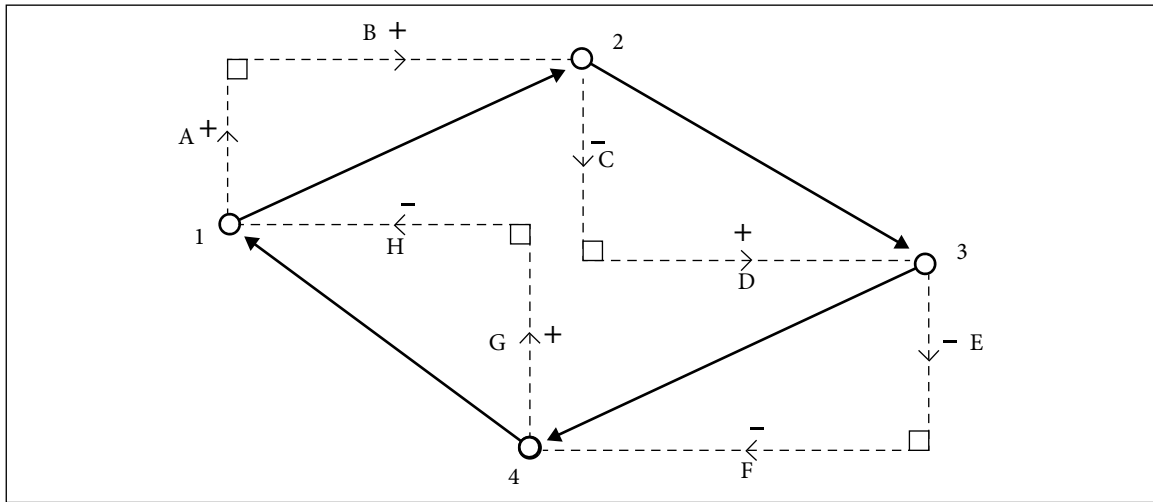
Latit

$$\begin{aligned}
 \text{Stesen ukur 1} &= \text{Koordinat} = 1000.00 \\
 \text{Latit U(+)} / \text{S(-)} &= \text{U } 27.876 \\
 &= 1000.00 + (+27.876) \\
 &= 1027.876 \text{ (Koordinat U/S bagi stesen 2)}
 \end{aligned}$$

Dipat

$$\begin{aligned}
 \text{Stesen ukur 1} &= \text{Koordinat} = 1100.00 \\
 \text{Dipat T(+)} / \text{B(-)} &= \text{T } 47.640 \\
 &= 1100.00 + (+47.640) \\
 &= 1147.640 \text{ (Koordinat T/B bagi stesen 2)}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Rajah 4.27, maklumat berikut boleh diperoleh:



Rajah 4.27 Latit dan Dipat

- i. Jarak A dan B mewakili Latit dan Dipat untuk garisan ukur 1 ke 2.
- ii. Jarak C dan D mewakili Latit dan Dipat untuk garisan ukur 2 ke 3.
- iii. Jarak E dan F mewakili Latit dan Dipat untuk garisan ukur 3 ke 4.
- iv. Jarak G dan H mewakili Latit dan Dipat untuk garisan ukur 4 ke 1.

Latit untuk garisan 1 ke 2 dan 4 ke 1 nilainya di utara, manakala Latit untuk garisan 2 ke 3 dan 3 ke 4 nilainya adalah di selatan.

Dipat untuk garisan 1 ke 2 dan 2 ke 3 nilainya di timur, manakala Dipat untuk garisan 3 ke 4 dan 4 ke 1 nilainya adalah di barat.

Berdasarkan maklumat di atas, persamaan berikut diperoleh:

$$\begin{aligned} \text{Jarak (A + G)} &= \text{Jarak (C + E)} \\ &\text{Atau} \\ \text{Jumlah Latit Utara} &= \text{Jumlah Latit Selatan} \quad (1) \\ \\ \text{Jarak (B + D)} &= \text{Jarak (F + H)} \\ &\text{Atau} \\ \text{Jumlah Dipat Timur} &= \text{Jumlah Dipat Barat} \quad (2) \end{aligned}$$

Dalam kerja ukur teodolit, juruukur tidak terlepas daripada melakukan kesilapan kecil atau selisih dalam melaksanakan tugasnya. Oleh itu, persamaan (1) dan (2) jarang-jarang sekali diperoleh. Pada kebiasaannya terdapat perbezaan antara jumlah Latit utara atau selatan dan begitu juga dengan jumlah Dipat timur atau barat. Perbezaan ini dipanggil selisih Latit dan Dipat.

Di mana;

Selisih Latit = Jumlah Latit Utara - Jumlah Latit Selatan

Selisih Dipat = Jumlah Dipat Timur - Jumlah Dipat Barat

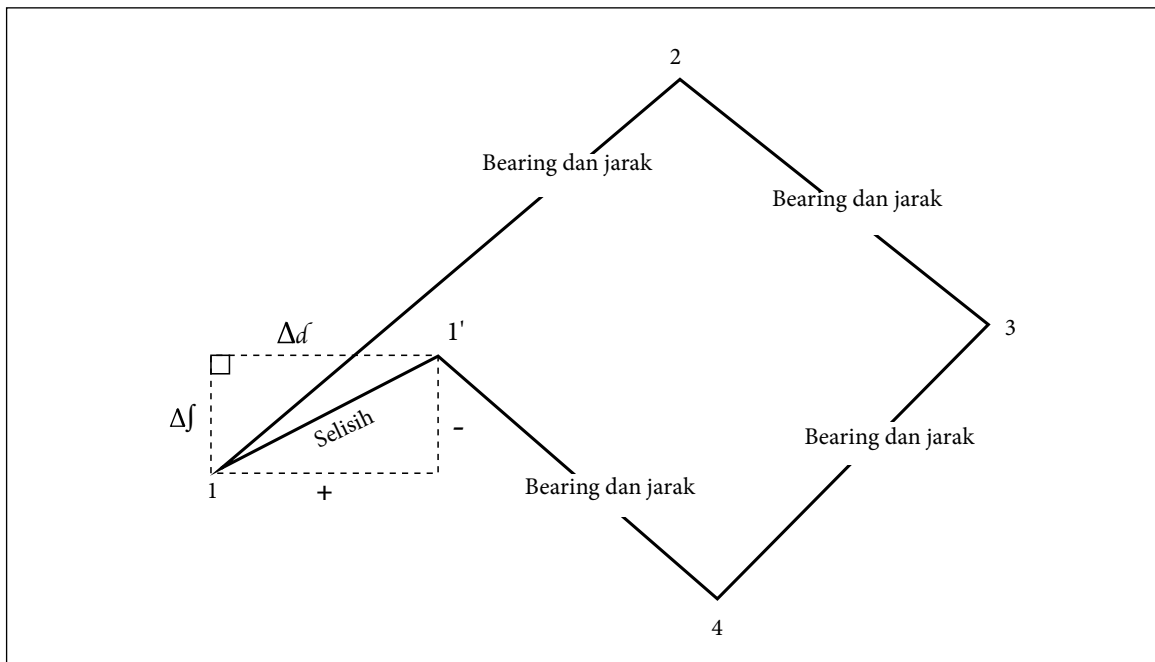
Sebagaimana yang telah dinyatakan sebelum ini, sesuatu terabas itu masih belum boleh diterima selagi jaraknya belum dibuktikan memenuhi syarat terabas. Kaedah pembuktiannya adalah dengan menghitung nilai tikaian lurus dan pembuktian ini hanya boleh dikira bagi terabas tertutup sahaja. Tikaian lurus ialah kadar di antara kesilapan jarak berbanding dengan jumlah jarak yang diukur.

Bagi terabas tertutup, jika tidak terdapat sebarang kesilapan dalam pengukuran jarak, jumlah Latit yang positif (utara) adalah sama dengan jumlah Latit negatif (selatan). Begitu juga untuk Dipat. Oleh itu, keseluruhan jumlah Latit dan Dipat adalah 0 (sifar).

- Kira Latit dan Dipat untuk setiap garisan.
- Jumlahkan Latit positif (utara) dan Latit negatif (selatan), Dipat positif (timur) dan Dipat negatif (barat).

Oleh itu, nilai tikaian lurus dapat dihitungkan menggunakan formula berikut:

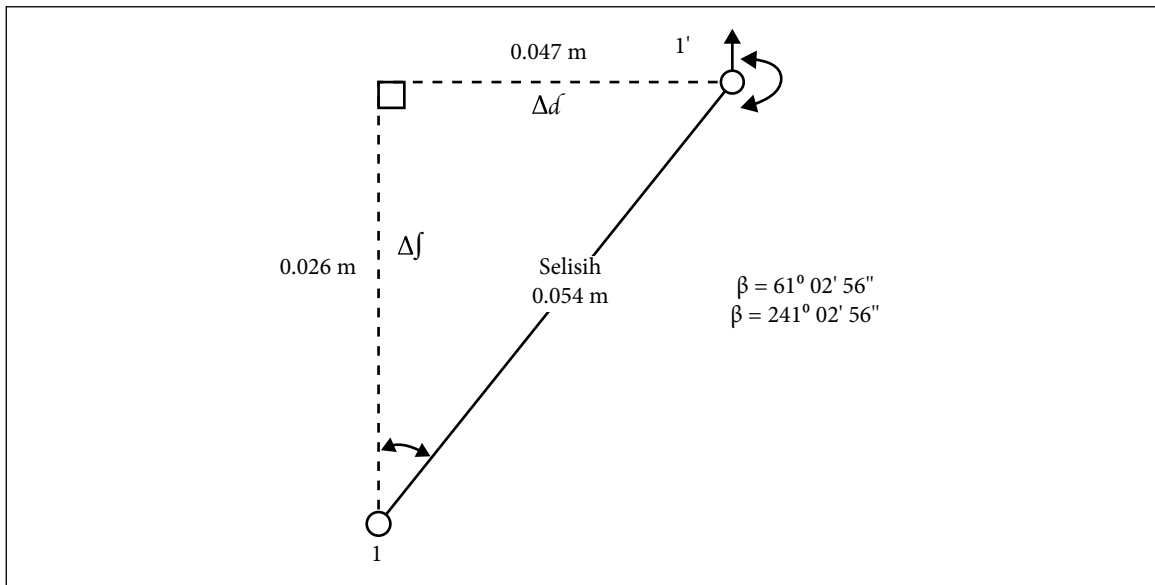
$$\text{Tikaian Lurus} = \frac{\sqrt{(\text{Selisih Latit}^2 + \text{Selisih Dipat}^2)}}{(\text{Jumlah Jarak})}$$



Rajah 4.28 Konsep tikaian lurus

Berpandukan Rajah 4.28 di atas, komponen Δf adalah selisih Latit manakala komponen Δd pula adalah selisih Dipat.

Bearing dapat dihitung dengan penyelesaian segi tiga yang berkenaan. Berdasarkan Jadual 4.3, tikaian lurus untuk terabas tersebut ialah:



Rajah 4.29 Bearing dari tikaian lurus

Berdasarkan Rajah 4.29, pengiraan adalah seperti berikut:

1. Selisih

$$\text{Selisih} = \sqrt{[(\Delta f)^2 + (\Delta d)^2]}$$

$$\text{Selisih} = \sqrt{[(0.026)^2 + (0.047)^2]}$$

$$\text{Selisih} = 0.054 \text{ m}$$

Bearingnya ialah:

$$\tan \theta = 0.047 / 0.026$$

$$\theta = \tan^{-1} (\text{Selisih Dipat} / \text{Selisih Latit})$$

$$\theta = 61^\circ 02' 56''$$

$$= 180^\circ 00' 00'' + 61^\circ 02' 56''$$

$$= 241^\circ 02' 56'' \text{ (bearing 1 ke 1')}$$

2. Kiraan Tikaian Lurus

$$= \frac{\sqrt{[(\Delta f)^2 + (\Delta d)^2]}}{\text{Jumlah jarak}}$$

$$= \frac{\sqrt{[(0.026)^2 + (0.047)^2]}}{245.025}$$

$$= 0.002$$

$$= 1/0.002$$

$$= 5000$$

$$= 1:5000$$

= Kelas pengukuran ialah kelas kedua

1 Ketepatan Mengikut Kelas Pengukuran

Ketepatan pengukuran ditentukan berdasarkan tikaian lurus yang diperoleh dan syarat kelas terabas seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 4.4.

Jadual 4.4 Nilai ketepatan minimum untuk kerja ukur teodolit

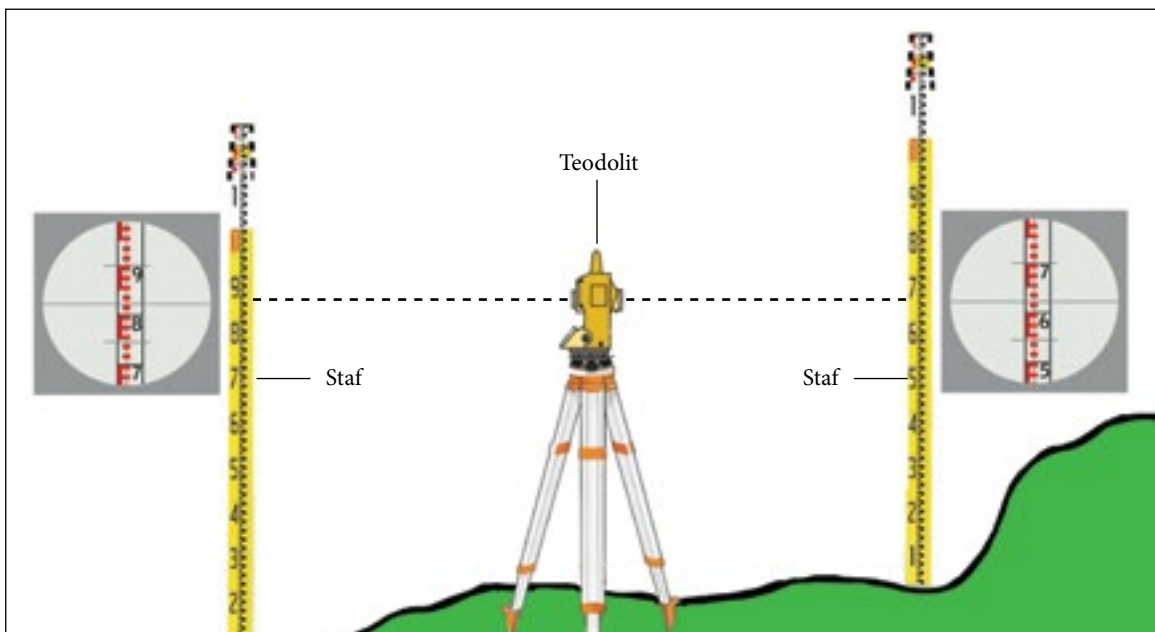
Kelas Pengukuran	Ketepatan
Pertama	1:8000 (ke atas)
Kedua	1:4000
Ketiga	1:2000

4.1.7 Mencadangkan Aras Formasi Berdasarkan Dapatan Kerja Ukur Teodolit

Bagi mendapatkan aras formasi yang terbaik, dicadangkan menggunakan alat teodolit bagi kerja ukur aras. Ukur aras banyak kegunaannya dalam ukur teodolit dan digunakan dalam semua peringkat projek pembinaan daripada ukur tapak binaan awalan sehingga pemancangan akhir. Peralatan yang dikehendaki untuk menjalankan kerja ukur aras ialah alat teodolit yang dilaraskan dalam keadaan mengufuk 90° .

Kaedah Asas Pengukuran Ukur Aras Menggunakan Teodolit

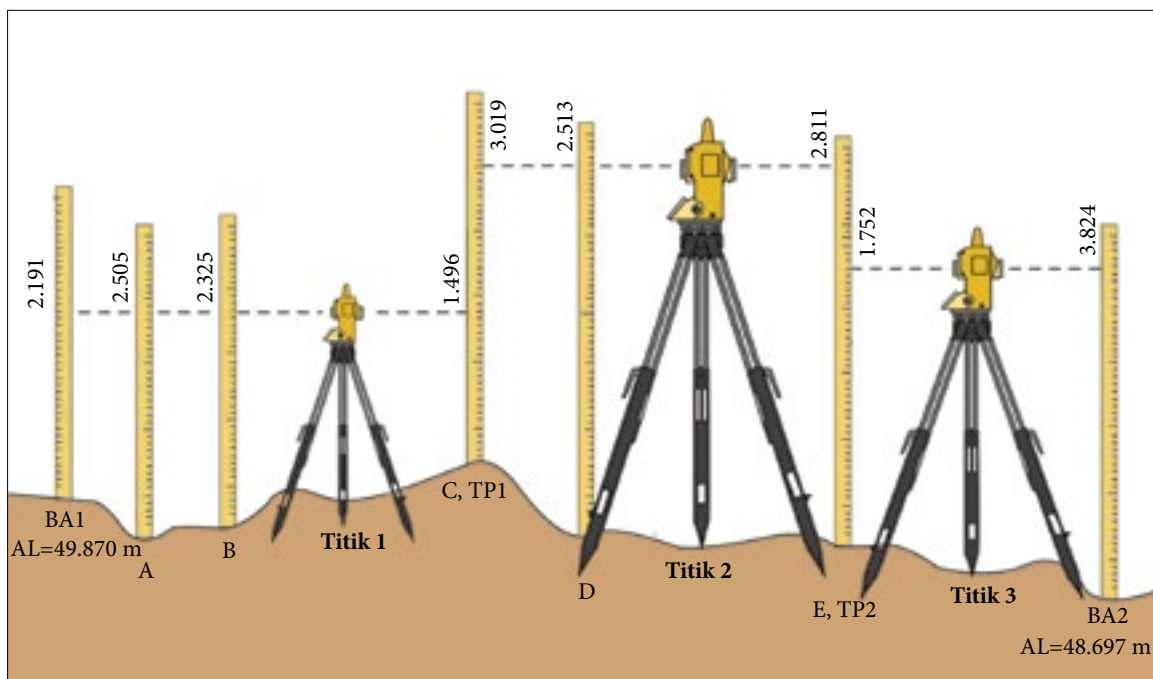
Bacaan pertama pada staf yang diambil setelah alat aras dirisikapkan seperti dalam Rajah 4.30. Staf pandangan belakang untuk permulaan kerja selalunya diletakkan di atas batu aras.



Jadual 4.5 ialah contoh pembukuan bagi kerja ukur aras bagi kaedah naik dan turun. Jadual ini hendaklah diisi mengikut kepada contoh gambar rajah yang telah menunjukkan profil muka bumi atau keratan membujur. Pembukuan kaedah naik turun ini dilakukan bagi memastikan kerja ukur aras yang dilakukan benar dan selisih dikurangkan.

Jadual 4.5 Pembukuan ukur aras kaedah naik turun

Pandangan Belakang	Pandangan Antara	Pandangan Hadapan	Naik	Turun	Aras Laras	Jarak (m)	Catatan
2.191					49.870	0	BA1, AL=49.870 m
	2.505			0.314	49.556	10	Titik A
	2.325		0.180		49.736	40	Titik B
3.019		1.496	0.829		50.565	90	Titik C, TP1
	2.513		0.506		51.071	120	Titik D
1.752		2.811		0.298	50.773	180	Titik E, TP2
		3.824		2.072	48.701	210	BA2, AL=48.697 m



Rajah 4.31 Keratan membujur ukur aras

Berdasarkan rajah profil keratan membujur dan borang pembukuan ukur aras, pembukuan boleh direkod berdasarkan prosedur berikut:

1. Alat teodolit didirisiapkan di atas titik 1 dan pastikan staf berada di atas batu aras (BM). Juruukur boleh mulakan kerja mengaras alat.
2. Staf didirikan di atas batu aras (BM) dan cerap bacaan serta rekodkan bacaan dalam borang di ruangan pandangan belakang (PB).
3. Kemudian, titik A dijadikan sebagai pandangan antara (PA) dan cerapkan bacaan yang diperoleh untuk dicatatkan di ruangan pandangan antara dalam borang turun naik.
4. Pindahkan staf di titik B dan ambil bacaan untuk direkodkan sebagai pandangan antara.
5. Staf diletakkan di atas titik C dan bacaan yang diambil direkod sebagai pandangan hadapan (PH) di dalam borang ukur aras turun naik.
6. Alat teodolit dipindahkan ke titik 2 dan cerapan pandangan belakang disambung di titik C dengan menggunakan staf yang sama.
7. Staf dipindahkan ke titik D dan direkodkan bacaannya bagi pandangan antara.
8. Untuk pandangan hadapan, staf didirikan di titik E dan direkodkan bacaannya.
9. Langkah seterusnya, alat teodolit dipindahkan ke titik 3 dan direkod bacaan bagi pandangan belakang di titik E yang menggunakan staf yang sama.
10. Akhir sekali, alat teodolit difokuskan ke staf yang didirikan di batu aras sementara (TBM). Bacaan dicerap dan dicatatkan di ruangan pandangan hadapan dalam borang ukur aras turun naik.

Dalam kaedah naik dan turun, pelarasan aras laras boleh dilakukan. Pelarasan aras laras ialah proses menghitung aras laras pada setiap titik.

Menghitung Aras Laras Kaedah Naik dan Turun

Hitungan boleh dilakukan dengan kaedah naik dan turun. Melalui kaedah ini, aras laras setiap titik dihitung berdasarkan beza tinggi antara dua titik. Aras laras diperoleh dengan mencampurkan nilai beza tinggi yang bertambah dengan aras laras titik sebelumnya sekiranya dalam keadaan naik. Sebaliknya jika terdapat beza tinggi yang berkurang, aras laras pada titik itu diperoleh dengan menolak nilai beza tinggi yang berkurangan itu daripada aras laras titik sebelumnya.

Jika perbezaan ketinggian di antara titik belakang dengan titik hadapan adalah positif, hal ini bermaksud keadaan tanah adalah menaik dan begitulah sebaliknya. Berdasarkan data cerapan dalam Jadual 4.5, hitungan nilai naik dan turun dikira seperti berikut:

Pengiraan bagi titik A

- i. Bacaan staf pada BM = 2.191 m
 Bacaan staf pada titik A = 2.505 m
 Beza tinggi BM dengan titik A = 2.191 m – 2.505 m
 = (-) **0.314 (Turun)**

(Melalui kiraan ini, menunjukkan bahawa aras laras di BM lebih tinggi berbanding di titik A)

- ii. Bagi mendapatkan aras laras di titik A adalah dengan:
 Aras laras pada titik A = Aras laras di BA1 - Turun
 = 49.870 m – 0.314 m
 = **49.556 m**

(Nilai 49.556 m dicatatkan di ruangan aras laras bagi titik A)

Pengiraan bagi titik B

- i. Bacaan staf pada titik A = 2.505 m
 Bacaan staf pada titik B = 2.325 m
 Beza tinggi A dengan titik B = 2.505 m – 2.325 m
 = (+) **0.180 (Naik)**

(Melalui kiraan ini, menunjukkan bahawa aras laras di A lebih rendah berbanding di titik B)

- ii. Bagi mendapatkan aras laras di titik B adalah dengan:
 Aras laras pada titik B = Aras laras di A + Naik
 = 49.556 m + 0.180 m
 = **49.736 m**

(Nilai 49.736 m dicatatkan di ruangan aras laras bagi titik B)

Pengiraan bagi titik C

- i. Bacaan staf pada titik B = 2.325 m
 Bacaan staf pada titik C = 1.496 m
 Beza tinggi B dengan titik C = 2.325 m – 1.496 m
 = (+) **0.829 (Naik)**

(Melalui kiraan ini, menunjukkan bahawa aras laras di B lebih rendah berbanding di titik C)

- ii. Bagi mendapatkan aras laras di titik C adalah dengan:
 Aras laras pada titik C = Aras laras di C + Naik
 = 49.736 m + 0.829 m
 = **50.565 m**

(Nilai 50.565 m dicatatkan di ruangan aras laras bagi titik C)

Pengiraan bagi titik D

- i. Bacaan staf pada titik C = 3.019 m
Bacaan staf pada titik D = 2.513 m
Beza tinggi C dengan titik D = 3.019 m - 2.513 m
= (+) **0.506 (Naik)**
(Melalui kiraan ini, menunjukkan bahawa aras laras di C lebih tinggi berbanding di titik D)
- ii. Bagi mendapatkan aras laras di titik D adalah dengan:
Aras laras pada titik D = Aras laras di C + Naik
= 50.565 m + 0.506 m
= **51.071 m**
(Nilai 51.071 m dicatatkan di ruangan aras laras bagi titik D)

Pengiraan bagi titik E

- i. Bacaan staf pada titik D = 2.513 m
Bacaan staf pada titik E = 2.811 m
Beza tinggi D dengan titik E = 2.513 m - 2.811 m
= (-) **0.298 (Turun)**
(Melalui kiraan ini, menunjukkan bahawa aras laras di D lebih tinggi berbanding di titik E)
- ii. Bagi mendapatkan aras laras di titik D adalah dengan:
Aras laras pada titik E = Aras laras di D + Naik
= 50.565 m - 0.298 m
= **50.773 m**
(Nilai 50.773 m dicatatkan di ruangan aras laras bagi titik E)

C

Semakan Aritmetik

Oleh kerana pengiraan dalam kerja ukur aras adalah agak banyak, kemungkinan akan berlakunya kesalahan adalah agak besar. Kesalahan ini tidak ada kaitan dengan cerapan yang dibuat. Dalam erti kata lain, kesalahan yang berlaku adalah kesalahan pengiraan dan bukan kesalahan cerapan. Oleh yang demikian, semakan aritmetik boleh dilakukan bagi menyemak sama ada pengiraan tadi tepat atau tidak. Semakan aritmetik boleh digunakan bagi kaedah naik dan turun.

Semakan Aritmetik Kaedah Naik dan Turun

Semakan aritmetik bagi kaedah naik dan turun dilakukan dengan mendapatkan perbezaan antara jumlah pandangan belakang dengan jumlah pandangan hadapan, jumlah naik dengan jumlah turun dan aras laras titik akhir dengan aras laras titik pertama. Seterusnya, bandingkan ketiga-tiga perbezaan ini. Jika perbezaan yang diperolehi sama, hal ini bermakna kiraan yang telah dibuat adalah tepat.

Jadual 4.6 Semakan aritmetik kaedah naik dan turun

Pandangan Belakang	Pandangan Antara	Pandangan Hadapan	Naik	Turun	Aras Laras	Jarak (m)	Catatan
2.191					49.870	0	BA1, AL = 49.870
	2.505			0.314	49.556	10	Titik A
	2.325		0.180		49.736	40	Titik B
3.019		1.496	0.829		50.565	90	Titik C
	2.513		0.506		51.071	120	Titik D
1.752		2.811		0.298	50.773	180	Titik E
		3.824		2.072	48.701	210	BA2, AL = 48.697
6.962		8.131	1.515	2.684	48.701		Ralat Sebenar = 48.701 m - 48.697 m = 0.004 m
8.131			2.684	49.870			
-1.169			-1.169	-1.169			

Semakan boleh dilakukan menggunakan formula ini:

$$\Sigma PB - \Sigma PH = \Sigma \text{Naik} - \Sigma \text{Turun} = \text{AL Titik Akhir} - \text{AL Titik Pertama}$$

Berdasarkan formula di atas, pengiraan adalah seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah pandangan belakang} &= 6.962 \text{ m} \\ \text{Jumlah pandangan hadapan} &= 8.131 \text{ m} \\ \text{Perbezaan} &= 6.962 \text{ m} - 8.131 \text{ m} \\ &= \underline{-1.169 \text{ m}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah naik} &= 1.515 \text{ m} \\ \text{Jumlah turun} &= 2.684 \text{ m} \\ \text{Perbezaan} &= 1.515 \text{ m} - 2.684 \text{ m} \\ &= \underline{-1.169 \text{ m}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Aras laras titik akhir} &= 48.701 \text{ m} \\ \text{Aras laras titik pertama} &= 49.870 \text{ m} \\ \text{Perbezaan} &= 48.701 \text{ m} - 49.870 \text{ m} \\ &= \underline{-1.169 \text{ m}} \end{aligned}$$

Semakan Ketepatan Kerja Ukur Aras

Setelah semakan arimetrik dilakukan, kerja ukur aras hendaklah disemak ketepatannya. Untuk mengetahui sama ada kerja ukur itu tepat atau tidak, ralat sebenar dan ralat yang dibenarkan perlu dihitung. Kedua-dua ralat ini dibandingkan. Jika ralat sebenar lebih kecil daripada ralat yang dibenarkan, kerja ukur itu diterima. Ketepatan kerja ukur boleh disemak menggunakan formula berikut:

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

*D ialah jumlah jarak dalam unit km

$$\begin{aligned} \text{Ralat yang dibenarkan;} \\ &= [\pm 0.012 (\sqrt{0.210})] \text{ m} \\ &= 0.006 \text{ m} \end{aligned}$$

Hasil perbandingan didapati kerja ukur ini boleh diterima kerana ralat sebenar (0.004 m) lebih kecil daripada ralat yang dibenarkan (0.006 m).

*Jika ralat sebenar lebih besar daripada ralat yang dibenarkan, kerja ukur itu perlu diulangi.

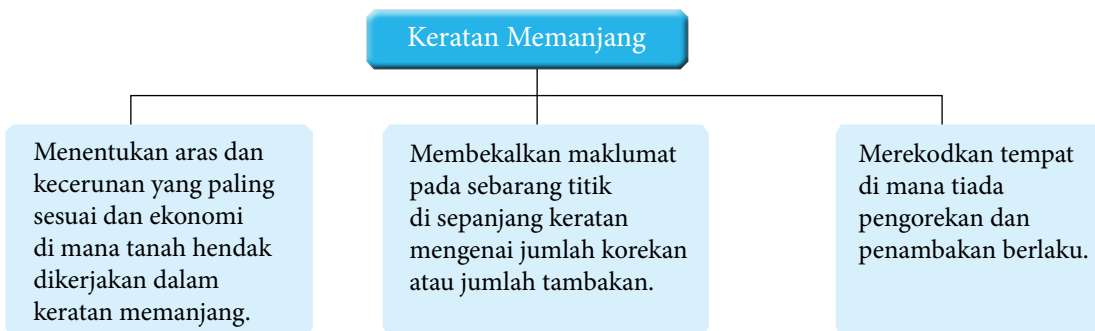
Pengukuran aras muka keratan diberikan oleh juruukur supaya jurutera atau arkitek boleh membandingkan aras tanah sebenar dengan pembentukan aras cadangannya, iaitu aras di mana tanah hendak dikerjakan dalam pembinaan. Pengukuran ini diperlukan untuk perancangan pembinaan jalan raya, jalan kereta api, saluran pengairan dan sebagainya. Pengukuran ini terbahagi kepada dua jenis:

1. Keratan memanjang
2. Keratan melintang

1

Keratan Memanjang

Rajah 4.32 menunjukkan tujuan keratan memanjang.

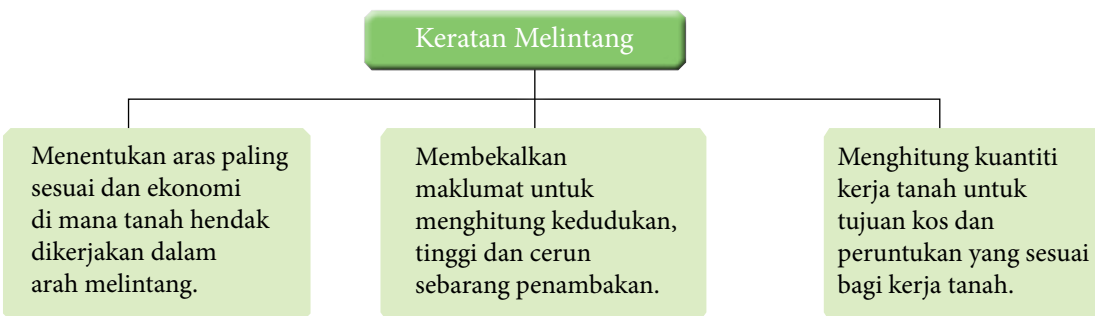


Rajah 4.32 Keratan memanjang

2

Keratan Melintang

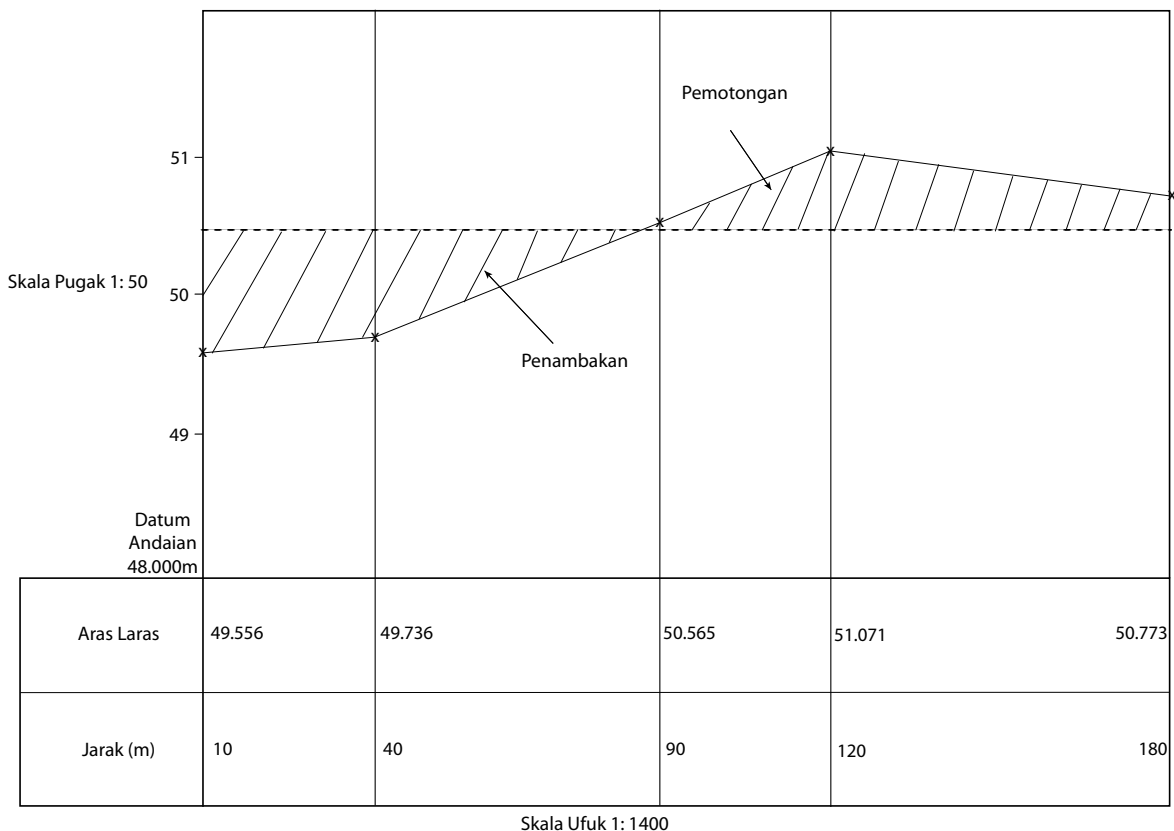
Rajah 4.33 menunjukkan tujuan keratan melintang.



Rajah 4.33 Keratan melintang

Setelah cerapan di padang diambil, disemak dan buku kerja luar dilaraskan, lukisan aras muka keratan boleh disediakan. Hal ini ditunjukkan dalam rajah dan dilukiskan seperti berikut:

- Lukis satu garisan dasar pada bahagian bawah kertas.
- Sediakan dua lagi garisan di bawah garisan dasar ini supaya ada ruangan untuk mencatatkan nilai aras laras dan rantaian.
- Tulis aras laras dan rantaian pada dua ruangan kosong di bahagian tepi kiri.
- Rantaian daripada kerja ukur ditandakan di atas garisan dasar tadi mengikut skala ufuk yang ditetapkan.
- Lukis garisan tegak dari setiap tanda rantaian itu.
- Tulis nilai rantaian dan aras laras pada setiap garisan tegak yang dilukis itu.
- Tentukan datum andaian, tandakan ketinggian aras laras setiap titik mengikut skala pugak yang telah ditetapkan.
- Berpandukan datum andaian, tandakan ketinggian aras laras setiap titik mengikut skala pugak yang telah ditetapkan.
- Sambungkan titik aras laras yang ditandakan itu.



Graf 4.1 Plotan aras muka keratan



RUMUSAN

1. Geomatik (ukur tanah) dalam bidang kejuruteraan adalah amat penting kepada pembangunan negara.
2. Setiap pembangunan yang dirancang memerlukan perkhidmatan ukur. Jadi, juruukur memainkan peranan penting bagi memastikan apa-apa yang dirancang dapat dilaksanakan dengan sempurna dan baik.
3. Kerja geomatik boleh ditakrifkan sebagai satu cara atau kesenian membuat ukuran terhadap kedudukan relatif bagi titik-titik yang berada di atas permukaan bumi dan buatan untuk menghasilkan keadaan sebenar perihal kawasan tersebut.
4. Secara ringkas, tujuan kerja geomatik adalah untuk memenuhi keperluan berikut:
 - a. Menentukan sempadan
 - b. Kedudukan yang betul
 - c. Menentukan keluasan dan isi padu tanah
 - d. Ukuran sedia bina (as-built)
 - e. Menyediakan pelan
 - f. Menyediakan titik kawalan
5. Geomatik boleh dibahagikan kepada beberapa cabang iaitu:
 - a. Ukur kejuruteraan
 - b. Astronomi
 - c. Sistem penentududukan global
 - d. Ukur kadaster
 - e. Ukur hidrografi
 - f. Fotogrametri
 - g. Ukur topografi
 - h. Penderiaan jauh
 - i. Ukur geodetik
6. Kepentingan kerja geomatik mengikut kepada kepelbagaian bidang dalam ilmu ukur. Antaranya ialah:
 - a. Membantu dalam menyediakan pelan topografi.
 - b. Mempersiapkan pelan kadaster.
 - c. Membantu menyediakan pelan kejuruteraan.
 - d. Membantu dalam menyediakan pelan kontur.
 - e. Membantu dalam kerja tinjauan kawalan.
 - f. Membantu dalam ukur pembinaan.
7. Dalam kejuruteraan awam, beberapa kaedah pengukuran diamalkan. Antara kaedah kerja ukur tanah dalam kejuruteraan awam ialah:
 - a. Pemancangan tanda (Setting out)
 - b. Ukur aras (Kawalan pugak)
 - c. Ukur terabas (Kawalan mendatar)
 - d. Kontur
 - e. Ukur butiran

8. Akibat daripada perkembangan teknologi yang pesat, peralatan ukur juga mengalami transformasi yang begitu cepat. Sedikit demi sedikit alat ukur ditransformasikan.
9. Alat yang menggunakan data digital daripada sistem satelit GPS dan kapal terbang mini *Drone* semakin mendapat perhatian masa ini.
10. Teodolit digunakan untuk mengukur sudut ufuk dan pугak.
11. Pelarasan sementara dan pelarasan tetap ialah pelarasan yang perlu dilakukan pada teodolit.
12. Ujian gelembung plat dilakukan bagi memastikan bahawa paksi pугak alat teodolit benar-benar tegak apabila gelembung udara penyilang ufuk berada di tengah-tengah bulatan (pusat).
13. Bagi memastikan setiap teodolit dalam keadaan yang baik, beberapa ujian perlu dilakukan, iaitu:
 - a. Ujian gelembung plat
 - b. Ujian garisan kolimantan
 - c. Ujian paksi sangga
 - d. Ujian angkujuh bulatan pугak
14. Pengukuran sudut ufuk boleh dibuat dengan menggunakan kaedah bearing dan kaedah sudut. Pengukuran sudut pугak pula diukur apabila jarak suatu garisan hendak ditentukan ataupun untuk mendapatkan sudut antara dua titik pada satah memugak.
15. Tujuan utama analisis kerja ukur teodolit dilakukan adalah untuk memastikan kerja ukur yang dijalankan menepati piawaian dan betul.
16. Selisih dalam kerja ukur teodolit ialah:
 - a. Selisih rawak
 - b. Selisih besar
 - c. Selisih sistematik
17. Tujuan Latit dan Dipat adalah untuk melaras terabas yang telah dibuat kerana kemungkinan berlakunya kesilapan dalam pengukuran jarak yang dilakukan.
18. Latit ialah jarak yang terhasil dari unjuran garisan tersebut di atas paksi utara-selatan.
19. Dipat ialah hasil jarak unjurannya di atas paksi timur-barat.
20. Tikaian lurus ialah kadar antara kesilapan jarak berbanding dengan jumlah jarak yang diukur.
21. Aras formasi yang terbaik berdasarkan dapatan kerja ukur teodolit ialah ukur aras yang digunakan dalam semua peringkat projek pembinaan daripada ukur tapak binaan awalan sehingga pemancangan akhir.
22. Tapak bangunan perlu diarasakan terlebih dahulu untuk mengetahui isi padu tanah yang hendak dipotong atau ditambah dan juga menentukan pemandangan daratan.



LATIHAN PENGUKUHAN

1. Nyatakan definisi geomatik (ukur tanah)?
2. Berikan secara ringkas tujuan bidang ukur tanah berikut:
 - a. Ukur kejuruteraan
 - b. Ukur hidrografi
 - c. Astronomi
 - d. Ukur kadaster
3. Nyatakan lima kepentingan dalam bidang geomatik (ukur tanah).
4. Terangkan secara ringkas kepentingan kerja geomatik dalam ukur pembinaan.
5. Dalam perkembangan pembangunan terkini di negara ini, adakah kerja geomatik masih diperlukan?
6. Nyatakan kaedah kerja ukur tanah dalam kejuruteraan awam.
7. Terangkan secara ringkas langkah-langkah dalam melaksanakan ukur terabas.
8. Nyatakan keperluan ukur terabas dalam kerja-kerja ukur tanah.
9. Senaraikan peralatan yang digunakan pada zaman dahulu untuk membuat kerja-kerja pengukuran.
10. Nyatakan perbezaan antara teknologi terdahulu dengan masa ini.
11. Lengkapkan nama-nama komponen yang terdapat pada alat teodolit berdasarkan pada gambar Foto 4.10 di bawah.

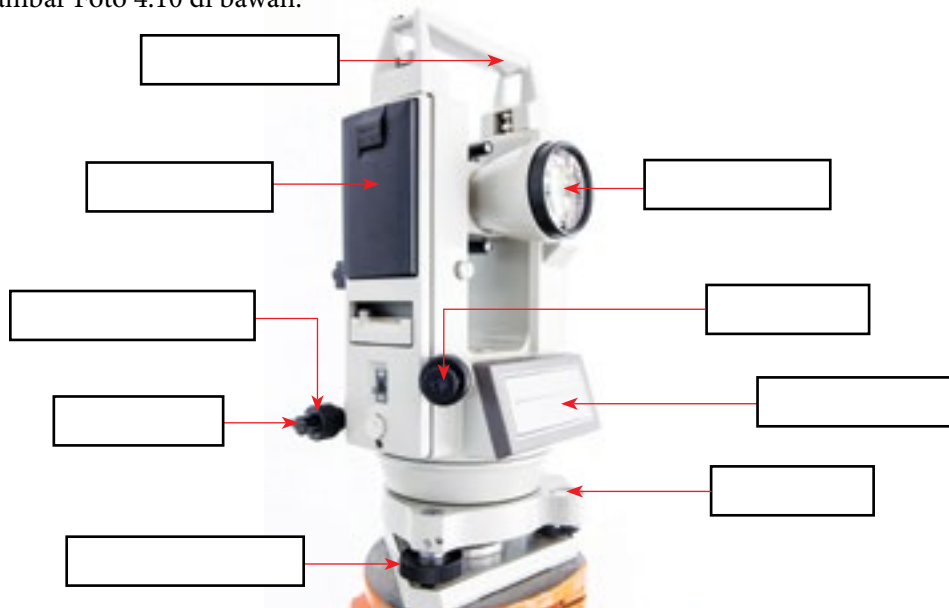


Foto 4.10 Komponen teodolit

12. Apakah yang dimaksudkan dengan Latit dan Dipat?
13. Selesaikan kiraan bagi Latit dan Dipat bagi jadual di bawah:

Stesen Ukur	Bearing	Jarak	Latit		Dipat	
			U	S	T	B
1						
2	26° 10' 10"	57.348 m				
3	104° 35' 00"	122.807 m				
4	195° 30' 10"	144.940 m				
5	358° 18' 10"	40.843 m				
6	320° 28' 40"	68.021 m				
1	292° 59' 00"	66.124 m				

14. Apakah yang dimaksudkan dengan prinsip ukur?
15. Nyatakan dengan jelas kegunaan ukur aras.

GLOSARI

Alam sekitar keadaan alam sekeliling.

Alternatif pilihan yang merupakan kemestian (keharusan).

Analisis penyelidikan atau penghuraian sesuatu (seperti keadaan, masalah, persoalan, dan lain-lain) untuk mengetahui pelbagai aspeknya (ciri-cirinya dan lain-lain) secara terperinci atau mendalam.

Asas cerucuk asas berbentuk panjang yang digunakan untuk menyokong dinding atau barisan tiang.

Asas jalur asas berbentuk panjang yang digunakan untuk menyokong dinding atau barisan tiang.

Asas pad asas yang digunakan untuk menyokong tiang secara tersendiri yang dibina daripada konkrit tetulang.

Asas rakit asas berbentuk panjang yang digunakan untuk menyokong dinding atau barisan tiang.

Bata segi empat bujur yang dibuat daripada tanah liat dan dibakar, digunakan untuk tujuan pembinaan.

Beban teragih seragam beban reka bentuk yang diagihkan dengan seragam di sepanjang rentang rasuk.

Berkala berulang-ulang pada waktu yang tetap (mengikut jangka waktu yang tertentu).

Datum titik pengukuran pada jarak yang diketahui dari titik datum utama untuk memudahkan bacaan ukuran menegak atau melintang petak atau titik yang baharu.

Ekonomi ilmu bukan pengeluaran, pengagihan, penggunaan barang-barang dan perkhidmatan.

Elemen sesuatu yang menjadi bahagian dalam sesuatu keseluruhan unsur.

Etika prinsip moral (atau akhlak) atau nilai-nilai akhlak yang menjadi pegangan seseorang individu atau sesuatu kumpulan (persatuan, pekerjaan dan lain-lain).

Evolusi perkembangan secara beransur-ansur, terutamanya pada bentuk yang lebih kompleks: sudah terbukti bahawa sesuatu masyarakat itu menerima perubahan, sama ada secara atau revolusi.

Geometri cabang matematik yang berkaitan dengan ukuran, sifat-sifat hubungan titik, garis, sudut, permukaan dan bongkah.

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.

In-situ di situ.

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.

Kelestarian keadaan (hutan, persekitaran, dan lain-lain) yang tidak berubah atau yang terpelihara seperti asal, keaslian.

Keluli besi waja.

Kerangka rangka-rangka (kapal, rumah dan lain-lain).

Keupayaan galas tanah kemampuan tanah menerima dan menanggung beban dengan selamat tanpa enapan atau kegagalan.

Kitar semula kaedah atau teknik memproses bahan seperti tin, botol dan kertas yang telah digunakan supaya dapat digunakan semula.

Kitaran gerakan berkitar, kisanan.

Kondusif sesuai, baik dan sebagainya untuk membantu, mencapai atau mendorong menghasilkan sesuatu.

Konkrit campuran batu kelikir dengan simen (pasir dan lain-lain) yang digunakan untuk pembinaan bangunan dan lain-lain (terutamanya untuk asas, tiang alang bangunan dan lain-lain).

Kontur garisan yang dilukis pada peta untuk menggabungkan (menunjukkan) tempat-tempat yang sama tinggi kedudukannya dari permukaan atau paras laut.

Konvensional berdasarkan yang biasa dilakukan atau diamalkan; mengikut atau sebagaimana yang ditentukan oleh konvensi.

Kos harga yang perlu dibayar untuk memperoleh, mengeluarkan, menyenggara, dan sebagainya sesuatu, biasanya berupa wang, masa dan tenaga, perbelanjaan.

Kuring proses yang menghalang penyejatan air daripada konkrit untuk satu jangka waktu selepas konkrit dituang. Proses kuring dapat mengurangkan keretakan pada konkrit.

Landskap pemandangan alam sesuatu kawasan yang mengandungi unsur-unsur seperti bukit bukau, sungai, dan tumbuh-tumbuhan, terutamanya pemandangan pedesaan.

Mampat tidak berongga-rongga, tidak gembur (tanah dan lain-lain), padat dan tumpat.

Momen lentur momen yang diperlukan untuk mematahkan rasuk melalui lenturan.

Papak elemen struktur yang berkelakuan seperti anggota lentur rasuk dan biasanya menanggung beban teragih seragam.

Penjarak penyendal yang diletakkan antara tetulang keluli dengan permukaan bahagian dalam kotak acuan supaya tetulang tidak terdedah apabila kotak acuan dibuka.

Produktiviti daya pengeluaran.

Profesional berasaskan (memerlukan dan sebagainya) kemampuan atau kemahiran yang khusus untuk melaksanakannya, cekap (teratur) dan memperlihatkan kemahiran tertentu.

Prospek kemungkinan atau peluang untuk mencapai kejayaan pada masa akan datang.

Rasuk merupakan satu komponen struktur yang mengufuk dalam sesebuah bangunan.

Risiko kemungkinan atau bahaya kerugian, kemungkinan mendapat bahaya atau kerugian.

Rola mempunyai daya tindak balas yang bertindak bersudut tepat dengan satah penyokong. Lazimnya dalam arah pugak.

Sosial segala yang berkaitan dengan masyarakat, perihal masyarakat dan kemasyarakatan.

Struktur binaan kejuruteraan yang terdiri daripada satu atau lebih komponen yang disusun agar dapat menanggung bebannya sendiri dan beban yang dikenakan ke atasnya tanpa mengalami perubahan bentuk yang nyata.

Substruktur struktur bangunan yang berada di bawah permukaan tanah atau aras bumi.

Superstruktur struktur bangunan yang berada di atas permukaan tanah atau aras bumi.

Taksiran hasil daripada menaksir, anggaran dan nilai.

Tapak bina tapak bangunan.

Teknologi hijau kaedah penghasilan produk atau pengeluaran yang lestari, dengan menggunakan sumber yang boleh dikitar semula, bersifat mesra alam dan tidak menyebabkan pencemaran persekitaran.

Tender tawaran untuk membuat sesuatu pekerjaan atau membekalkan barang dengan menyatakan sekali harga atau bayaran yang dikehendaki.

Tendon keluli yang ditegangkan dalam pembuatan anggota konkrit prategasan.

Teodolit alat yang digunakan dalam kerja ukur untuk mengukur sudut.

Terikan nisbah kepanjangan bahan terhadap kepanjangan asal.

Tingkat bawah tanah aras bawah tanah merujuk kepada lantai dan dinding bawah.

Tunggul tiang substruktur yang menghubungkan aras dengan rasuk bumi.

Ufuk mengufuk melintang rata, mendatar, lawan menegak.

SENARAI RUJUKAN

- 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.
- Abdul Aziz Hussin. (2001). *Keselamatan Pekerja Di Tapak Bina Tanggungjawab Bersama*. Universiti Sains Malaysia.
- Ab. Hamid Mohamed. (2000). *Asas Ukur Kejuruteraan*. Universiti Teknologi Malaysia.
- Abdul Rahim Abdul Manaf. (2003). *Jurutera Dalam Masyarakat*. Kuala Lumpur: UM Mohd Janib Johari, *Etika Profesional*. Skudai, UTM, 2001. *Pengurusan Keselamatan Dan Kesihatan Pekerja Di Tapak Pembinaan: Perspektif Kontraktor*, Nor Syazwani Amminudin & Wan Nadzri Osman, UUM, 2015.
- 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.
- Dasar Teknologi Hijau Negara, Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau Dan Air*, ISBN 978-983-43893-1-4, 2009.
- Ferdoushi Ahmed, Chamhuri Siwar & Rawshan Ara Begum. (2014). *Water Resources in Malaysia: Issues and Challenges*. Food, Agriculture and Environment Issues 2, 1100-1104.
- Garis Panduan Akta Keselamatan Dan Kesihatan Pekerjaan 1994 (Akta 514)*, Kementerian Sumber Manusia, ISBN:978-983-2014-55-3, 2006.
- Garis Panduan Bagi Keselamatan Dan Kesihatan Awam Di Tapak Pembinaan, Jabatan Keselamatan Dan Kesihatan Pekerjaan (JKKP)*, Kementerian Sumber Manusia Malaysia ISBN: 978-983-2014-58-4, 2007.
- Garis Panduan Bagi Pengenalpastian Hazard, Penaksiran Risiko Dan Kawalan Risiko (HIR-ARC)*, Jabatan Keselamatan Dan Kesihatan Pekerjaan, ISBN 978-983-2014-62-1, 2008.

- Garis Panduan Pencegahan Kemalangan Di Tempat Kerja*, Kementerian Kesihatan Malaysia, ISBN: 983-42556-0-8, 2008.
- Garis Panduan Pengurusan Risiko Projek Bagi Projek Kerajaan*, Jabatan Kerja Raya Malaysia, No. Terbitan: Jkr 29300-0033-17, 2017.
- Jamadi Yasin & Yahaya Ramli. (1999). *Kerja Paip: Pembekalan Air Sejuk, Saliran dan Pembersihan (Edisi Kedua)*. Skudai: Universiti Teknologi Malaysia.
- Journal Of Advanced Research In Business And Management Studies*, 2017, ISSN: 2462-1935.
- Journal Of Occupational Safety And Health, 3rd Scientific Conference On Occupational Safety And Health*, Issn1675-5456, 2015.
- K, S. (2009). *Engineering Hydrology (3rd Edition)*. New York: McGraw Hill.
- Kejuruteraan, Nooraini Sulaiman, Azami Zaharim, Khairul Anwar Mastor, Hassan Basri, UTEM, UKM, 2017.
- Kontraktor, Wan Nadzri Osman, Nor Syazwani Amminudin, Mohd Nasrun Mohd Nawawi, 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.
- Menerap Unsur Kelestarian Dalam Sektor Pengangkutan Darat Di Malaysia*, Haliza Abdul Rahman, UPM, September 2017.
- 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, M. M. (2016). *Modul Binaan Bangunan*. Batu Pahat: Tidak diterbitkan.
- Mohd Khairoiden, Ghani, Abd Hamid Zuhairi, Maria Zura, Mohd Zain, Abdul Rahim Ahmad Hazim, Mohamad Kamar Kamarul Anuar, And Abdul Rahman Muhammed Asraff. *Safety In Malaysian Construction: The Challenges And Initiatives*. Jurutera, May (2008):17-19.
- Norhasmah Sulaiman, Shamsul Azhari Zainal Badari (2002) *Penggunaan Lestari Dan Kualiti Hidup: Ke Arah Kehidupan Yang Lebih Sejahtera*. Jurnal Pengguna Malaysia. Jilid 4: 45-58.
- Paal, Y. (2005). *Pengajian Kejuruteraan Awam Tingkatan 4*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Pelan Induk Keselamatan Dan Kesihatan Pekerjaan 2016-2020*, Kementerian Sumber Manusia, 2015.

Pelan Strategik Keselamatan Dan Kesihatan Pekerjaan: Industri Pembinaan, Jabatan Keselamatan Dan Kesihatan Pekerjaan, 2017.

Pembinaan Instrumen Kepatuhan Jurutera Terhadap Aspek Etika Dalam Profesion Riza Atiq Abdullah O.K. Rahmat. 2015. Perancangan Pengangkutan Bandar. Bangi: UKM.

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.

Tan Boon Tong. (2000). *Teknologi Pembinaan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.

William, D. E. (2007). *Sustainable Design: Ecology, Architecture, and Planning*. New York: John Wiley & Sons Inc.

Zaini Ujang. (2008). *Sistem Pengangkutan Awam Perlu Sentuhan Lestari*. Berita Harian 19 September.

INDEKS

A

Alam sekitar 4, 5, 6, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21,
22, 24, 25, 68, 81, 82, 136, 147, 148, 149, 178
Angkujuh 207, 210
Asas cetak 86, 87, 93, 113, 114, 122
Asas dalam 86, 87, 113, 114, 121, 122
Asas jalur 86, 87, 113, 114, 121, 122
Asas pad 86, 87, 93, 94, 95, 96, 97, 113, 165, 166,
167
Asas rakit 86, 90, 91, 93, 113

B

Bearing 52, 192, 196, 197, 198, 203, 208, 211, 212,
214, 215, 216, 218, 220, 221, 232, 234
Beban mati 83, 86, 112
Beban teragih seragam 101, 102, 104, 108, 113
Beban titik 101, 103, 106, 113, 115
Berkala 44, 45

D

Dipat 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 232,
234

E

Elemen kelestarian 11, 12, 13, 22, 47
Evolusi 172, 173

H

Hidrografi 183, 184, 185, 231, 233
HIRARC 38, 39, 40, 41, 44, 45, 46, 49

I

Industri 10, 13, 15, 16, 24, 25, 29, 30, 31, 32, 35,
36, 48, 49, 81, 148, 149, 150, 154
Ira kayu 54, 111

J

Jaminan 8, 110
Jentera 30, 32, 33, 157
Justifikasi 81

K

Kadaster 183, 185, 187, 231, 233
Keluli 52, 57, 58, 59, 60, 61, 69, 70, 74, 87, 111
Kerja tanah 19, 140, 141, 148, 182, 229
Konkrit 20, 22, 46, 52, 57, 58, 60, 61, 62, 66, 67,
68, 69, 70, 71, 74, 111, 112, 150, 153, 157,
166, 167, 174, 176
Kontur 185, 186, 189, 191, 199, 231
Konvensional 16, 22, 116, 149, 152, 203
Kos 5, 6, 7, 16, 17, 19, 20, 21, 30, 36, 37, 40, 41,
48, 80, 120, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 161,
165, 167, 168, 178, 179, 191, 203

L

Latit 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 232,
234
Lukisan 7, 10, 11, 135, 137, 138, 142, 153, 160,
161, 162, 163, 164, 176, 179, 230

M

Momen lentur 102, 105, 106, 107, 108, 109, 113, 115
Muktamad 94, 95, 96, 97, 215

P

Paksi sangga 206, 207, 208, 209, 232
Papak 90, 91
Pasca pembinaan 113
Pembinaan hijau 148
Plotan 125, 230

R

Rasuk 50, 52, 53, 83, 85, 86, 90, 91, 98, 99, 100, 101,
102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 112, 113,
115, 137, 150, 151, 160, 163, 174, 175, 176

S

Simen 11, 62, 63, 64, 67, 71, 72, 76, 77, 87, 111, 112,
149, 154
Sin 216, 217
Substruktur 50, 85, 86, 112, 115, 116, 137, 140, 141,
142, 153, 160, 162, 166, 169, 175
Superstruktur 50, 85, 86, 93, 112, 115, 116, 137, 140,
169, 175, 142

T

Taksiran 116, 153, 160, 161, 162, 165, 178, 179
Tapak bina 2, 7, 10, 27, 30, 31, 32, 33, 35, 37, 40, 49,
80, 81, 87, 118, 119, 121, 122, 124, 127, 131,
140, 141, 148, 149, 150, 154, 155, 156, 157,
174, 178
Teodolit 180, 192, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206,
208, 210, 211, 212, 213, 219, 222, 223, 224,
232

Terabas 184, 191, 192, 195, 196, 197, 198, 200,
203, 211, 214, 215, 220, 222, 231, 232
Tetulang 11, 57, 60, 62, 64, 65, 67, 68, 85, 87, 90,
91, 98, 99, 100, 112, 137, 142, 149, 153, 154,
160, 163, 174, 175, 176
Titik kawalan 182, 184, 185, 190, 200, 231
Topografi 118, 136, 183, 184, 185, 186, 189, 231

U

Ujian ketuhar 127, 130, 131, 178
Ukur aras 191, 193, 194, 200, 222, 223, 224, 226,
228, 229, 231
Ukur tanah 7, 180, 182, 185, 191, 201, 203, 231,
233

Dengan ini **SAYA BERJANJI** akan menjaga buku ini dengan baiknya 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



RM24.45

ISBN 978-967-2212-58-4



9 789672 212584

FT554001