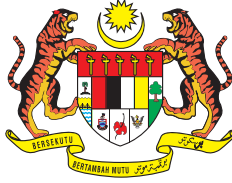




KEMENTERIAN
PENDIDIKAN
MALAYSIA

PENGAJIAN KEJURUTERAAN MEKANIKAL 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)

PENGAJIAN KEJURUTERAAN MEKANIKAL

Tingkatan 4

Penulis

Ainamardia binti Nazarudin
Md Nasser bin Samsudin
Ir. Dr. Nuraini binti Abdul Aziz

Editor

Norazhar bin Razali

Pereka Bentuk

Muhamad Faizal bin Mokhtar

Ilustrator

Ahmad Zaem bin Akmar

Multimedia

Muhammad Husni bin Zakariah@Zakaria





KEMENTERIAN
PENDIDIKAN
MALAYSIA

No Siri Buku: 0157

KPM2019 ISBN 978-967-2212-60-7

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 bertakluk kepada perkiraan royalti atau honorarium.

Diterbitkan untuk Kementerian Pendidikan Malaysia oleh:

Aras Mega (M) Sdn. Bhd. (164242-W)

No. 18 & 20, 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: 03-6273 4337

No. Faks: 03-6273 5337

PENGHARGAAN

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

- Jawatankuasa Penambahbaikan Pruf Muka Surat, Bahagian Sumber dan Teknologi Pendidikan, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Jawatankuasa Penyemakan Pembetulan Pruf 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.
- Perbadanan Harta Intelek Malaysia (MyIPO)

Semua pihak yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam usaha menjayakan penerbitan buku ini.

KANDUNGAN

<i>Pendahuluan</i>	v
<i>Pengenalan Ikon</i>	vi

MODUL 1

Pengenalan Kepada Kejuruteraan Mekanikal 2

1.1 Kerjaya Jurutera Mekanikal	4
1.2 Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan dalam Kejuruteraan Mekanikal	20
1.3 Teknologi Hijau dalam Kejuruteraan Mekanikal	39



MODUL 2

Bahan Kejuruteraan 64

2.1 Jenis dan Sifat Bahan Kejuruteraan	66
2.2 Proses Pengeluaran Besi dan Keluli	85
2.3 Rawatan Haba	95



MODUL 3

Asas Statik Kejuruteraan

112

3.1 Pengenalan Kepada Daya

114

3.2 Momen

133

3.3 Geseran

139

3.4 Asas Kekuatan Bahan

150



MODUL 4

Reka Bentuk Kejuruteraan

172

4.1 Pengurusan Projek

174

4.2 Proses Reka Bentuk Penghasilan Produk Kejuruteraan

194



Lampiran

222

Glosari

227

Senarai Rujukan

230

Indeks

233

▶ PENDAHULUAN

Buku teks Pengajian Kejuruteraan Mekanikal Tingkatan 4 ini memfokuskan keseluruhan Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP), Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) Pengajian Kejuruteraan Mekanikal (PKM). Kandungan dalam buku ini merangkumi Standard Kandungan (SK) dan Standard Pembelajaran (SP) yang disediakan oleh Bahagian Pembangunan Kurikulum (BPK), Kementerian Pendidikan Malaysia. Buku ini mengandungi empat modul.

Dalam modul satu (Pengenalan Kepada Kejuruteraan Mekanikal), murid diperkenalkan kepada definisi, kerjaya, etika, dan integriti kejuruteraan mekanikal. Dalam modul dua (Bahan Kejuruteraan), murid diajar tentang jenis, ciri, sifat, dan kegunaan pelbagai bahan termasuk bahan termaju dalam kejuruteraan mekanikal. Murid juga didedahkan dengan proses pengeluaran besi dan keluli serta jenis dan tujuan rawatan haba bagi keluli.

Dalam modul tiga (Asas Statik Kejuruteraan), murid ditekankan mengenai penggunaan teori asas kejuruteraan mekanikal, iaitu daya, momen, geseran, dan asas kekuatan bahan untuk menyelesaikan masalah berkaitan kejuruteraan mekanikal. Dalam modul empat (Reka Bentuk Kejuruteraan), murid didedahkan kepada proses pembangunan suatu produk kejuruteraan mengikut kaedah pengurusan dan penghasilan projek yang sistematik.

Halaman rangsangan diletakkan pada setiap modul secara *double spread*. Halaman ini mengandungi gambar foto yang dapat mencetuskan minat dan persediaan murid untuk belajar. Bagi membantu dan mengukuhkan kefahaman murid, buku ini ditulis dengan mempelbagaikan kaedah serta corak persembahan grafik seperti penggunaan foto, rajah, peta i-Think, carta, dan ilustrasi.

Diharapkan semoga segala usaha murni daripada pelbagai pihak dalam penerbitan buku teks ini dapat membantu guru dan murid bagi menjayakan objektif KSSM PKM dan Falsafah Pendidikan Kebangsaan.

► PENGENALAN IKON



Standard Pembelajaran

Satu penetapan kriteria atau indikator kualiti pembelajaran dan pencapaian yang boleh diukur bagi setiap standard kandungan.



Sub Topik

Tajuk yang disesuaikan dengan kehendak standard pembelajaran.



Info

Informasi dan fakta menarik tentang perkara yang relevan dengan topik perbincangan dalam teks.



Tahukah Anda?

Maklumat tambahan untuk meningkatkan ilmu dan pengetahuan murid terhadap sesuatu topik.

EMK

Elemen merentas kurikulum.



Sila Imbas QR Code

Maklumat dalam bentuk QR Code yang boleh diimbas melalui telefon pintar yang mempunyai aplikasi QR Reader.



KBAT

Soalan yang mencungkil pemikiran murid untuk mengeluarkan idea kreatif dan inovatif dalam memberikan jawapan.



Aktiviti

Aktiviti yang menguji kefahaman murid tentang kandungan yang telah dipelajari.



Bijak Kewangan

Menerapkan elemen celik kewangan dalam kalangan murid.



Sila Imbas AR Code

Buku ini mengandungi AR Code di halaman 87. Untuk mengimbas AR Code, anda perlu memuat turun aplikasi “Zappar”.





PENGAJIAN KEJURUTERAAN MEKANIKAL

Tingkatan 4

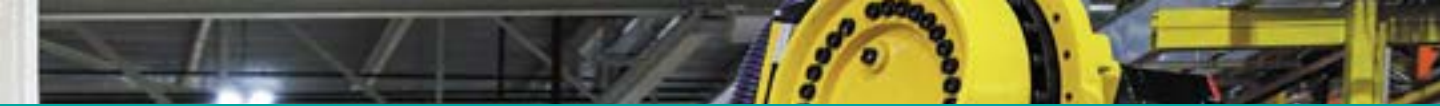


▶▶▶ MODUL 1

1.0 PENGENALAN KEPADA KEJURUTERAAN MEKANIKAL

Standard Kandungan:

- 1.1 Kerjaya Jurutera Mekanikal
- 1.2 Keselamatan dan Kesihatan Pekerja dalam Kejuruteraan Mekanikal
- 1.3 Teknologi Hijau dalam Kejuruteraan Mekanikal



1.1 Kerjaya Jurutera Mekanikal

1.1.1 Definisi Kejuruteraan

Kejuruteraan ialah satu bentuk disiplin yang mengaplikasikan pengetahuan sains dan matematik dalam mereka bentuk produk, proses, atau sistem.

1.1.2 Disiplin Kejuruteraan

Bidang kejuruteraan merupakan satu kerjaya yang memerlukan kepakaran yang tinggi dan mampu mempertingkatkan taraf dan kualiti kehidupan. Kerjaya sebagai jurutera berkembang dengan pesat dan mempunyai peluang yang cerah sama ada di dalam mahupun di luar negara. Bidang kejuruteraan terbahagi kepada beberapa disiplin seperti kejuruteraan mekanikal, elektrik dan elektronik, awam, dan kimia.

[a] Kejuruteraan Mekanikal

Kejuruteraan mekanikal merupakan bidang yang menerapkan pembelajaran secara praktikal dan teori tentang daya, kuasa, mesin, bahan, dan tenaga. Jurutera Mekanikal bertanggungjawab dalam mereka bentuk mekanikal, teknologi automotif, pemindahan haba, bahan pemrosesan pembuatan, kawalan automatik, keselamatan produk, dan kesan teknologi terhadap masyarakat. Jurutera Mekanikal perlu memastikan reka bentuk sesuatu alat dibuat dengan cekap, berkesan, dan ekonomik.



Foto 1.1 Mesin pemrosesan produk yang direka oleh Jurutera Mekanikal mampu menghasilkan produk dalam masa yang singkat dan lebih efektif



Standard Pembelajaran

Menyatakan definisi kejuruteraan.



Standard Pembelajaran

Menjelaskan disiplin kejuruteraan berikut dari segi kerjaya dan sektor industri yang boleh diceburi:

- (i) Kejuruteraan Mekanikal
- (ii) Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik
- (iii) Kejuruteraan Awam
- (iv) Kejuruteraan Kimia



Tahukah Anda?

Jurutera mencari penyelesaian atau reka bentuk yang mengimbangi keperluan pembangunan alam bina di samping memelihara alam semula jadi. Jurutera mereka bentuk produk kejuruteraan, proses, dan sistem yang selamat, efektif, ekonomi, dan lestari.

Peluang pekerjaan dalam bidang mekanikal adalah sangat luas. Terdapat banyak majikan yang terdiri daripada syarikat-syarikat kecil dan sederhana, organisasi multinasional, dan jabatan-jabatan kerajaan. Industri mekanikal menyediakan peluang pekerjaan dalam reka bentuk, pembangunan, pembuatan, pengurusan, pemasaran, penyelenggaraan, jualan, dan perkhidmatan teknikal.



Foto 1.2 Penyelenggaraan yang dilakukan oleh Jurutera Mekanikal

(b) Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik

Secara umumnya, kejuruteraan elektronik lebih kepada komponen, manakala kejuruteraan elektrik pula merangkumi sistem seperti jaringan kuasa elektrik. Jurutera diperlukan bagi mengendalikan perancangan, reka bentuk, dan implementasi sistem elektrik dan elektronik.

Jurutera Elektrik dan Elektronik mempunyai peluang kerjaya yang luas dalam agensi kerajaan atau sektor swasta. Perkembangan reka bentuk elektronik dan industri pembuatan di Malaysia dan Asia Tenggara membuka peluang pekerjaan kepada graduan dalam bidang ini. Jurutera Elektrik dan Elektronik diambil bekerja di dalam pelbagai industri seperti pengangkutan, telekomunikasi, makanan, pembekalan elektrik, pembuatan kimia, petroleum, dan banyak lagi.



Foto 1.3 Kerjaya Jurutera Elektrik dan Elektronik

(c) Kejuruteraan Awam

Bidang kejuruteraan awam merupakan bidang kejuruteraan yang merangkumi aspek-aspek pembinaan dan pembangunan, sama ada dalam pembuatan jalan, bangunan, sistem perparitan, pengawalan banjir serta trafik dan lain-lain. Jurutera Awam perlu melawat ke tapak binaan untuk menjalankan tinjauan, mendapatkan contoh batu-batan dan tanah untuk dianalisis bagi memastikan sesuatu projek selamat dijalankan. Mereka juga terlibat dengan pengiraan kos dan memastikan projek tersebut selesai dalam jangka masa yang ditetapkan.

Jurutera Awam bertanggungjawab di dalam perancangan, mereka bentuk, membina, dan menyelenggara kemudahan awam seperti bangunan, jalan raya, lapangan terbang, bekalan air, rawatan air sisa, tebatan banjir, pengairan, dan sebagainya.

**Info**

Gelaran Ir. ini diperoleh setelah jurutera menjalani beberapa ujian dan temuduga yang dijalankan oleh BEM atau IEM. Setelah lulus ujian atau temuduga tersebut, barulah mereka layak diberi gelaran Ir.



Foto 1.4 Jurutera awam dalam sektor pembinaan

Graduan bidang kejuruteraan awam boleh membina kerjaya di dalam pelbagai industri yang berkaitan seperti pembinaan, perunding reka bentuk, pemaju serta agensi kerajaan seperti Jabatan Kerja Raya, pihak berkuasa tempatan, sektor pembuatan, pembangunan produk, penyelidikan, dan pendidikan. Jurutera Awam banyak terlibat dalam projek infrastruktur dan juga yang melibatkan dengan pembinaan.

(d) Kejuruteraan Kimia

Jurutera Kimia menjalankan penyelidikan dan penyeliaan operasi loji-loji kimia dan kelengkapan untuk membuat kimia berat atau kimia halus mengikut spesifikasi. Jurutera Kimia bertanggungjawab menyelia pemasangan alat kelengkapan untuk pengeluaran berasaskan skala yang besar bagi tujuan komersial. Mereka juga akan mengkaji sifat-sifat kimia yang pelbagai atau barang-barang kimia seperti asid, rayon, pencelup-pencelup yang dicipta di makmal, dan mencipta proses-proses dan alat kelengkapan untuk membuatnya.

Bidang kejuruteraan kimia menawarkan peluang pekerjaan dalam industri minyak dan gas, petrokimia, farmaseutikal, tenaga, makanan, dan alam sekitar. Antara agensi kerajaan yang menawarkan kerjaya kepada graduan dalam bidang ini adalah seperti Jabatan Alam Sekitar, Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (DOSH), dan institut penyelidikan.



Foto 1.5 Kerjaya Jurutera Kimia



Rajah 1.1 Senarai kerjaya mengikut empat bidang kejuruteraan



Aktiviti

Layari laman web Lembaga Jurutera Malaysia untuk mendapatkan maklumat berkaitan jurutera dan jurutera teknologi bagi disiplin utama kejuruteraan, bidang kerjaya, latihan, dan akta berkaitan. Cetak maklumat tersebut dan bincangkannya dalam kelas.

1.1.3 Perbezaan Antara Kerjaya Jurutera dan Kerjaya Jurutera Teknologi

Kerjaya jurutera dan jurutera teknologi mempunyai perbezaan dari segi bidang tugas kerjaya. Rajah 1.2 menunjukkan perbezaan dari segi proses penghasilan produk, skop pekerjaan, dan contoh bidang kerjaya.

Standard Pembelajaran

Membezakan bidang kerjaya seorang jurutera dengan jurutera teknologi.



Rajah 1.2 Perbezaan antara jurutera dan jurutera teknologi

(Sumber: Unit Hal Ehwal Awam dan Antarabangsa, 2011)



Aktiviti

Layari laman web dengan kata kunci “engineer” dan “engineering technologist” dan muat turun dapatan anda. Kemudian, berdasarkan dapatan tersebut, lakarkan carta alir perbezaan jurutera dan jurutera teknologi bermula daripada laluan pendidikan sehingga bidang tugas.

1.1.4 Bidang Kejuruteraan Mekanikal yang Boleh Diterokai

Bidang kejuruteraan mekanikal meliputi disiplin yang luas. Antara bidang kejuruteraan mekanikal yang boleh diterokai ialah:



Standard Pembelajaran

Menjelaskan dengan memberi contoh bidang kejuruteraan mekanikal yang boleh diterokai.

Kejuruteraan Pembuatan

Kejuruteraan pembuatan melibatkan proses pengeluaran dan pembuatan produk dalam industri. Kerjaya dalam bidang ini melibatkan perancangan serta penyelidikan untuk pembangunan peralatan dan cara penghasilan produk.

Kejuruteraan Automotif

Kejuruteraan automotif berkait terus dengan industri automobil yang merangkumi pembangunan kenderaan darat yang menggabungkan kejuruteraan, pembinaan, dan penyenggaraan. Kejuruteraan automotif melibatkan kerjaya dalam bidang penyelidikan, pembangunan, reka bentuk, dan penghasilan kenderaan bermotor.

Kejuruteraan Bioperubatan

Kejuruteraan bioperubatan berkaitan dengan bioteknologi, biologi, dan perubatan. Antara kegunaannya ialah teknologi kejuruteraan diaplikasi dalam mesin untuk mengesan dan menganalisis penyakit. Bidang ini mengkhususkan pengetahuan dan kepakaran dalam mengendali dan menyenggara peralatan perubatan yang menggunakan radiasi seperti X-ray.

Kejuruteraan Aeronautik

Kejuruteraan aeronautik ialah sebahagian daripada kejuruteraan aeroangkasa. Bidang ini tertumpu pada mekanik penerbangan dan reka bentuk pesawat. Kerjaya dalam bidang ini melibatkan penyelidikan dalam pembangunan industri aeronautik dan astronautik.

Kejuruteraan Marin

Kejuruteraan marin merangkumi pengetahuan dan amalan kejuruteraan yang berkaitan dengan bidang perkapalan. Bidang ini melibatkan penyelidikan, reka bentuk kapal, pembangunan, dan penyenggaraan sistem pengangkutan air untuk tujuan komersial dan juga ketenteraan.

Kejuruteraan Loji

Kejuruteraan loji melibatkan pengendalian operasi loji supaya berfungsi dengan baik dan selamat. Kerjaya dalam bidang ini melibatkan kemahiran mengendalikan turbin, dandang, enjin pembakaran dalam, dan sistem rawatan air.

Bidang Teknologi

Bidang kejuruteraan mekanikal meliputi disiplin yang luas. Terdapat 12 bidang teknologi berkaitan dengan kejuruteraan mekanikal yang boleh diterokai serta telah diperakui dan diluluskan oleh MBOT iaitu:

Teknologi Elektrik dan Elektronik

Teknologi Elektrik dan Elektronik melibatkan proses, teknik, dan penggunaan sebarang kerja berkaitan elektrik dan elektronik.

Teknologi Maklumat dan Pengkomputeran

Teknologi Maklumat dan Pengkomputeran ialah satu kaedah menggunakan teknologi komputer yang melibatkan perkakasan dan perisian untuk menghasilkan maklumat atau hasil yang bermakna.

Teknologi Bangunan dan Pembinaan

Teknologi Bangunan dan Pembinaan melibatkan proses, kaedah, dan teknik yang digunakan dalam pembinaan bangunan dan kerja-kerja awam.

Teknologi Pembuatan dan Perindustrian

Teknologi Pembuatan dan Perindustrian melibatkan proses dan teknik menghasilkan komponen atau produk atau pemasangan komponen.

Teknologi Pengangkutan dan Logistik

Teknologi Pengangkutan dan Logistik merupakan kaedah dan teknik untuk membawa orang atau memindahkan barang dengan pelbagai jenis pengangkutan yang menggunakan darat, laut, dan udara.

Teknologi Marin

Teknologi Marin melibatkan proses dan teknik yang digunakan untuk mengkaji, memulihara, menjelajah, dan melindungi persekitaran laut.

Teknologi Bahan

Teknologi Bahan melibatkan kaedah atau teknik yang digunakan untuk memproses, mensintesis, dan menghasilkan bahan dalam bentuk khusus untuk aplikasi tertentu.

Teknologi Maritim

Teknologi Maritim melibatkan teknik dan kaedah yang digunakan dalam pengendalian, penyelenggaraan, pembuatan, navigasi, dan kawalan sistem kapal dan kapal laut yang berkaitan termasuk teknologi dan teknik yang digunakan di pelabuhan, rig minyak, dan kemudahan laut lain.

Teknologi Hijau

Teknologi Hijau melibatkan proses dan teknik menerapkan pendekatan mesra alam dalam mana-mana aktiviti manusia.

Teknologi Minyak dan Gas

Teknologi Minyak dan Gas melibatkan teknologi, proses, dan teknik yang digunakan dan dilaksanakan dalam pengeluaran minyak dan gas.

Teknologi Automotif

Teknologi Automotif ialah aplikasi, kaedah, dan proses industri automotif yang melibatkan reka bentuk, pembangunan, pembuatan, pemasaran, penyelenggaraan, dan perkhidmatan selepas jualan.

Teknologi Penerbangan dan Aeroangkasa

Teknologi Penerbangan dan Aeroangkasa ialah aplikasi praktikal bagi reka bentuk aeronautik, pembangunan, pengeluaran, operasi, proses penyelenggaraan, dan penggunaan pesawat termasuk komponennya dan pelbagai sistem.



Info

Revolusi Industri 4.0

Di dalam buku Revolusi Industri 4.0, pengarangnya, Klaus Schwab, yang merupakan pengarah Forum Ekonomi Dunia menyatakan bahawa Revolusi Industri 4.0 bermula dengan kewujudan superkomputer, robot, kenderaan terpadu, edisi genetika, dan teknologi neuroteknologi yang mampu mengoptimalkan fungsi otak seseorang.



Sila Imbas

Senarai teknologi dalam MBOT:
<http://arasmega.com/qr-link/senarai-teknologi-dalam-mbot-2/>
 (Dicapai pada 12 September 2019)



Aktiviti

Adakan lawatan industri ke kilang atau bengkel untuk melihat perjalanan kejuruteraan mekanikal. Sediakan laporan hasil pemerhatian anda dan bentangkannya di dalam kelas.

1.1.5 Sektor Industri yang Terlibat Dalam Bidang Kejuruteraan Mekanikal di Malaysia

Bidang kejuruteraan amat meluas dan melibatkan majoriti industri di Malaysia. Hampir kesemua industri menggunakan teknologi kejuruteraan untuk lebih maju ke hadapan dari semasa ke semasa. Oleh itu, penglibatan dalam bidang ini dapat menjamin perkembangan kerjaya pada masa hadapan.

Standard Pembelajaran

Membincangkan dengan memberi contoh sektor industri yang terlibat dengan bidang kejuruteraan mekanikal di Malaysia.



Rajah 1.3 Sektor industri yang terlibat dalam bidang kejuruteraan mekanikal di Malaysia

(a) Industri Minyak dan Gas

Industri minyak dan gas dikenali sebagai industri petroleum yang menjalankan proses penjelajahan, pengekstrakan, penapisan, pengangkutan global, dan pemasaran produk petroleum. Produk utama industri ini ialah bahan bakar minyak dan petrol. Petroleum (minyak) juga merupakan bahan mentah untuk menghasilkan produk kimia, termasuk farmaseutikal, pelarut, baja, racun perosak, wangian sintetik, dan plastik.

Jurutera petroleum terlibat dalam proses penggerudian untuk mengangkut naik minyak dan gas ke permukaan, menganggarkan nilai, dan mengekstrak dengan kos paling jimat.



Foto 1.6 Jurutera petroleum bertugas di pelantar minyak

i Info

Industri minyak, gas dan tenaga (OGE) menyumbang kira-kira 20 peratus kepada KDNK Malaysia dan telah dikenal pasti sebagai sektor yang akan diberikan penekanan utama pada masa akan datang.

(Lembaga Pembangunan Pelaburan Malaysia (MIDA), 2018)

(b) Industri Pertanian

Industri pertanian merupakan salah satu industri yang terbesar di Malaysia. Penduduk Malaysia yang bekerja dalam bidang ini melibatkan ladang, sawah, hutan, dan lain-lain lagi. Selain daripada menjadi sumber makanan, industri pertanian juga terlibat dalam penghasilan baja.

Jurutera pertanian berperanan menyelesaikan masalah pertanian mengenai bekalan kuasa, kecekapan jentera, penggunaan struktur, kemudahan air untuk aktiviti pertanian, isu penyimpanan, dan pemrosesan produk pertanian.



Foto 1.7 Dron penyembur racun perosak tanaman

i Info

Persatuan Jurutera Pertanian Malaysia (MSAE) yang ditubuhkan pada tahun 1982 adalah organisasi profesional teknikal yang bergiat aktif dalam aspek kejuruteraan dan teknologi membabitkan industri pengeluaran pertanian, makanan serta sumber bahan biologi berkaitan.

(c) Industri Perubatan

Industri ini bertanggungjawab dalam mengendalikan berkenaan diagnosis, rawatan dan pencegahan penyakit untuk manusia, haiwan, dan juga tumbuh-tumbuhan.

Jurutera perubatan atau jurutera bioperubatan mereka bentuk dan menyenggarakan mesin-mesin yang digunakan dalam industri ini. Selain itu, jurutera bioperubatan juga perlu melakukan penyelidikan dan pembangunan dalam bioinformatik, pengimejan perubatan, pemprosesan imej, pemprosesan isyarat fisiologi, biomekanik, biobahan, biokejuruteraan, analisis sistem, pemodelan 3D, dan lain-lain lagi. Foto 1.8 menunjukkan penggunaan robot atau sistem komputer dalam bidang industri perubatan melibatkan kemahiran kejuruteraan mekanikal.



Foto 1.8 Pembedahan robotik



Tahukah Anda?

Pembedahan robotik biasanya meminimumkan kehilangan darah, mengurangkan masa pemulihan pasca pembedahan dan ia membolehkan ketepatan dalam melaksanakan prosedur, sekali gus menyelamatkan tisu sihat daripada kerosakan.

(d) Industri Pengangkutan

Industri pengangkutan berperanan memastikan pergerakan manusia dan bahan-bahan daripada satu tempat ke tempat yang lain lebih lancar dan selamat melalui tiga medium utama iaitu darat, laut, dan udara. Jurutera bertanggungjawab dalam mereka bentuk, membangunkan dan menyelenggara sistem dan alat-alat pengangkutan yang terdapat di Malaysia seperti kenderaan bermotor, kereta api berkelajuan tinggi, feri, dan pesawat. Antara teknologi yang sering digunakan dalam industri ini ialah perisian simulasi menggunakan komputer.



Foto 1.9 Contoh jenis pengangkutan darat, laut, dan udara

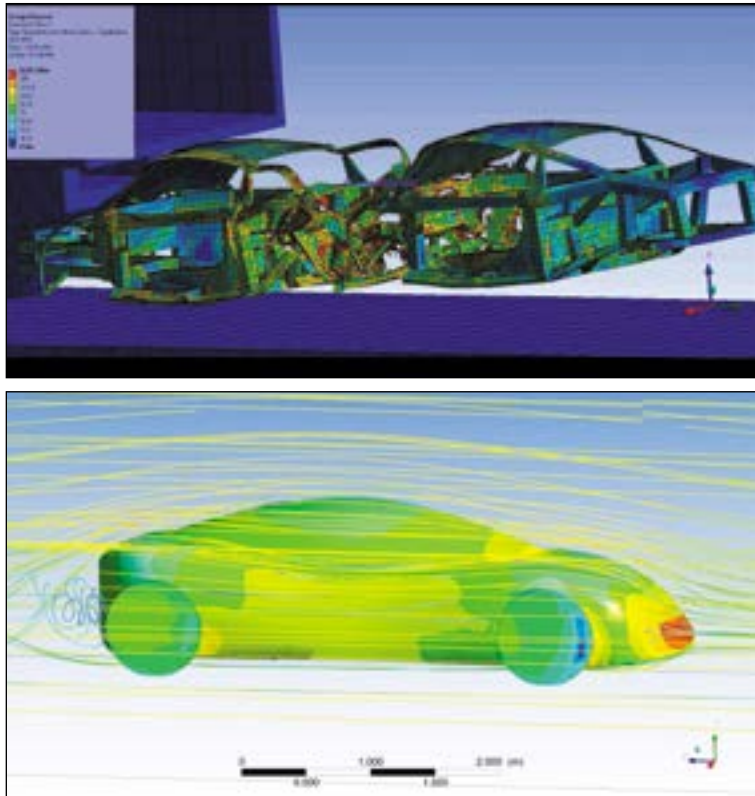


Foto 1.10 Perisian simulasi menggunakan komputer

i Info

Perisian simulasi telah memberikan perubahan kepada industri dalam pelbagai peringkat. Simulasi menggunakan komputer dapat memberikan gambaran yang jelas tentang tindak balas komponen yang diuji semasa mereka bentuk dari segi kekuatan, kestabilan, ketahanan, dan kesan dinamik.



(e) Industri Pembuatan

Industri pembuatan melibatkan proses penukaran bahan mentah menjadi barang siap atau separa siap seperti barangan elektrik dan elektronik serta automatif. Pada masa kini, industri pembuatan telah menggunakan teknologi terkini seperti robot dan cetakan 3D yang lebih mudah diselenggara dan sesuai digunakan dalam Revolusi Industri 4.0. Jurutera pembuatan bertanggungjawab dalam mereka bentuk dan membangunkan sistem teknologi ini serta memastikan sistem ini diselenggara dengan baik.



Foto 1.11 Pencetak 3D



Foto 1.12 Robot pembuatan produk

1.1.6 Fungsi Badan Profesional dalam Bidang Kejuruteraan di Malaysia



Standard Pembelajaran

Menerangkan fungsi badan profesional dalam bidang kejuruteraan di Malaysia.

Badan Profesional ialah suatu institusi atau jabatan yang bertanggungjawab dalam mengawal selia jawatan jurutera. Di Malaysia, terdapat beberapa badan profesional dalam bidang kejuruteraan iaitu Lembaga Jurutera Malaysia (*Board of Engineers Malaysia*), Jabatan Akreditasi Kejuruteraan (*Engineering Accreditation Council, Malaysia*), dan Institusi Jurutera Malaysia (*The Institution of Engineers, Malaysia*).

(a) Lembaga Jurutera Malaysia (*Board of Engineers Malaysia*)

Lembaga Jurutera Malaysia (LJM) ialah sebuah badan berkanun di bawah Kementerian Kerja Raya Malaysia yang bertanggungjawab menguatkuasa Akta Pendaftaran Jurutera 1967. Fungsi utamanya ialah mendaftar para jurutera dan syarikat perunding kejuruteraan bagi menentukan dan mengawal tatakelakuan serta etika profesion kejuruteraan.



Sila Imbas

Lembaga Jurutera Malaysia
(*Board of Engineers Malaysia, BEM*)
<http://arasmega.com/qr-link/lembaga-jurutera-malaysia/>

(b) Majlis Akreditasi Kejuruteraan (*Engineering Accreditation Council, Malaysia, EAC*)

Majlis Akreditasi Kejuruteraan bertanggungjawab membina polisi dan melaksanakan penilaian untuk kelulusan dan akreditasi. Antara tanggungjawab EAC yang lain ialah:

- Melaksanakan dan mengekalkan program kejuruteraan berakreditasi.
- Memantau pembangunan dan operasi akreditasi serta pengiktirafan bersama program yang melibatkan negara-negara lain.
- Memastikan ahli LJM sentiasa dimaklumkan dan mengaplikasikan cadangan mereka mengenai aktiviti-aktiviti EAC.
- Memberi khidmat nasihat terhadap LJM tentang perkara yang melibatkan aktiviti kejuruteraan yang perlu disampaikan kepada orang awam.



Sila Imbas

Jabatan Akreditasi Kejuruteraan,
(*Engineering Accreditation Council, Malaysia, EAC*)
<http://arasmega.com/qr-link/jabatan-akreditasi-kejuruteraan/>

(c) Institusi Jurutera Malaysia (*The Institution of Engineers, Malaysia, IEM*)

IEM ialah sebuah badan profesional yang mempromosikan dan membangunkan sains dan profesion kejuruteraan dalam mana-mana atau segala disiplin yang berkaitan untuk memudahkan pertukaran maklumat dan idea yang berkenaan dengan bidang kejuruteraan.



Sila Imbas

Institusi Jurutera
(*The Institution of Engineers Malaysia, IEM*)
<http://arasmega.com/qr-link/institusi-jurutera/>

(d) Lembaga Teknologis Malaysia (*Malaysia Board of Technologists, MBOT*)

Lembaga Teknologis Malaysia ialah sebuah badan profesional untuk mendaftar dan mengiktiraf teknologis dan juruteknik bertauliah sebagai profesion yang selaras dengan saranan Rancangan Malaysia Kesepuluh (RMK10). MBOT ditubuhkan atas kerjasama Kementerian Tenaga, Sains, Teknologi, Alam Sekitar & Perubahan Iklim dengan beberapa kementerian seperti Kementerian Pendidikan, Kementerian Sumber Manusia, Kementerian Pembangunan Luar Bandar, Kementerian Kerja Raya, dan pelbagai kementerian lain bagi menghasilkan modal insan yang berbakat dan berpengetahuan dalam bidang sains, teknologi, dan inovasi.



Sila Imbas

Lembaga Teknologis Malaysia
(*Malaysia Board of Technologists, MBOT*)
<http://arasmega.com/qr-link/lembaga-teknologis-malaysia/>



Aktiviti

- Bincangkan laluan pendidikan di universiti-universiti yang menawarkan kursus kejuruteraan mekanikal. Cetak maklumat tersebut dan bincangkannya di dalam kelas.
- Dengan bantuan guru, jemput golongan profesional dalam bidang kejuruteraan mekanikal seperti jurutera untuk memberi ceramah kerjaya.



Info

Individu yang berdaftar dan telah diluluskan oleh MBOT akan menerima pengiktirafan dengan menggunakan gelaran singkatan Ts. atau Tc. MBOT telah membuka pendaftaran kepada empat kategori iaitu:

- Teknologis Berijazah
- Teknologis Profesional
- Juruteknik Berkelayakan
- Juruteknik Bertauliah

1.1.7 Nilai dan Etika Profesionalisme Jurutera Mekanikal

Etika profesional dalam kalangan jurutera mekanikal adalah amat penting bagi menjamin keselamatan dan kesejahteraan masyarakat, harta benda, dan alam sekitar. Antara nilai profesionalisme dan etika kerja yang perlu diamalkan ialah:

NILAI PROFESIONALISME

Bertanggungjawab dan Akauntabiliti

Bersikap bertanggungjawab terhadap perkhidmatan yang diberikan dan produk yang dihasilkan.

Berhemah

Budi pekerti yang mulia dan berkemampuan dalam melaksanakan tugas secara bijaksana.

Berwibawa

Adil dan saksama dalam membuat keputusan. Sentiasa bersikap objektif, di mana keputusan yang dibuat perlu bebas daripada kepentingan peribadi, prejudis, dan pilih kasih.

Integriti

Membudayakan integriti dengan menerapkan nilai-nilai murni dan beretika sebagai amalan hidup seharian.



Standard Pembelajaran

Membincangkan nilai dan etika profesionalisme seorang jurutera mekanikal.



Info

Kebanyakan institusi pendidikan kejuruteraan mempunyai subjek khas yang membincangkan tentang etika. Ia amat penting untuk mahasiswa kejuruteraan untuk mengkaji etika kejuruteraan supaya lebih bersedia menghadapi dunia kerjaya kelak.



Aktiviti

Jalankan sesi perbincangan berkumpulan tentang kes kemalangan yang berlaku di bengkel.



Foto 1.13 Amalan nilai profesionalisme menjamin keselamatan dan kesejahteraan murid dan tenaga pengajar

ETIKA KERJA

Profesionalisme

Mempunyai ilmu pengetahuan yang tinggi, kemahiran yang mencukupi, dan berintegriti bagi menjalankan tugas serta tanggungjawab.

Kecemerlangan

Usaha yang dilakukan perlu melebihi tahap yang ditetapkan bagi meningkatkan kecemerlangan.

Bertindak sebagai satu pasukan

Setiap jurutera perlu bekerjasama dengan semangat berpasukan bagi mencapai hasil yang ditetapkan.

Mewujudkan suasana pembelajaran sepanjang hayat

Perlu sentiasa berusaha untuk meningkatkan kemahiran dan pengetahuan bagi kemajuan kerjaya.

Kod Tatalaku Profesional di dalam kejuruteraan mengikut Lembaga Jurutera Malaysia ialah:

1. Seorang Jurutera Berdaftar mestilah pada setiap masa memberi keutamaan terhadap keselamatan, kesihatan, dan kebajikan kepada orang awam.
2. Seorang Jurutera Berdaftar mestilah mengambil satu-satu tugas hanya jika beliau sememangnya layak berdasarkan pendidikan dan pengalaman di dalam bidang spesifik yang beliau ceburi.
3. Seorang Jurutera Berdaftar mestilah mengeluarkan kenyataan awam hanya secara objektif dan perilaku yang jujur.
4. Seorang Jurutera Berdaftar mestilah bertindak sebagai orang yang dipercayai ataupun pemegang amanah kepada majikan ataupun pelanggan.
5. Seorang Jurutera Berdaftar mestilah bertindak dengan jujur, bertanggungjawab, beretika, dan mengikut lunas undang-undang demi memartabatkan kemuliaan, reputasi, dan kebolehgunaan profesion.



Tahukah Anda?

Kod kelakuan dan kod etika adalah dua dokumen yang berbeza. Kod etika mengatur bagaimana keputusan dibuat, sementara kod tatalaku mengatur bagaimana profesional bertindak.

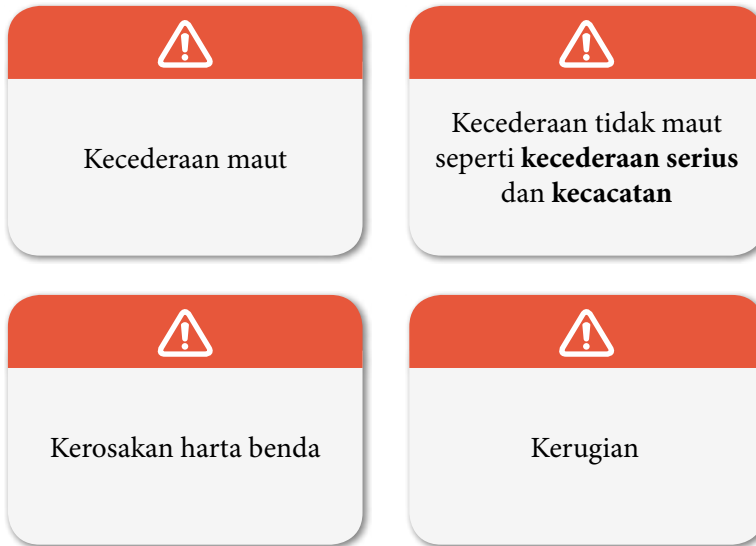
(Sumber: Kod Etika dan Kod Kelakuan, Jabatan Pengangkutan Jalan).



Nilai dan etika profesionalisme, berkait rapat dengan kesejahteraan alam sekitar. Nyatakan pendapat anda dan berikan contoh situasi berkaitan.

1.2 Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan Dalam Kejuruteraan Mekanikal

Amalan keselamatan dan kesihatan di bengkel amat penting untuk mengelakkan daripada berlaku kemalangan. Kemalangan di bengkel boleh berpunca daripada alatan, persekitaran tempat kerja, atau kecuaiannya pengguna. Menurut Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 (Akta 514) yang dikeluarkan Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan Malaysia, JKPP, (*Department of Occupational Safety and Health, DOSH*) kemalangan yang berlaku boleh menyebabkan:



Rajah 1.4 Jenis-jenis kemalangan mengikut Akta 514

Standard Pembelajaran

Menerangkan amalan keselamatan dan kesihatan pekerjaan yang perlu dipatuhi semasa berada di dalam bengkel kejuruteraan:

- (i) Kelengkapan pelindung diri (*Personal Protective Equipment (PPE)*)
- (ii) Prosedur operasi standard (*Standard Operational Procedure (SOP)*)
- (iii) Peraturan keselamatan
- (iv) Papan tanda keselamatan



Sila Imbas

Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 (Akta 514):
<http://arasmega.com/qr-link/akta-keselamatan-dan-kesihatan-pekerjaan-1994-akta-514/>
 (Dicapai pada 5 September 2019)



Sila Imbas

Akta Kilang dan Jentera 1967 (Disemak-1974) Akta 139:
<http://arasmega.com/qr-link/akta-kilang-dan-jentera-1967-disemak-1974-akta-139/>
 (Dicapai pada 5 September 2019)

Tahukah Anda?

Majlis Sambutan Hari Sedunia bagi Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan disambut pada 28 April di seluruh dunia bermula pada tahun 2003 oleh Pertubuhan Buruh Antarabangsa (ILO).

**(a) Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan Malaysia, JKPP
(Department of Occupational Safety and Health, DOSH)**

Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan Malaysia (JKPP) merupakan sebuah jabatan di bawah Kementerian Sumber Manusia yang berperanan untuk memastikan keselamatan, kesihatan, dan kebajikan orang yang sedang bekerja serta melindungi orang lain daripada bahaya dari segi keselamatan dan kesihatan yang berpunca daripada aktiviti pekerjaan pelbagai sektor. Antara tanggungjawab JKPP ialah:

- 1 Menjalankan kajian, menyelidik, membangunkan, dan menganalisis secara teknikal untuk isu-isu keselamatan dan kesihatan pekerjaan yang wujud di tempat kerja.
- 2 Menguatkuasakan undang-undang keselamatan dan kesihatan pekerja.
- 3 Menjalankan program-program dan kempen galakan untuk memupuk kesedaran dan mempromosikan kepada majikan, pekerja, dan orang awam tentang keselamatan dan kesihatan pekerjaan.
- 4 Memberi khidmat nasihat dan maklumat kepada agensi-agensi kerajaan dan swasta tentang aspek-aspek pengurusan dan teknikal mengenai keselamatan dan kesihatan pekerjaan.

Rajah 1.5 Tanggungjawab Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan Malaysia (JKPP)



Sila Imbas

Untuk maklumat lanjut mengenai Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan Malaysia (JKPP), layari laman web:

<http://arasmega.com/qr-link/jabatan-keselamatan-dan-kesihatan-pekerjaan-malaysia-jkpp/>
(Dicapai pada 5 September 2019)

(b) Institut Kebangsaan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan Negara, (IKKKPN) (National Institute of Occupational Safety and Health, NIOSH)

NIOSH ditubuhkan di bawah Kementerian Sumber Manusia pada tahun 1992 sebagai kumpulan daripada pelbagai pihak bagi menjaga keselamatan dan kesihatan pekerja di tempat kerja. Jabatan ini berfungsi dalam menyediakan latihan dan khidmat perundingan, menyebarkan maklumat, dan menjalankan penyelidikan dalam bidang keselamatan dan kesihatan pekerja. Antara tanggungjawab NIOSH yang lain ialah:



Rajah 1.6 Tanggungjawab *National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH)



Aktiviti

Bahagikan murid kepada kumpulan A dan kumpulan B. Kumpulan A menyenaraikan fungsi *Department of Occupational, Safety and Health* (DOSH), manakala kumpulan B menyenaraikan fungsi *National Institute of Safety and Health* (NIOSH). Kemudian, bentangkan dapatan kumpulan masing-masing.



Sila Imbas

Untuk maklumat lanjut mengenai *National Institute of Safety and Health* (NIOSH), layari laman web:

<http://arasmega.com/qr-link/national-institute-of-safety-and-health-niosh/>

(Dicapai pada 5 September 2019)

1.2.1 Amalan Keselamatan dan Kesihatan di Dalam Bengkel Kejuruteraan

**Kelengkapan Asas Perlindungan Diri
(Personal Protective Equipment, PPE)**

Kelengkapan Pelindung Diri merupakan kelengkapan yang digunakan oleh seseorang yang bekerja di bengkel. Kelengkapan tersebut mampu melindungi daripada risiko keselamatan atau kesihatan di samping mengurangkan kesan atau risiko kemalangan.

Kesesuaian PPE bergantung kepada fisiologi penggunanya. Oleh itu, pemilihan PPE yang sesuai merupakan faktor penting bagi memastikan keberkesanan dalam penggunaannya. Menurut Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan Malaysia, JKKP (*Department of Occupational, Safety and Health, DOSH*), terdapat tujuh jenis PPE yang perlu dipraktikkan di setiap bengkel kejuruteraan.

Jadual 1.1 Kelengkapan asas pelindung diri yang penting di dalam makmal

Kelengkapan Pelindung Diri	Penerangan
<p>Topi keselamatan</p> 	<p>Digunakan ketika mengendalikan peralatan elektrik, bahaya benda tajam, objek jatuh, objek keras, dan sebagainya.</p>
<p>Pelindung mata atau gogal</p> 	<p>Digunakan ketika mengendalikan bahan kimia yang mengakis, merengsa, atau alahan kepada bahagian muka terutamanya mata.</p>
<p>Topeng muka</p> 	<p>Digunakan untuk pekerja yang terdedah kepada habuk dan cecair berbahaya bagi mengelakkan mereka terhidu bahan-bahan tersebut.</p>
<p>Pelindung telinga</p> 	<p>Digunakan untuk mengelakkan kerosakan pendengaran akibat penggunaan alatan atau melakukan pekerjaan yang menghasilkan tahap kebisingan yang tinggi.</p>

sambungan Jadual 1.1

Kelengkapan Pelindung Diri	Penerangan
<p>Pelindung muka</p> 	<p>Digunakan untuk melindungi bahagian muka daripada sebarang kecederaan sewaktu menjalankan kerja-kerja berisiko tinggi.</p>
<p>Topeng gas</p> 	<p>Digunakan untuk melindungi sistem pernafasan daripada bahan meruap atau pelarut organik, bahan berdebu kering, atau persekitaran berhabuk.</p>
<p>Sarung tangan</p> 	<p>Digunakan ketika mengendalikan bahan suhu lampau serta bahan elektrik dan radioaktif.</p>
<p>Sut keselamatan</p> 	<p>Digunakan apabila pengguna menjalankan kerja yang melibatkan risiko seperti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengendalikan bahan kimia atau tumpahan bahan kimia. • Mengendalikan bahan biologi dalam skala besar atau menangani pelepasan bahan biologi.
<p>Kasut keselamatan</p> 	<p>Digunakan apabila pengguna menjalankan kerja yang mempunyai risiko seperti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Terpijak atau tertusuk benda tajam dan objek yang terjatuh mengenai kaki. • Tumpahan bahan kimia. • Kawasan yang licin.

Cara Pemakaian Kelengkapan Asas Perlindungan Diri (*Personal Protective Equipment, PPE*)



Rajah 1.7 Cara pemakaian kelengkapan asas perlindungan diri

Prosedur Operasi Standard
(*Standard Operational Procedure, SOP*)

Prosedur Operasi Standard ialah dokumen arahan kerja yang mengandungi langkah menjalankan pekerjaan atau menggunakan peralatan dengan betul dan selamat. Dokumen ini amat penting bagi memastikan keseragaman dalam menjalankan sesuatu pekerjaan tertentu dengan berpandukan matlamat yang ingin dicapai. Setiap Prosedur Operasi Standard perlu mempunyai carta alir prosedur yang mengandungi aliran kerja, tanggungjawab, proses kerja atau tindakan, dan rekod. Rajah 1.8 menunjukkan contoh Prosedur Operasi Standard yang digunakan di Bengkel Kejuruteraan Mekanikal. Rajah 1.9 menunjukkan SOP mesin gerudi manakala Rajah 1.10 menunjukkan SOP cara kerja mengangkat dengan selamat.

Carta Alir Prosedur Pengendalian dan Penilaian Bengkel

Tanggungjawab	Aliran Kerja	Proses Kerja/Tindakan	Rekod
SM/SB		Mula	
		Dapatkan jadual waktu dan pamerkan. Kenal pasti aktiviti amali mengikut silibus yang terkini.	Jadual waktu dan silibus.
		Sediakan peralatan atau spesimen yang akan digunakan untuk sesi amali bengkel.	Contoh penyediaan spesimen contohnya lukisan.
SA		Murid memuat turun <i>lab sheet</i> daripada <i>I-Learn</i> .	Panduan uji kaji kursus.
		Berikan taklimat ringkas mengenai uji kaji dan taklimat keselamatan ketika berada di bengkel.	
SA/SM/SB		Menyelia murid semasa uji kaji atau kelas dijalankan.	
SA		Pastikan murid menyerahkan laporan uji kaji mengikut masa yang telah ditetapkan oleh SA.	
		Terima produk akhir atau laporan uji kaji daripada murid.	Laporan uji kaji.
		Tamat	

SM = Staf Makmal SB = Staf Bengkel SA = Staf Akademik

Rajah 1.8 Carta alir prosedur pengendalian dan penilaian bengkel

STANDARD OPERATING PROCEDURE (S.O.P)

NAMA PERALATAN : MESIN GERUDI

LOKASI : BENGKEL KEJURUTERAAN MEKANIKAL

NO SIRI DAFTAR : KPM/JPNMEL/MEA0072/MPET/H/04/1

TATACARA KERJA

SEBELUM MENGGUNAKAN MESIN GERUDI

1. Periksa keadaan fizikal mesin gerudi. Jika ada kerosakan, jangan gunakan mesin dan laporkan.
2. Periksa sambungan elektrik berkeadaan baik dan wayar tidak mengalami kecacatan.

SEMASA MENGGUNAKAN MESIN GERUDI

1. Pastikan benda kerja diapit menggunakan ragum gerudi.
2. Pastikan kedudukan mata gerudi bersesuaian dengan kedudukan benda kerja.
3. Laras kedudukan benda kerja dan ketatkan pengunci meja gerudi.
4. Ketatkan mata gerudi pada cuk/bindu.
5. Hidupkan suis dan tekan tuil dengan perlahan.

SELEPAS MENGGUNAKAN MESIN GERUDI

1. Tutup suis mesin selepas tamat kerja.
2. Pastikan semua komponen mesin dalam keadaan bersih daripada debu, kotoran, dan minyak.



LANGKAH KESELAMATAN

1. Pakai PPE yang sesuai seperti cermin mata keselamatan, kasut keselamatan, dan baju pelindung keselamatan.
2. Pastikan jarak yang bersesuaian ketika melakukan kerja menggerudi.
3. Jangan gunakan mata gerudi yang rosak.

Rajah 1.9 Prosedur Operasi Standard Penggunaan Mesin Gerudi

KERJA MENGANGKAT DENGAN SELAMAT

LANGKAH-LANGKAH

- Melaksanakan penilaian risiko
- Menyediakan Plan Kerja mengangkat dan prosedur kerja selamat
- Memastikan jentera dan peralatan untuk mengangkat berfungsi dan berkeadaan baik.
- Personal yang terlibat mesti terlatih dan kompeten
- Mengadakan *work permit system*
- Memantau dan menyelia kerja mengangkat pada setiap masa

TEAM KERJA MENGANGKAT

PENYELIA

- Melaksanakan *lifting plan*
- Menyelia keseluruhan kerja-kerja mengangkat
- Memastikan pemeriksaan secara berkala *lifting appliances* atau *lifting gear*
- Memastikan penandaan Beban Kerja Selamat (SWL) untuk *lifting appliances* atau *lifting gear*

OPERATOR KREN

- Mempunyai *Operator log-book*
- Checklist harian – mekanisme kawalan, suis kawalan, hos hidraulik, aras minyak hidraulik dan sistem bahan api.

SIGNALMAN/RIGGER

- Berupaya memilih *lifting gear* yang sesuai dan selamat untuk mengangkat beban
- Berupaya untuk mengarahkan pergerakan kren dan beban



Boleh merayari website JKCRP
<http://www.dsh.gov.my/index.php/en/construction-safety>
 BAHAGIAN KESELAMATAN TAPAK BINA
 JAGATNY KESELAMATAN DAN KESEHATAN PEKERJAAN MALAYSIA
 NO. 1, 3, 4 & 5 BLOK DL KOMPLEKS D
 PUSAT PENGABDIAN KERAJAAN PERSEKUTUAN
 62501 PUTAJAYA.



Rajah 1.10 Prosedur Operasi Standard Mengangkat dengan Selamat

Peraturan Keselamatan di Bengkel Kejuruteraan

Peraturan keselamatan amat penting bagi setiap individu yang melakukan kerja di bengkel kerana kebanyakan aktiviti di dalam bengkel melibatkan penggunaan peralatan dan mesin yang berbahaya. Sebarang kecuaiian boleh mengakibatkan kemalangan atau kecederaan yang serius. Terdapat beberapa peraturan yang perlu diamalkan di dalam bengkel iaitu peraturan keselamatan diri, peraturan keselamatan penggunaan peralatan bengkel, peraturan keselamatan mesin, dan peraturan keselamatan bengkel.

Peraturan keselamatan diri

Sebelum memasuki bengkel, murid perlulah diberikan peringatan supaya sentiasa bersedia bagi mengelakkan sebarang kemalangan berlaku. Antara peraturan yang perlu dipatuhi oleh murid ialah:

- Memakai pakaian dan peralatan perlindungan diri yang lengkap.
- Elakkan memakai barangan perhiasan.
- Menjaga tingkah laku seperti tidak bergurau senda dan bermain semasa berada di dalam bengkel.
- Mengikut langkah yang betul semasa menggunakan alatan dan bahan serta mengikut arahan guru.

Peraturan keselamatan penggunaan peralatan bengkel

Setiap bengkel kejuruteraan mempunyai peralatan yang berbahaya dan boleh menyebabkan kemalangan sekiranya tidak dikendalikan dengan baik. Antara peraturan keselamatan penggunaan peralatan bengkel ialah:

- Memastikan peralatan yang tajam diletakkan di rak simpanan.
- Memastikan peralatan tidak bersepah di atas lantai sebelum meninggalkan bengkel.
- Melaporkan kepada guru setiap kali menggunakan peralatan bengkel.
- Melaporkan kepada guru dengan segera sekiranya terdapat sebarang kerosakan dan kehilangan peralatan.

Peraturan keselamatan mesin

Terdapat pelbagai jenis mesin di dalam bengkel kejuruteraan. Penggunaan mesin perlu mengikut Prosedur Operasi Standard (SOP) bagi mengelakkan kemalangan berlaku semasa penggunaan mesin tersebut. Antara peraturan penggunaan mesin ialah:

- Memastikan bahagian-bahagian mesin yang berbahaya dipasang alat pelindung.

- Memastikan mesin mempunyai suis keselamatan.

- Memastikan setiap mesin mempunyai pembumian yang sempurna untuk mengelakkan kejutan elektrik.

- Memastikan fius berada dalam keadaan yang selamat bagi mencegah beban elektrik yang melampau yang boleh menyebabkan kebakaran.

- Memastikan suis mesin dimatikan sepenuhnya sebelum melakukan penyelenggaraan dan pembersihan.

Peraturan keselamatan bengkel

Setiap bengkel kejuruteraan perlu mempunyai peraturan keselamatan supaya dapat meningkatkan kecekapan bekerja dan juga mengelakkan kemalangan. Antara peraturan keselamatan bengkel ialah:

- Memastikan lantai bersih daripada sebarang minyak atau gris kerana ia boleh menyebabkan lantai licin dan mudah tergelincir.

- Memastikan bengkel mendapat cahaya yang terang, peredaran udara yang baik, ruang bergerak yang sesuai, dan dilengkapi dengan rak simpanan peralatan dan bahan yang tersusun dengan kemas.

Papan Tanda Amaran Keselamatan dan Kesihatan

Menurut Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (AKKP) atau *Occupational Safety and Health Act* (OSHA) 1994 (Pindaan 2015), tanda amaran keselamatan dan kesihatan memberi mesej keselamatan am, yang diperolehi oleh gabungan warna dan bentuk geometri, dengan penambahan simbol grafik dan memberikan mesej keselamatan tertentu.

Simbol dan papan tanda keselamatan dalam bengkel amat penting bagi memudahkan murid mengenal pasti jenis bahaya yang ada di dalam bengkel serta secara tidak langsung dapat mengurangkan risiko berlakunya kemalangan. Rajah 1.11 dan Rajah 1.12 menunjukkan tanda amaran yang telah dikeluarkan oleh Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (AKKP) atau *Occupational Safety and Health Act* (OSHA).



Bahan peledak



Gas mudah terbakar



Gas tidak mudah terbakar



Cecair mudah terbakar



Bahan pengoksida dan peroksida organik



Bahan bertoksik



Bahan berjangkit



Bahan radioaktif



Bahan menghakis



Pepejal mudah terbakar

Rajah 1.11 Contoh tanda amaran bahaya



Gunakan
pelindung telinga



Gunakan
pelindung mata



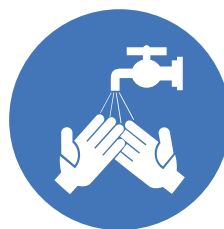
Gunakan
kasut keselamatan



Gunakan
sarung tangan



Gunakan
sut keselamatan



Cuci
tangan



Gunakan
pelindung muka



Gunakan
topi keselamatan



Gunakan
topeng keselamatan

Rajah 1.12 Contoh tanda mandatori yang menunjukkan arahan yang mesti dijalankan



Aktiviti

Dengan bantuan Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia, jalankan sesi latihan pertolongan cemas dan demonstrasi pencegahan kebakaran.

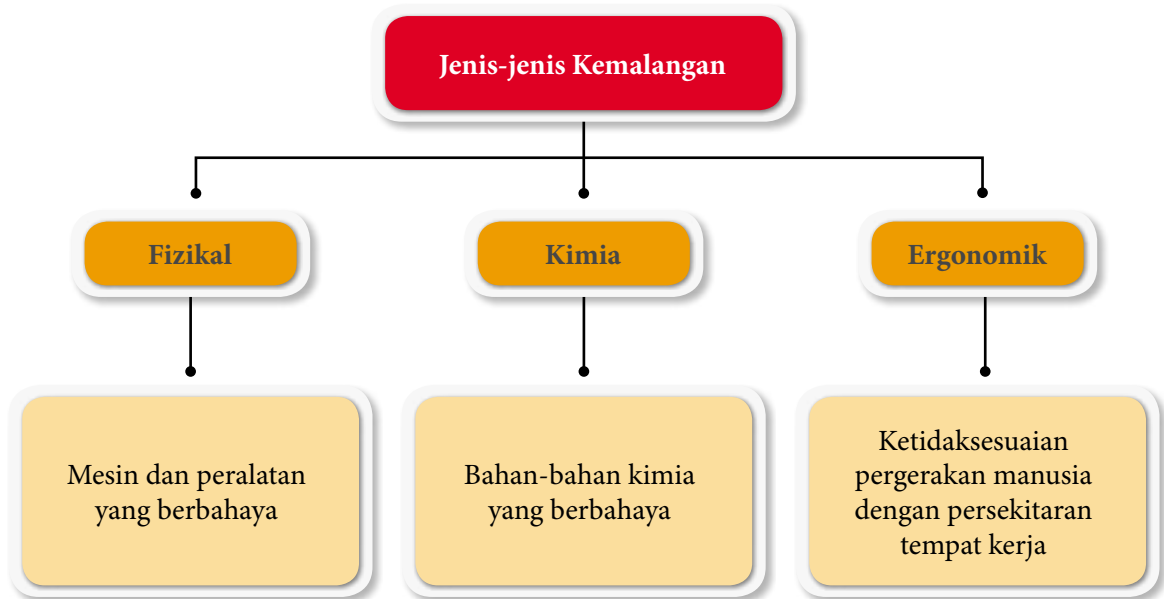
1.2.2 Langkah-langkah Keselamatan untuk Mengelakkan Kemalangan di Dalam Bengkel Kejuruteraan

Kemalangan di bengkel kejuruteraan boleh menyebabkan kecederaan, kesakitan, kematian, atau kerosakan harta benda ketika melakukan kerja-kerja amali yang melibatkan mesin dan peralatan yang berbahaya. Rajah 1.13 menunjukkan punca kemalangan yang boleh berlaku disebabkan oleh tindakan manusia dan keadaan tempat kerja yang tidak selamat.

Standard Pembelajaran

Mencadangkan perkara yang perlu dilakukan untuk mengelakkan kemalangan di dalam bengkel kejuruteraan yang diakibatkan oleh:

- (i) Fizikal
- (ii) Bahan kimia
- (iii) Ergonomik



Rajah 1.13 Antara punca kemalangan yang berlaku disebabkan oleh tindakan dan keadaan tempat kerja yang tidak selamat

Sehubungan itu, amalan kepatuhan keselamatan dan kesihatan amat penting bagi mengelakkan kemalangan berlaku. Anda juga perlu mengetahui jenis kemalangan dan mengambil langkah-langkah keselamatan bagi mengelakkan kemalangan tersebut.

(a) Langkah keselamatan untuk mengelakkan kemalangan fizikal

Kemalangan fizikal berpunca daripada kawasan persekitaran, mesin, atau peralatan dan sistem pendawaian. Terdapat beberapa langkah keselamatan yang perlu diambil oleh murid untuk mengelakkan kemalangan tersebut serta kesannya seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.14.

Melaporkan keadaan tidak selamat atau keadaan persekitaran yang terdedah terhadap risiko bahaya kepada guru atau pembantu bengkel.

Dapat mengelakkan sebarang kemalangan disebabkan oleh keadaan yang tidak selamat, lantai bengkel yang licin, atau keadaan persekitaran yang terdedah kepada risiko bahaya seperti sistem pengudaraan yang tidak kondusif yang boleh menyebabkan berlakunya sesak nafas.

Memastikan peralatan dan bahan berada dalam keadaan baik serta mesin berfungsi dengan baik.

Dapat mengelakkan kecederaan pada tubuh badan jika menggunakan peralatan yang rosak atau mesin yang tidak diselenggara.

Menggunakan alat perlindungan diri yang sesuai mengikut aktiviti yang dijalankan.

Dapat mengelakkan kecederaan tubuh badan atau melecur semasa mengendalikan alatan yang panas atau melakukan aktiviti yang melibatkan pengaliran arus elektrik.

Sentiasa peka dan berhati-hati apabila terdapat perubahan persekitaran yang mendatangkan bahaya.

Dapat mengelakkan persekitaran yang berbahaya seperti kebakaran dengan segera keluar daripada kawasan kejadian mengikut arahan yang diberikan oleh guru.

Rajah 1.14 Langkah keselamatan untuk mengelakkan kemalangan fizikal dan kesannya

**Info****Tip Keselamatan Elektrik:**

- Periksa kerosakan pada kabel elektrik sebelum menggunakan peralatan.
- Matikan suis sebelum mengeluarkan atau memasukkan palam.
- Cabut peralatan elektrik dengan memegang kepala palam.
- Jangan lakukan penyambungan elektrik sekiranya tidak mahir.
- Jangan sentuh peralatan elektrik dengan tangan basah.
- Jangan pasang terlalu banyak palam pada satu soket.

**Sila Imbas**

Video langkah pertolongan cemas (renjatan elektrik):

<http://arasmega.com/qr-link/video-langkah-pertolongan-cemas-renjatan-elektrik/>
(Dicapai pada 5 September 2019)

(b) Langkah keselamatan untuk mengelakkan kemalangan kimia

Kemalangan kimia berpunca daripada cara pengendalian dan penyimpanan pelbagai jenis bahan kimia yang tidak cekap di dalam makmal kejuruteraan. Antara bahan kimia yang berbahaya ialah bahan yang mudah terbakar, mengakis, beracun, dan mudah meletup. Oleh itu, langkah-langkah pencegahan berikut perlu diambil bagi mengelakkan kemalangan kimia daripada berlaku:

- Sentiasa membasuh tangan selepas menjalankan uji kaji yang menggunakan bahan kimia.
- Sentiasa memakai alat perlindungan muka dan badan yang lengkap ketika mengendalikan bahan kimia berbahaya.
- Sentiasa menyimpan bahan kimia di tempat yang selamat selepas menggunakan bahan tersebut.
- Sentiasa mengikut protokol kerja dan prosedur operasi standard yang selamat dan betul.
- Mengenal pasti setiap bahan kimia yang berbahaya di dalam makmal dan mengendali bahan tersebut dengan cara yang betul seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1.2.

Jadual 1.2 Jenis, contoh, dan keterangan bahan kimia

Jenis Bahan Kimia	Contoh	Keterangan
Pepejal mudah terbakar	Litium, natrium, dan kalium	• Bertindak balas dan meletup dengan air dan perlu disimpan dalam parafin (kerosin).
	Magnesium, aluminium, zink, dan ferum	• Mudah terbakar dan perlu dijauhkan daripada agen pengoksida seperti nitrat, klorat, perklorat, dan peroksida.
	Sulfur	• Menghasilkan gas sulfur yang beracun apabila dipanaskan dan membentuk campuran letupan dengan serbuk logam atau agen pengoksida seperti klorat.
Cecair mudah terbakar	Propana, karbon disulfida, aseton, metanol, dan etanol	<ul style="list-style-type: none"> • Cecair ini haruslah disimpan dalam bekas yang terhindar daripada bara api dan sumber elektrik kerana wap daripadanya boleh menyebabkan letupan. • Apabila api digunakan dalam bengkel, jangan gunakan karbon disulfida atau aseton.
Bahan kimia yang mengakis	Asid nitrik, asid hidroklorik, asid sulfurik, dan asid etanoik	<ul style="list-style-type: none"> • Bahan tersebut tidak boleh dibenarkan menyentuh mana-mana permukaan badan kita. • Sekiranya anggota badan terkena bahan kimia yang mengakis, bahagian tersebut hendaklah dibasuh menggunakan air yang mengalir dengan segera.
Bahan kimia beracun	Benzin	• Jika disedut sedikit-sedikit dalam tempoh masa yang agak lama, ia boleh menjadi racun. Ia juga boleh menyerap ke dalam kulit.
	Karbon disulfida	<ul style="list-style-type: none"> • Boleh menyerap ke dalam mulut dan wapnya sangat beracun. • Ia sangat mudah terbakar dan mempunyai takat suhu nyala yang rendah.
Bahan radioaktif	Radium yang tidak membebaskan zarah alfa	<ul style="list-style-type: none"> • Sentiasa dikendalikan dengan menggunakan pengepit dan jangan memegangnya dengan tangan. • Sumber radioaktif janganlah sekali-kali didekatkan dengan mata. • Bahan radioaktif mestilah diisi dalam bekas plumbum.



Sila Imbas

Video pencegahan kebakaran:
<http://arasmega.com/qr-link/video-pencegahan-kebakaran/>
 (Dicapai pada 5 September 2019)

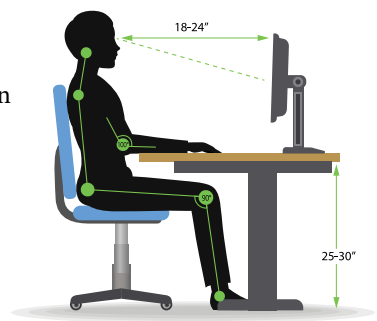
(c) Langkah keselamatan untuk mengelakkan kemalangan ergonomik

Ergonomik adalah bagaimana untuk menyesuaikan keperluan kerja kepada kebolehan dan keupayaan. Antara faktor risiko ergonomik ialah posisi yang salah, tindakan berulang, tekanan setempat, posisi statik, daya berlebihan, dan persekitaran seperti pencahayaan, suhu, dan kebisingan. Oleh itu, murid perlu mengambil langkah-langkah pencegahan berikut bagi mengelakkan kemalangan yang berpunca daripada ergonomik seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1.3.

Jadual 1.3 Faktor ergonomik dan langkah pencegahan bagi mengelakkan kemalangan ergonomik

Faktor Ergonomik	Langkah Pencegahan
Posisi badan	Memastikan posisi badan berada dalam keadaan yang betul dengan membetulkan ketinggian kerusi, duduk dalam keadaan belakang badan bersandar di penyandar kerusi, kaki diletakkan di atas lantai, dan terdapat sedikit ruang antara permukaan kerusi dan bawah paha seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.15.
Kerja berulang	Mengelakkan kerja yang berulang untuk beberapa jam menggunakan otot yang sama dengan cara yang sama.
Tekanan setempat dan posisi setempat	Mengelakkan bahagian badan bersentuhan dengan permukaan tajam atau keras dalam tempoh yang lama kerana boleh memudaratkan tisu dalaman dan boleh menghalang peredaran darah.
Daya berlebihan	Mengelakkan daya berlebihan yang boleh memberi bebanan mekanikal terhadap otot, ligamen, tendon, dan penyambung. Daya yang berlebihan boleh mengakibatkan letih dan kerosakan fizikal pada badan.
Persekitaran	Melakukan pekerjaan dalam keadaan pencahayaan yang sesuai, suhu bilik yang selesa, dan tahap bunyi yang rendah supaya tidak mengganggu tumpuan ketika melakukan pekerjaan di dalam bengkel.

1. Duduk secara tepat berhadapan kedudukan monitor.
2. Bahu dalam keadaan rata dan bahagian belakang ditegakkan dan disokong sepenuhnya.
3. Siku diletakkan dengan selesa di atas lengan kerusi.
4. Pergelangan tangan diletakkan rata dan posisi tegak.
5. Lutut dibengkokkan pada sudut yang selesa.
6. Kedua-dua kaki rata di atas lantai.



Rajah 1.15 Posisi yang betul ketika menggunakan komputer

Pengenalpastian Bahaya, Penaksiran Risiko, dan Kawalan Risiko (HIRARC)

Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) bermaksud mengenal pasti bahaya dan menaksir risiko. Pengenalpastian Bahaya, Penaksiran Risiko, dan Kawalan Risiko (HIRARC) amat penting bagi mencegah kemalangan daripada berlaku. HIRARC melibatkan beberapa proses penting, iaitu:

i Info

- Pengenalpastian bahaya, penaksiran risiko, kawalan risiko, dan semakan semula adalah suatu aktiviti yang berterusan.
- HIRARC hendaklah didokumentasikan.

1 Mengelaskan aktiviti kerja

- Kawasan geografi atau keadaan fizikal di dalam atau di luar bengkel.
- Aktiviti tidak terlalu besar, seperti membina kereta atau aktiviti tidak terlalu kecil, seperti membetulkan nat.

2 Mengenal pasti bahaya

- Menentukan operasi kritikal di dalam tugas, iaitu aktiviti yang mendatangkan risiko yang ketara kepada keselamatan dan kesihatan murid.
- Mengenal pasti dan mentaksirkan bahaya dengan melakukan pemeriksaan di dalam bengkel, analisis keselamatan bahaya kerja, siasatan kemalangan, dan faktor kemalangan yang mungkin berlaku.

3 Penaksiran risiko

- Menentukan tahap kemalangan yang mungkin berlaku dan memberi keutamaan kepada bahaya yang dikenal pasti.
- Bahaya yang ditaksir sebagai paling tinggi mestilah diambil tindakan segera untuk menyelesaikan risiko kepada keselamatan nyawa atau alam sekitar.

4 Penyediaan pelan tindakan kawalan risiko

- Menilai dan memilih kawalan jangka pendek dan jangka panjang.
- Antara jenis kawalan ialah penghapusan dengan menyingkirkan kerja, alatan, proses, mesin dan bahan, atau penggantian dengan melakukan kerja yang sama tetapi menggunakan cara yang kurang bahaya.

5 Pelaksanaan

- Melaksanakan langkah jangka pendek untuk melindungi pekerja sehingga kawalan kekal dapat dilaksanakan, seperti murid menggunakan alat perlindungan pendengaran.
- Melaksanakan kawalan jangka panjang apabila dapat dilaksanakan dengan munasabah, seperti menyingkirkan atau mengasingkan punca bahaya.

(Sumber: Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan, 2008)

1.2.3 Prosedur Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan Semasa Berada di Dalam Bengkel Kejuruteraan

Setiap murid perlu peka terhadap pelaksanaan prosedur keselamatan dan kesihatan semasa berada di bengkel. Berikut merupakan senarai tatacara yang perlu dipraktikkan setiap kali menggunakan bengkel kejuruteraan. Tanda (✓) pada bahagian yang dicapai mengikut prosedur.

Standard Pembelajaran

Melaksanakan prosedur keselamatan dan kesihatan pekerjaan semasa berada di dalam bengkel kejuruteraan.

Sebelum memulakan kerja amali	
Membuat keputusan tentang tajuk projek	
Memilih ruang kerja atau bengkel	
Memastikan terdapat mesin dan peralatan yang cukup di bengkel	
Menilai keselamatan mesin dan peralatan	
Mengenal pasti bahaya yang terdapat di bengkel seperti: <ul style="list-style-type: none"> • Bunyi bising • Bahan kimia • Getaran • Haba • Pencahayaan • Pelanggaran • Elektrik 	
Semasa melakukan kerja amali	
Mengaplikasikan PPE	
Melakukan kerja dengan tumpuan yang penuh	
Berkomunikasi secara profesional	
Tidak mengambil tindakan melulu	
Selepas melakukan kerja amali	
Memastikan lantai bersih daripada sebarang alatan berbahaya dan cecair	
Menghapuskan bahan kimia yang berlebihan atau tidak digunakan	
Menyimpan peralatan di rak yang disediakan	
Mematikan suis mesin dan peralatan	

Rajah 1.16 Contoh senarai semak yang perlu ditanda setiap kali menggunakan bengkel

Aktiviti

Tonton tayangan video berkaitan keselamatan di tempat kerja. Adakan perbincangan secara berkumpulan untuk mencadangkan perkara yang perlu dilakukan bagi mengelakkan kemalangan di dalam bengkel.

1.3 Teknologi Hijau dalam Kejuruteraan Mekanikal

1.3.1 Definisi Teknologi Hijau

Teknologi Hijau didefinisikan sebagai pembangunan dan aplikasi produk, peralatan serta sistem untuk memelihara alam sekitar dan alam semula jadi serta meminimumkan atau mengurangkan kesan negatif daripada aktiviti manusia. Kriteria yang perlu ada pada aplikasi teknologi hijau adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.17.

Standard Pembelajaran

Menerangkan konsep teknologi hijau berdasarkan Dasar Teknologi Hijau Kebangsaan.

KRITERIA TEKNOLOGI HIJAU

- 1** **Meminimumkan degradasi kualiti persekitaran**
 Dapat mengurangkan pencemaran terhadap alam sekitar seperti pencemaran udara, air, dan tanah yang berpunca daripada aktiviti manusia.
- 2** **Mempunyai pembebasan Gas Rumah Hijau (GHG) yang rendah atau sifar**
 Dapat mengurangkan tahap pelepasan gas rumah hijau dengan penggunaan tenaga solar dan hidro yang menghasilkan pelepasan karbon dioksida yang rendah.
- 3** **Selamat untuk digunakan dan menyediakan persekitaran sihat dan lebih baik untuk semua hidupan**
 Dapat mengurangkan kesan negatif terhadap manusia dan alam sekitar seperti pengurangan masalah pemanasan global dengan pengurangan gas rumah hijau.
- 4** **Menjimatkan tenaga dan sumber asli**
 Dapat mengurangkan penggunaan tenaga dan sumber asli dengan membangunkan sumber alternatif yang dapat menggantikan sumber asli, seperti tenaga solar, angin, dan biogas.
- 5** **Menggalakkan sumber-sumber yang boleh diperbaharui**
 Dapat meningkatkan penggunaan sumber tenaga boleh diperbaharui seperti tenaga solar, angin, dan ombak yang boleh dihasilkan semula dalam tempoh yang singkat sepanjang hayat.

Rajah 1.17 Kriteria yang perlu ada pada produk atau sistem teknologi hijau



Sila Imbas

Dasar Teknologi Hijau Negara:
<http://arasmega.com/qr-link/dasar-teknologi-hijau-negara/>
 (Dicapai pada 5 September 2019)

EMK

Nilai Murni

Perasaan cintakan alam sekitar perlu dipupuk dalam diri setiap individu. Setiap orang bertanggungjawab dalam memelihara dan melindungi bumi supaya dapat mewariskannya dalam keadaan yang sama atau lebih baik lagi kepada generasi akan datang.

1.3.2 Konsep Teknologi Hijau

Teknologi hijau merujuk kepada pembangunan dan aplikasi produk, peralatan, dan sistem untuk memulihara alam sekitar dan sumber semula jadi serta mengurangkan kesan negatif daripada aktiviti manusia. Teknologi hijau merupakan pemacu kepada pertumbuhan ekonomi ke arah pembangunan yang mampan.

Terdapat empat tonggak utama yang telah ditetapkan dalam Dasar Teknologi Hijau Kebangsaan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.18.



Standard Pembelajaran

Mengelaskan sektor teknologi hijau yang terkandung dalam Dasar Teknologi Hijau Kebangsaan.



Rajah 1.18 Empat Tonggak Dasar Teknologi Hijau Negara

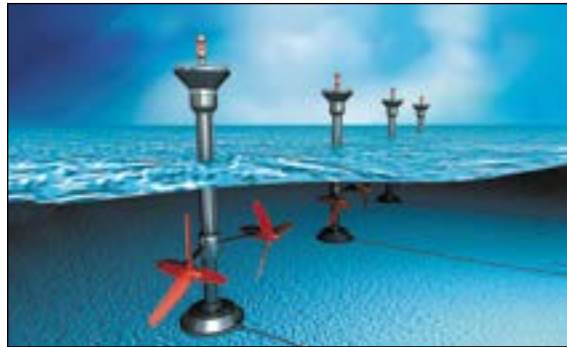
Teknologi hijau melibatkan kemajuan yang signifikan dan peningkatan dalam empat sektor utama iaitu sektor tenaga, sektor bangunan, sektor pengurusan air dan sisa, serta sektor pengangkutan.

(a) Sektor Tenaga

Aplikasi teknologi hijau dalam Sektor Tenaga terbahagi kepada dua, iaitu Sektor Bekalan Tenaga dan Sektor Penggunaan Tenaga. Sektor Bekalan Tenaga melibatkan Aplikasi Teknologi Hijau dalam penjanaan tenaga dan pengurusan bekalan tenaga, termasuk penjanaan bersama di sektor industri dan komersial. Penjanaan tenaga hijau merujuk kepada penjanaan tenaga menggunakan sumber tenaga boleh diperbaharui seperti tenaga solar dan ombak (rujuk Foto 1.14). Sumber tenaga ini boleh diperbaharui dalam tempoh yang singkat dan dikenali sebagai tenaga hijau kerana tidak mencemarkan alam sekitar.



Tenaga suria



Tenaga ombak

Foto 1.14 Contoh tenaga yang boleh diperbaharui

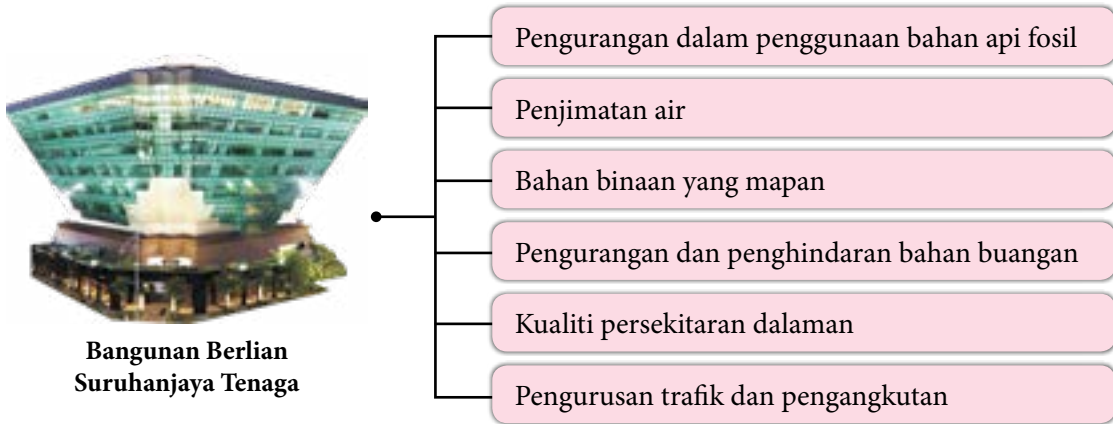
Sektor Penggunaan Tenaga Aplikasi Teknologi Hijau dalam semua sektor penggunaan tenaga dan dalam program pengurusan permintaan tenaga. Aplikasi ini menggalakkan penggunaan sumber tenaga elektrik secara lestari tanpa pembaziran melalui pelaksanaan “kecekapan tenaga” (rujuk topik 1.3.5) dalam mengurangkan peningkatan penggunaan tenaga berkenaan.

(b) Sektor Bangunan

Sektor Bangunan menerima pakai teknologi hijau dalam pembinaan, pengurusan, pemuliharaan, dan pemusnahan bangunan. Bangunan yang mengaplikasikan pembangunan lestari yang mengarah kepada sifar tanggungjawab kepada alam, keuntungan ekonomi, dan tempat yang sihat untuk manusia bekerja dan menginap dikenali sebagai bangunan hijau. Antara contoh bangunan hijau di Malaysia ialah:

- Leo Energy Office (LEO), KeTTHA, Putrajaya.
- Zero Energy Office (ZEO), MGTC, Bangi, Selangor.
- Bangunan Berlian, Suruhanjaya Tenaga, Putrajaya.

Bangunan Berlian direka bentuk dan dibina berdasarkan konsep pembangunan mapan, dengan mempertimbangkan aspek-aspek seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.19.



Rajah 1.19 Ciri utama reka bentuk bangunan hijau

(c) Sektor Pengurusan Air dan Sisa

Teknologi hijau yang diaplikasi dalam sektor pengurusan air dan sisa adalah menerima pakai teknologi hijau dalam pengurusan dan penggunaan sumber air, rawatan kumbahan, sisa pepejal, dan kawasan pelupusan sampah.

Air merupakan salah satu keperluan utama untuk manusia dan pembangunan sejagat. Oleh itu, pengurusan dan penggunaan sumber air secara lestari amat penting bagi menjamin bekalan air untuk masa hadapan. Antara langkah yang boleh diambil adalah dengan penggunaan tadahan air hujan.

Air sisa atau kumbahan pula ialah air yang telah digunakan termasuk sisa manusia dan sisa makanan, minyak, sabun, dan bahan kimia. Air sisa perlu dirawat terlebih dahulu di loji kumbahan seperti yang ditunjukkan dalam Foto 1.16 sebelum dilepaskan ke dalam sungai. Penggunaan teknologi hijau semasa rawatan air sisa amat penting bagi mengurangkan pencemaran terhadap alam sekitar.



Foto 1.16 Contoh air sisa yang perlu dirawat di loji kumbahan

Sisa ialah apa sahaja lebihan, keluaran yang tidak dikehendaki ataupun bahan yang perlu dilupuskan kerana sudah rosak, pecah, atau lusuh. Sisa boleh dikategorikan melalui sisa isi rumah, sisa industri, sisa pembinaan, sisa komersial, dan sisa khas.

Penggunaan konsep 3R (*Reduce, Reuse, dan Recycle*) dalam pengurusan sisa yang lestari dapat membantu mengurangkan lambakan sisa pepejal di tapak pelupusan sisa pepejal. Sisa makanan juga boleh dijadikan suatu benda baharu seperti baja kompos.



i Info

E-waste atau juga dikenali sebagai e-sisa adalah bahan buangan atau sisa elektrik dan elektronik yang tidak lagi digunakan. Di Malaysia, E-waste diberikan kod sebagai SW110.

Foto 1.17 Contoh tong sampah kitar semula yang disediakan di kawasan perumahan



Sisa makanan



Baja kompos



Sisa industri

Foto 1.18 Contoh sisa makanan, baja kompos, dan sisa industri

Bijak Kewangan

Kumpulkan bahan buangan atau barangan terpakai yang ada di persekitaran anda. Hasilkan satu produk yang dapat menjana pendapatan.
Contoh: Pokok bonsai hiasan daripada barangan aluminium.



(d) Sektor Pengangkutan

Teknologi hijau dalam sektor pengangkutan adalah memasukkan elemen teknologi hijau dalam prasarana pengangkutan dan kenderaan, khususnya biobahan api dan pengangkutan jalan awam. Kenderaan yang berteknologi hijau dikenali sebagai pengangkutan hijau iaitu aktiviti pengangkutan yang mesra alam dan memberi kesan positif terhadap alam sekitar.

Antara contoh pengangkutan hijau ialah kenderaan yang menggunakan tenaga boleh diperbaharui seperti kereta elektrik dan kereta hibrid seperti yang ditunjukkan dalam Foto 1.19. Penggunaan pengangkutan hijau perlu ditingkatkan supaya dapat membantu mengekalkan keadaan alam sekitar yang lebih lestari selain mampu mengurangkan perubahan iklim.



Foto 1.19 Contoh kenderaan elektrik yang boleh disewa di kawasan bandar

**Aktiviti**

Rancang satu lawatan industri ke salah satu bangunan hijau yang terdapat di Malaysia untuk melihat contoh teknologi hijau yang digunakan. Sediakan laporan hasil pemerhatian anda dan bentangkannya di dalam kelas.

**Tahukah Anda?**

Menurut sumber daripada Kementerian Sumber Asli dan Alam Sekitar, 90% jumlah tenaga yang digunakan di Malaysia ialah tenaga elektrik. Penggunaan domestik dan komersial adalah sebanyak 45%, kebanyakannya untuk lampu, penyaman udara dan pemanas air.

1.3.3 Penggunaan Teknologi Hijau dalam Kejuruteraan Mekanikal

Teknologi hijau mempunyai potensi yang besar dalam memacu pembangunan sesebuah negara. Penggunaan teknologi hijau dalam kejuruteraan mekanikal boleh diaplikasikan dalam sektor pengangkutan dan sumber tenaga.



Standard Pembelajaran

Menghubung kait penggunaan teknologi hijau dalam kejuruteraan mekanikal berikut:

- (i) **Pengangkutan:** kereta elektrik, hibrid, dan enjin biodiesel
- (ii) **Sumber tenaga:** suria, angin, dan ombak

(a) Pengangkutan

Teknologi pengangkutan kini menjurus kepada peralihan daripada bahan api berasaskan fosil kepada sumber yang lebih mesra alam, seperti tenaga elektrik. Penerokaan terhadap sumber tenaga alternatif memberi pilihan dalam penggunaan tenaga.

Kereta elektrik

Kereta elektrik ditakrifkan sebagai kenderaan bermotor yang dipacu oleh sumber elektrik. Kereta elektrik digerakkan dengan menggunakan motor elektrik yang mendapat bekalan kuasa daripada bateri. Antara kelebihan kereta elektrik adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.20.

Kelebihan kereta elektrik

Pengunaan tenaga yang cekap

Kereta elektrik menukarkan tenaga elektrik yang diperolehi daripada bekalan kuasa elektrik kepada kuasa untuk menggerakkan roda.

Mesra alam

Tidak mencemarkan udara kerana tidak menghasilkan gas ekzos.

Peningkatan prestasi

Pergerakan kereta elektrik adalah senyap, lancar, dan mempunyai pecutan yang lebih cepat. Ia tidak memerlukan penyelenggaraan yang kerap sepertimana enjin petrol atau diesel.



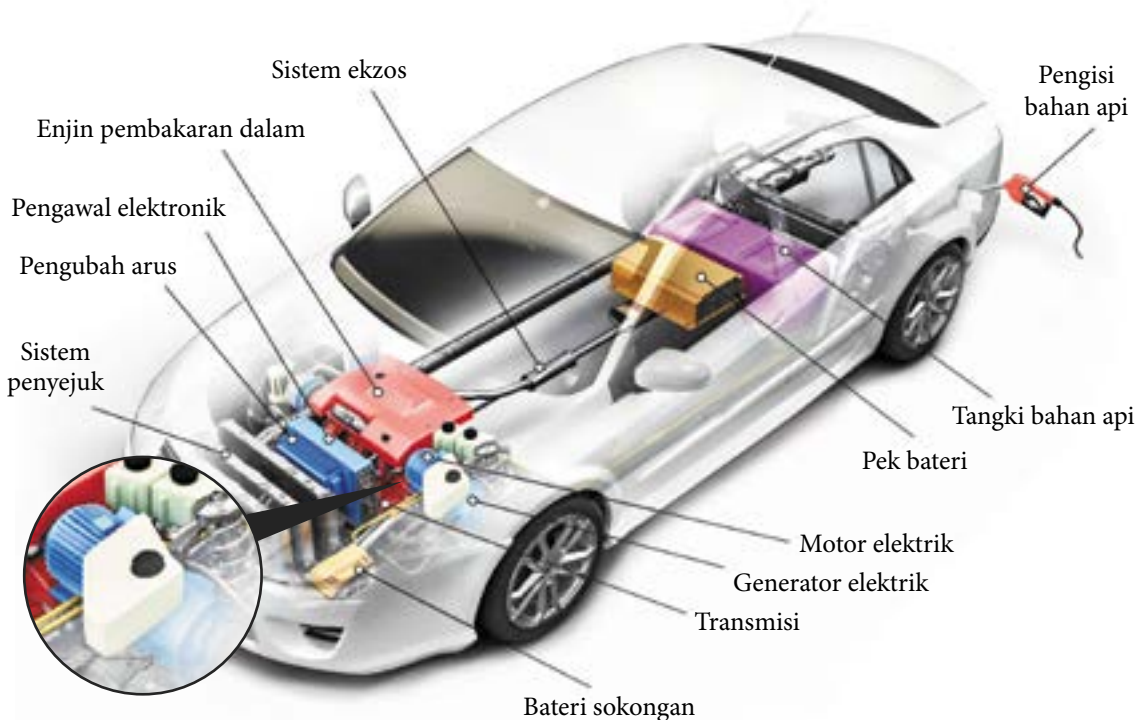
Rajah 1.20 Kelebihan kereta elektrik

Kereta hibrid

Kereta hibrid ialah kereta elektrik yang digabungkan dengan kereta yang menggunakan bahan api. Kereta ini menggunakan dua jenis sumber penggerak iaitu bateri dan bahan api. Kereta ini menggunakan tenaga daripada bateri ketika kereta ini bergerak perlahan dan sumber tenaga bertukar menggunakan bahan api apabila kenderaan dipandu dengan laju.

Sesetengah kereta hibrid menggunakan enjin pembakaran untuk menghasilkan tenaga elektrik yang berfungsi untuk memutarakan generator bagi mengecas bateri atau memberi kuasa terus kepada motor elektrik.

Kenderaan ini mempunyai kelebihan seperti kereta elektrik iaitu dapat menjimatkan penggunaan bahan api dan seterusnya mengurangkan penghasilan karbon yang boleh mencemarkan udara. Terdapat tiga jenis kereta hibrid, iaitu sistem siri, sistem selari, dan sistem siri selari. Rajah 1.21 menunjukkan contoh sistem kereta hibrid.



Rajah 1.21 Contoh sistem kereta hibrid

Bagaimana kereta hibrid berfungsi

- 1 Enjin hibrid menggabungkan kuasa elektrik daripada motor elektrik dan bahan api yang dihasilkan daripada enjin pembakar dalaman.
- 2 Gabungan kedua-dua enjin ini berfungsi menggerakkan transmisi sekali gus menghasilkan kuasa kepada kenderaan untuk bergerak.
- 3 Penjana elektrik bertindak mengeluarkan caj elektrik kepada bateri sokongan menggunakan pengubah arus sekiranya menggunakan enjin bahan api sepenuhnya.

Enjin biodiesel

Penggunaan bahan api yang dihasilkan daripada sumber minyak tumbuhan seperti kelapa sawit dalam enjin diesel telah dikenali sebagai enjin biodiesel seperti yang ditunjukkan dalam Foto 1.20. Penggunaan biodiesel dalam enjin kenderaan dapat mengurangkan kebergantungan kepada bahan api fosil dan seterusnya mengurangkan pelepasan gas hijau yang boleh menyebabkan pemanasan global. Tambahan pula, penggunaan biodiesel daripada minyak kelapa sawit dapat meningkatkan ekonomi negara kerana Malaysia dikenali sebagai negara utama pengeluar minyak kelapa sawit yang tinggi.

Selain itu, biodiesel juga boleh dihasilkan daripada sumber sisa minyak masak. Selain daripada dapat mengurangkan kesan karbon, ia juga dapat mengurangkan pencemaran alam sekitar yang berpunca daripada pembuangan sisa minyak masak terpakai. Penggunaan biodiesel dalam enjin diesel juga tidak memerlukan sebarang pengubahsuaian terhadap enjin diesel yang sedia ada.



• Kebaikan biodiesel pada alam sekitar

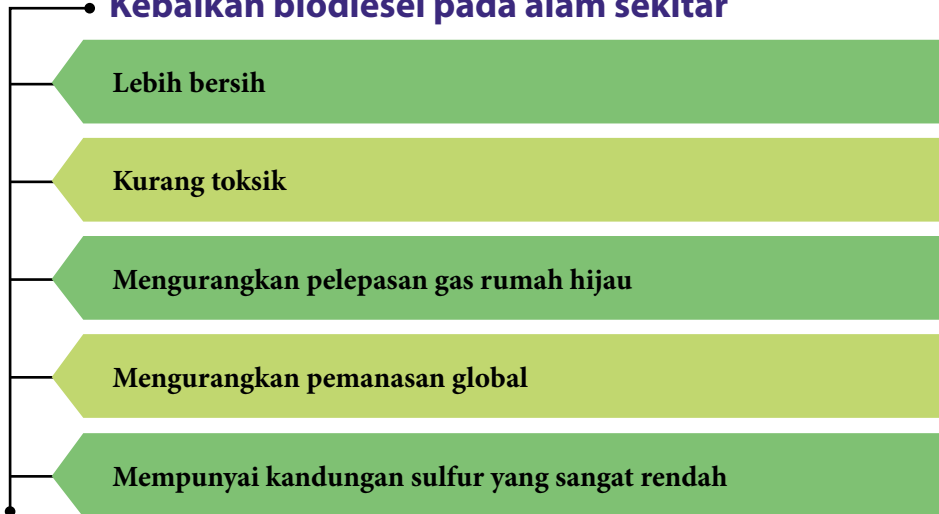


Foto 1.20 Sampel minyak biodiesel yang boleh digunakan dalam enjin diesel

(b) Sumber tenaga

Sumber tenaga terbahagi kepada dua, iaitu sumber tenaga boleh diperbaharui (boleh dijana semula) dan sumber tenaga tidak boleh diperbaharui. Sumber tenaga hijau juga dikenali sebagai sumber tenaga yang dapat diperbaharui ditakrifkan sebagai tenaga yang boleh dihasilkan semula dalam tempoh yang singkat dan sepanjang hayat manusia. Terdapat beberapa contoh sumber tenaga hijau iaitu tenaga suria, angin, dan ombak.

Tenaga suria

Tenaga suria ialah sumber tenaga paling utama dunia. Bumi dianggarkan menerima sekitar 170 trilion kilowatt tenaga suria. Terdapat dua jenis teknologi yang digunakan untuk mendapatkan tenaga daripada sumber cahaya matahari iaitu sistem terma dan sistem *photovoltaic*, PV.

Sistem terma

Sistem terma suria ialah teknologi yang digunakan untuk menghasilkan tenaga haba daripada sinaran suria. Tenaga haba yang dihasilkan dapat digunakan untuk memanaskan air di dalam rumah, bangunan, atau kolam air. Ia juga boleh digunakan untuk memanaskan ruang di dalam rumah, rumah hijau, atau lain-lain bangunan yang memerlukan suhu ruang yang tinggi.

Pemanas air panas suria inovatif yang direka bentuk oleh Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) merupakan satu unit tunggal di mana terdapat plat penyerap haba, tangki air, penukar haba, dan pemanas elektrik pilihan. Semua bahagian badan yang diperbuat daripada gentian kaca bertetulang polimer (*Glass Fiber Reinforced Polymer*, GFRP) merupakan kalis kakisan dan tahan lama.

Reka bentuk badan adalah pembinaan berlapis dengan bahan teras yang diperbuat daripada busa poliuretana, yang menggabungkan kekukuhan struktur dengan ringan dan penambat haba yang sangat baik. Plat penyerap haba adalah bahagian yang berasingan yang boleh dimasukkan ke dalam badan tanpa apa-apa penetapan tambahan atau pendedap. Plat penyerap juga dibuat daripada GFRP dengan menggunakan resin – komposisi khas di mana ia merupakan kekonduksian terma yang sangat baik dan keberserapan.



Foto 1.21 Contoh pemanas air suria

**Tahukah Anda?**

Tenaga suria boleh menjana elektrik (sistem *photovoltaic*) atau haba (sistem *solar thermal*). Tenaga solar boleh digunakan untuk menghasilkan elektrik di kawasan tanpa akses kepada grid tenaga.

**Aktiviti**

Selain pemanas air suria, terdapat beberapa teknologi yang menggunakan sistem terma. Bincangkan dalam kumpulan, proses teknologi tersebut dan nyatakan perbezaan bagi setiap teknologi yang digunakan.

Sistem photovoltaic (PV)

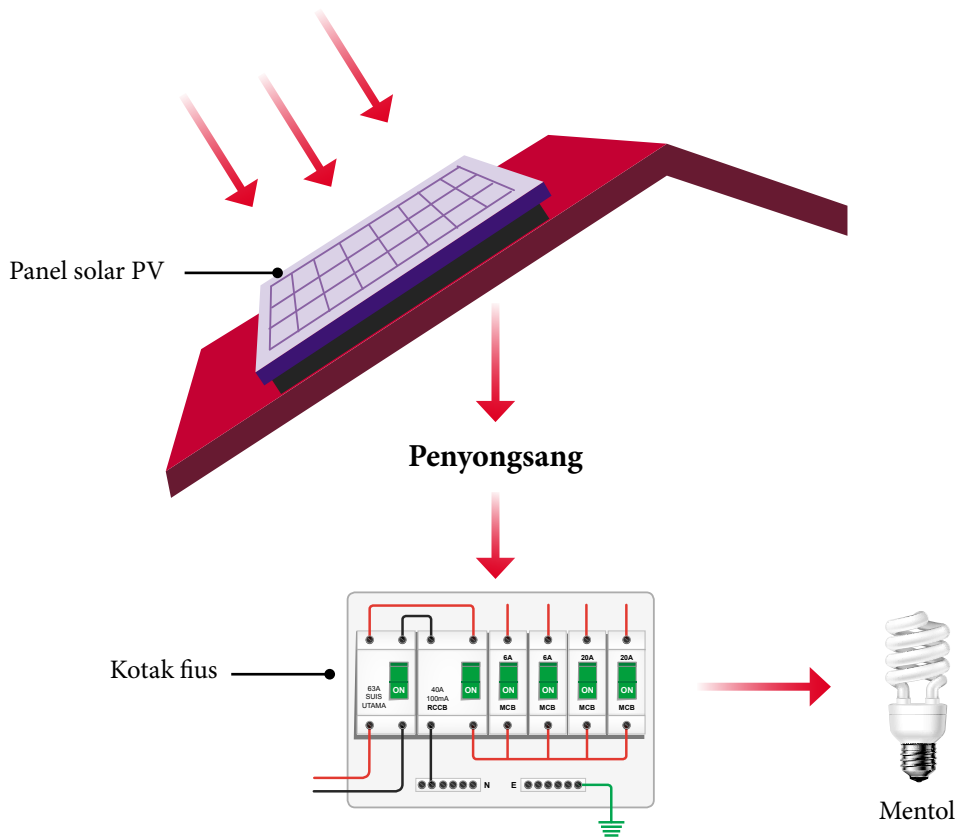
Sistem *photovoltaic* menukarkan tenaga suria kepada tenaga elektrik menggunakan panel solar seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.22. Tenaga elektrik yang dihasilkan boleh terus digunakan atau disimpan di dalam bateri untuk digunakan kemudian. Sistem ini sesuai digunakan di kawasan yang terpencil bagi membekalkan kuasa untuk sistem pam air, lampu jalan, pemancar radio, dan sebagainya.



Foto 1.22 Panel solar

i Info

Jumlah penghasilan sumber arus elektrik bergantung kepada jumlah cahaya yang diterima. Sistem solar PV juga mempunyai beberapa komponen utama dalam melengkapkan sistem penjanaan elektrik seperti bateri simpanan tenaga (*battery bank*), pengawal cas (*charge controller*), dan penyongsang (*inverter*).



Rajah 1.22 Sistem penjanaan tenaga solar

Tenaga angin

Tenaga angin ialah proses di mana angin digunakan untuk menjana kuasa mekanik dan elektrik. Terdapat dua jenis turbin angin, iaitu turbin paksi mendatar dan turbin paksi menegak. Turbin angin menukarkan tenaga kinetik daripada angin kepada tenaga mekanik seperti yang ditunjukkan dalam Foto 1.23. Peladang Eropah menggunakan tenaga mekanik yang terhasil untuk mengepam air atau mengisar bijirin.

Walau bagaimanapun, jika menggunakan penjana, tenaga mekanik ini boleh ditukar menjadi tenaga elektrik. Ini berlaku apabila kuasa angin menggerakkan turbin. Apabila bilah turbin berputar, ia akan menghidupkan dinamo di dalamnya yang akan menjanakan tenaga elektrik seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.23. Kuasa yang dijana oleh turbin bergantung kepada halaju angin dan juga luas hamparan bilah turbin tersebut.

Secara amnya, tenaga angin dapat digunakan untuk:

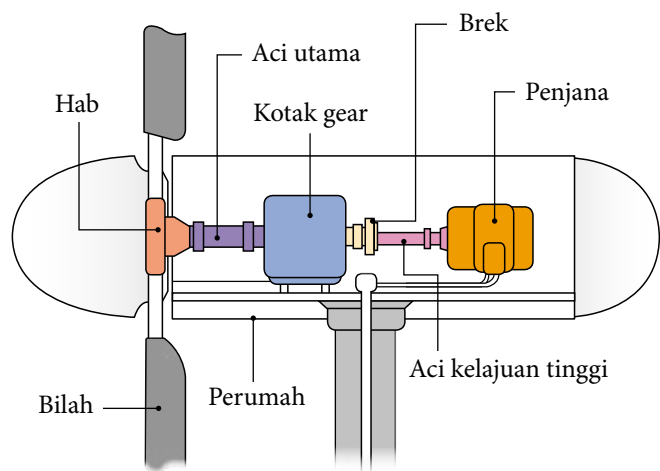
- 1 Menjana tenaga elektrik
- 2 Menyediakan tenaga untuk peranti mekanik
- 3 Mengepam air dan menghasilkan udara termampat

i Info

Terdapat dua jenis turbin angin iaitu turbin paksi menegak (*vertical axis wind turbine - VAWT*) dan turbin paksi mendatar (*horizontal axis wind turbine - HAWT*) tetapi konsep penghasilan tenaga masih sama iaitu putaran turbin akan menyebabkan pertukaran tenaga mekanikal kepada tenaga elektrik dengan menggunakan kaedah kesan aruhan kemagnetan.



Foto 1.23 Kincir angin



Rajah 1.23 Sistem jana kuasa angin paksi mendatar

Tenaga ombak

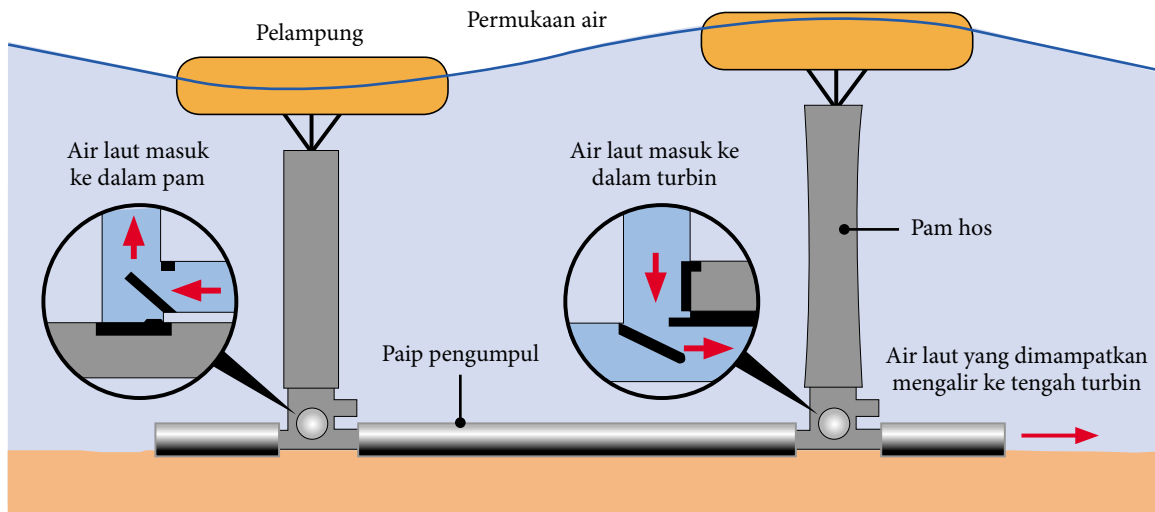
Pembinaan loji kuasa tenaga ombak dapat membantu kestabilan penjanaan kuasa di dunia. Ombak mempunyai kuasa yang tidak terhad. Ombak yang bergerak ke persisir pantai dan kembali ke laut mempunyai tenaga keupayaan dan tenaga kinetik. Ombak digunakan untuk memutarakan turbin dan dinamo bagi menghasilkan tenaga elektrik.

Keadaan ombak di Malaysia yang dipengaruhi oleh angin Monsun Timur Laut dan Barat Daya dapat menghasilkan ombak yang mempunyai ketinggian sekitar 2.5 meter sehingga 3 meter. Oleh itu, penggunaan teknologi yang dapat menghasilkan tenaga elektrik daripada tenaga ombak seperti kaedah pelampung dapat meningkatkan bekalan tenaga elektrik daripada sumber tenaga boleh diperbaharui.

Kaedah pelampung

Kaedah pelampung merupakan salah satu cara yang boleh digunakan untuk penjanaan tenaga elektrik daripada tenaga ombak. Kaedah ini menggerakkan turbin dengan menggunakan tenaga kinetik yang dihasilkan daripada pergerakan pelampung yang menggerakkan omboh pam hidraulik seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.24.

Apabila pelampung berada pada paras bawah ombak, pam hidraulik mengembang dan menarik air laut masuk ke dalam pam hidraulik. Kemudian, pelampung yang bergerak ke atas mengikut ombak menarik pam hidraulik menjadi mampat dan menolak air laut yang dimampatkan mengalir ke tengah turbin.



(Sumber: Wave Energy Conversion, R. Bhattacharyya, M.E. McCormick, in Elsevier Ocean Engineering Series, 2003)

Rajah 1.24 Pergerakan naik dan turun ombak mengerakkan hos pam dan mengalirkan air laut ke turbin



Aktiviti

Bincangkan kaedah lain yang boleh digunakan untuk menghasilkan tenaga elektrik daripada pergerakan ombak. Kemudian, nyatakan kelebihan dan kekurangan setiap kaedah yang dibincangkan.



Aktiviti

Secara berkumpulan, senaraikan contoh teknologi hijau dalam kejuruteraan mekanikal. Bincangkan kebaikannya kepada kehidupan manusia dan alam sekitar. Kumpul dapatan tersebut dan tampalkan dalam buku skrap.

1.3.4 Kebaikan Teknologi Hijau kepada Kehidupan dan Alam Sekitar

Penggunaan teknologi hijau dapat memberi kesan positif kepada hidupan dan alam sekitar. Teknologi hijau memberi faedah kepada hidupan daripada aspek penjagaan alam sekitar, memberi peluang pekerjaan, menjana ekonomi, sebagai lokasi pelancongan, dan membangunkan kawasan luar bandar.

Memelihara alam sekitar

Pembakaran bahan api fosil untuk mendapatkan tenaga elektrik akan membebaskan bahan cemar yang menyumbang kepada pemanasan global dan krisis alam sekitar. Oleh itu, penggunaan tenaga boleh diperbaharui merupakan salah satu pelaksanaan teknologi hijau yang boleh digunakan bagi menjana tenaga elektrik tanpa menyumbang kepada pencemaran alam sekitar.

Salah satu sumber tenaga boleh diperbaharui yang sering digunakan di Malaysia ialah sumber tenaga hidro yang dihasilkan daripada pergerakan air yang ditampung oleh empangan seperti di Empangan Kenyir, Empangan Temenggor, dan lain-lain empangan hidroelektrik di Malaysia.



Standard Pembelajaran

Menilai kebaikan teknologi hijau kepada hidupan dan alam sekitar.

EMK

Nilai Murni

Aktiviti menanam pokok dan penanaman semula pokok dapat mengembalikan semula kitaran biodiversiti akibat daripada pemusnahan hutan yang berleluasa.

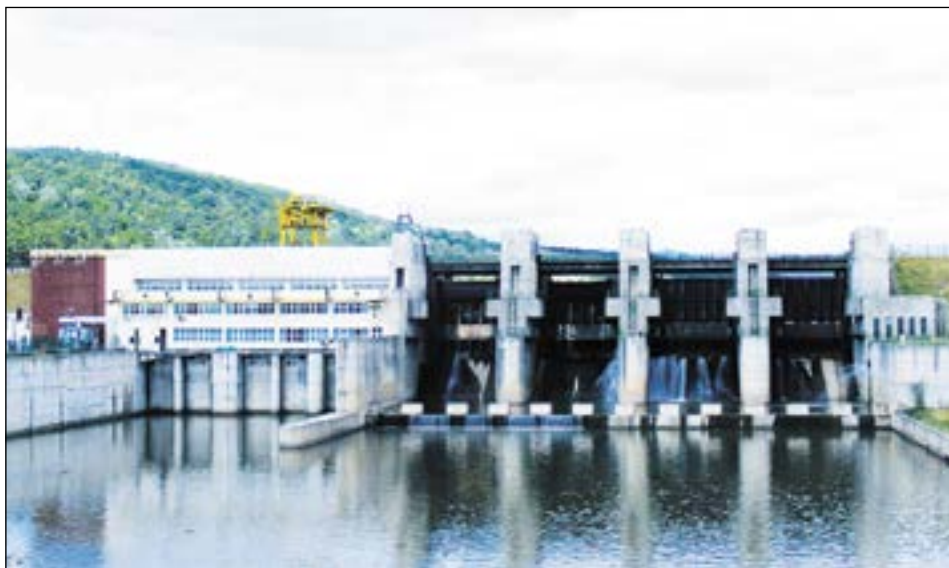


Foto 1.24 Empangan hidroelektrik

Taburan hujan yang lebat membolehkan sumber tenaga ini sentiasa dihasilkan sepanjang tahun bagi menjana tenaga elektrik dan seterusnya mengurangkan kebergantungan kepada sumber tenaga tidak boleh diperbaharui seperti sumber bahan api fosil.

Membuka peluang pekerjaan

Sumber tenaga boleh diperbaharui adalah berdasarkan sumber yang berterusan dan tidak akan pupus. Pelaburan dalam teknologi tenaga boleh diperbaharui dapat mewujudkan peluang pekerjaan. Masalah pemberhentian pekerja akibat sumber tenaga yang sudah habis tidak akan berlaku. Penggunaan teknologi hijau memerlukan tenaga kerja mahir dalam pelbagai bidang.

Pembinaan teknologi hijau seperti Projek Solar Berskala Besar (LSS) di Kuala Langat, Selangor seperti yang ditunjukkan dalam Foto 1.25 menawarkan banyak peluang pekerjaan kepada masyarakat setempat. Pembinaan projek ini melibatkan aspek mereka bentuk teknologi, kerja pemasangan, kerja penyelenggaraan produk teknologi, pengilangan, dan banyak lagi seperti yang ditunjukkan dalam Foto 1.26. Dengan ini dapat menarik golongan muda untuk berhijrah ke kawasan berkenaan untuk mendapatkan peluang pekerjaan yang lebih baik.



Aplikasi teknologi hijau menyumbang banyak manfaat kepada negara dalam mengurangkan kadar pelepasan karbon dan pemanasan global. Bincangkan kemahiran yang perlu ada pada generasi muda bagi memastikan pelaksanaan teknologi hijau berterusan pada masa akan datang.

Foto 1.25 Projek Solar Berskala Besar (LSS) di Kuala Langat, Selangor



Foto 1.26 Pemasangan dan penyelenggaraan panel solar

Menjana ekonomi

Kebergantungan kepada sumber tenaga bahan api seperti petroleum dan arang batu boleh menyebabkan masalah kepada ekonomi negara. Kenaikan harga minyak dunia mampu memberi kesan secara keseluruhannya terhadap kos sara hidup rakyat. Justeru, peralihan kepada sumber tenaga boleh diperbaharui perlu dilakukan dengan kadar segera.

Penggunaan teknologi hijau dapat membantu dalam industri mekanikal. Teknologi tenaga suria digunakan dalam proses pengeringan bagi meningkatkan hasil produk yang lebih berkualiti. Hal ini secara tidak langsung membantu industri kecil dan sederhana berkembang dan seterusnya dapat mengukuhkan dan membangunkan lagi ekonomi masyarakat setempat.

Penggunaan enjin biodiesel dalam pengangkutan dapat membantu dalam pengurangan kadar pelepasan karbon kerana enjin diesel boleh menggunakan biodiesel yang dihasilkan daripada minyak kelapa sawit seperti yang ditunjukkan dalam Foto 1.27. Penghasilan biodiesel daripada minyak kelapa sawit dapat meningkatkan ekonomi negara kerana negara boleh menghasilkan buah kelapa sawit yang banyak. Selain itu, penggunaan kereta hibrid dan kereta elektrik juga dapat melahirkan lebih ramai jurutera mekanikal yang boleh mereka bentuk, mencipta, dan menghasilkan kereta berteknologi hijau dan seterusnya boleh menjana ekonomi negara.

? Tahukah Anda?

Penggunaan biodiesel telah terbukti sebagai agen pembersih yang berkesan di dalam enjin, mampu meningkatkan jangka hayat enjin, dan lebih mesra alam. Dalam pada masa yang sama, penggunaan minyak sawit juga dapat menyumbang kepada ekonomi negara.

i Info

Biojisim juga dikenali sebagai WtE (*Waste to Energy*). Perbezaan utama penghasilan tenaga biojisim ini ialah bahan bakar yang digunakan untuk menghasilkan stim, iaitu sisa buangan pepejal pertanian dan industri.



Foto 1.27 Minyak biodiesel yang dihasilkan dapat menjana ekonomi negara

Tempat pelancongan

Penerokaan sumber air melalui tenaga hidro mendatangkan banyak kesan positif. Tujuan utama pembinaan empangan adalah untuk menjana tenaga elektrik. Selain itu, ia turut membekalkan air kepada penduduk sekitar empangan. Di samping itu, empangan juga dapat mengawal banjir di kawasan berkenaan.

Tasik Kenyir ialah empangan buatan manusia yang digunakan untuk menjana kuasa elektrik selain bertindak sebagai kawasan tadahan air seperti yang ditunjukkan dalam Foto 1.28 dan Foto 1.29. Tasik Kenyir merupakan lokasi memancing yang terkenal di Malaysia.



Foto 1.28 Stesen jana kuasa elektrik Tasik Kenyir



Foto 1.29 Tasik Kenyir

Pembangunan kawasan luar bandar

Teknologi solar memberi banyak manfaat khususnya kepada penduduk luar bandar. Tenaga solar digunakan untuk menjana tenaga elektrik di kawasan pedalaman atau kawasan terpencil yang tidak mempunyai akses kabel elektrik. Di sesetengah kawasan di Sabah dan Sarawak yang tidak mempunyai jalan perhubungan seperti jalan raya, teknologi solar sangat membantu dalam kelangsungan hidup mereka. Murid-murid di sekolah berasrama dapat meneruskan aktiviti harian mereka pada waktu malam menggunakan tenaga solar yang diperoleh pada waktu siang.

Antara sumber tenaga alternatif yang boleh digunakan adalah seperti tenaga angin dan suria. Tenaga angin sesuai dibangunkan di kawasan yang menerima jumlah angin yang banyak seperti di kawasan persisir pantai dan kawasan tanah tinggi. Teknologi turbin angin dapat menjana kuasa elektrik bagi kegunaan pertanian dan rumah kediaman bagi kawasan yang berkenaan.



Aktiviti

Putrajaya dan Melaka merupakan antara bandar yang telah mengaplikasikan teknologi hijau dengan jayanya sehingga mendapat pengiktirafan. Senaraikan beberapa sistem teknologi hijau yang telah diguna pakai oleh bandar-bandar tersebut dan bincangkan persamaan yang terdapat pada kedua-dua bandar tersebut.

1.3.5 Langkah Penyelesaian Berkaitan Teknologi Hijau

Penggunaan aplikasi teknologi hijau yang mudah dan berkesan perlu digunakan di rumah ataupun di pejabat supaya dapat menyumbang kepada pengurangan pelepasan gas rumah hijau. Terdapat beberapa langkah penyelesaian berkaitan teknologi hijau yang dapat digunakan untuk pengangkutan dan pelepasan karbon.



Standard Pembelajaran

Mencadangkan langkah penyelesaian berkaitan teknologi hijau untuk pengangkutan dan pelepasan karbon melalui kajian kes.

Kenderaan cekap tenaga

Kenderaan cekap tenaga juga dikenali sebagai *Energy Efficient Vehicle* (EEV) seperti yang ditunjukkan dalam Foto 1.30. Menurut Institut Automotif Malaysia (MAI), EEV ditakrifkan sebagai kenderaan yang memenuhi suatu garis panduan dari segi tahap pelepasan karbon dan penggunaan bahan api. Kenderaan cekap tenaga termasuklah kenderaan yang cekap penggunaan bahan api, kenderaan elektrik, kenderaan hibrid, dan kenderaan yang menggunakan bahan bakar alternatif.



Foto 1.30 Kereta cekap tenaga (EEV)



Tahukah Anda?

Kenderaan elektrik yang pertama telah dibina pada tahun 1835 di bandar Duct Groningen oleh seorang profesor bernama Strttingh. Walau bagaimanapun ia tidak praktikal kerana harga yang tinggi dan jangka hayat baterinya sangat singkat.



Info

Dasar *Energy Efficient Vehicles* (EEV) merupakan salah satu hala tuju di bawah Dasar Automotif Negara (NAP) 2014 untuk membangunkan Malaysia sebagai pusat atau hab automotif serantau bagi kenderaan EEV.



Sila Imbas

Bridgestone World Solar Challenge:
<http://arasmega.com/qr-link/bridgestone-world-solar-challenge/>
 (Dicapai pada 4 September 2019)



Sila Imbas

Shell Eco Marathon Challenge:
<http://arasmega.com/qr-link/shell-eco-marathon/>
 (Dicapai pada 4 September 2019)

Mentol lampu cekap tenaga

Terdapat pelbagai jenis mentol lampu yang digunakan di ruang yang berbeza di dalam rumah dan bangunan. Mentol berfilamen disifatkan sebagai tidak mesra alam kerana penukaran tenaga elektrik kepada tenaga cahaya adalah jauh lebih rendah berbanding kepada tenaga haba. Lampu mentol berfilamen juga mempunyai kadar pelepasan karbon yang tinggi.

Oleh itu, pertukaran kepada mentol lampu cekap tenaga seperti lampu kalimantang mampat, atau *Compact Fluorescent Lamp* (CFL) dan *Light Emitting Diode* (LED) adalah lebih baik kerana ia dapat menjimatkan tenaga, boleh digunakan dalam tempoh yang lebih panjang, dan menghasilkan haba yang minimum. Foto 1.31 menunjukkan contoh mentol filamen dan mentol cekap tenaga.



Mentol filamen

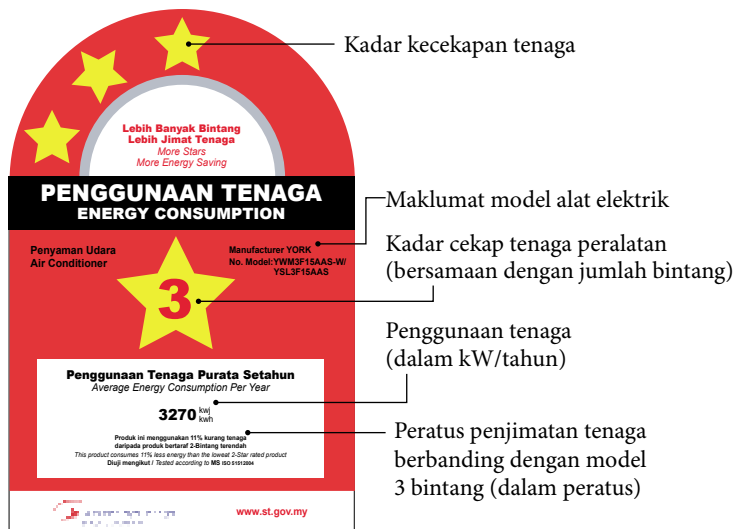
Mentol CFL

Mentol LED

Foto 1.31 Contoh mentol filamen dan mentol cekap tenaga

Barang elektrik cekap tenaga

Pengguna perlu memilih peralatan elektrik yang kurang penggunaan tenaga elektrik. Pengurangan tenaga elektrik dapat mengurangkan penggunaan bahan api fosil dalam proses penghasilan tenaga elektrik dan sekali gus dapat mengurangkan pelepasan gas karbon ke udara. Label kecekapan tenaga dalam Rajah 1.25 memaparkan anggaran jumlah penggunaan tenaga tahunan bagi alat elektrik. Label 1-bintang adalah yang paling kurang cekap dan 5-bintang adalah yang paling cekap. Penggunaan peralatan elektrik 5-bintang akan mengurangkan penggunaan dan bil elektrik. Suruhanjaya Tenaga meluluskan alat elektrik bagi kadaran bintang kecekapan tenaga seperti peti sejuk, penyaman udara, televisyen, dan kipas angin. Rajah 1.25 menunjukkan contoh label kecekapan tenaga.



Rajah 1.25 Contoh label kecekapan tenaga

? Tahukah Anda?

Suhu optimum bagi peti sejuk ialah antara 3° hingga 5° Celsius atau antara -15° hingga -18° Celsius bagi penyejuk beku. Setiap pengurangan satu darjah memerlukan 5% tenaga tambahan.

i Info

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

Sistem Penuaian Air Hujan (SPAHS)

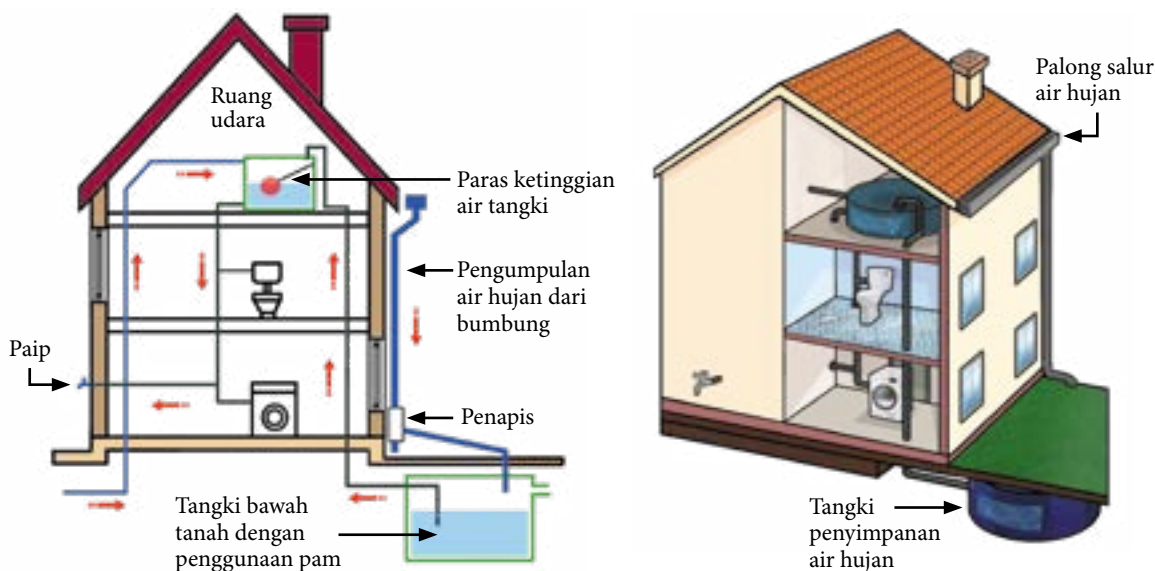
Sistem penuaian air hujan ialah sistem pengumpulan air hujan dari kawasan tadahan bumbung dan digunakan semula sebagai bekalan air alternatif. Sistem ini menggalakkan penggunaan air hujan sebagai sumber bekalan air bagi menjimatkan penggunaan bekalan air awam dan menampung bekalan air awam semasa kekurangan bekalan air.

Proses pengudaraan di loji rawatan air merupakan salah satu proses bagi merawat air kotor yang boleh mengeluarkan gas karbon. Oleh itu, pengurangan penggunaan bekalan air awam dapat mengurangkan proses rawatan air yang mempunyai kadar pelepasan karbon yang tinggi.

Kawasan tadahan bagi sistem ini adalah mengikut keluasan bumbung bangunan. Air hujan yang mengalir pada palong sesalur akan dialirkan pada tangki penyimpanan air hujan. Sebelum memasuki tangki, air hujan akan ditapis menggunakan penapis air hujan bagi mengurangkan kotoran dalam air hujan. Pergerakan air hujan dalam sistem ini ditunjukkan dalam Rajah 1.26.

i Info

Sistem Penuaian Air Hujan dianggap sebagai suatu Kaedah Pengurusan Terbaik atau “*Best Management Practice (BMP)*” yang diamalkan di Malaysia.



Rajah 1.26 Pengaliran air hujan dalam sistem tadahan air hujan

Tangki penyimpanan air hujan perlu diletakkan pada kedudukan yang rendah bagi memudahkan pengaliran air hujan secara graviti ke dalam tangki. Bagi memastikan air hujan yang dikumpulkan bersih, pembersihan penapis air perlu dilakukan dengan kerap untuk mengurangkan masalah air hujan tersumbat. Air hujan yang disimpan di dalam tangki boleh digunakan untuk aktiviti luar seperti aktiviti mencuci kenderaan, menyiram pokok, dan mencuci tandas.

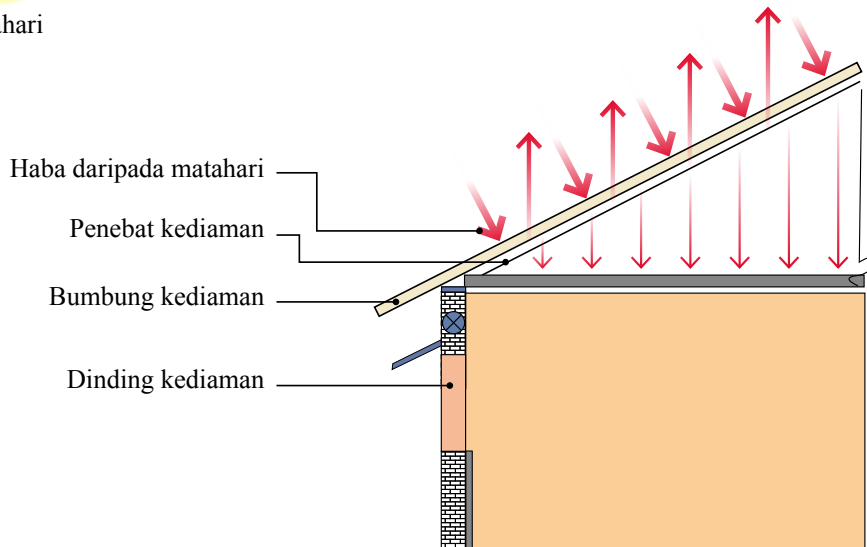
Penebat kediaman

Penebat kediaman merupakan cara terbaik untuk meningkatkan keselesaan persekitaran dalam cuaca panas di negara ini. Penggunaan penebat kediaman dapat menyejukkan ruang dalaman bangunan dan mengurangkan penggunaan kipas dan penyaman udara yang lebih banyak menggunakan tenaga elektrik. Selain daripada menggunakan alat elektrik cekap tenaga, pengurangan penggunaan alat elektrik dapat menjimatkan dan seterusnya mengurangkan kadar pelepasan karbon.

Penebat kediaman boleh dipasang pada bahagian siling dan dinding bangunan bagi mengelakkan haba memasuki bangunan disebabkan oleh pemilihan bahan yang tidak sesuai. Walau bagaimanapun, keutamaan pemasangan penebat adalah pada siling kerana lebih banyak haba memasuki bangunan melalui siling bangunan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.27.



Matahari



Rajah 1.27 Penyerapan haba lebih minimum dengan penggunaan bahan penebat haba

Bagaimana penebat kediaman berfungsi

- 1 Penebat haba berfungsi untuk menghalang kemasukan sebahagian besar kuantiti haba daripada cahaya matahari ke dalam tempat kediaman.
- 2 Hanya sebahagian kecil kuantiti haba sahaja yang dibenarkan memasuki tempat kediaman bergantung kepada jenis dan keberkesanan penebat.

Rumusan





Latihan Modul 1

1. Nyatakan definisi kejuruteraan.
2. Bidang kejuruteraan merupakan kerjaya yang mampu meningkatkan taraf kehidupan manusia dengan menggunakan kemahiran dan kepakaran yang tinggi. Namakan empat disiplin kejuruteraan dan contoh kerjaya bagi setiap disiplin tersebut dalam jadual di bawah.

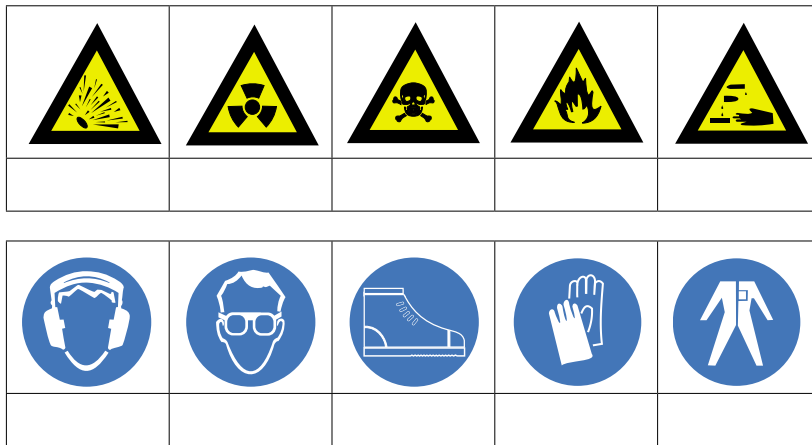
Nama disiplin kejuruteraan	Contoh kerjaya

3. Kejuruteraan mekanikal mempunyai beberapa bidang kepakaran berbeza yang boleh membuka peluang kerjaya kepada rakyat Malaysia. Pilih satu bidang kejuruteraan mekanikal yang amat diperlukan pada masa kini dan nyatakan sebab anda membuat pilihan tersebut. 🧠
4. Badan Profesional ialah institusi yang bertanggungjawab mengawal selia jawatan jurutera. Nyatakan tanggungjawab bagi badan-badan profesional berikut:
 - (a) Lembaga Jurutera Malaysia
 - (b) Majlis Akreditasi Kejuruteraan
 - (c) Institusi Jurutera Malaysia
 - (d) Lembaga Teknologis Malaysia
5. Kelengkapan Pelindung Diri merupakan asas keselamatan dan kesihatan di bengkel bagi mengelakkan kecederaan pada diri sendiri. Lengkapkan keterangan bagi setiap kelengkapan pelindung diri dalam jadual di bawah.

Kelengkapan Pelindung Diri	Keterangan
	
	



- Nyatakan lima peraturan keselamatan diri bagi individu yang melakukan kerja di dalam bengkel.
- Labelkan tanda amaran berikut.



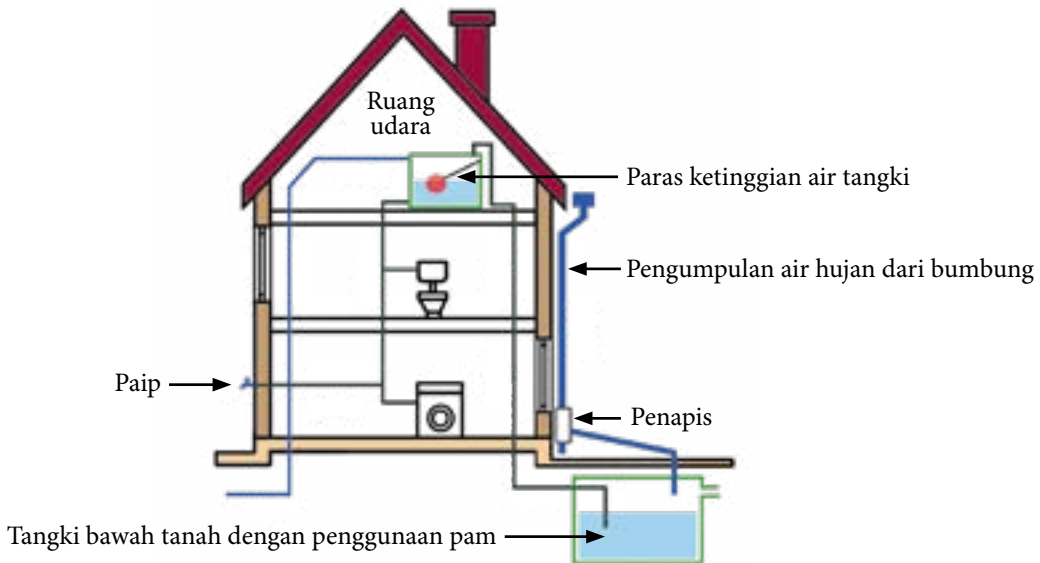
- Kemalangan sering berlaku di bengkel kejuruteraan disebabkan oleh faktor alatan, persekitaran tempat kerja dan kecuaiannya pengguna. Nyatakan langkah yang boleh diambil oleh individu di bengkel bagi mengelakkan kemalangan berlaku berdasarkan faktor-faktor berikut:
 - Alatan
 - Persekitaran tempat kerja
 - Kecuaian pengguna
- Terdapat lima langkah penting dalam Pengenalpastian Bahaya, Penaksiran Risiko, dan Kawalan Risiko (HIRARC). Huraikan langkah-langkah tersebut dengan memberikan satu contoh aktiviti di bengkel kejuruteraan. 🧠
 - Mengelaskan aktiviti kerja
 - Mengenal pasti bahaya
 - Penafsiran risiko
 - Penyediaan pelan tindakan kawalan risiko
 - Pelaksanaan
- Dasar Teknologi Hijau Kebangsaan merupakan dasar yang telah dilaksanakan oleh kerajaan dalam mengurangkan kadar pelepasan karbon dan pencemaran alam sekitar. Huraikan satu aktiviti yang dilakukan oleh manusia yang menyebabkan kadar pelepasan karbon di Malaysia semakin meningkat. 🧠

11. Sumber tenaga boleh diperbaharui yang dikenali sebagai sumber tenaga hijau merupakan tenaga yang boleh dihasilkan dalam tempoh yang singkat sepanjang hayat manusia. Foto di bawah menunjukkan dua jenis tenaga boleh diperbaharui yang digunakan di Malaysia bagi menjana tenaga elektrik.



Bandungkan perbezaan kedua-dua sistem berdasarkan faktor berikut:

- (a) Penjanaan tenaga elektrik
 - (b) Kos pembinaan dan pengurusan
 - (c) Kesan kepada alam sekitar dan penduduk setempat
12. Penggunaan sistem penuaian air hujan merupakan sistem pengumpulan air hujan dari kawasan tadahan bumbung sebagai bekalan air alternatif. Labelkan pengaliran air hujan daripada atas bumbung bangunan sehingga ke tangki penyimpanan air hujan dalam rajah di bawah dan nyatakan kelebihan penggunaan sistem penuaian air hujan bagi penduduk kawasan bandar.



JAWAPAN



Sila Imbas
Jawapan Modul 1:
<http://arasmega.com/qr-link/jawapan-modul-1/>
 (Dicapai pada 4 September 2019)

▶▶▶ MODUL 2

2.0 BAHAN KEJURUTERAAN

Standard Kandungan:

- 2.1 Jenis dan Sifat Bahan Kejuruteraan
- 2.2 Proses Pengeluaran Besi dan Keluli
- 2.3 Rawatan Haba



2.1 Jenis dan Sifat Bahan Kejuruteraan

Bahan logam dan bahan bukan logam ialah bahan yang digunakan di kebanyakan perusahaan dalam menghasilkan sesuatu produk. Mengenal pasti sifat sesuatu logam adalah faktor yang amat penting bagi pemilihan bahan kejuruteraan sebelum aktiviti mereka bentuk sesebuah bangunan atau produk dihasilkan.

2.1.1 Bahan Logam dan Bukan Logam



Standard Pembelajaran

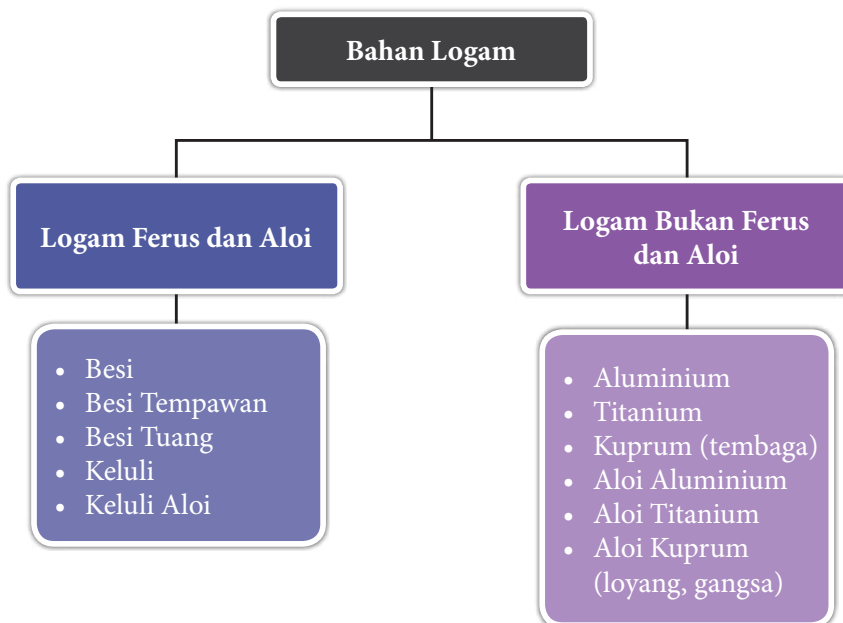
Mengenal pasti jenis bahan logam dan bukan logam yang terdapat di persekitaran.

Logam ialah bahan utama dalam industri pembuatan dan pembinaan. Ini kerana bahan logam mempunyai daya tahan yang tinggi bagi menahan beban, dan mempunyai rintangan yang baik terhadap lelasan dan kakisan. Logam juga boleh dibentuk tanpa menjejaskan kekuatan fizikalnya.

Bahan bukan logam terbentuk sama ada dalam bentuk pepejal, cecair, atau gas. Bahan ini tidak mempunyai unsur logam di dalamnya dan merupakan penebat elektrik dan haba yang baik.

Bahan Logam

Bahan logam terdiri daripada tiga kumpulan, iaitu logam ferus (mengandungi besi), logam bukan ferus (tidak mengandungi besi), dan aloi seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.1.



Rajah 2.1 Bahan logam

Logam Ferus

Logam ferus mengandungi karbon yang bertujuan untuk menguatkan struktur sesebuah logam. Contoh: Besi, besi tempawan, dan besi tuang.



Foto 2.1 Antara produk yang dihasilkan daripada logam ferus

Logam Bukan Ferus

Logam bukan ferus tidak mengandungi elemen karbon dan lebih mudah bertukar sifat-sifat kejuruteraannya apabila dikenakan aktiviti mekanikal. Logam ini juga tidak mudah terpengaruh dengan tindakan haba dan tidak mudah berkarat.

Contoh: Tembaga, nikel, magnesium, dan titanium.



Foto 2.2 Antara produk yang dihasilkan menggunakan logam bukan ferus

Aloi

Terbentuk daripada hasil campuran bahan logam tulen dan bahan bukan logam bagi menghasilkan logam yang mempunyai sifat yang lebih keras dan rintangan kepada kakisan. Aloi kebiasaannya mempunyai sifat yang berbeza daripada elemen-elemen asalnya.

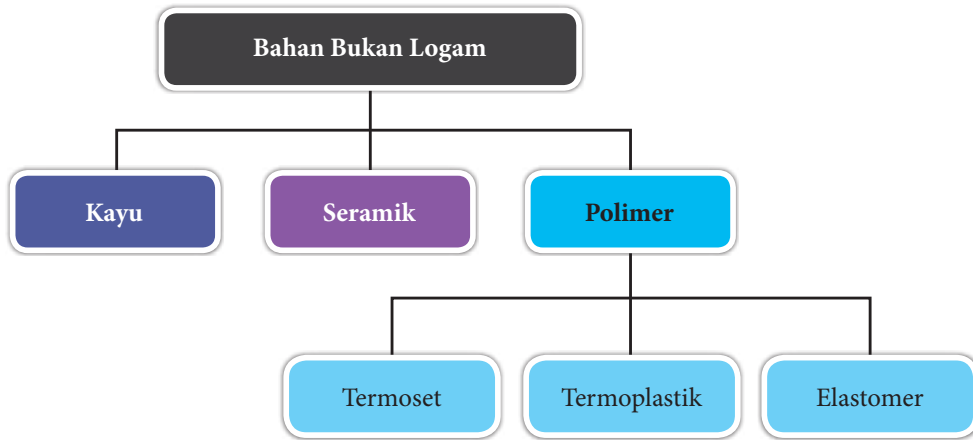
Contoh: Aluminium aloi, gangsa, dan loyang.



Foto 2.3 Antara produk yang dihasilkan menggunakan aloi

Bahan Bukan Logam

Bahan bukan logam terdiri daripada tiga kumpulan, iaitu kayu, seramik, dan polimer seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.2.



Rajah 2.2 Bahan bukan logam

Kayu

Kayu ialah bahan organik berserat yang terdapat pada batang dan akar pokok atau tumbuh-tumbuhan. Ia mempunyai urat kayu dan mudah dipotong mengikut urat.



Perabot



Alatan dapur

Foto 2.4 Contoh produk yang dihasilkan daripada kayu

Seramik

Seramik ialah pepejal bukan organik yang dihasilkan daripada bahan semula jadi seperti tanah liat, felspar, kaolin, dan pasir kuarza. Seramik industri moden terdiri daripada oksida logam, karbida logam, dan nitrida logam.



Palam pencucuh



Kapasitor elektrik



Bekas minuman

Foto 2.5 Antara produk yang dihasilkan daripada seramik

Polimer

Polimer ialah bahan molekul rantai karbon panjang yang digunakan sebagai pengganti kayu, logam, kaca, dan kapas. Antara contoh polimer ialah termoset, termoplastik dan elastomer.

Termoplastik

Termoplastik ialah sejenis polimer yang akan mencair ketika dipanaskan dan akan kembali ke bentuk asal setelah sejuk.

Contoh termoplastik:
Polietilena (PE), polipropilena (PP), dan polivinil klorida (PVC).



Paip PVC

Termoset

Termoset ialah sejenis polimer yang tidak akan mencair apabila dipanaskan dan tidak kembali kepada bentuk asal setelah sejuk.

Contoh termoset:
Melamin dan selulosa.



Soket termoset

Elastomer

Elastomer ialah sejenis polimer yang boleh diubah bentuknya dan boleh ditarik sehingga berganda-ganda panjangnya. Ia kembali kepada bentuk asal dan bersifat kenyal.

Contoh elastomer:
Getah.

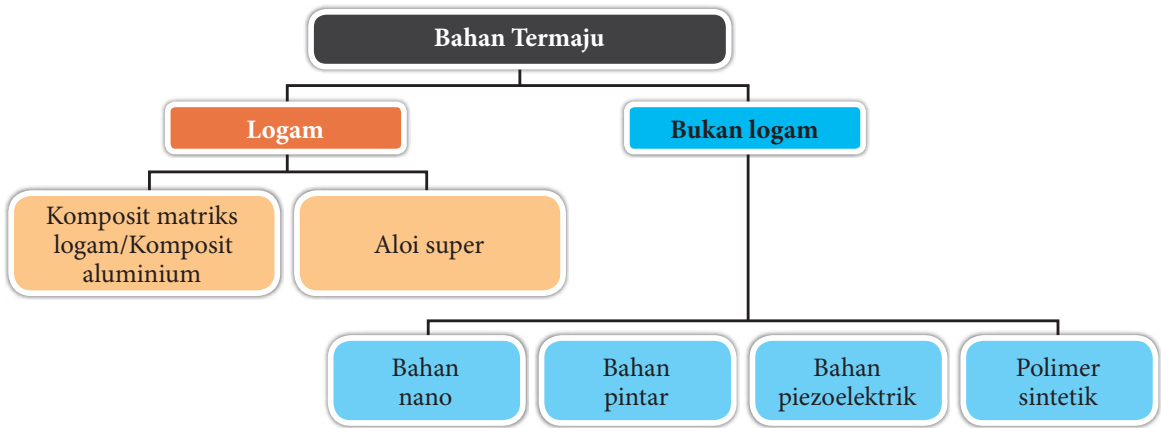


Kasut keselamatan

Foto 2.6 Antara produk yang dihasilkan daripada polimer

Bahan Termaju

Bahan termaju merujuk kepada semua bahan baharu dan bahan lama yang diubah suai untuk meningkatkan prestasi bahan supaya mencapai ciri tertentu menggunakan teknologi masa kini. Antara bahan termaju ialah komposit, aloi super, bahan pintar, bahan nano, dan bahan piezoelektrik seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.3.



Rajah 2.3 Contoh bahan termaju

Komposit

Komposit ialah bahan pepejal yang dihasilkan melalui gabungan dua atau lebih bahan bagi menghasilkan bahan baharu yang lebih berguna. Contohnya komposit matriks logam (roda canai), komposit matriks seramik (konkrit) dan komposit matriks polimer (gentian kaca).



Roda canai



Konkrit



Gentian kaca

Foto 2.7 Contoh produk yang terhasil daripada komposit



Info

Aloi	Komposit
Gabungan dua atau lebih logam atau gabungan logam dengan elemen bukan logam.	Gabungan dua atau lebih bahan bukan logam (logam boleh menjadi sebahagian daripada campuran atau tidak perlu).
Bahan lebih kuat rintangan terhadap kakisan dan pengoksidaan atau titik lebur bahan lebih tinggi atau lebih rendah.	Bahan lebih kuat, lebih ringan, atau lebih murah.
Campuran boleh dipisahkan dengan cara fizikal.	Campuran boleh dipisahkan dengan cara kimia.

2.1.2 Ciri dan Sifat Logam

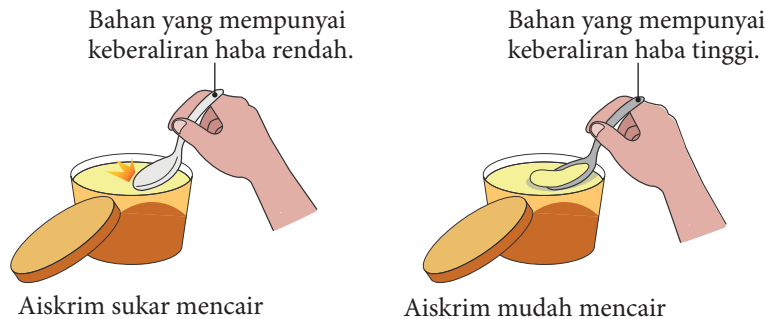
Menentukan sifat logam merupakan faktor penting yang perlu diambil kira dalam pemilihan bahan kejuruteraan sebelum mereka bentuk sesuatu produk atau struktur bangunan. Sifat fizikal logam ialah keberaliran haba, keberaliran elektrik, dan takat lebur. Sifat mekanik logam pula adalah keupayaan struktur logam untuk berubah apabila dikenakan daya atau beban ke atasnya.

(a) Sifat Fizikal Bahan

Sifat fizikal bahan ialah sifat yang menentukan perlakuan bahan terhadap persekitaran atau kerja yang dikenakan terhadap bahan tersebut. Antara sifat fizikal bahan adalah seperti berikut:

(i) Keberaliran haba

Sifat keberaliran haba ialah sifat yang membolehkan haba mengalir atau melalui pada sesuatu komponen. Keberaliran haba boleh membuatkan sesuatu komponen itu berubah daripada sejuk menjadi panas.



Rajah 2.4 Contoh keberaliran haba

(ii) Keberaliran elektrik

Sifat keberaliran elektrik ialah sifat pada sesuatu komponen ataupun bahan yang boleh mengalirkan elektrik melaluinya.

(iii) Takat lebur

Takat lebur ialah had suhu sesuatu bahan yang sebelumnya dalam bentuk pepejal untuk bertukar kepada cecair apabila menerima haba yang tinggi.

Standard Pembelajaran

Menerangkan ciri, sifat fizikal, dan sifat mekanikal bahan logam berikut:

- (i) Logam ferus: besi, besi tempawan, dan besi tuang
- (ii) Logam bukan ferus: aluminium, kuprum, zink, tembaga, nikel, magnesium, dan titanium
- (iii) Alooi: aluminium aloi, gangsa, dan loyang
- (iv) Bahan termaju

? Tahukah Anda?

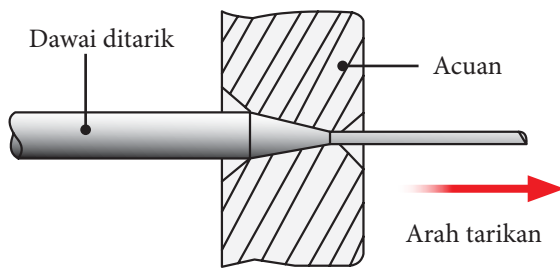
Emas merupakan pengalir haba dan elektrik yang baik, dan tidak dipengaruhi oleh udara dan persekitaran. Secara kimianya, logam emas ini tidak boleh diubah oleh haba, kelembapan, dan kebanyakan agen menghakis.

(b) Sifat Mekanikal Bahan

Sifat mekanikal bahan ialah sifat yang akan menunjukkan perlakuan sesuatu bahan apabila dikenakan daya. Kebanyakan sifat ini dapat diuji dengan menggunakan alat pengujian tertentu. Antara sifat mekanikal adalah seperti berikut:

(i) Kemuluran

Kemuluran ialah keupayaan sesuatu bahan yang boleh diregangkan atau ditarik panjang tanpa menyebabkan bahan tersebut putus. Sebagai contoh, logam atau produk yang mempunyai sifat mulur ialah rod, tembaga, aluminium, dan dawai keluli lembut. Sifat kemuluran dapat diuji menggunakan mesin ujian tegangan dan mesin ujian lentur.



Rajah 2.5 Contoh ujian kemuluran

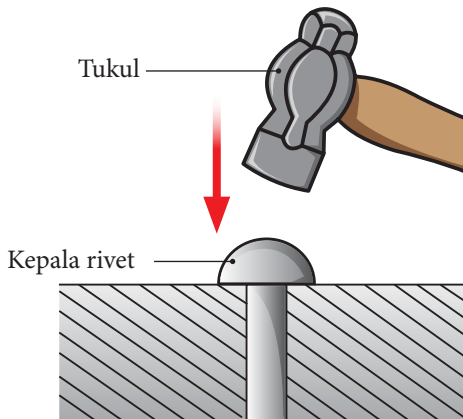


Sila Imbas

Video ujian kemuluran:
<http://arasmega.com/qr-link/video-ujian-kemuluran/>
 (Dicapai pada 6 September 2019)

(ii) Keboleh tempaan

Keboleh tempaan ialah sifat bahan logam yang boleh dibentuk dengan mudah tanpa mengakibatkan retak atau pecah apabila dikenakan daya mampatan yang tinggi. Sebagai contoh, logam yang bersifat keboleh tempaan ialah rivet dan kepala alat pemateri lembut yang biasa digunakan semasa kerja-kerja menempa.



Rajah 2.6 Contoh ujian keboleh tempaan



Info

Sifat keboleh tempaan logam membolehkan alatan seperti parang dihasilkan.

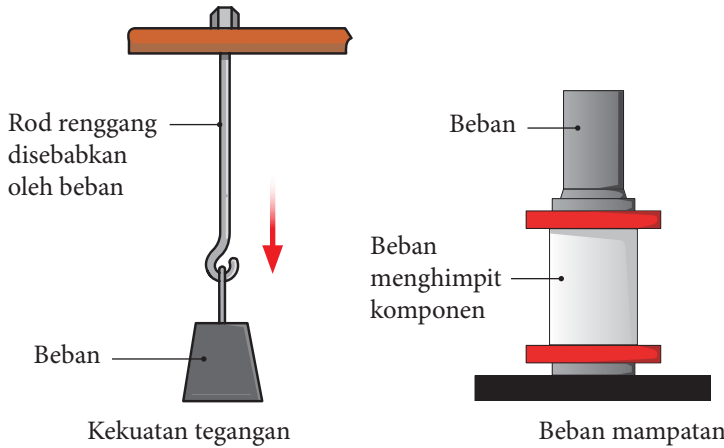


Sila Imbas

Video ujian keboleh tempaan:
<http://arasmega.com/qr-link/video-ujian-ketempaan/>
 (Dicapai pada 6 September 2019)

(iii) Kelasakan

Kelasakan ialah sifat bahan yang boleh menahan daya atau beban kejut tanpa berubah bentuk. Bahan diuji dengan membengkokkan sampel bahan dan ia tidak pecah atau rosak. Bahan yang mempunyai daya tahan lasak ini sering digunakan dalam membuat kerja beban tinggi seperti kerja-kerja pembinaan. Contoh produk bersifat kelasakan ialah takal dan pencangkuk kren. Sifat kelasakan diuji menggunakan mesin ujian hentaman (*impact testing*).



Rajah 2.7 Contoh ujian kelasakan

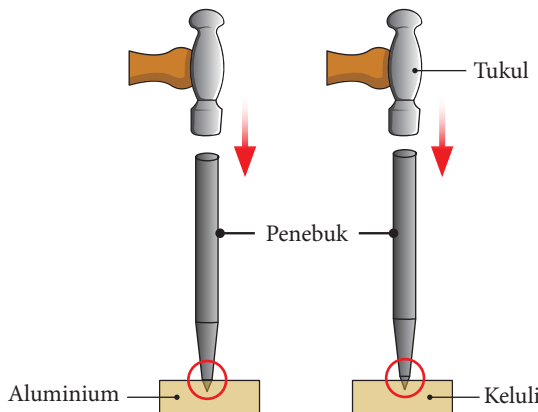


Sila Imbas

Video ujian kelasakan:
<http://arasmega.com/qr-link/video-ujian-kelasakan/>
 (Dicapai pada 6 September 2019)

(iv) Kekerasan

Kekerasan ialah sifat bahan yang boleh menahan daripada haus, tusukan, perubahan bentuk, dan lelasan apabila kerja-kerja seperti menggarit, menebuk, dan menuris dilakukan. Jika rawatan haba pengerasan dilakukan terhadap bahan ini, ia boleh mencapai tahap kekuatan yang lebih tinggi. Contoh produk bersifat kekerasan ialah mata alat pemotong, rel kereta api, dan bahagian mesin yang bergesel. Sifat kekerasan diuji menggunakan mesin penguji Brinell, Rockwell, atau Vickers.



Rajah 2.8 Contoh ujian kekerasan



Foto 2.8 Contoh mesin penguji kekerasan

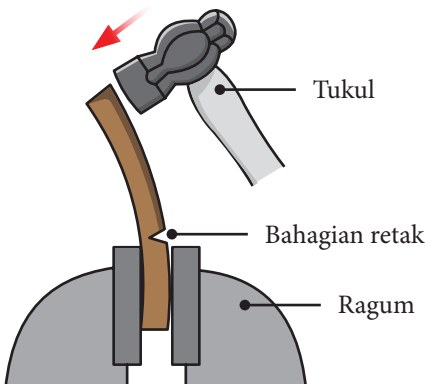


Sila Imbas

Video ujian kekerasan:
<http://arasmega.com/qr-link/video-ujian-kekerasan/>
 (Dicapai pada 6 September 2019)

(v) Keplastikan

Keplastikan ialah sifat bahan yang boleh mengekalkan kekuatan apabila bentuknya mengalami perubahan tanpa mengakibatkan pecah atau retak. Bahan yang mempunyai sifat keplastikan ini sering digunakan dalam kerja tekanan dan tarikan. Contoh produk bersifat keplastikan ialah bahagian badan kenderaan, salur air, atap keluli, dan lain-lain. Mesin ujian khas yang digunakan untuk menguji sifat keplastikan ialah mesin ujian tegangan dan mesin ujian hentaman Charpy atau Izod.



Rajah 2.9 Contoh ujian keplastikan



Foto 2.9 Contoh mesin penguji keplastikan



Sila Imbas

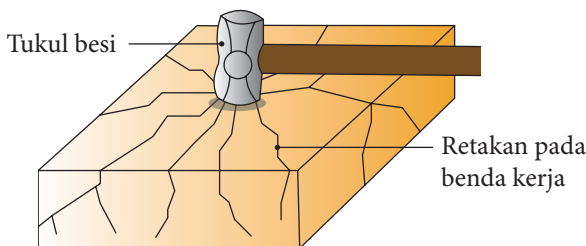
Video ujian keplastikan:

<http://arasmega.com/qr-link/video-ujian-keplastikan/>

(Dicapai pada 6 September 2019)

(vi) Kerapuhan

Kerapuhan ialah sifat bahan yang mudah retak atau pecah apabila dikenakan daya hentaman ke atasnya. Contoh produk yang bersifat kerapuhan ialah kerangka mesin yang diperbuat daripada besi tuang. Sifat kerapuhan diuji menggunakan mesin ujian hentaman Charpy atau Izod.



Rajah 2.10 Contoh ujian kerapuhan



Foto 2.10 Contoh mesin penguji Charpy



Sila Imbas

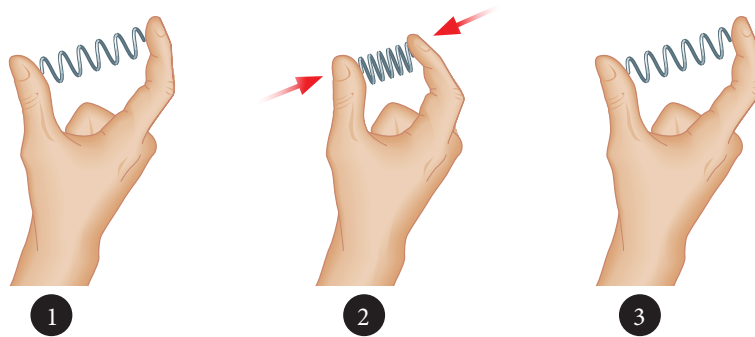
Video ujian kerapuhan:

<http://arasmega.com/qr-link/video-ujian-kerapuhan/>

(Dicapai pada 6 September 2019)

(vii) Keanjalan

Sifat logam yang boleh kembali semula kepada bentuk asal selepas dikenakan daya atau beban. Logam ini masih mempunyai had keanjalannya iaitu apabila had keanjalannya sampai ke tahap maksimum, logam tersebut akan mengalami perubahan bentuk. Sifat keanjalan diuji di makmal menggunakan mesin ujian tegangan sifat keanjalan.



Rajah 2.11 Contoh sifat keanjalan

Ciri dan Sifat Bahan Logam

Ciri dan sifat sesuatu bahan logam amat penting bagi memastikan kesesuaian kegunaan dalam bidang kejuruteraan.

Ciri, sifat fizikal, dan sifat mekanikal bagi logam ferus

Logam Ferus	Ciri-ciri	Sifat Fizikal	Sifat Mekanikal
Besi Tempawan <ul style="list-style-type: none"> Logam yang terdiri daripada besi tulen dan jermang. Sebahagian besar kandungan jermang ialah silikat besi. 	<ul style="list-style-type: none"> Mengandungi karbon yang sedikit iaitu antara 0.06% hingga 0.08% sahaja. 	<ul style="list-style-type: none"> Keleburan yang rendah. 	<ul style="list-style-type: none"> Kemuluran yang tinggi. Mudah ditempa.
Besi Tuang <ul style="list-style-type: none"> Mengandungi karbon dan silikon. Terdapat empat jenis besi tuang iaitu besi putih, besi kelabu, besi mulur, dan besi boleh tempa. 	<ul style="list-style-type: none"> Mengandungi peratusan karbon yang tinggi iaitu 4.75% dan mempunyai campuran asing seperti sulfur dan silikon. 	<ul style="list-style-type: none"> Keleburan yang rendah. Kebolehmesinan yang tinggi. 	<ul style="list-style-type: none"> Kemuluran yang rendah. Kekerasan yang tinggi. Kerapuhan yang tinggi. Mudah ditempa.

Ciri-ciri, sifat fizikal, dan sifat mekanikal bagi logam bukan ferus

Logam Bukan Ferus	Ciri-ciri	Sifat Fizikal	Sifat Mekanikal
Aluminium	<ul style="list-style-type: none"> Bahan berwarna putih yang berasal daripada bijih bauksit yang telah diproses dalam bentuk batu keras yang lembut seperti kapur. 	<ul style="list-style-type: none"> Pengalir haba dan elektrik yang baik. Sangat ringan. Tahan karat. 	<ul style="list-style-type: none"> Keanjalan yang baik. Kelasakan yang tinggi. Mudah ditempa.
Kuprum	<ul style="list-style-type: none"> Bahan berwarna kemerah-merahan dan tidak mengalami perubahan apabila bertindak balas dengan oksigen. 	<ul style="list-style-type: none"> Pengalir haba dan elektrik yang baik. Tahan karat. 	<ul style="list-style-type: none"> Mudah ditempa.
Zink	<ul style="list-style-type: none"> Bahan berwarna putih kebiru-biruan dan sangat lembut. 	<ul style="list-style-type: none"> Pengalir haba dan elektrik yang baik. 	<ul style="list-style-type: none"> Kemuluran yang tinggi. Mudah rapuh.
Tembaga	<ul style="list-style-type: none"> Bahan berwarna coklat kemerah-merahan. Kekuatan tembaga bergantung kepada penambahan tembaga oksida atau kesan-kesan arsenik. 	<ul style="list-style-type: none"> Pengalir haba dan elektrik yang baik. 	<ul style="list-style-type: none"> Kemuluran yang tinggi. Mudah ditempa.
Nikel	<ul style="list-style-type: none"> Bahan berwarna putih perak dan bersifat magnetik. Sering digunakan untuk pembentukan aloi. 	<ul style="list-style-type: none"> Pengalir haba dan elektrik yang baik. 	<ul style="list-style-type: none"> Kekerasan yang tinggi. Mudah ditempa.
Magnesium	<ul style="list-style-type: none"> Bahan berwarna putih keperakan dan lebih ringan daripada aluminium. Magnesium akan menjadi kusam apabila terdedah kepada udara. 	<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai takat suhu yang rendah. 	<ul style="list-style-type: none"> Keanjalan yang tinggi. Kelembutan yang tinggi.
Titanium	<ul style="list-style-type: none"> Bahan berwarna putih perak dan ia tidak bertindak balas dalam apa jua keadaan yang bersuhu bilik. Biasanya digunakan dalam pembuatan struktur kapal terbang, struktur penerbangan angkasa lepas, serta dalam industri kimia dan petroleum. 	<ul style="list-style-type: none"> Pengalir haba dan elektrik yang baik. Mempunyai takat lebur yang tinggi. 	<ul style="list-style-type: none"> Kekukuhan yang tinggi. Kemuluran yang tinggi. Sangat ringan. Mudah ditempa.

Ciri-ciri, sifat fizikal, dan sifat mekanikal bagi aloi

Aloi	Ciri-ciri	Sifat Fizikal	Sifat Mekanikal
Aluminium aloi	<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai rintangan kakisan yang tinggi jika dibandingkan dengan logam ferus dan aloi kecuali keluli tahan karat. 	<ul style="list-style-type: none"> Pengalir haba dan elektrik yang baik. 	<ul style="list-style-type: none"> Kekukuhan yang tinggi. Sangat ringan.
Gangsa	<ul style="list-style-type: none"> Mengandungi campuran tembaga 90% dan timah 10% dan memiliki kekuatan yang lebih tinggi daripada tembaga tulen serta loyang. 	<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai takat lebur yang tinggi. 	<ul style="list-style-type: none"> Ketahanan yang tinggi. Mudah ditempa.
Loyang	<ul style="list-style-type: none"> Mengandungi campuran tembaga 90% dan zink 10% yang berwarna kuning keemasan. 	<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai takat lebur yang tinggi. 	<ul style="list-style-type: none"> Kekuatan yang tinggi. Kemuluran yang tinggi.
Keluli Aloi	<ul style="list-style-type: none"> Campuran dua atau lebih logam seperti mangan, nikel, kromium, molybdenum, dan vanadium. 	<ul style="list-style-type: none"> Takat lebur yang tinggi. 	<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai ketahanan, kekuatan, keanjalan, dan tahan karat.

Ciri-ciri, sifat fizikal, dan sifat mekanikal bagi bahan termaju

Bahan Termaju	Ciri-ciri	Sifat Fizikal	Sifat Mekanikal
Aloi super <ul style="list-style-type: none"> Sesuai untuk kegunaan dalam reaktor nuklear dan peralatan petrokimia. 	<ul style="list-style-type: none"> Antara unsur aloi super yang berasaskan pengalioan ialah nikel, kobalt, dan besi nikel. 	<ul style="list-style-type: none"> Mampu bertahan dalam keadaan suhu tinggi. 	<ul style="list-style-type: none"> Kekuatan yang tinggi. Tahan pada geseran berbanding aloi biasa.
Komposit aluminium <ul style="list-style-type: none"> Sesuai untuk kegunaan industri aeroangkasa, industri pengangkutan, sukan dan automotif. 	<ul style="list-style-type: none"> Antara komposit yang terdiri daripada gabungan sifat bahan matriks adalah seperti aluminium, magnesium, nikel, kuprum, dan lain-lain. 	<ul style="list-style-type: none"> Mampu bertahan kepada suhu tinggi seperti aluminium. 	<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai rintangan terhadap kakisan yang rendah. Kekuatan dan ketahanan yang tinggi berbanding aluminium biasa.

2.1.3 Ciri dan Sifat Bahan Bukan Logam

Bahan bukan logam juga mempunyai sifat-sifatnya yang tersendiri bagi membantu dalam bidang kejuruteraan. Bahan bukan logam terdiri daripada:

- Getah dan kayu
- Seramik
- Polimer
- Komposit
- Bahan termaju



Standard Pembelajaran

Menerangkan ciri, sifat fizikal, dan sifat mekanikal bahan bukan logam berikut:

- (i) Getah dan kayu
- (ii) Seramik
- (iii) Polimer: Termoset dan Termoplastik
- (iv) Komposit: Gentian, Partikel, dan Berlapis
- (v) Bahan termaju

Ciri-ciri, sifat fizikal, dan sifat mekanikal bagi getah dan kayu

Bahan	Ciri-ciri	Sifat Fizikal	Sifat Mekanikal
Getah	<ul style="list-style-type: none"> • Getah asli dalam bentuk cecair atau kepingan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Takat lebur yang rendah. • Pengalir elektrik dan haba yang lemah. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mudah dibentuk. • Boleh lentur. • Keanjalan yang tinggi. • Kelasakan yang tinggi.
Kayu	<ul style="list-style-type: none"> • Berasal daripada batang pokok yang telah dibentuk menjadi batang, kepingan, atau log. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengalir elektrik dan haba yang lemah. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kekuatan dan kekerasan bergantung pada jenis kayu.

Ciri-ciri, sifat fizikal, dan sifat mekanikal bagi seramik

Bahan	Ciri-ciri	Sifat Fizikal	Sifat Mekanikal
Seramik	<ul style="list-style-type: none"> • Sejenis bahan bukan logam yang boleh bercampur kaca dengan plastik. 	<ul style="list-style-type: none"> • Takat lebur yang tinggi. • Pengalir elektrik haba yang baik. • Pengalir elektrik yang lemah. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kerapuhan yang tinggi.

Ciri-ciri, sifat fizikal, dan sifat mekanikal bagi polimer

Bahan	Ciri-ciri	Sifat Fizikal	Sifat Mekanikal
Termoset	<ul style="list-style-type: none"> Plastik yang tahan haba dan mempunyai molekul berangkai silang antara polimernya. 	<ul style="list-style-type: none"> Tidak lebur apabila dipanaskan dengan kuat. Takat lebur yang tinggi. Penebat haba dan elektrik yang baik. 	<ul style="list-style-type: none"> Keanjalan yang rendah. Kekerasan yang tinggi.
Termoplastik	<ul style="list-style-type: none"> Mudah menjadi lembut apabila dipanaskan dan boleh dikitar semula. 	<ul style="list-style-type: none"> Takat lebur yang rendah. Penebat haba dan elektrik yang baik. 	<ul style="list-style-type: none"> Keanjalan yang tinggi.
Elastomer	<ul style="list-style-type: none"> Getah asli yang mudah dibentuk dan kembali semula kepada bentuk asal. 	<ul style="list-style-type: none"> Takat lebur yang rendah. Pengalir elektrik dan haba yang lemah. 	<ul style="list-style-type: none"> Mudah dibentuk dan dilentur. Keanjalan yang tinggi. Tahan lasak.

Ciri-ciri, sifat fizikal, dan sifat mekanikal bagi komposit

Bahan	Ciri-ciri	Sifat Fizikal	Sifat Mekanikal
Gentian	<ul style="list-style-type: none"> Terdiri daripada dua jenis gentian iaitu gentian asli dan gentian buatan. Gentian asli: Kapas, linen, sutera benang sayat. Gentian buatan: Akrilik, poliester viskos. 	<ul style="list-style-type: none"> Pengaliran haba dan elektrik berdasarkan jenis gentian. 	<ul style="list-style-type: none"> Keanjalan yang rendah. Kekerasan yang tinggi.
Partikel	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan partikel bentuk logam atau bukan logam sebagai pengisi dan penguat. 	<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai daya pengikat yang baik. Lebih ringan. 	<ul style="list-style-type: none"> Tidak mudah retak. Kekuatan dan kekerasan yang tinggi.

sambungan, ciri-ciri, sifat fizikal, dan sifat mekanikal bagi komposit

Bahan	Ciri-ciri	Sifat Fizikal	Sifat Mekanikal
Berlapis	<ul style="list-style-type: none"> • Terdiri daripada beberapa lapisan bahan berbeza yang dilekatkan bersama-sama. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lebih ringan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kekuatan dan kekerasan yang tinggi. • Ketahanan yang tinggi terhadap beban yang berat dan impak. • Mengurangkan getaran.

Ciri-ciri, sifat fizikal, dan sifat mekanikal bagi bahan termaju

Bahan Termaju	Ciri-ciri	Sifat Fizikal	Sifat Mekanikal
Bahan nano	<ul style="list-style-type: none"> • Bahan ultra halus berbentuk struktur berukuran kurang daripada 100 nanometer (nm). 	<ul style="list-style-type: none"> • Takat lebur yang rendah. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sifat kekuatan tegangan bahan meningkat dua ke tiga kali ganda.
Bahan pintar	<ul style="list-style-type: none"> • Bahan kejuruteraan yang berkeupayaan untuk mengesan dan memberi tindak balas terhadap suhu, kelembapan, pH, cahaya, atau bahan kimia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kemungkinan tidak boleh beroperasi pada suhu yang sangat tinggi atau rendah. 	<ul style="list-style-type: none"> • Boleh dihasilkan mengikut sifat mekanikal yang dikehendaki tetapi mempunyai kemuluran yang tinggi.
Bahan piezoelektrik	<ul style="list-style-type: none"> • Bahan piezoelektrik ialah bahan di mana medan elektrik boleh ditukar atau dihasilkan dengan mengenakan tekanan kepada bahan tersebut, seperti: <ul style="list-style-type: none"> – Seramik – Kristal 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengalir elektrik yang baik. 	<ul style="list-style-type: none"> • Struktur yang ringan dan padat. • Tidak kuat terhadap tekanan dan geseran.
Polimer sintetik	<ul style="list-style-type: none"> • Dihasilkan daripada monomer buatan manusia yang diperolehi daripada petroleum. 	<ul style="list-style-type: none"> • Penebat elektrik dan haba yang baik. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ringan. • Tahan hentaman. • Sangat tahan lasak dan tahan bahan kimia.

Contoh Bahan Pintar

Aloi Memori-bentuk (*Shape-memory Alloy*)

Aloi ini akan berubah bentuk apabila dikenakan daya seperti dibengkokkan, tetapi apabila aloi ini dipanaskan pada tahap suhu tertentu, ia akan kembali kepada bentuk asal. Oleh itu, bingkai cermin mata yang diperbuat daripada aloi memori-bentuk yang telah bengkak seperti dalam Foto 2.11 (a), boleh kembali pada bentuk asal apabila direndam dalam air panas. Selain itu, Foto 2.11 (b) menunjukkan wayar pada pendakap gigi juga menggunakan aloi memori-bentuk. Wayar ini dibentuk untuk dipasangkan pada pendakap gigi, kemudian suhu badan pemakai akan menyebabkan wayar ini mengecut kepada bentuk asal, dan menarik gigi kepada kedudukan yang dikehendaki.



Foto 2.11 (a) Bingkai cermin mata yang boleh dibengkokkan

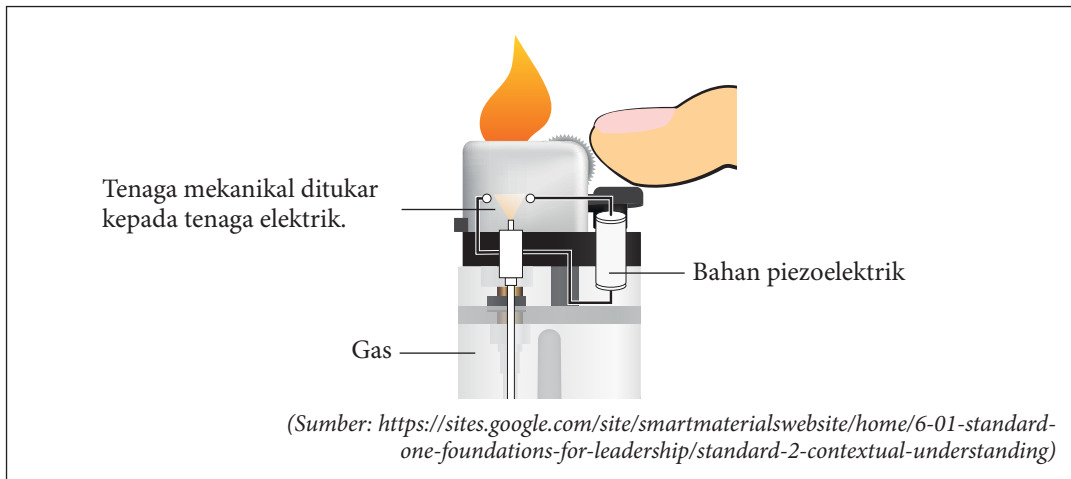


Foto 2.11 (b) Penggunaan aloi memori-bentuk pada wayar pendakap gigi

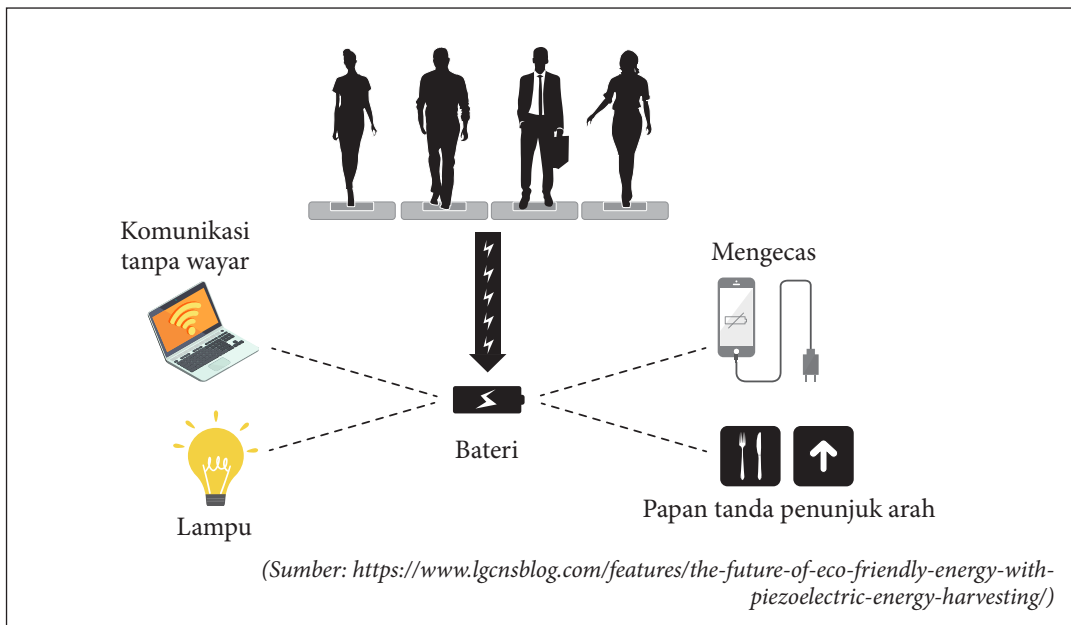
(Sumber: <https://benjenkins.weebly.com/r12-intergration-of-smart-and-modern-materials.html>)

Contoh Bahan Piezoelektrik

Rajah 2.12 (a) menunjukkan pemetik api menggunakan bahan piezoelektrik untuk menukarkan getaran mekanikal kepada elektrik untuk menghasilkan api. Di sesetengah negara maju, bahan piezoelektrik diletakkan di bawah lantai yang menjadi laluan orang ramai seperti di stesen kereta api, lapangan terbang, dan pusat beli-belah. Tekanan yang diperoleh daripada tapak kaki orang ramai ke atas lantai, ditukarkan kepada tenaga elektrik oleh bahan piezoelektrik. Tenaga elektrik ini dikumpulkan dan digunakan untuk keperluan elektrik dalam bangunan tersebut seperti untuk lampu, papan tanda, dan sebagainya seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2.12 (b).



Rajah 2.12 (a) Pemetik api menggunakan bahan piezoelektrik



Rajah 2.12 (b) Penggunaan bahan piezoelektrik di bawah lantai untuk menghasilkan tenaga elektrik

2.1.4 Penggunaan Bahan dalam Industri Kejuruteraan Mekanikal

Terdapat pelbagai jenis bahan yang digunakan dalam industri mekanikal. Penggunaannya sangat bergantung pada sifat-sifat daripada bahan tersebut. Penting bagi kita untuk mengetahui sifat-sifat dan cara pengolahan daripada pelbagai unsur logam dan bukan logam sehingga kita dapat menggunakannya secara optimum.

Standard Pembelajaran

Mengkaji penggunaan bahan logam dan bukan logam dalam industri kejuruteraan mekanikal.

Industri Automotif

Bahan logam

Keluli atau aluminium digunakan untuk membina casis, badan kereta, bumbung, dan pintu. Keluli sering digunakan dalam pembuatan peredam bunyi (*muffler*) dan paip ekzos.



Foto 2.12 Peredam bunyi ekzos

Bahan bukan logam

Plastik adalah antara bahan yang digunakan dalam pembuatan kereta. Antara bahagian kereta yang menggunakan plastik ialah pemegang pintu, ruang udara, papan pemuka, dan beg udara. Manakala getah digunakan untuk membuat hos dan tayar.



Foto 2.13 Tayar

? Tahukah Anda?

Percampuran kuprum dan nikel membentuk aloi kupronikel yang sangat keras. Kupronikel biasanya digunakan dalam pembuatan duit syiling.

Wrench & Screwdriver Aktiviti

- Bentuk satu kumpulan dan senaraikan beberapa peralatan atau produk kejuruteraan.
- Kenal pasti ciri dan sifat bahan yang digunakan.

Industri Aeroangkasa

Bahan logam

Titanium boleh digunakan pada bilah roda pemampat dan rotor dalam enjin turbin. Manakala bahagian luar titanium digunakan pada gear pendaratan kerana ia ringan dan kuat untuk menahan beban badan kapal terbang semasa pendaratan.



Foto 2.14 Enjin turbin kapal terbang

Bahan bukan logam

Bahan komposit matriks polimer banyak digunakan dalam pembinaan badan dan komponen kapal terbang kerana sifatnya ringan dan sangat kuat.



Foto 2.15 Kapal terbang

Sistem Pengudaraan, Pemanasan, dan Penyejukan Bangunan

Bahan logam

Kuprum memiliki sifat yang sangat baik dalam konduktiviti elektrik, konduktiviti terma, dan proses pendinginan yang sangat baik.



Foto 2.16 Penyejat (gegelung penyejuk)

Bahan bukan logam

Saluran pengudaraan dan penyaman udara menggunakan bahan bukan logam seperti plastik dan getah.



Foto 2.17 Kipas ekzos (*exhaust fan*)

2.2 Proses Pengeluaran Besi dan Keluli

Bahan mentah utama dalam proses pengeluaran besi dan keluli ialah bijih besi, kok (arang batu), dan batu kapur. Tiga bahan mentah ini akan diproses untuk dijadikan besi jongkong sebelum proses selanjutnya menjadi beberapa jenis besi dan keluli untuk kegunaan kejuruteraan.

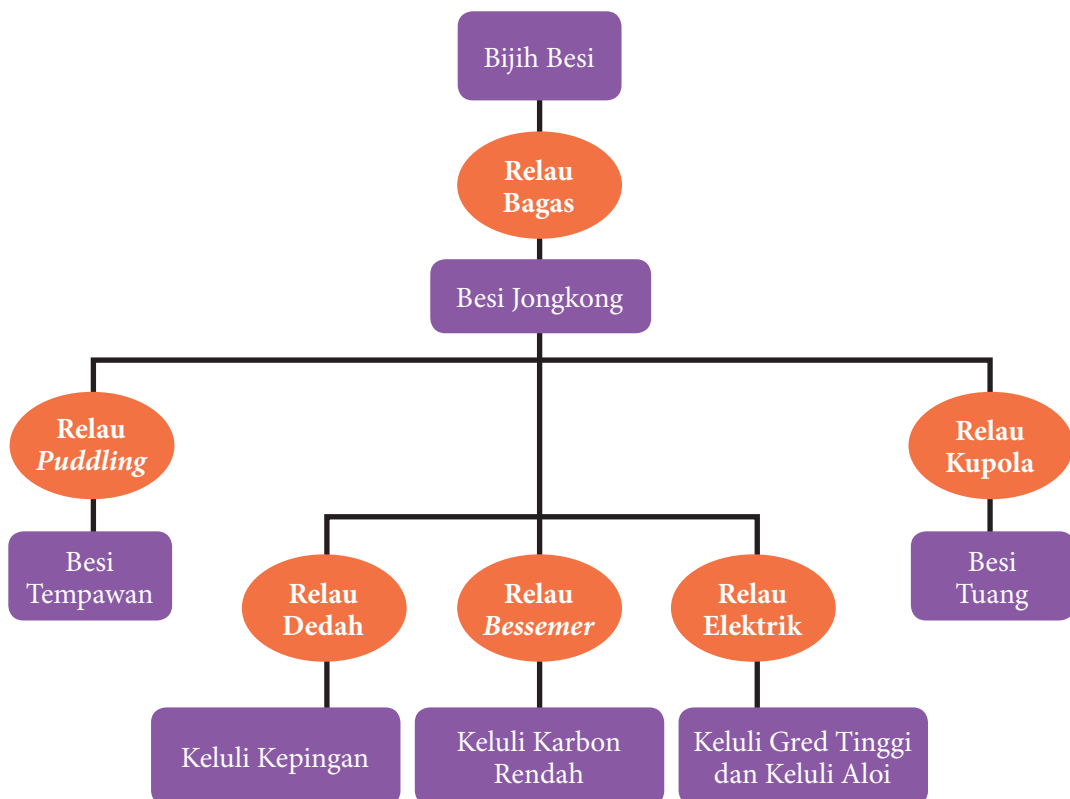
2.2.1 Proses Pengeluaran Besi dan Keluli

Terdapat pelbagai jenis bijih besi mengikut mutunya yang tersendiri. Antaranya ialah hematit, limonat, magnetit, dan takonit. Kok dihasilkan daripada arang batu melalui pembakaran hampasnya di dalam dapur khas tanpa udara. Kok merupakan sejenis bahan api yang paling baik dan mempunyai sifat keras, rapuh, dan berongga.

Batu kapur berfungsi sebagai bahan lakur kerana batu kapur dapat membebaskan bahan asing yang tidak dikehendaki daripada bijih besi. Rajah 2.13 menunjukkan carta bagi proses yang terlibat dalam pengeluaran besi dan keluli.

Standard Pembelajaran

Membincangkan proses pengeluaran besi dan keluli mengikut spesifikasi pengilang.



Rajah 2.13 Proses yang terlibat dalam pengeluaran besi dan keluli

Proses Relau Bagas

Relau Bagas ialah relau yang menggunakan aliran udara panas sebagai sumber haba untuk memanaskan campuran bijih besi dan arang batu bagi menghasilkan besi lebur.

1

Tiga bahan mentah utama iaitu bijih besi, kok, dan batu kapur dimasukkan ke dalam mulut relau yang terletak pada bahagian atas relau.

2

Enam puluh peratus (60%) bijih besi dicampurkan dengan dua puluh lima peratus (25%) kok (arang batu) dan lima belas peratus (15%) batu kapur. Campuran ini dipanaskan dalam relau bagas pada suhu 500°C – 600°C oleh udara panas dan pada tekanan 0.1 MN/m^2 di dalam dapur khas atau disebut *stove* untuk permulaan pembakaran.

3

Pada takat suhu yang tinggi, kok akan membebaskan gas karbon monoksida dan berpadu dengan oksigen di dalam bijih besi lalu membakar bahan-bahan asing yang terdapat di dalamnya.

4

Batu kapur pula mengasingkan bahan asing seperti belerang dan silika di dalam besi lalu membentuk *slag*. *Slag* ini akan timbul pada lapisan atas besi yang cair disebabkan sifatnya yang ringan.

5

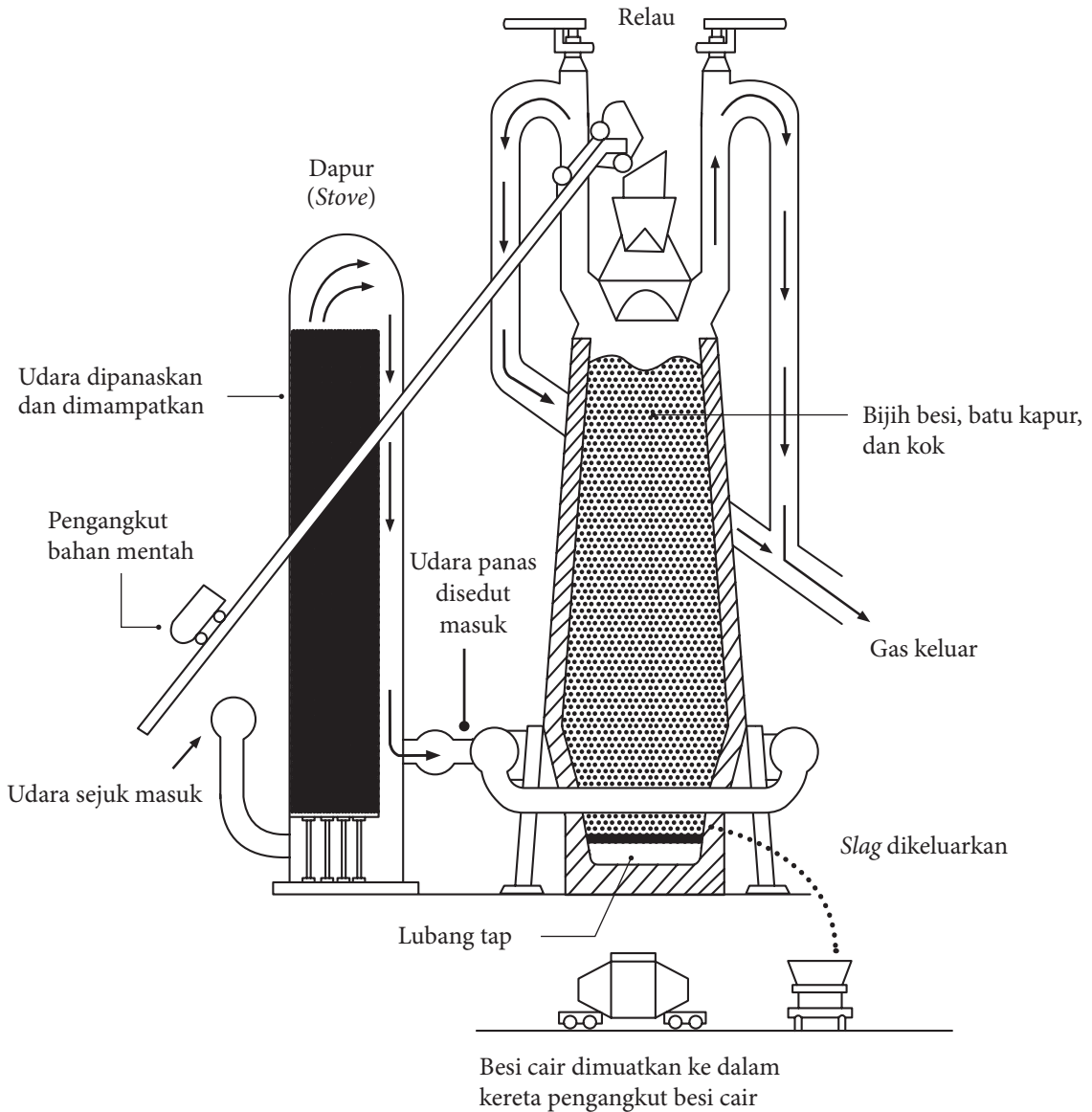
Pembakaran berlaku secara berterusan dan menghasilkan besi cair lalu dimasukkan ke dalam acuan segi empat bujur untuk menghasilkan besi jongsong. Besi jongsong ini seterusnya akan dihantar ke relau untuk penghasilan besi dan keluli.

6

Slag masih digunakan kerana boleh dijadikan bahan kejuruteraan yang lain seperti bahan konkrit.



Foto 2.18 Relau Bagas yang pernah digunakan suatu ketika dahulu di Valencia, Sepanyol



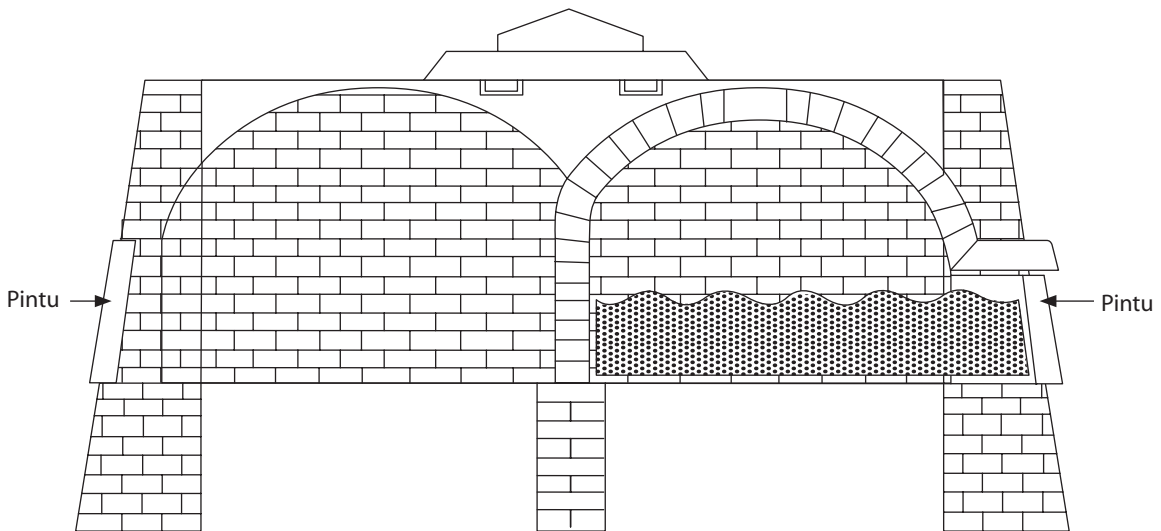
Rajah 2.14 Proses yang terlibat dalam relau Bagas

Besi jongkong masih lagi mengandungi karbon yang tinggi dan akan melalui proses yang lain sebagai bahan utama pengeluaran besi tuang, besi tempawan, dan keluli.

Proses Relau *Puddling*

Relau *Puddling* mempunyai bentuk seperti pembakar roti. Relau *Puddling* adalah kaedah yang digunakan untuk mendapatkan besi tulen dengan cara meleburkan dan menuliskan besi jongsong.

- 1 Pancutan api dilakukan di atas besi jongsong di dalam relau *Puddling* bagi memastikan semua bahan terkena api.
- 2 Apabila karbon berkurangan, bahan akan dikacau dan suhu lebur besi akan meningkat dalam lingkungan 1530°C.
- 3 Bahan dikacau untuk menurunkan suhu bahan kerana relau *Puddling* hanya boleh mencairkan jongsong pada suhu 1000°C sahaja.
- 4 Besi yang dikeluarkan daripada relau akan berbentuk ketulan. Seterusnya besi itu akan diketuk dan digelek ketika ia masih lagi panas untuk dijadikan bentuk bar.
- 5 Kemudian, bar tersebut akan dijadikan berbagai-bagai bentuk lain seperti plat, bulat, dan kepingan sebelum dipasarkan.

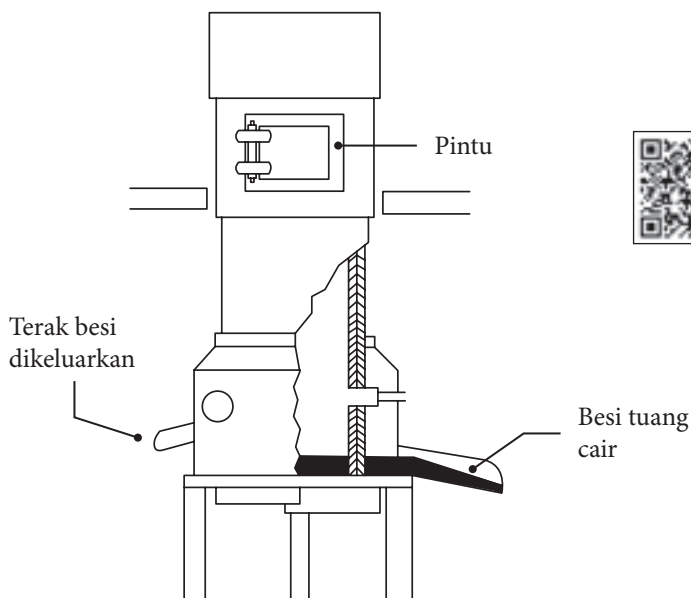


Rajah 2.15 Relau *Puddling*

Proses Relau Kupola

Besi jongsong yang terhasil daripada relau bagas tidak sesuai digunakan untuk proses tuangan kerana kandungan bendasing yang tinggi. Oleh itu, ia akan dipanaskan semula di dalam relau Kupola bersama-sama dengan kok dan arang batu, bagi menghasilkan besi tuang.

- 1 Besi jongsong yang terhasil daripada relau bagas akan dipanaskan semula di dalam relau Kupola bersama-sama dengan bahan mentah yang lain seperti kok, batu kapur, skrap besi, dan keluli bagi menghasilkan besi tuang.
- 2 Proses peleburan besi jongsong di dalam relau Kupola boleh dikatakan hampir sama seperti relau Bagas meleburkan bijih besi.
- 3 Campuran unsur lain seperti tembaga kromium, silikon, dan mangan digunakan untuk mempertingkatkan mutu besi tuang.
- 4 Besi yang cair akan mendap ke bawah lalu dimasukkan ke dalam acuan yang diperbuat daripada pasir halus.
- 5 Besi tuang yang dihasilkan mengandungi karbon dalam lingkungan 1.5% hingga 4%.



Rajah 2.16 Relau Kupola



Sila Imbas

Video relau Kupola:

[http://arasmega.com/qr-link/
video-relau-kupola/](http://arasmega.com/qr-link/video-relau-kupola/)

(Dicapai pada 6 September 2019)

Proses Relau Dedah

Kaedah menggunakan relau dedah ini adalah untuk mendapatkan peratusan nilai kandungan karbon di dalam keluli supaya dapat dikawal secara tepat dengan menambahkan atau mengurangkannya semasa proses dijalankan. Relau ini mempunyai dua kebuk sebagai tempat melebur yang digunakan secara bergilir-gilir. Apabila salah satu kebuk digunakan, kebuk yang satu lagi dipanaskan.

1

Bahan api yang digunakan ialah udara dan gas panas. Apabila bahan api ini dilakukan di bahagian atas bahan mentah, gas bertindak memarakan lagi pembakaran dan seterusnya meleburkan bahan mentah tersebut.

2

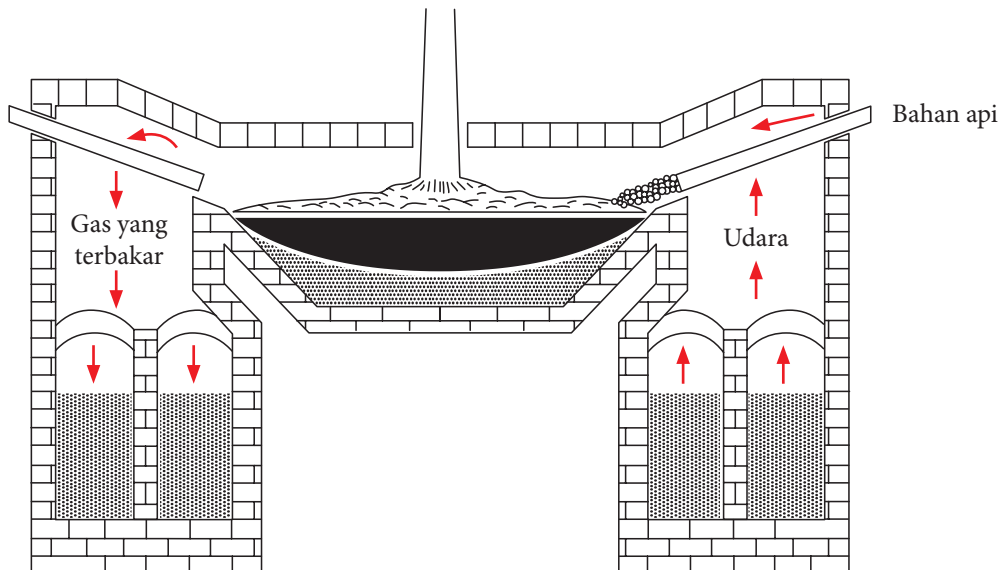
Kemudian, bahan mentah yang telah cair akan diambil dan diuji kandungan karbonnya bagi mendapatkan mutu keluli yang dikehendaki.

3

Seterusnya, bahan tersebut akan dikeluarkan daripada relau apabila mutu yang dikehendaki dicapai bagi proses penyejukan untuk dijadikan jongsong keluli.

4

Keluli yang dihasilkan dengan kaedah ini digunakan untuk membuat bahan binaan jambatan, skru, bolt, dan sebagainya.



Rajah 2.17 Relau Dedah

Proses Relau *Bessemer*

Relau *Bessemer* boleh memuatkan 30 tan kilogram logam di dalamnya. Proses *Bessemer* adalah untuk mengurangkan kandungan karbon yang terdapat di dalam besi jongsong sehingga lingkungan 0.02% hingga 1.4%. Selain itu, kaedah *Bessemer* ini juga dapat mengasingkan bahan yang banyak di dalam besi jongsong.

1

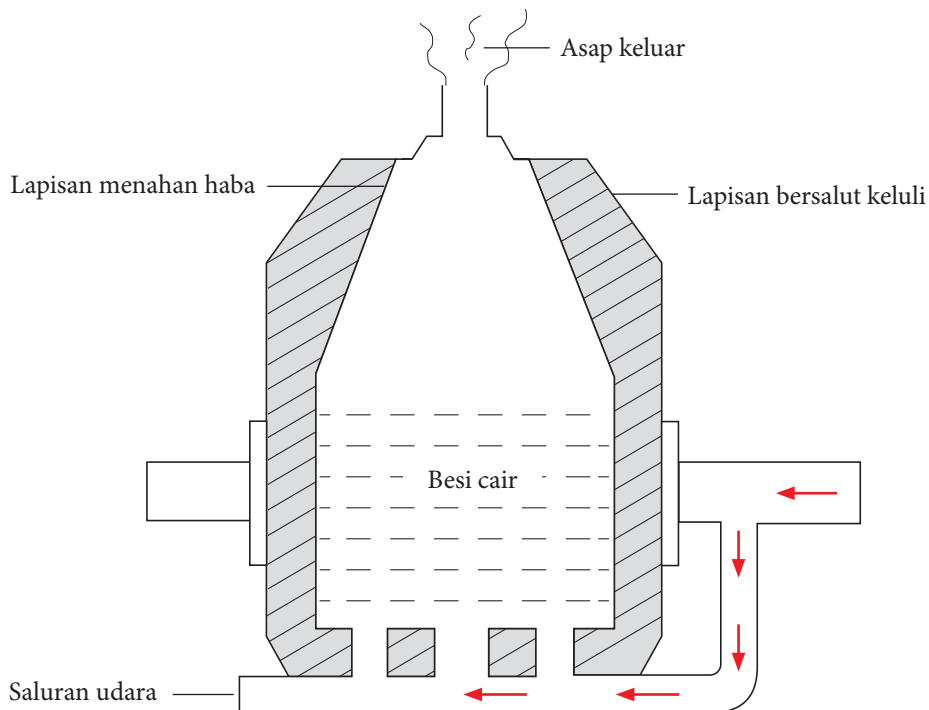
Besi jongsong akan dimasukkan ke dalam relau *Bessemer* setelah proses di relau Bagas telah berlaku. Oksigen akan menerima tekanan yang tinggi daripada bahagian bawah relau melalui saluran udara.

2

Pembakaran akan berlaku apabila oksigen ini mengenai besi cair yang terdapat di dalam relau dan akan mengeluarkan asap putih dan meledak keluar daripada relau.

3

Cecair keluli dituang ke acuan segi empat tepat bagi proses penyejukan. Apabila sejuk, ia dinamakan jongsong keluli. Jongsong keluli ini mempunyai mutu yang rendah dan akan digunakan sebagai skru, dawai, paku, dan sebagainya.



Rajah 2.18 Relau *Bessemer*

Proses Relau Elektrik

Relau Elektrik ialah kaedah yang moden dan mempunyai keupayaan yang tinggi bagi memudahkan proses mengendalikan bahan mentah berbanding relau lain. Antara kelebihan relau Elektrik berbanding relau lain ialah suhu dan bahan campuran dapat dikawal dengan lebih tepat. Terdapat dua jenis relau Elektrik, iaitu relau arka dan relau berfrekuensi tinggi. Topik ini akan membincangkan tentang relau arka elektrik tiga fasa.

1

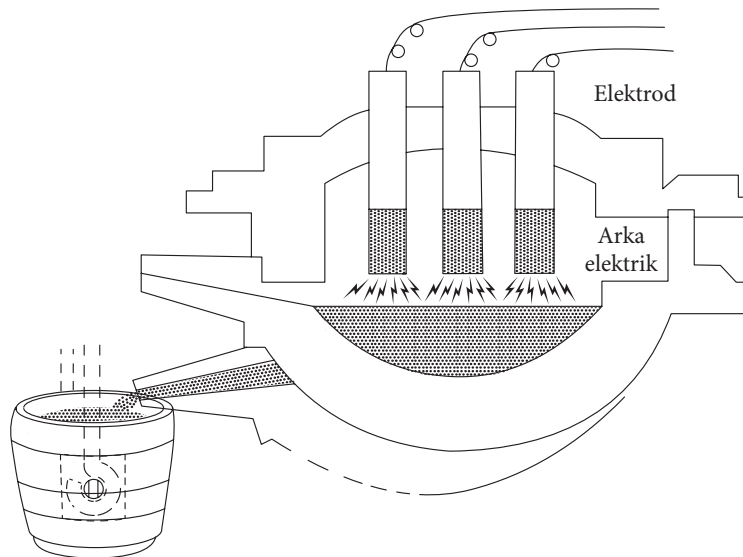
Relau ini boleh digunakan untuk menghasilkan aloi keluli seperti keluli tahan karat, keluli berkelajuan tinggi, dan lain-lain jenis keluli yang memerlukan kawalan proses yang lebih jitu atau tahap ketulenan yang tinggi.

2

Bahan-bahan seperti besi jongkong, keluli aloi, dan elemen lain dimasukkan ke dalam relau Elektrik untuk dileburkan melalui arus elektrik yang dibekalkan daripada tiga batang elektrod yang dipasang melalui bahagian atas arka tersebut.

3

Elektrod ini mestilah berkedudukan hampir dengan bahan mentah supaya arka akan dapat mengenai bahan tersebut. Bahan mentah akan menjadi cair dan dituangkan ke dalam acuan untuk membentuk jongkong keluli.



Rajah 2.19 Relau Elektrik

Kadar oksigen yang rendah di dalam relau menyebabkan ia sesuai untuk menghasilkan keluli aloi kerana logam yang dicampurkan tidak bertindak balas dengan oksigen di dalam relau. Relau ini boleh menghasilkan 120 tan logam dalam masa empat jam.

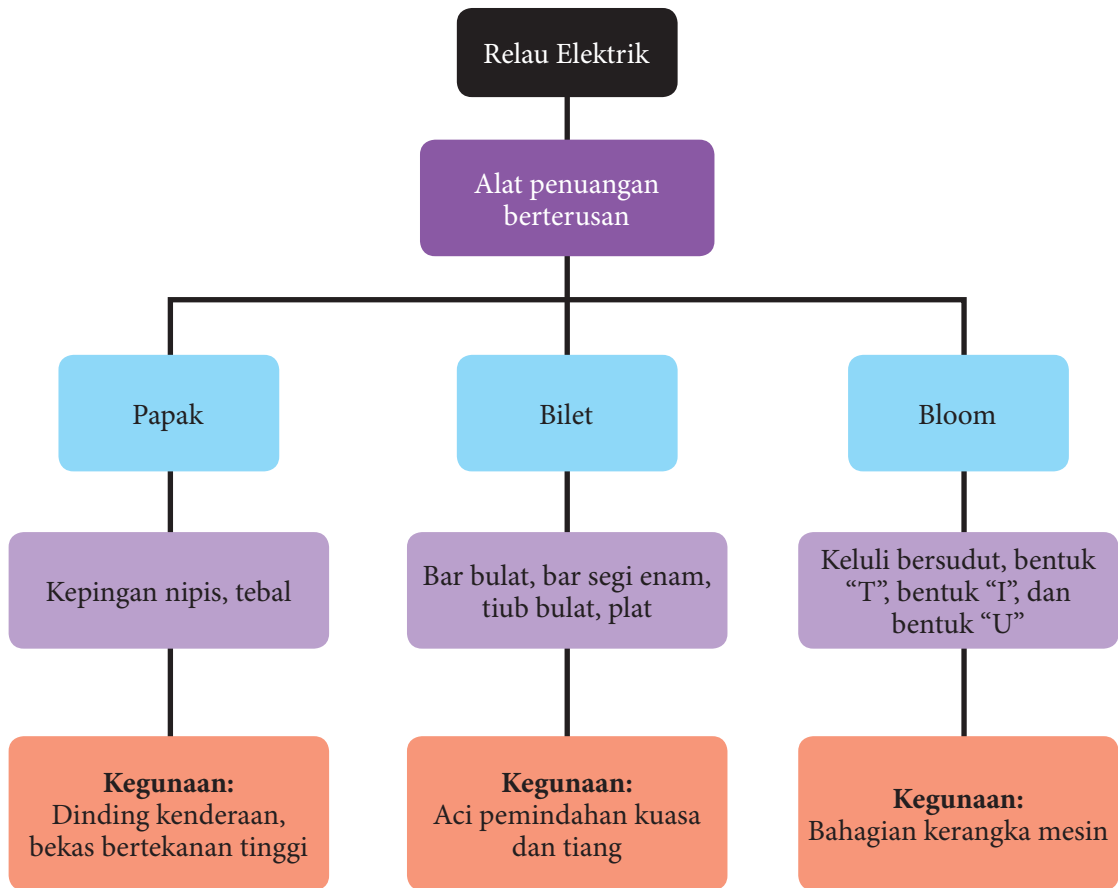
2.2.2 Pembekalan Besi dan Keluli

Standard Pembelajaran

Mengenal pasti bentuk pembekalan besi dan keluli yang terdapat di pasaran.

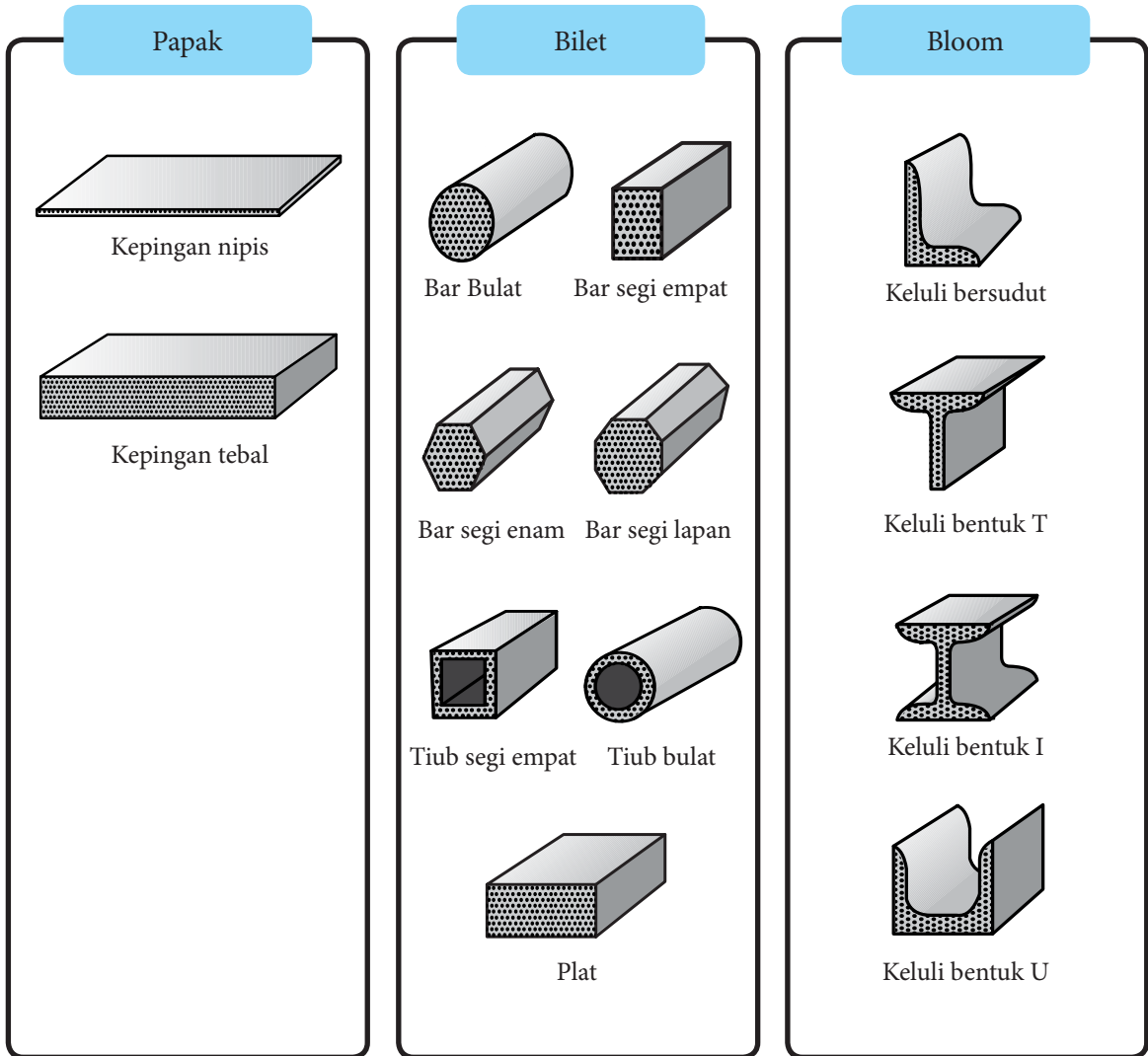
Kebanyakan besi dan keluli yang telah dihasilkan melalui kaedah relau mempunyai bentuk jongkong di akhir proses relau. Bentuk papak, bilet, dan bloom adalah bentuk bekalan besi dan keluli yang terdapat di pasaran.

Rajah 2.20 menunjukkan carta alir bentuk pembekalan keluli yang dihasilkan melalui relau Elektrik. Ia meliputi bentuk dan kegunaannya. Manakala Rajah 2.21 menunjukkan bentuk bekalan keluli yang boleh didapati di pasaran.



Rajah 2.20 Carta alir bentuk pembekalan keluli yang dihasilkan melalui relau elektrik

Bentuk Pembekalan Keluli



Rajah 2.21 Bentuk bekalan keluli akhir daripada bentuk keluli asas



Aktiviti

Aturkan lawatan ke kilang membuat besi. Berdasarkan hasil lawatan, lakarkan carta alir proses pengeluaran besi dan keluli. Buat perbincangan secara berkumpulan tentang proses pengeluaran tersebut.

2.3 Rawatan Haba

Rawatan haba didefinisikan sebagai proses pemanasan logam pada peringkat suhu tertentu, lalu dimasukkan ke dalam sesuatu media penyejuk seperti air, air garam, atau minyak bagi proses penyejukan logam tersebut dengan kadar penyejukan yang sesuai. Proses pemanasan dan penyejukan terkawal ini akan mengubah mikrostruktur logam tersebut dan ini akan mengubah sifat mekanikal bahan tanpa mengubah bentuk produk.

2.3.1 Tujuan Rawatan Haba

Rawatan haba bertujuan untuk mengubah dan mempelbagaikan sifat-sifat mekanikal sesuatu logam agar bersesuaian untuk kegunaan sesebuah industri. Terdapat beberapa kaedah dalam proses rawatan haba yang boleh dilakukan untuk mengubah sifat-sifat logam bersesuaian dengan tujuan di Rajah 2.22.

Standard Pembelajaran

Menjelaskan tujuan rawatan haba yang dilakukan kepada suatu bahan logam.

- 01 Meningkatkan kekerasan logam agar logam tahan haus, teguh, kuat, dan boleh dijadikan alat pemotong.
- 02 Menghilangkan tegasan dan terikan.
- 03 Menyusun semula mikrostruktur ira yang herot atau memperhaluskan bentuk hablur yang kasar.
- 04 Mengurangkan sifat kerapuhan supaya logam lebih teguh.
- 05 Meningkatkan sifat kemuluran untuk melakukan proses penarikan dan pembentukan logam.

Rajah 2.22 Tujuan melakukan proses rawatan haba

Antara proses rawatan haba yang digunakan dalam industri adalah seperti penyepuhlindapan, penormalan, pengerasan, dan pembajaan.

Sumber Pemanasan

Terdapat beberapa sumber yang boleh digunakan untuk tujuan pemanasan bagi relau tindakan haba, iaitu minyak, gas, dan elektrik.

Minyak

Penggunaan minyak sebagai bahan api untuk relau kurang digunakan. Kelebihan minyak sebagai sumber pemanasan kerana harganya lebih murah berbanding gas dan elektrik. Walau bagaimanapun, penggunaan minyak adalah sukar dikawal selain mengeluarkan bunyi yang bising dan bau yang mencemarkan benda kerja.



Foto 2.19 Tong minyak

Gas

Gas digunakan secara meluas sebagai bahan api utama untuk pelbagai jenis relau. Pembakarannya adalah lebih bersih kerana ia mengeluarkan asap yang tidak beracun dan mudah hilang. Manakala kekurangannya ialah suhu pemanasan gas adalah lebih rendah daripada suhu pemanasan minyak.



Foto 2.20 Tong gas

Elektrik

Relau yang menggunakan sumber elektrik mempunyai beberapa kelebihan. Antaranya ialah dapat mengawal suhu pembakaran dengan tepat, suhu boleh dikawal secara manual ataupun automatik, penggunaannya tidak memerlukan penyelenggaraan yang kerap dan tidak mengeluarkan asap yang boleh mengotorkan udara. Namun begitu, penggunaan elektrik melibatkan kos yang agak tinggi.

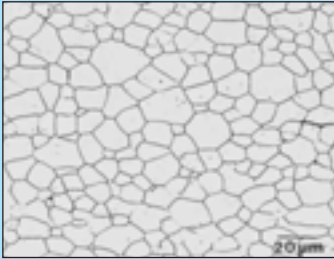
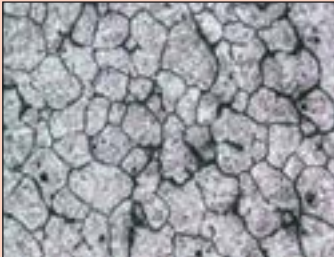
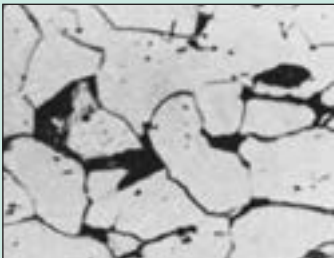
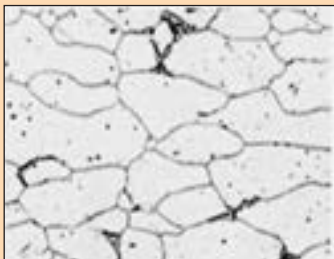


Foto 2.21 Soket elektrik

Tindakan Haba Pada Keluli

Keluli terhasil daripada campuran besi dan karbon serta aloi lain seperti nikel, kuprum, dan silikon dalam kuantiti yang agak tinggi. Namun begitu, majoriti sifat mekanikalnya dipengaruhi oleh kuantiti kandungan karbon yang kurang daripada 1%. Proses rawatan haba yang dijalankan ke atas keluli secara umumnya akan mempengaruhi mikrostruktur dalam bentuk fasa besi dan karbon keluli tersebut. Perubahan mikrostruktur ini yang akan mengubah sifat mekanikal keluli.

Terdapat empat jenis mikrostruktur di dalam gambarajah fasa keseimbangan besi karbon iaitu ferit, austenit, pearlit, dan simenit seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.23.

Fasa	Sifat Mekanikal	Bentuk Mikrostruktur
Ferit (besi tulen)	<ul style="list-style-type: none"> Lembut dan mulur. Tidak sesuai digunakan dalam reka bentuk struktur atau bangunan. 	
Austenit	<ul style="list-style-type: none"> Lembut, mulur, dan bersifat tidak magnetik. Kekerasan bertambah berdasarkan peningkatan peratus kandungan karbon. 	
Pearlit	<ul style="list-style-type: none"> Lebih keras berbanding ferit. Sering digunakan dalam bidang kejuruteraan dan komponen berkejituan tinggi. 	
Simentit	<ul style="list-style-type: none"> Lebih keras berbanding pearlit. Sangat keras dan rapuh. Kekerasan dan kerapuhan bertambah dengan peningkatan kandungan karbon. 	

Rajah 2.23 Empat jenis mikrostruktur

2.3.2 Gambarajah Fasa Keseimbangan Besi Karbon

Rawatan haba melibatkan proses pemanasan dan penyejukan yang terkawal. Komponen keluli akan dipanaskan sehingga mencapai satu takat suhu tertentu dan dibiarkan pada takat suhu tersebut untuk satu jangka masa bagi membolehkan perubahan mikrostruktur butiran struktur kristal logam pada keluli karbon berlaku dengan sempurna.

Takat suhu dan jangka masa pemanasan ini yang dikenakan bergantung kepada:

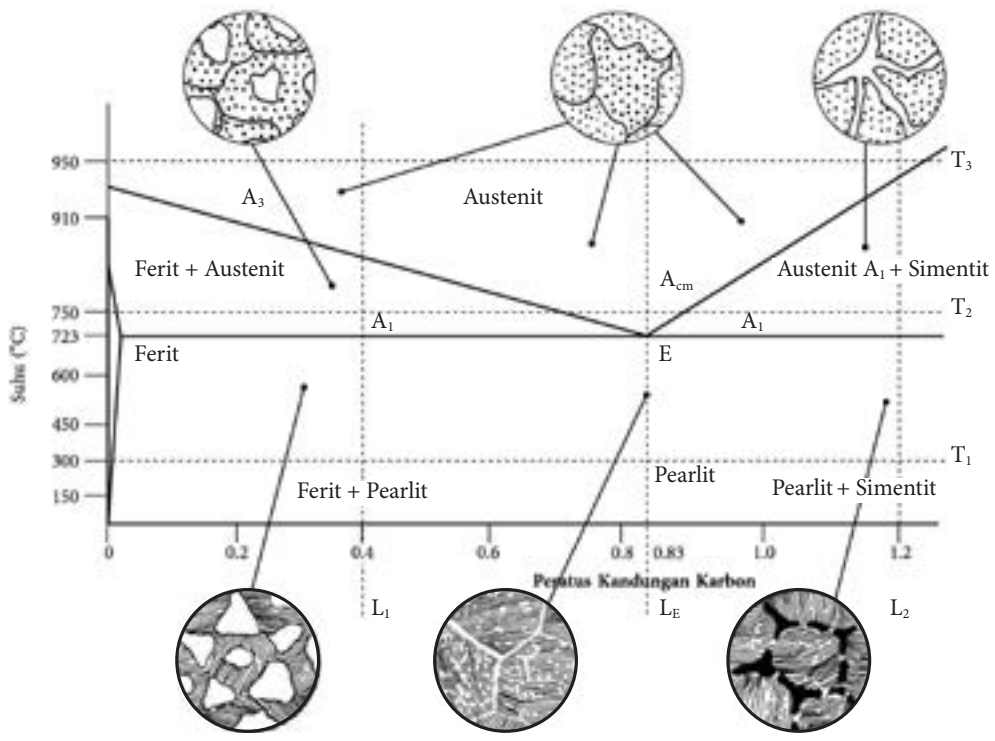
- (i) Jumlah kandungan karbon di dalam keluli.
- (ii) Jenis rawatan haba.
- (iii) Sifat mekanikal yang diperlukan hasil daripada rawatan haba ke atas komponen keluli tersebut.

Standard Pembelajaran

Menggunakan Gambarajah Fasa Keseimbangan Besi Karbon untuk menerangkan proses rawatan haba.

Info

Contoh sifat mekanikal adalah seperti kekerasan dan kerapuhan.



Rajah 2.24 Gambarajah fasa keseimbangan besi karbon

Petunjuk:

- A₃ = Garisan Takat Kritikal Atas pemanasan dan melebihi suhu 723°C bagi peratus kandungan karbon kurang daripada 0.83%
- A_{cm} = Garisan Takat Kritikal Atas pemanasan dan melebihi suhu 723°C bagi peratus kandungan karbon melebihi 0.83%
- A₁ = Garisan Takat Kritikal Bawah pemanasan dan berada pada suhu 723°C

- L₁ = Garisan menegak berada pada peratus kandungan karbon 0.4%
- L_E = Garisan menegak berada pada peratus kandungan karbon 0.83%
- L₂ = Garisan menegak berada pada peratus kandungan karbon 1.2%
- T₁ = Garisan melintang berada pada suhu 300°C
- T₂ = Garisan melintang berada pada suhu 750°C
- T₃ = Garisan melintang berada pada suhu 950°C

Rajah 2.24 menunjukkan gambarajah fasa keseimbangan besi karbon yang menunjukkan jenis mikrostruktur yang terhasil pada takat suhu pemanasan mengikut peratus kandungan karbon tertentu.

Apabila keluli dikenakan pemanasan semasa proses rawatan haba, perubahan bentuk mikrostruktur akan terhasil mengikut kategori keluli berkarbon rendah, sederhana, dan tinggi seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2.1.

Jadual 2.1 Perubahan bentuk mikrostruktur

Kategori	Perubahan Bentuk Mikrostruktur
Keluli berkarbon rendah	Ferit, ferit + pearlit, ferit + austenit atau austenit
Keluli berkarbon sederhana	Austenit, ferit + austenit atau ferit + pearlit
Keluli berkarbon tinggi	Austenit, ferit + austenit, ferit + pearlit, austenit + simentit, pearlit atau pearlit + simentit

- Garisan mendatar A_1 ialah Garisan Takat Kritikal Bawah pemanasan dan berada pada suhu 723°C . Manakala, Garisan Takat Kritikal Atas, A_3 dan A_{cm} bertemu dengan garisan A_1 pada peratus karbon 0.83% di titik E yang dikenali sebagai eutektoid.
- Mikrostruktur keluli yang berada di atas garisan A_3 dan A_{cm} dikenali sebagai austenit, manakala mikrostruktur yang berada di antara garisan A_1 dan A_3 ialah ferit + austenit seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.24. Peratus komposisi ferit dan austenit bergantung kepada peratus karbon di dalam keluli tersebut, di mana peratus austenit akan bertambah apabila peratus karbon berkurangan.
- Di bawah garisan A_1 , mikrostruktur yang akan terbentuk terbahagi kepada tiga, iaitu sama ada ferit + pearlit, atau pearlit + simentit. Jenis mikrostruktur ini bergantung kepada peratus kandungan karbon dalam keluli seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.24.



Mikrostruktur ferit + austenit



Mikrostruktur ferit + pearlit



Mikrostruktur pearlit + simentit

Mikrostruktur keluli yang berada di antara garis A_1 dan A_{cm} pula membentuk austenit + simentit seperti dalam Rajah 2.24. Garisan L_E yang melalui titik E menunjukkan peratus kandungan karbon 0.83% yang membentuk mikrostruktur jenis pearlit atau austenit keseluruhannya.



Mikrostruktur austenit + simentit

Merujuk kepada gambarajah keseimbangan fasa besi karbon, terdapat garisan menegak L_1 dan L_2 yang menunjukkan keluli yang dipanaskan pada peratus karbon 0.4% dan 1.2%. Manakala, garisan melintang T_1 , T_2 dan T_3 menunjukkan suhu pemanasan 300°C, 750°C, dan 900°C yang dikenakan ke atas keluli.

Pada titik pertembungan garisan L_1 dan T_1 , di mana keluli mengandungi 0.4% karbon dan dipanaskan pada suhu 300°C, mikrostruktur yang terbentuk ialah ferit + pearlit. Apabila suhu meningkat kepada 750°C, mikrostruktur berubah daripada ferit + pearlit kepada ferit + austenit. Seterusnya, apabila suhu pemanasan meningkat kepada 950°C, mikrostruktur akan berubah sepenuhnya kepada austenit.

Dengan menggunakan kaedah yang sama, perubahan mikrostruktur berlaku pada garisan L_2 , di mana keluli mengandungi 1.2% karbon adalah bergantung kepada suhu pemanasan keluli. Pada suhu 300°C, mikrostruktur pearlit + simentit terbentuk sebelum berubah kepada austenit + simentit pada suhu 750°C. Seterusnya, apabila suhu pemanasan meningkat kepada 950°C, mikrostruktur akan berubah sepenuhnya kepada austenit.

Fasa dan Sifat Mekanikal Mikrostruktur Besi-Karbon

Fasa	Sifat Mekanikal	Bentuk Mikrostruktur
Ferit (α)	<ul style="list-style-type: none"> Sifat kemuluran yang tinggi. Mengandungi tidak melebihi 0.022% karbon larut dalam struktur mikro pada suhu 732°C. 	 <p>(90 kali pembesaran)</p>
Austenit (γ)	<ul style="list-style-type: none"> Sifat kemuluran yang tinggi. Lebih mulur dan tidak magnetik. Sifat kekerasan akan bertambah dengan peningkatan jumlah peratusan kandungan karbon. 	 <p>(325 kali pembesaran)</p>
Pearlit	<ul style="list-style-type: none"> Lebih keras daripada struktur mikro Austenit. Lapisan yang nipis dan panjang. 	 <p>(635 kali pembesaran)</p>
Simentit	<ul style="list-style-type: none"> Sifat kekerasan yang sangat tinggi. Sifat kerapuhan yang tinggi. Perubahan sifat bergantung pada pertambahan kandungan karbon. 	 <p>(1000 kali pembesaran)</p>

Rajah 2.23 Fasa dan sifat mekanikal mikrostruktur besi-karbon

2.3.3 Jenis-jenis Proses Rawatan Haba

Terdapat empat jenis rawatan haba yang penting untuk keluli berkarbon dan besi bagi meningkatkan sifat mekanikalnya sendiri.

Penyepuhlindapan

Penormalan

Pengerasan

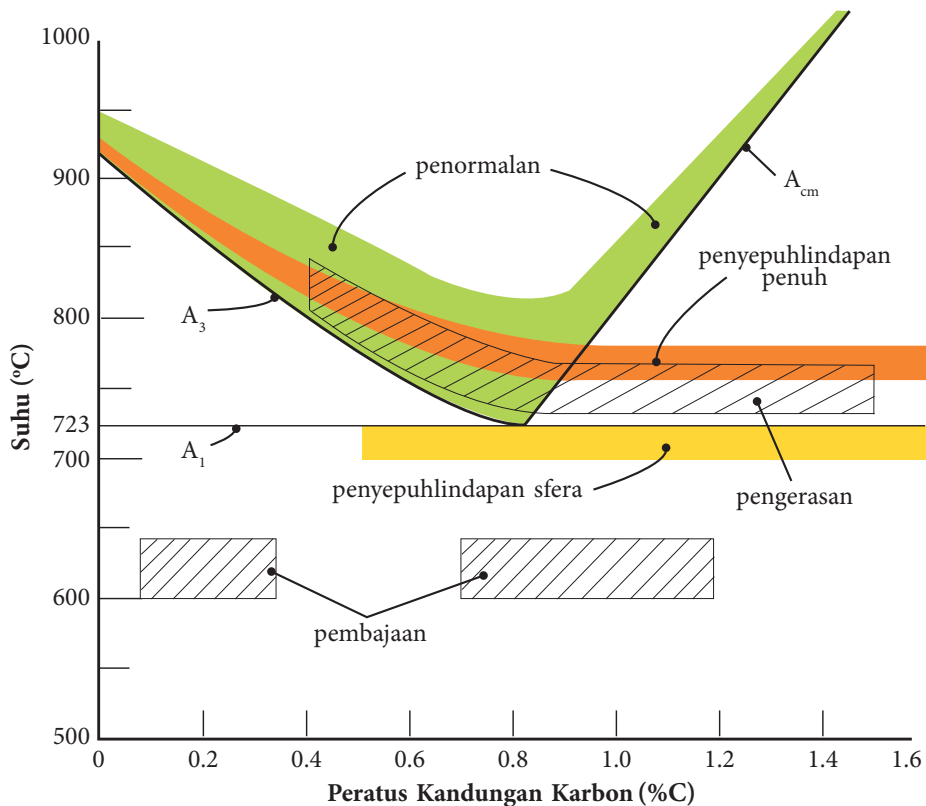
Pembajaan

Standard Pembelajaran

Membezakan jenis rawatan haba berikut untuk meningkatkan sifat mekanikal suatu bahan logam:

- (i) Penyepuhlindapan
- (ii) Penormalan
- (iii) Pengerasan
- (iv) Pembajaan

Jenis rawatan haba ini mempunyai takat pemanasan, jangka masa pemanasan, dan cara penyejukan yang tersendiri mengikut kepada kesesuaian jenis keluli karbon dan sifat mekanikal yang diperlukan. Rajah 2.24 menunjukkan julat suhu rawatan haba untuk keluli berkarbon.



Rajah 2.24 Julat suhu proses rawatan haba

Petunjuk:

A_3 = Garisan Takat Kritikal Atas pemanasan dan melebihi suhu 723°C bagi peratus kandungan karbon kurang daripada 0.83%

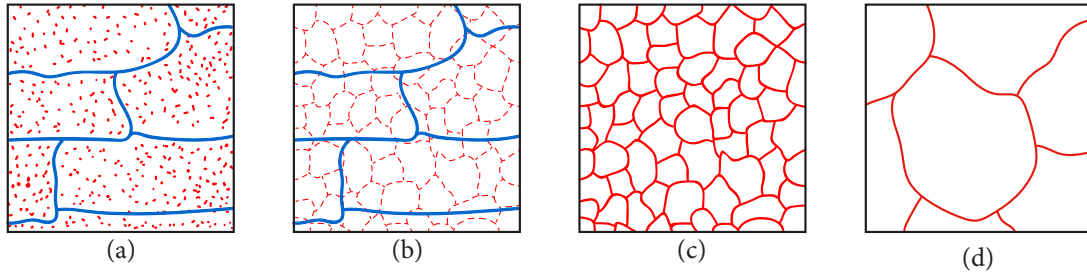
A_{cm} = Garisan Takat Kritikal Atas pemanasan dan melebihi suhu 723°C bagi peratus kandungan karbon melebihi 0.83%

A_1 = Garisan Takat Kritikal Bawah pemanasan dan berada pada suhu 723°C

Penyepuhlindapan (Annealing)

Tujuan:

Untuk menghilangkan tegasan dalaman akibat daripada kerja sejuk seperti proses menggelek, mengetuk, membengkok, memesin, dan mencanai. Kerja sejuk telah mengakibatkan mikrostruktur keluli mengherot dan saiznya menjadi tidak seragam. Rajah 2.25 menunjukkan mikrostruktur keluli sebelum dan selepas proses penyepuhlindapan.



Rajah 2.25 Mikrostruktur keluli (a) Permulaan keadaan sejuk, (b) Pemanasan; kawasan tekanan tinggi menghilang, (c) dan (d) Bentuk penghabluran semula

Proses rawatan haba penyepuhlindapan

Proses penyepuhlindapan dapat menyusun semula mikrostruktur keluli dan memperbaiki sifat mekanikal seperti kemuluran dan kekerasan. Menerusi proses penyepuhlindapan, keluli atau komponen dipanaskan di dalam relau ke tahap suhu penyepuhlindapan yang sesuai. Keluli tersebut dibiarkan pada tahap suhu ini untuk satu jangka masa tertentu bagi membolehkan saiz mikrostruktur butir kristal menjadi lebih seragam dan tersusun. Setelah selesai, proses penyejukan keluli atau komponen dilakukan di dalam relau secara perlahan.

Terdapat dua proses penyepuhlindapan iaitu penyepuhlindapan penuh dan penyepuhlindapan sfera. Pemilihan proses bergantung kepada takat suhu pemanasan, peratus kandungan karbon, mikrostruktur butir kristal, dan sifat mekanikal yang dikehendaki.

Keluli akan dipanaskan pada suhu 50°C di atas garisan A₃ (untuk membentuk austenit) bagi komposisi karbon kurang daripada eutektoid atau 50°C melebihi di atas garisan A₁ (untuk membentuk austenit dan simentit) bagi komposisi karbon lebih daripada eutektoid. Keluli ini kemudiannya disejukkan secara terus daripada dalam relau dengan cara mematikan suis. Proses penyejukan ini mengambil masa selama beberapa jam.

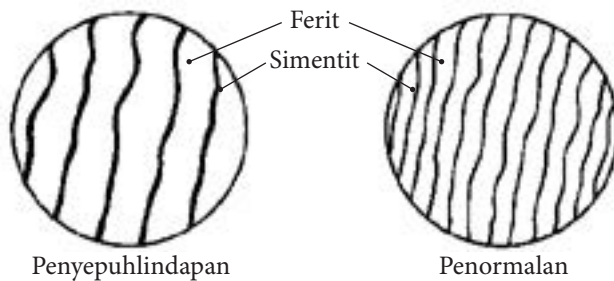
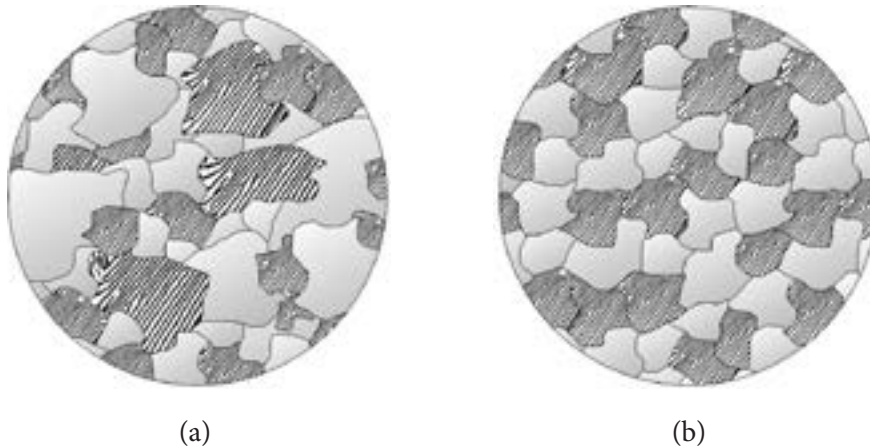


Foto 2.22 Perbezaan mikrostruktur penyepuhlindapan dan penormalan

Penormalan (*Normalizing*)

Tujuan:

Dilakukan untuk mengubah mikrostruktur keluli yang kasar dan tidak seragam akibat daripada kerja sejuk pada mikrostruktur keluli yang lebih halus dan seragam. Selain itu, proses penormalan dapat memberikan hasil permukaan yang lebih baik berbanding keluli yang tidak melalui proses ini. Walau bagaimanapun, keluli yang telah mengalami proses penormalan tidak semulut seperti keluli yang mengalami proses penyepuhlandapan.



Rajah 2.26 Mikrostruktur kristal yang terbentuk; (a) sebelum proses penormalan, dan (b) selepas proses penormalan.

Proses rawatan haba penormalan

Proses rawatan haba secara penormalan dilakukan melalui pemanasan aloi pada suhu 55°C iaitu di atas garisan A_3 bagi komposisi kurang daripada eutektoid (0.8 wt\% C) dan di atas A_{cm} bagi komposisi yang lebih daripada eutektoid. Semasa pemanasan, mikrostruktur pearlit aloi akan bertukar kepada mikrostruktur austenit. Pada masa ini, tegasan dalaman akan terhapus. Selepas tempoh pemanasan yang dikenakan mencukupi, ia disejukkan di luar relau yang terdedah pada udara. Penyejukan mikrostruktur austenit akan menghasilkan butir struktur kristal yang lebih halus, seragam, dan tersusun.



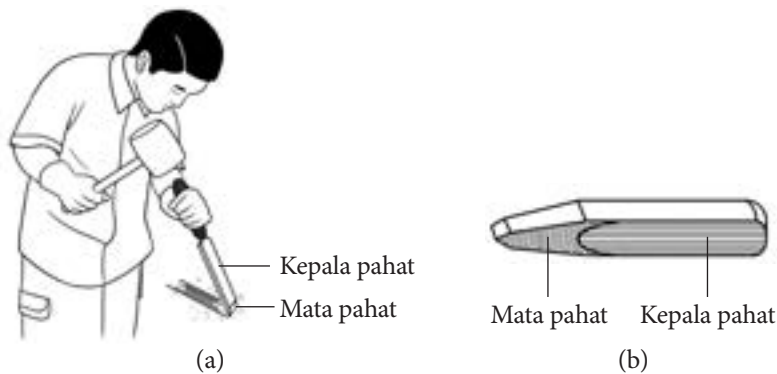
Info

Dalam penyepuhlandapan, logam boleh disejukkan setelah pemanasan sama ada dengan menyejukkannya di udara atau merendamnya di dalam air. Manakala dalam penormalan, proses penyejukan perlu berlaku secara perlahan. Oleh itu, ia disejukkan dengan didedahkan pada udara.

Pengerasan (*Hardening*)

Tujuan:

Dilakukan untuk menghasilkan aloi yang memiliki sifat mekanikal yang keras, kukuh, dan tahan calar. Keluli atau komponen perlu memiliki sifat mekanikal ini bagi menampung daya tekanan, geseran, atau lelasan semasa digunakan. Antara produk yang melalui proses pengerasan ialah mata gergaji, mata alat gerudi, spring, dan aci. Sebagai contoh, mata pahat yang telah disejukkan memerlukan bahagian mata yang keras bagi mengekalkan ketajaman semasa memahat permukaan keras. Bahagian kepala pahat pula perlu memiliki sifat mekanikal yang kukuh dan liat untuk menahan kesan hentakan tukul keluli semasa pemotongan.



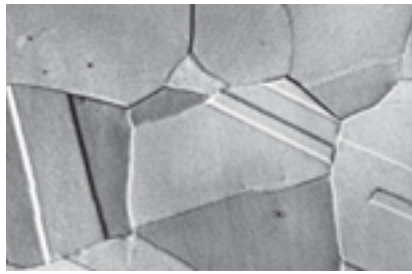
Rajah 2.27 Proses memahat; (a) menggunakan pahat, dan (b) lakaran bahagian pahat

Proses rawatan haba pengerasan

Proses pengerasan dilakukan dengan memanaskan aloi di atas garisan A_3 bagi aloi yang mempunyai komposisi hipoeutektoid dan di atas garisan A_1 bagi aloi yang mempunyai komposisi hipereutektoid. Jangka masa pemanasan pada suhu ini bergantung kepada tahap kekerasan aloi yang diperlukan. Setelah itu, aloi disejukkan di dalam media seperti minyak atau air. Mikrostruktur butir kristal yang terbentuk semasa proses pemanasan ialah austenit dan ia akan bertukar kepada mikrostruktur martensit yang mempunyai bentuk kristal jarum halus selepas proses penyejukan. Mikrostruktur martensit juga mempunyai sifat kekerasan yang sangat tinggi serta tahan calar.



Foto 2.23 Aloi disejukkan dalam media seperti minyak atau air



(325 kali pembesaran)
(a)



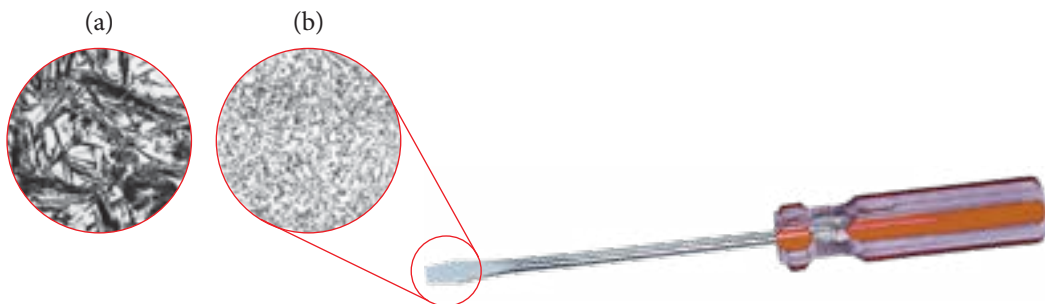
(1220 kali pembesaran)
(b)

Rajah 2.28 Mikrostruktur keluli yang terbentuk; (a) austenit, dan (b) martensit

Pembajaan (*Tempering*)

Tujuan:

Proses rawatan haba pengerasan ke atas keluli adalah untuk menghasilkan mikrostruktur martensit yang keras tetapi rapuh. Ini menyebabkan sifat kemuluran dan ketahanan kejut keluli berkurangan. Sifat keluli yang terlalu keras atau rapuh boleh menyebabkan komponen yang terhasil mudah patah atau retak. Oleh yang demikian, melalui proses pembajaan, sifat kekerasan dan kerapuhan dapat dikurangkan, manakala tegangan dalaman dapat dihapuskan. Proses pembajaan menghasilkan mikrostruktur martensit yang lebih seragam dan halus.



Rajah 2.29 Mikrostruktur keluli yang terbentuk; (a) martensit sebelum rawatan pembajaan, dan (b) martensit selepas rawatan pembajaan

Proses rawatan haba pembajaan

Proses pemanasan dilakukan dengan memanaskan semula keluli yang mempunyai mikrostruktur martensit ke tahap suhu pembajaan. Jangka masa aloi atau komponen berada di dalam suhu pembajaan bergantung kepada pengurangan kekerasan dan kerapuhan serta peningkatan kemuluran dan kekuatan yang dikehendaki pada sesuatu keluli atau komponen. Setelah itu, proses penyejukan dilakukan dengan meletakkannya di luar relau atau disejukkan dalam media penyejuk.



Aktiviti

Dengan menggunakan gambarajah fasa keseimbangan besi karbon, bincangkan perubahan bentuk mikrostruktur keluli pada peratus karbon yang berbeza berdasarkan peningkatan suhu pemanasan.

2.3.4 Kesesuaian Rawatan Haba Sesuatu Bahan Logam

Setiap jenis rawatan haba mempunyai kelebihan masing-masing dalam menghasilkan sesuatu bahan logam dengan sifat mekanikal yang tertentu.

Penyepuhlindapan

Sifat logam boleh diubah dengan menggunakan kaedah tertentu tanpa mengubah kandungannya. Oleh itu, aloi boleh dirawat untuk menghasilkan kekuatan yang lebih tinggi bagi kegunaan pembinaan kapal terbang dengan menggunakan aloi aluminium. Penyepuhlindapan ialah proses aloi menyejuk secara perlahan, ia tidak meninggalkan banyak kesan ke atas kekuatan tetapi meningkatkan kemuluran bahan. Kemudian berlaku penyejukan pantas yang akan menghasilkan keluli dengan kekuatan yang lebih tinggi.

Penormalan

Penormalan keluli telah mengubah bentuk keluli secara keplastikan melalui proses penggelekan. Proses ini dikenakan bagi membetulkan rupa bentuk ira yang lebih sekata bagi mengurangkan tegasan dalaman yang terdapat pada logam akibat daripada proses kimpalan, penuangan, dan pemesinan. Proses penormalan dijalankan dengan memanaskan logam pada suhu yang lebih tinggi dan kemudiannya logam disejukan melalui proses penyejukan udara apabila dikeluarkan daripada relau. Proses ini mampu meningkatkan kekuatan hentaman bagi sesuatu keluli.

Pemanasan, pemeliharaan haba, dan penyejukan

Pemanasan secara langsung akan menyebabkan garam atau logam lebur, manakala zarah terapung disebabkan oleh pemanasan tidak langsung. Suhu pemanasan berbeza-beza bergantung kepada tujuan rawatan panas bahan logam yang dirawat. Aluminium biasanya dipanaskan di atas suhu peralihan fasa untuk mendapatkan struktur suhu yang tinggi. Secara keseluruhannya, proses rawatan haba aluminium melibatkan pemanasan logam secara keseluruhan dan kemudian disejukan pada kadar yang sesuai untuk mengubah sifat mekanikal keseluruhannya.



Standard Pembelajaran

Mencadangkan kaedah rawatan haba yang sesuai untuk meningkatkan sifat mekanikal suatu bahan logam mengikut keperluan fungsi produk.



Tahukah Anda?

Malaysian Iron and Steel Industry Federation (MISIF) ialah persatuan industri kebangsaan bagi pengilang produk besi dan keluli. Ia mempunyai 139 syarikat anggota yang terlibat dalam pembuatan pelbagai produk besi dan keluli.






Info

Bahan penyejukan yang digunakan dalam proses rawatan haba mempunyai kadar penyejukan yang berbeza. Terdapat empat media penyejukan mengikut urutan kepantasan penyejukannya, iaitu:

1. Air garam
2. Air biasa
3. Minyak
4. Udara persekitaran

Jadual 2.3 Perubahan bentuk mikrostruktur

Rawatan Haba	Contoh Produk	Sifat Mekanikal
Penyepuhlindapan/ pengerasan	Mata gergaji, alat memotong, kikir, gerudi.  Mata gergaji	Meningkatkan kekerasan dan kemuluran.
Penormalan	Peralatan pembinaan seperti sepana, pemutar skru, pahat, penukul.  Mata pahat	Meningkatkan kekerasan, kekuatan, kemuluran, dan keliatan.
Pembajaan	Bolt, nat, plat, paip.  Bolt dan nat	Meningkatkan kemuluran dan keliatan tetapi mengurangkan kekerasan dan kekuatan.


Aktiviti

Buat lawatan industri ke kilang atau bengkel untuk mendapatkan gambaran jelas tentang kaedah rawatan haba yang dijalankan. Kemudian, sediakan laporan hasil pemerhatian anda dan bentangkannya di dalam kelas.

Rumusan

Jenis dan Sifat Bahan Kejuruteraan

Bahan logam

- Logam ferus dan aloi
- Logam bukan ferus dan aloi

Bahan bukan logam

- Kayu
- Seramik
- Polimer

Bahan termaju

- Logam
- Bukan logam

Sifat fizikal bahan

- Keberaliran haba
- Keberaliran elektrik
- Takat lebur

Sifat mekanikal bahan

- Kemuluran
- Keboleh tempaan
- Kelasakan
- Kekerasan
- Keplastikan
- Kerapuhan
- Keanjalan

Ciri dan sifat bahan logam

Ciri dan sifat bahan bukan logam

Penggunaan bahan dalam industri kejuruteraan mekanikal

Proses Pengeluaran Besi dan Keluli

Proses pengeluaran besi dan keluli

- Proses Relau Bagas
- Proses Relau *Puddling*
- Proses Relau Kupola
- Proses Relau Dedah
- Proses Relau *Bessemer*
- Proses Relau Elektrik

Bentuk pembekalan besi dan keluli

Rawatan haba

- Tujuan rawatan haba
- Gambarajah fasa keseimbangan besi karbon
- Jenis-jenis proses rawatan haba
- Kesesuaian rawatan haba sesuatu bahan logam

Jenis-jenis proses rawatan haba

- Penyepuhlindapan
- Penormalan
- Pengerasan
- Pembajaan

Kesesuaian rawatan haba sesuatu bahan logam

Latihan Modul 2

1. Logam ialah bahan utama dalam industri pembuatan dan pembinaan. Berikan tiga contoh logam mengikut bahan logam yang bersesuaian dalam jadual di bawah.

Bahan logam	Contoh logam		
Logam ferus dan aloi			
Logam bukan ferus dan aloi			

2. Polimer merupakan salah satu bahan bukan logam yang digunakan untuk menggantikan kayu, logam, plastik, dan kapas. Nyatakan perbezaan antara termoplastik, termoset, dan elastomer dengan melengkapkan jadual di bawah.

	Termoplastik	Termoset	Elastomer
Sifat fizikal			
Contoh			

3. Sifat mekanikal bahan merupakan sifat yang akan menunjukkan perlakuan sesuatu bahan apabila dikenakan daya. Lengkapkan tafsiran dengan istilah sifat mekanikal bahan seperti berikut:
- Kemuluran
 - Kekerasan
 - Keplastikan
 - Keanjalan
4. Terangkan sifat mekanikal bagi logam berikut:
- Aluminium aloi
 - Gangsa
 - Loyang

5. Bahan termaju ialah bahan baharu dan lama yang diubah suai untuk meningkatkan prestasi bahan. Huraikan kelebihan bahan termaju dalam bidang kejuruteraan mekanikal.
6. Relau *Bessemer* digunakan bagi mengurangkan kandungan karbon yang terdapat dalam besi jongkong sehingga lingkungan 0.02% hingga 1.4%. Nyatakan kaedah-kaedah yang terlibat dalam proses relau *Bessemer*.
7. Nyatakan jenis besi dan keluli yang dihasilkan melalui proses relau berikut:
 - (a) Relau Bagas
 - (b) Relau *Puddling*
 - (c) Relau Kupola
 - (d) Relau Dedah
 - (e) Relau *Bessemer*
 - (f) Relau Elektrik
8. Pembentukan pembekalan besi dan keluli yang terdapat di pasaran dilakukan dengan menggunakan alat penuangan berterusan. Lakarkan dua bentuk bekalan keluli akhir mengikut kategori-kategori berikut:

Papak	Bilet	Bloom

9. Lengkapkan tujuan rawatan haba dalam rajah di bawah.



10. Dengan menggunakan gambarajah fasa keseimbangan besi karbon, huraikan perubahan bentuk mikrostruktur keluli pada peratus kandungan karbon 0.4% bermula daripada suhu 300°C sehingga 950°C.

 **JAWAPAN**



Sila Imbas

Jawapan Modul 2:

<http://arasmega.com/qr-link/jawapan-modul-2/>

(Dicapai pada 4 September 2019)

▶▶▶ MODUL 3

3.0 ASAS STATIK KEJURUTERAAN

Standard Kandungan:

- 3.1 Pengenalan Kepada Daya
- 3.2 Momen
- 3.3 Geseran
- 3.4 Asas Kekuatan Bahan





3.1 Pengenalan Kepada Daya

Daya ialah satu tindakan yang dapat mengubah jenis gerakan sesuatu jasad seperti memulakan, menghentikan, memecutkan, melambatkan, dan mengubah arah gerakan. Daya yang bertindak ke atas sesuatu objek akan menyebabkan objek yang mempunyai jisim itu mengalami pecutan atau berubah halaju. Daya ialah suatu kuantiti vektor yang mempunyai arah dan magnitud.

3.1.1 Konsep Daya Sebagai Skalar dan Vektor

Skalar ialah suatu kuantiti yang hanya mempunyai magnitud sahaja. Contoh skalar ialah jarak, laju, kuasa, jisim, isi padu, suhu, ketumpatan, kerja, dan tenaga. Manakala vektor ialah suatu kuantiti yang mempunyai magnitud (ukuran saiz sesuatu benda) dan arah (petunjuk kedudukan). Contoh-contoh vektor ialah halaju, sesaran, pecutan, daya, dan momentum.

Standard Pembelajaran

Menerangkan konsep daya sebagai skalar dan vektor:

- (i) Leraian daya
- (ii) Paduan daya
- (iii) Keseimbangan daya

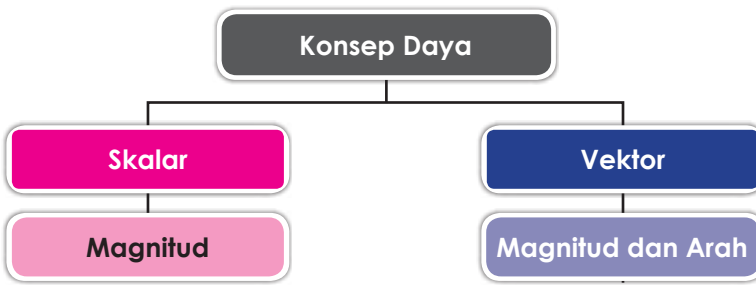
Info

Mengikut Hukum Newton kedua, daya ialah,

$$\text{Daya } F = ma$$

di mana,

- F = daya
- m = jisim
- a = pecutan



Rajah 3.1 Konsep daya

Jadual 3.1 Kuantiti skalar dan kuantiti vektor

Kuantiti Skalar	Kuantiti Vektor
Jarak	
Laju	
Jisim	Halaju
Isi padu	Sesaran
Suhu	Pecutan
Masa	Daya
Rintangan	Berat
Panjang	Momentum
Arus	Impuls
Kuasa	
Tekanan	

Leraian Daya

Leraian daya ialah suatu daya yang dileraikan kepada dua komponen daya yang serenjang. Daya F boleh dileraikan kepada dua komponen yang saling berserenjang dan masing-masing mempunyai magnitud $F \cos \theta$ dan $F \sin \theta$. Suatu daya boleh dileraikan kepada dua komponen, iaitu komponen mendatar F_x , dan juga komponen menegak F_y . Kedua-dua komponen boleh dilukis dalam gambarajah leraian vektor seperti Rajah 3.2 dan Rajah 3.3. Rajah 3.2 merupakan vektor daya yang bertindak pada paksi y . Nilai θ boleh diperolehi pada Rajah 3.3.

i Info

Teorem Pythagoras
 $a^2 + b^2 = h^2$

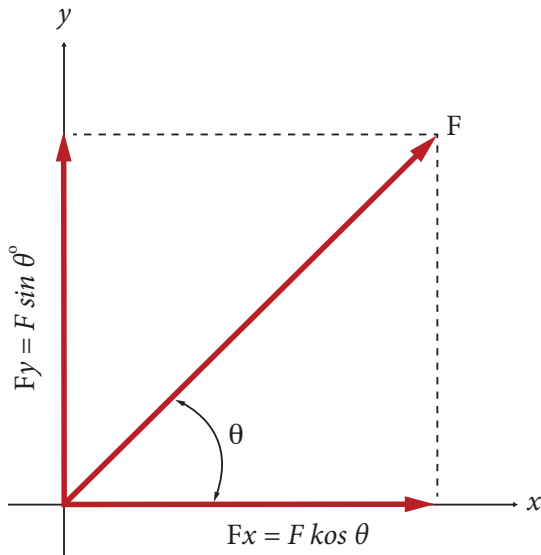
Nisbah Trigonometri

$\sin(\theta) = \frac{opp}{hyp}$

$\cos(\theta) = \frac{adj}{hyp}$

$\tan(\theta) = \frac{opp}{adj}$

Petunjuk:
 hyp = hipotenus, adj = bersebelahan, opp = setentang



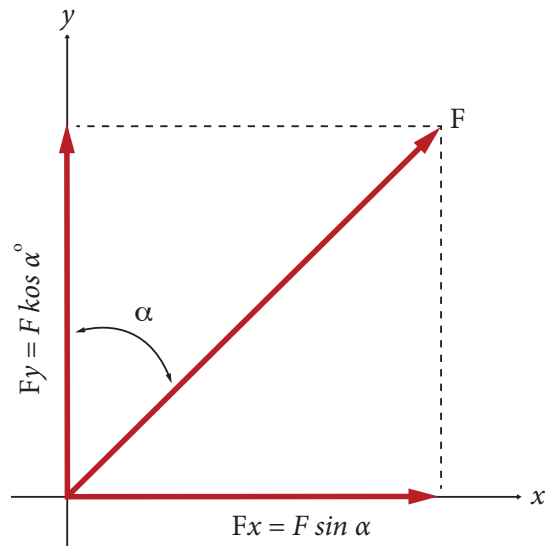
Rajah 3.2 Leraian daya θ pada paksi x

$$\sin \theta = \frac{F_y}{F}$$

$$F_y = F \sin \theta$$

$$\cos \theta = \frac{F_x}{F}$$

$$F_x = F \cos \theta$$



Rajah 3.3 Leraian daya α pada paksi y

$$\cos \alpha = \frac{F_y}{F}$$

$$F_y = F \cos \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{F_x}{F}$$

$$F_x = F \sin \alpha$$

Kaedah Penyelesaian Leraian Daya

Contoh 1

Pertimbangkan daya 300 N yang dikenakan ke atas mesin pemotong rumput dalam Rajah 3.4. Daya dikenakan ke atas pemegangnya pada sudut θ dengan ufuk. Sebahagian daripada daya itu digunakan untuk menggerakkan mesin pada arah ufuk, dan bakinya menekan mesin ke bawah secara menegak.

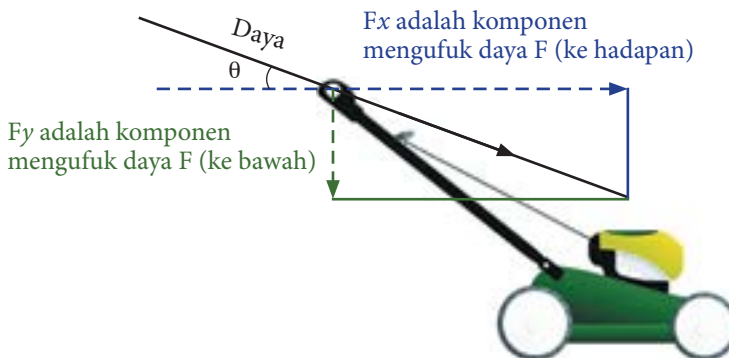


Rajah 3.4 Mesin pemotong rumput

Daya 300 N dikenakan pada pemegang mesin pemotong rumput dilaraikan kepada dua komponen:

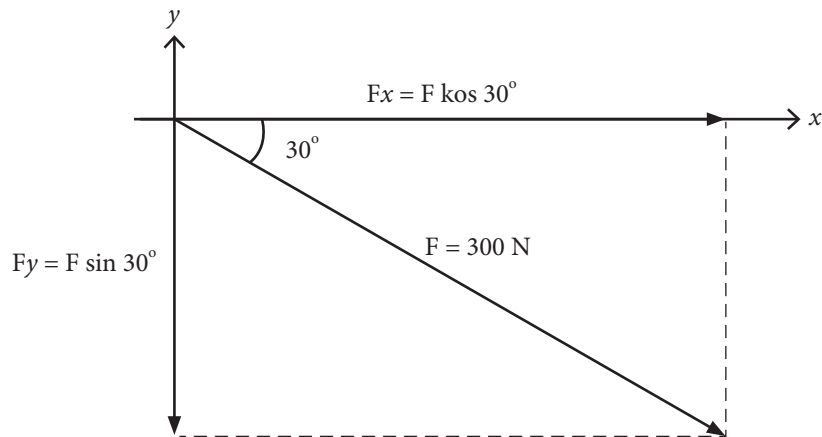
- (i) Komponen yang bertindak secara mengufuk (F_x) dinamakan komponen mengufuk daya terlerai.
- (ii) Komponen yang menekan secara menegak (F_y) ke bawah dinamakan komponen menegak daya terlerai.

Magnitud daya yang terlerai boleh ditentukan dengan cara pengiraan.



Rajah 3.5 Leraian daya bagi komponen mengufuk dan menegak

(a) Kaedah pengiraan



Rajah 3.6 Rajah leraian daya

Penyelesaian:**Langkah 1**

Leraikan daya 300 N pada arah paksi x .

$$F_x = F \cos \theta$$

$$\begin{aligned} F_x &= 300 \cos 30^\circ \\ &= 300 \times 0.866 \\ &= 259.8 \text{ N} \end{aligned}$$

Langkah 2

Leraikan daya 300 N pada arah paksi y .

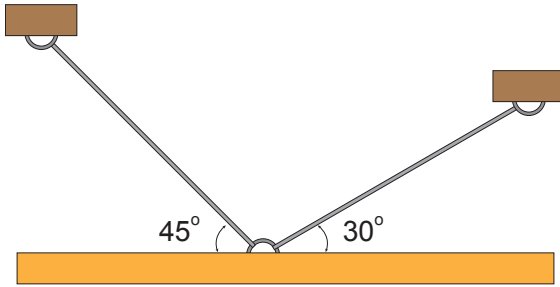
$$F_y = F \sin \theta$$

$$\begin{aligned} F_y &= 300 \sin 30^\circ \\ &= 300 \times 0.5 \\ &= 150 \text{ N} \end{aligned}$$

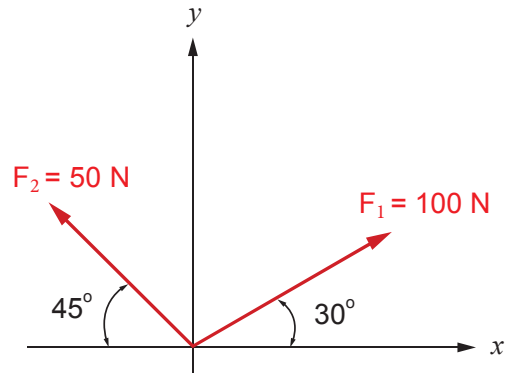
Oleh itu, $F_x = 259.8 \text{ N}$ dan $F_y = 150 \text{ N}$.

Contoh 2

Dua kabel F_1 dan F_2 yang mempunyai diameter yang sama telah diikat pada sebuah lantai. Daya 100 N dan 50 N telah dikenakan pada dua kabel tersebut. Hitungkan magnitud daya pada kedudukan mengufuk dan menegak pada daya F_1 dan F_2 yang bertindak dalam Rajah 3.7.



Rajah 3.7

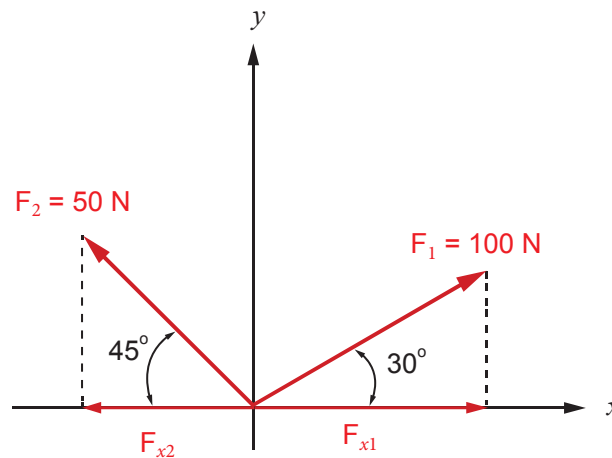


Rajah 3.8 Gambarajah Badan Bebas

Penyelesaian:

Langkah 1

Leraikan daya F_1 dan F_2 pada arah paksi x sebagai F_{x1} dan F_{x2} .

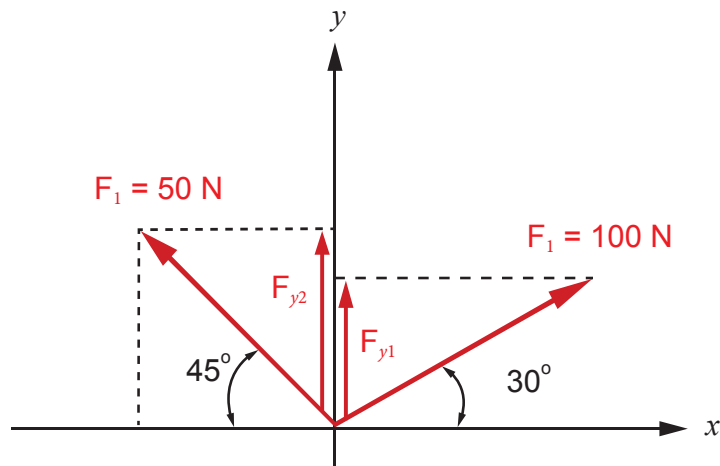


Rajah 3.9 Leraian daya F_1 dan F_2 paksi x

$$\begin{aligned}
 (+\rightarrow) \Sigma F_x &= F_{x1} + F_{x2} \\
 &= 100 \cos 30^\circ + (-50 \cos 45^\circ) \\
 &= (100 \times 0.866) - (50 \times 0.707) \\
 &= 86.6 - 35.35 \\
 F_x &= 51.25 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Langkah 2

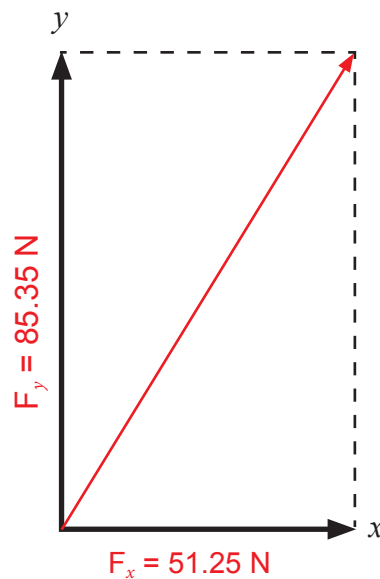
Leraikan daya F_1 dan F_2 pada arah paksi y sebagai F_{y1} dan F_{y2} .



Rajah 3.10 Leraian daya F_1 dan F_2 paksi y

$$\begin{aligned}
 (+ \uparrow) \Sigma F_y &= F_{y1} + F_{y2} \\
 &= 100 \sin 30^\circ + 50 \sin 45^\circ \\
 &= (100 \times 0.5) + (50 \times 0.707) \\
 &= 50 + 35.35 \\
 F_y &= 85.35 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Oleh itu, $F_x = 51.25 \text{ N}$ dan $F_y = 85.35 \text{ N}$.



Rajah 3.11 Hasil leraian daya

Paduan Daya

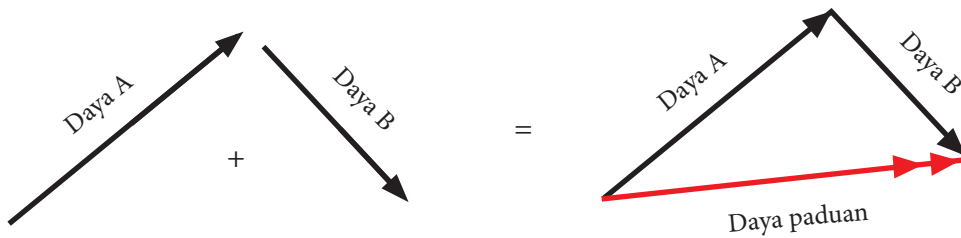
Paduan daya ialah gabungan dua atau lebih daya menjadi daya tunggal yang boleh menggantikan daya asal dan memberi kesan yang sama. Simbol untuk daya paduan biasanya diwakili dengan dua anak panah yang sama dan sehalu seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.12.



Rajah 3.12 Hasil paduan daya

Paduan Vektor - Kaedah Segi Tiga

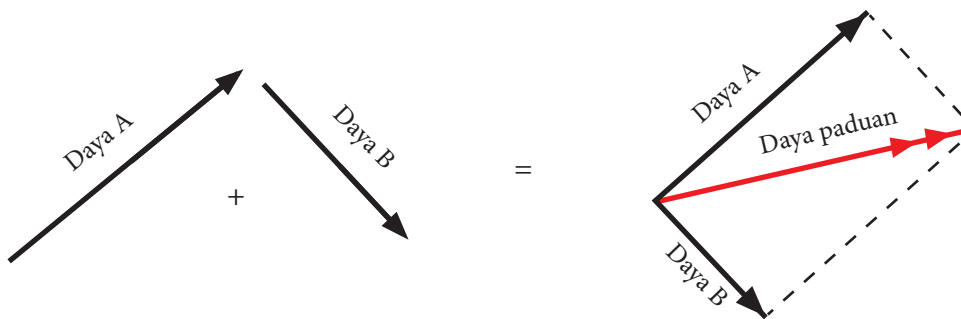
Untuk melakukan paduan daya kaedah segi tiga, sambungkan ekor bagi daya yang kedua kepada kepala daya pertama seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 3.13. Daya berwarna merah ialah daya paduan yang terbentuk.



Rajah 3.13 Paduan daya

Paduan Daya - Kaedah Segi Empat Selari

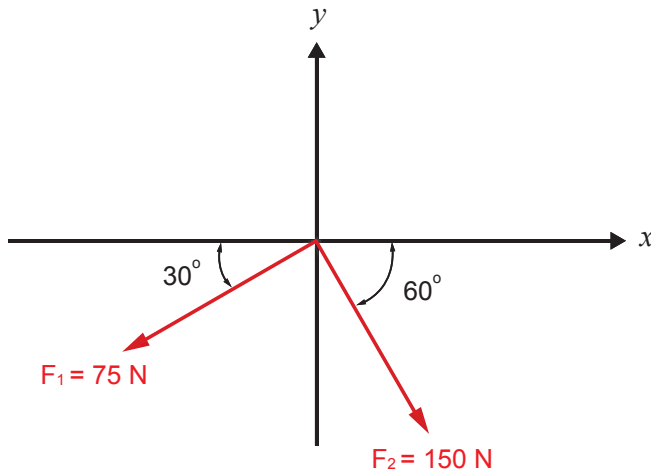
Untuk melakukan paduan daya kaedah segi empat selari, sambungkan ekor bagi daya pertama kepada ekor daya kedua seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 3.14. Daya berwarna merah ialah daya paduan yang terbentuk.



Rajah 3.14 Paduan daya

Contoh 3

Rajah 3.15 menunjukkan satu jasad yang dikenakan dua daya. Hitungkan magnitud dan arah daya paduan.



i Info

Daya Paduan:

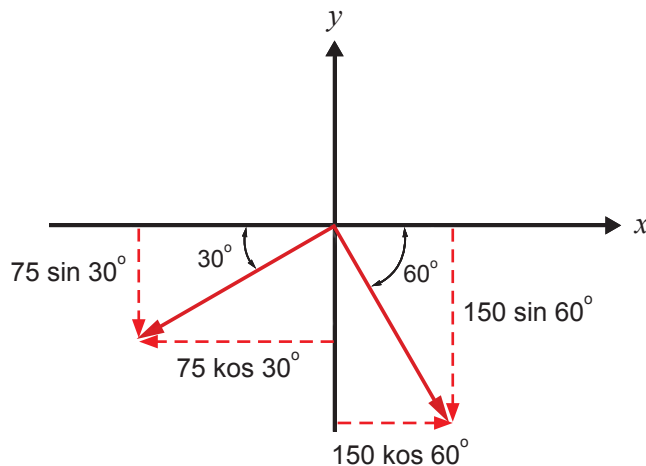
$$R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

Rajah 3.15

Penyelesaian:

Langkah 1

Leraikan komponen pada paksi x dan y .

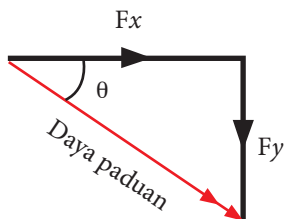


Rajah 3.16 Leraian komponen daya pada paksi x dan y

$$\begin{aligned} \Sigma F_x &= F_{x1} + F_{x2} \\ &= (-75 \cos 30^\circ) + (150 \cos 60^\circ) \\ &= -64.95 + 75 \\ &= 10.05 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma F_y &= F_{y1} + F_{y2} \\ &= (-75 \sin 30^\circ) + (-150 \sin 60^\circ) \\ &= -37.5 - 129.90 \\ &= -167.4 \text{ N} \end{aligned}$$

Langkah 2



Langkah 3

Dapatkan daya paduan.

$$R = \sqrt{(F_x)^2 + (F_y)^2}$$

$$R = \sqrt{(10.05)^2 + (167.4)^2}$$

$$= 167.7 \text{ N}$$

Langkah 4

Dapatkan sudut θ ,

$$\tan \theta = \frac{F_y}{F_x}$$

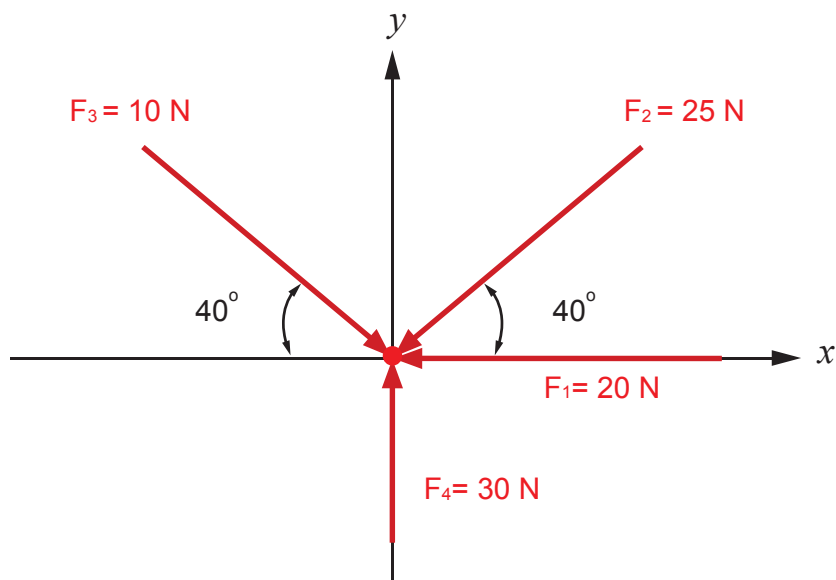
$$\tan \theta = \frac{-167.4}{10.05}$$

$$\tan \theta = -16.66$$

$$\theta = -86.56^\circ$$

Contoh 4

Rajah 3.17 menunjukkan satu jasad yang dikenakan empat daya. Hitungkan magnitud dan arah daya paduan.

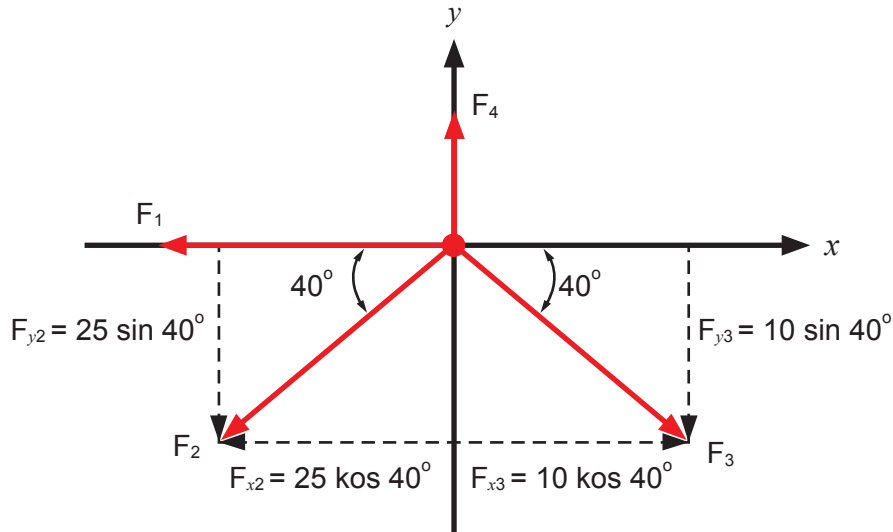


Rajah 3.17

Penyelesaian:

Langkah 1

Leraikan komponen pada paksi x dan y .



Rajah 3.18 Leraian komponen daya pada paksi x dan y

$$\begin{aligned}
 (+ \rightarrow) \Sigma F_x &= F_{x1} + F_{x2} + F_{x3} + F_{x4} \\
 (+ \rightarrow) &= F_{x1} + F_{x2} \cos 40^\circ + F_{x3} \cos 40^\circ + F_{x4} \\
 &= -20 + (-25 \cos 40^\circ) + 10 \cos 40^\circ \\
 &= -20 - 19.15 + 7.66 \\
 &= -31.49 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (+ \uparrow) \Sigma F_y &= F_{y1} + F_{y2} + F_{y3} + F_{y4} \\
 &= F_{y1} + F_{y2} \sin 40^\circ + F_{y3} \sin 40^\circ + F_{y4} \\
 &= -25 \sin 40^\circ - 10 \sin 40^\circ + 30 \\
 &= 0 + (-25 \sin 40^\circ) + (-10 \sin 40^\circ) + 30 \\
 &= -16.07 - 6.43 + 30 \\
 &= 7.50 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Langkah 2

Dapatkan daya paduan.

$$\begin{aligned}
 R &= \sqrt{(F_x)^2 + (F_y)^2} \\
 R &= \sqrt{(-31.49)^2 + (7.50)^2} \\
 R &= \sqrt{1047.87} \\
 R &= 32.37 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Langkah 3

Dapatkan sudut θ .

$$\begin{aligned}
 \tan \theta &= \frac{F_y}{F_x} \\
 \tan \theta &= \frac{7.50}{-31.49} \\
 \tan \theta &= -0.238 \\
 \theta &= -13.40^\circ
 \end{aligned}$$

Keseimbangan Daya

Keseimbangan daya berlaku apabila jumlah daya paduan adalah sifar. Apabila keseimbangan berlaku, tiada daya dikenakan ke atas jasad tersebut. Apabila mencapai keseimbangan, sesuatu jasad wujud dalam keadaan pegun atau bergerak dengan halaju seragam. Daya boleh menggerakkan dan mengekalkan objek dalam keadaan pegun seperti kabel yang menyokong Jambatan Pulau Pinang mengalami tindakan daya yang besar disebabkan oleh berat jambatan tetapi masih kekal dalam keadaan pegun. Daya-daya yang bertindak ke atas objek berada dalam keseimbangan apabila objek pegun atau bergerak dengan halaju yang seragam.



Foto 3.1 Jambatan Pulau Pinang

Dalam pertandingan tarik tali, tali yang ditarik berada dalam keadaan pegun apabila jumlah daya bertindak di sebelah kiri dan kanan adalah sama dalam arah berlawanan. Dalam keadaan ini daya adalah seimbang. Maka tali itu berada dalam keseimbangan.

Andaikan daya yang dikenakan oleh pasukan yang menarik ke kanan diwakili oleh F_1 , dan daya yang dikenakan oleh pasukan lawan diwakili oleh F_2 seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.19.

Keseimbangan daya:
 $(\Sigma F_x = 0 \text{ dan } \Sigma F_y = 0)$



Rajah 3.19 Keseimbangan daya



Info

Newton (N) ialah unit bagi daya.

3.1.2 Hukum Newton

Teori asas Hukum Newton sesuatu jasad adalah berdasarkan rumusan yang telah diperkenalkan oleh ahli sains bernama Sir Isaac Newton pada pertengahan abad ke-17. Newton merumuskan tiga hukum asas untuk menentukan sesuatu jasad itu boleh berada dalam keadaan pegun ataupun bergerak. Hukum tersebut dikenali sebagai Hukum Newton. Dengan mengetahui Hukum Newton, secara tidak langsung akan memberi gambaran awal mengenai topik yang akan dipelajari.



Standard Pembelajaran

Menerangkan Hukum Newton:

- (i) Hukum Newton Pertama
- (ii) Hukum Newton Kedua
- (iii) Hukum Newton Ketiga

Hukum Newton Pertama

Hukum Newton Pertama menyatakan bahawa sesuatu jasad akan kekal dalam keadaan pegun atau terus bergerak secara seragam dalam satu hala kecuali apabila ada daya bertindak ke atas jasad itu dan menyebabkan berlakunya perubahan kepada keadaan tersebut.

Hukum ini juga merujuk kepada rintangan terhadap sebarang perubahan yang berkaitan dengan pergerakan. Daya diperlukan untuk memulakan pergerakan, menghalang pergerakan, memecutkan sesuatu objek, menukar arahnya, ataupun untuk memberhentikan pergerakannya.



Suatu jasad pada mulanya pegun, akan terus berkeadaan demikian,



kecuali jika dikenakan satu daya yang tidak seimbang.



Suatu jasad pada mulanya bergerak dengan halaju malar pada satu garisan lurus, akan terus berkeadaan demikian,



kecuali jika dikenakan satu daya yang tidak seimbang.

Foto 3.2 Hukum Newton Pertama

Hukum Newton Kedua

Hukum Newton Kedua menyatakan bahawa sesuatu objek dikenakan sesuatu daya, ia akan terus bergerak dalam arah yang sama dengan daya yang dikenakan. Pecutan ataupun peningkatan kelajuan adalah berkadar terus dengan daya yang dikenakan dan berkadar songsang dengan jisim objek tersebut.

Hukum Newton Kedua ini menyatakan bahawa kadar perubahan momentum adalah berkadar terus dengan daya paduan yang bertindak ke atas objek itu pada arah yang sama dengan arah tindakan itu.

$$F = m (v - u)/t$$



- F = daya paduan
- m = jisim objek di bawah pengaruh daya paduan F
- v = halaju akhir objek
- u = halaju awal objek
- t = masa

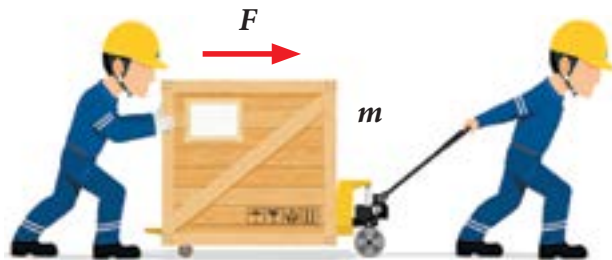
Disebabkan pecutan objek diberi oleh $a = (v - u)/t$, Hukum Newton Kedua lebih terkenal dengan formula $F = ma$. Ini bermakna, semua objek berjisim tetap di bawah suatu pengaruh daya paduan F bukan sifar akan mengalami pecutan.



Foto 3.3 Hukum Newton Kedua

Hubungan antara tindakan daya dengan jisim dan pecutan jasad dapat dirumuskan dalam persamaan berikut:

$F \propto a$
 $F = ma$
 di mana,
 F = daya yang bertindak
 m = jisim jasad
 a = pecutan

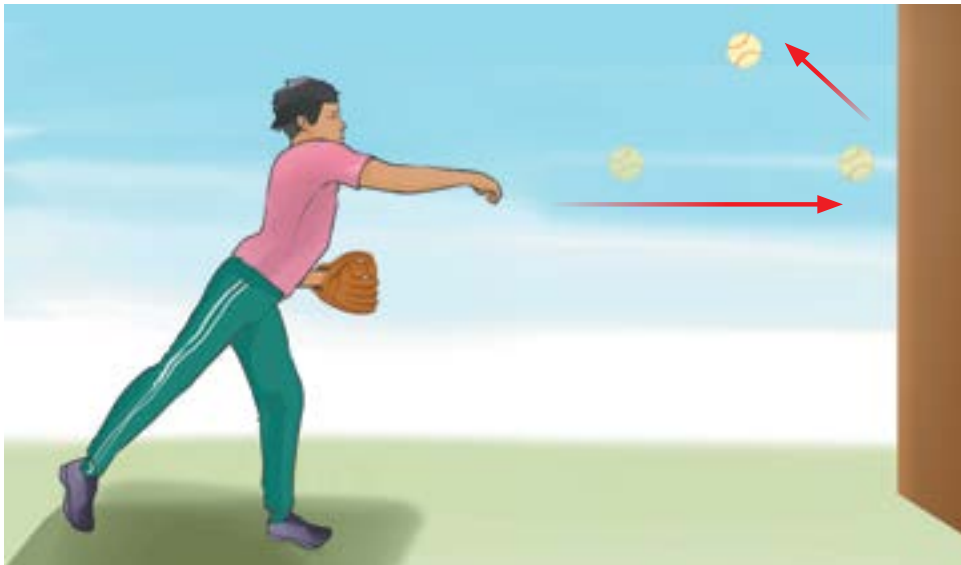


Rajah 3.20 Tindakan daya dengan jisim dan pecutan jasad

Hukum Newton Ketiga

Hukum Newton Ketiga menyatakan bahawa, “Bagi setiap tindakan (aksi) terdapat satu tindak balas (reaksi) yang sama magnitud tetapi arahnya berlawanan.”

Rajah 3.21 menunjukkan sebiji bola dilontarkan ke arah dinding. Didapati bola akan mengenakan satu daya ke arah dinding (**aksi**) dan dinding pula akan mengenakan daya yang sama ke atas bola dari arah yang berlawanan (**reaksi**). Ini jelas menunjukkan dalam mekanisme aksi adalah sepasang daya yang bertindak ke atas satu sama lain. Daya yang pertama dikenali sebagai aksi dan daya yang kedua pula yang bertindak dari arah bertentangan dikenali sebagai reaksi.



Rajah 3.21 Tindakan daya yang berlawanan

Dalam konteks daya, Hukum Newton Ketiga menyatakan:

“Apabila sesuatu jasad mengenakan daya atau aksi ke atas jasad yang lain iaitu jasad yang kedua, jasad ini akan mengenakan daya ataupun reaksi yang sama magnitudnya dan dalam arah yang bertentangan ke atas jasad yang pertama.”

$$W = R$$



Rajah 3.22 Daya-daya yang bertindak ke atas objek

3.1.3 Konsep Gambarajah Badan Bebas

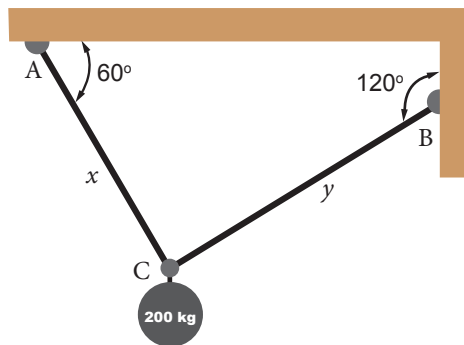
Standard Pembelajaran

Membincangkan konsep Gambarajah Badan Bebas dalam penyelesaian masalah keseimbangan daya.

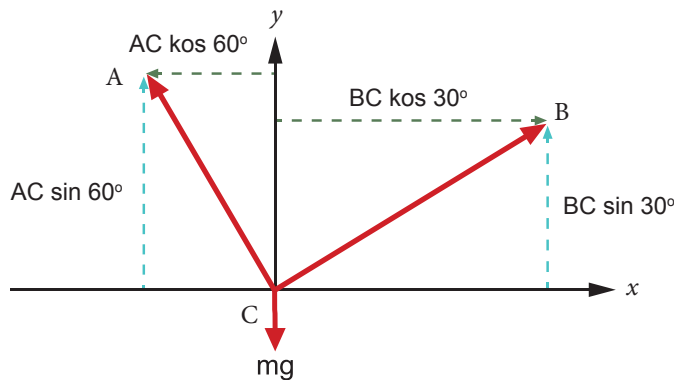
Gambarajah Badan Bebas ialah satu kaedah yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam bidang kejuruteraan yang berkaitan dengan keseimbangan daya, momen, dan geseran.

Dengan menggunakan Gambarajah Badan Bebas, setiap daya yang bertindak ke atas sesuatu jasad akan dapat ditentukan serta dikenal pasti.

Rajah 3.22 (a) menunjukkan satu jasad berjisim 200 kg digantung menggunakan dua kabel. Jasad tersebut berada dalam keadaan seimbang. Rajah 3.22 (b) menunjukkan Gambarajah Badan Bebas bagi menyelesaikan masalah tersebut. Kita dapat melihat setiap daya dengan jelas berpandukan Gambarajah Badan Bebas. Daya perlu dibuat pertimbangan atau perkiraan disebabkan oleh jisim m kg dan daya tegangan kabel.



Rajah 3.22 (a) Tindak balas keseimbangan daya



Rajah 3.22 (b) Gambarajah Badan Bebas tindak balas keseimbangan daya

Berikut ialah perkara yang perlu dipatuhi ketika melukis Gambarajah Badan Bebas bagi menentukan jumlah daya tindak balas ke atas sesuatu jasad:

- (i) Tentukan jasad yang hendak digunakan bagi menyelesaikan masalah.
- (ii) Kenal pasti daya tindak balas yang bertindak ke atas jasad yang perlu dipertimbangkan.
- (iii) Pastikan magnitud daya dan arah tindak balas daya yang telah dipertimbangkan dilukis dengan tepat.

3.1.4 Penyelesaian Masalah Keseimbangan Daya Menggunakan Konsep Gambarajah Badan Bebas

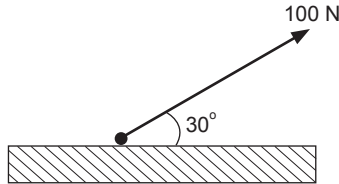
Penyelesaian masalah keseimbangan daya dengan menggunakan rumus dan konsep Gambarajah Badan Bebas.

Standard Pembelajaran

Menyelesaikan masalah keseimbangan daya dengan menggunakan rumus dan konsep Gambarajah Badan Bebas.

Contoh 1

Leraian daya 100 N dengan menggunakan Gambarajah Badan Bebas.



Rajah 3.23

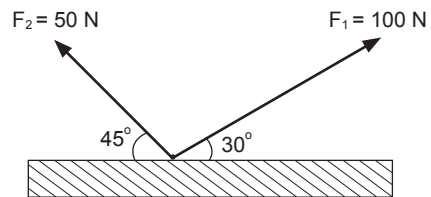
Kaedah Penyelesaian:

Two diagrams illustrating the resolution of a 100 N force. The left diagram shows a 100 N force vector in a Cartesian coordinate system (x and y axes). The horizontal component is labeled $100 \cos 30^\circ$ and the vertical component is indicated by a dashed vertical line. The right diagram shows the same force vector with its vertical component explicitly labeled as $100 \sin 30^\circ$.

Rajah 3.24

Contoh 2

Leraian daya 100 N dan 50 N dengan menggunakan Gambarajah Badan Bebas.



Rajah 3.27

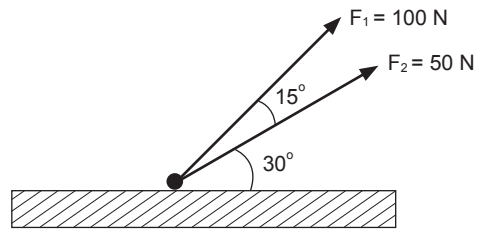
Kaedah Penyelesaian:

Two diagrams illustrating the resolution of two forces. The left diagram shows the 50 N force F_2 and the 100 N force F_1 in a Cartesian coordinate system. The horizontal components are labeled $50 \cos 45^\circ$ and $100 \cos 30^\circ$. The right diagram shows the vertical components explicitly labeled as $50 \sin 45^\circ$ and $100 \sin 30^\circ$.

Rajah 3.25

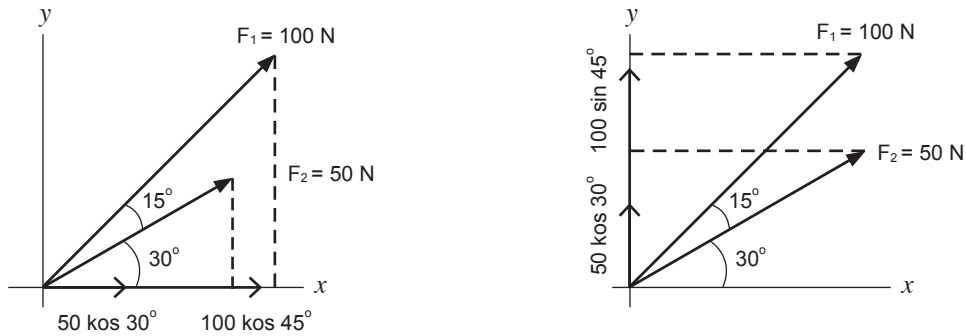
Contoh 3

Magnitud daya paduan 100 N dan 50 N ditentukan dengan menggunakan Gambarajah Badan Bebas.



Rajah 3.26

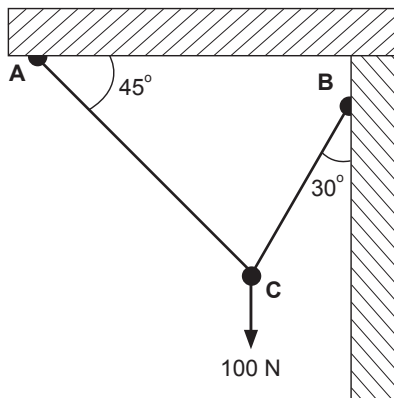
Kaedah Penyelesaian:



Rajah 3.27

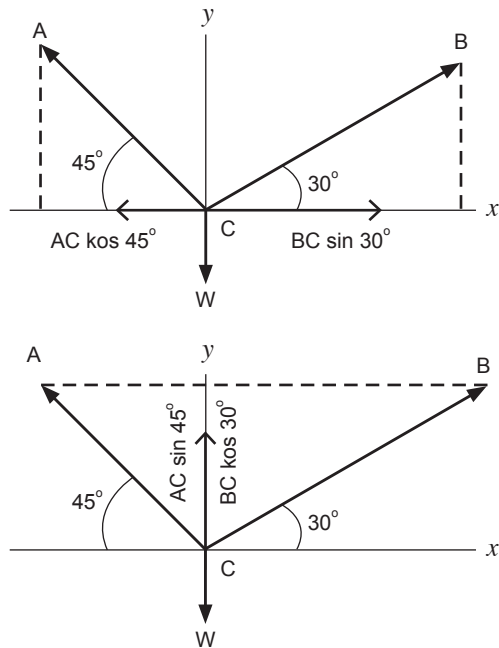
Contoh 4

Keseimbangan daya 100 N pada kabel AC dan BC ditentukan dengan menggunakan Gambarajah Badan Bebas.



Rajah 3.28

Kaedah Penyelesaian:



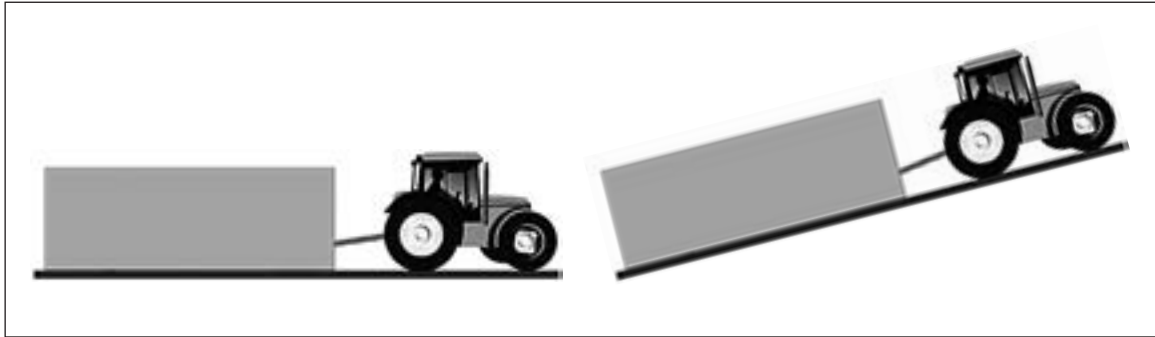
Rajah 3.29

Contoh 5

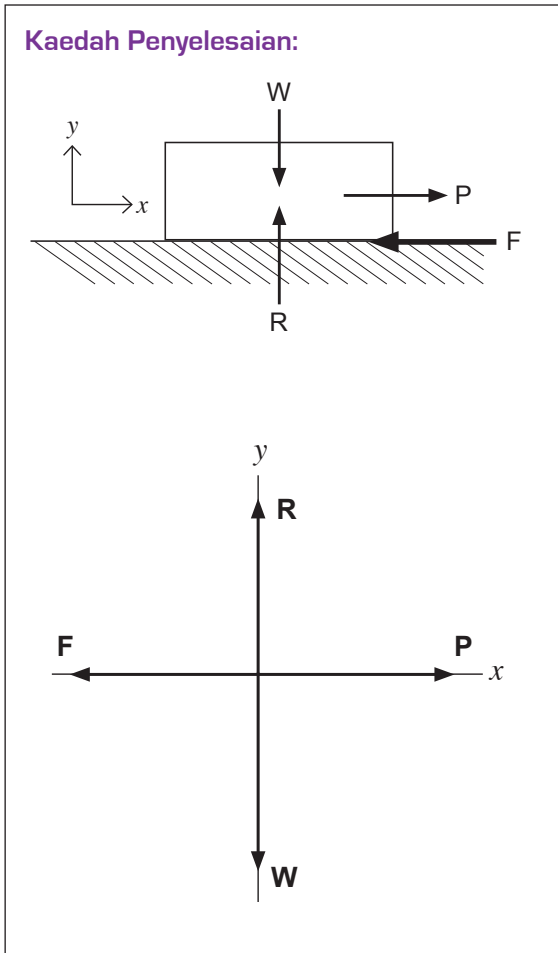
Keseimbangan daya-daya ditentukan dengan menggunakan Gambarajah Badan Bebas.

i Info

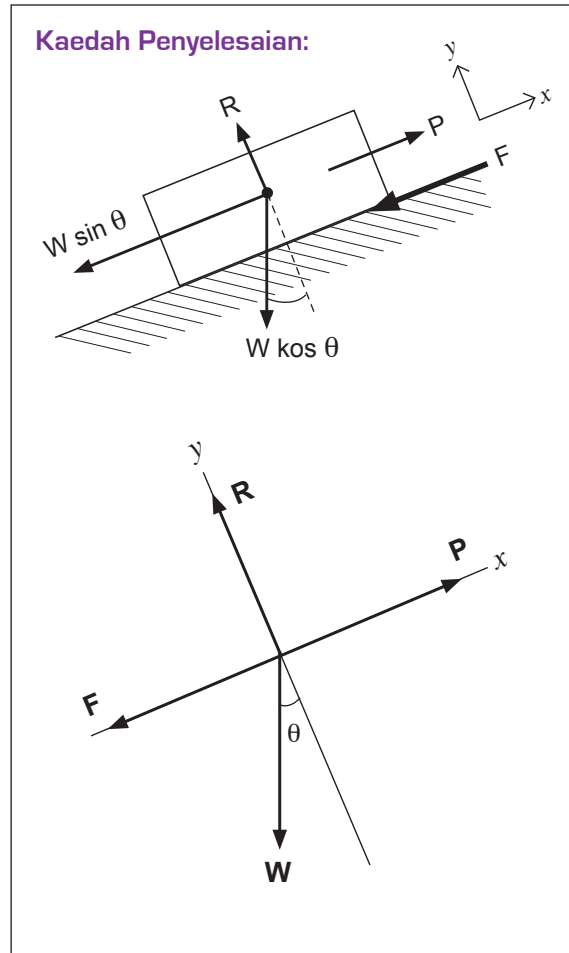
P = Daya tindakan
F = Daya geseran



Rajah 3.30



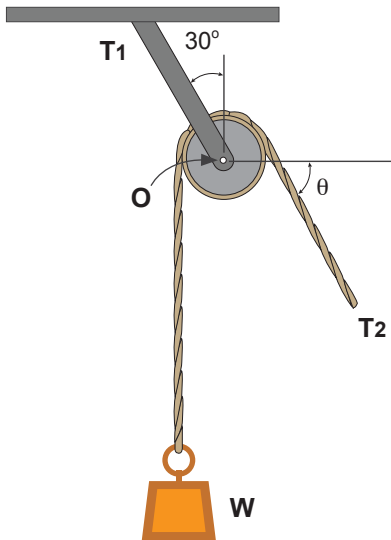
Rajah 3.31



Rajah 3.32

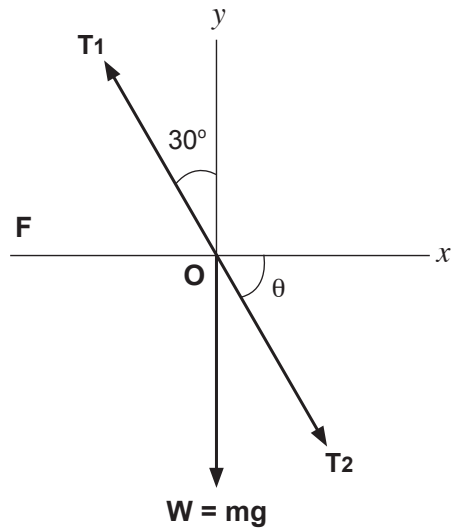
Contoh 6

Keseimbangan daya pada satu sistem takal ditentukan dengan menggunakan Gambarajah Badan Bebas.



Rajah 3.33

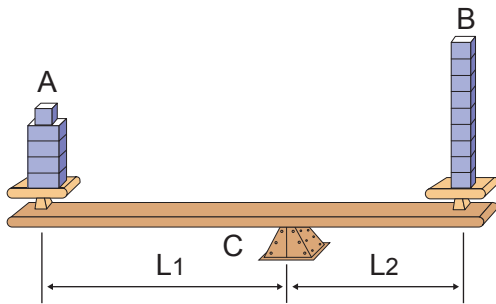
Kaedah Penyelesaian:



Rajah 3.34

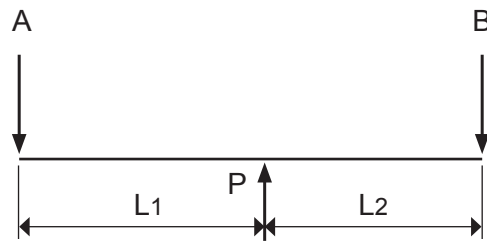
Contoh 7

Magnitud daya pada rasuk ditentukan dengan menggunakan Gambarajah Badan Bebas.

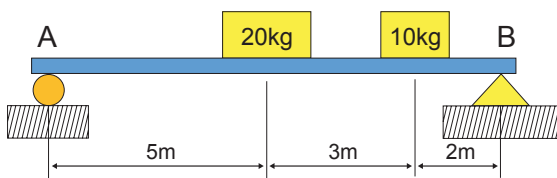


Rajah 3.35

Kaedah Penyelesaian:

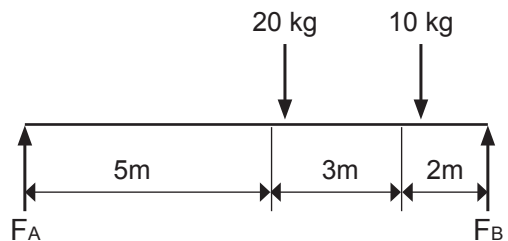


Rajah 3.36



Rajah 3.37

Kaedah Penyelesaian:



Rajah 3.38

3.2 Momen

Momen bagi satu daya ditakrifkan sebagai hasil darab magnitud daya yang bertindak dengan jarak serenjang dari paksi momen.

3.2.1 Konsep Momen

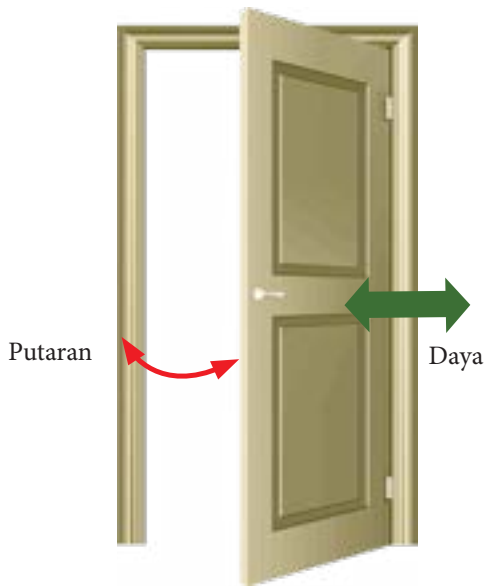
Apabila daya dikenakan ke atas pintu ia akan menghasilkan kesan putaran pada engsel. Apabila kita mengayuh basikal, kita juga mengenakan daya ke atas pengayuh dan menghasilkan kesan putaran yang menyebabkan roda berpusing.

Standard Pembelajaran

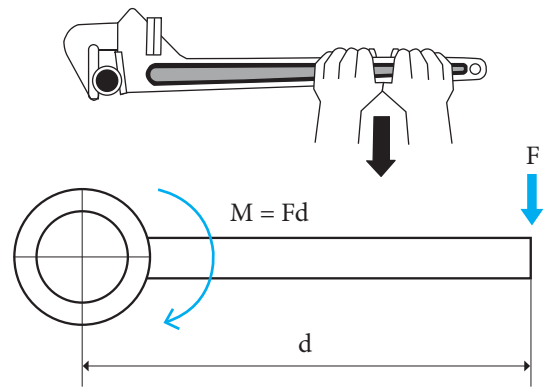
Menerangkan konsep momen.

$$M = Fd$$

M = momen
 F = daya
 d = jarak dari paksi momen



Rajah 3.39

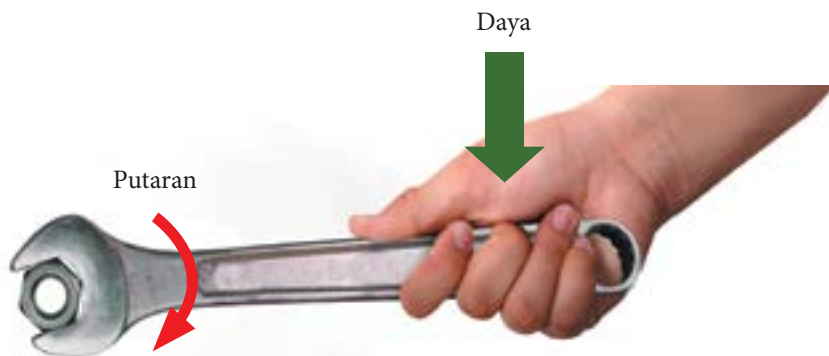


Rajah 3.40



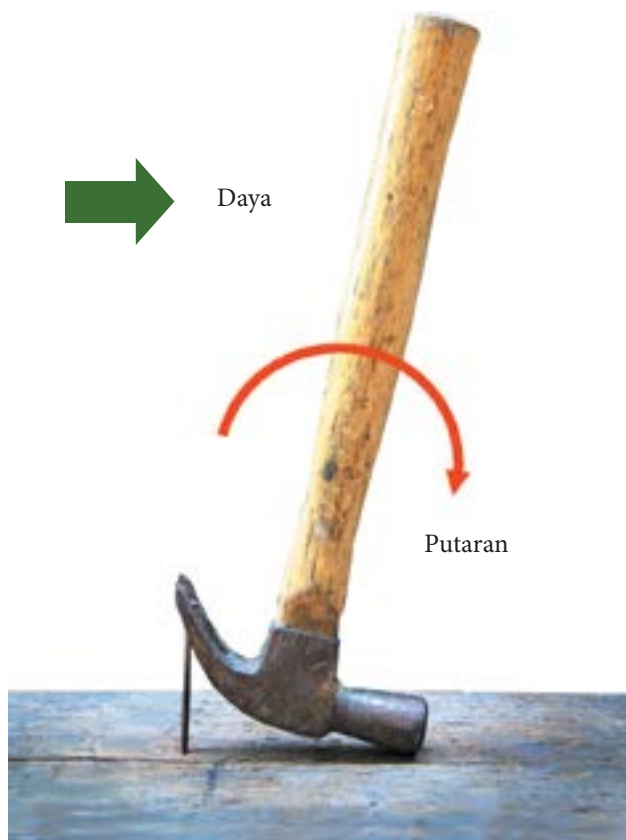
Rajah 3.41

Apabila kita menggunakan sepana untuk membuka bolt atau nat, kita juga mengenakan daya ke atas sepana dan menghasilkan kesan putaran yang menyebabkan nat berputar.



Rajah 3.42

Semasa mencabut paku menggunakan tukul, kita juga mengenakan daya ke atas pemegang tukul dan menghasilkan kesan putaran yang menyebabkan kepala tukul berputar dan paku dapat dikeluarkan daripada permukaan kayu.

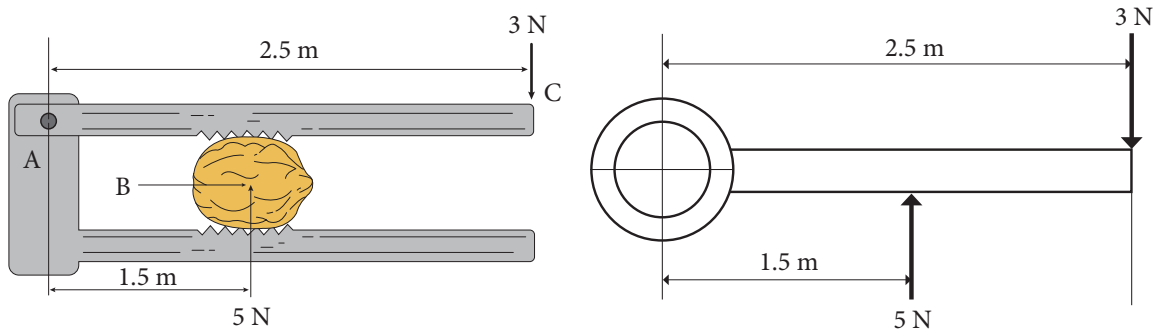


Rajah 3.43

Prinsip Momen

Apabila sesuatu jasad berada dalam keadaan seimbang, jumlah momen arah jam pada sebarang titik adalah sama dengan jumlah momen arah lawan jam.

Berdasarkan Rajah 3.44, satu alat pemecah kulit kacang dipangsi pada titik A. Pemegangnya dikenakan daya 3 N pada titik C dan daya 5 N pada titik B. Daya pada titik C menyebabkan pemegang ini berputar mengikut arah jam dan daya pada titik B berputar arah lawan jam.



Rajah 3.44

Berdasarkan hitungan:

Momen Arah Putaran Jam	Momen Arah Lawan Jam
$\odot M = Fd$	$\ominus M = Fd$
$= 3 \times 2.5$	$= 5 \times 1.5$
$= 7.5 \text{ Nm}$	$= 7.5 \text{ Nm}$



Info

Momen ikut arah putaran jam (positif +)
Momen ikut arah lawan jam (negatif -)



Foto 3.4 Penggunaan momen dalam kehidupan seharian.

- Kesan putaran akibat daripada tindakan daya dinamakan momen.
- Kesan putaran yang menyebabkan objek berputar pada arah putaran jam dinamakan momen arah jam.
- Kesan putaran yang menyebabkan objek berputar pada arah lawan jam dinamakan momen arah lawan jam.

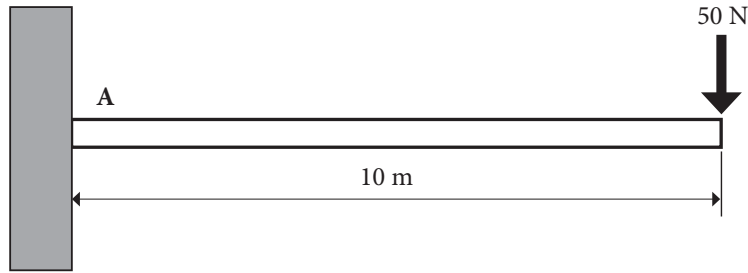
3.2.2 Menyelesaikan Masalah Rasuk

 Standard Pembelajaran

Menyelesaikan masalah rasuk yang disokong mudah dengan beban tumpu dengan sudut atau tanpa sudut menggunakan rumus dan konsep Gambarajah Badan Bebas.

Contoh 1

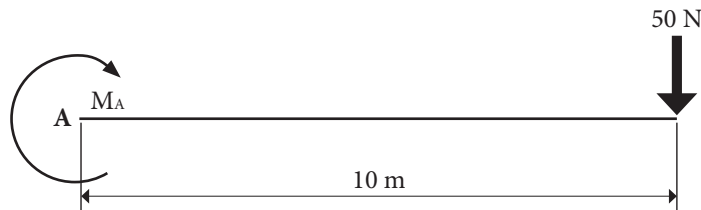
Sebatang rasuk julur dikenakan beban sebanyak 50 N. Kirakan momen pada titik A pada Rajah 3.45 yang ditunjukkan.



Rajah 3.45

Langkah 1

Lukiskan Gambarajah Badan Bebas.



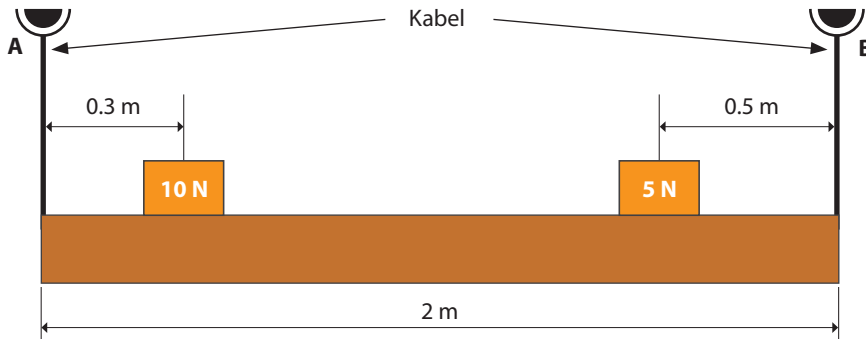
Langkah 2

Ambil momen pada titik A.

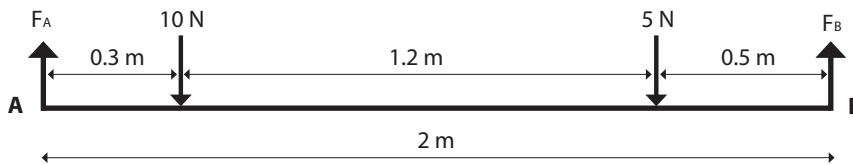
$$\begin{aligned} \circlearrowleft M_A &= Fd \\ M &= 50 \times 10 \\ \mathbf{M} &= \mathbf{500 \text{ Nm}} \end{aligned}$$

Contoh 2

Rajah 3.46 menunjukkan satu rasuk yang dikenakan beban tumpu 10 N dan 5 N dan disokong oleh dua kabel pada titik A dan B rasuk berada dalam keseimbangan. Dengan menggunakan prinsip momen, hitungkan daya tindak balas pada titik A dan B.


Rajah 3.46
Langkah 1

Lukiskan Gambarajah Badan Bebas.


Langkah 2

Ambil momen di A.

$$\begin{aligned}\sum \widehat{M}_A &= \sum \widehat{M}_A \\ (10)(0.3) + (5)(1.5) &= (F_B)(2) \\ 3 + 7.5 &= (F_B)(2) \\ F_B &= \frac{10.5}{2} \\ F_B &= 5.25 \text{ N}\end{aligned}$$

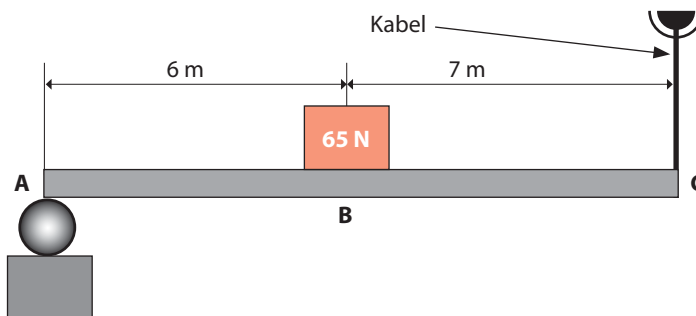
Langkah 3

Ambil momen di B.

$$\begin{aligned}\sum \widehat{M}_B &= \sum \widehat{M}_B \\ (F_A)(2) &= (10)(1.7) + (5)(0.5) \\ (F_A)(2) &= 17 + 2.5 \\ F_A &= \frac{19.5}{2} \\ F_A &= 9.75 \text{ N}\end{aligned}$$

Contoh 3

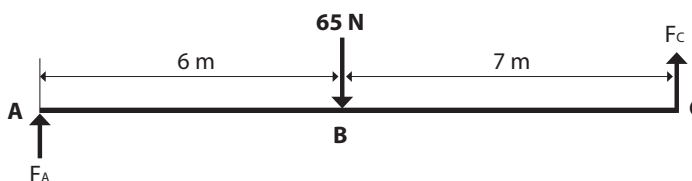
Rajah 3.47 menunjukkan satu rod yang dikenakan beban 65 N dan berada dalam keadaan keseimbangan. Hitungkan daya tindak balas bagi titik A dan titik C.



Rajah 3.47

Langkah 1

Lukiskan Gambarajah Badan Bebas.



Langkah 2

Ambil momen di A.

$$\begin{aligned} \sum M_A &= \sum M_A \\ (65)(6) &= (F_C)(13) \\ (F_C)(13) &= 390 \\ F_C &= \frac{390}{13} \\ F_C &= 30 \text{ N} \end{aligned}$$

Langkah 3

Ambil momen di C.

$$\begin{aligned} \sum M_C &= \sum M_C \\ (F_A)(13) &= (65)(7) \\ (F_A)(13) &= 455 \\ F_A &= \frac{455}{13} \\ F_A &= 35 \text{ N} \end{aligned}$$

3.3 Geseran

Apabila dua permukaan bersentuhan atau suatu jasad bergerak di atas suatu permukaan, wujud satu rintangan disebabkan oleh kekasaran di antara dua permukaan yang bersentuhan. Rintangan ini dinamakan daya geseran.

Geseran boleh digambarkan sebagai rintangan di antara dua permukaan bersempadan antara satu sama lain. Geseran boleh menjadi begitu besar ketika permukaan tidak bergerak bersama-sama, bergantung kepada keadaan permukaan iaitu mendatar atau condong.



Foto 3.5 Cengkaman tayar motosikal dengan permukaan jalan raya

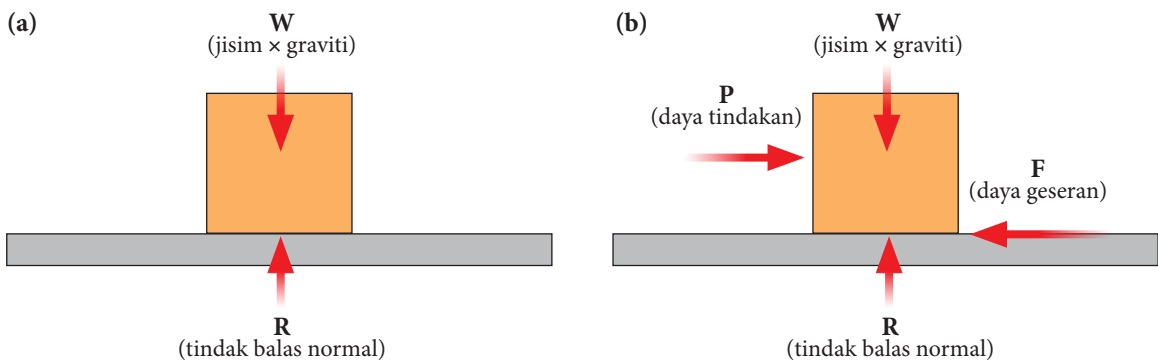
3.3.1 Konsep Geseran

Apabila satu jasad atau objek diletakkan di atas satu permukaan rata, beratnya (W) akan bertindak pada permukaan tersebut dan menghasilkan satu tindak balas normal. Tindak balas normal ialah daya yang bertindak secara serenjang dengan permukaan yang bersentuhan dan dinyatakan dalam simbol (R) seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.48.

Standard Pembelajaran

Menerangkan konsep geseran:

- (i) Hukum geseran
- (ii) Pekali geseran
- (iii) Contoh penggunaan geseran dalam kejuruteraan mekanikal



Rajah 3.48 Daya pada jasad pegun

Rajah 3.49 menunjukkan apabila daya P dikenakan kepada jasad, daya geseran (**F**) pada arah yang bertentangan terhasil untuk mengimbangi tindakan daya (**P**). Ini bermakna daya (**P**), berkadar terus dengan daya (**F**) selagi jasad belum bergerak. Dalam situasi ini, jasad atau objek masih belum bergerak kerana daya (**P**) yang bertindak ke atas jasad berkenaan kurang daripada atau sama dengan daya (**F**).

Tetapi apabila daya (**P**), ditingkatkan, kecenderungan jasad untuk bergerak mula berlaku. Pada masa yang sama juga, daya geseran (**F**) meningkat sehingga mencapai daya maksimumnya. Daya geseran (**F**) yang maksimum bagi kedua-dua permukaan yang bersentuhan itu dinyatakan sebagai geseran pengehad. Nilai daya geseran berkadar terus dengan daya tindak balas normal (**R**) dan dinyatakan sebagai $F = \mu R$ iaitu pemalar pekali geseran.

Ketika jasad mula hendak bergerak, nilai daya (**P**), adalah sama dengan daya (**F**), manakala nilai berat (**W**) pula adalah sama dengan daya tindak balas normal (**R**). Jasad akan mula bergerak apabila daya (**P**) lebih besar daripada daya (**F**).

i Info

$$F = \mu R$$

F = Daya geseran
μ = Pekali geseran
R = Tindak balas normal ke atas permukaan bersentuhan



Rajah 3.49 Geseran antara kotak dan permukaan lantai

Seorang pekerja pembinaan landskap hendak memindahkan bongkah batu besar ke kawasan pembinaan. Pekerja tersebut tidak dapat menolak bongkah batu itu kerana permukaannya bawahnya bersentuh rapat dengan permukaan tanah. Ini kerana terdapat rintangan yang tinggi yang mana ia dikenali sebagai daya geseran.

Daya geseran telah menghalang kelancaran kerja-kerja memindahkan bongkah batu itu. Keadaan ini boleh diminimumkan dengan menggunakan alas guling. Alas guling merupakan beberapa paip PVC berbentuk silinder yang ditempatkan di bawah bongkah batu itu seperti dalam Foto 3.6. Alas guling telah diterjemahkan dalam bentuk baharu, iaitu gelas bebola atau *ball bearing* seperti dalam Foto 3.7.



Foto 3.6 Meminimumkan daya geseran dengan penggunaan alas guling



Foto 3.7 Contoh gelas bebola (*ball bearing*)

[a] Hukum Geseran

- (i) Arah daya geseran sentiasa bertentangan atau berlawanan arah gerakan jasad.
- (ii) Magnitud daya geseran tidak bergantung kepada luas permukaan sentuhan.
- (iii) Magnitud daya geseran dua permukaan bersentuh bergantung kepada jenis bahan, bentuk, dan keadaan permukaan tersebut.
- (iv) Daya geseran berkadar terus dengan tindak balas normal.

[b] Pekali Geseran

Pekali geseran ialah nilai yang menunjukkan hubungan antara dua objek dan tindak balas normal antara objek yang terlibat. Pekali geseran ialah nilai yang kadang-kadang digunakan dalam fizik untuk mencari daya biasa atau daya geseran objek.

Pekali μ boleh menjadi dua perkara yang berbeza sama ada pekali atau pekali geseran kinetik μ_k . Pekali geseran statik ialah daya geseran di antara dua objek apabila tiada objek bergerak. Pekali geseran dinamik ialah daya antara dua objek apabila satu objek bergerak, atau jika dua objek bergerak terhadap satu sama lain.

Pekali geseran tidak berdimensi dan tidak mempunyai sebarang unit. Ia adalah skalar, yang bermaksud arah daya tidak menjejaskan kuantiti fizikal.

Pekali geseran ialah nilai yang menggambarkan nisbah daya geseran di antara dua badan dan daya yang menekannya bersama-sama. Nilai pekali geseran adalah daripada hampir sifar hingga lebih besar daripada satu, bergantung kepada jenis bahan yang digunakan seperti Jadual 3.1.

Sebagai contoh, ais pada keluli mempunyai pekali geseran yang rendah, sementara Foto 3.8 menunjukkan getah pada turapan (iaitu tayar kereta di jalan raya) mempunyai perbandingan yang agak tinggi. Dalam bidang kejuruteraan, permukaan yang lebih keras cenderung mempunyai nilai yang lebih tinggi tetapi permukaan yang lancar lebih rendah kerana geseran yang dihasilkan apabila ditekan serentak.



Foto 3.8 Gerakan tayar pada jalan raya mempunyai pekali geseran yang tinggi

Kebanyakan bahan kering dalam kombinasi mempunyai nilai pekali geseran antara 0.3 dan 0.6, tetapi bahan seperti pita putih paip boleh mempunyai pekali serendah 0.04. Nilai sifar bermakna tiada geseran sama sekali, yang sukar difahami, sedangkan nilai di atas 1 bermakna daya yang diperlukan untuk meluncurkan objek di sepanjang permukaan adalah lebih besar daripada kekuatan normal permukaan pada jasad atau objek.

Jadual 3.1 Nilai pekali geseran (μ) yang biasa digunakan dalam pengiraan untuk permukaan kering

Bahan (kering)	Pekali geseran μ
Besi tuang dan Loyang	0.15
Keluli dan Loyang	0.15
Keluli dan Besi tuang	0.20
Gangsa dan Gangsa	0.20
Kayu dan Keluli	0.50
Kulit dan Keluli	0.53
Pelapik brek dan Besi tuang	0.60
Getah dan Konkrit	0.70
Getah dan Permukaan aspal	0.90

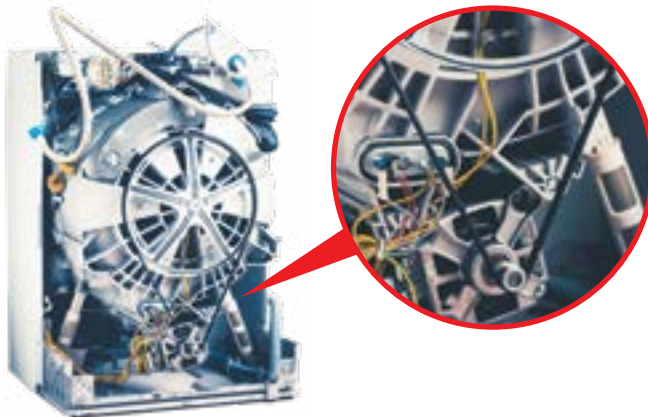
(Sumber: <https://www.tribonet.org/wiki/friction-coefficients-in-atmosphere-and-vacuum/>)

(c) Penggunaan Geseran dalam Kejuruteraan Mekanikal

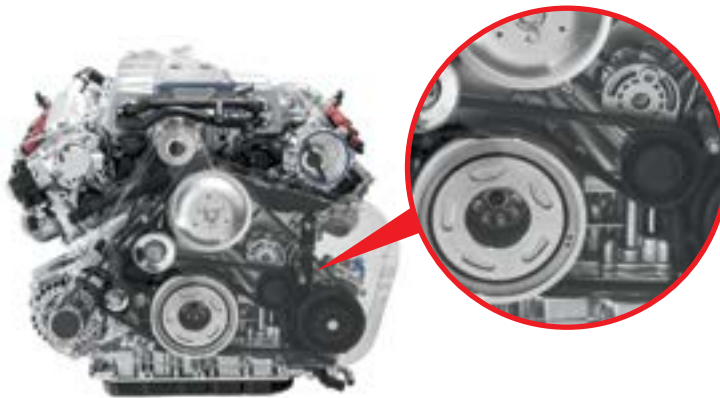
Geseran banyak mempengaruhi kehidupan harian kita ketika melakukan kerja. Seseorang yang memakai kasut yang telah haus tapaknya, lebih mudah terjatuh apabila berjalan di atas permukaan yang licin. Keadaan ini terjadi kerana geseran antara permukaan tapak kasut dengan permukaan licin adalah kurang dan akan mengakibatkan tiada cengkaman dihasilkan. Begitu juga tapak tangan yang bersih lebih kuat mencengkam barangan yang dipegang jika dibandingkan dengan tapak tangan yang berminyak.

Dalam bidang kejuruteraan, kesan tindakan geseran dimanfaatkan dalam pemindahan kuasa dan pergerakan. Contoh peralatan yang menggunakan kesan geseran dalam pengendaliannya ialah tali sawat, brek, cekam, dan roda kenderaan.

Tali sawat digunakan untuk memindahkan kuasa daripada takal pemacu kepada takal terpacu. Ia biasanya diperbuat daripada getah dan diperkuatkan dengan tali nilon. Takal pula diperbuat daripada besi tuang. Kuasa akan berpindah melalui geseran antara permukaan tali sawat yang bersentuhan dengan takal. Contoh penggunaan tali sawat dan takal ialah pada kipas radiator kereta, mesin jahit, dan mesin basuh.



Mesin basuh



Enjin kenderaan

i Info

Pastikan tali sawat tidak bergetar ketika enjin beroperasi kerana ia adalah satu tanda komponen berkenaan tidak berada dalam keadaan yang betul.

? Tahukah Anda?

Ciri mekanik haus pad brek untuk kegunaan kenderaan persendirian telah dikaji dengan mensimulasikan pembrekan. Keputusan ujian menunjukkan pekali geseran adalah tertinggi pada permulaan pembrekan dan menurun secara beransur-ansur dengan masa pembrekan. Ini berlaku kerana penurunan pengerasan kerja dan kekasaran permukaan semasa pembrekan.

Foto 3.9 Penggunaan tali sawat pada mesin basuh dan enjin kenderaan

Brek digunakan untuk memberhentikan roda yang sedang berputar. Terdapat dua jenis brek yang digunakan sama ada brek jenis gelendong atau brek jenis cakera. Brek jenis gelendong akan memberhentikan pusingan roda melalui geseran antara permukaan lapik kekasut dan gelendong seperti dalam Foto 3.10. Bagi brek jenis cakera pula, ia akan memberhentikan pusingan roda melalui geseran antara pad brek dengan permukaan cakera seperti dalam Foto 3.11. Roda basikal pula akan terhenti apabila getah pad brek menekan rim basikal seperti dalam Foto 3.12.



Foto 3.10 Brek gelendong



Foto 3.11 Brek cakera



Foto 3.12 Brek basikal

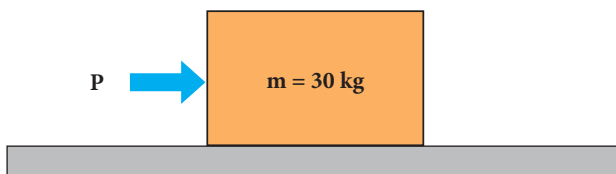
3.3.2 Kaedah Penyelesaian Geseran

Menyelesaikan masalah berkaitan dengan geseran bermula daripada jasad hendak mula bergerak yang melibatkan pekali geseran dengan menggunakan rumus dan konsep hukum geseran pada permukaan mendatar dan condong.

(a) Permukaan Mendatar

Contoh 1

Satu daya P dikenakan pada jasad berjisim 30 kg seperti dalam Rajah 3.50. Jasad itu berada dalam keadaan pegun di atas permukaan mendatar. Hitungkan nilai daya P sekiranya nilai pekali geseran, $\mu = 0.45$.



Rajah 3.50

Standard Pembelajaran

Menyelesaikan masalah berkaitan jasad hendak mula bergerak yang melibatkan pekali geseran menggunakan rumus dan konsep hukum geseran pada:

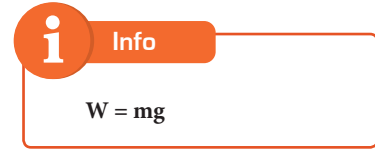
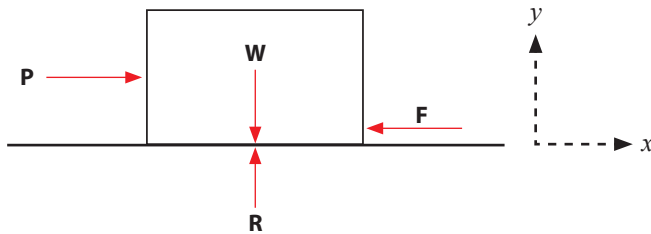
- (i) Permukaan mendatar
- (ii) Permukaan condong

Info

Pecutan graviti,
 $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

Langkah Penyelesaian 1

Lukiskan Gambarajah Badan Bebas.



Langkah Penyelesaian 2

Selesaikan semua daya dalam arah paksi y .

$$\begin{aligned}
 +\uparrow \Sigma F_y &= 0 \\
 R + (-W) &= 0 \\
 R &= W \\
 R &= mg \\
 R &= 30(9.81) \\
 R &= 294.3 \text{ N}
 \end{aligned}$$

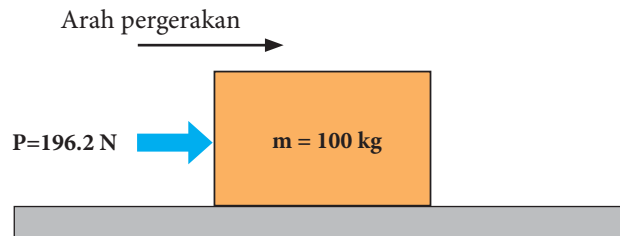
Langkah Penyelesaian 3

Selesaikan semua daya dalam arah paksi x .

$$\begin{aligned}
 +\rightarrow \Sigma F_x &= 0 \\
 P + (-F) &= 0 \\
 P - F &= 0 \\
 P - \mu R &= 0 \\
 P - (0.45 \times 294.3) &= 0 \\
 P - 132.44 &= 0 \\
 P &= 132.44 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Contoh 2

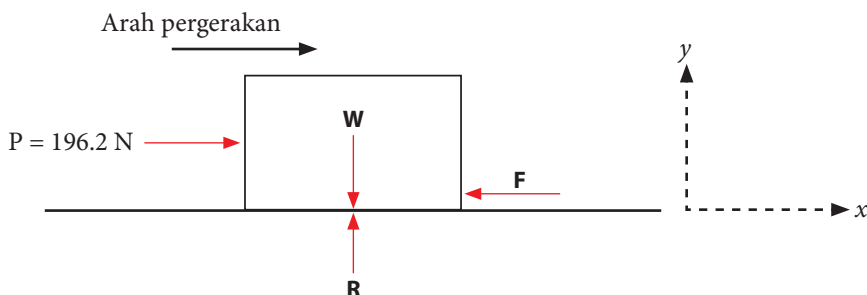
Satu daya P bernilai 196.2 N diperlukan untuk menggerakkan jasad 100 kg daripada keadaan pegun, seperti dalam Rajah 3.51. Tentukan nilai pekali geseran, μ jasad tersebut.



Rajah 3.51

Langkah Penyelesaian 1

Lukiskan Gambarajah Badan Bebas.



Langkah Penyelesaian 2

Selesaikan semua daya dalam arah paksi y .

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$R + (-W) = 0$$

$$R = W$$

$$R = mg$$

$$R = 100(9.81)$$

$$R = 981 \text{ N}$$

Langkah Penyelesaian 3

Selesaikan semua daya dalam arah paksi x .

$$+\rightarrow \Sigma F_x = 0$$

$$P + (-F) = 0$$

$$P - F = 0$$

$$F = P$$

$$F = 196.2 \text{ N}$$

Langkah Penyelesaian 4

Pekali geseran.

$$F = \mu R$$

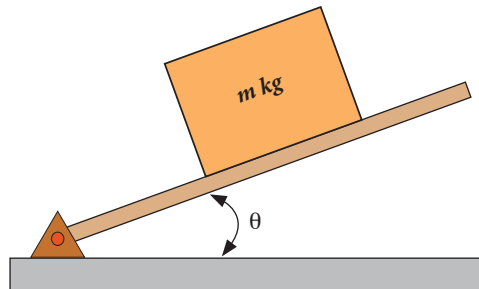
$$\mu = \frac{R}{F}$$

$$\mu = \frac{196.2}{981}$$

$$\mu = 0.2$$

(b) Permukaan Condong
Contoh 1

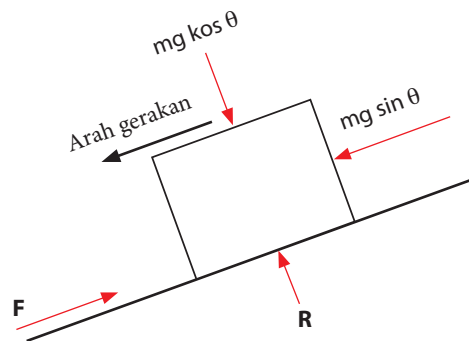
Satu jasad berjisim m kg diletakkan di atas permukaan mendatar. Permukaan mendatar itu dicondongkan sehingga jasad mula bergerak ke bawah seperti dalam Rajah 3.52. Tentukan sudut kecondongan θ , apabila pekali geseran, $\mu = 0.42$.



Rajah 3.52

Langkah Penyelesaian 1

Lukiskan Gambarajah Badan Bebas.


Langkah Penyelesaian 2

Selesaikan semua daya dalam arah paksi x .

$$+\rightarrow \Sigma F_x = 0$$

$$F - mg \sin \theta = 0$$

$$F = mg \sin \theta \quad \text{--- 1}$$

Selesaikan semua daya dalam arah paksi y .

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$R - mg \cos \theta = 0$$

$$R = mg \cos \theta = 0$$

Daya geseran untuk menggerakkan jasad diberi.

$$F = \mu R$$

$$F = \mu mg \cos \theta \quad \text{--- 2}$$

Persamaan 1 = Persamaan 2

$$mg \sin \theta = \mu mg \cos \theta$$

$$\frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \mu$$

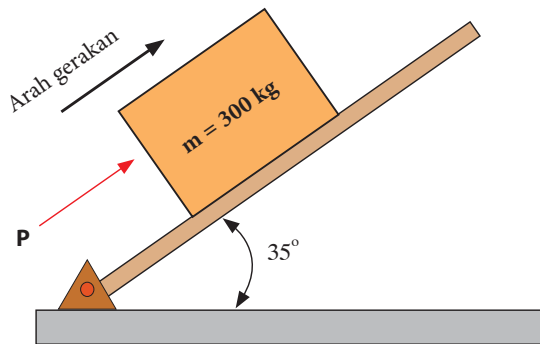
$$\tan \theta = \mu$$

$$\tan \theta = 0.42$$

$$\theta = 22.78^\circ$$

Contoh 2

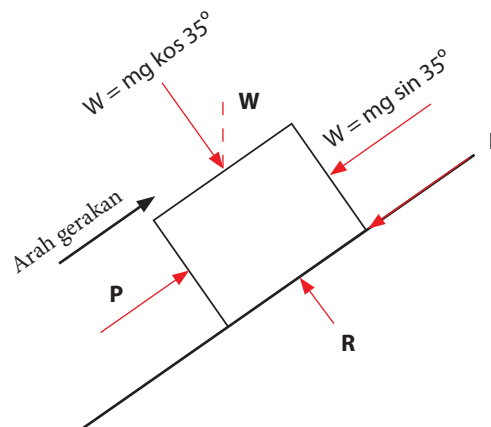
Dalam Rajah 3.53, satu daya P bertindak ke atas satu jasad berjisim 300 kg. Jasad itu berada di atas satah condong bersudut 35°. Daya P selari dengan permukaan satah condong tersebut. Hitungkan daya P ketika jasad mula hendak bergerak. Diberi pekali geseran 0.45.



Rajah 3.53

Langkah Penyelesaian 1

Lukiskan Gambarajah Badan Bebas.



Langkah Penyelesaian 2

Selesaikan semua daya dalam arah paksi y .

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$R + (-mg \cos \theta) = 0$$

$$R = mg \cos \theta$$

$$R = 300 (9.81) \cos 35^\circ$$

$$R = 2943 \times 0.819$$

$$\mathbf{R = 2410.32 \text{ N}}$$

$$F = \mu R$$

$$F = 0.45 (2410.32)$$

$$\mathbf{F = 1084.64 \text{ N}}$$

Langkah Penyelesaian 3

Selesaikan semua daya dalam arah paksi x .

$$+\uparrow \Sigma F_x = 0$$

$$P + (-mg \sin \theta) + (-F) = 0$$

$$P = mg \sin \theta + F$$

$$P = 300 (9.81) \sin 35^\circ + 1084.64$$

$$P = 300 (9.81)(0.574) + 1084.64$$

$$P = 2943(0.574) + 1084.64$$

$$\mathbf{P = 2772.68 \text{ N}}$$

3.4 Asas Kekuatan Bahan

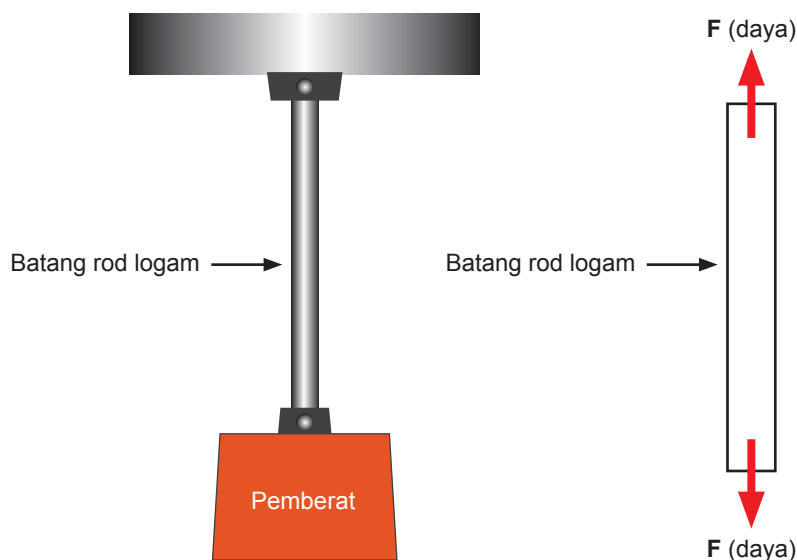
Standard Pembelajaran

Menerangkan konsep tegasan dan terikan.

Asas kekuatan bahan merupakan satu cabang ilmu yang mengkaji tentang kesan ke atas struktur binaan atau mesin apabila dikenakan beban dari luar. Tujuannya adalah untuk menentukan beban maksimum yang mampu ditanggung oleh anggota struktur sebelum ia gagal. Pengetahuan dalam asas kekuatan bahan membolehkan kita mengetahui saiz, bentuk, dan bahan yang sesuai untuk sesuatu anggota struktur binaan atau mesin. Selain itu, ia dapat memastikan reka bentuk adalah selamat digunakan dan penjimatan dalam penggunaan bahan.

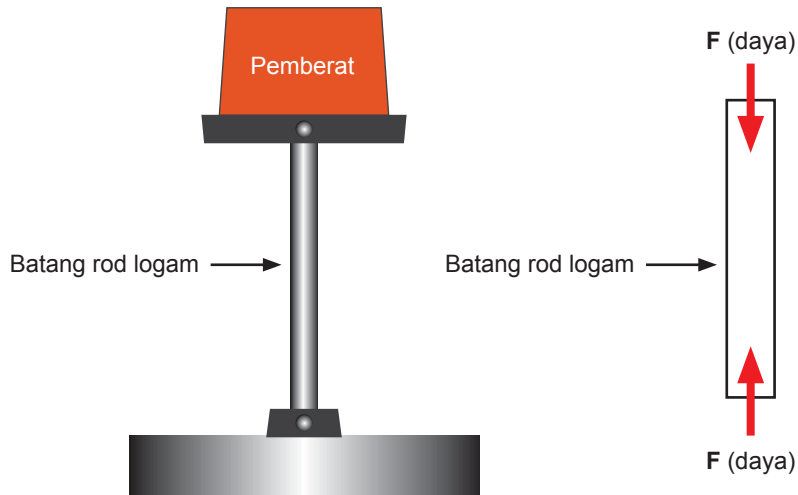
3.4.1 Konsep Tegasan dan Terikan

Rajah 3.54 menunjukkan sebatang logam pada hujungnya digantung dengan satu pemberat. Pemberat tersebut ialah daya yang bertindak pada batang logam itu. Terdapat daya-daya (F) yang bertindak pada kedua-dua hujung batang logam itu. Daya F pada hujung bawah batang logam mewakili daya yang bertindak dan daya F di hujung atas batang logam ialah daya tindak balas yang terhasil dalam batang logam bagi mengimbangi daya F arah ke bawah. Kedua-duanya mempunyai nilai daya yang sama tetapi berlawanan arah. Arah tindakan daya F seperti dalam Rajah 3.57 menunjukkan batang logam itu bertindak secara tegangan.



Rajah 3.54 Batang rod digantung dengan pemberat pada hujungnya. Daya F bertindak pada hujung batang rod

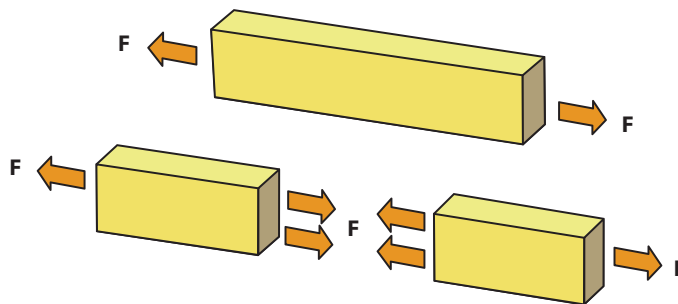
Rajah 3.55 menunjukkan sebatang tiang yang didirikan di atas lantai. Tiang ini dikenakan pemberat di bahagian atasnya. Pemberat diwakili oleh daya F yang bertindak ke arah bawah di hujung atas tiang. Hujung tiang pada lantai diimbangi oleh daya tindak balas F ke arah atas. Arah tindakan daya F seperti dalam Rajah 3.57 menunjukkan daya ini bertindak ke atas tiang secara



Rajah 3.55 Sebatang rod logam dikenakan beban di atasnya dan daya mampatan F yang bertindak pada rod logam

Tegasan

Rajah 3.56 menunjukkan satu bar keluli dikenakan daya tegangan F . Daya F ini cuba memanjangkan bar keluli itu. Bar keluli itu akan dapat mengekalkan bentuknya dengan menghasilkan satu tindak balas dalaman keluli. Tindak balas dalaman ini dikenali sebagai tegasan. Tegasan ialah daya yang bertindak seunit luas permukaan. Tegasan dianggap teragih dengan seragam di keseluruhan keratan rentas bar. Simbol bagi tegasan ialah σ .



Rajah 3.56 Satu bar dikenakan daya F di hujungnya dan tindak balas dalaman dalam bar berlaku

$$\text{Tegasan} = \frac{\text{Daya}}{\text{Luas}}$$

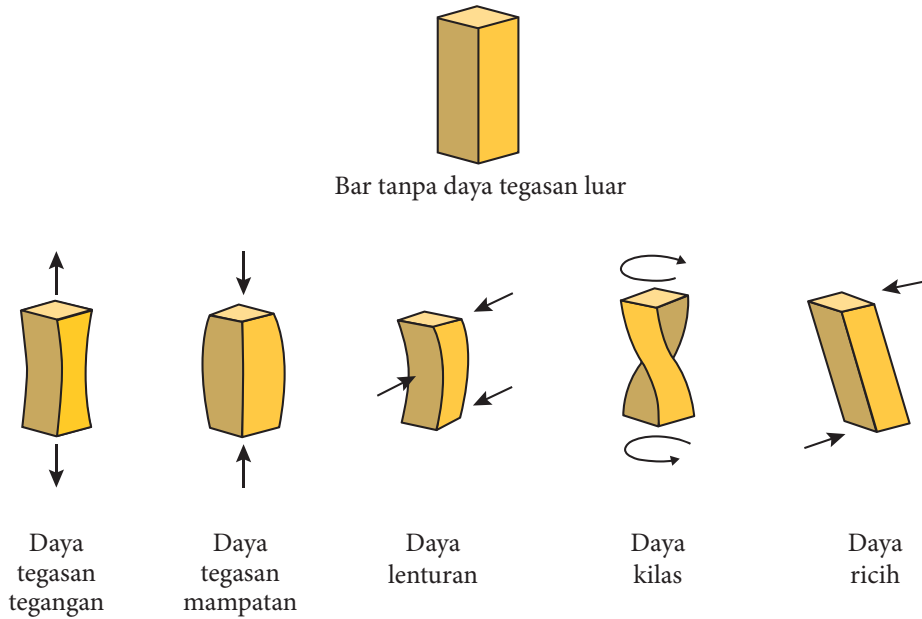
$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \text{Tegasan (N/m}^2\text{)}$$

$$F = \text{Daya (N)}$$

$$A = \text{Luas keratan rentas (m}^2\text{)}$$

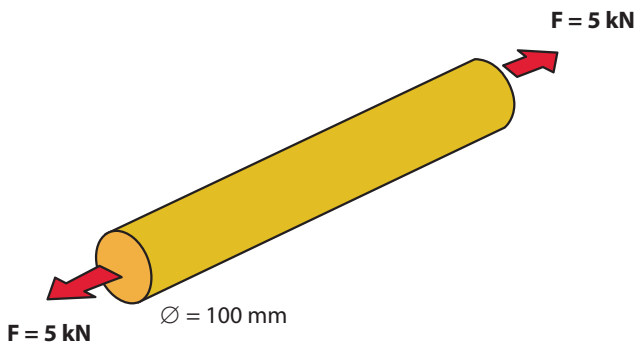
Sesuatu anggota struktur dikatakan mengalami tegasan tegangan apabila daya tegangan bertindak ke atasnya. Tegasan mampatan pula berlaku pada anggota struktur yang dikenakan daya mampatan. Rajah 3.57 menunjukkan jenis-jenis tegasan pada satu bar.



Rajah 3.57 Jenis-jenis tegasan

Contoh 1

Rajah 3.58 menunjukkan sebatang bar keluli berdiameter 100 mm telah dikenakan daya tegangan bernilai 5 kN. Hitungkan nilai tegasan bar keluli tersebut.



Rajah 3.58

Penyelesaian

Diberi,

$$\text{Daya } F = 5 \text{ kN} = 5000 \text{ N}$$

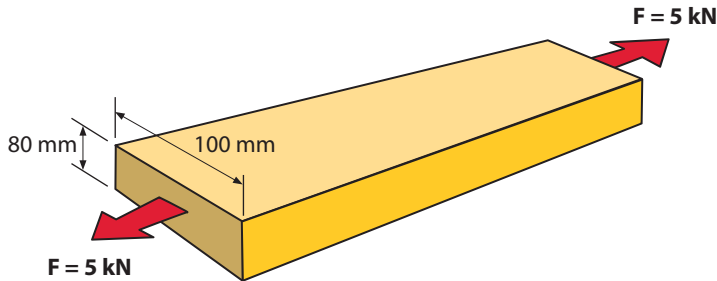
$$\begin{aligned} \text{Luas } A &= \pi r^2 \\ &= \pi(0.05)^2 \\ &= 7.85 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{5000}{7.85 \times 10^{-3} \text{ m}^2} \\ &= 636942.68 \text{ N/m}^2 \\ &= 636.942 \times 10^3 \text{ N/m}^2 \\ &= 636.942 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Contoh 2

Rajah 3.59 menunjukkan sebatang bar keluli segi empat tepat mempunyai keratan rentas berukuran 80 mm x 100 mm telah dikenakan daya tegangan bernilai 5 kN. Hitungkan nilai tegasan bar keluli segi empat tepat berikut.



Rajah 3.59

Penyelesaian

Diberi,

$$\text{Daya } F = 5 \text{ kN} = 5000 \text{ N}$$

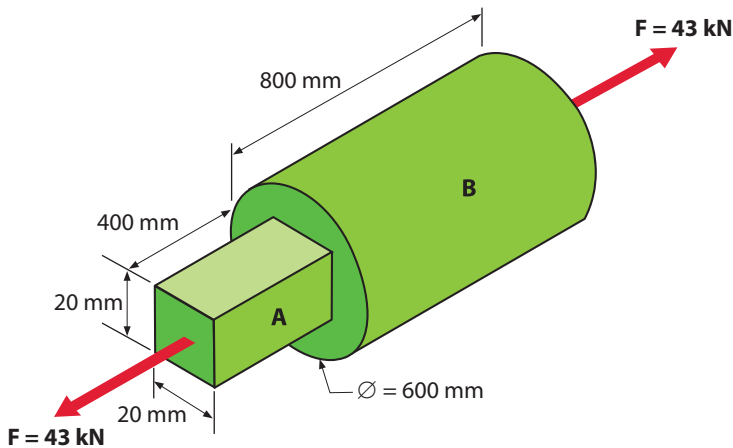
$$\text{Luas } A = 0.08 \times 0.10 = 0.008 \text{ m}^2$$

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

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{5000 \text{ N}}{0.008 \text{ m}^2} \\ &= 625000 \text{ N/m}^2 \\ &= 625 \times 10^3 \text{ N/m}^2 \\ &= 625 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Contoh 3

Sebatang bar majmuk telah dikenakan daya tegangan bernilai 43 kN pada paksinya seperti dalam Rajah 3.60. Hitungkan nilai tegasan bar majmuk tersebut.



Rajah 3.60

Penyelesaian bahagian B

Diberi,

$$\text{Daya } F = 43 \text{ kN} = 43000 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas } A &= \pi r^2 \\ &= \pi (0.03)^2 \\ &= 0.00283 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{43000}{0.00283} \\ &= 15208139 \text{ N/m}^2 \\ &= 15.2 \times 10^6 \text{ N/m}^2 \\ &= 15.2 \times \text{MN/m}^2 \end{aligned}$$

Penyelesaian bahagian A

Diberi,

$$\text{Daya } F = 43 \text{ kN} = 43000 \text{ N}$$

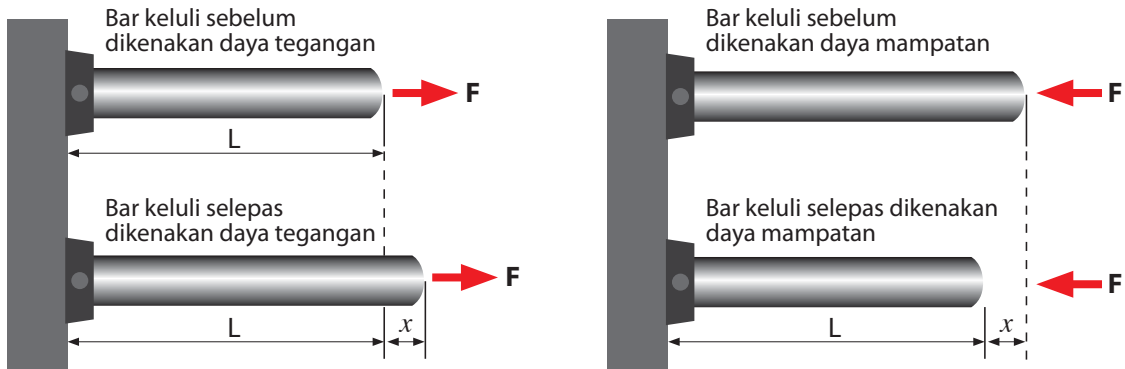
$$\text{Luas } A = 0.02 \times 0.02 = 0.0004 \text{ m}^2$$

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

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{43000 \text{ N}}{0.0004 \text{ m}^2} \\ &= 107500000 \text{ N/m}^2 \\ &= 107.5 \times 10^6 \text{ N/m}^2 \\ &= 107.50 \text{ MN/m}^2 \end{aligned}$$

Keterikan

Apabila sebatang bar keluli dikenakan daya secara tegangan atau mampatan, bar keluli akan memanjang atau memendek seperti dalam Rajah 3.61. L ialah panjang asal, apabila dikenakan daya F , bar keluli itu akan mengalami perubahan panjang sebanyak nilai x . Nisbah perubahan panjang dengan panjang asal ditakrifkan sebagai keterikan. Simbol bagi keterikan ialah ϵ dan tidak mempunyai unit.



Rajah 3.61 Keterikan pada bar keluli

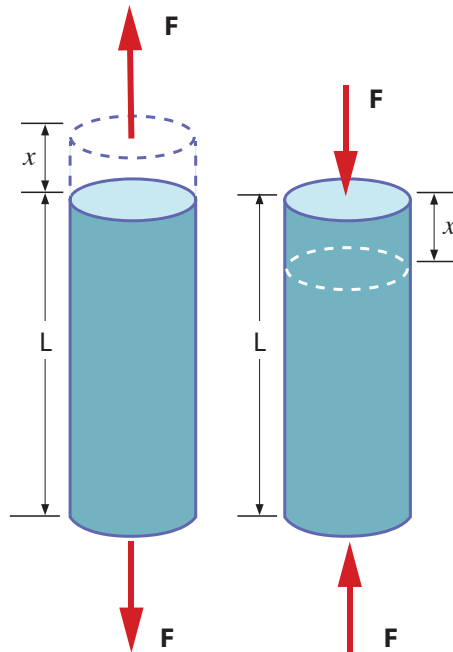
$$\text{Keterikan} = \frac{\text{Perubahan panjang}}{\text{Panjang asal}}$$

$$\epsilon = \frac{x}{L}$$

ϵ = Keterikan

x = Perubahan panjang

L = Panjang asal



Rajah 3.62 Keterikan pada bar keluli menegak

3.4.2 Hukum Hooke

Kebanyakan bahan bukan logam seperti getah, mempunyai keupayaan kembali ke bentuk asal setelah mengalami perubahan bentuk akibat tindakan daya tegangan atau mampatan. Keanjalan mempunyai had tertentu. Bahan-bahan yang mempunyai sifat mekanikal seperti ini dikenali sebagai keanjalan. Hubungan antara tegasan dan terikan keanjalan dinyatakan oleh Hukum Hooke. Hukum Hooke menyatakan dalam had anjal, keterikan sesuatu bahan adalah berkadar terus dengan tegasan yang dikenakan padanya.

Hukum Hooke dapat diterjemahkan dengan membuat ujian tegangan ke atas bahan seperti keluli lembut yang mempunyai sifat mekanik keanjalan. Sifat mekanik keanjalan boleh diuji dengan menggunakan mesin ujian tegangan seperti dalam Foto 3.14 (a).



Standard Pembelajaran

Menerangkan hubungan tegasan-terikan melalui graf berdasarkan Hukum Hooke.



Foto 3.13 Spesimen logam yang diuji.

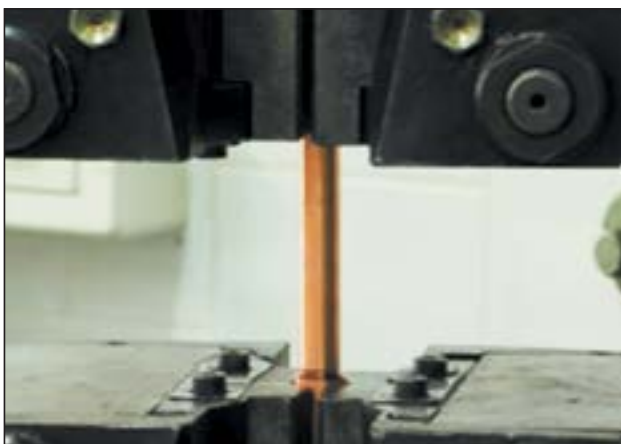


Foto 3.14 (a) Mesin ujian tegangan dan spesimen logam yang diuji



Sila lmbas

Video ujian tegangan:

<http://arasmega.com/qr-link/video-ujian-tegangan/>

(Dicapai pada 6 September 2019)

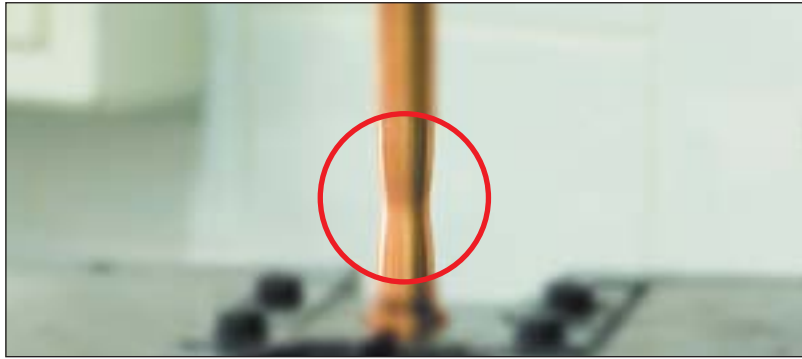


Foto 3.14 (b) Spesimen logam yang sedang diuji (meleher)

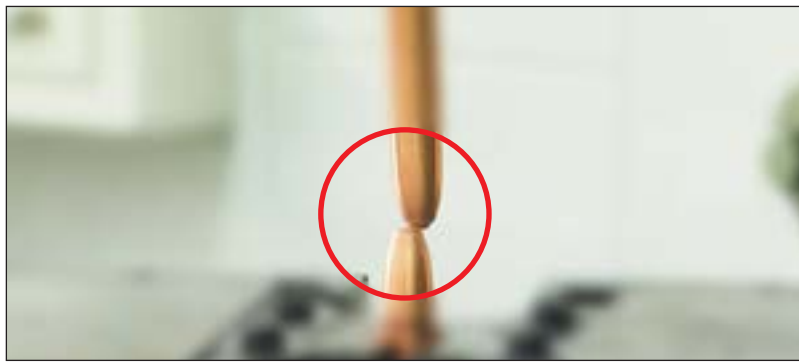
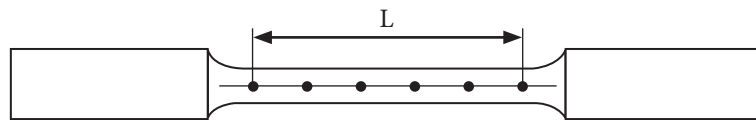


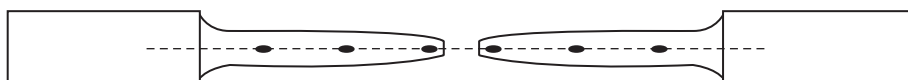
Foto 3.14 (c) Spesimen logam yang selesai diuji (putus)

Bar bulat keluli tersebut disediakan dalam dimensi yang tertentu. Foto 3.13 menunjukkan spesimen logam dipasang dalam mesin ujian tegangan. Beban ditingkatkan sedikit demi sedikit sehingga bar tersebut putus ataupun patah seperti dalam Foto 3.14 (c). Beban yang dikenakan dan pemanjangan yang berlaku dicatat. Alat khas yang dinamakan *extensometer* digunakan untuk mengukur pemanjangan yang terjadi.



Spesimen sebelum ujian tegangan.

(a)

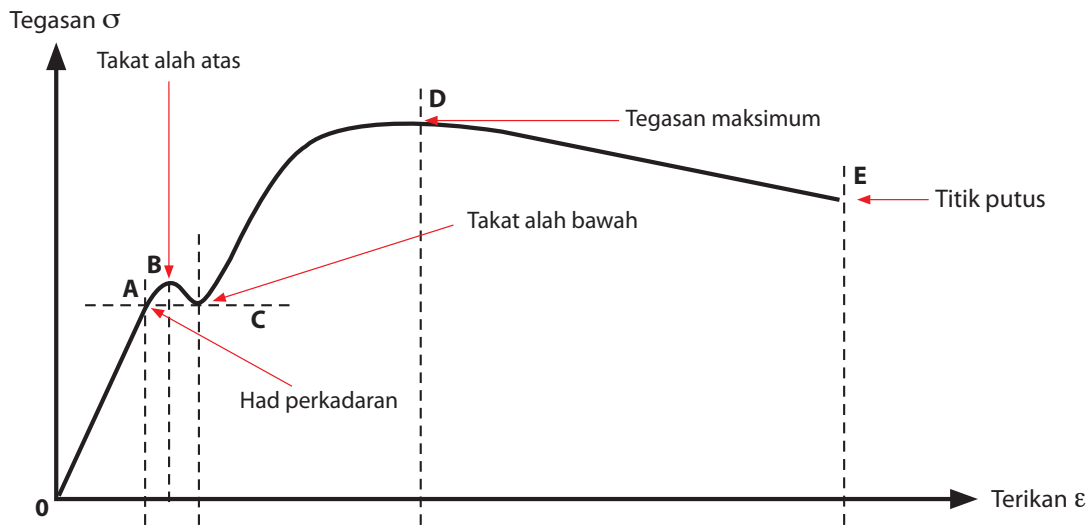


Spesimen selepas ujian tegangan.

(b)

Rajah 3.63 Spesimen yang digunakan untuk ujian tegangan

Dalam ujian ini, spesimen akan dikenakan beban atau daya sehingga spesimen gagal di mana pemanjangannya dicatatkan. Ujian ini membolehkan kita memplotkan graf tegasan melawan terikan seperti dalam Rajah 3.64.



Rajah 3.64 Graf tegasan melawan terikan

Jadual 3.2 Penerangan graf tegasan melawan terikan

Situasi	Catatan
0 - A: Had perkadaran	Julat tegasan yang dapat mematuhi syarat Hukum Hooke. Bahagian graf ini menunjukkan satu garisan lurus.
A - B: Had keanjalan muktamad	Julat sesuatu ukuran jasad akan kembali semula kepada ukuran asal apabila beban atau tegasan dihapuskan. Tegasan yang melebihi nilai had ini akan menyebabkan pertambahan panjang jasad kekal.
B: Titik alah atas	Titik mula pertambahan terikan tanpa pertambahan tegasan.
C: Titik alah bawah	Titik akhir pertambahan terikan tanpa pertambahan tegasan.
D: Titik tegasan maksimum	Titik tegasan maksimum yang dapat ditanggung oleh bahan.
E: Titik putus	Titik terikan maksimum yang menyebabkan bahan putus.

3.4.3 Kaedah Penyelesaian Tegasan, Terikan dan Modulus Keanjalan



Standard Pembelajaran

Menyelesaikan masalah berkaitan tegasan, terikan, dan modulus keanjalan bagi komponen majmuk dengan menggunakan rumus.

Daripada Hukum Hooke, didapati tegasan adalah berkadar terus dengan keterikan.

$$\sigma \propto \epsilon$$

$$\sigma = E \epsilon$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Di mana, E adalah pemalar.

Pemalar E dikenali sebagai Modulus Keanjalan atau Modulus Young dan unit bagi E ialah N/m². Diketahui juga sebagai:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad \text{dan} \quad \epsilon = \frac{x}{L}$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

$$E = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{x}{L}}$$

$$E = \frac{FL}{Ax}$$

Jadual 3.3 menunjukkan nilai Modulus Keanjalan E untuk beberapa bahan tertentu.

Jadual 3.3 Nilai Modulus Keanjalan untuk bahan tertentu

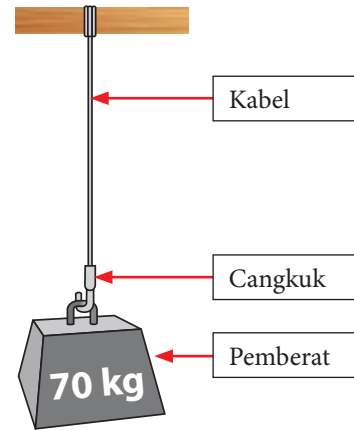
Bahan	Modulus Keanjalan (GN/ m ²) E × 10 ⁹ N/m ² (had perkadaran)
Keluli karbon rendah	195 - 210
Keluli tegangan tinggi	195 - 210
Keluli aloi nikel	500 - 800
Tembaga	90 - 110
Loyang	75 - 95
Aluminium	60 - 80

(Sumber: Callister, WD. dan Rethwisch, D.G (2010). *Materials Science Engineering An Introduction*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.)

Contoh 1

Rajah 3.65 menunjukkan sebuah pemberat berjisim 70 kg digantungkan pada cangkuk hujung kabel logam. Kabel logam ini mempunyai diameter 3 mm. Tegangan maksimum kabel tersebut ialah 80 MN/m². Diberikan pecutan graviti 9.81 m/s².

- (a) Tentukan adakah kabel itu mampu menanggung pemberat yang digantung.
- (b) Untuk menanggung pemberat itu, hitungkan diameter minimum kabel itu.



Rajah 3.65

Penyelesaian bahagian (a)

Diberi,

$$\begin{aligned} \sigma &= 80 \text{ MN/m}^2 \\ \text{Jisim (Mass)} &= 70 \text{ kg} \\ \text{Diameter kabel} &= 3 \text{ mm} = 0.003 \text{ m} \\ \text{Luas } A &= \pi j^2 \\ &= \pi(0.0015)^2 \\ &= 7.07 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{F}{A} \\ F &= \sigma \times A \\ F &= (80 \times 10^6) \times (7.07 \times 10^{-6}) \text{ m}^2 \\ F &= 565.6 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= ma \\ m &= \frac{F}{a} \\ &= \frac{565.6 \text{ N}}{9.81} \\ m &= 57.66 \text{ kg} \end{aligned}$$

Oleh itu, kabel logam tidak mampu menanggung pemberat yang digantung kerana kabel hanya mampu menanggung berat maksimum 57.66 kg sahaja.

Penyelesaian bahagian (b)

Hitungkan diameter minimum kabel untuk menanggung pemberat 70 kg tanpa putus.

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{F}{A} & j &= \sqrt{\frac{70 \times 9.81}{80 \times 10^6 \times \pi}} \\ A &= \frac{F}{\sigma} & j &= \sqrt{\frac{686.7}{251327412.3}} \\ \pi j^2 &= \frac{F}{\sigma} & j &= 1.65 \\ j^2 &= \frac{F}{\sigma \pi} & d &= 3.31 \times 10^{-3} \text{ m} \\ & & d &= 3.31 \text{ mm} \end{aligned}$$

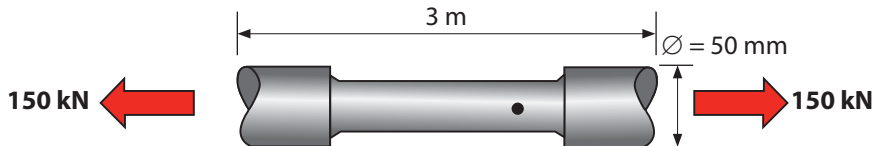
i Info

Diameter minimum kabel untuk menanggung pemberat 70 kg tanpa putus ialah 3.31 mm.

Contoh 2

Rajah 3.66 menunjukkan sebatang rod keluli berdiameter 50 mm dan panjang 3 m mengalami pemanjangan sebanyak 1.35 mm apabila dikenakan daya tegangan bernilai 150 kN. Hitungkan:

- Tegasan tegangan dalam rod itu
- Keterikan
- Modulus Keanjalan



Rajah 3.66

Penyelesaian (a)

Diberi,

$$F = 150 \text{ kN}$$

$$x = 1.35 \text{ mm}$$

$$\varnothing = 50 \text{ mm atau } 0.05 \text{ m}$$

$$L = 3.0 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas } A &= \pi j^2 \\ &= \pi(0.025)^2 \\ &= 0.00196 \\ &= 1.96 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

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

$$\sigma = \frac{F}{\pi j^2}$$

$$\sigma = \frac{150 \times 10^3}{\pi(0.025)^2} = 76530612.24$$

$$\sigma = \frac{150 \times 10^3}{1.96 \times 10^{-3}}$$

$$\sigma = 76.53 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\sigma = 76.53 \text{ MN/m}^2$$

Penyelesaian (b)

$$\varepsilon = \frac{\text{Pertambahan panjang}}{\text{Panjang asal}}$$

$$\varepsilon = \frac{x}{L}$$

$$\varepsilon = \frac{1.35 \times 10^{-3}}{3}$$

$$\varepsilon = 0.45 \times 10^{-3}$$

Penyelesaian (c)

$$E = \frac{\text{Tegasan}}{\text{Keterikan}}$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$E = \frac{76.53 \times 10^6 \text{ N/m}^2}{0.45 \times 10^{-3}} = 170066666700 \text{ N/m}^2$$

$$E = 170.07 \times 10^9 \text{ N/m}^2$$

$$E = 170.07 \text{ GN/m}^2$$

Contoh 3

Rajah 3.67 menunjukkan satu bar aluminium yang mempunyai permukaan segi empat sama $40 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$ telah dikenakan daya mampatan 200 kN . Panjang asal bar aluminium ialah 2.5 m dan Modulus Keanjalan untuk aluminium ialah $80 \times 10^9 \text{ N/m}^2$. Hitungkan:

- Keterikan
- Perubahan panjang

Penyelesaian (a)

Diberi,

$$F = 200 \text{ kN}$$

$$L = 2.5 \text{ m}$$

$$A = 40 \text{ mm} \times 40 \text{ mm} (0.04 \text{ m} \times 0.04 \text{ m})$$

$$\text{Luas } A = F \times L$$

$$= 0.04 \text{ m} \times 0.04 \text{ m}$$

$$= 0.0016 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{\text{Daya}}{\text{Luas}}$$

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

$$\sigma = \frac{200 \times 10^3}{0.0016}$$

$$\sigma = 125000000 \text{ N/m}^2$$

$$\sigma = 125 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\sigma = 125 \text{ MN/m}^2$$

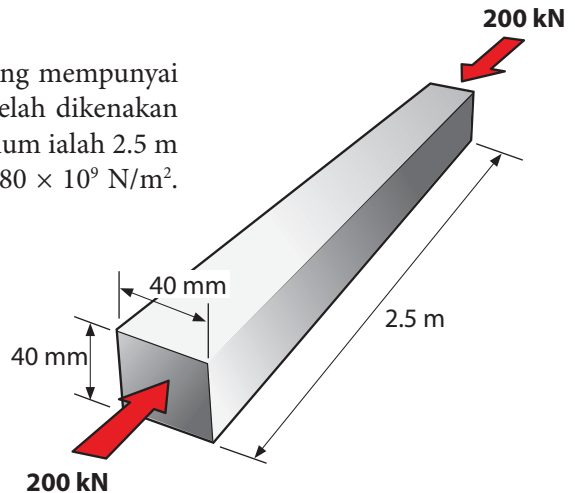
$$E = \frac{\text{Tegasan}}{\text{Terikan}}$$

$$\text{Keterikan} = \frac{\text{Tegasan}}{E}$$

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$

$$\varepsilon = \frac{125 \times 10^6}{80 \times 10^9}$$

$$\varepsilon = 1.56 \times 10^{-3}$$



Rajah 3.67

Penyelesaian (b)

$$\varepsilon = \frac{\text{Pertambahan panjang}}{\text{Panjang asal}}$$

$$\varepsilon = \frac{x}{L}$$

$$\text{Pertambahan panjang} = \text{Panjang asal} \times \varepsilon$$

$$= 2.5 \times 0.00156$$

$$= 0.0039$$

$$= 3.9 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$= \mathbf{3.90 \text{ mm}}$$



Hitungkan diameter minimum kabel untuk menanggung pemberat 70 kg tanpa putus.

Menghasilkan Graf Terikan -Tegasan Berdasarkan Data yang Disediakan

Sekiranya nilai setiap daya (F) hasil daripada uji kaji tegangan dibahagikan dengan luas keratan rentas (A_{asal}) spesimen, maka tegasan tegangan (σ) pada setiap nilai daya boleh diperolehi.

Begitu juga dengan nilai setiap pertambahan pemanjangan (x) jika dibahagikan dengan panjang asal rod spesimen keluli (L_{asal}), maka nilai terikan (ϵ) pada setiap titik pemanjangan dapat dikira.

Berdasarkan Jadual 3.4, spesimen berdiameter 25 mm berukuran panjang 250 mm mengalami pemanjangan 0.05 mm, apabila beban 20 kN dikenakan.

- Hitungkan tegasan tegangan (σ)
- Hitungkan terikan yang dialami (ϵ)
- Plotkan graf tegasan melawan terikan berdasarkan Jadual 3.4

Penyelesaian

Jadual 3.4 Daya dan pemanjangan

Bacaan	1	2	3	4	5	6	7	8
Daya, F (kN)	0	20	40	60	80	100	120	140
Pemanjangan, x (mm)	0	0.05	0.11	0.17	0.22	0.29	0.34	0.41

(a) Tegasan tegangan

$$\text{Daya } F = 20 \times 1000 = 20000 \text{ N}$$

$$\varnothing = 25 \text{ mm @ } 0.025 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas } A &= \pi r^2 \\ &= \pi (0.0125)^2 \\ &= 490.87 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

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

$$\sigma = \frac{20000 \text{ N}}{490.87 \times 10^{-6} \text{ m}^2}$$

$$\sigma = 40.74 \text{ MN/m}^2$$

(b) Terikan yang dialami

$$\epsilon = \frac{\text{Pertambahan panjang}}{\text{Panjang asal}}$$

$$\epsilon = \frac{x}{L}$$

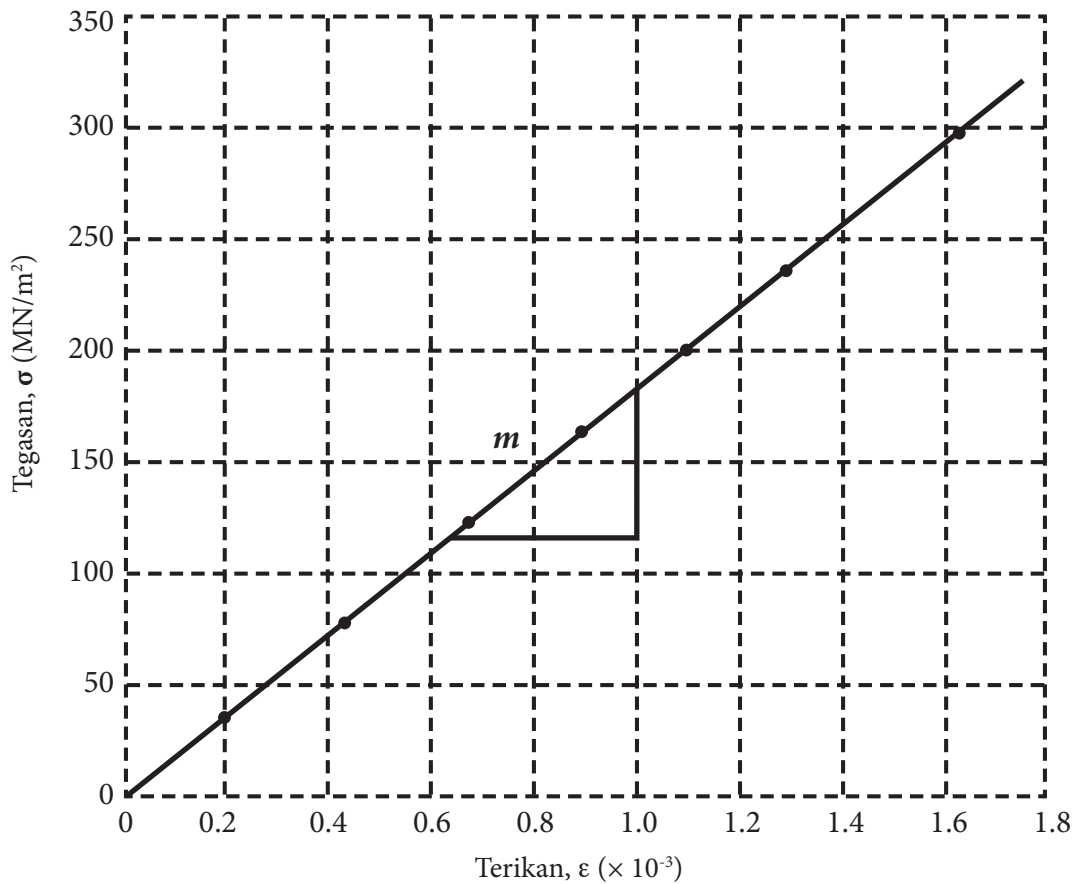
$$\epsilon = \frac{0.05 \text{ mm}}{250 \text{ mm}}$$

$$\epsilon = 0.20 \times 10^{-3}$$

(c) Plot graf tegasan melawan terikan

Jadual 3.5 Nilai tegasan dan terikan daripada uji kaji

Bacaan	1	2	3	4	5	6	7	8
Daya, F (kN)	0	20	40	60	80	100	120	140
Pemanjangan, x mm	0	0.05	0.11	0.17	0.22	0.29	0.34	0.41
Tegasan σ MN/m ²	0	40.74	81.49	122.23	162.97	203.72	244.46	285.21
Terikan $\epsilon \times 10^{-3}$	0	0.2	0.44	0.68	0.88	1.16	1.36	1.64



Rajah 3.68 Graf tegasan melawan terikan

Rumusan

ASAS STATIK KEJURUTERAAN

Daya

- Suatu tindakan yang menggerakkan dan mengekalkan jasad dalam keadaan pegun.
- Daya ialah kuantiti vektor kerana mempunyai magnitud dan arah di mana magnitud vektor diwakili oleh panjang anak panah yang dilukis mengikut skalar, manakala arah vektor pula ditunjukkan oleh arah anak panah.

Momen

Kesan putaran yang terjadi hasil daripada tindakan daya.

Geseran

Geseran ialah daya yang melawan gerakan pada dua permukaan yang bersentuhan. Daya geseran mengubah tenaga kinetik menjadi haba atau bunyi.

Asas Kekuatan Bahan

Terdapat **dua jenis tegasan** iaitu **tegasan** dan **mampatan** dan ia bergantung pada arah daya luar.

Apabila dikenakan **daya tegasan** atau **mampatan**, maka di dalam bahan akan terhasil **tegasan** dan **terikan**.

Dalam mereka bentuk struktur atau komponen kejuruteraan, sifat mekanikal yang paling penting ialah **Modulus Keanjalan** atau **Modulus Young**.

Bahan yang memiliki sifat **keanjalan** akan mewujudkan **terikan** akibat tindak balas daya luar.

Melalui **ujian tegasan** ke atas spesimen bahan, **nilai Modulus Keanjalan** suatu bahan dapat dicatatkan.

Julat had keanjalan sesuatu bahan kejuruteraan dapat dijelaskan dengan menggunakan **Hukum Hooke**.

Hukum Hooke merangkumi **tegasan** dan **keterikan** suatu bahan.

Latihan Modul 3

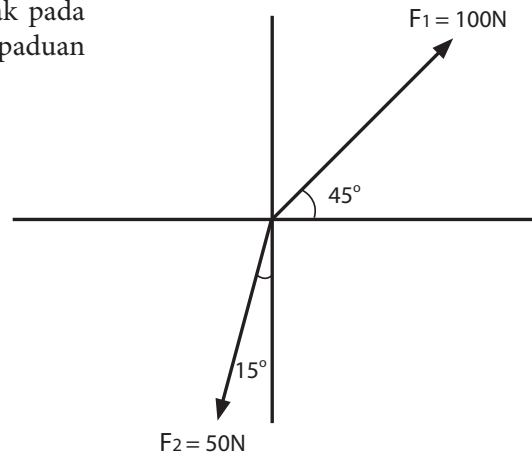
1. Rajah A menunjukkan daya F_1 dan F_2 bertindak pada satu jasad. Hitungkan magnitud dan arah daya paduan bagi kedua-dua daya tersebut.

- (a) ΣF_x
- (b) ΣF_y
- (c) Daya paduan:

$$R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

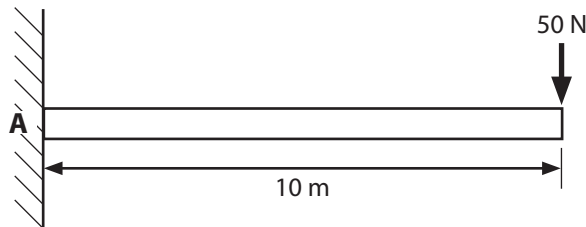
- (d) Arah daya paduan:

$$\tan \theta = \frac{F_y}{F_x}$$



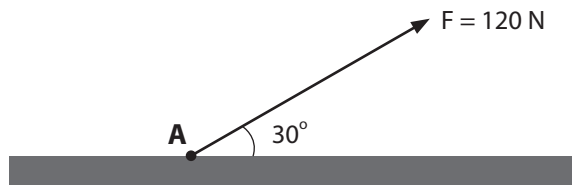
Rajah A

2. Kirakan momen pada titik A pada Rajah B.



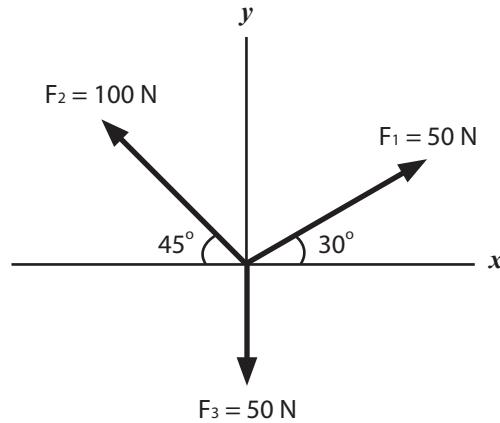
Rajah B

3. Rajah C menunjukkan daya 120 N yang bertindak pada titik A. Leraikan daya itu pada paksi x dan paksi y .



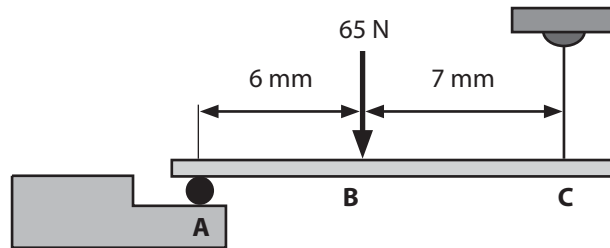
Rajah C

4. Rajah D menunjukkan satu jasad yang dikenakan tindakan daya F_1 , F_2 , dan F_3 . Hitungkan magnitud daya pada paksi x dan paksi y .



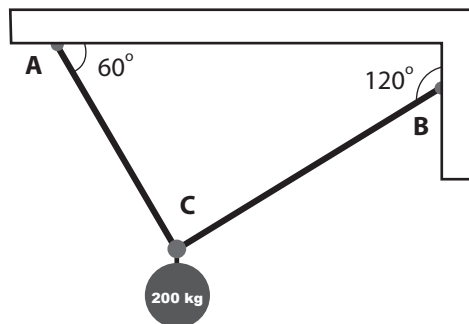
Rajah D

5. Rajah E menunjukkan satu rod yang dikenakan daya 65 N dan berada dalam keadaan keseimbangan. Hitungkan daya tindak balas di titik A.



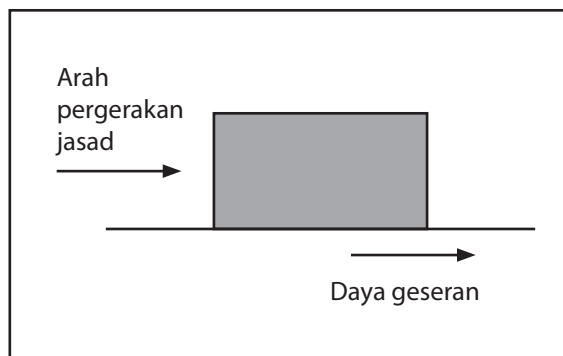
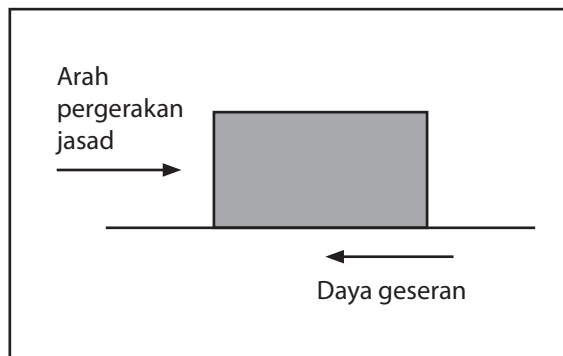
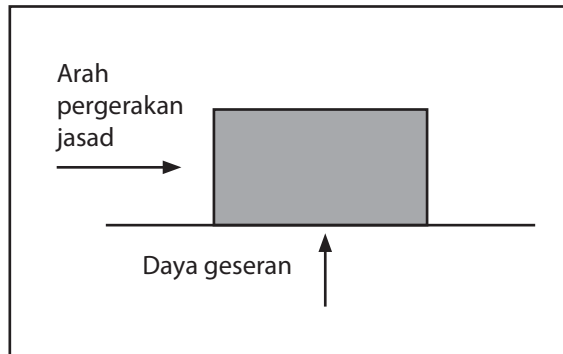
Rajah E

6. Rajah F menunjukkan satu jasad berjisim 200 kg digantung menggunakan kabel A dan B seperti yang ditunjukkan dalam rajah di bawah. Tentukan tegangan kedua-dua kabel tersebut jika sistem berada dalam keseimbangan.



Rajah F

7. Berikut adalah rajah yang menunjukkan geseran yang berlaku pada permukaan rata. Tandakan (✓) bagi rajah yang menunjukkan arah geseran yang betul dan (✗) bagi rajah yang menunjukkan arah geseran yang salah.



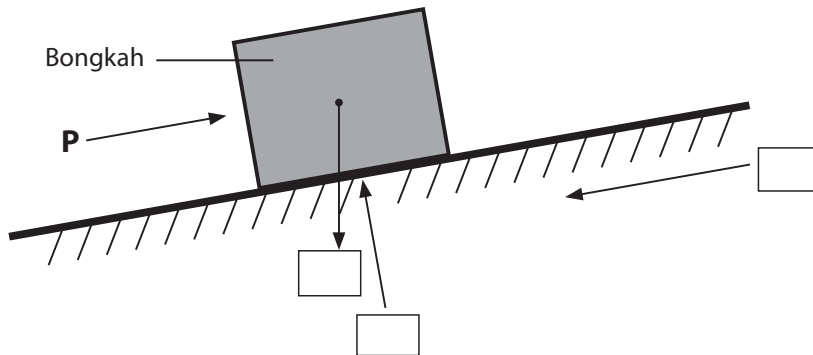
8. Rajah G menunjukkan Gambarajah Badan Bebas sebuah bongkah yang berada dalam keadaan pegun di atas permukaan yang condong. Labelkan daya tindak balas:

R = tindak balas normal

F = daya geseran

W = berat bongkah pada kotak yang disediakan

Daya **P** = daya yang dikenakan telah diberi.



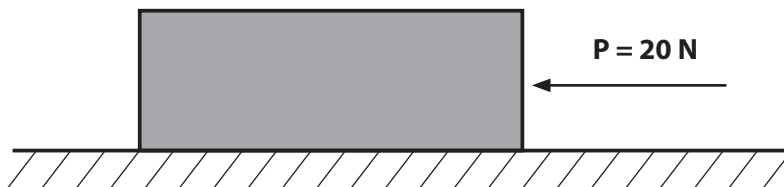
Rajah G

9. Rajah H menunjukkan satu daya P dikenakan pada satu jasad berjisim 50 kg dalam keadaan pegun pada permukaan mendatar.

(a) Lakarkan Gambarajah Badan Bebas bagi menyelesaikan masalah tersebut.

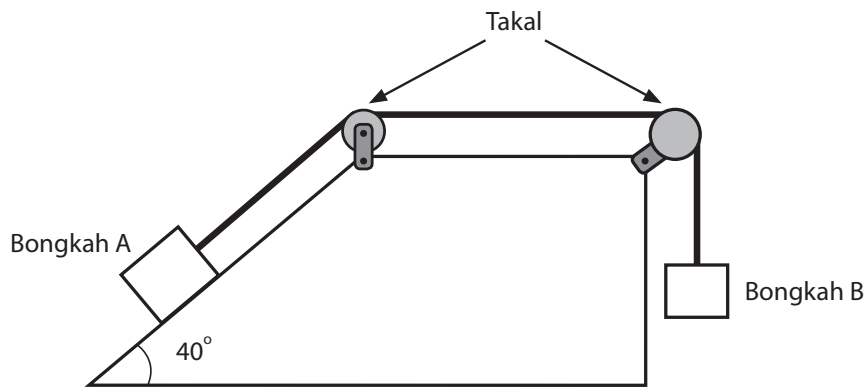
(b) Hitungkan pekali geseran.

Diberi pecutan graviti = 9.81 m/s^2 .



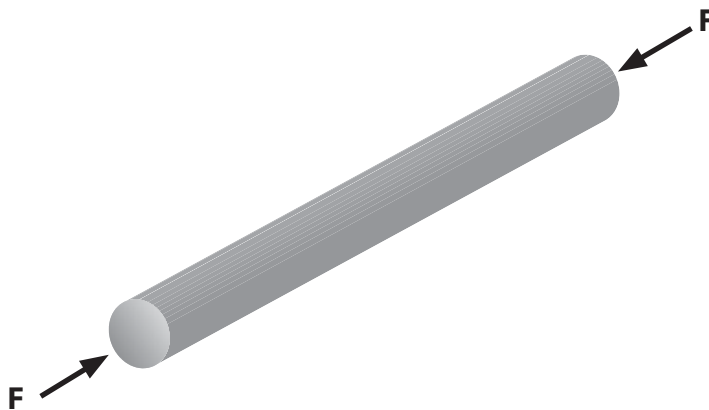
Rajah H

10. Sebuah bongkah A berjisim 30 kg dan berada pada sudut 40° seperti yang ditunjukkan pada Rajah I. Berat bongkah B akan mengakibatkan bongkah A ditarik ke atas. (Diberi pecutan graviti = 9.81 m/s^2)
- Lakarkan Gambarajah Badan Bebas bagi menunjukkan daya-daya yang bertindak pada bongkah A.
 - Jika nilai pekali geseran ialah 0.25, hitungkan berat bongkah B jika kedua-dua bongkah berada dalam keseimbangan.
 - Jika bongkah B dialihkan, hitungkan nilai pekali geseran yang diperlukan supaya bongkah A tidak bergerak.



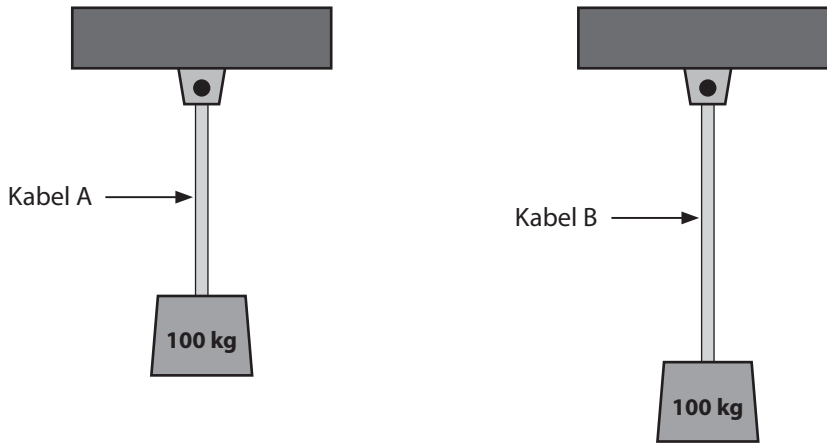
Rajah I

11. Rajah J menunjukkan sebatang bar keluli dikenakan daya mampatan F kN. Pemendekan yang didapati ialah 0.02 mm selepas dikenakan daya tersebut. Hitungkan keterikan yang terhasil sekiranya panjang asal bar keluli ialah 1.5 meter.



Rajah J

12. Rajah K menunjukkan dua pemberat yang digantung pada dua kabel yang diperbuat daripada bahan keluli. Diameter kabel A adalah sama dengan kabel B. Tandakan (✓) bagi pernyataan yang betul.

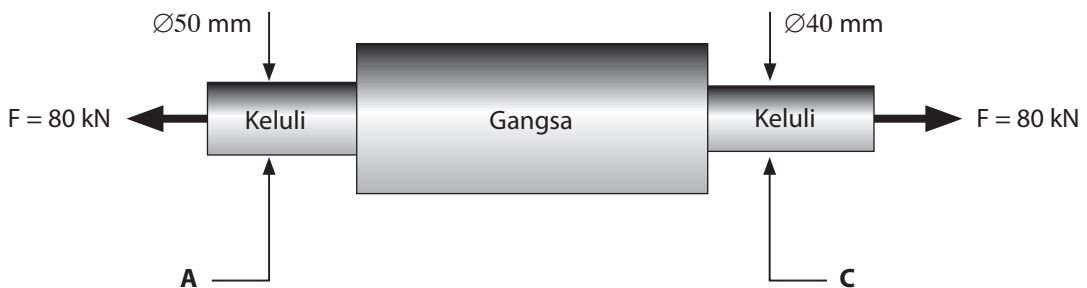


Rajah K

- (a) Tegasan tegangan kabel A adalah lebih tinggi daripada kabel B
- (b) Tegasan tegangan kabel A adalah sama dengan kabel B
- (c) Tegasan tegangan kabel B adalah lebih tinggi daripada kabel A
- (d) Tegasan mampatan kabel A adalah sama dengan kabel B

13. Rajah L menunjukkan bar komposit yang terdiri daripada bar keluli A yang berdiamater 50 mm dan bar keluli C yang berdiamater 40 mm, menarik satu bar gangsa oleh satu daya luar 80 kN. Kirakan:

- (a) Tegasan yang dihasilkan pada bahagian A dan C.
- (b) Terikan yang dihasilkan pada bahagian A dan C jika Modulus Keanjalan keluli ialah $200 \times 10^9 \text{ Nm}^{-2}$.



Rajah L

14. Sebatang bar keluli berdiameter 15 mm dan 3 m panjang dikenakan daya tegangan 50 kN. Modulus Keanjalan bar keluli tersebut ialah $200 \times 10^9 \text{ N/m}^2$.
- Hitungkan pemanjangan bar keluli tersebut.
 - Nyatakan persamaan bagi tegasan.
 - Nyatakan persamaan bagi keterikan.
 - Lakarkan Gambarajah Badan Bebas yang menunjukkan satu rod logam yang mengalami daya mampatan dan satu lagi daya tegangan.
15. Rajah M menunjukkan dua rod logam dikenakan tindakan daya F yang sama. Kedua-dua rod itu mempunyai ukuran diameter dan panjang yang sama.
- Jika Modulus Keanjalan untuk rod A ialah $95 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ dan rod B ialah $110 \times 10^9 \text{ N/m}^2$, tentukan rod logam manakah yang akan mengalami pemanjangan yang lebih panjang. Jelaskan.
 - Rod B ditukar dengan rod logam berongga daripada bahan yang sama dengan rod A. Rod logam berongga itu mempunyai ukuran diameter luar dan panjang yang sama dengan rod B. Apabila kedua-dua rod logam itu dikenakan daya F yang sama, adakah pemanjangan kedua-dua rod logam itu sama? Jelaskan.



Rajah M

► JAWAPAN



Sila Imbas

Jawapan Modul 3:

<http://arasmega.com/qr-link/jawapan-modul-3/>

(Dicapai pada 4 September 2019)

▶▶▶ MODUL 4

4.0 REKA BENTUK KEJURUTERAAN

Standard Kandungan:

- 4.1 Pengurusan Projek
- 4.2 Proses Reka Bentuk Penghasilan Produk Kejuruteraan



4.1 Pengurusan Projek

Projek merupakan suatu tugas sementara yang diberikan oleh pengguna bagi menghasilkan produk, memberikan perkhidmatan, atau penyelesaian. Oleh itu, pengurusan projek seperti yang dinyatakan oleh Stanley E. Portny (2013) merupakan proses membimbing sesuatu projek daripada permulaannya berdasarkan kemajuan dan prestasi aktiviti yang terlibat dalam projek tersebut sehinggalah projek berakhir. Aspek yang terlibat dalam pengurusan projek adalah seperti perancangan, penjadualan, pemantauan, dan kawalan semua langkah atau aktiviti projek agar dapat mencapai objektif mengikut masa, kos yang terlibat, kualiti, dan spesifikasi yang telah ditentukan.

4.1.1 Aspek Pengurusan Projek

Aspek pengurusan projek melibatkan beberapa aktiviti atau langkah dalam proses reka bentuk kejuruteraan yang boleh dikategorikan kepada tiga bahagian utama, iaitu:

Perancangan

Perancangan merupakan proses membentuk pelan yang mengandungi aktiviti:

- Mengenal pasti sumber yang diperlukan iaitu pemilihan ahli projek dan anggaran kos.
- Menentukan objektif berdasarkan masalah yang perlu diselesaikan dan menjangka had atau kekangan projek.

Penjadualan projek

Penjadualan projek adalah untuk menyusun atur setiap langkah atau aktiviti projek mengikut anggaran jangka masa dan kos yang ditetapkan.

Pemantauan dan pengawalan

Pemantauan dan pengawalan bertujuan untuk memastikan pelaksanaan projek mengikut spesifikasi, kualiti, kos, dan masa yang telah ditetapkan. Selain itu, proses ini juga dapat memantau aktiviti projek.

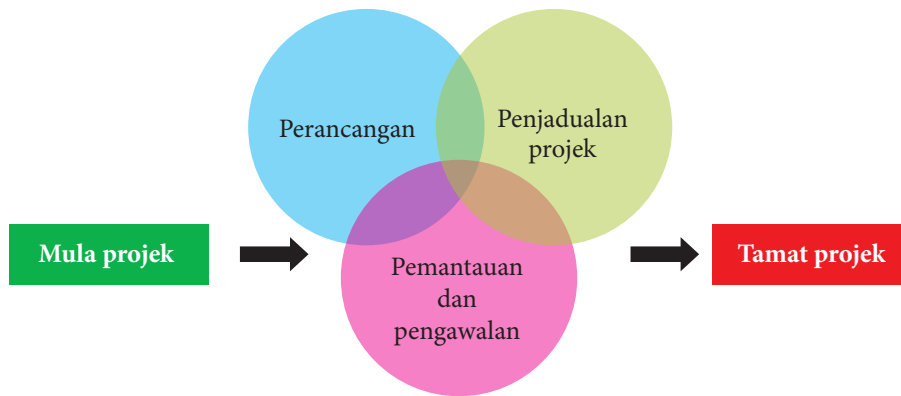


Standard Pembelajaran

Menerangkan aspek pengurusan projek untuk satu projek kejuruteraan:

- Pembentukan kumpulan
- Peranan ahli kumpulan
- Mengenal pasti masalah
 - Senaraikan masalah
 - Pengumpulan maklumat
 - Menganalisis masalah
 - Rumusan kenyataan masalah (*problem statement*) yang akan diselesaikan
- Penjadualan projek
- Anggaran kos: kos tetap dan tidak tetap
- Pengawalan projek
- Pemantauan kemajuan projek

Secara ringkasnya, aspek pengurusan projek berkait antara satu sama lain seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.1. Setiap aspek akan dihuraikan dengan lebih lanjut dalam bahagian seterusnya.



Rajah 4.1 Perkaitan aspek pengurusan projek

Perancangan Projek

Perancangan untuk projek baharu adalah penting kerana tiada siapa yang pernah melakukan projek tersebut sebelum ini. Manakala bagi projek yang pernah dijalankan namun perlu pembaikan, kaedah yang telah dijalankan sebelum ini perlu dimasukkan dalam pelan perancangan untuk dikaji semula. Walaupun pelan awal mungkin perlu disemak semula semasa projek dijalankan, murid dan ahli kumpulan perlu mempunyai pernyataan yang jelas mengenai pelan perancangan yang dimaksudkan. Oleh itu, pembentukan kumpulan adalah penting bagi membincangkan permasalahan, mengagihkannya langkah atau aktiviti projek yang telah dimasukkan dalam pelan perancangan.

(i) Pembentukan kumpulan





- Pembentukan kumpulan diperlukan agar aktiviti atau langkah dapat diagihkan mengikut minat dan pengetahuan murid.
- Melalui aktiviti berkumpul, murid dapat bekerja dengan meningkatkan keyakinan diri, memberikan pendapat, dan membuat keputusan.



Foto 4.1 Perbincangan dalam kumpulan

(ii) Peranan ahli kumpulan

Setiap ahli memainkan peranan penting dalam projek. Terdapat beberapa peranan yang perlu diterangkan agar murid dapat mempraktikkannya dalam projek yang perlu dibuat seperti dalam Rajah 4.2.

-  Bertanggungjawab untuk mengetuai, memulakan, dan mengekalkan komunikasi dengan ahli atau kumpulan lain
-  Menyelaras jadual dan menganjurkan mesyuarat
-  Mencatat dan merakam idea yang dijana serta keputusan yang dibuat dalam mesyuarat
-  Memastikan setiap ahli komited dengan tugas yang diberi dan sering mengingatkan tentang tempoh setiap aktiviti projek mengikut jangka masa yang ditetapkan

Rajah 4.2 Peranan murid dalam kumpulan projek reka bentuk kejuruteraan

Murid perlu belajar untuk membentuk skil kerja berkumpulan agar dapat bergabung tenaga mengurus projek seperti dalam Rajah 4.3.



? Tahukah Anda?

Peribahasa “Berat sama dipikul, ringan sama dijinjing” dan “Bulat air oleh pembuluh, bulat kata oleh muafakat” memberi maksud, Kerjasama ahli kumpulan dapat meringankan beban serta mencapai kata sepakat dalam perbincangan dan membuat keputusan agar matlamat kerja berhasil mengikut objektif yang ditetapkan.

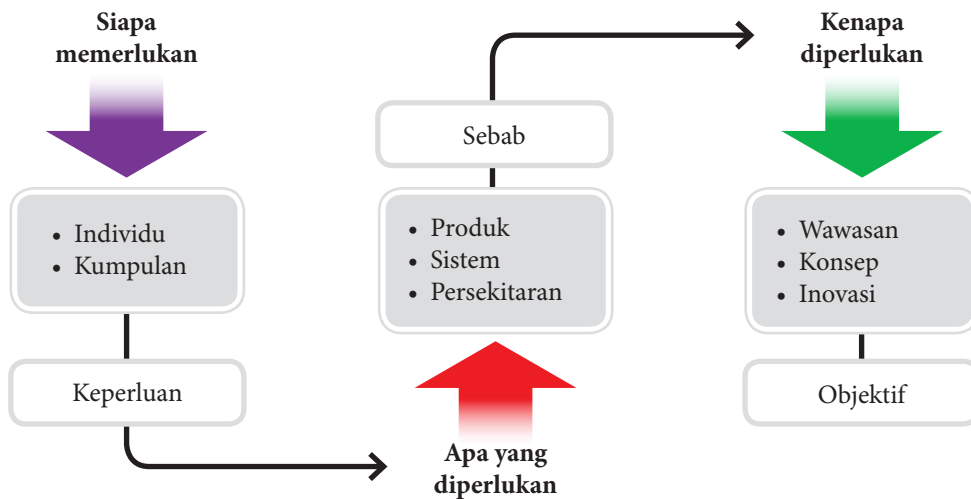
Rajah 4.3 Gambaran skil kerja kumpulan

Murid juga perlu tahu bagaimana untuk menangani isu yang timbul dalam kumpulan, sebagai contoh:

- Menerangkan idea mereka kepada orang lain
- Mendengar idea dan perspektif alternatif
- Mencapai persetujuan antara ahli
- Menyelaraskan usaha
- Menyelesaikan konflik

(iii) Mengenal pasti masalah

Jurutera menyelesaikan masalah dengan membuat produk, sistem, atau persekitaran baharu, dengan mengenal pasti masalah yang berkaitan terlebih dahulu. Terdapat tiga persoalan yang perlu dijawab oleh murid bagi mengenal pasti masalah seperti dalam Rajah 4.4.



Rajah 4.4 Perkaitan persoalan dalam mengenal pasti masalah

Terdapat empat proses untuk mengenal pasti masalah yang boleh digunakan dalam reka bentuk kejuruteraan, iaitu seperti berikut:

(a) Senaraikan masalah

- Menjalankan kaji selidik yang menentukan keperluan dan kekangan projek serta menentukan projek yang akan dihasilkan sama ada membina atau membaiki kereta, gelongsor air di taman tema air, basikal, atau telefon pintar.
- Menyediakan soal selidik untuk menentukan keperluan projek berdasarkan soalan-soalan seperti dalam Jadual 4.1:
 - (i) Apakah masalah yang hendak diselesaikan?
 - (ii) Apakah yang mereka mahu atau perlu dalam reka bentuk?
 - (iii) Reka bentuk ini untuk siapa?
 - (iv) Apakah batasan atau kekangan?
 - (v) Apakah matlamat atau objektif utama mereka?

Jadual 4.1 Lembaran kerja untuk senarai keperluan bagi masalah yang perlu diselesaikan

Masalah	Keperluan Reka Bentuk	Siapa	Batasan atau Kekangan	Matlamat
Tempat duduk kanak-kanak dalam kereta tidak dipasang dengan betul	Menetapkan tempat duduk kanak-kanak di bahagian belakang kereta	Kanak-kanak berusia 3 bulan hingga 10 tahun	Tiada spesifikasi standard dalam pembuatan kereta	Meminimumkan risiko kecederaan kanak-kanak
Jarak gigi tidak seragam	Pendakap gigi yang kuat dan selesa dengan tempoh pemakaian yang singkat	Dewasa dan kanak-kanak	Setiap gigi manusia memerlukan kedudukan pendakap gigi yang berbeza	Memendekkan tempoh pemakaian pendakap
Kasut tidak selesa	Bahan yang digunakan mestilah boleh diguna pakai oleh setiap bentuk kaki	Dewasa	Bentuk kaki berbeza menyukarkan proses pemotongan pelapik kasut	Menghasilkan pelapik kasut menggunakan bahan yang selesa dan mudah untuk diubah suai

(b) Pengumpulan maklumat

- Terdapat pelbagai kaedah atau cara untuk mengumpul maklumat dalam reka bentuk kejuruteraan.
- Teknik temu ramah dengan orang yang mempunyai pelbagai latar belakang dan kepakaran dapat membantu dalam meneliti produk, mencari penyelesaian, atau teknologi yang boleh disesuaikan dengan keperluan mereka.
- Mencari idea daripada rekaan dan paten reka bentuk secara sah yang pernah atau masih ada dalam pasaran melalui pencarian daripada Internet, perpustakaan, pameran produk, dan lawatan ke industri. (Contoh sijil paten dalam Lampiran A pada bahagian akhiran).
- Menyediakan dan mengedarkan borang kaji selidik reka bentuk kepada pengguna akhir produk yang akan dibina bagi mendapatkan keperluan sebenar mereka. (Contoh borang kaji selidik dalam Lampiran B pada bahagian akhiran).

i Info

Paten adalah satu hak eksklusif yang dianugerahkan untuk suatu reka cipta, sama ada ia adalah satu produk atau satu proses untuk melakukan sesuatu yang baharu atau penyelesaian teknikal ke atas sesuatu masalah. (Perbadanan Harta Intelek Malaysia (MyIPO))



Sila Imbas

Asas Paten:

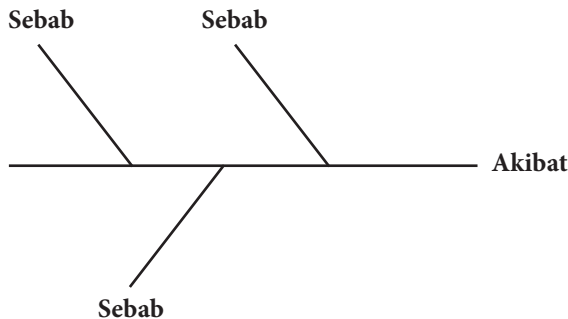
<http://arasmega.com/qr-link/asas-paten/>
(Dicapai pada 6 September 2019)

(c) Menganalisis masalah

- Analisis masalah ialah pecahan secara menyeluruh masalah yang perlu diselesaikan kepada komponen-komponen kecil yang lebih terperinci.
- Ini membolehkan ketua kumpulan projek menetapkan peranan setiap ahli kumpulan.
- Terdapat beberapa teknik dalam menganalisis masalah seperti:

Teknik tulang ikan

- Dikenali sebagai Diagram Sebab dan Akibat ataupun Diagram Ishikawa yang menggunakan gambarajah dalam menganalisis masalah seperti dalam Rajah 4.5.
- Prosedur untuk menggunakan teknik ini adalah seperti carta alir dalam Rajah 4.6.



Rajah 4.5 Gambarajah Tulang Ikan atau Diagram Ishikawa

i Info

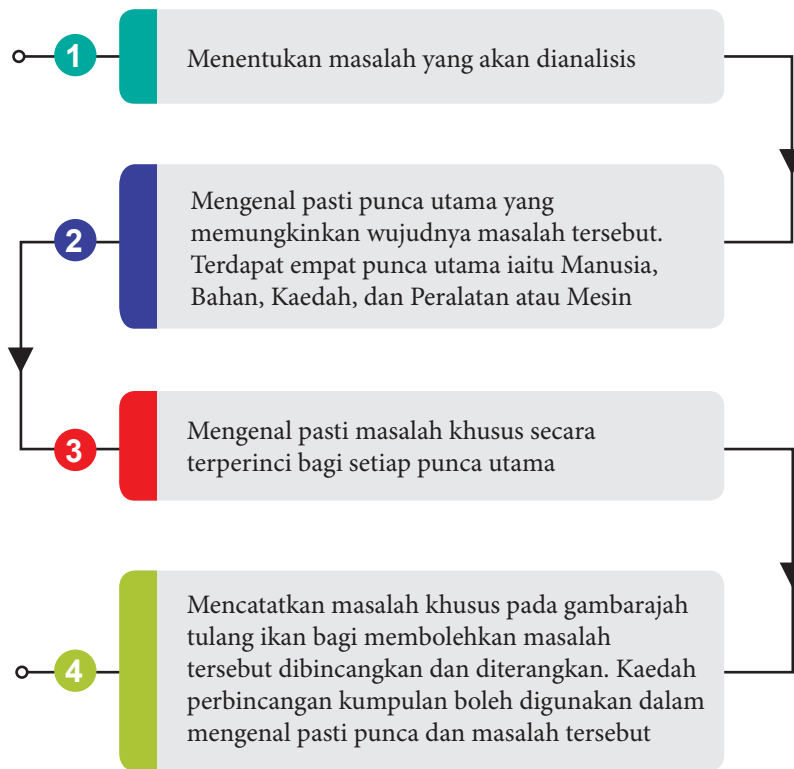
Diagram Ishikawa diperkenalkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa pada tahun 1968, seorang pakar kawalan kualiti Jepun, dengan mencipta gambarajah tulang ikan untuk membantu pekerja mengelakkan penyelesaian yang hanya mengatasi masalah besar.



Sila Imbas

Video Diagram Ishikawa:

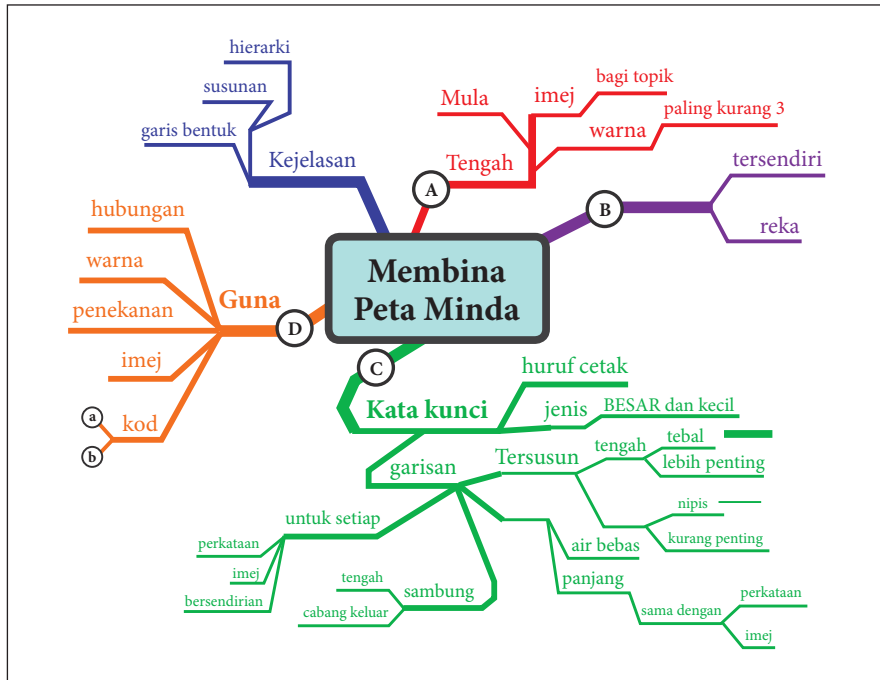
<http://arasmega.com/qr-link/video-diagram-ishikawa/>
(Dicapai pada 6 September 2019)



Rajah 4.6 Prosedur menggunakan teknik tulang ikan

Peta minda

- Teknik peta minda merupakan satu teknik atau alat yang digunakan untuk menganalisis masalah. Peta minda telah lama digunakan untuk tujuan pembelajaran, percambahan fikiran, ingatan, pemikiran visualisasi, dan penyelesaian masalah oleh para pendidik, jurutera, pakar psikologi, dan orang ramai secara umumnya. *(Sumber: [http://eprints.uthm.edu.my/609/1/Jailani_\(ICE_2010\).pdf](http://eprints.uthm.edu.my/609/1/Jailani_(ICE_2010).pdf))*
- Menurut Tee et al. (2009), peta minda ialah suatu lakaran yang mempunyai tajuk atau tema di bahagian tengahnya dan beberapa garisan yang dikembangkan untuk menggambarkan idea-idea penting seperti dalam Rajah 4.7.
- Terdapat tiga ciri penting dalam peta minda iaitu:
 - (i) Masalah utama, subjek atau fokus adalah imej tengah
 - (ii) Tema utama memancarkan imej tengah sebagai “cabang”
 - (iii) Cabang ini terdiri daripada beberapa kata kunci yang ditarik daripada cabang mengikut keutamaan atau fungsinya dan seterusnya

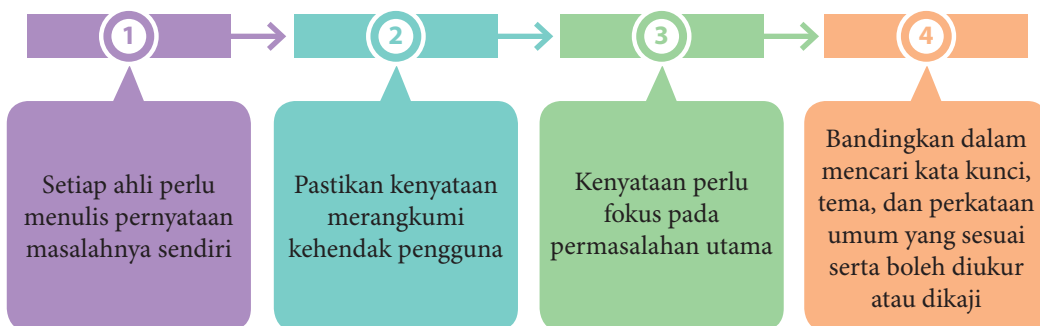


(Sumber: <https://hafizamri.com/wp-content/uploads/2013/01/Peta-Minda-Ringkas.jpg>)

Rajah 4.7 Contoh peta minda

(d) Rumusan kenyataan masalah (problem statement) yang akan diselesaikan

- Javeen (2018) menerangkan rumusan kenyataan masalah ialah deskripsi masalah yang ditulis secara logik, ringkas, dan jelas.
- Rumusan kenyataan masalah mesti mengandungi isu yang hendak diselesaikan, siapa yang mempunyai masalah tersebut, dan kenapa perlu diselesaikan menggunakan kaedah atau teknik yang dibincangkan dalam kumpulan.
- Proses yang perlu dilakukan dalam perbincangan kumpulan adalah seperti dalam Rajah 4.8.



Rajah 4.8 Aliran proses perbincangan rumusan kenyataan masalah

(iv) Penjadualan projek

Penjadualan projek mewujudkan plan hala tuju utama projek. Oleh itu, jadual projek yang lengkap dan tepat menunjukkan apa yang perlu dilakukan dalam tempoh penghasilan projek. Penjadualan projek merangkumi aktiviti projek, pencapaian, sumber, dan anggaran kos tetap dan tidak tetap bagi keseluruhan projek. Teknik penjadualan projek yang sering digunakan ialah Carta Gantt.

Carta Gantt

Carta Gantt juga dikenali sebagai carta bar seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.9. Paksi mengufuk mewakili aktiviti manakala paksi mencancang mewakili tempoh aktiviti. Permulaan paksi mencancang menunjukkan tarikh aktiviti dimulakan dan akhir paksi mencancang menunjukkan tarikh akhir sesuatu aktiviti.

Tahukah Anda?

Terdapat banyak perisian yang boleh digunakan untuk membina jadual kerja seperti Microsoft Excel. Berikut adalah tutorial tentang membina Carta Gantt menggunakan perisian Microsoft Excel.



Sila Imbas

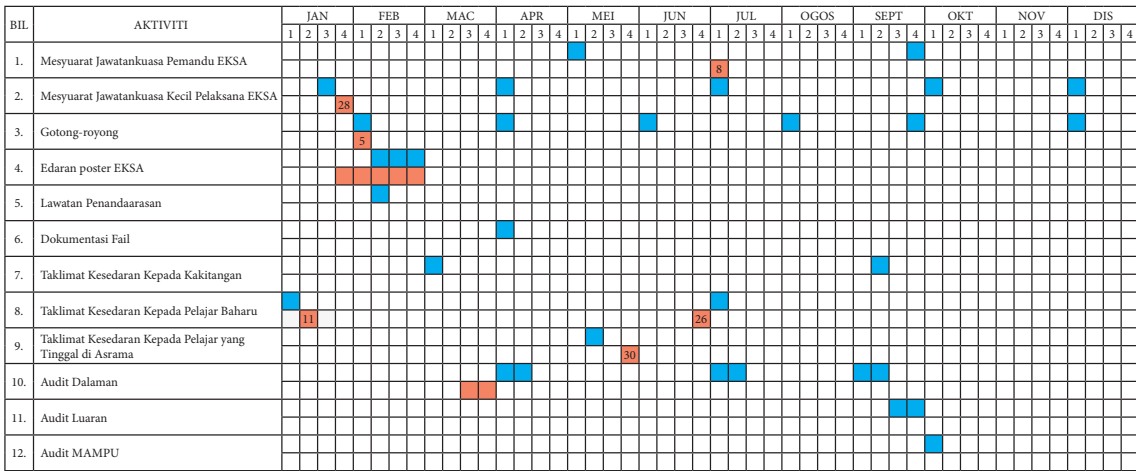
Membina Carta Gantt
<http://arasmega.com/qr-link/membina-carta-gantt-menggunakan-perisian-microsoft-excel/>



Aktiviti

Bina satu Carta Gantt ringkas aktiviti sekolah atau jadual kerja yang telah ditugaskan oleh ketua kumpulan menggunakan perisian Microsoft Excel.

PENERANGAN PELAKSANAAN EKSA TAHUN 2018 DI ILP KUALA TERENGGANU



■ Perancangan
■ Implementasi

(Sumber: <http://www.ilpkt.gov.my/index.php/info-eksa/carta-ganttperbatuan>)

Rajah 4.9 Contoh Carta Gantt

- Sebelum Carta Gantt disediakan, setiap ahli kumpulan perlu memikirkan semua aktiviti yang diperlukan untuk menyelesaikan projek. Semua ahli perlu meneliti setiap tempoh tugas, tarikh mula dan akhir serta sumber yang diperlukan untuk melaksanakan projek.
- Rajah 4.10 menunjukkan langkah-langkah yang perlu diambil semasa membina Carta Gantt.



i Info

Seorang jurutera Poland, Karol Adamiecki telah mencipta Carta Gantt pada tahun 1896 dan menamakannya “The Harmonogram”. Perunding pengurusan projek Amerika, Henry Gantt kemudiannya telah mencipta versinya sendiri. Carta Gantt digunakan secara meluas semasa Perang Dunia Pertama. Walter Polakov, seorang jurutera Rusia memperkenalkan carta ini kepada Kesatuan Soviet pada tahun 1929 dan menggunakannya untuk pembangunan Rancangan Lima Tahun Pertama Kesatuan Soviet.

(Sumber: <https://www.projectcubicle.com/gantt-chart-example/>)

Rajah 4.10 Langkah-langkah semasa membina Carta Gantt

Selain menyenaraikan aktiviti projek, anggaran kos setiap tugas juga boleh dimasukkan dalam Carta Gantt. Ahli kumpulan perlu membuat penjadualan anggaran kos keseluruhan dengan mengklasifikasikan kos kepada kos tetap dan tidak tetap.

(v) Anggaran kos

Teknik anggaran kos tetap dan tidak tetap yang biasa digunakan ialah analisis akaun. Analisis ini perlu dilakukan setelah menyenaraikan semua alatan dan bahan yang diperlukan untuk setiap tugas.

Murid yang bertanggungjawab dalam menjaga akaun projek perlu mengikuti langkah kitaran perakaunan yang bermula dengan Buku Catatan Pertama sehingga Penyediaan Penyata Kewangan sebelum menutup akaun apabila projek tamat untuk setiap tugas.

Secara amnya, dalam reka bentuk kejuruteraan, perkara utama yang perlu dirujuk ialah faktor belanjawan yang ditetapkan oleh pengguna. Faktor ini akan menentukan setiap kos tugas. Dengan menentukan kos yang terlibat, perbelanjaan peruntukan dapat dilakukan secara berhemah dan tidak melebihi bajet yang diberikan. Anggaran kos yang telah dikenal pasti boleh diletak secara berasingan atau pada Carta Gantt yang sama untuk aktiviti projek.

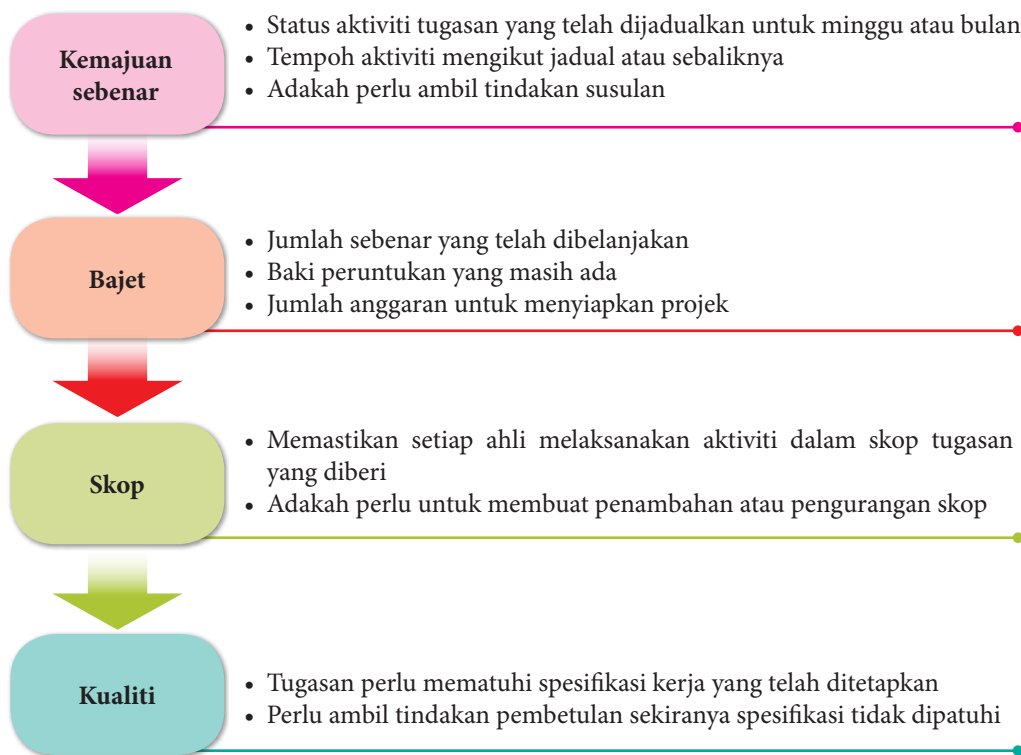
Anggaran kos ialah hasil daripada kos tetap (tidak berubah) dan kos tidak tetap atau berubah mengikut perubahan pengeluaran sepanjang tempoh projek seperti contoh dalam Jadual 4.2.

Jadual 4.2 Contoh kos tetap dan tidak tetap

Kos Tetap	Kos Tidak Tetap (Berubah)
Sewa peralatan, bangunan	Bahan mentah
	Elektrik dan air
Pembelian mesin, bangunan	Upah tenaga pekerja

(vi) Pengawalan dan pemantauan kemajuan projek

Definisi kawalan projek merujuk kepada tindakan yang diambil oleh ketua kumpulan sebagai pengurus projek untuk memastikan projek mencapai kemajuan seperti yang dirancang dan tindakan yang diambil apabila perubahan kepada pelan asal diperlukan. Pengawalan projek perlu diikuti dengan pemantauan agar tiada pembaziran sumber sama ada dari segi tenaga kerja, masa, dan juga bahan mentah. Perkara-perkara yang perlu dipantau secara amnya adalah seperti dalam Rajah 4.10.



Rajah 4.10 Pemantauan projek

Antara contoh kaedah pengawalan dan pemantauan projek yang boleh dilakukan ialah:

- 1 Mengadakan mesyuarat mingguan atau bulanan
- 2 Mengumpul maklumat daripada laporan kemajuan projek
- 3 Mengadakan pembentangan projek
- 4 Sesi perundingan yang kerap terutama apabila projek menghampiri tarikh tamat tempoh



Sila Imbas

Maklumat lanjut mengenai buku catatan reka bentuk:
<http://arasmega.com/qr-link/maklumat-lanjut-mengenai-buku-catatan-reka-bentuk-2/>
 (Dicapai pada 6 September 2019)

4.1.2 Aplikasi Aspek Pengurusan Projek

Bahagian ini akan menerangkan aspek pengurusan projek secara keseluruhan dengan mengaplikasikannya dalam contoh projek kejuruteraan yang mengandungi situasi, keperluan, kekangan, atau batasan reka bentuk.



Standard Pembelajaran

Mengaplikasikan aspek pengurusan projek untuk satu contoh projek kejuruteraan.

Projek Rumah Hijau Mudah Alih dalam Rumah

Penerangan Projek:

Peningkatan taraf hidup, populasi, gaya hidup yang berbeza, dan pola pemakanan yang berubah telah menimbulkan permintaan terhadap semua produk dan barang makanan. Untuk mengurangkan perbelanjaan harian, penanaman sayur-sayuran sendiri boleh membantu mengurangkan perbelanjaan. Untuk pemilik rumah yang bertanah, mereka boleh menggunakan tanah tambahan untuk menanam sayur-sayuran segar sendiri tetapi bukan bagi mereka yang tinggal di bangunan bertingkat tinggi seperti apartmen dan kondominium. Foto 4.2 menunjukkan contoh rumah hijau mudah alih dalam rumah yang dapat membantu menyelesaikan masalah ini supaya mereka dapat mengawal bekalan makanan dan menjaga kesihatan melalui penanaman pelbagai sayur-sayuran organik yang berkhasiat. Spesifikasi rumah hijau ini adalah seperti berikut:

- Produk mempunyai sistem pengairan dan sistem terma untuk penggunaan dalam rumah
- Saiz maksimum keseluruhan rumah ialah 75 cm tinggi × 75 cm lebar × 50 cm dalam
- Kos keseluruhan produk tidak melebihi RM500
- Mudah untuk dialihkan
- Jangka masa projek adalah selama 14 minggu

(Sumber: Nuraini dan Azmah, 2016)



Foto 4.2 Contoh rumah hijau dalam rumah

Perancangan Projek:

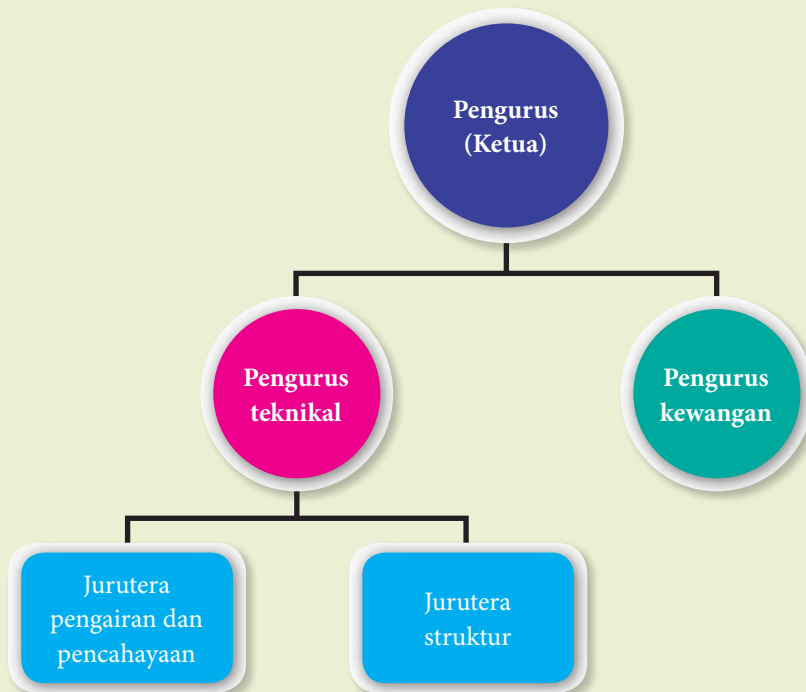
Melalui keterangan projek yang diberi oleh pengguna, penyelia, atau tenaga pengajar, setiap murid perlu mengadakan sesi perbincangan dalam kelas bagi mengenal pasti masalah yang hendak diselesaikan sebelum membentuk kumpulan. Tenaga pengajar perlu menetapkan jadual kerja keseluruhan proses projek dan pemantauan serta penilaian yang perlu dibuat.

(i) Pembentukan kumpulan

Dalam membentuk kumpulan, keupayaan setiap murid perlu diuji kerana setiap murid mempunyai kelebihan yang berbeza-beza. Tugasan yang perlu dijalankan ialah menjana idea secara individu dalam tempoh seminggu dari tarikh mula.

Hasil penilaian akan dapat mengenal pasti tahap kemajuan setiap murid. Hasil penilaian membolehkan tenaga pengajar membentuk kumpulan yang terdiri daripada pelbagai personaliti dan kelebihan. Bilangan ahli kumpulan yang ideal adalah dalam 4 hingga 6 orang.

Projek reka bentuk rumah hijau ini terdiri daripada lima orang murid. Berikut ialah carta organisasi yang telah dibentuk dalam Rajah 4.11.



Rajah 4.11 Carta organisasi kumpulan rumah hijau 1

(ii) Peranan ahli kumpulan

Setiap kumpulan perlu mempunyai ketua yang bertindak sebagai pengurus. Pengurus akan memberi laporan kepada tenaga pengajar dalam sesi perundingan setiap minggu. Pengurus perlu melantik ahli dalam kumpulan yang akan bertanggungjawab atas tugas:

1. Pengurus Teknikal: Mengurus bahagian teknikal
2. Pengurus Kewangan: Mengurus akaun projek
3. Jurutera Pengairan dan Pencahayaan: Menyelidik sistem pengairan dan pencahayaan
4. Jurutera Struktur: Menyelidik struktur pembinaan rumah hijau

Walau bagaimanapun setiap ahli kumpulan merupakan pereka bentuk yang bertanggungjawab atas setiap tugas teknikal.

(iii) Mengenal pasti masalah

Ketua kumpulan perlu memberi arahan kepada setiap ahli untuk menyediakan buku nota reka bentuk agar dapat mencatatkan semua perbincangan projek yang bermula pada minggu ke-4.

Dalam tempoh ini, setiap ahli perlu diberi tugas bagi memastikan empat proses kenal pasti masalah ini dapat dilaksanakan dalam tempoh yang ditetapkan. Jadual 4.3 menunjukkan lembaran kerja proses kenal pasti masalah bagi projek ini.

Jadual 4.3 Lembaran kerja projek rumah hijau



Masalah	Keperluan Reka Bentuk	Siapa	Batasan atau Kekangan	Matlamat
1. Kos sara hidup yang tinggi 2. Permintaan makanan yang tinggi 3. Peningkatan permintaan makanan yang lebih selamat dan bersih	Rumah hijau mudah alih dalam rumah	Penghuni di rumah pangsa, apartmen, dan kondominium	Spesifikasi reka bentuk tiada dalam standard, produk sedia ada tiada sistem pengairan, dan sukar untuk dialihkan	Rumah hijau yang mempunyai pengairan dan cahaya sendiri untuk jangka masa seminggu

Pengumpulan maklumat dibuat hasil daripada carian di Internet dan juga temu bual daripada pakar pertanian bagi mengetahui tanaman yang sesuai untuk ditanam di dalam rumah. Contoh hasil maklumat yang dikumpul adalah seperti dalam Jadual 4.4.

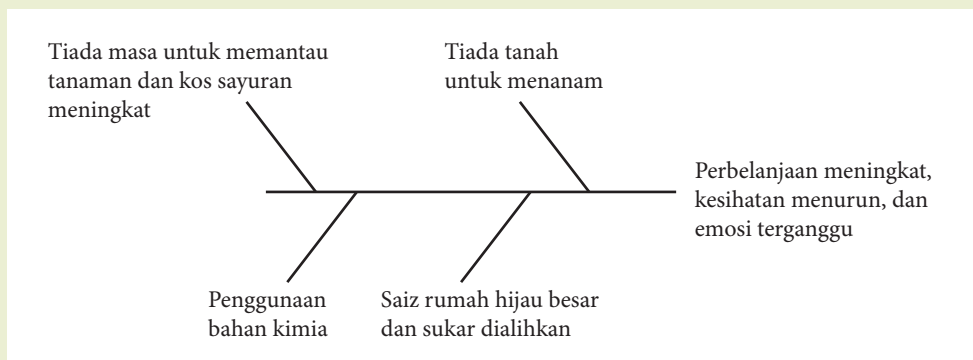
Jadual 4.4 Hasil pengumpulan maklumat

Maklumat yang dikumpulkan	Keterangan	
Produk sedia ada di pasaran	 <p style="text-align: center;">A</p>	Produk sedia ada A dan B sesuai dari segi saiz tetapi perlu pencahayaan dan pengairan secara manual selain sukar untuk dialihkan. Manakala produk C, mudah untuk dialihkan kerana mempunyai roda namun terlalu besar untuk dimuatkan dalam rumah.
	 <p style="text-align: center;">B</p>	
	 <p style="text-align: center;">C</p>	
Jenis tanaman yang sesuai	 <p style="text-align: center;">Pudina</p>	Pudina ialah herba yang tumbuh sangat cepat. Terdapat pelbagai jenis pudina dan biasanya tumbuh sehingga ketinggian 10 cm hingga 120 cm. Walaupun pudina boleh ditemui dalam pelbagai persekitaran, namun ia tumbuh dengan baik dalam persekitaran dan tanah lembap. Seperti semua herba, pudina lebih baik jika ia segar daripada kering.

sambungan Jadual 4.4

Maklumat yang dikumpulkan	Keterangan	
Jenis tanaman yang sesuai	 <p data-bbox="646 585 723 614">Pegaga</p>	<p data-bbox="872 291 1225 703">Pegaga tumbuh secara liar di dalam semua keadaan tanah. Namun begitu, terdapat juga jenis pegaga yang boleh tumbuh dalam keadaan tanah yang agak keras seperti di atas batu. Sebahagian pegaga memerlukan sedikit teduhan dan ada juga spesies yang memerlukan cahaya sepenuhnya. Pegaga yang tumbuh secara meliar boleh ditemui di sekitar kawasan berair seperti kolam, tasik, sungai, dan juga parit.</p>
	 <p data-bbox="651 1064 719 1093">Cekur</p>	<p data-bbox="872 739 1225 1209">Cekur merupakan sejenis herba yang bersaiz kecil dan mempunyai daun yang berkembang secara mendatar di atas tanah. Cekur mempunyai daun ringkas, berwarna hijau, dan berbentuk eliptik. Daun cekur mempunyai aroma. Bunga cekur tumbuh secara berasingan, berwarna putih, dan bersaiz antara 6 - 12 cm. Bunga cekur tumbuh daripada bahagian tengah daun, tidak mempunyai batang, dan mempunyai saiz rizom yang kecil. Akar cekur bergentian dan berisi.</p>

Proses seterusnya ialah menganalisis masalah menggunakan teknik tulang ikan dalam mereka bentuk rumah hijau mudah alih seperti dalam Rajah 4.12.



Rajah 4.12 Rajah tulang ikan projek rumah hijau

Kemudian proses seterusnya ialah menganalisis masalah dalam mereka bentuk rumah hijau mudah alih ini dalam bentuk peta minda seperti Rajah 4.13.



Rajah 4.13 Proses menganalisis masalah menggunakan peta minda

Rumusan kenyataan masalah projek rumah hijau ialah:

Rumah hijau merupakan keperluan bagi penduduk yang tinggal di rumah pangsa dan kondominium memandangkan kos sara hidup yang tinggi dan permintaan makanan berkhasiat. Selain itu, projek rumah hijau ini juga dapat dijadikan sebagai alat pembelajaran berkebun pada orang dewasa dan kanak-kanak. Saiz rumah yang kecil memerlukan rumah hijau yang lengkap dengan sistem pencahayaan dan pengairan, beroda supaya mudah dialihkan, dan juga saiz yang bersesuaian agar tidak memenuhi ruang rumah tersebut.

Penjadualan Projek:

Carta Gantt digunakan dalam penjadualan keseluruhan aktiviti projek seperti dalam Jadual 4.5.

Pengurus perlu menyediakan carta harian untuk setiap tugas yang diberikan kepada ahli kumpulan selain carta keseluruhan projek.

Jadual 4.5 Carta Gantt aktiviti keseluruhan projek

Aktiviti	Minggu													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Penerangan dan perbincangan dengan pengguna atau tenaga pengajar serta menjana idea secara individu														
Pembentangan idea setiap murid														
Pembentukan kumpulan														
Proses kenal pasti masalah, penjadualan, dan anggaran kos														
Proses reka bentuk														
Penetapan objektif														
Pembangunan pelbagai idea awalan														
Kriteria reka bentuk dan analisis														
Penyediaan cetak biru														
Pembinaan prototaip														
Pengujian dan penilaian prototaip														
Pembentangan akhir hasil produk														

Pengurus kewangan perlu menyemak anggaran kos seunit melalui Internet atau di kedai berkaitan bagi bahan yang diperlukan dalam tugas projek.

Belanjawan untuk membeli bahan itu disediakan oleh pengurus kewangan projek dan bukannya daripada setiap ahli kumpulan. Hal ini bagi memudahkan aliran wang semasa sumber bahan. Bahan yang diperlukan untuk fabrikasi produk juga disenaraikan dalam Jadual 4.6.

Jadual 4.6 Anggaran kos projek dan bahan

No.	Item	Kos Seunit (RM)	Kuantiti	Jumlah Kos (RM)	Kenyataan
1.	Struktur kayu	32.00	2	64.00	Kos tetap
2.	Helaian akrilik (perspek)	143.00	1	143.00	Kos tetap
3.	Lampu tumbesaran	29.00	1	29.00	Kos tetap
4.	Skru dan sesendal	8.80	1	8.80	Kos tetap
5.	Soket pemasa	24.90	1	24.90	Kos tetap
6.	Lapisan nipis pantulan	20.00	1	20.00	Kos tetap
7.	Set roda	4.50	2	9.00	Kos tetap
8.	Tanah	6.80	1	6.80	Kos berubah
9.	Penghubung pintu	1.80	1	1.80	Kos tetap
10.	Minyak rengas (lapisan berlilin)	9.80	2	19.60	Kos tetap
11.	Peralatan elektrik	6.30	1	6.30	Kos tetap
12.	Dulang plastik	18.90	1	18.90	Kos tetap
13.	Karpet	-	1	-	Guna semula (tiada kos)
14.	Tumbuhan pudina	1.55	1	1.55	Kos berubah
15.	Tumbuhan lain	25.00	2	50.00	Kos berubah
16.	Pengisi kayu	8.30	1	8.30	Kos tetap
17.	Engsel	0.65	2	1.30	Kos tetap
18.	Biji benih tumbuhan	18.80	1	18.80	Kos berubah
19.	Alat-alat lain	50.00	1	50.00	Kos tetap
20.	Tiub aluminium	-	4	-	Guna semula (tiada kos)
Jumlah Kos (anggaran)				RM482.05	

Pengawalan dan Pemantauan Projek:

Pengurus bertanggungjawab untuk menjadualkan aktiviti harian bagi mengawal dan memantau aliran kerja projek ini. Jadual 4.7 telah diberikan kepada setiap ahli kumpulan yang bertanggungjawab untuk tugas tersebut.

Jadual 4.7 Pengawalan dan pemantauan tugas projek

Tugas	Tarikh Laporan	Kenyataan
Laporan kewangan	Setiap Jumaat	Melaporkan belanjawan sekiranya terdapat pembelian
Laporan teknikal keseluruhan	Setiap Rabu dan Jumaat	Laporan daripada buku nota reka bentuk
Laporan daripada setiap tugas individu: 1. Sistem pengairan 2. Sistem pencahayaan 3. Reka bentuk rumah hijau termasuk analisis, lukisan, dan prototaip	Setiap hari	Laporan daripada buku nota reka bentuk



Aktiviti

Berikut adalah kajian kes yang memerlukan murid untuk mengaplikasikan aspek pengurusan projek untuk menyelesaikan masalah yang dikenal pasti.

- (i) Setiap murid perlu memikirkan permasalahan yang melibatkan kebersihan dan keselamatan pekerjaan di ruang kerja bengkel sekolah. Elemen keselamatan menjadi fokus utama dalam penggunaan alat bengkel yang memerlukan tempat penyimpanan yang mempunyai reka bentuk yang bersesuaian serta ruang kerja yang teratur.
- (ii) Orang Kurang Upaya (OKU) merupakan individu yang mempunyai keupayaan yang terhad dalam melakukan sesuatu pekerjaan. Terdapat banyak peralatan bantuan yang telah dicipta untuk mereka mengikut tahap keupayaan. Contohnya, kayu atau tongkat beroda yang mempunyai pengesan, tongkat bersuara, dan lain-lain. Murid perlu memilih satu jenis kecacatan sama ada cacat anggota, hilang pendengaran, atau lain-lain. Kaji masalah yang terlibat pada kecacatan tersebut dan selesaikan permasalahan dengan mencipta inovasi baharu atau menambah baik produk sedia ada.

Tenaga pengajar atau murid boleh mencadangkan kajian kes lain yang dapat memberikan manfaat terutamanya pada sekolah.

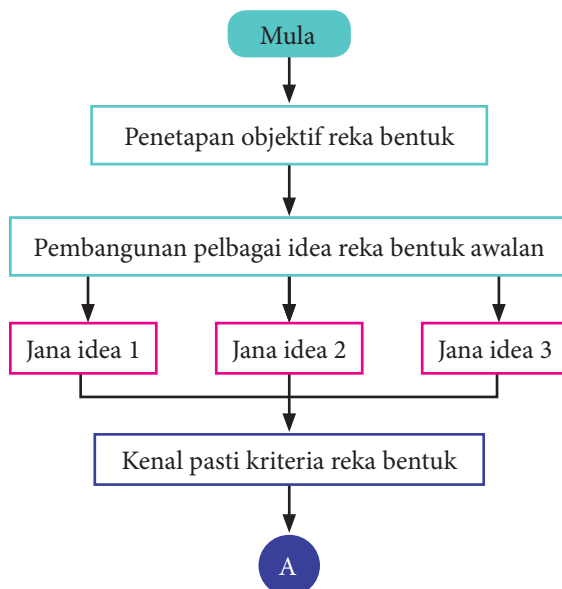
4.2 Proses Reka Bentuk Penghasilan Produk Kejuruteraan

Terdapat beberapa proses yang perlu dilakukan dalam bahagian ini iaitu perbincangan, aplikasi, cadangan, penghasilan prototaip, dan penyediaan laporan projek. Antara yang paling utama adalah penetapan objektif dan pembangunan pelbagai idea bentuk awalan. Penerangan proses penghasilan produk akan diterangkan dalam bahagian berikutnya.

4.2.1 Proses Reka Bentuk Kejuruteraan

Proses reka bentuk kejuruteraan berdasarkan daripada hasil terjemahan buku Yousef dan Tamer (2011) menyatakan bahawa reka bentuk kejuruteraan merupakan proses perancangan sistem atau produk supaya memenuhi kehendak atau keperluan yang diinginkan. Ia adalah proses membuat keputusan (berulang), di mana sains asas, matematik, dan sains kejuruteraan digunakan untuk mengoptimumkan sumber dan memenuhi keperluan. Selain itu, adalah penting untuk memasukkan pelbagai kekangan atau kriteria yang realistik, seperti faktor ergonomik, keselamatan, kelestarian, estetik, etika, dan kesan sosial.

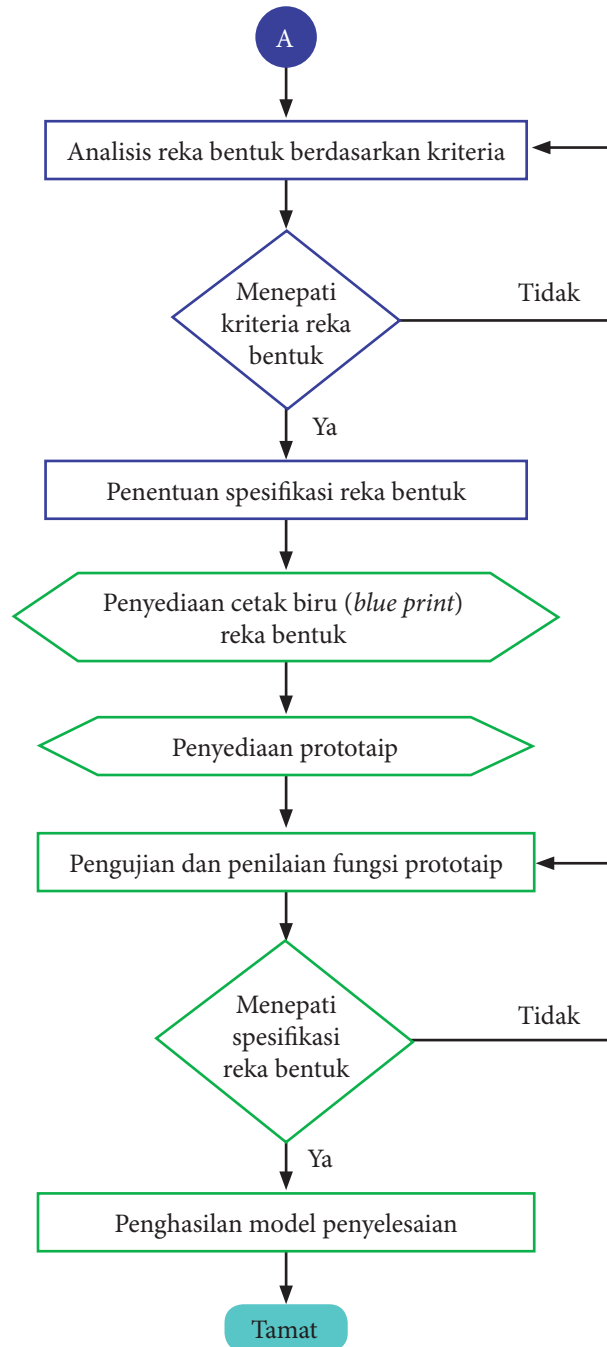
Proses reka bentuk ini merupakan urutan peristiwa dan satu set garis panduan yang dapat menentukan dengan lebih jelas titik permulaan bagi pereka menggambarkan produk dalam imajinasinya sehingga merealisasikannya dalam kehidupan sebenar secara sistematik tanpa menghalang proses kreatif mereka. Rajah 4.14 menunjukkan carta alir proses reka bentuk secara keseluruhan.



Standard Pembelajaran

Menerangkan proses reka bentuk kejuruteraan yang berikut:

- (i) Penetapan objektif reka bentuk
- (ii) Pembangunan pelbagai idea reka bentuk awalan
- (iii) Kenal pasti kriteria reka bentuk
- (iv) Analisis reka bentuk yang boleh dipertimbangkan berdasarkan kriteria
- (v) Pemilihan reka bentuk awal
- (vi) Penentuan spesifikasi reka bentuk
- (vii) Penyediaan cetak biru (*blueprint*) reka bentuk
- (viii) Pembinaan prototaip
- (ix) Pengujian dan penilaian fungsi prototaip
- (x) Penghasilan model penyelesaian



Rajah 4.14 Carta alir proses penghasilan produk yang direka bentuk

(i) Penetapan objektif reka bentuk

Definisi atau takrif objektif: Pernyataan umum produk akhir yang dikehendaki. Menetapkan objektif reka bentuk merupakan proses yang mana pereka bentuk perlu menentukan apa yang mesti dilakukan untuk menyelesaikan keperluan.

Kenapa perlu ditetapkan objektif: Murid atau pereka perlu menetapkan objektif yang jelas bagi mengelakkan kesulitan dalam reka bentuk dan menetapkan arah tujuan proses reka bentuk. Aktiviti atau proses reka bentuk tanpa hala tuju yang jelas selalunya tidak produktif. Objektif yang ditulis secara tergesa-gesa boleh mengakibatkan kekeliruan. Oleh itu, perbincangan dengan pengguna atau pelanggan serta dengan ahli kumpulan perlu dilakukan.

Kaedah *Objectives Tree*

- Membantu dalam menafsirkan objektif projek dan memperkenalkan cara untuk mengatur objektif ini mengikut hierarki serta memberi gambaran tentang perkaitan antara objektif. (Contoh *Objectives Tree* dalam Lampiran C pada bahagian akhiran).
- Terdapat enam langkah yang perlu diikuti:

1 Menyenaraikan objektif yang telah dibincangkan

- Tentukan skop permasalahan
- Kenal pasti orang yang terlibat dalam reka bentuk atau yang akan mengarahkan projek tersebut dan dapatkan objektif yang dicadangkan

2 Mengenal pasti objektif keseluruhan atau tujuan utama

- Kenal pasti tujuan utama yang mana objektif spesifik lain akan berhubung
- Objektif ini mesti boleh diukur
- Ia boleh diletakkan di tengah atau di tingkat pertama

3 Memanjangkan *tree* ke satu tingkat ke bawah

- Pilih daripada senarai dalam Langkah 1, objektif spesifik untuk tingkat di bawah
- Lukiskan garis untuk menyambung objektif spesifik dengan yang utama
- Ini dikenali sebagai Aturan Cabang (*Branching Rule*)

4 Memanjangkan *tree* ke tingkat lebih rendah daripada objektif spesifik

- Sekiranya terdapat sub-objektif, cabang ini diperlukan agar mudah untuk dikaji
- Ulang langkah ini ke tingkat yang lebih bawah sekiranya ada dalam senarai yang telah dibuat dalam Langkah 1

5 Membuat semakan tentang *tree* atau hierarki

- Untuk memastikan tiada sub-objektif yang hilang, boleh dikaji
- Menilai semula kedudukan atau hierarki objektif sekiranya penafsiran semula perlu dilakukan
- Ulang semula Langkah 2, 3, dan 4 sekiranya ada perubahan dalam objektif dan sub-objektif

6 Memeriksa tingkat objektif paling rendah sama ada boleh diukur atau dikaji

- Semak objektif di tingkat paling rendah sama ada boleh diukur atau sebaliknya
- Sekiranya tidak, panjangkan lagi tingkat dengan mengulangi Langkah 4 dan Langkah 5

(Sumber: Terjemahan daripada Johannes dan Nikolaus)

Kaedah *SMART Objectives*

Dalam menentukan objektif, terdapat lima perkara yang dirumuskan dalam perkataan *SMART Objectives* iaitu:

1. **Specific** – Sasaran harus menggambarkan tindakan, perilaku, atau hasil yang dapat dinilai
2. **Measurable** – Ini untuk menentukan bagaimana ia akan menghitung dan menilai kemajuan hasil matlamat yang ditetapkan
3. **Achievable** – Perlu pastikan objektif boleh dicapai, bukan di luar jangkauan
4. **Realistic** – Objektif produk mestilah boleh diterima pakai
5. **Time-bound** – Objektif tertakluk dalam jangka masa yang ditetapkan

Murid perlu memastikan teknik SMART ini diikuti dalam setiap objektif yang dibentuk sama ada pada cabang utama atau cabang kecil dalam *Objectives Tree*.

(ii) Pembangunan pelbagai idea reka bentuk awalan

Secara keseluruhannya menurut kajian Howard et al. (2008), untuk menghasilkan idea kreatif dalam penghasilan sesuatu produk atau inovasi, teknik yang masih digunakan ialah sumbang saran (*brainstorming*). Teknik ini merupakan teknik kreativiti kumpulan yang digunakan untuk menghasilkan banyak idea bagi menyelesaikan masalah. Selain itu, proses ini dapat meningkatkan semangat, kesenangan kerja, dan dinamik kerja dalam kumpulan. Kaedah asas untuk teknik sumbang saran ini untuk setiap ahli kumpulan ialah:

- Fokus pada kuantiti – Jana sebanyak mungkin idea kerana idea pertama tidak semestinya boleh diterima
- Jangan mengkritik idea setiap ahli termasuk idea diri sendiri
- Menggalakkan idea yang luar biasa atau luar jangkaan
- Merekodkan semua idea dalam buku nota reka bentuk
- Menggabungkan dan menambah baik idea
- Pastikan idea menepati fokus atau objektif reka bentuk mengikut Kaedah 6-3-5 iaitu 6 optimum ahli kumpulan, 3 bilangan idea setiap orang, dan 5 minit jarak masa setiap idea per ahli



Tahukah Anda?

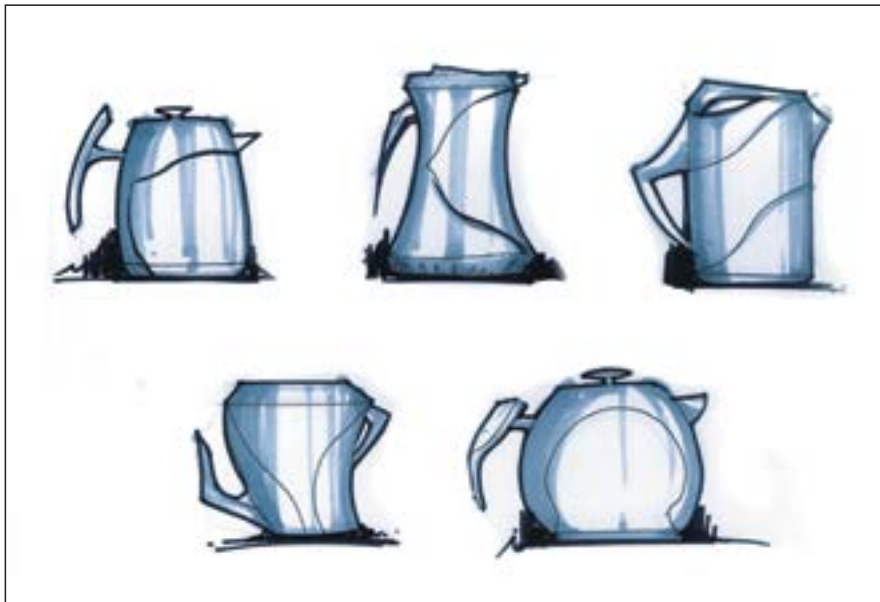
Kaedah 6-3-5 dibangunkan oleh Professor Bernd Rohbach pada tahun 1968 yang merupakan teknik kreatif dalam menjana idea.



Sila Imbas

Kaedah 6-3-5:
<http://arasmega.com/qr-link/kaedah-6-3-5/>
 (Dicapai pada 6 September 2019)

Selain menjana idea dalam bentuk penulisan, murid boleh menggunakan teknik lakaran bagi menggambarkan idea mereka dengan lebih jelas. Lakaran dianggap sebagai pendekatan utama di mana jurutera reka bentuk menterjemahkan konsep mereka dalam bentuk lukisan yang memberikan petunjuk visual untuk proses pembaikan dan pembaharuan sesuatu produk. Lakaran boleh dijana menggunakan kaedah manual atau menggunakan kaedah perkomputeran menggunakan perisian tertentu. Contoh lakaran adalah seperti dalam Rajah 4.15.



(Ihsan Muhammad Fahmi bin Ahmad, Jabatan Seni Reka Perindustrian, Fakulti Seni Lukis & Seni Reka, UiTM Shah Alam)

Rajah 4.15 Contoh lakaran reka bentuk jag elektrik

Bagi menjana idea, murid perlu mengenal pasti penjanaan idea yang menepati kriteria keperluan reka bentuk tersebut.

(iii) Kenal pasti kriteria reka bentuk

- Kriteria adalah standard atau atribut reka bentuk yang boleh diukur untuk memastikan reka bentuk menepati keperluan yang ditetapkan. Kekangan dan kriteria digunakan dalam proses reka bentuk yang berikutnya untuk menentukan idea reka bentuk yang mana boleh dilaksanakan.
- Terdapat banyak kriteria pemilihan reka bentuk yang digunakan dalam reka bentuk kejuruteraan. Kriteria utama perlu memenuhi kehendak atau keperluan dan objektif sesuatu reka bentuk.
- Manakala kriteria sampingan merupakan tambahan pada reka bentuk agar lebih menarik dan mempunyai nilai yang di luar jangkaan jika dibandingkan dengan produk yang serupa atau yang sedia ada di pasaran. Antara contoh kriteria pemilihan reka bentuk adalah seperti dalam Jadual 4.9.

Jadual 4.9 Contoh kriteria reka bentuk

Kriteria	Penerangan	Contoh
Jenis Bahan	Bahan akan dipilih mengikut keadaan operasi reka bentuk, termasuk yang dijangkakan seperti keadaan persekitaran reka bentuk	Keluli, aluminium, aloi, komposit
Sifat Bahan	Ciri dan prestasi bahan yang akan memerlukan penggantian semasa hayat produk yang disebabkan oleh faktor kakisan, hakisan, atau faktor lain	Tahan karat, kenyal, pengalir haba, penebat, boleh regang, pengalir elektrik
Kos	Belanja yang termasuk dalam pembelian, penjualan, dan sewaan sesuatu	Kos tetap dan kos tidak tetap atau berubah
Ergonomik	Aplikasi sains kemanusiaan dan kejuruteraan dalam membina sesuatu produk	Meja kerja dan komputer, meja belajar, kerusi pejabat dan sebarang peralatan yang melibatkan manusia
Estetik	Nilai keindahan sesuatu produk	Reka bentuk unik sesuatu produk berbeza dari segi reka bentuk luaran
Saiz	Ukuran luaran dan dalaman sesuatu reka bentuk	Kereta sedan, kapal kargo, kereta api, guli
Fungsi	Menunjukkan kebolehpayaan sesuatu reka bentuk dalam melakukan sesuatu kerja	Kren, lif, lampu, penyaman udara
Prestasi	Kemajuan, pencapaian atau keberhasilan sesuatu reka bentuk	Enjin, pemampat udara, pam, minyak pelincir
Kelestarian	Proses memulihkan keadaan alam semula jadi	Bangunan hijau, produk hijau, bahan api kurang karbon
Keselamatan	Keadaan atau produk yang melindungi daripada kecederaan atau masalah	Pagar rumah, bumbung, sarung tangan makmal, topi keledar

(iv) Analisis reka bentuk

Analisis reka bentuk ialah proses sistematik untuk membangunkan reka bentuk termasuk semua penemuan, perancangan, dan komunikasi maklumat. Analisis reka bentuk boleh digunakan untuk semua jenis reka bentuk termasuk reka bentuk benda fizikal seperti bangunan dan perkara tidak ketara seperti perisian, maklumat, dan proses. Proses analisis melibatkan tiga perkara berikut:

Bahan

- Kenal pasti bahan yang boleh digunakan semula dan dapat memenuhi konsep kelestarian
- Bahan dianalisis dari segi kekuatan bahan dan prestasi bahan pada keadaan persekitaran
- Menjalankan eksperimen pencirian dan kekuatan bahan bagi bahan baharu atau menggunakan teknik pemilihan bahan hasil daripada data sedia ada seperti Internet, buku, jurnal, atau spesifikasi daripada pengeluar

Reka bentuk

- Membandingkan reka bentuk yang sedia ada dengan spesifikasi reka bentuk yang masih dalam kajian. Selain itu boleh juga mencari paten yang menghasilkan produk dari segi kriteria berbeza
- Selidik kajian literatur analisis yang melibatkan persamaan bagi sistem yang digunakan. Contohnya analisis faktor geseran pada roda rumah hijau, menganalisis kekuatan struktur apabila daya dikenakan
- Analisis boleh dilakukan secara pengiraan manual atau menggunakan bantuan perisian tertentu

Kos

- Kos perlu dianalisis bagi mengetahui atau menganggarkan kos keseluruhan projek
- Selain itu kos amat penting dalam meramalkan untung-rugi sesuatu produk yang ingin dipasarkan
- Analisis belanjawan projek melibatkan perbandingan harga dengan produk sedia ada

(v) Pemilihan reka bentuk awal

Pemilihan reka bentuk boleh ditentukan berdasarkan daripada hasil analisis dan senarai kriteria yang telah ditetapkan. Terdapat dua kaedah yang biasa digunakan dalam pemilihan reka bentuk, iaitu:

1. Kaedah Pugh's
2. Kaedah *Weighted-rating*

Kaedah Pugh's

- Kaedah Pugh's telah dibangunkan oleh Profesor Stuart Pugh dalam buku yang dihasilkan iaitu *Total Design: Integrated Methods for Successful* pada tahun 1991
- Pemilihan kriteria merupakan elemen penting dalam kaedah ini
- Menurut Stuart Burge (2009), kaedah ini menggunakan diagram matriks yang boleh menyenaraikan pelbagai reka bentuk dan juga kriteria
- Kaedah ini juga dikenali sebagai Pugh Matrik, mudah digunakan dan bergantung kepada satu siri berpasangan iaitu perbandingan antara konsep rekaan terhadap beberapa kriteria atau keperluan



Sila Imbas

Kaedah Pugh's:

<http://arasmega.com/qr-link/kaedah-pughs/>

(Dicapai pada 6 September 2019)

Kaedah Weighted-rating

- Kaedah *Weighted-rating* menggunakan diagram matriks sama seperti kaedah Pugh's
- Pemilihan kriteria memainkan peranan penting dalam kaedah ini
- Kaedah pemberat ini membantu murid membuat pilihan apabila tiada pilihan yang jelas. Setiap pilihan dinilai oleh beberapa kriteria; setiap kriteria diberikan pemberat, atau tahap kepentingannya
- Pemilihan pemberat setiap kriteria adalah berdasarkan daripada penanda aras yang dikenal pasti daripada hasil analisis dan perbandingan kajian literatur serta produk sedia ada



Sila Imbas

Video Weighted Scoring Model:

<http://arasmega.com/qr-link/video-weighted-scoring-model/>

(Dicapai pada 6 September 2019)

Kaedah lain yang lebih kompleks seperti Kaedah Triz dan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) juga boleh digunakan. Namun hanya dua kaedah biasa akan diterangkan dengan lebih lanjut dalam bahagian ini.

(vi) Penentuan spesifikasi reka bentuk

- Spesifikasi reka bentuk produk ialah dokumen terperinci yang memberikan maklumat mengenai produk atau proses yang direka. Spesifikasi reka bentuk produk ialah pernyataan bagaimana reka bentuk dibuat (nyatakan reka bentuk), apa yang dimaksudkan untuk dilakukan, dan sejauh mana ia mematuhi keperluan.
- Sebab utama mengapa spesifikasi sangat penting untuk proses pembinaan reka bentuk:
 - Memberikan arahan jelas mengenai tujuan, prestasi dan pembinaan produk atau projek
 - Boleh digunakan untuk merujuk kualiti dan piawaian yang perlu diterapkan.
 - Produk bahan dan pengeluar boleh ditakrifkan dengan jelas.
- Penentuan spesifikasi sesuatu reka bentuk adalah hasil daripada kriteria yang dipilih dan analisis yang telah dijalankan.

**Sila Imbas**

Spesifikasi reka bentuk:

<http://arasmega.com/qr-link/spesifikasi-reka-bentuk/>

(Dicapai pada 6 September 2019)

(vii) Penyediaan cetakan biru (*blueprint*) reka bentuk

- Cetakan biru merupakan reka bentuk terperinci produk, hasil lukisan kejuruteraan yang mengandungi lukisan terperinci produk yang mempunyai semua maklumat seperti saiz, dimensi, *Bill of Material* (BOM), kos (sekiranya perlu) dan juga lukisan pemasangan bagi membolehkan produk dibina berdasarkan lukisan tersebut. Lampiran D pada bahagian akhiran akan menunjukkan semua hasil lukisan kejuruteraan ini.
- Lukisan pemasangan ialah lukisan keseluruhan mesin atau sistem dengan semua komponennya terletak dan dikenal pasti. Cetakan biru boleh dihasilkan menggunakan teknik perkomputeran. Terdapat pelbagai perisian untuk menghasilkan lukisan ini seperti *AutoCAD*, *CATIA* dan *SolidWorks*. Teknologi terkini membolehkan murid menggunakan cetakan biru sebagai data untuk membina model cetakan tiga dimensi (3D) dengan menggunakan mesin pencetak khas.

**Sila Imbas**

Contoh lukisan pemasangan:

<http://arasmega.com/qr-link/contoh-lukisan-pemasangan/>

(Dicapai pada 6 September 2019)

(viii) Pembinaan prototaip

- Binaan prototaip perlu diselaraskan oleh pengurus teknikal.
- Carta alir kerja dan juga jadual perlu dibentuk agar setiap proses mengikut jangka masa yang telah ditetapkan. Kenal pasti setiap bahan yang diperlukan dan juga faktor keselamatan semasa membina prototaip tersebut.
- Memastikan penggunaan alatan seperti alat kimpalan mendapat nasihat daripada juruteknik yang mahir.
- Sekiranya pemasangan memerlukan tenaga luar, tenaga pengajar perlu dimaklumkan. Pengurus teknikal perlu memeriksa agar pemasangan memenuhi spesifikasi yang ditetapkan.

(ix) Pengujian dan penilaian fungsi prototaip

- Ujian reka bentuk prototaip yang dibangunkan adalah bahagian yang sangat penting dalam proses reka bentuk dan pembuatan. Pengujian dan penilaian mengesahkan bahawa produk akan berfungsi sebagaimana yang dikehendaki, atau jika ia memerlukan penambahbaikan. Secara umum, ujian prototaip membolehkan pereka dan pelanggan menilai kemampuan daya maju reka bentuk.
- Berdasarkan reka bentuk asal, murid harus menentukan apa yang ingin dipelajari dan matlamat ujian tersebut. Ketiadaan matlamat yang jelas akan menyukarkan proses untuk menguji fungsi prototaip. (Contoh borang penilaian prototaip dalam Lampiran E pada bahagian akhiran.)

(x) Penghasilan model penyelesaian

- Penghasilan model akhir bagi menyelesaikan permasalahan yang diberi perlu melalui beberapa ujian penilaian.
- Tujuannya adalah untuk memastikan produk atau model yang dihasilkan memenuhi kriteria dan kehendak pengguna.
- Analisis semua maklum balas hasil daripada ujian dan penilaian prototaip bagi mengenal pasti kelemahan dan kecacatan pada reka bentuk.
- Ulang proses ujian dan penilaian dengan mengubah suai data yang bersesuaian dan juga komponen tertentu sehingga produk menepati spesifikasi yang ditetapkan.

4.2.2 Aplikasi Proses Reka Bentuk Kejuruteraan

Standard Pembelajaran

Mengaplikasikan proses reka bentuk kejuruteraan untuk menyelesaikan masalah daripada kajian kes.

Melalui contoh reka bentuk rumah hijau mudah alih dalam rumah, proses seterusnya melibatkan perbincangan ahli kumpulan dalam menetapkan objektif, menjana idea, analisis dan menetapkan spesifikasi. Spesifikasi reka bentuk rumah hijau membolehkan cetakan biru dibuat dan hasil cetakan boleh menghasilkan model fizikal menggunakan pencetak 3D (sekiranya perlu dan mesin cetak mudah diperolehi). Proses berikut ialah langkah yang terlibat dalam menghasilkan produk yang direka bentuk iaitu pembinaan prototaip, menguji dan menilai, dan akhirnya model terakhir diserahkan kepada pengguna.


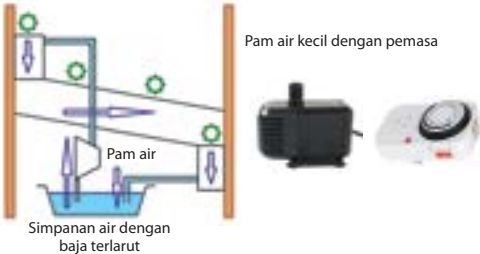
(i) Menetapkan objektif reka bentuk rumah hijau



- Penetapan objektif dibentuk hasil perbincangan dalam kumpulan.
- Selain itu, pengguna telah menetapkan spesifikasi bagi rumah hijau ini.
- Kaedah SMART digunakan dan dibincangkan.
- Matlamat utama projek ini adalah untuk membangunkan reka bentuk rumah hijau mudah alih.
- Secara spesifik terdapat tiga objektif yang perlu dipenuhi iaitu:
 - Menentukan saiz dan kekuatan struktur yang mampu memuatkan lebih daripada tiga pokok serta dapat menanggung bebanan.
 - Menganalisis sistem pencahayaan dan pengairan yang dapat membekalkan nutrisi pada pokok.
 - Membina struktur rumah hijau yang ringan dan mudah dialihkan oleh pengguna.

(ii) Membangunkan idea reka bentuk rumah hijau

- Idea perlu diterjemahkan dalam bentuk lakaran atau model ringkas agar keterangan yang jelas dapat dipersembahkan semasa pembentangan idea. Contohnya seperti dalam Jadual 4.10.

Jadual 4.10 Contoh idea murid

Idea 1	
<p>Reka Bentuk Konsep 1 (6 Pokok Pudina)</p> <p>Rangka kerja:</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Dibina daripada kayu. • Bahan mesra alam. • Menggunakan lapisan permukaan untuk melambatkan kerosakan kayu – Disapu dengan syelek. • Penembusan cahaya matahari. Hanya struktur rangka. <ul style="list-style-type: none"> - Bertutup menggunakan kaca, plastik, atau lapisan akrilik. - Memerangkap haba. 	<p>Reka Bentuk Konsep 1</p> <p>Sistem fertigasi (persenyawaan dan pengairan):</p> 

Idea 2	
<p>Reka Bentuk Konsep 2 (6 Pokok Pudina)</p> <p>Rangka kerja:</p>  <ul style="list-style-type: none"> Diperbuat daripada besi keluli. Reka bentuk dua tingkat. Dicat agar dapat melambatkan karatan pada besi keluli. Penembusan cahaya matahari. Hanya struktur rangka. <ul style="list-style-type: none"> - Bertutup menggunakan kaca, plastik, atau lapisan akrilik. - Memerangkap haba. 	<p>Reka Bentuk Konsep 2</p> <p>Sistem pengairan:</p>  <ul style="list-style-type: none"> Injap solenoid dikawal oleh suis kawalan pemasa. Mengawal masa untuk pengairan. Memerik semburan kabus air pada selang waktu yang diitetapkan.

- Pembentangan idea ini diadakan dalam minggu kedua dan ketiga bagi memastikan setiap murid diberi peluang untuk membuat pembentangan. Rubrik penilaian perlu dibentuk oleh tenaga pengajar dalam menilai persembahan pembentangan, pengetahuan, dan keaslian idea murid.
- Setiap ahli kumpulan perlu mempunyai tiga konsep reka bentuk menjadikan sejumlah 15 idea awalan yang dibincangkan dan dinilai sebelum memilih satu idea hasil gabungan antara reka bentuk yang telah direka.

(iii) Mengenal pasti kriteria rumah hijau

- Setiap ahli perlu menilai dan mengenal pasti kriteria reka bentuk rumah hijau yang telah dihasilkan.
- Penilaian yang teliti perlu dibuat dengan membandingkan idea reka bentuk dengan produk sedia ada.
- Justifikasi logik pemilihan kriteria antara tiga idea awalan bagi setiap ahli perlu diselaraskan dengan idea ahli kumpulan lain.
- Bagi kumpulan ini, kriteria pemilihan adalah berdasarkan spesifikasi yang telah diberikan oleh pengguna.
- Jadual 4.11 menunjukkan kriteria yang dikenal pasti dan faktor pemberatnya.

Jadual 4.11 Kriteria dan faktor pemberat

Kriteria	Faktor Pemberat
Keunikan	10%
Praktikal	10%
Kelestarian	10%
Keboleherjaan	20%
Ketersediaan bahan	5%
Mudah alih	10%
Kemudahan penyelenggaraan	10%
Mesra alam sekitar	5%
Penggunaan kuasa	5%
Kos	10%
Keselamatan	5%
Jumlah	100%

(iv) Menganalisis reka bentuk kejuruteraan rumah hijau

- Analisis yang dijalankan oleh ahli kumpulan adalah untuk menguji kekuatan struktur bahan yang telah dipilih iaitu papan lapis dan kayu pejal.
- Eksperimen lenturan tiga titik seperti dalam Foto 4.3 menggunakan mesin di makmal yang digunakan bagi mendapatkan beban maksimum yang dialami oleh setiap bahan. Data yang diperoleh bagi setiap bahan disusun dalam Jadual 4.12.



Foto 4.3 Eksperimen lenturan kayu pejal

Jadual 4.12 Data eksperimen kayu pejal

Bahan		Beban Maksimum, W (N)	y_{mak} (mm)	Tegasan Lenturan (MPa)	Terikan Maksimum	Modulus Young (MPa)
Kayu pejal	Spesimen 1	9495.77	11.68	38.45	0.074	522.53
	Spesimen 2	10269.75	12.70	41.58	0.080	519.75
Papan lapis	Spesimen 1	1395.04	7.03	42.53	0.057	746.14
	Spesimen 2	1561.30	7.34	47.60	0.060	793.33

- Tegasan lenturan, terikan maksimum, dan Modulus Young dikira daripada data mentah. Contoh pengiraan sampel bagi kayu pejal spesimen 2 ditunjukkan seperti di bawah:

$$\text{Tegasan lenturan} = \frac{3 Wl}{2 bh^2} = \frac{3 \times 10269.75 \text{ N} \times 0.2 \text{ m}}{2 \times 0.042 \text{ m} \times 0.042 \text{ m}^2} = 41.58 \text{ Mpa}$$

di mana,

W = beban maksimum (Newton)

l = jarak sokongan (meter)

b = lebar spesimen (meter)

h = ketebalan spesimen (meter)

$$\text{Terikan maksimum} = \frac{6 \times h \times y_{\text{mak}}}{l^2} = \frac{6 \times 0.042 \text{ m} \times 0.0127 \text{ m}}{0.2^2} = 0.08$$

di mana,

y_{mak} = pesongan maksimum pada beban maksimum

$$\text{Modulus Young} = \frac{\text{Tegasan lenturan}}{\text{Terikan maksimum}} = \left(\frac{41.58 \text{ Mpa}}{0.08} \right) = 519.75 \text{ Mpa}$$

(v) Memilih reka bentuk rumah hijau

- Pemilihan dibuat menggunakan diagram matriks hasil gabungan kaedah Pugh's dan *Weighted-rating* (sebagai penanda aras).
- Produk sedia ada di pasaran dijadikan sebagai penanda aras dan data dalam Jadual 4.13 sebagai prestasi relatif. Skor dan hasil skor dapat dilihat dalam Jadual 4.13 dan Jadual 4.14. Daripada data Jadual 4.14, bilangan skor dirumuskan dalam Jadual 4.15. Hasil daripada pemilihan tersebut, reka bentuk yang dipilih akan dijadikan sebagai produk yang akan dibina oleh kumpulan.

Jadual 4.13 Prestasi relatif dan skor

Prestasi Relatif	Skor
Lebih baik daripada	+
Sama seperti	0
Lebih buruk daripada	-

Jadual 4.14 Data skor bagi setiap reka bentuk

Kriteria Reka Bentuk	Reka Bentuk					
	Model Penanda Aras	Reka Bentuk 1	Reka Bentuk 2	Reka Bentuk 3	Reka Bentuk 4	Reka Bentuk 5
Keunikan	0	+	0	+	-	+
Praktikal	0	0	-	+	+	-
Kelestarian	0	-	-	0	+	+
Ketersediaan bahan	0	+	+	0	0	-
Keboleherjaan	0	-	+	+	+	-
Mudah alih	0	+	+	-	0	+
Kemudahan penyelenggaraan	0	-	-	+	0	-
Mesra alam sekitar	0	-	+	0	+	+
Penggunaan kuasa	0	-	0	-	0	0
Kos	0	-	-	0	0	-
Keselamatan	0	-	0	+	+	-

Jadual 4.15 Hasil rumusan skor reka bentuk

Skor	Reka Bentuk 1	Reka Bentuk 2	Reka Bentuk 3	Reka Bentuk 4	Reka Bentuk 5
Tambah	3	4	5	5	4
Sama	1	3	4	5	1
Tolak	7	4	2	1	6
Lebihan	-2	0	3	4	-2
Tahap	5	3	2	1	4
Diteruskan?	Tidak	Tidak	Tidak	Ya	Tidak

(vi) Menentukan spesifikasi reka bentuk rumah hijau

- Penentuan spesifikasi rumah hijau ini ditentukan hasil daripada analisis dan pemilihan reka bentuk yang dibuat.
- Secara ringkasnya spesifikasi rumah hijau kumpulan 1 ialah:

Dimensi:

Berat keseluruhan struktur tanpa pokok = 1000 kg

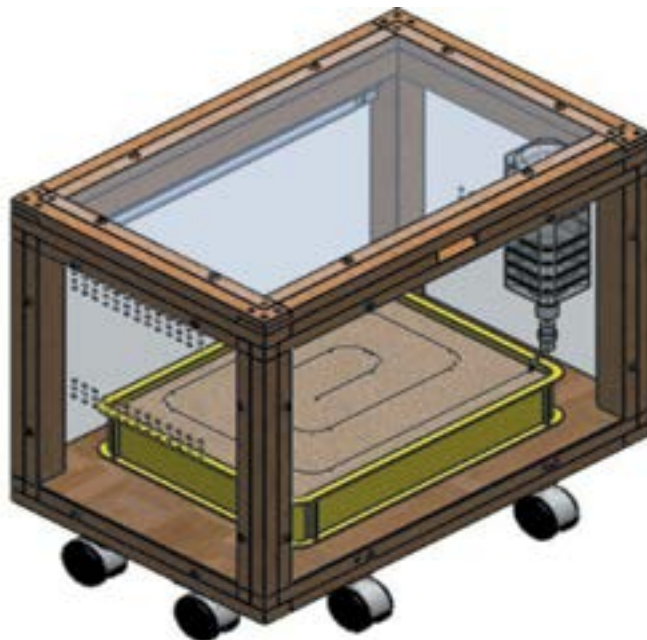
Berat yang boleh ditampung oleh papan lapis = 150 kg

Mudah alih = terdapat 4 roda

Penggunaan kuasa = 0.882 kWh seminggu

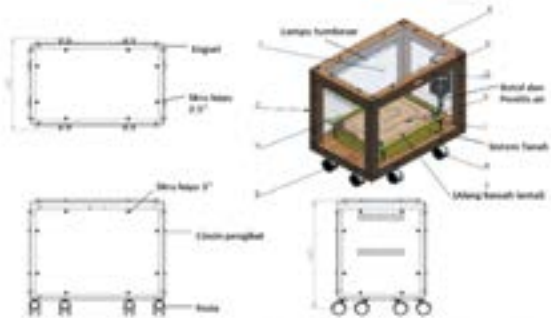
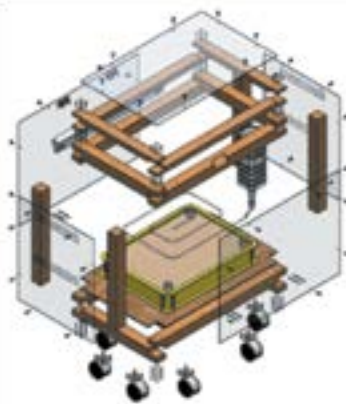
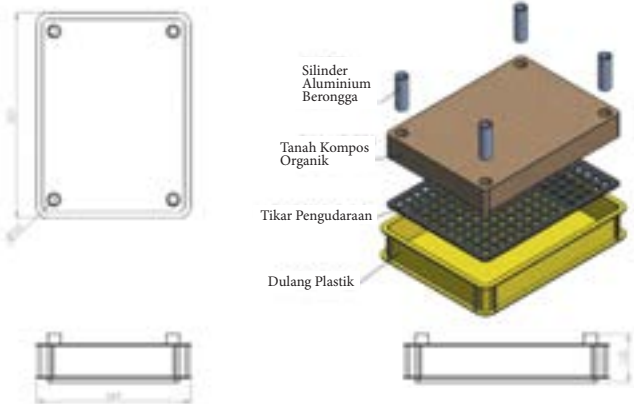
(vii) Menyediakan cetakan biru rekaan rumah hijau dan sistemnya

- Bagi tujuan pembuatan prototaip, cetakan biru yang mengandungi model reka bentuk, lukisan terperinci, dan pemasangan telah dibina seperti dalam Jadual 4.16. Senarai bahan atau lebih "*Bill of Material*" (BOM) telah disediakan seperti dalam Jadual 4.16. Senarai sama juga terdapat dalam lukisan pemasangan tanpa kos.



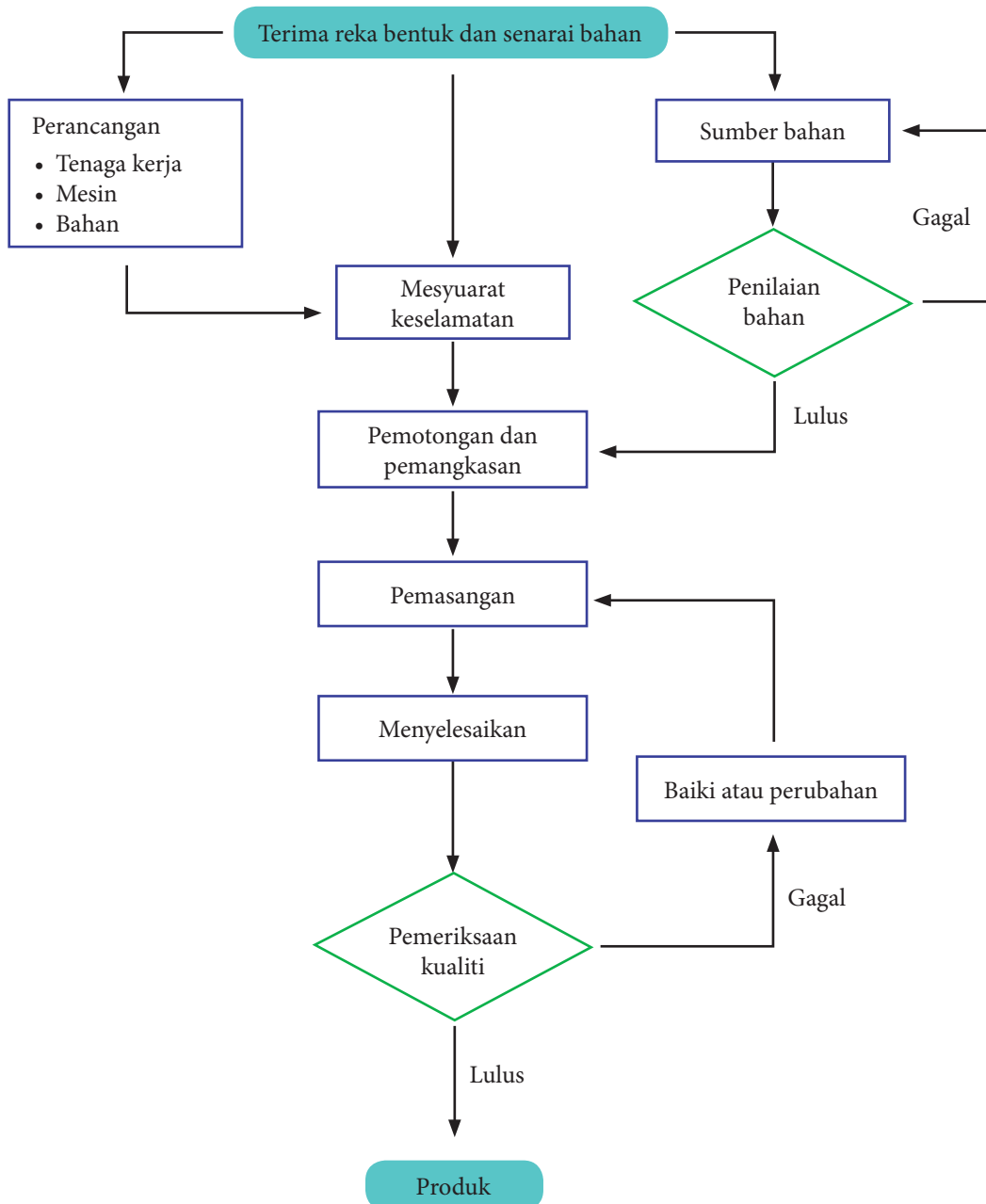
Rajah 4.16 Reka bentuk rumah hijau

Jadual 4.16 Kandungan cetakan biru rumah hijau kumpulan 1

Model	Gambaran																																																																																																
Lukisan terperinci	 <table border="1" data-bbox="865 568 1258 658"> <tr> <td>Nama</td> <td>Izhar bin Halqi</td> <td>Skala: 1:1</td> <td>Ukuran: mm</td> </tr> <tr> <td>Kelas</td> <td>4 PKM 1</td> <td>SMK TUNAS PADI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mata pelajaran</td> <td>Kejuruteraan Mekanikal</td> <td>Lukisan Terperinci Rumah Hijau</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Guru</td> <td>Ibfaq bin Safawi</td> <td>Markah</td> <td></td> </tr> </table>	Nama	Izhar bin Halqi	Skala: 1:1	Ukuran: mm	Kelas	4 PKM 1	SMK TUNAS PADI		Mata pelajaran	Kejuruteraan Mekanikal	Lukisan Terperinci Rumah Hijau		Guru	Ibfaq bin Safawi	Markah																																																																																	
Nama	Izhar bin Halqi	Skala: 1:1	Ukuran: mm																																																																																														
Kelas	4 PKM 1	SMK TUNAS PADI																																																																																															
Mata pelajaran	Kejuruteraan Mekanikal	Lukisan Terperinci Rumah Hijau																																																																																															
Guru	Ibfaq bin Safawi	Markah																																																																																															
Lukisan pemasangan (ceraian)	 <table border="1" data-bbox="879 768 1258 1107"> <thead> <tr> <th>No. Barang</th> <th>Bahagian</th> <th>Keterangan</th> <th>Kuantiti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>A</td><td>2" x 2" x 750 mm</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>B</td><td>2" x 2" x 500 mm</td><td>4</td></tr> <tr><td>3</td><td>C</td><td>2" x 2" x 460 mm</td><td>4</td></tr> <tr><td>4</td><td>D</td><td>2" x 2" x 750 mm</td><td>1</td></tr> <tr><td>5</td><td>E</td><td>1" x 2" x 15"</td><td>2</td></tr> <tr><td>6</td><td>F</td><td>2" x 2" x 15"</td><td>2</td></tr> <tr><td>7</td><td>G</td><td>2" x 2" x 750 mm bahagian terbuka</td><td>1</td></tr> <tr><td>8</td><td>H</td><td>460 x 399 mm perspek</td><td>2</td></tr> <tr><td>9</td><td>I</td><td>460 x 649 mm perspek</td><td>2</td></tr> <tr><td>10</td><td>J</td><td>399 x 639 mm perspek</td><td>1</td></tr> <tr><td>11</td><td>K</td><td>Papan lapis</td><td>1</td></tr> <tr><td>12</td><td></td><td>Roda</td><td>8</td></tr> <tr><td>13</td><td></td><td>Engsel</td><td>2</td></tr> <tr><td>29</td><td></td><td>Botol dan penitis air</td><td>1</td></tr> <tr><td>30</td><td></td><td>Sistem tanah</td><td>1</td></tr> <tr><td>31</td><td></td><td>Lampu tumbesaran</td><td>1</td></tr> <tr><td>32</td><td></td><td>Skrus kayu 1"</td><td>104</td></tr> <tr><td>33</td><td></td><td>Skrus kayu 2.5"</td><td>40</td></tr> <tr><td>34</td><td></td><td>5 mm cincin pengikat</td><td>44</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="865 1122 1258 1213"> <tr> <td>Nama</td> <td>Izhar bin Halqi</td> <td>Skala: 1:1</td> <td>Ukuran: mm</td> </tr> <tr> <td>Kelas</td> <td>4 PKM 1</td> <td>SMK TUNAS PADI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mata pelajaran</td> <td>Kejuruteraan Mekanikal</td> <td>Lukisan Pemasangan Rumah Hijau</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Guru</td> <td>Ibfaq bin Safawi</td> <td>Markah</td> <td></td> </tr> </table>	No. Barang	Bahagian	Keterangan	Kuantiti	1	A	2" x 2" x 750 mm	2	2	B	2" x 2" x 500 mm	4	3	C	2" x 2" x 460 mm	4	4	D	2" x 2" x 750 mm	1	5	E	1" x 2" x 15"	2	6	F	2" x 2" x 15"	2	7	G	2" x 2" x 750 mm bahagian terbuka	1	8	H	460 x 399 mm perspek	2	9	I	460 x 649 mm perspek	2	10	J	399 x 639 mm perspek	1	11	K	Papan lapis	1	12		Roda	8	13		Engsel	2	29		Botol dan penitis air	1	30		Sistem tanah	1	31		Lampu tumbesaran	1	32		Skrus kayu 1"	104	33		Skrus kayu 2.5"	40	34		5 mm cincin pengikat	44	Nama	Izhar bin Halqi	Skala: 1:1	Ukuran: mm	Kelas	4 PKM 1	SMK TUNAS PADI		Mata pelajaran	Kejuruteraan Mekanikal	Lukisan Pemasangan Rumah Hijau		Guru	Ibfaq bin Safawi	Markah	
No. Barang	Bahagian	Keterangan	Kuantiti																																																																																														
1	A	2" x 2" x 750 mm	2																																																																																														
2	B	2" x 2" x 500 mm	4																																																																																														
3	C	2" x 2" x 460 mm	4																																																																																														
4	D	2" x 2" x 750 mm	1																																																																																														
5	E	1" x 2" x 15"	2																																																																																														
6	F	2" x 2" x 15"	2																																																																																														
7	G	2" x 2" x 750 mm bahagian terbuka	1																																																																																														
8	H	460 x 399 mm perspek	2																																																																																														
9	I	460 x 649 mm perspek	2																																																																																														
10	J	399 x 639 mm perspek	1																																																																																														
11	K	Papan lapis	1																																																																																														
12		Roda	8																																																																																														
13		Engsel	2																																																																																														
29		Botol dan penitis air	1																																																																																														
30		Sistem tanah	1																																																																																														
31		Lampu tumbesaran	1																																																																																														
32		Skrus kayu 1"	104																																																																																														
33		Skrus kayu 2.5"	40																																																																																														
34		5 mm cincin pengikat	44																																																																																														
Nama	Izhar bin Halqi	Skala: 1:1	Ukuran: mm																																																																																														
Kelas	4 PKM 1	SMK TUNAS PADI																																																																																															
Mata pelajaran	Kejuruteraan Mekanikal	Lukisan Pemasangan Rumah Hijau																																																																																															
Guru	Ibfaq bin Safawi	Markah																																																																																															
	 <table border="1" data-bbox="858 1653 1250 1744"> <tr> <td>Nama</td> <td>Izhar bin Halqi</td> <td>Skala: 1:1</td> <td>Ukuran: mm</td> </tr> <tr> <td>Kelas</td> <td>4 PKM 1</td> <td>SMK TUNAS PADI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mata pelajaran</td> <td>Kejuruteraan Mekanikal</td> <td>Lukisan Pemasangan Rumah Hijau</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Guru</td> <td>Ibfaq bin Safawi</td> <td>Markah</td> <td></td> </tr> </table>	Nama	Izhar bin Halqi	Skala: 1:1	Ukuran: mm	Kelas	4 PKM 1	SMK TUNAS PADI		Mata pelajaran	Kejuruteraan Mekanikal	Lukisan Pemasangan Rumah Hijau		Guru	Ibfaq bin Safawi	Markah																																																																																	
Nama	Izhar bin Halqi	Skala: 1:1	Ukuran: mm																																																																																														
Kelas	4 PKM 1	SMK TUNAS PADI																																																																																															
Mata pelajaran	Kejuruteraan Mekanikal	Lukisan Pemasangan Rumah Hijau																																																																																															
Guru	Ibfaq bin Safawi	Markah																																																																																															

(viii) Membina prototaip rumah hijau

- Pengurus teknikal telah membuat carta alir kerja bagi proses fabrikasi dan pembinaan prototaip seperti dalam Rajah 4.17.
- Proses pembinaan prototaip ditunjukkan dalam Jadual 4.17.



Rajah 4.17 Carta alir kerja pembinaan prototaip

Jadual 4.17 Proses pembinaan prototaip rumah hijau

Keterangan	Gambar
<p>Proses melicinkan permukaan kayu pejal sebagai struktur utama rumah hijau</p>	
<p>Rangka struktur rumah hijau hampir siap</p>	
<p>Pemasangan roda bagi memenuhi kriteria mudah alih</p>	
<p>Pemasangan sistem saliran menggunakan botol plastik guna semula</p>	

(ix) Menguji dan menilai fungsi prototaip

- Proses pengujian dan menilai fungsi prototaip dijalankan selama seminggu di dalam bengkel.
- Rumah hijau diletakkan jauh daripada sumber cahaya luar dan tiada sumber air daripada paip atau saluran lain bagi menguji sistem pencahayaan dan pengairan rumah hijau tersebut.
- Sistem pencahayaan telah diuji menggunakan pemasa dan sistem pengairan turut diuji kadar penggunaannya sehari.
- Bekalan cahaya dan air telah dikira dan ditetapkan kadarnya mengikut ujian yang telah dibuat.
- Beberapa jenis pokok diletakkan dalam rumah hijau seperti dalam Foto 4.4 dan dibiarkan selama seminggu. Selepas tempoh tersebut, kesegaran pokok akan dinilai bagi memastikan rumah hijau yang dibina berfungsi mengikut spesifikasi yang telah ditetapkan.



Foto 4.4 Prototaip sedang dalam tempoh ujian

(x) Menghasilkan model penyelesaian

- Gambar hari pertama dan hari ketujuh diambil bagi tujuan penilaian.
- Didapati pokok cenderung ke arah cahaya yang dibekalkan di bahagian tepi yang memberi maksud kadar cahaya perlu diseragamkan agar setiap sudut rumah mendapat bekalan cahaya yang mencukupi.
- Pokok seperti pegaga, pudina, dan cekur masih kelihatan segar, tetapi pokok seperti keledak tidak sesuai dalam persekitaran yang kecil kerana perlu menjalar ke kawasan yang lebih luas.
- Kesimpulannya, rumah hijau yang dibina berjaya memenuhi spesifikasi dan matlamat yang telah ditetapkan. Namun perlu penyelidikan tentang kesesuaian tanaman atau pokok dengan spesifikasi persekitaran dalaman rumah hijau.

4.2.3 Cadangan Reka Bentuk Penyelesaian

Bahagian ini menerangkan beberapa kajian kes yang memerlukan murid mencadangkan reka bentuk penyelesaian dengan mengaplikasikan aspek proses reka bentuk kejuruteraan yang telah diterangkan.

- Kajian kes boleh dibina sendiri oleh murid atau tenaga pengajar berdasarkan permasalahan sebenar yang dihadapi dalam kehidupan seharian atau peralatan di sekolah.
- Bahan kitar semula boleh digunakan dalam penghasilan produk bagi meminimumkan kos projek selain mengaplikasikan kriteria kelestarian.
- Selain daripada permasalahan yang diberikan oleh individu atau syarikat, Jadual 4.18 menyenaraikan dua kajian kes yang berkaitan dengan kejuruteraan mekanikal.

Standard Pembelajaran

Mencadangkan penyelesaian reka bentuk untuk menyelesaikan masalah berdasarkan kajian kes.

Jadual 4.18 Kajian kes yang berkaitan dengan kejuruteraan mekanikal

Kajian Kes	Keterangan	Pendedahan
Alat pemegang makanan dan minuman mudah alih dan fleksibel	<ul style="list-style-type: none"> • Persaingan antara pengeluar kerusi ruang tamu menyebabkan pengeluar perlu memikirkan inovasi baharu yang boleh digandingkan bagi memenuhi kepuasan pelanggan • Biasanya meja tepi diletakkan sekiranya pengguna ingin meletakkan makanan dan minuman apabila duduk di kerusi atau sofa untuk berehat. Namun cara ini menyebabkan ketidakselesaan bagi pengguna untuk mencapai makanan dan minuman yang dikehendaki terutama bagi sofa yang boleh dicondongkan • Selain itu, meja tepi akan menggunakan ruang terutama bagi rumah yang mempunyai ruang tamu yang kecil. Peralatan ini mestilah murah, senang dipasang, dan boleh digunakan bersama kerusi 	<ul style="list-style-type: none"> • Melalui kajian kes ini, murid boleh mengaplikasikan pengetahuan dalam bidang sains, bahan, statik dan juga reka bentuk kejuruteraan • Murid boleh didedahkan dengan teknik pemasaran dengan menggunakan aplikasi media sosial

sambungan Jadual 4.18

Kajian Kes	Keterangan	Pendedahan
Mesin troli pemotong dan pemungut rumput serta pengutip sampah	<ul style="list-style-type: none"> • Sekolah yang mempunyai padang permainan atau bola sepak yang luas memerlukan jagaan rumput yang baik • Oleh itu, rumput padang perlu dipotong mengikut jadual yang telah ditetapkan agar murid dapat bermain dengan selesa semasa aktiviti sukan atau masa rehat • Murid adakalanya membuang sampah semasa bermain atau pada waktu aktiviti sukan • Mesin troli ini boleh digunakan untuk memotong dan memungut rumput serta mengutip sampah • Ia beroperasi secara manual dan berupaya untuk beroperasi di permukaan yang tidak rata 	<ul style="list-style-type: none"> • Melalui kajian kes ini, murid boleh mengaplikasikan pengetahuan dalam bidang sains, bahan, statik dan dinamik dan juga reka bentuk kejuruteraan • Di samping itu, kajian kes ini boleh diguna pakai oleh pihak sekolah

4.2.4 Laporan Cadangan Reka Bentuk

Laporan reka bentuk ialah rekod bertulis projek dan secara amnya merupakan satu-satunya rekod yang ada selepas projek berakhir dan kumpulan dibubarkan. Laporan reka bentuk ini menerangkan masalah yang sedang diselesaikan dan memberikan latar belakang kepada reka bentuk. Selain itu, laporan juga menggambarkan reka bentuk serta menilai sejauh mana reka bentuk berfungsi dengan membandingkan prestasi untuk keperluan reka bentuk. Laporan ini bermula dengan ringkasan eksekutif pendek yang mengandungi sinopsis keseluruhan projek reka bentuk. Lampiran kepada laporan mengandungi maklumat sokongan dengan butiran yang diperlukan oleh pembaca yang ingin sepenuhnya memahami reka bentuk projek yang telah dijalankan.

Format laporan projek perlu mengandungi perkara-perkara seperti dalam Jadual 4.19.



Standard Pembelajaran

Menghasilkan laporan cadangan reka bentuk untuk menentukan prototaip yang akan dihasilkan.

Jadual 4.19 Senarai perkara dalam format laporan projek

Bahagian	Bab	Keterangan
Halaman hadapan	Tiada	<ul style="list-style-type: none"> Halaman hadapan mempunyai: Tajuk projek, nama kumpulan reka bentuk, nama pelanggan atau tenaga pengajar, tarikh, dan nama ahli kumpulan Tajuk projek hendaklah menjadi deskriptif dan secara amnya bukan nama projek dalaman yang digunakan oleh kumpulan
Ringkasan reka bentuk	Tiada	<ul style="list-style-type: none"> Merumuskan keseluruhan laporan murid ke dalam satu halaman agar pembaca dapat mengetahui kandungan keseluruhan laporan Ia mengandungi ringkasan definisi masalah, perihal reka bentuk, dan penilaian Adalah disyorkan bahawa murid menggunakan tajuk ringkasan eksekutif untuk memastikan bahawa ia bukan ringkasan daripada pengenalan Ringkasan eksekutif diletakkan selepas halaman tajuk dan sebelum senarai kandungan, dan hendaklah terhad kepada satu halaman
Senarai kandungan	Tiada	<ul style="list-style-type: none"> Termasuk tajuk bahagian dan nombor halaman
Pengenalan	1	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan bahagian pengenalan untuk memberikan beberapa maklumat latar belakang mengenai reka bentuk keseluruhan masalah reka bentuk Maklumat pengenalan ini hendaklah datang daripada carian literatur seperti perpustakaan, Internet, majalah perdagangan, dan sebagainya Perkara utama yang perlu diterangkan: <ul style="list-style-type: none"> Tetapkan konteks: Membantu pembaca memahami maklumat umum mengenai masalah atau keperluan, termasuk sebarang definisi, statistik, dan lain-lain. Gunakan gambar dan imej visual mengikut kesesuaian Jelaskan tujuan: Mengapa kerja ini penting? Tetapkan skop: Sejauh mana murid boleh capai untuk menyelesaikan masalah ini? Nyatakan objektif: Dalam pernyataan pendek atau senarai, kenal pasti objektif khusus Kerja: Perkara yang boleh dinilai pada akhir projek untuk menentukan sama ada projek berjaya
Pernyataan masalah		
Objektif		

sambungan Jadual 4.19

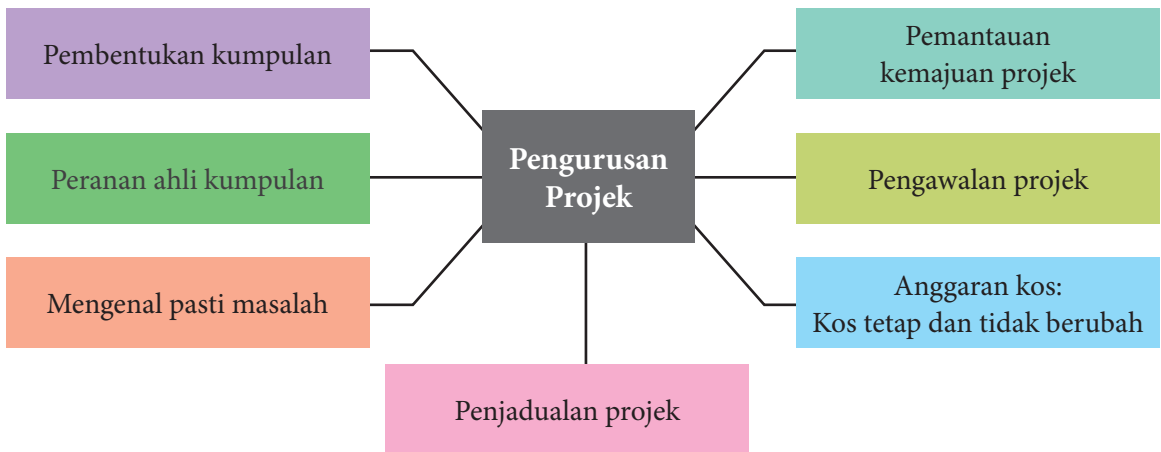
Bahagian	Bab	Keterangan
Kaedah kerja atau metodologi	2	<ul style="list-style-type: none"> Bahagian ini menerangkan tentang kaedah dalam proses penghasilan model penyelesaian Memberi gambaran keseluruhan tentang pendekatan anda dan tinjauan keseluruhan pelan ujian untuk menilai reka bentuk. Di sinilah anda menyatakan sama ada pendekatan itu adalah ujian eksperimen prototaip, simulasi komputer, pengiraan tangan, ujian pengguna, atau gabungan kaedah ini Ia termasuk pembangunan idea awalan Analisis yang terlibat berdasarkan kriteria Bentuk carta alir bagi memudahkan pembaca memahami urutan proses kaedah kerja yang dijalankan
Reka bentuk	3	<ul style="list-style-type: none"> Gambaran keseluruhan mengenai reka bentuk dengan menerangkan penggunaan reka bentuk dan bagaimana ia berfungsi. Sekiranya sesuai, anda boleh menerangkan senario menggunakan lukisan garis gambaran keseluruhan (tangan atau CAD) Menerangkan secara terperinci sebab, andaian yang digunakan dalam proses pemilihan reka bentuk, penentuan spesifikasi, dan juga pembinaan prototaip
Perbincangan	4	<ul style="list-style-type: none"> Bahagian ini melibatkan perbincangan mengenai hasil ujian fungsi prototaip yang dibina Semua penilaian yang dibuat turut dilaporkan Rumusan daripada perbincangan perlu dibuat bagi mengenal pasti produk mencapai kehendak dan keperluan yang ditetapkan
Kesimpulan	5	<ul style="list-style-type: none"> Menyediakan senarai yang hanya berasaskan hasil yang paling penting dan menjawab semua objektif
Rujukan	Tiada	<ul style="list-style-type: none"> Bahagian rujukan mempunyai senarai rujukan yang disebutkan di dalam laporan termasuklah buku, jurnal teknikal, dan paten Gunakan gaya APA, ASME, atau IEEE
Lampiran	Tiada	<ul style="list-style-type: none"> Maklumat tambahan yang diperlukan seperti: <ol style="list-style-type: none"> Pengiraan terperinci dan data yang dijana komputer Spesifikasi pengilang Data makmal Gambar reka bentuk


Sila Imbas
Maklumat tentang American Psychological Association (APA):
<http://arasmega.com/qr-link/maklumat-tentang-american-psychological-association-apa/>

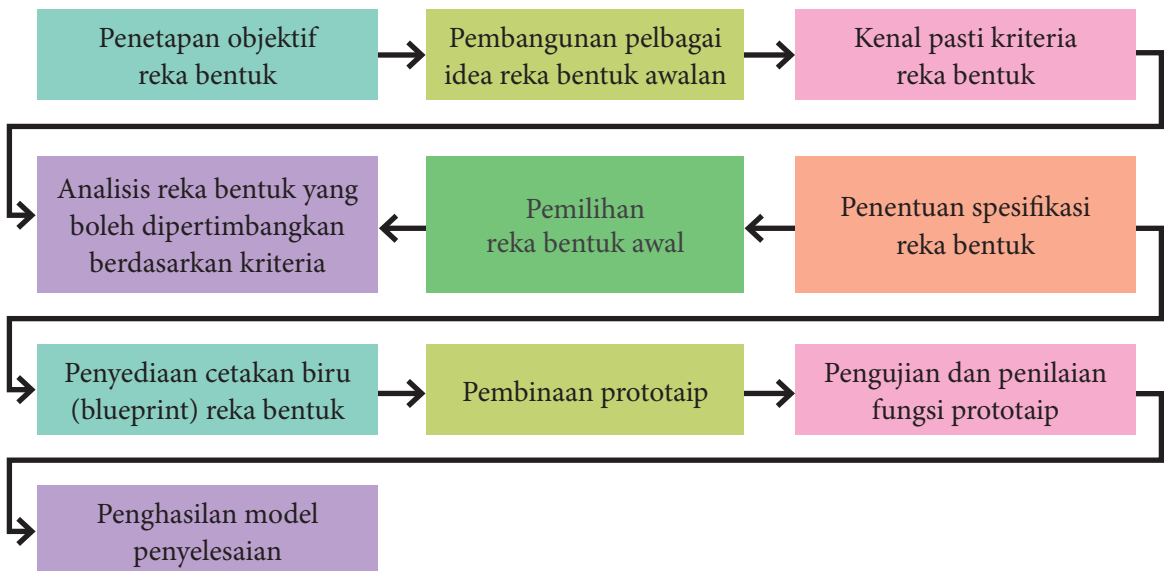
(Dicapai pada 6 September 2019)

- Murid perlu memastikan tatabahasa dalam laporan adalah jelas dengan singkatan ayat yang dapat difahami oleh pembaca yang bukan daripada latar belakang teknikal.
- Laporan projek merupakan laporan teknikal yang banyak mengandungi rajah, jadual, dan persamaan (sekiranya perlu). Pastikan keterangan dan penomboran setiap rajah dan jadual selaras untuk setiap bahagian agar mudah dirujuk oleh pembaca.

Rumusan



Proses Reka Bentuk Penghasilan Produk Kejuruteraan



Latihan Modul 4

1. Rajah di bawah merupakan gambaran skil kerja kumpulan. Apakah skil A dan B?



2. Dalam menyelesaikan masalah reka bentuk, seorang jurutera perlu mengenal pasti masalah yang berkaitan. Lengkapkan jadual di bawah bagi masalah yang diberikan.

Masalah	Keperluan Reka Bentuk	Siapa	Batasan atau kekangan	Matlamat
Tempat duduk kanak-kanak dalam kereta tidak dipasang dengan betul	Menetapkan tempat duduk kanak-kanak di bahagian belakang kereta			
Jarak gigi tidak seragam	Pendakap gigi yang kuat dan selesa dengan tempoh pemakaian yang singkat			
Kasut tidak selesa	Bahan yang digunakan mestilah boleh diguna pakai oleh setiap bentuk kaki			

3. Lengkapkan jadual di bawah berdasarkan maklumat daripada jadual pada soalan 2. Buat ulasan mengenai maklumat yang diperolehi.

Masalah	Jenis Maklumat	Keterangan Maklumat	Ulasan
Tempat duduk kanak-kanak dalam kereta tidak dipasang dengan betul	1.		
	2.		
	3.		
Kasut tidak selesa	1.		
	2.		
	3.		

4. Isikan jawapan bagi A dan B dalam kenyataan analisis masalah di bawah.



Analisis masalah ditakrifkan sebagai (A) _____ yang perlu diselesaikan kepada (B) _____ yang lebih terperinci.

5. Terangkan definisi SMART mengikut pemahaman anda dalam menetapkan objektif reka bentuk.
6. Fattah perlu membina sebuah rak buku kecil bagi menyusun semua buku-buku yang baru dibeli. Proses reka bentuk rak buku ini memerlukan anggaran kos agar wang yang ada sebanyak RM200 dapat digunakan sebaik mungkin. Jadual di bawah menunjukkan anggaran kos yang dibuat oleh Fattah.

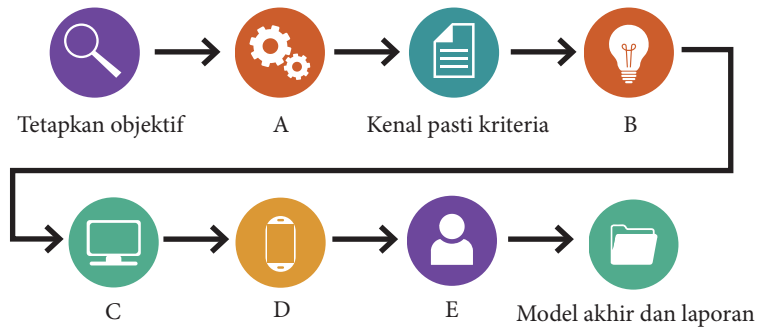
Bahan	Kos Per Unit (RM)	Jenis kos
Alat penukul	5.00	
Alat pelarik	30.00	
Alat pemotong	25.00	
Papan kayu pejal	50.00	
Papan lapis (plywood)	10.00	
Paku (kotak)	10.00	
Braket "L"	15.00	
Cat	10.00	
Jumlah Kos		

- (a) Kenal pasti dan isikan jenis kos (tetap atau berubah) yang terlibat dalam projek ini dalam jadual di sebelah.
- (b) Sekiranya kos upah untuk menyiapkan rak tersebut ialah sehari bersamaan dengan RM5.00 sejam, upah pekerja adalah dalam masa 3 jam sehari. Kirakan kos upah (anggaran hari bekerja selama 2 hari).
- (c) Kirakan jumlah keseluruhan projek, di mana kos keseluruhan = kos bahan + kos upah.

7. Reka bentuk oleh Syarikat DERS telah melantik Zara sebagai pengurus reka bentuk untuk menilai kriteria dua reka bentuk skuter yang akan dipasarkan oleh syarikat. Zara perlu membuat keputusan yang terbaik agar ia mendapat sambutan daripada ibu bapa untuk membeli produk ini. Dengan merujuk jadual di bawah, nyatakan penilaian dan keputusan yang boleh dicadangkan kepada Zara.

Reka bentuk	 A	 B
Kriteria	Penilaian	
Ergonomik		
Keselamatan		
Estetik		
Keputusan		

8. Berikut ialah ringkasan proses penghasilan produk telefon pintar yang perlu dijalankan. Lengkapkan langkah A, B, C, D, dan E.



9. Nyatakan dan terangkan secara ringkas dua kaedah pemilihan reka bentuk awal.

JAWAPAN



Sila Imbas

Jawapan Modul 4:

<http://arasmega.com/qr-link/jawapan-modul-4/>

(Dicapai pada 4 September 2019)

LAMPIRAN

Lampiran A - Contoh sijil paten


MALAYSIA
CERTIFICATE OF GRANT OF A PATENT

In accordance with Section 31 (2) of the Patents Act 1963 a patent for an invention having grant number MY 503000A has been granted to HUK SON BHD in respect of an invention having the following particulars:

TITLE : DEVICE FOR ADJUSTING MOTORCYCLE SEAT
FILING DATE : 18 SEPTEMBER 2016
PRIORITY DATE : NONE
NAME OF INVENTOR : CHAIK BIN KHALID
PATENT OWNER : HUK SON BHD,
LEVEL 7, CP TOWER,
NO. 25, JALAN 33/13,
PUSAT DANGANG SEKSYEM 16,
48000 PETALING JAYA,
SELANGOR,
MALAYSIA.
DATE OF GRANT : 22 OCTOBER 2018
DURATION OF PATENT : 18 SEPTEMBER 2016 UNTIL 18 SEPTEMBER 2036
END OF PROTECTION : 31 OCTOBER 2025 (SUBSEQUENT ANNUAL FEE SHALL FOLLOW AS STATED IN THE SCHEDULE OF FEES AT THE BACK OF THIS PAGE)

Dated the 22 day of OCTOBER 2018


(SULAIMAN MUHAMMAD)
Deputy Registrar of Patents
MALAYSIA

SCHEDULE OF ANNUAL FEES*

Annual Fee for Patent	Due Date of Annual Payment	Online Filing (RM)	Manual Filing (RM)
a) for 2 nd year after grant of patent	1 October 2020	260	290
b) for 3 rd year after grant of patent	1 October 2021	330	360
c) for 4 th year after grant of patent	1 October 2022	390	420
d) for 5 th year after grant of patent	1 October 2023	460	490
e) for 6 th year after grant of patent	1 October 2024	520	560
f) for 7 th year after grant of patent	1 October 2025	600	640
g) for 8 th year after grant of patent	1 October 2026	690	730
h) for 9 th year after grant of patent	1 October 2027	720	760
i) for 10 th year after grant of patent	1 October 2028	780	820
j) for 11 th year after grant of patent	1 October 2029	850	890
k) for 12 th year after grant of patent	1 October 2030	920	940
l) for 13 th year after grant of patent	1 October 2031	1050	1100
m) for 14 th year after grant of patent	1 October 2032	1200	1290
n) for 15 th year after grant of patent	1 October 2033	1360	1390
o) for 16 th year after grant of patent	1 October 2034	1600	1860
p) for 17 th year after grant of patent	1 October 2035	1650	1900

In the case of late payment of annual fees:

- Payment of annual fee can still be made within 6 months (grace period) from the due date but a surcharge of 100% of the fee for the year concerned will be imposed.
- If no payment is made after the grace period, the patent will be published as lapses in the government gazette.
- The applicant can still file reinstatement of the lapse patent within 2 years from the date of the publication of lapses in the government gazette. Surcharge and Reinstatement Fee shall be applied.
- For more information, please contact us at exam.myipo.gov.my or 03-2366 8654/8654.

*Fees subject to change according to Patents 8 and Regulations

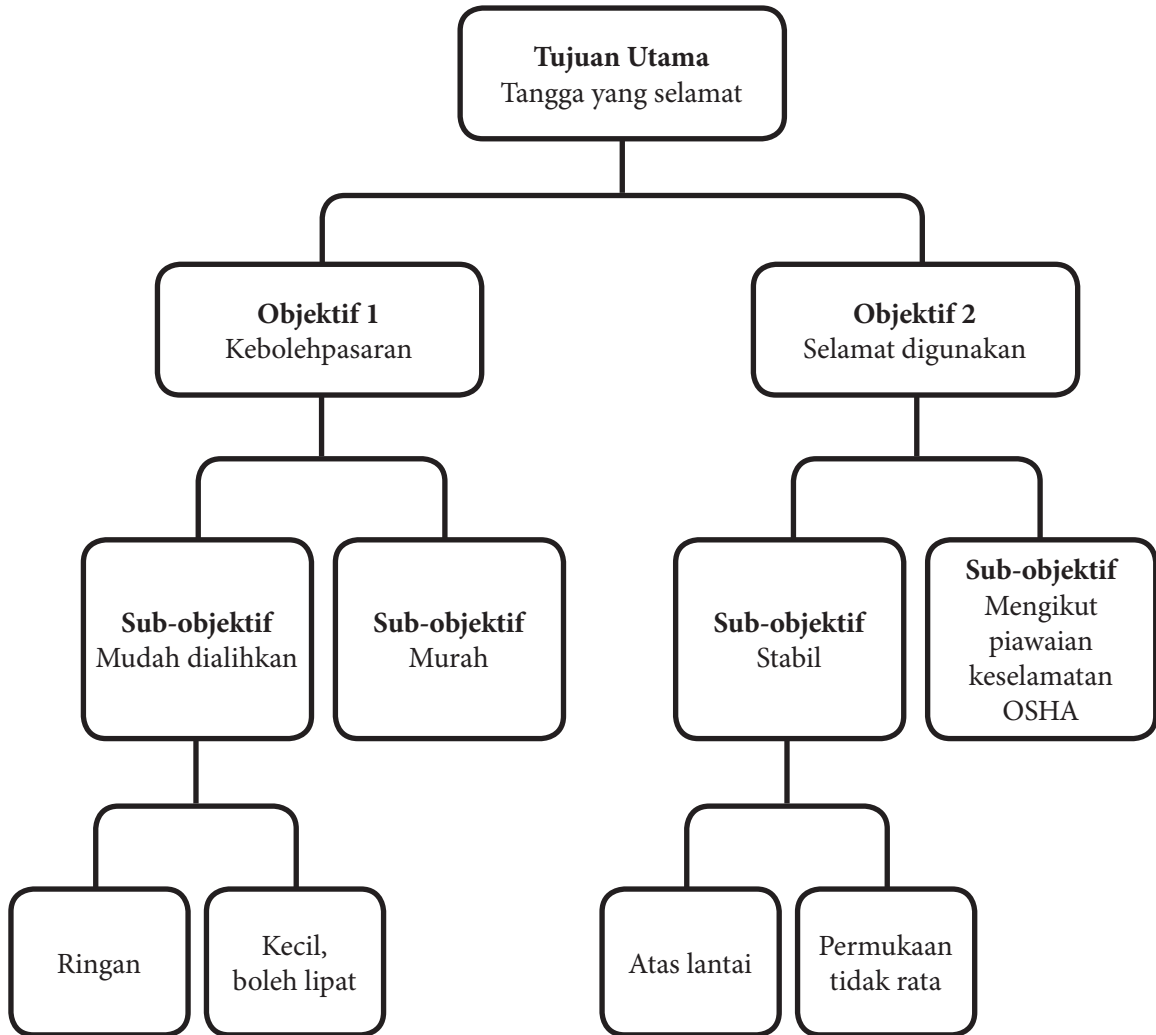
(Sumber: Perbadanan Harta Intelek Malaysia (MyIPO))

Lampiran B - Contoh borang kaji selidik reka bentuk kejuruteraan

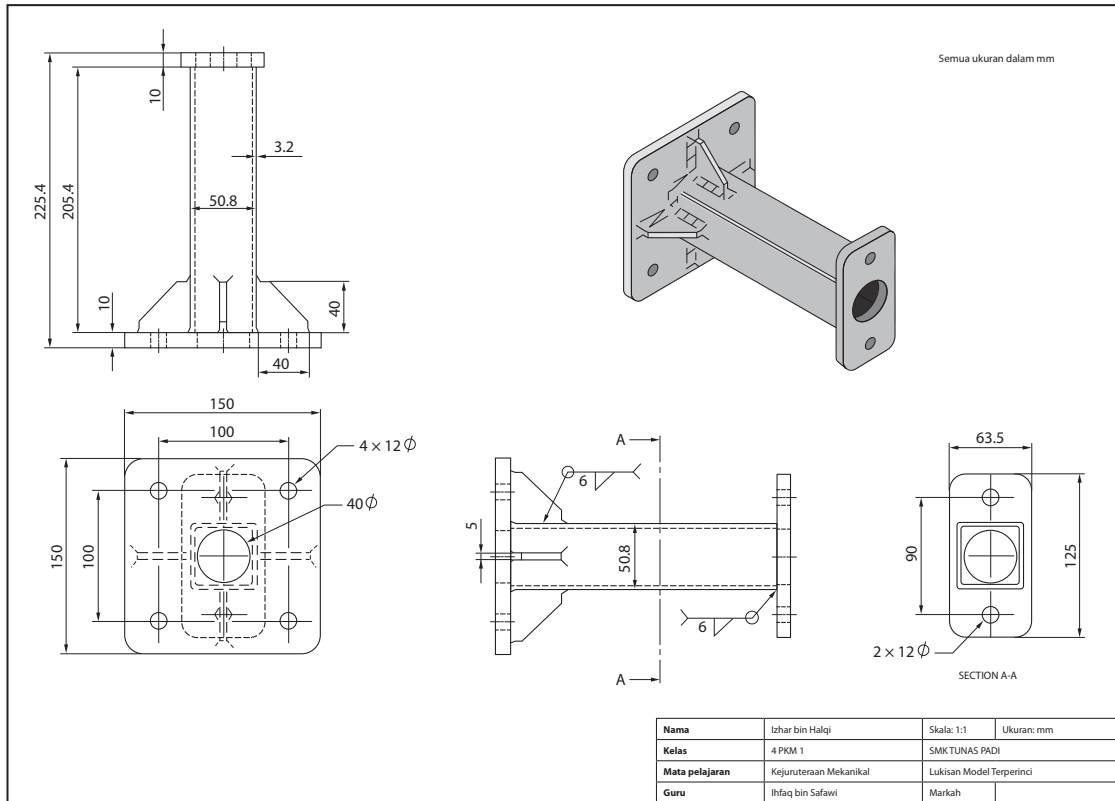
BORANG SOAL SELIDIK	
KAJIAN PERSEPSI PENGGUNA TERHADAP ALAT PEMADAM API KEBAKARAN	
PENGENALAN	
<p>Borang soal selidik ini digunakan untuk mendapat maklum balas daripada pengguna wanita bagi menambah baik dan inovasi alat pemadam api kebakaran. Borang ini digunakan bagi membuat kajian terhadap persepsi pengguna berkenaan tahap penggunaan alat pemadam api kebakaran di pejabat dan di rumah. Kerjasama tuan-tuan dan puan-puan untuk menjawab soal selidik ini dengan ikhlas dan telus amat dihargai.</p>	
TAJUK KAJIAN [PRODUK]:	
<p>Mencipta alat pemadam api kebakaran yang ringan dan mudah dikendalikan untuk kaum wanita sama ada dewasa ataupun remaja.</p>	
Bahagian A:	Latar belakang responden
Umur:	<input type="checkbox"/> 12 sehingga 19 tahun <input type="checkbox"/> 20 sehingga 39 tahun <input type="checkbox"/> 40 sehingga 49 tahun <input type="checkbox"/> 50 sehingga 60 tahun
Pekerjaan:	<input type="checkbox"/> Suri rumah <input type="checkbox"/> Pekerja kerajaan/swasta <input type="checkbox"/> Pelajar <input type="checkbox"/> Lain-lain
Bahagian B:	Penggunaan alat pemadam api kebakaran
1.	Adakah anda pernah menggunakan atau melihat alat pemadam api kebakaran? <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak (Nota: Sekiranya tidak, anda boleh melihat dalam carian Internet)
2.	Adakah anda pernah menjalani latihan menggunakan alat pemadam api kebakaran? <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak
3.	Sekiranya ya, adakah alat tersebut ringan? <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak (Nota: Sekiranya tidak, terus ke soalan 4)
4.	Sekiranya ya, adakah alat tersebut mudah digunakan? <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak (Nota: Sekiranya tidak, terus ke soalan 5)
5.	Sekiranya tidak, nyatakan berapakah berat alat pemadam api kebakaran yang sesuai untuk wanita. Jawapan: _____ kg
6.	Sekiranya tidak, cadangkan langkah yang sesuai. Cadangan: _____

Sekian, terima kasih atas kerjasama anda.

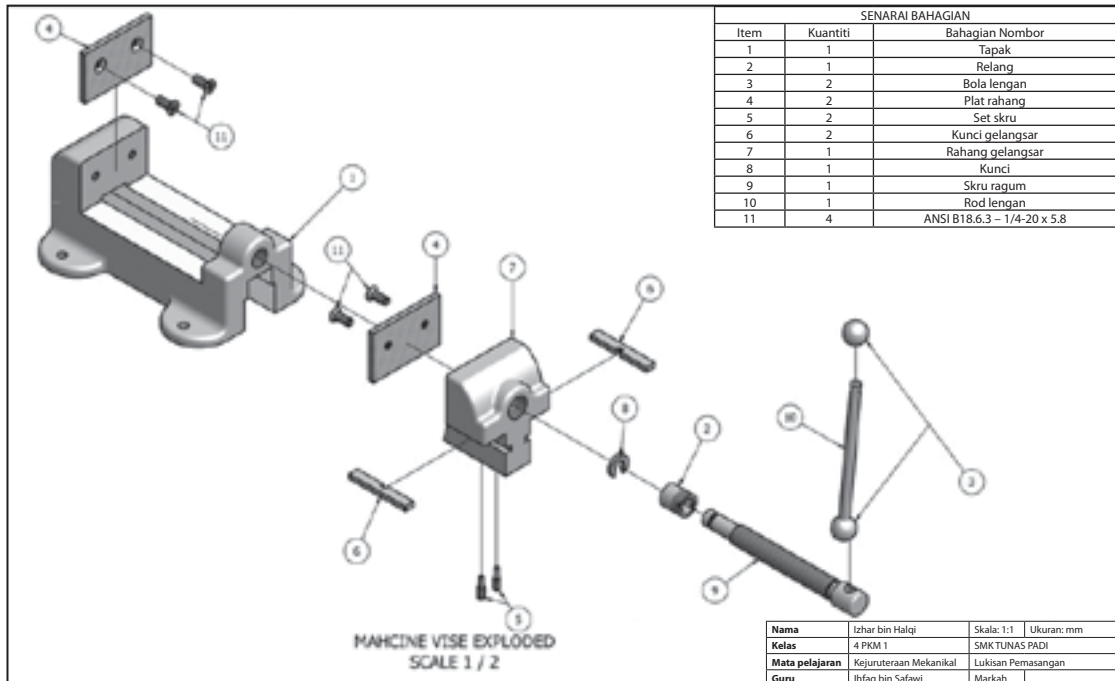
Lampiran C - Contoh Objectives Tree



Lampiran D - Lukisan model terperinci



Lukisan pemasangan



Lampiran E - Contoh borang penilaian produk

BORANG PENILAIAN PRODUK

Tajuk Projek:

Nama Penilai:

PENGENALAN

Borang penilaian ini adalah bertujuan untuk mendapatkan maklum balas mengenai prestasi alat pemadam kebakaran yang telah dibina. Hasil penilaian akan digunakan untuk mendapatkan data untuk penambahbaikan alat ini sebelum pengeluaran membuat produk akhir untuk dijual kepada pengguna.

TAJUK KAJIAN [PRODUK]:

Alat pemadam api kebakaran yang ringan dan mudah dikendalikan untuk kaum wanita sama ada dewasa ataupun remaja.

Penilaian	Penerangan
5	Luar biasa – Produk yang sangat berkualiti, melebihi jangkauan
4	Amat baik – Produk yang memenuhi kualiti dan kehendak pelanggan
3	Baik – Berfungsi dengan baik dan mempunyai kualiti serta boleh digunakan
2	Sederhana – Produk boleh digunakan seandainya tiada pilihan
1	Lemah – Produk yang berkualiti rendah dan tidak sesuai

Sila berikan penilaian tentang alat pemadam api kebakaran dengan membulatkan jawapan yang sesuai.

Reka bentuk fizikal	5	4	3	2	1
Reka bentuk menarik, mudah dipegang, ringan, dan terdapat arahan yang mudah difahami di bahagian luar produk.					
Prestasi penggunaan	5	4	3	2	1
Berupaya untuk memadamkan api yang berskala kecil seperti api rokok					
Penggunaan bahan hijau	5	4	3	2	1
Terdapat bahan hijau dalam menghasilkan produk					
Kesesuaian	5	4	3	2	1
Produk ini sesuai digunakan di ruang kerja pejabat atau di rumah					
Pembuangan	5	4	3	2	1
Produk boleh dibuang dengan mudah setelah digunakan atau tamat tarikh penggunaan					

Sekian, terima kasih atas kerjasama anda.

GLOSARI

aeroangkasa berkaitan dengan roket, pesawat udara, peluru berpandu, kapal angkasa lepas dan sebagainya yang terbang atau beroperasi dalam ruang angkasa lepas.

aeronautik kajian tentang aspek-aspek penerbangan.

aloi logam yang merupakan gabungan dua logam atau lebih (misalnya gangsa, loyang, dan lain-lain) atau satu logam dengan bahan bukan logam (misalnya keluli).

aluminium logam yang ringan, mulur, berwarna putih dan tertempakan yang merupakan konduktor elektrik yang baik.

arang batu arang keras yang digali dari dalam tanah, batu bara.

automotif berkenaan kenderaan bermotor.

batu kapur batu yang mengandungi kapur.

besi tempawan besi yang dikeraskan dengan ditempa.

besi tuang aloi besi dengan karbon dan silikon pada kadar kandungan kira-kira 2 – 5 % karbon, 0.2 – 4 % silikon dan kadang-kadang mengandungi bahan lain seperti fosforus dan sulfur.

bijih besi bijih yang mengandungi besi.

bioteknologi kegiatan atau kajian yang menggunakan mikroorganisma, sistem biologi, atau proses biologi dalam industri pengeluaran dan perkhidmatan untuk menghasilkan produk seperti antibiotik, vaksin, keju dan lain-lain.

bolt batang logam yang berkepala pada satu hujungnya dan berbenang skru pada hujung yang satu lagi (digunakan untuk mencantumkan dua benda).

cetak biru lukisan perancangan pembinaan yang dicetak menggunakan kertas ferroprussite. lukisan ini mempunyai garis-garis putih dan berlatar belakang biru.

condong senget (miring) ke sebelah, tidak tegak lurus, cenderung.

dinamo sejenis alat untuk menukar tenaga mekanik kepada tenaga elektrik, terutamanya yang mengeluarkan arus terus.

eksotermik bersifat membebaskan atau mengeluarkan haba.

ekzos paip yang menyalurkan gas dan lain-lain keluar dari enjin sesebuah kenderaan.

elektrik satu bentuk tenaga yang digunakan untuk menghasilkan cahaya, kepanasan, dan lain-lain.

elektronik 1. berkenaan elektron. 2. berkenaan (penggunaan) alat yang dibina (dijalankan) dengan kaedah (prinsip) teknologi elektron. 3. cabang fizik dan teknologi yang berkaitan dengan gerak laku, pembangunan, aplikasi, litar dan peranti elektronik.

engsel sejenis sendi besi yang menyambungkan daun pintu (tingkap dan lain-lain) dengan jenangnya dan lain-lain (sehingga daun pintu dan lain-lain boleh dibuka tutup).

enjin mesin untuk menukar berbagai-bagai bentuk tenaga kepada daya atau gerakan mekanik.

ergonomik kajian tentang hubungan antara pekerja dengan persekitaran tempat kerja, seperti aspek-aspek kejenteraan, peralatan, dan keadaan kerja.

estetik berkenaan keindahan atau penghargaan terhadap keindahan (terutamanya dalam bidang seni).

etika 1. ilmu berkenaan prinsip-prinsip akhlak atau moral. 2. prinsip moral (atau akhlak) atau nilai-nilai akhlak yang menjadi pegangan seseorang individu atau sesuatu kumpulan (persatuan, pekerjaan, dan lain-lain).

fabrikasi pembikinan atau pembuatan atau pasang siap.

fizikal berkenaan kebendaan atau keadaan alam semula jadi.

fosil tinggalan (sisa) jasad haiwan atau tumbuhan zaman purba (prasejarah) yang kini mengeras dan tertanam di dalam bumi (batuan dan sebagainya).

gangsa aloi yang terdiri daripada tembaga dan timah.

gas asli gas yang diperoleh dari kerak bumi.

geometri cabang matematik yang berkaitan dengan ukuran, sifat-sifat hubungan titik, garis, sudut, permukaan dan bongkah.

geseran tindakan yang berlaku apabila dua permukaan bergeselan.

haba bentuk tenaga yang dipindahkan melalui pengaliran, perolakan, atau bahangan.

halaju kecepatan gerakan, kadar kecepatan.

hidraulik yang digerakkan atau dijalankan oleh cecair.

hidroelektrik berkenaan elektrik yang dijana oleh kuasa air.

infrastruktur kemudahan dan perkhidmatan asas (seperti kemudahan pengangkutan, pendidikan, kesihatan dan sebagainya, bekalan kuasa elektrik, dan pelbagai kemudahan lain yang diperlukan untuk pembangunan dan pertumbuhan sesebuah negara, masyarakat, organisasi, dan sebagainya), prasarana.

institusi badan atau organisasi yang ditubuhkan untuk sesuatu tujuan tertentu.

jana kuasa alat yang menghasilkan tenaga elektrik.

jasad sesuatu yang wujud yang boleh dipegang atau dilihat.

jentera keseluruhan sistem yang meliputi tenaga manusia (alat perkakas, kemudahan, kemahiran, dan sebagainya) yang dapat menjalankan atau melaksanakan sesuatu.

jisim kuantiti jirim dalam benda yang tidak bernyawa yang tidak tertakluk pada graviti.

jurutera orang yang terlatih dalam mereka, membuat, dan menggunakan (menjaga) jentera atau terlatih dalam mana-mana cabang kejuruteraan.

juruteknik orang yang ahli dalam hal selok-belok jentera dan lain-lain.

kabel tali yang tebal dan kuat yang diperbuat daripada sejumlah dawai yang dipintal.

karbon sejenis unsur bukan logam yang wujud semula jadi dalam bentuk intan, grafit, arang, arang batu, jelaga, dan lain-lain.

keanjalan keupayaan bahan untuk pulih kepada dimensi asal setelah daya yang menyebabkan ubah bentuk disingkirkan.

keluli besi baja (waja).

kemuluran keupayaan sesuatu bahan, terutamanya logam diregang menjadi halus dan panjang.

keterikan perubahan bentuk yang terjadi ke atas sesuatu bahan apabila sesuatu daya dikenakan ke atasnya.

kok pepejal yang berliang-liang dan mudah patah dan mengandungi kira-kira 80% karbon (diperoleh dengan memanaskan arang batu).

komponen bahagian yang menjadikan sesuatu (seperti enjin, pesawat, alat, dan lain-lain) lengkap atau sempurna, (yang menjadi) bahagian daripada sesuatu yang lebih besar (kompleks atau lengkap).

komposit terdiri daripada beberapa bahagian, unsur, bahan dan sebagainya yang berlainan.

kuprum sejenis unsur logam kemerah-merahan yang boleh ditempa, atau dilentur dan dapat digunakan sebagai pengalir elektrik yang baik.

kemasan 1. hasil kerja menghias sesuatu ruang. 2. sesuatu benda (kain, logam, dan sebagainya) yang diperelok bahagian permukaannya supaya kelihatan rapi.

ketumpatan 1. perihal (keadaan) tumpat, kepadatan. 2. kadar atau nisbah yang didapati apabila berat sesuatu benda dibahagi dengan isi padunya.

kromium sejenis logam berwarna perak yang digunakan dalam aloi dan dalam penyaduran elektrik.

lestari tidak berubah-ubah, kekal, tetap.

logam unsur kimia seperti besi, emas, perak, tembaga, dan lain-lain yang biasanya berkilau, mulur, membentuk ion positif, dan menjadi pengalir haba dan elektrik yang baik.

loyang aloi yang mengandungi 60 – 70 % kuprum dan 30 – 40 % zink dengan sedikit stanum, plumbum, dan logam lain.

magnesium sejenis unsur logam yang ringan, mulur, berwarna putih keperakan, dan terbakar dengan cahaya putih berkilauan dan digunakan dalam membuat aloi ringan.

malar tetap, tidak berubah, terus-menerus.

mekanikal 1. berhubung dengan jentera (mesin dan lain-lain). 2. secara atau seperti gerakan mesin atau jentera (tidak menggunakan fikiran).

mentol lampu bebola daripada kaca yang di dalamnya terdapat filamen logam yang mengeluarkan cahaya apabila arus elektrik melaluinya.

mesin alat atau perkakas yang menggunakan kuasa, seperti elektrik dan enjin, untuk melakukan sesuatu kerja, jentera, pesawat.

momen (ukuran) kecenderungan daya untuk menghasilkan gerakan berputar.

momentum 1. daya yang mendorong pergerakan sesuatu. 2. hasil darab jisim dengan halaju sesuatu jasad.

nat gelang logam yang bahagian dalamnya berbenang, yang cocok dengan benang skru.

nikel sejenis unsur logam yang berwarna putih keperakan, mulur, tahan kakisan, dan digunakan untuk membuat aloi, duit syiling, dan lain-lain.

nilon bahan tiruan yang kukuh dan kenyal yang boleh dibentuk menjadi bebenang atau gentian dan digunakan untuk membuat tali, tekstil, dan lain-lain.

paduan yang telah dipadu, sesuatu yang telah disatukan (digabungkan dan lain-lain).

paduan daya gabungan daya tunggal dan gandingan tunggal untuk menghasilkan kesan yang setara dengan kesan beberapa daya yang bertindak ke atas jasad tegar.

paksi garis (benar atau khayali) yang padanya sesuatu objek dapat berputar atau yang padanya bentuk atau binaan sesuatu objek itu bersimetri.

pearlit biasanya wujud dalam keluli-keluli karbon dan dalam besi tuang.

pegun tidak bergerak, kaku.

penambat 1. salut (logam dan lain-lain yang mengalirkan arus elektrik) supaya arus elektrik tidak mengalir ke tempat lain. 2. benda yang menyekat panas (dingin) keluar dari benda lain.

penyepuhlindungan proses membakar logam dengan suhu yang tinggi kemudian disejukkan secara perlahan supaya lembut dan mudah dikerjakan.

peranti alat, perkakas, pesawat.

petroleum sejenis minyak yang didapati dari dalam tanah dan digunakan untuk menghasilkan petrol, parafin, dan berbagai-bagai bahan kimia.

polimer sebatian (sama ada terbentuk secara semula jadi atau buatan) seperti kanji, politena dan lain-lain yang terdiri daripada molekul kompleks yang terbentuk daripada gabungan unit-unit kecil (ringkas) yang serupa.

prosedur operasi standard prosedur bertulis berautoriti yang mengandungi arahan untuk menjalankan suatu operasi. prosedur ini melaksanakan arahan yang tertulis dan merekodkan aktiviti yang telah dilaksanakan.

prototaip model, biasanya berskala penuh, yang sesuai digunakan untuk penilaian sepenuhnya dari segi bentuk, reka bentuk dan prestasi.

rawatan haba pemanasan atau penyejukan logam atau aloi bagi menghasilkan bahan bersifat tertentu.

reka bentuk rancangan (corak, bentuk, dan sebagainya) yang menunjukkan susunan, struktur atau aspek-aspek sesuatu (binaan dan sebagainya).

relau bagas relau yang (menggunakan aliran udara panas sebagai sumber haba) memanaskan campuran bijih besi dan arang batu untuk memperoleh besi lebur.

rintangan sesuatu yang merintang, halangan, gangguan.

rod batang (kayu dan lain-lain) yang lurus bulat.

seramik bahan daripada mineral bukan logam yang keras dan mempunyai takat lebur yang tinggi.

simentit sebatian rapuh, besi karbida, yang mempengaruhi kerapuhan besi tuang.

soal selidik sejumlah soalan yang dikemukakan secara berterusan dalam borang tertentu untuk dijawab oleh sebilangan orang dalam usaha mencari dan mengumpulkan maklumat tertentu.

tegasan keamatan daya yang bertindak pada sesuatu kawasan, iaitu daya bagi setiap luas unit. nilai tegasan diperoleh dengan membahagikan magnitud daya yang bertindak dengan luas medan tindakannya.

telekomunikasi sains yang berkaitan dengan penghantaran maklumat melalui talian telefon, gentian optik, mikrogelombang dan satelit.

tembaga logam bukan ferus yang mulur dan boleh tempa, diperoleh dari beberapa jenis bijih dan merupakan salah satu logam bukan ferus yang terpenting dalam industri dan kejuruteraan, sama ada dalam bentuk tulen mahupun bentuk aloi.

tenaga suria tenaga yang diperoleh daripada matahari, iaitu tenaga cahaya, tenaga ultraungu dan tenaga haba.

termoplastik polimer yang menjadi lembut apabila dipanaskan, mengalir apabila dikenakan tegasan dan memejal apabila disejukkan dan proses ini boleh dilakukan berulang kali, tanpa merosakkan bahan tersebut.

termoset polimer yang terawet secara tidak berbalik apabila dipanaskan dan akan mengalami degradasi apabila terus dipanaskan pada suhu yang tinggi.

tindak balas tindakan yang diakibatkan oleh suatu tindakan lain.

titanium sejenis unsur logam yang berwarna putih, mulur, tahan kakis, dan digunakan dalam pembuatan aloi ringan dan sebagai agen pengoksidaan dan elektrod.

turbin mesin atau enjin yang menggunakan arus gas, air, udara atau stim untuk memutar roda bagi menghasilkan tenaga.

varnis sejenis cat berminyak yang terdiri daripada campuran pelarut dan bahan perekat (digunakan untuk memelihara dan mengilatkan perabot kayu dan rotan).

vektor kuantiti yang dapat berubah (misalnya daya) yang mempunyai magnitud dan arah.

zink sejenis logam berwarna biru keputih-putihan (banyak digunakan untuk atap dan lain-lain).

▶ SENARAI RUJUKAN

- Callister, WD. dan Rethwisch, D.G (2010). *Materials Science Engineering An Introduction*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Faizul Che Pa, C.P, Ruhuyuddin Mohd Zaki, Siti Hawa Mohamed Salleh, Farah Farhana Salleh, Mohd Mustafa Al Bakri Abdullah dan Nurhazlin Abu Hasan. (2011). *Asas logam*. Perlis: Penerbit Universiti Malaysia Perlis.
- Halimaton, H. dan Zaiton, A. M. (1994). *Keselamatan makmal*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Hamidah Esah dan Mohd Zubil Bahak. (1997). *Keluli: Mikrostruktur & sifat*. Johor Bharu: Penerbit Universiti Teknologi Malaysia.
- Hibbeler, R.C. (2014). *Mechanics of materials (SI Units)*. United States of America: Pearson Prentice Hall, (6).
- Howard, T.J, Culley, S.J, dan Dekoninck, E. (2008). *Idea generation in conceptual design*. Dubrovnik – Croatia: International Design Conference.
- Jaafar, M. (2019). *Komposit polimer pemprosesan dan aplikasi*. Pulau Pinang: Penerbit Universiti Sains Malaysia.
- Johannes Von Franz dan Nikolaus Schall. (-). *Method finder*. Practitioner's Guide: Objectives Analysis.
- Kementerian Tenaga Hijau dan Air. (2009). *Dasar teknologi hijau negara*. Malaysia.
- Nuraini Abdul Aziz dan Azmah Hanim Mohamed Ariff. (2018). *Design of indoor greenhouse Putra Innocreative in Teaching and Learning Carnival (PICTL)*, Serdang, Selangor: Universiti Putra Malaysia.
- Prasanta Kumar Dey, Seetharaman Hariharan dan Naomi Brookes. (2006). *Managing healthcare quality using logical framework analysis, managing service quality*, Bingley, United Kingdom: Emerald Group Publishing Limited. 16(2), 203-222.
- Ruzian Markom dan Norizan Hassan. (2018). *Polisi dan pengurusan tenaga hijau*. Bangi, Selangor: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia. 183.
- Schey, J. A. (2009). *Introduction to manufacturing processes*. New York: McGraw-Hill.
- Shamsuddin M, Noorazuan MH, Asmala Hj A, Khin Maung T & Nurul Safiah S. (2014). *Kebolehpayaan sistem penuaian hujan sebagai bekalan air alternatif di Malaysia: Suatu penelitian awal dalam Malaysia*. Journal of Society and Space 10, (6), 97-104.
- Sapuan, S.M, Ariffin, A., dan Alias, M.F. (2004). *Aplikasi komposit polimer dalam industri automobil*. Journal of Industrial Technology, 13 (1), 93-113.
- Stanley E. Portny. (2013). *Project management for dummies*. New York City, United State: Penerbit Wiley, (4).
- Tee Tze Kiong, Jailani Md Yunos, Baharom Mohamad, Widad Othman dan Yee Mei Heong. (2009). *Penilaian aras kemahiran berfikir menerusi ujian sea, rubrik kemahiran berfikir dan rubrik peta minda*. Persidangan Kebangsaan Pendidikan Sains dan Teknologi 2009 (PKPST 2009), 5-14.

Yusoff Ali, Agus Dollah, Zaini Yahaya & Zuraimi Sani. (2012). *Pengajian kejuruteraan mekanikal tingkatan 5*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.

Yousef Haik dan Tamer Sahin. (2011). *“Engineering design process”*. USA: Cengage Learning, Stamford, (2).

<http://edge.rit.edu/edge/Resources/public/2005-06Templates/PrototypeDemoForm.doc> dicapai pada 14 Ogos 2019.

[http://eprints.uthm.edu.my/609/1/Jailani_\(ICE_2010\).pdf](http://eprints.uthm.edu.my/609/1/Jailani_(ICE_2010).pdf) dicapai pada 14 Ogos 2019.

<http://web.aeromech.usyd.edu.au/ENGG1960/Documents/Week11/Engineering%20Drawings%20Lecture%20Detail%20Drawings%202014.pdf> dicapai pada 14 Ogos 2019.

<http://www.dosh.gov.my/index.php/ms/> dicapai pada 10 Ogos 2019.

<http://www.freepatentsonline.com/20160219796.pdf> dicapai pada 13 Ogos 2019.

<http://www.ilpkt.gov.my/index.php/info-eksa/carta-ganttperbatuan>

http://www.methodfinder.net/download_all.html?file=files/documents/methods_examples/0002%20-%20Objective%20Analysis%20-%20Method.pdf dicapai pada 10 Ogos 2019.

<http://www.my-product-engineer.com/detailed-part-drawing.html> dicapai pada 14 ogos 2019.

<https://www.projectcubicle.com/gantt-chart-example/>

<http://www.ukm.my/rosh/wp-content/uploads/2015/11/Slot-6-Ergonomik-Di-Tempat-Kerja.pdf> dicapai pada 14 Ogos 2019.

<http://www.ukm.my/wadahict/penggunaan-komputer-secara-ergonomik/> dicapai pada 10 Ogos 2019.

<https://caralingroup.com/blog/objetivos-smart-planear-con-realismo/?lang=en> dicapai pada 13 Ogos 2019.

<https://www.davison.com/products/sports-outdoors/the-swiss-army-whistle-knife/info/technical-drawings/21342/0/> dicapai pada 14 Ogos 2019.

<https://design.tutsplus.com/tutorials/the-role-of-sketching-in-the-design-process--psd-153> dicapai pada 13 Ogos 2019.

<https://hafizamri.com/wp-content/uploads/2013/01/Peta-Minda-Ringkas.jpg>

<https://medium.com/eightshapes-llc/13-principles-of-effective-design-teams-1d0815deefd6> dicapai pada 14 Ogos 2019.

<https://sites.google.com/site/smartmaterialswebsite/home/6-01-standard-one-foundations-for-leadership/standard-2-contextual-understanding>

<https://www.lgcnsblog.com/features/the-future-of-eco-friendly-energy-with-piezoelectric-energy-harvesting/>

https://www.researchgate.net/publication/320907397_Relevant_chemistry_education_for_sustainability/figures?lo=1 dicapai pada 14 Ogos 2019.

https://www.tes.com/lessons/avq_2MFSgtPz-g/star

[www.ukm.my/seri/Solar Energy Research Institute \(SERI\) – UKM](http://www.ukm.my/seri/Solar_Energy_Research_Institute_(SERI)_-UKM). dicapai pada 10 Ogos 2019.

<https://www.tribonet.org/wiki/friction-coefficients-in-atmosphere-and-vacuum/>

Portal Rasmi:

<http://www.bem.org.my/>

<http://www.dosh.gov.my/index.php/ms/>

<http://www.eac.org.my/web/>

<http://www.niosh.com.my/>

<https://www.mbot.org.my/>

<https://www.myiem.org.my/>

▶ INDEKS

A

aeroangkasa 9
aeronautik 9, 63, 234
akta 16, 20, 31
alam sekitar 7, 18, 39, 40, 52
aloi 71, 85, 10,
aluminium 66, 73, 106
analisis 14
angin 45, 50, 55
arang batu 85, 86
automotif 9

B

bahan
 bukan logam v, 4, 13, 38, 43, 56, 66,
 71, 78, 80, 83, 84, 85, 86, 87,
 88, 89, 90, 91, 95, 96, 101, 106
 kimia 4, 13, 38, 43, 56, 66, 71, 78,
 80, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89,
 90, 91, 95, 96, 101, 106, 108
 mentah 4, 13, 38, 43, 56, 66, 71, 78,
 80, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89,
 90, 91, 95, 96, 101, 106, 108
 nano 4, 13, 38, 43, 56, 66, 71, 78,
 80, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89,
 90, 91, 95, 96, 101, 106, 108
 piezoelektrik 4, 13, 38, 43, 56, 66,
 71, 78, 80, 83, 84, 85, 86, 87,
 88, 89, 90, 91, 95, 96, 101, 106
 pintar v, 4, 13, 38, 43, 56, 66, 71, 78,
 80, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89,
 90, 91, 95, 96, 101, 106, 108
bahan logam 66, 71, 83, 95, 101, 106,
 108
bahaya 21
batu kapur 85, 86, 87, 89, 227
beban 73, 75, 136, 137, 138, 150, 151,
 157
bengkel 20, 23, 29, 30, 33, 38, 60
berlapis 78
besi 71, 74, 85, 86, 87, 88, 89, 91, 101,
 108
 tempawan 71, 74, 85, 86, 87, 88, 89,
 91, 101, 108
 tuang 71, 74, 85, 86, 87, 88, 89, 91,
 101, 108
bijih besi 85, 86, 89
biodiesel 45, 47
bioperubatan 9
bioteknologi 9
bolt 134

C

cetak biru 194, 218
condong 144, 148
corak v

D

daya v, 4, 75, 114, 115, 117, 118, 119,
 120, 122, 124, 125, 126, 127,
 128, 129, 133, 134, 135, 137,
 138, 141, 145, 146, 147, 149,
 150, 151, 152, 154, 155, 160
diameter 159, 161
dimensi 228
dinamo 50

E

ekonomi 4, 40, 52
eksotermik 227
ekzos 45, 227
elektrik 4, 5, 43, 45, 49, 50, 55, 56, 57,
 80, 84, 85, 92, 96, 108
elektronik 4, 5, 43
engsel 133
enjin 9, 45
ergonomik 33
etika v, 16, 18, 60

F

fasa 98
fizikal 71, 76, 77, 78, 79, 80, 108, 227
fosil 227
fungsi 16, 106, 194, 218

G

gambar rajah badan bebas 128, 136,
 137, 138, 145, 146, 147, 148
gas 7, 12, 13, 45, 47, 86, 96
gas asli 227
gention 78
geometri 31, 227
geseran v, 80, 128, 141, 144, 145, 146,
 147, 148, 164
getah 78, 108
graduan 7
grafik v, 31

H

haba v, 4, 80, 95, 96, 98, 101, 106,
 108, 111, 164
halaju 50, 125
hazard 37, 38

hidraulik 227
hidroelektrik 228
Hukum Newton 125, 126, 127
 Kedua 125, 126, 127
 Ketiga 125, 126, 127
 Pertama 125, 126, 127

I

idea 17, 194, 218
industri 4, 6, 7, 9, 12, 13, 22, 43, 83,
 108
 minyak dan gas 4, 6, 7, 9, 12, 13,
 22, 43, 83, 108
 penerbangan 4, 6, 7, 9, 12, 13, 22,
 43, 83, 108
 pengangkutan 4, 6, 7, 9, 12, 13, 22,
 43, 83, 108
 pertanian 4, 6, 7, 9, 12, 13, 22, 43,
 83, 108
 perubatan 4, 6, 7, 9, 12, 13, 22, 43
infrastruktur 6
institusi 18

J

Jabatan Keselamatan dan Kesihatan
 Pekerjaan Malaysia 20, 21, 23
jana kuasa 50, 228
jarak seranjang 133
jasad 121, 125, 126, 128, 135, 141,
 144, 145, 147, 148, 164, 165,
 227, 228
jentera 13, 228
jisim 126, 128, 228
jurutera iii, 2, 4, 5, 6, 7, 13, 14, 16, 18,
 19, 60
jurutera teknologi 8

K

karbon 56, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91
kayu 78, 108, 134
keanjalan 75, 155, 158, 160, 161
kejuruteraan
 aeronautik 2, 4, 5, 7, 9, 16, 38, 60,
 83, 108, 143
 automotif 2, 4, 5, 7, 9, 16, 38, 60,
 83, 108, 143
 awam 2, 4, 5, 7, 9, 16, 38, 60, 83,
 108, 143
 bioperubatan 2, 4, 5, 7, 9, 16, 38,
 60, 83, 108, 143
 elektrik dan elektronik 2, 4, 5, 7, 9,

- 16, 38, 60, 83, 108, 143
kimia 2, 4, 5, 7, 9, 16, 38, 60, 83, 108, 143
loji 2, 4, 5, 7, 9, 16, 38, 60, 83, 108, 143
marin 2, 4, 5, 7, 9, 16, 38, 60, 83, 108, 143
mekanikal 2, 4, 5, 7, 9, 16, 38, 60, 83, 108, 143
pembuatan 2, 4, 5, 7, 9, 16, 38, 60, 83, 108, 143
kekerasan 108
kelasakan 108
kelengkapan pelindung diri 20
keluli 73, 85, 93
kemuluran 108
kendaraan cekap tenaga 56
keplastikan 74
kerapuhan 229
keratan rentas 151, 153
kereta 45, 46
elektrik 45, 46
hibrid 45, 46
kerjaya 4, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 18, 20, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 31, 32, 33, 38, 39, 40, 41, 45, 46, 47, 48, 60, 66, 85, 95, 114, 133
keselamatan 7, 20, 21, 23, 31, 38, 60
ketempaan 108
keterikan 154, 157, 160, 161
kok 85, 86, 87, 89
komponen 5, 49, 121, 123, 164
komposit 78, 108
konsep daya 114
kromium 89, 228
kuasa 4, 5, 13, 45, 49, 50, 55, 93
kuprum 66
- L**
Lembaga Jurutera Malaysia 16, 19
leraian daya 114, 115, 116, 118, 119
lestari 4
litar 227
logam
bukan ferus 66, 71, 72, 75, 76, 78, 83, 84, 91, 95, 101, 106, 108, 111, 150, 151, 155, 159
ferus 66, 71, 72, 75, 76, 78, 83, 84, 91, 95, 101, 106, 108, 111, 150, 151, 155, 159
loji 7, 9
- M**
magnesium 71, 228
magnitud 118, 121, 128, 133, 164, 165
malar 125
mekanikal 2, 4, 18, 60, 83, 143
mesin 4, 9, 14, 30, 38, 73, 74, 75, 93, 150, 155
minyak 7, 12, 13, 96
model 57, 194, 218
momen 128, 133, 135, 136, 137, 138
momentum 228
- N**
nat 134, 228
- O**
objektif v, 18, 19, 194, 218
ombak 41, 45
operasi 7, 9, 16, 20
organisasi 5
- P**
paduan daya 114, 120
paksi 50, 115, 117, 118, 119, 121, 123, 133, 145, 146, 147, 149
papan tanda keselamatan 20
pecutan 45, 126, 159
pegun 125, 144, 145, 164
pembajaan 101, 108
pengangkutan 9, 12, 13, 56, 228
penormalan 101, 106, 108
peranti 50
peraturan keselamatan 20, 29, 30
petroleum 13, 80
photo voltaic 49
plastik 13, 106
polimer 229
Prosedur Operasi Standard 26, 60
prototaip 194, 218, 229
putaran 50, 133, 134, 135
- R**
rasuk 136, 137
rawatan haba v, 95, 98, 101, 106, 108, 111
reka bentuk 4, 5, 6, 9, 150, 194, 218
relau 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 96, 102, 108
rintangan 229
rod 73
roda 45, 133
- S**
sektor
bangunan 4, 6, 12, 13, 21, 40
bekalan tenaga 4, 6, 12, 13, 21, 40
ICT 4, 6, 12, 13, 21, 40
industri 4, 6, 12, 13, 21, 40
pengangkutan 4, 6, 12, 13, 21, 40
pengurusan sisa dan air sisa 4, 6, 12, 13, 21, 40
pertanian dan perhutanan 4, 6, 12, 13, 21, 40
seragam 151
seramik 68, 69, 78, 108
sifat iii, 72, 75, 80, 106, 108, 155
fizikal bahan iii, 72, 75, 80, 106, 108, 155
mekanikal bahan iii, 72, 75, 80, 106, 108, 155
simentit 229
sisa 43
Sistem Penuaian Air Hujan 58
skala 7, 114, 164
soal selidik 229
solar 49, 53, 55
spesifikasi 7, 194, 218
spesimen 157, 164
suhu 80, 86, 88, 96, 106, 229
sumber tenaga 45
suria 41, 45, 49, 55
- T**
teganggan 73, 75, 80, 128, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 160, 164
tegasan 95, 106, 150, 151, 152, 153, 155, 157, 158, 160, 164
teknikal 5, 21
teknologi hijau 39, 40, 45, 52, 56, 60
telekomunikasi 229
tembaga 71, 89, 227, 228, 229
tenaga 4, 7, 13, 40, 45, 49, 50, 55, 56
terikan 95, 150, 164
termoplastik 68, 78
termoset 68, 78
tindak balas 128, 151
titanium 66
tukul 72, 73, 74
- U**
ujian 75, 155, 157, 164
berkomputer 75, 155, 157, 164
makmal 75, 155, 157, 164
parameter 75, 155, 157, 164
teganggan 75, 155, 157, 164
- V**
varnis 229
vektor 114
- W**
warna
panas 31
sejuk 31

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

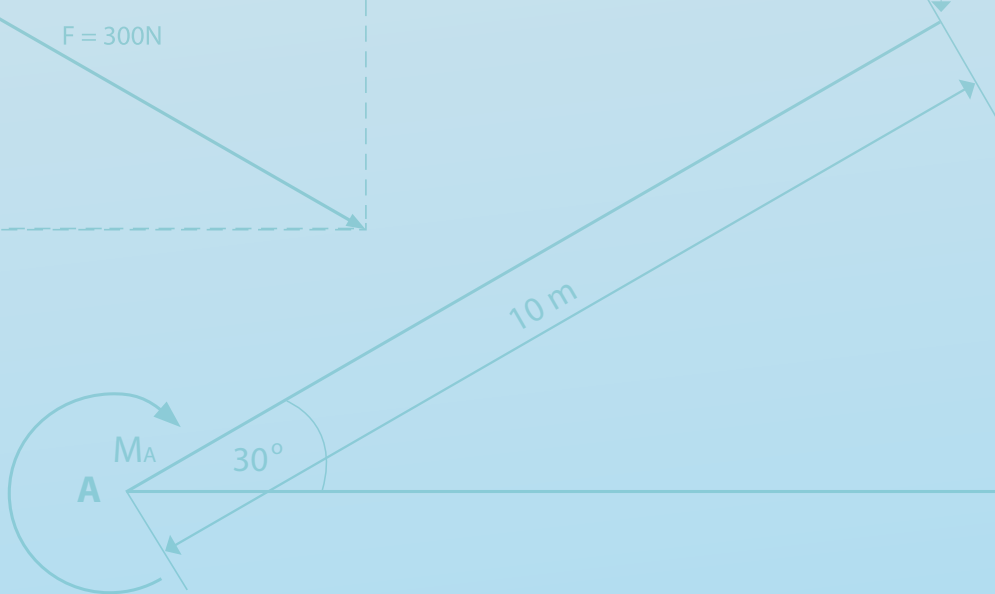
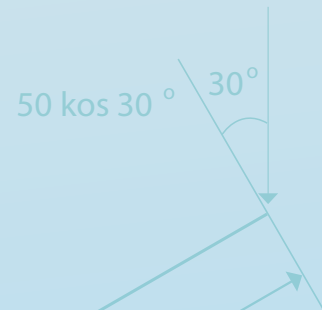
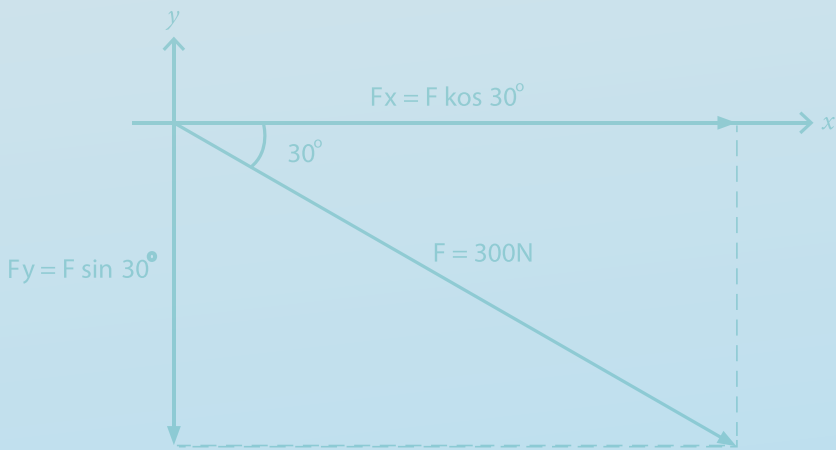
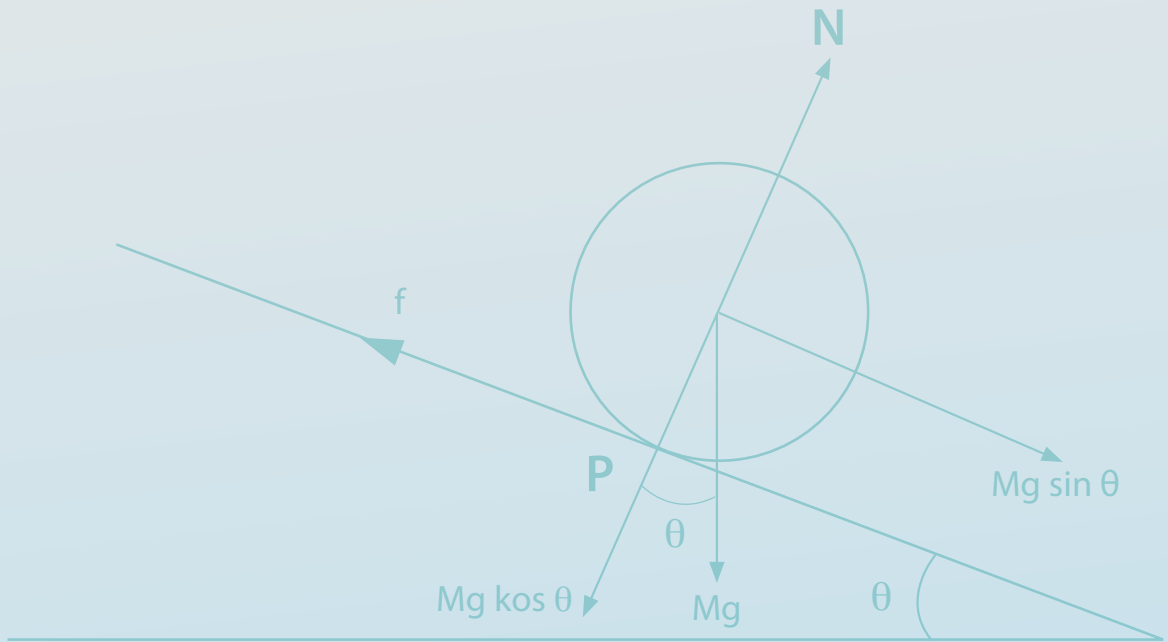
Sekolah _____


Tahun	Tingkatan	Nama Penerima	Tarikh Terima

Nombor Perolehan: _____

Tarikh Penerimaan: _____

BUKU INI TIDAK BOLEH DIJUAL



RM23.70
ISBN 978-967-2212-60-7

9 789672 212607
FT554002