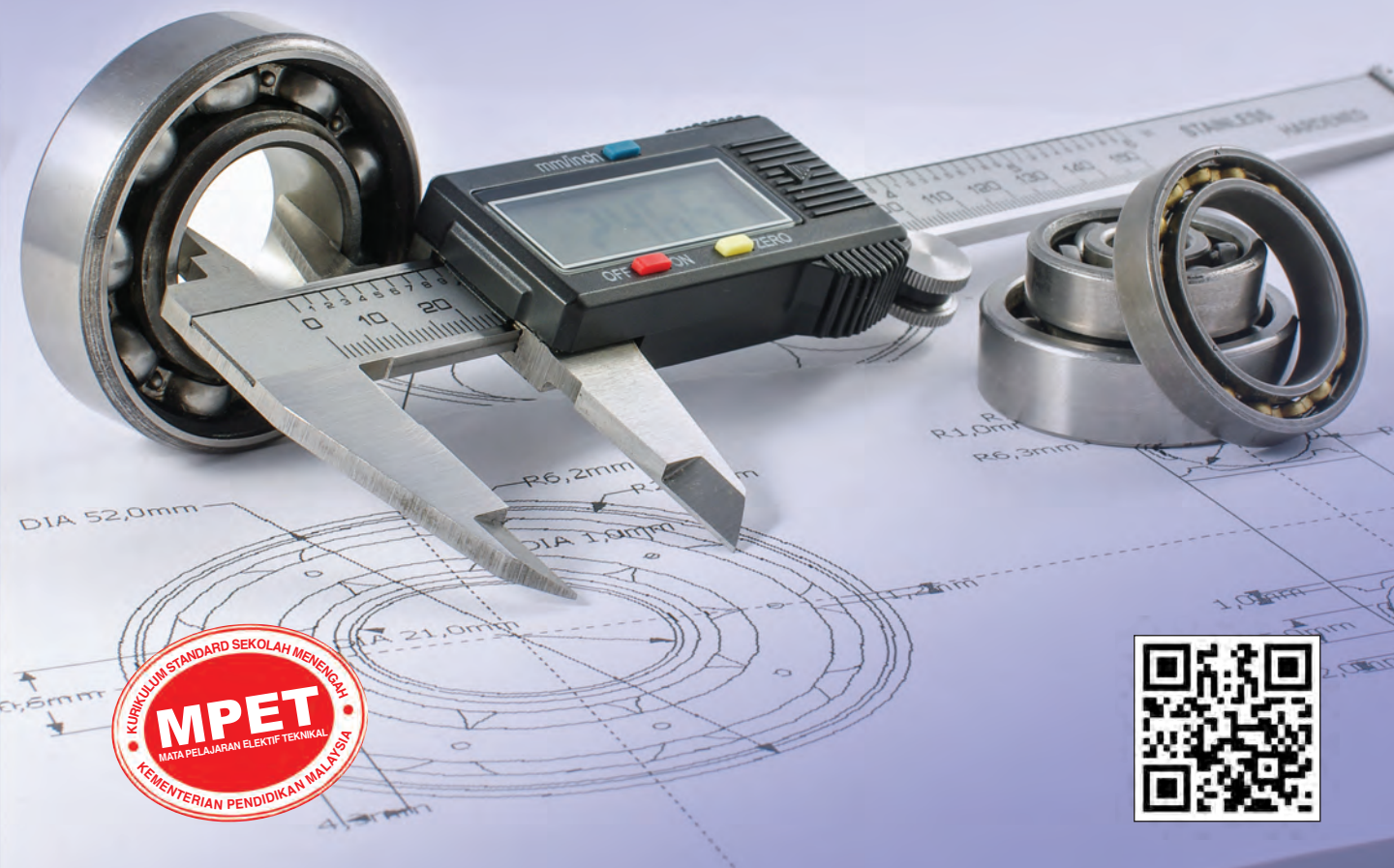




KEMENTERIAN PENDIDIKAN MALAYSIA

PENGAJIAN **KEJURUTERAAN MEKANIKAL**

TINGKATAN 5





RUKUN NEGARA

Bahawasanya Negara Kita Malaysia
mendukung cita-cita hendak:

Mencapai perpaduan yang lebih erat dalam kalangan
seluruh masyarakatnya;

Memelihara satu cara hidup demokrasi;

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

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

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

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

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

MATA PELAJARAN ELEKTIF TEKNIKAL

PENGAJIAN **KEJURUTERAAN** **MEKANIKAL**

TINGKATAN 5

Penulis

Mohammad Najib bin Ramli
Mohd Zulfabli bin Hasan
Nur Ismalina binti Haris
Zakaria bin Saad

Editor

Md. Baharuddin bin Abdul Rahman
Rahmad Amin bin Abdul Hamid

Pereka Bentuk

Ahmad Hafiz bin Brahim

Illustrator

Abdul Hafiz bin Mat Husin



SASBADI SDN. BHD.

198501006847 (139288-X)

(Anak syarikat milik penuh Sasbadi Holdings Berhad 201201038178 (1022660-T))

2020



KEMENTERIAN PENDIDIKAN MALAYSIA

PENGHARGAAN

KPM 0157
ISBN 978-983-77-2085-5

Cetakan pertama 2020
© Kementerian Pendidikan Malaysia

Semua hak cipta terpelihara. Mana-mana bahan dalam buku ini, tidak dibenarkan diterbitkan semula, disimpan dalam cara yang boleh digunakan lagi, ataupun dipindahkan dalam sebarang bentuk atau cara, baik dengan elektronik, mekanik, penggambaran semula mahupun dengan cara perakaman tanpa kebenaran terlebih dahulu daripada Ketua Pengarah Pelajaran Malaysia, Kementerian Pendidikan Malaysia. Perundingan tertakluk pada perkiraan royalti dan honorarium.

Diterbitkan untuk Kementerian
Pendidikan Malaysia

Penerbit:
Sasbadi Sdn. Bhd. 198501006847 (139288-X)
(Anak syarikat milik penuh Sasbadi Holdings Berhad
201201038178 (1022660-T))
Lot 12, Jalan Teknologi 3/4,
Taman Sains Selangor 1, Kota Damansara,
47810 Petaling Jaya,
Selangor Darul Ehsan, Malaysia.
Tel: +603-6145 1188 Fax: +603-6145 1199
Laman web: www.sasbadisb.com
E-mel: enquiry@sasbadi.com

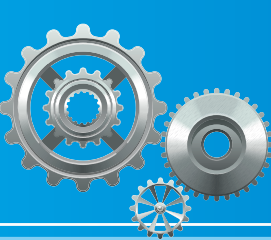
Reka Letak dan Atur Huruf: Sasbadi Sdn. Bhd.
198501006847 (139288-X)
Muka Taip Teks: Minion Pro
Saiz Muka Taip Teks: 11 poin

Dicetak oleh:
Vinlin Press Sdn. Bhd. (25680-X)
No. 2, Jalan Meranti Permai 1
Meranti Permai Industrial Park
Batu 15, Jalan Puchong
47100 Puchong, Selangor Darul Ehsan

Penerbitan buku ini melibatkan kerjasama daripada banyak pihak. Kami ingin merakamkan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada pihak yang berikut:

- 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
- Sidang Editorial Penyemakan Pruf Sasbadi Sdn. Bhd.

Semua pihak yang terlibat secara langsung dalam usaha menjayakan penerbitan buku ini. Pihak penerbit dan pengarang telah berusaha untuk mengesan pemilik hak cipta bagi bahan grafik yang digunakan dalam buku ini. Bagi pemilik hak cipta lain yang tidak dapat dikesan atau dihubungi, kami mengambil kesempatan ini untuk merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada mereka.



KANDUNGAN

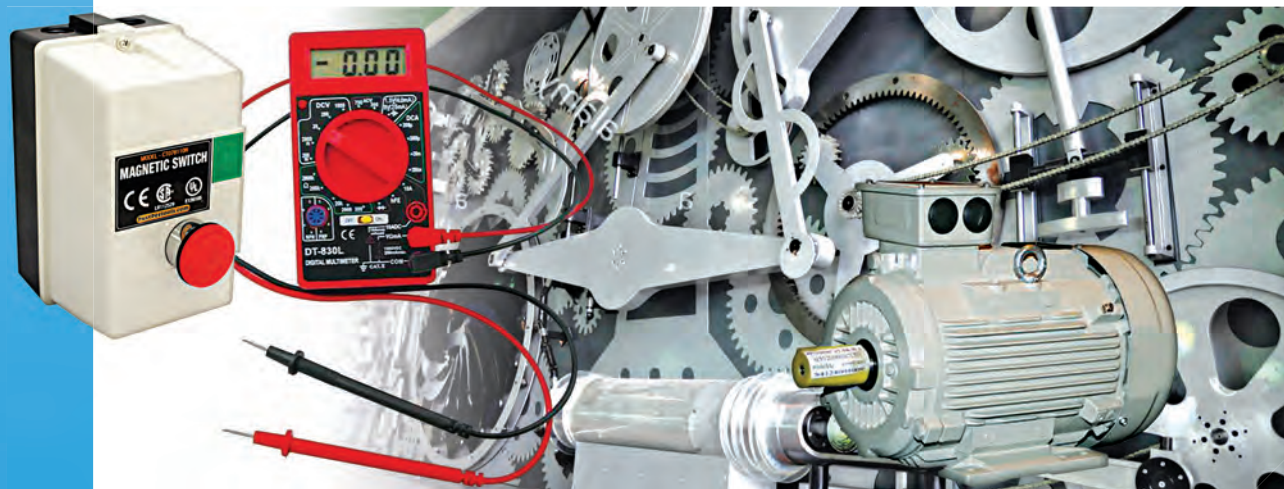
MODUL 5 PROSES PEMBUATAN

5.1 Pengukuran dan Penandaan	4
5.2 Pemotongan	16
5.3 Penyambungan	35
5.4 Pembentukan	52



MODUL 6 SISTEM ELEKTROMEKANIKAL

6.1 Komponen Mekanikal	84
6.2 Komponen Elektrik	116



6.3	Sistem Hidraulik	144
6.4	Sistem Pneumatik	165
6.5	Sistem Robotik Asas	184

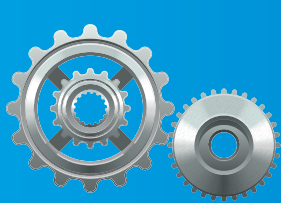


MODUL  REKA BENTUK PROJEK KEJURUTERAAN MEKANIKAL

7.1	Reka Bentuk Awal Projek	206
7.2	Reka Bentuk Akhir Projek	236



Glosari	269
Senarai Rujukan	272
Indeks	273



PENDAHULUAN

Buku teks **Pengajian Kejuruteraan Mekanikal Tingkatan 5** ini memberikan penekanan khusus kepada keseluruhan Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) dan Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) Pengajian Kejuruteraan Mekanikal (PKM). Keseluruhan kandungan dalam buku ini menterjemahkan Standard Kandungan (SK) dan Standard Pembelajaran (SP) yang disediakan oleh Bahagian Pembangunan Kurikulum (BPK), Kementerian Pendidikan Malaysia untuk tujuan proses pengajaran dan pembelajaran oleh guru dan murid dalam bidang kejuruteraan mekanikal.

Buku teks ini mengandungi tiga modul, iaitu Modul 5, Modul 6, dan Modul 7 yang bersambungan modul daripada buku teks Kejuruteraan Mekanikal Tingkatan 4. Dalam Modul 5 (Proses Pembuatan), murid diperkenalkan tentang proses pembuatan yang meliputi kerja-kerja pengukuran, penandaan, pemotongan, penyambungan, dan pembentukan benda kerja. Dalam Modul 6 (Sistem Elektromekanikal), murid diberi pendedahan tentang sistem yang terlibat dalam elektromekanikal yang meliputi komponen mekanikal dan elektrik, sistem hidraulik, sistem pneumatik, dan sistem robotik asas. Dalam Modul 7 (Reka Bentuk Projek Kejuruteraan Mekanikal) pula memuatkan kandungan tentang reka bentuk awal projek dan reka bentuk akhir projek. Dalam modul ini, murid akan didedahkan tentang aspek mengenal pasti masalah, mencadangkan penyelesaian masalah, mengaplikasikan proses reka bentuk kejuruteraan, menganalisis reka bentuk artifak, menilai model cadangan, dan menghasilkan reka bentuk artifak.

Halaman rangsangan dipersembahkan dalam setiap permulaan modul. Halaman ini mengandungi gambar foto yang dapat menarik minat murid untuk belajar. Selain gambar foto yang menarik, beberapa maklumat yang berkaitan turut diterangkan. Bagi memudahkan kefahaman murid, beberapa maklumat penting disampaikan secara info grafik seperti penggunaan peta i-Think, jadual, ilustrasi, dan gambar foto.

Buku teks ini juga menerapkan aspek pembelajaran yang berpusatkan murid yang berteraskan elemen komunikasi, kolaboratif, pemikiran kritis dan kreatif, serta aplikasi nilai murni dan etika yang menepati kaedah Pembelajaran Abad Ke-21 (PAK-21).

Penerapan teknologi maklumat dan komunikasi turut ditekankan sejajar dengan keperluan era Revolusi Industri 4.0 (IR 4.0). Berikutan teknologi dunia berkembang pesat, akademik juga berkembang pantas selaras dengan tuntutan modal insan industri. Tujuannya adalah untuk melatih setiap murid supaya lebih bersedia untuk menghadapi cabaran sebenar pasaran kerja dan keusahawanan.

Diharapkan penerbitan buku ini dapat membantu pengajaran guru dan pembelajaran murid tentang bidang asas kejuruteraan mekanikal. Semoga segala usaha murni yang disumbangkan oleh pelbagai pihak ini dapat menjayakan objektif KSSM PKM dan Falsafah Pendidikan Kebangsaan.

Pengenalan Ikon



Standard Pembelajaran

Bahagian ini menggariskan pernyataan spesifik tentang perkara yang mesti diketahui dan boleh dilakukan oleh setiap murid dalam suatu tempoh persekolahan. Bahagian ini merangkumi aspek pengetahuan, kemahiran, dan nilai.



Sudut Maya



Imbas Maya

Kedua-dua ikon ini menandai komponen teks yang diperkaya dengan elemen *Internet of Things*, khususnya dalam penggunaan aplikasi kod QR dan AR. Murid didedahkan oleh pelbagai cara mendapatkan maklumat yang terdiri daripada pelbagai media seperti video.



UTAMAKAN KESELAMATAN!

Aspek pembelajaran dalam bengkel Kejuruteraan Mekanikal memerlukan murid sentiasa peka dan berhati-hati dengan pelbagai peralatan tangan dan mesin. Bahagian ini akan menekankan aspek persediaan dan pencegahan daripada berlakunya kecelakaan kepada murid sewaktu proses pengajaran dan pembelajaran.



SUDUT HANDS-ON

Pembelajaran yang bertunjangkan STEM harus diperkaya dengan pelbagai aktiviti berbentuk *hands-on*. Elemen ini juga penting kerana pembelajaran secara *hands-on* menghilangkan kebosanan rutin pembelajaran *chalk and talk*. Sudut *hands-on* memperkenalkan beberapa aktiviti mudah tetapi menarik agar murid mendapat pengalaman berharga tentang sesuatu kemahiran.



Info Jurutera Muda

Setiap murid yang sedang mengikuti mata pelajaran ini boleh disifatkan sebagai jurutera muda yang baru menjejakkan kaki dalam bidang ini. Mereka mempunyai 1001 persoalan untuk dijawab. Sudut ini menyediakan solusi untuk soalan-soalan tersebut sebelum dibincangkan di dalam kelas.



AKTIVITI KBAT

Elemen Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT) serasi dengan idea Pembelajaran Abad Ke-21 dan Revolusi Industri 4.0. Pelbagai aktiviti KBAT yang membuka peluang kepada murid untuk menggunakan aplikasi KBAT yang pelbagai seperti rajah i-Think dipersembahkan.



Info Ekstra

Murid dirangsang agar menggunakan maklumat tambahan untuk meneroka pembelajaran secara mendalam (*deep-learning*).



CABAR MINDA

Pada penghujung subtopik dan modul, murid perlu menjawab beberapa soalan yang mencabar minda. Sesuai dengan namanya, sudut ini mengutamakan aplikasi i-THINK sebagai medium untuk menyelesaikan masalah.



AKTIVITI PROJEK KEJURUTERAAN

Sudut ini menyediakan maklumat secara terperinci tentang sesuatu projek kejuruteraan. Melalui aktiviti projek, murid diperkenalkan dengan pelbagai aspek *Standard Operating Procedure* (SOP), kerjasama, dan inovasi. Sudut ini juga akan memperkenalkan murid kepada suasana pekerjaan sebenar.



Titik Pencetus

Sudut ini membawa perhatian murid terhadap elemen sejarah. Pelbagai aspek sejarah dimuatkan seperti mengenal perintis dalam bidang ini, pencapaian awal, dan detik kejayaan mereka. Elemen sejarah ini diharap dapat menjadi pencetus supaya murid mempunyai minat dan mencipta produk serta prosedur baharu.



Usahawan Idola

Dewasa ini, Malaysia menggalakkan para murid untuk menceburi bidang keusahawanan. Aspek keusahawanan ini amat relevan dengan mata pelajaran Kejuruteraan Mekanikal yang menekankan kemahiran *hands-on*. Bermodalkan pengalaman dan pengetahuan tersebut, maka lebih banyak usahawan yang berjaya dapat dilahirkan.



MENUJU IR4.0

IR 4.0 sedang menguasai aspek yang pelbagai dalam kehidupan kita. Dalam sudut ini, perbincangan dilakukan secara berhemah untuk menarik minat murid agar terus menggunakan kemahiran IR 4.0 dalam seluruh aspek kehidupan dan pembelajaran mereka.

Pengajian Kejuruteraan Mekanikal

Tingkatan 5



Standard Kandungan

- Pengukuran dan penandaan
- Pemotongan
- Penyambungan
- Pembentukan



Proses pembuatan dalam bidang kejuruteraan mekanikal melibatkan kemahiran yang pelbagai dengan alatan tangan dan mesin. Kemahiran mengaplikasikan alatan tangan dan mesin ini akan membantu dalam menghasilkan projek atau produk secara tepat, jitu, dan kemas.





5.1 Pengukuran dan Penandaan

5.1.1 Pengenalan Peralatan Pengukuran dan Penandaan

Bidang kejuruteraan menekankan aspek pengukuran untuk mendapatkan nilai yang tepat. Pengukuran ialah proses kerja mengukur atau menyukat sesuatu menggunakan alat. Penandaan merujuk kepada kerja-kerja membuat tanda di atas permukaan logam yang akan dimesin seperti menandakan garisan, bulatan, lengkung, jarak, dan pusat sebagai panduan untuk memesis atau memotong bahan kerja tersebut.

Pengukuran dan penandaan ialah dua proses kerja yang berkait. Proses penandaan dilakukan dengan berpandukan spesifikasi yang terdapat pada lukisan atau cetakan biru. Setiap penandaan dilakukan dengan menggunakan alat-alat pengukuran yang khas supaya hasil pengukuran menepati spesifikasi yang dikehendaki.



Standard Pembelajaran

Membincangkan penggunaan peralatan untuk kerja pengukuran dan penandaan yang tepat.

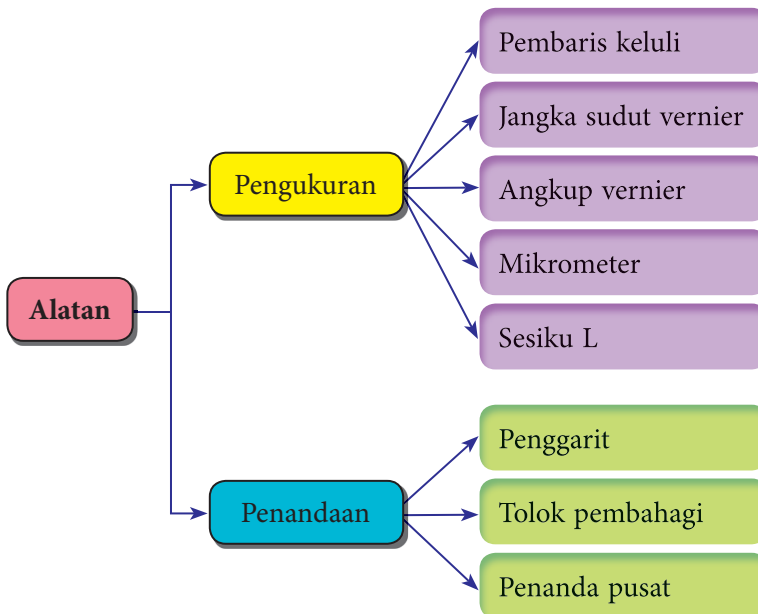
5.1.2 Penggunaan Alat dan Prosedur Kerja yang Betul Mengikut Langkah Keselamatan

Kerja-kerja mengukur dan menanda perlu dibuat menggunakan peralatan yang sesuai. Alat-alat pengukuran dan penandaan yang digunakan di dalam bengkel kejuruteraan mekanikal ditunjukkan dalam Rajah 5.1.1.



Standard Pembelajaran

Menggunakan alat pengukuran dan penandaan mengikut prosedur kerja yang betul serta mematuhi langkah keselamatan.



Kemahiran dan disiplin ialah dua aspek yang berkait antara satu dengan yang lain. Nyatakan pendapat anda sekiranya aspek disiplin diabaikan. Berikan contoh situasi yang bersesuaian.

Rajah 5.1.1 Jenis-jenis alatan untuk pengukuran dan penandaan

(a) Alat Pengukuran

Pembaris keluli

Pembaris keluli diperbuat daripada keluli tahan karat. Pembaris ini mempunyai kepanjangan yang pelbagai saiz, iaitu antara 6 mm hingga 1 m. Panjang yang lazim digunakan adalah berukuran antara 150 mm hingga 300 mm. Alat ini digunakan untuk mengukur jarak lurus, membina garis lurus, dan menguji kerataan permukaan. Contoh pembaris keluli adalah seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 5.1.1.



Gambar foto 5.1.1 Pembaris keluli

Jangka sudut vernier

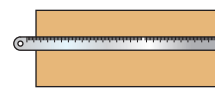
Jangka sudut vernier ialah alat untuk mengukur sudut. Alat ini digunakan dalam kerja-kerja menanda dan menguji ketepatan sudut. Ketepatan sudut yang dapat dibaca adalah sehingga $5'$ atau $\frac{1}{20}^\circ$ dan mampu mencecah satu pusingan lengkap 360° . Jangka sudut vernier terbahagi kepada bahagian bilah dan bahagian dail.

Bahagian bilah

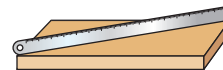
- Terdapat dalam pelbagai ukuran.
- Selalunya berukuran 150 mm atau 300 mm.
- Ukuran ini dimasukkan ke dalam dail, boleh dikilas, dilaraskan, dan dikunci pada semua kedudukan sudut.

Bahagian dail

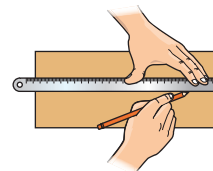
- Terdiri daripada dua skala, iaitu skala utama dan skala vernier.
- Skala utama disengatkan kepada 360° , iaitu daripada $0^\circ \sim 90^\circ$, $90^\circ \sim 0^\circ$, $0^\circ \sim 90^\circ$, $90^\circ \sim 0^\circ$, dan dinomborkan setiap 10° .
- Skala vernier disengatkan kepada 12 bahagian.
- Setiap bahagian skala vernier mewakili $5'$ atau $\frac{1}{2}^\circ$ dan setiap 3 sengatan dinomborkan dengan $15'$, $30'$, $45'$, dan $60'$.
- Kedua-dua skala utama dan skala vernier ini dibuat dua arah daripada angka sifar.



Rajah 5.1(a) Mengukur panjang

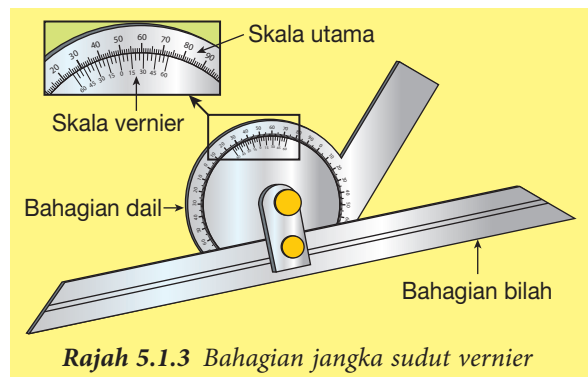


Rajah 5.1(b) Menguji kerataan permukaan



Rajah 5.1(c) Membina garis lurus

Rajah 5.1.2 Pelbagai kegunaan pembaris keluli



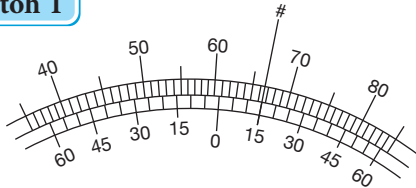
Rajah 5.1.3 Bahagian jangka sudut vernier

Prinsip membaca ukuran jangka sudut vernier

Prinsip membaca ukuran jangka sudut vernier adalah seperti yang berikut:

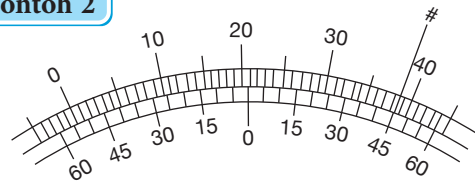
- Baca **senggatan pada skala utama** daripada 0 hingga senggatan yang telah dilalui oleh garisan sifar skala vernier.
- Campurkan jumlah garisan pada **skala vernier yang sejajar dengan mana-mana garisan pada skala utama**.
- Bilangan jumlah garisan yang sejajar tersebut **didarab dengan 5**.

Contoh 1



- Garisan sifar (0) skala vernier **melempi garisan ke-60 skala utama**. Bacaannya ialah $60^{\circ} 00'$.
- Garisan **ke-3 skala vernier sejajar** dengan salah satu garisan pada skala utama.
- Setiap **1 senggatan bersamaan dengan 5'**, maka bacaannya ialah $3 \times 5' = 15'$.
- Maka, **jumlah = $60^{\circ} 15'$** .

Contoh 2



- Garisan sifar (0) skala vernier **melempi garisan ke-20 skala utama**. Bacaannya ialah $20^{\circ} 00'$.
- Garisan **ke-9 skala vernier sejajar** dengan salah satu garisan pada skala utama.
- Setiap **1 senggatan bersamaan dengan 5'**, maka bacaannya ialah $9 \times 5' = 45'$.
- Maka, **jumlah = $20^{\circ} 45'$** .

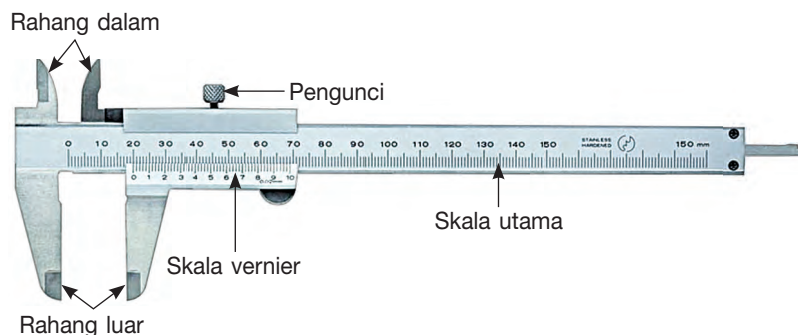
Angkup vernier

Angkup vernier merupakan alat pengukuran kejituan dengan ketepatan sehingga 0.02 mm. Angkup vernier mempunyai dua skala, iaitu skala utama dan skala vernier. Senggatan pada skala utama lebih besar daripada skala vernier. Alat ini digunakan untuk mengukur panjang, diameter luar atau dalam, serta kedalaman lurah bahan kerja.

Bagi mendapatkan pengukuran, skala vernier digunakan untuk memperoleh bacaan yang tepat apabila ukuran tersebut terletak di antara dua tanda senggatan pada satu-satu skala. Oleh sebab kejituannya yang tinggi, angkup vernier penting untuk mengukur dan menyukat sesuatu bahan kerja.



Gambar foto 5.1.2 Angkup vernier

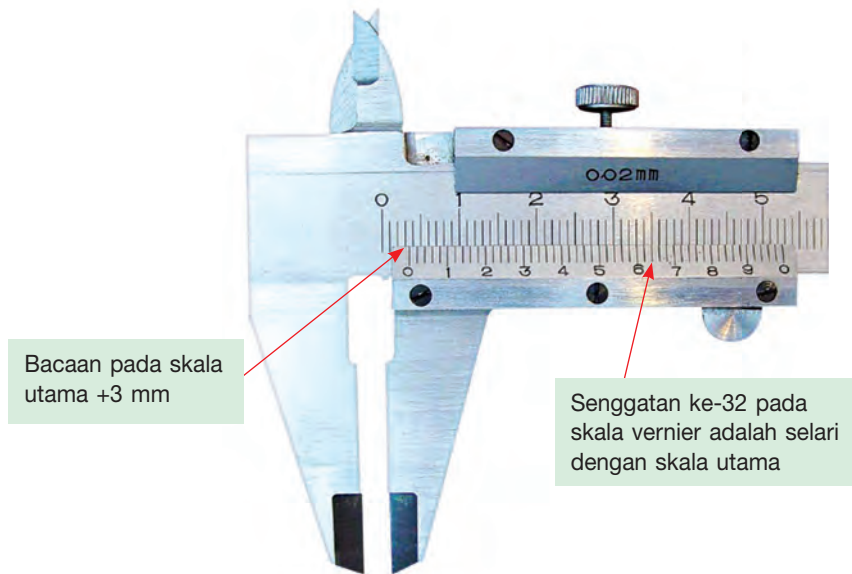


Gambar foto 5.1.3 Bahagian-bahagian angkup vernier

Kaedah penggunaan angkup vernier

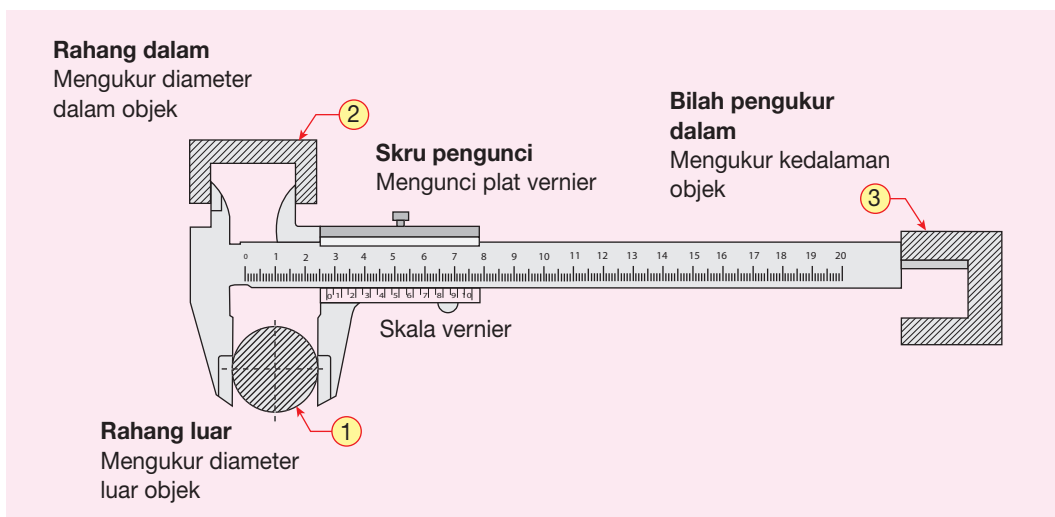
Angkup vernier dapat melakukan tiga pengukuran yang tepat, iaitu:

- membuat bacaan diameter dalam dan diameter luar bahan kerja
- mengukur kelebaran alur dan ketebalan bahan kerja
- mengukur kedalaman atau ketinggian bahan kerja. Gambar foto 5.1.4 menunjukkan cara mengambil bacaan pada angkup vernier.



Gambar foto 5.1.4 Cara mengambil bacaan pada angkup vernier

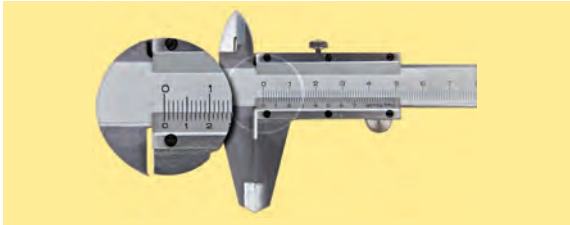
- Bacaan pada skala utama +3 mm sebelum senggatan 0 pada skala vernier
- Bacaan pada skala vernier pada senggatan ke-32 selari dengan skala utama
- Nilai $32 \times 0.02 \text{ mm} = 0.64 \text{ mm}$
- Maka, nilai bacaan adalah $3 \text{ mm} + 0.64 \text{ mm} = 3.64 \text{ mm}$



Rajah 5.1.4 Kaedah penggunaan angkup vernier

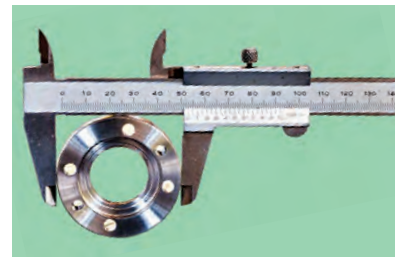
Cara-cara menggunakan angkup vernier

- (a) Sebelum menggunakan angkup vernier, pastikan rahang tertutup sepenuhnya dengan bacaan sifar seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 5.1.5. Sekiranya bacaan tidak pada kedudukan sifar, laraskan rahang angkup vernier tersebut.



Gambar foto 5.1.5 Rahang tertutup sepenuhnya dengan bacaan sifar

- (b) Untuk mengukur diameter luar atau panjang, letakkan bahan kerja yang hendak diukur itu dan laraskan rahang luar sehingga tertutup rapat seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 5.1.6. Apabila mengukur objek silinder, pastikan mengukur diameter penuh.
- (c) Untuk mengukur diameter bahagian dalam bahan kerja, masukkan rahang ke ruang dalam bahan kerja tersebut. Laraskan bukaan rahang sehingga muat sepenuhnya di dalam ruang bahan kerja seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 5.1.7.



Gambar foto 5.1.6 Mengukur diameter bahagian luar bahan kerja



Gambar foto 5.1.8 Mengukur kedalaman bahan kerja



Gambar foto 5.1.7 Mengukur diameter bahagian dalam bahan kerja

- (d) Untuk mengukur kedalaman bahan kerja, masukkan bilah pengukur kedalaman ke dalam ruang bahan kerja tersebut seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 5.1.8.
- (e) Untuk membaca nilai ukuran, pastikan unit bacaan diambil pada rahang tetap angkup vernier. Bacaan skala vernier pula bergantung pada kejituan yang tertera pada angkup. Pastikan kejituan skala vernier sebelum membuat bacaan yang terakhir.



Sila imbas tentang cara membaca angkup vernier yang betul.



(Dicapai pada
2 September 2020)

i Info Ekstra

Angkup vernier mempunyai tiga ciri kejituan, iaitu skala $\frac{1}{10}$, skala $\frac{1}{20}$, dan skala $\frac{1}{50}$. Bacaan skala ini terdapat pada bahagian bawah vernier yang tertera kejituan sama ada 0.10 mm, 0.05 mm atau 0.02 mm.

Mikrometer

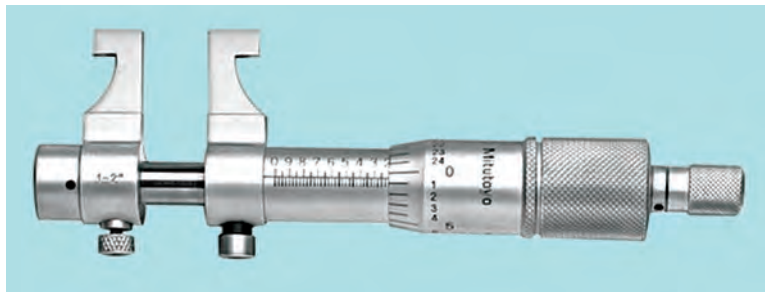
Fungsi mikrometer sama seperti angkup vernier, yaitu sebagai alat pengukuran yang memiliki kejituan. Alat ini dapat mengukur ukuran-ukuran yang paling kecil dengan tepat. Terdapat tiga jenis mikrometer, yaitu mikrometer luar, mikrometer tolok dalam, dan mikrometer dalam seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 5.1.9, Gambar foto 5.1.10, dan Gambar foto 5.1.11.



Gambar foto 5.1.9 Mikrometer luar



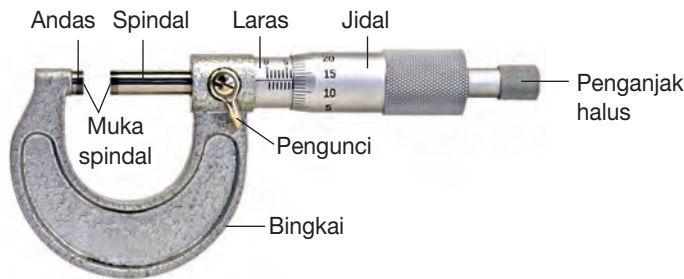
Gambar foto 5.1.10 Mikrometer tolok dalam



Gambar foto 5.1.11 Mikrometer dalam

Jadual 5.1.1 Jenis dan kegunaan mikrometer

Jenis Mikrometer	Kegunaan
Mikrometer luar	Untuk mendapatkan ukuran luar bahan kerja seperti tebal dan diameter.
Mikrometer dalam	Untuk mendapatkan ukuran sebelah dalam seperti diameter lubang dan jarak antara tepian lurah.
Mikrometer tolok dalam	Untuk mengukur kedalaman lubang, lurah, dan alur kunci.



Gambar foto 5.1.12 Bahagian-bahagian pada mikrometer

Info Ekstra

Mikrometer bekerja berasaskan pergerakan ulir skru. Permukaan andas dan spindal juga dikenal sebagai muka kerja kerana bahan kerja diukur di antara dua permukaan ini.

Kaedah penggunaan mikrometer

Ukuran paling kecil yang boleh dibaca oleh mikrometer ialah 0.01 mm. Yang berikut ialah unit yang boleh dibaca oleh mikrometer.

- (a) **Mikrometer 0 – 25 mm**
 - Mengukur sehingga 25 mm
 - Bacaan sifar apabila skala laras sejajar dengan jidal dan permukaan andas tertutup rapat dengan spindal
- (b) **Mikrometer 25 – 50 mm**
 - Mengukur antara 25 mm hingga 50 mm
 - Bacaan sifar pada skala jidal menunjukkan nilai 25 mm di antara muka andas dengan spindal

Imbas Maya

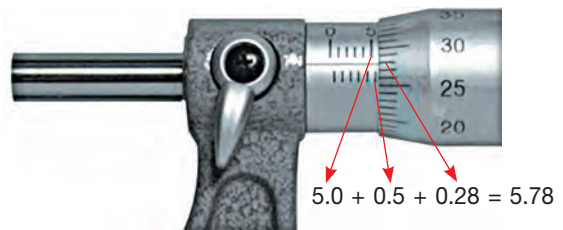
Sila imbas tentang cara membaca mikrometer yang betul.

(Dicapai pada 2 September 2020)

Prinsip membaca mikrometer

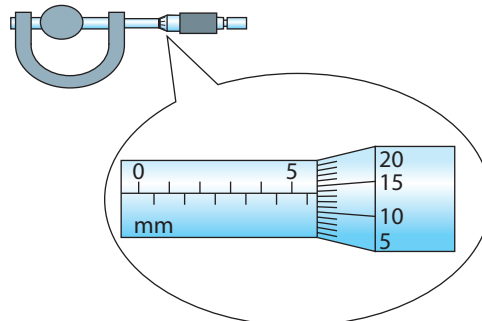
Prinsip untuk membaca mikrometer adalah seperti yang berikut:

- (a) Rujuk skala utama. Posisi laras dapat dilihat melepasi senggatan 5 pada bahagian atas.
- (b) Seterusnya, skala utama dilihat pada bahagian bawah garis horizontal yang telah melepasi 1 skala yang bernilai 0.5 mm.
- (c) Bahagian kedua terlihat ada garis horizontal di skala utama yang sejajar dengan senggatan ke-28 pada skala jidal 0.28 mm.
- (d) Oleh itu, bacaan sebenar pengukuran mikrometer ialah $5.0 + 0.5 + 0.28 = 5.78$ mm.



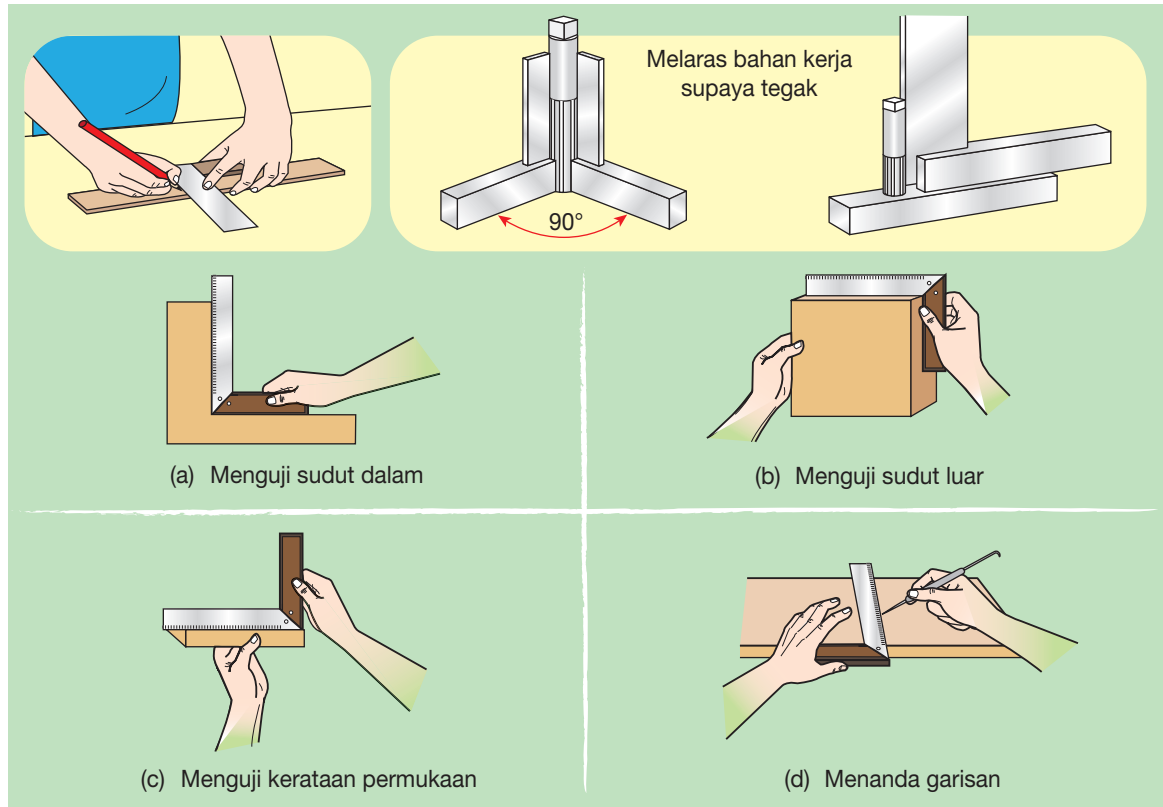
SUDUT HANDS-ON

Nyatakan nilai bacaan diameter bebola tersebut.



Sesiku L

Sesiku L merupakan alat pengukuran yang diperbuat daripada keluli tahan karat serta mempunyai dua bahagian, iaitu tonggak atau badan dan bilah seperti yang ditunjukkan pada Rajah 5.1.5. Sesiku L digunakan untuk menguji ketepatan sudut tepat 90° , membuat garisan lurus, melaras bahan kerja supaya tegak, dan menguji kerataan permukaan.



Rajah 5.1.5 Penggunaan sesiku L

(b) Alat Penandaan

Penggarit

Penggarit merupakan alat penandaan yang diperbuat daripada keluli berkarbon tinggi, dikeraskan, dan dibaja. Reka bentuk penggarit mempunyai dua hujung yang tajam yang digunakan untuk membuat garisan di atas permukaan bahan kerja.

Penggarit biasanya digunakan bersama dengan alatan lain seperti pembaris keluli. Semasa menggunakan penggarit, mata penggarit perlu dicondongkan di sisi tepi pembaris. Gerakkan penggarit sambil menekannya bagi mendapatkan garisan yang jelas. Pegang penggarit dengan kemas dengan jari telunjuk diletakkan selari di bahagian tengahnya. Hasilkan garisan dengan berhati-hati.



Gambar foto 5.1.13 Penggarit

Tolok pembahagi

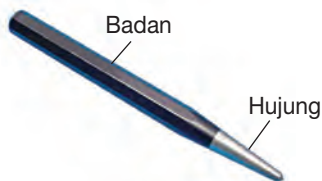
Tolok pembahagi dikenal juga sebagai jangka tolak. Alat ini mempunyai dua batang penggarit keluli yang keras. Kedua-dua belah hujung alat ini mempunyai mata yang tajam. Pada bahagian pangkal pula terdapat pegas yang disangga dengan tuas untuk membolehkannya dilaraskan dengan mudah. Alatan tangan ini digunakan untuk menanda garisan lengkung atau bulatan pada bahan kerja, memindahkan ukuran, dan menguji jarak. Gambar foto 5.1.14 menunjukkan tolak pembahagi.



Gambar foto 5.1.14 Tolok pembahagi

Penanda pusat

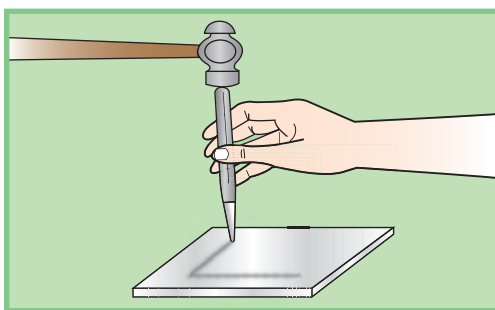
Penanda pusat merupakan alatan tangan yang diperbuat daripada logam. Alat ini terdiri daripada dua jenis, iaitu yang biasa dan automatik. Alat ini digunakan untuk melakukan tanda titik pada bahan kerja yang berasaskan bahan logam atau keluli lembut sebelum kerja-kerja melubang bahan dilakukan. Selain itu, penanda pusat juga digunakan untuk membuat tandaan halus pada satu garisan lurus. Tandaan ini akan kekal walaupun garisan halus tersebut terpadam. Alatan ini digunakan bersama dengan tukul bonggol bulat. Semasa hendak melakukan tanda titik pada bahan kerja, pastikan penanda pusat dalam kedudukan tegak dan diketuk dengan hati-hati. Gambar foto 5.1.15 dan 5.1.16 menunjukkan penanda pusat biasa dan penanda pusat automatik.



Gambar foto 5.1.15 Penanda pusat



Gambar foto 5.1.16 Penanda pusat automatik




Rajah 5.1.6 Cara menggunakan penanda pusat dengan betul

INFO KESELAMATAN

Berhati-hati semasa menggunakan alat pengukuran dan penandaan kerana alatan ini tajam dan berbahaya.

CABAR MINDA

1. Pada pendapat anda, mengapakah sesetengah muka andas mikrometer diletakkan tip tungsten karbida? 

5.1.3 Menilai Ketepatan Ukuran dan Penandaan Bahan Kerja



Standard Pembelajaran

Menilai ketepatan ukuran dan penandaan bahan kerja berdasarkan lembaran kerja yang diberikan.

(a) Membaca Angkup Vernier Tentu Ukuran 0.02 mm

Skala utama disengatkan kepada 1 mm bagi tiap-tiap satu senggatan dan dinomborkan pada tiap-tiap 10 senggatan, iaitu 10, 20, 30, dan seterusnya. Skala vernier pula panjangnya 49 mm dan disengatkan kepada 50 bahagian yang sama dan sejajar.

Senggatan yang ke-50 skala vernier akan sejajar dengan senggatan ke-49 pada skala utama. Perbezaan nilai antara satu senggatan skala utama dengan skala vernier didapati apabila 1 mm (nilai satu senggatan pada skala utama) ditolak dengan nilai satu senggatan pada skala vernier.

Menentukan nilai satu senggatan pada skala vernier

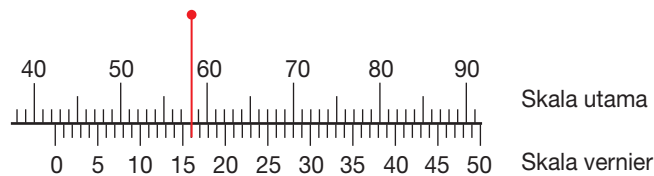
50 senggatan skala vernier = 49 mm skala utama

$$1 \text{ senggatan} = \frac{49}{50} = 0.98 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Perbezaan nilai senggatan} &= 1 \text{ mm} - 0.98 \text{ mm} \\ &= 0.02 \text{ mm} \end{aligned}$$

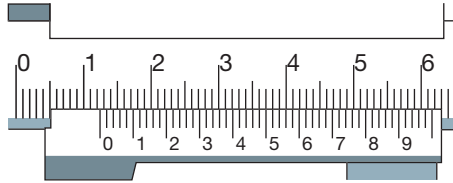
Oleh itu, nilai setiap senggatan pada skala vernier = 0.02 mm.

Contoh 1



- Bacaan pada skala utama adalah dalam lingkungan +42 mm
- Bacaan skala vernier senggatan ke-16 yang sejajar dengan salah satu garisan pada skala utama = $16 \times 0.02 = 0.32 \text{ mm}$
- Jumlah 42.32 mm. Oleh itu, bacaan sebenar ialah 42.32 mm.

Contoh 2



- Bacaan skala utama yang terhampir dengan 1 mm = $12 \times 1 = 12.00$ mm
- Bacaan skala vernier senggatan ke-28 yang sejajar dengan salah satu garisan pada skala utama = $28 \times 0.02 = 0.56$ mm
- Jumlah 12.56 mm. Oleh itu, bacaan sebenar ialah 12.56 mm.

(b) Membaca Angkup Vernier Tentu Ukuran 0.05 mm

Skala utama disingkatkan kepada 1 mm bagi tiap-tiap satu senggatan dan dinomborkan pada tiap-tiap sepuluh senggatan, iaitu 10, 20, 30, dan seterusnya. Skala vernier pula yang panjangnya 19 mm, disingkatkan kepada 20 bahagian yang sama. Apabila angka sifar di kedua-dua skala diletakkan pada kedudukan yang sejajar, senggatan ke-20 pada skala vernier akan sejajar dengan senggatan ke-19 pada skala utama.

Untuk mengetahui perbezaan nilai bagi senggatan skala utama dengan skala vernier, maka tolakkan 1 mm (nilai senggatan pada skala utama) dengan nilai satu senggatan pada skala vernier.

Menentukan nilai satu senggatan pada skala vernier

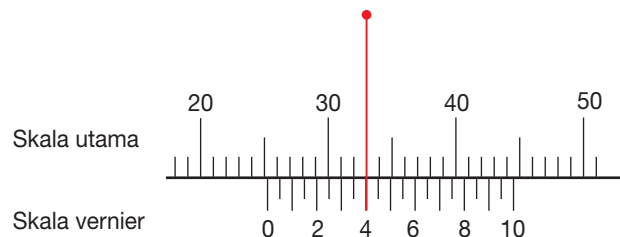
20 senggatan pada skala vernier = 19 mm skala utama, maka satu senggatan

$$= \frac{19}{20} = 0.95 \text{ mm}$$

Perbezaan nilai senggatan = $1 \text{ mm} - 0.95 \text{ mm}$
= 0.05 mm

Oleh itu, nilai setiap senggatan pada skala vernier = 0.05 mm.

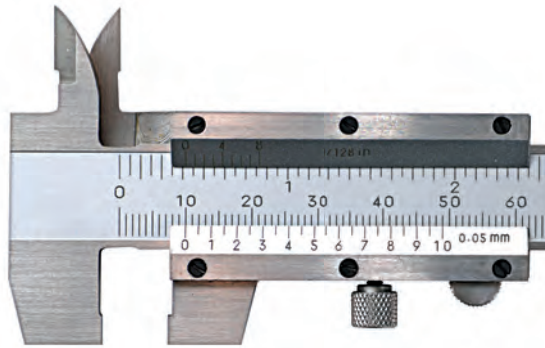
Contoh 3



- Bacaan skala utama = 25.00 mm
- Bacaan skala vernier apabila senggatan ke-8 sejajar dengan salah satu garisan pada skala utama = $8 \times 0.05 = 0.40$ mm
- Jumlah 25.40 mm. Oleh itu, bacaan sebenar ialah 25.40 mm.

SUDUT HANDS-ON

Tentukan bacaan angkup vernier seperti yang ditunjukkan dalam gambar foto yang berikut.



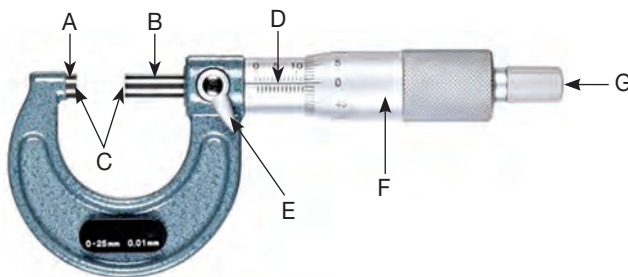
CABAR MINDA

1. Nyatakan perbezaan antara mikrometer dalam dengan mikrometer tolak dalam.
2. Nyatakan cara untuk menentukan nilai satu senggatan pada skala vernier tentu ukur 0.02 mm.

PENGUKUHAN MINDA

Jawab semua soalan.

1. Senaraikan lima alat pengukuran biasa, pengujian, dan penandaan yang lazim digunakan dalam kerja bengkel mekanikal. Berikan contoh bagi setiap penggunaan alatan tersebut.
2. Bina skala vernier untuk menghasilkan bacaan ukuran 26.62 mm pada angkup vernier berkejituan 0.02 mm.
3. Senaraikan tiga jenis mikrometer dan berikan contoh penggunaannya dalam proses pengukuran sesuatu produk kejuruteraan.
4. Nyatakan nama bahagian-bahagian mikrometer yang berlabel dalam rajah di bawah ini.



5. Senaraikan empat kegunaan sesiku L.



Modul 5.1:



http://buku-teks.com/kmtg5_pm5_1
(Dicapai pada
13 September 2020)

5.2

PEMOTONGAN

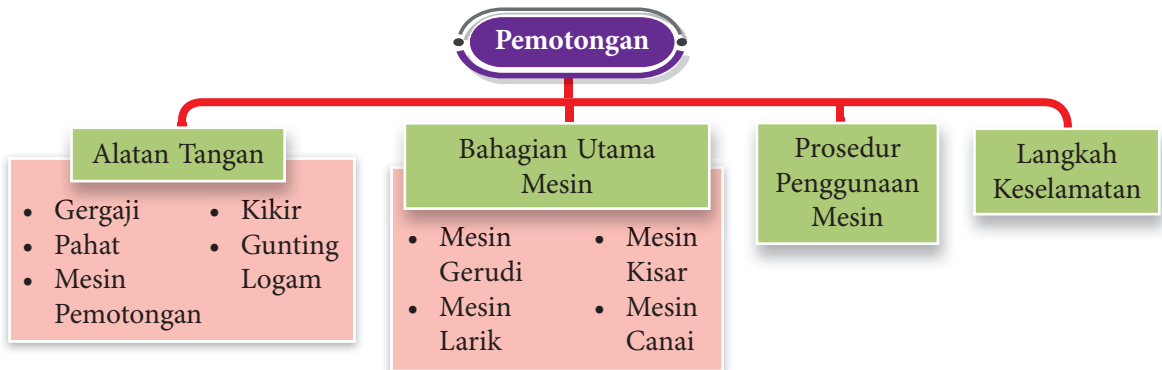
Proses kerja yang paling kerap dilakukan untuk menghasilkan sesuatu projek atau produk adalah memotong bahan kerja. Proses pemotongan boleh dilakukan sama ada menggunakan peralatan tangan atau mesin. Pemilihan peralatan tangan atau mesin bagi proses pemotongan harus sesuai dengan bahan yang hendak dipotong.



Standard Pembelajaran

Menerangkan peralatan untuk kerja pemotongan di dalam bengkel kejuruteraan:

- i. Alatan tangan: Gergaji, kikir, pahat, dan gunting
- ii. Mesin: Gerudi, larik, kisar, dan canai
- iii. Mesin lanjutan: *Computer Numerical Control (CNC)*, *Electrical Discharge Machine (EDM)*, plasma, dan laser



Rajah 5.2.1 Peralatan dan prosedur dalam proses kerja pemotongan

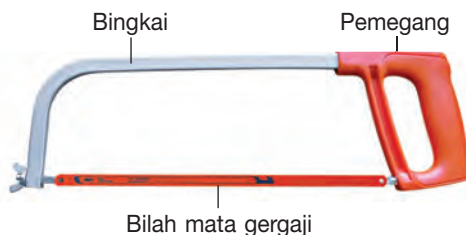
5.2.1 Alatan Tangan untuk Kerja Pemotongan

(a) Gergaji

Gergaji digunakan untuk memotong bahan logam kepada saiz yang dikehendaki. Gergaji terbahagi kepada gergaji tangan dan mesin gergaji kuasa.

Gergaji tangan

Gergaji tangan digunakan untuk memotong bahan logam secara insani. Bahan yang dipotong tidak terlalu besar dan dalam kuantiti yang sedikit. Gambar foto 5.2.1 menunjukkan gergaji tangan manakala Gambar foto 5.2.2 menunjukkan cara memegang gergaji tangan dengan betul semasa proses memotong benda kerja.



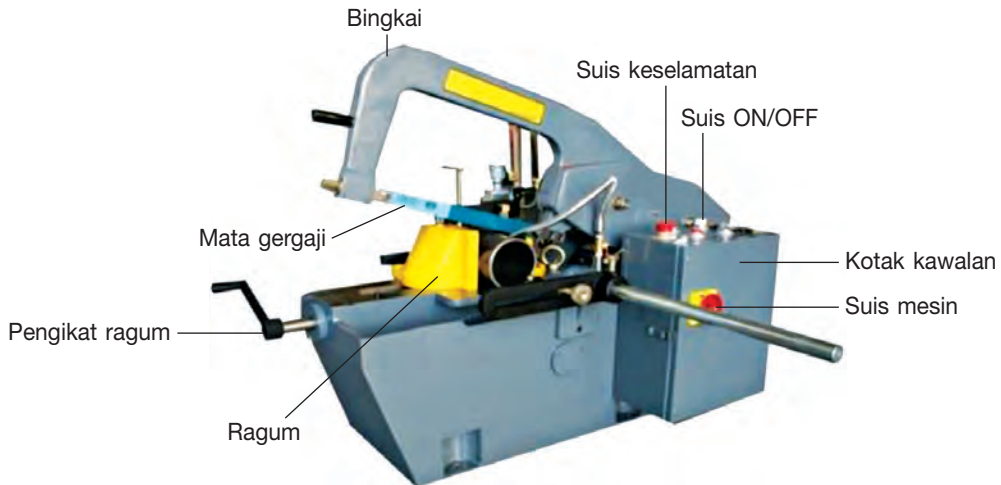
Gambar foto 5.2.1 Gergaji tangan



Gambar foto 5.2.2 Kaedah memegang gergaji tangan semasa memotong benda kerja pada ragum meja

Mesin gergaji kuasa

Mesin gergaji kuasa digunakan untuk memotong bahan logam bersaiz besar yang tidak boleh dipotong secara insani. Mesin ini menggunakan kuasa elektrik untuk berfungsi. Mesin ini boleh memotong logam dalam kuantiti yang banyak dan cepat. Gambar foto 5.2.3 menunjukkan proses pemotongan paip keluli berongga menggunakan mesin gergaji kuasa.



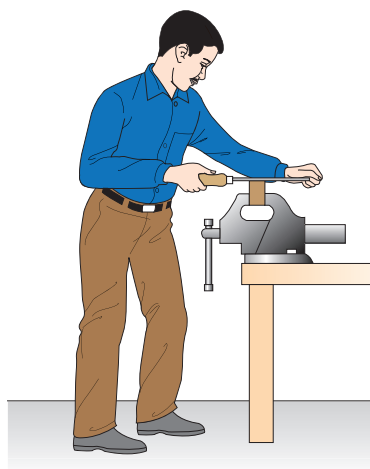
Gambar foto 5.2.3 Mesin gergaji kuasa

(b) Kikir

Kikir ialah alatan tangan yang digunakan untuk mengurangkan ketebalan, melicinkan permukaan, dan membentuk bahan atau produk. Cara mengikir dengan betul ialah tekanan dikenakan ke atas kikir sewaktu kikir disorong ke hadapan. Manakala, tekanan tidak lagi dikenakan semasa kikir ditarik ke belakang. Gambar foto 5.2.4 menunjukkan pelbagai jenis kikir yang digunakan untuk melakukan kerja. Rajah 5.2.2 pula menunjukkan cara memegang kikir yang betul semasa proses mengikir.



Gambar foto 5.2.4 Pelbagai jenis kikir digunakan untuk melakukan kerja mengikir



Rajah 5.2.2 Cara memegang kikir semasa melakukan kerja mengikir

i Info Ekstra

Terdapat beberapa jenis potongan gigi kikir, iaitu:

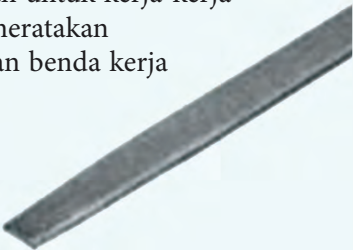


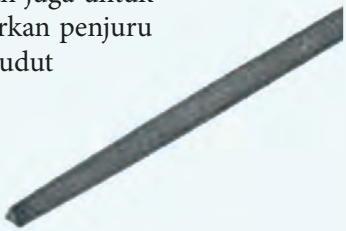


- Potongan silang: digunakan untuk melakukan kerja mengikir kasar.
- Potongan selari: digunakan untuk melakukan kerja penyudahan.

Jenis-jenis kikir dan kegunaannya

Kikir terdapat dalam pelbagai jenis dan bentuk bergantung pada kegunaannya seperti dinyatakan dalam Jadual 5.2.1.

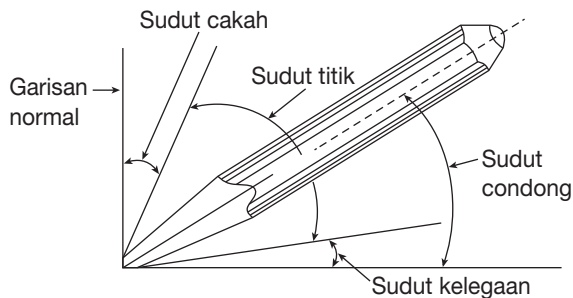
Jadual 5.2.1 di bawah ini menunjukkan jenis-jenis kikir yang digunakan di bengkel kerja serta kegunaannya.

Jadual 5.2.1 Jenis-jenis kikir dan kegunaannya

<p>Kikir rata</p> <ul style="list-style-type: none">• Berbentuk segi empat dan pipih• Digunakan untuk kerja-kerja am dan meratakan permukaan benda kerja 	<p>Kikir bulat</p> <ul style="list-style-type: none">• Berbentuk bulat• Digunakan untuk membesarkan diameter lubang dan bentuk separuh bulat 
<p>Kikir separuh bulat</p> <ul style="list-style-type: none">• Berbentuk separuh bulat, dikenali juga sebagai kikir belah rotan• Digunakan untuk kerja-kerja penyudahan bagi bentuk separuh bulat 	<p>Kikir segi tiga</p> <ul style="list-style-type: none">• Berbentuk segi tiga• Digunakan untuk mengikir bahagian yang bersudut pada bahagian luar dan bahagian dalam bahan kerja• Digunakan juga untuk membesarkan penjurukan yang bersudut 
<p>Kikir segi empat</p> <ul style="list-style-type: none">• Berbentuk segi empat• Digunakan untuk membesarkan lubang yang berbentuk segi empat• Digunakan untuk mengikir bahagian alur bahan kerja 	<p>Kikir jarum</p> <ul style="list-style-type: none">• Tersedia dalam satu set yang mengandungi empat hingga 12 jenis kikir• Digunakan untuk kerja-kerja penyudahan komponen projek• Digunakan untuk mengilat bahagian benda kerja yang bersaiz kecil 

(c) Pahat

Pahat ialah alat tangan dengan hujung bersudut pemotongan. Pahat digunakan bersama dengan tukul. Pahat digunakan untuk memotong dan menatal dengan kaedah menyerpih bahan logam seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.2.4.



Rajah 5.2.3 Sudut pemotongan pahat



Rajah 5.2.4 Menyerpih logam menggunakan pahat

Jenis-jenis pahat dan kegunaannya

Pahat mata rata

- Melakukan kerja-kerja memotong logam nipis
- Memotong rod yang berdiameter kecil
- Meratakan permukaan



Pahat mata lintang

- Membentuk alur kunci
- Memotong celahan yang tidak dapat dipotong oleh pahat mata rata



Pahat mata bentuk intan

- Memahat penjurong tajam
- Membetulkan kedudukan lubang gerudi yang teranjak dari pusat lubang yang asal



Pahat mata bulat

- Membuat alur minyak
- Membentuk penjurong bulat



(d) Gunting Logam

Gunting logam ialah alatan berbilang atas dan bawah pada hujungnya. Gunting ini berfungsi memotong logam secara membahagi. Ketebalan kepingan logam yang boleh dipotong adalah terhad kepada 1 mm sahaja. Gunting logam terdiri daripada gunting lurus dan gunting lengkung seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 5.2.5 di bawah.



Gambar foto 5.2.5
Gunting logam lurus
dan lengkung

Jika ketebalan logam lebih daripada 1 mm, perincih tuas tangan seperti dalam Gambar foto 5.2.6 boleh digunakan. Alatan ini juga boleh digunakan untuk memotong rod logam berdiameter kecil. Mesin pemotong perincih kepersegian pula digunakan untuk memotong kepingan logam yang mengunyah ketebalan sehingga 3 mm seperti dalam Gambar foto 5.2.7.



Gambar foto 5.2.6
Perincih tuas tangan



Gambar foto 5.2.7
Pemotong perincih kepersegian

(e) Mesin Pemotongan

Pelbagai mesin digunakan di dalam bengkel bagi membantu proses pembuatan atau menghasilkan projek. Mesin-mesin seperti mesin gerudi, mesin larik, mesin kisar, dan mesin canai merupakan mesin yang kerap digunakan dalam kerja-kerja pemotongan bahan logam.

Mesin gerudi

Mesin gerudi digunakan untuk membuat lubang tembus atau lubang buntu menggunakan mata gerudi. Selain menggerudi, mesin gerudi juga boleh digunakan untuk proses menggerak, melulas, dan membuat lubang benam. Mesin gerudi dikategorikan kepada beberapa jenis mengikut fungsi dan proses kerja yang boleh dilakukan.

Mesin gerudi tangan

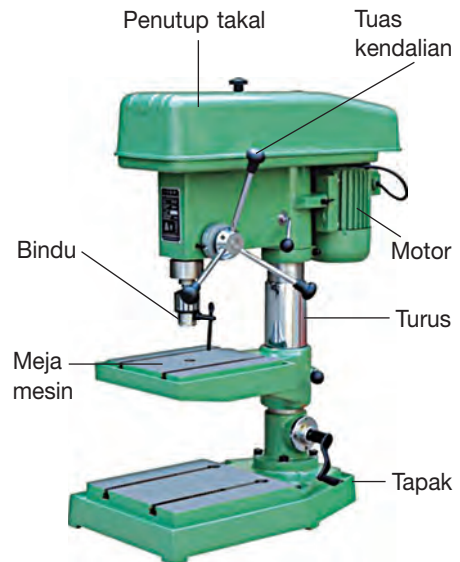
- Terbahagi kepada jenis berwayar yang menggunakan sumber elektrik dan tanpa wayar yang menggunakan sumber bateri berkuasa 12 V.
- Berfungsi untuk membuat lubang pada benda kerja.
- Digunakan bersama dengan mata gerudi berpintal yang pelbagai saiz.
- Diameter lubang maksimum yang boleh dibuat oleh mesin ini adalah sehingga 13 mm.
- Mata gerudi diletakkan pada titik tanda pada benda kerja semasa menggunakan mesin.
- Tekan suis gerudi secara perlahan-lahan semasa mula menggerudi.
- Pegang pemegang utama dan pemegang tengah gerudi dengan kukuh bagi melancarkan kerja-kerja menggerudi.
- Gambar foto 5.2.8 menunjukkan mesin gerudi tangan.



Gambar foto 5.2.8 Mesin gerudi tangan

Mesin gerudi meja

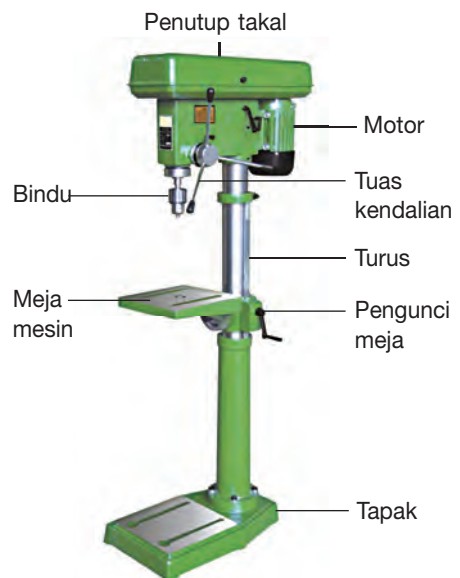
- Mesin gerudi ini mempunyai turus pendek.
- Mesin jenis ini dipasang di atas meja.
- Saiz gerudi ditentukan oleh keupayaan bindu untuk memegang mata gerudi yang bersaiz 3 mm sehingga 13 mm.
- Digunakan untuk membuat lubang pada logam.
- Dikendalikan oleh motor yang dijanakan oleh arus elektrik.
- Mempunyai sistem takal bagi melaraskan kelajuan yang berbeza.
- Kelajuan yang sesuai bagi putaran mata gerudi ditetapkan mengikut diameter mata gerudi dan jenis bahan yang digerudi.
- Kelajuan yang rendah digunakan untuk membuat lubang berdiameter besar pada bahan kerja yang keras seperti keluli lembut.
- Kelajuan yang tinggi digunakan untuk membuat lubang pada bahan kerja logam yang lembut.
- Gambar foto 5.2.9 menunjukkan mesin gerudi meja.



Gambar foto 5.2.9 Mesin gerudi meja

Mesin gerudi tiang

- Digunakan untuk melakukan kerja-kerja menggerudi pada benda kerja bersaiz besar.
- Mampu membuat lubang yang berdiameter 13 mm dan ke atas.
- Gambar foto 5.2.10 menunjukkan mesin gerudi tiang.



Gambar foto 5.2.10 Mesin gerudi tiang

Mesin gerudi jejarian

- Bersaiz besar dan mampu menanggung gegaran dan getaran semasa proses penggerudian menggunakan mata gerudi yang besar.
- Digunakan untuk membuat lubang yang besar pada komponen yang bersaiz besar, contohnya pada set acuan suntikan plastik.
- Bahagian lengan mesin boleh dilaraskan pada sudut dan jarak tertentu.
- Gambar foto 5.2.11 menunjukkan mesin gerudi jejarian.



Gambar foto 5.2.11 Mesin gerudi jejarian

Mesin larik

- Digunakan untuk melakukan kerja-kerja seperti melarik selari permukaan sebelah luar atau dalam, menggerudi, membenang, menggerak, menampung, dan melorek.
- Pemotongan dilakukan dengan mata alat pemotong diarahkan kepada benda kerja yang sedang berpusing.
- Suapan mata alatan dilakukan sama ada selari atau bersudut tepat dengan paksi benda kerja.
- Mata alatan pemotong boleh disuapkan bersudut dengan benda kerja seperti dalam kerja pemotongan tirus.
- Gambar foto 5.2.12 menunjukkan mesin larik.



Gambar foto 5.2.12 Mesin larik

Mesin kisar

- Digunakan untuk memotong bahan logam secara menyerpih menggunakan mata pemotong berbilang hujung.
- Mata pemotong berputar pada kedudukan mengufuk atau menegak.
- Benda kerja yang dicengkam pada ragum di atas meja kerja digerakkan ke arah mata pemotong.
- Kerja menyerpih bahan logam menggunakan mesin kisar dikenal sebagai kerja mengisar.
- Mesin ini berbeza daripada mesin-mesin lain dari segi penggunaan mata alatan dan cara memegang benda kerja.
- Terdapat dua jenis mesin kisar yang digunakan dalam kerja kejuruteraan, iaitu mesin kisar menegak dan mesin kisar melintang.
- Gambar foto 5.2.13 dan Gambar foto 5.2.14 menunjukkan mesin kisar menegak dan mesin kisar melintang.



Gambar foto 5.2.13 Mesin kisar menegak

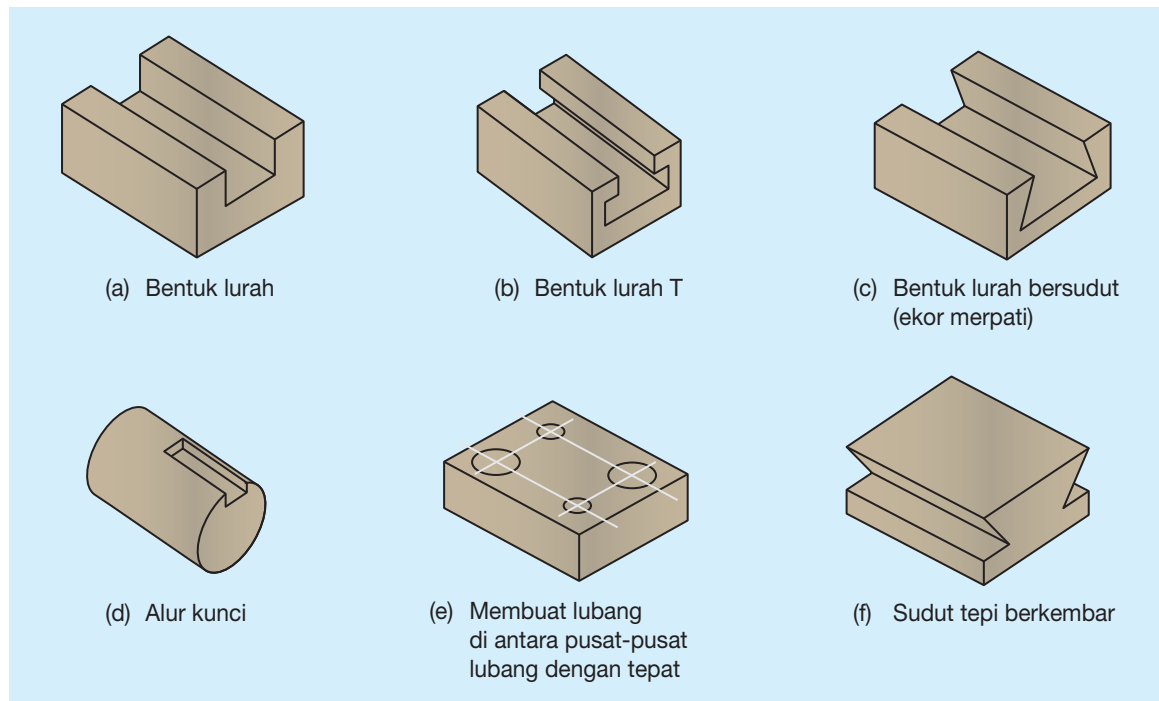


Gambar foto 5.2.14 Mesin kisar melintang

Mesin kisar menggunakan mata alatan tunggal atau mata alatan berbilang. Manakala benda kerja pula dipegang oleh pelbagai jenis pemegang atau diikat terus pada meja mesin tersebut. Mesin kisar juga dilengkapi dengan berbagai-bagai alatan seperti alatan tambahan, pemegang benda kerja, dan pemegang mata alat. Mesin pengisar melakukan pelbagai kerja mengisar seperti yang berikut:

- Membuat lubang
- Membuat sudut tepi
- Membuat lubang senggat atau lurah T
- Membuat tanggam
- Mengisar lurah
- Mengisar rata

Contoh-contoh proses kerja yang dilakukan pada mesin kisar ditunjukkan dalam Rajah 5.2.5.

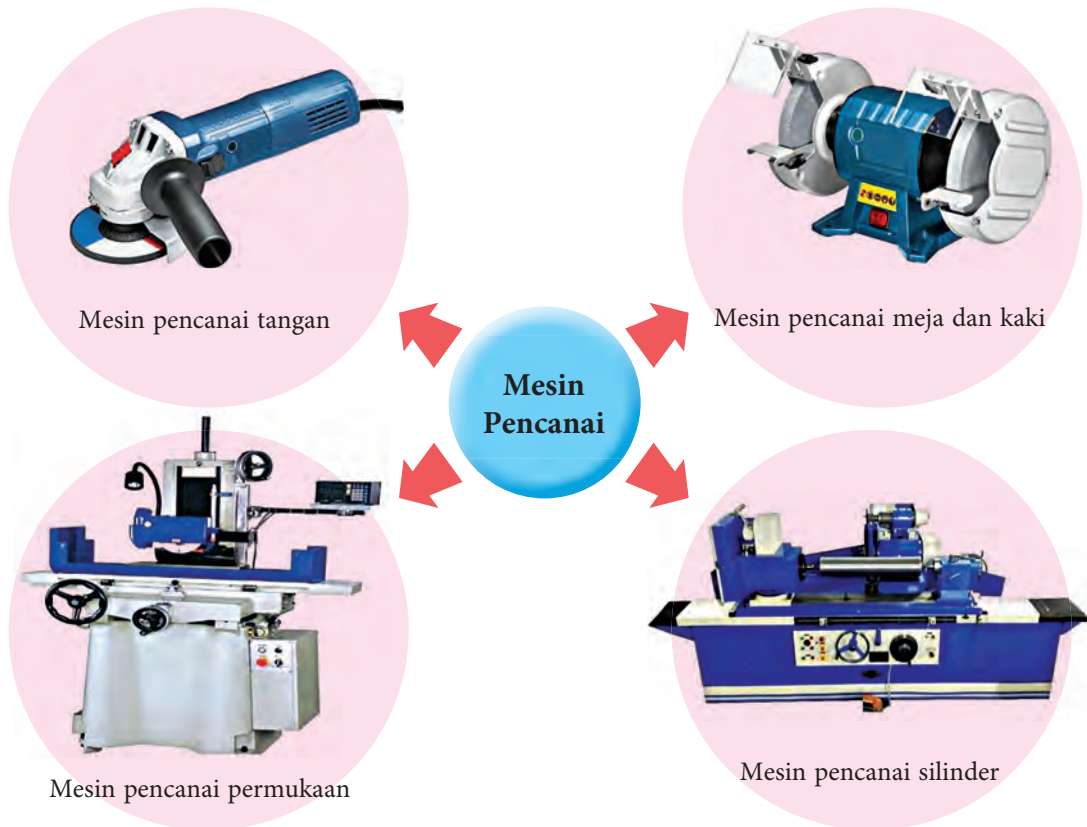


Rajah 5.2.5 Kerja yang dilakukan pada mesin kisar

Mesin canai

- Mesin canai digunakan untuk proses pembuangan logam menggunakan roda pencanai yang berputar.
- Diperbuat daripada bahan pelepas yang diikat dengan bahan pengikat.
- Dua proses mencanai yang utama ialah proses penajaman dan proses mencanai jitu.
- Proses penajaman digunakan untuk menajamkan alat pemotong seperti pahat, mata alat mesin larik, mata gerudi, pisau, dan lain-lain.
- Proses mencanai jitu pula digunakan dalam industri bagi menghasilkan kemasan permukaan benda kerja yang baik serta mendapatkan ukuran yang tepat.
- Empat jenis mesin pencanai yang digunakan dalam bengkel ialah mesin pencanai tangan, mesin pencanai meja dan kaki, mesin pencanai permukaan, dan mesin pencanai silinder.

Rajah 5.2.6 di bawah ini menunjukkan jenis-jenis mesin pencanai.



Rajah 5.2.6 Jenis-jenis mesin pencanai

Mesin lanjutan

- Mesin ini dilengkapi dengan sistem pergerakan yang dikawal dan diarahkan menggunakan arahan numerikal (*numerical control*).
- Kawalan automasi mesin-mesin seperti mesin larik, kisar, dan pencetak 3D dilakukan menggunakan komputer.
- Arahan kerja kepada mesin ini dilakukan dengan menggunakan kod yang dimasukkan ke dalam sistem kawalan mesin atau dijanakan daripada lukisan terbantu komputer (CAD).
- Digunakan untuk melakukan kerja membentuk logam yang mempunyai reka bentuk yang rumit dan pelbagai bentuk sukar.

Titik Pencetus

Jurutera Amerika Syarikat, John Parsons pernah berfikir pada tahun 1940-an bahawa prinsip penciptaan dan penemuan alat kawalan mesin berangka (NC), pelopor mesin CNC pada hari ini akan mempunyai kesan mendalam terhadap industri pembuatan moden.

Computer Numerical Control (CNC)

- Mesin-mesin yang dilengkapi dengan arahan KAWALAN BERANGKA TERKOMPUTER dikenali sebagai *Computer Numerical Control (CNC)*.
- Mesin yang dilengkapi dengan CNC dapat menghasilkan produk secara seragam dan dalam kuantiti yang banyak.
- Mesin ini juga mampu menghasilkan produk yang berbentuk rumit dan berkejituan tinggi.

Jadual 5.2.2 di bawah ini menunjukkan kod yang digunakan dalam program mesin CNC.

Jadual 5.2.2 Kod yang digunakan dalam program mesin CNC

Kod yang digunakan dalam program
G00 – Pergerakan pantas
G01 – Pergerakan linear
G21 – Dimensi dalam unit metrik
T01 – Merujuk kepada nombor mata alat
M06 – Merujuk kepada arahan mengubah mata alat
M03 – Pusingan pengumpar (ikut arah jam)
M04 – Pusingan pengumpar (melawan arah jam)
T01 M06 – Perubahan alat automatik ke alat 1
M30 – Program berakhir

i Info Ekstra

Program NC sebenarnya merupakan sejumlah urutan perintah logik yang dibuat bagi suatu jenis mesin perkakas CNC dalam rangka pembuatan suatu komponen mesin/peralatan. Prinsip penulisan program NC larik hampir sama dengan program NC kisar. Bezanya hanya pada paksi. Pada umumnya, program NC larik menggunakan paksi X dan paksi Z.

Contoh mesin CNC adalah seperti dalam Gambar foto 5.2.15 dan Gambar foto 5.2.16.



Gambar foto 5.2.15 Mesin larik CNC



Gambar foto 5.2.16 Mesin kisar CNC

Mesin elektro nyahcas

- Mesin Elektro Nyahcas atau *Electrical Discharge Machine* (EDM) digunakan untuk memotong bentuk rongga logam dalam pelbagai bentuk yang tidak mampu dilakukan oleh mesin kisar, mesin larik, atau mesin konvensional yang lain.
- Mesin EDM paling sesuai digunakan untuk membuat rongga pada plat acuan suntikan plastik dan proses acuan tuangan logam.
- Semua bahan yang boleh mengalirkan arus elektrik boleh dipotong menggunakan mesin EDM tetapi proses pemotongan pada mesin EDM amat perlahan.
- Biasanya mesin ini digunakan untuk pemotongan penyudahan.
- Hasil penyudahan permukaan pada mesin EDM sangat baik.

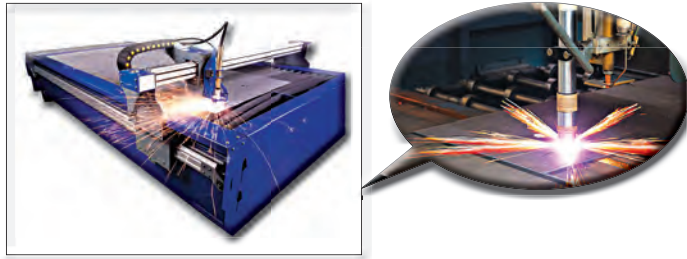


Gambar foto 5.2.17 Mesin EDM

Mesin pemotong plasma

- Mesin pemotong plasma digunakan untuk memotong keluli atau logam yang tidak boleh dipotong menggunakan kaedah pemotongan *Oksi-Asetilena*.
- Mesin ini dapat memotong keluli tahan karat setebal 130 mm.
- Mesin ini menggunakan prinsip mengion gas-gas seperti argon, nitrogen, dan oksigen dengan menggunakan tenaga elektrik sehingga meningkatkan suhu gas antara 11 000°C hingga 27 000°C.

Gambar foto 5.2.18 menunjukkan mesin pemotong plasma sedang digunakan untuk memotong kepingan keluli tahan karat.

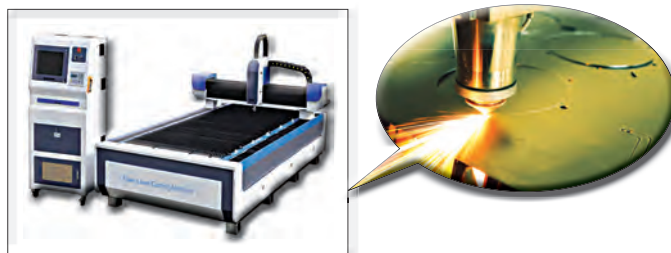


Gambar foto 5.2.18 Mesin pemotong plasma

Mesin pemotong laser

- Mesin pemotong laser yang ditunjukkan dalam Gambar foto 5.2.19 digunakan untuk memotong kepingan logam atau bukan logam dalam pelbagai bentuk dan saiz.
- Ketebalan bahan yang dipotong bergantung pada saiz arus elektrik yang digunakan pada mesin laser.
- Menggunakan prinsip cahaya yang dipancarkan ke sistem kanta yang mengandungi oksigen atau karbon dioksida.
- Haba lampau yang terhasil daripada pancaran cahaya laser akan dipancarkan melalui kanta menumpu yang boleh memotong bahan yang terkena pancaran laser tersebut.

i Info Ekstra
Laser ialah singkatan bagi *Light Amplication by Stimulated Emission of Radiation*.



Gambar foto 5.2.19 Mesin pemotong laser



Apakah kelebihan mesin EDM apabila tidak berlaku sentuhan secara terus antara mata alat pemotong (elektrod) dengan benda kerja?

5.2.2 Bahagian Utama Mesin

(a) Mesin Gerudi



Standard Pembelajaran

Menerangkan bahagian utama mesin gerudi, larik, kisar, dan canai.

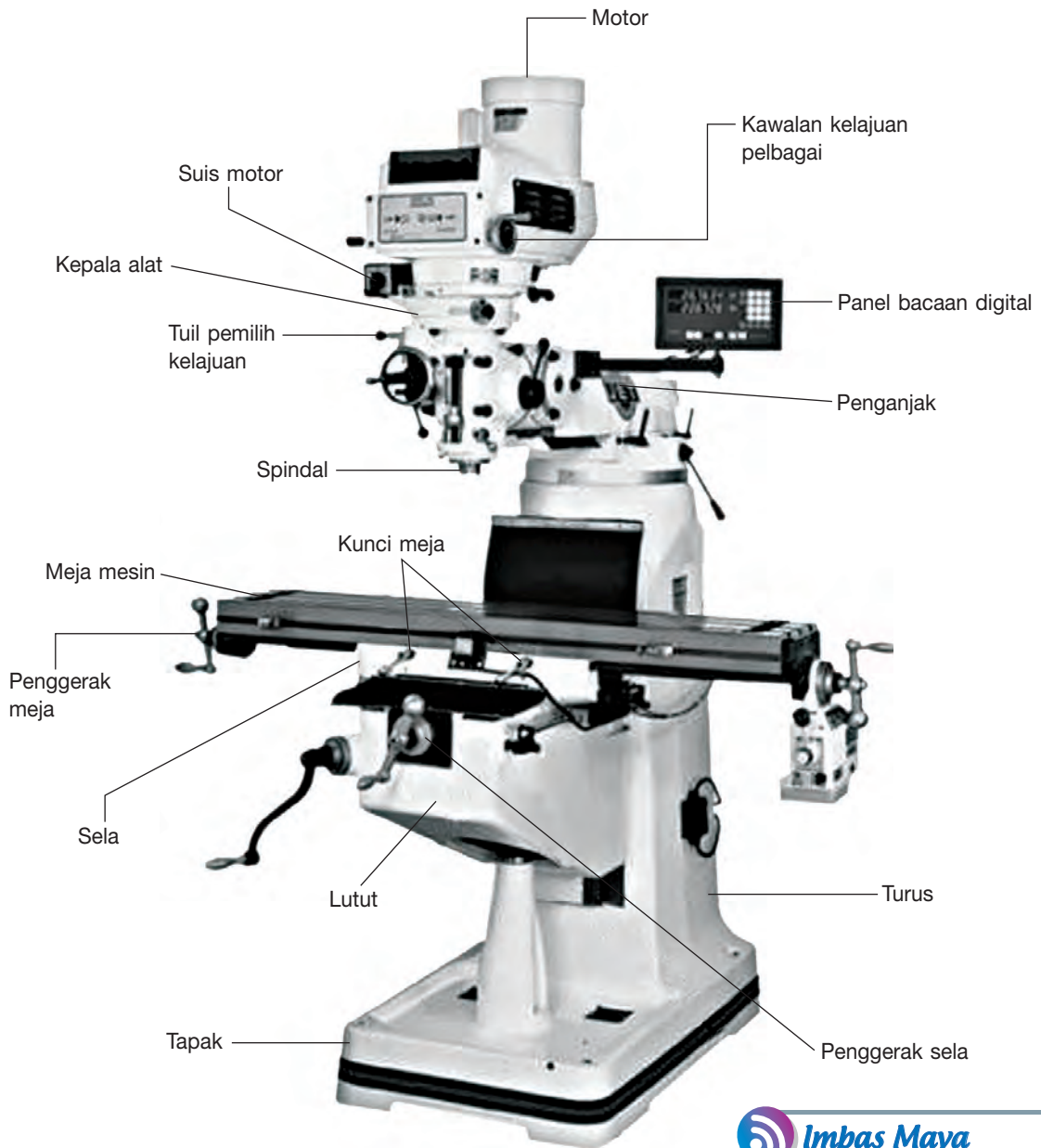


Imbas Maya

Sila imbas tentang mesin gerudi



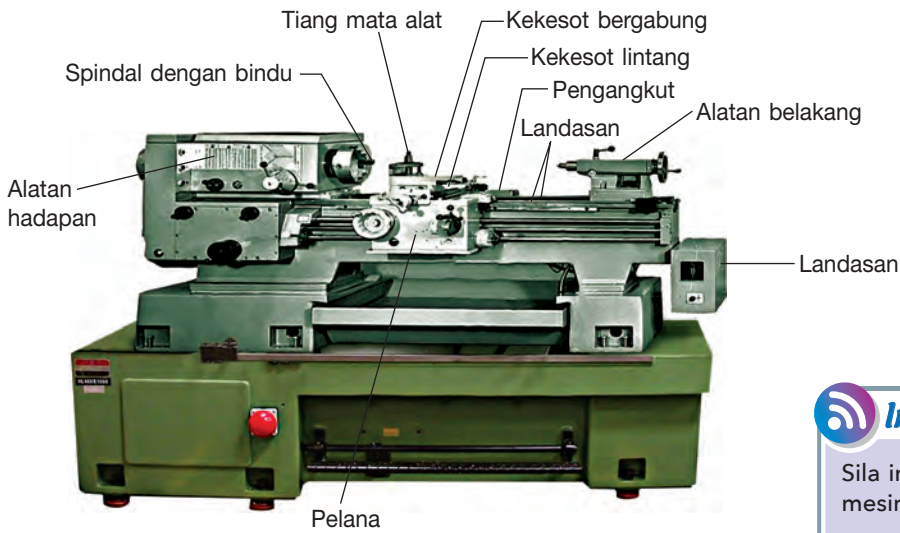
(b) Mesin Kisar



Sila imbas tentang mesin kisar



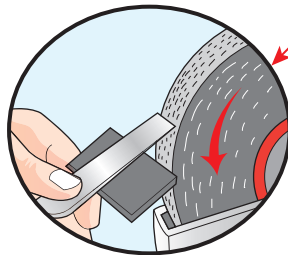
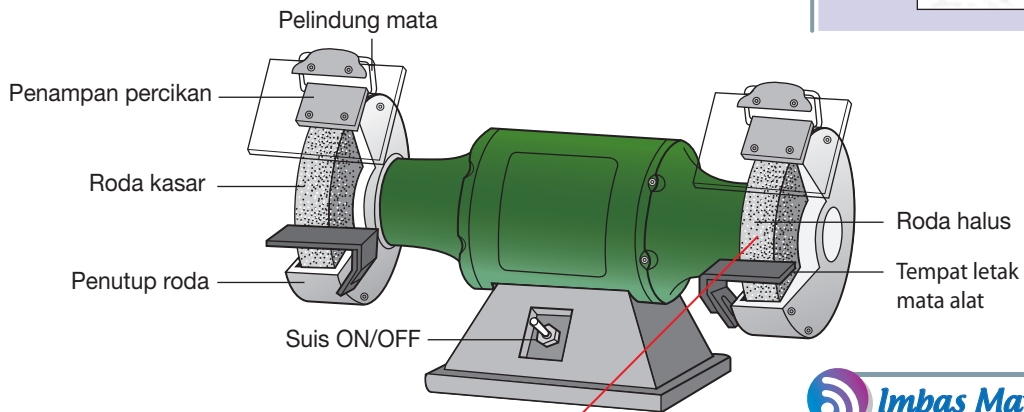
(c) Mesin Larik



Sila imbas tentang mesin larik



(d) Mesin Canai



Kaedah yang selamat untuk mencanai



Sila imbas tentang mesin canai



Proses menyagat *truing* perlu dilakukan ke atas roda pencanai. Pada pendapat anda, mengapakah proses tersebut perlu dilakukan?

5.2.3 Prosedur Operasi Standard (SOP) Penggunaan Mesin

Standard Pembelajaran

Menerangkan prosedur operasi standard (SOP) penggunaan mesin gerudi dan mesin canai untuk melakukan kerja memotong.

SOP penggunaan mesin sangat penting disediakan pada setiap mesin. SOP ini perlu diletakkan atau ditampal pada mesin bertujuan sebagai panduan penggunaan mesin yang standard oleh pengguna. SOP juga akan mengurangkan kebergantungan pengguna mesin daripada bimbingan guru.

SOP ini wajib diikuti sebelum, semasa, dan selepas menggunakan mesin tersebut bagi memastikan keselamatan kepada pengguna, mesin, dan benda kerja. Contoh SOP penggunaan mesin gerudi dan mesin canai yang disediakan pada mesin untuk dirujuk oleh pengguna adalah seperti yang berikut:

MAKLUMAT MESIN

Nama Mesin: Mesin Canai Meja
Model Mesin: CM500
Punca Kuasa: 230 Volt

Sebelum

- Pastikan mendapat kebenaran daripada guru
- Periksa keadaan fizikal peralatan terlebih dahulu
- Pastikan persekitaran bersih dan selamat
- Pastikan benda kerja bebas daripada benda asing
- Gunakan pakaian keselamatan dan peralatan perlindungan diri
- Pastikan pelindung keselamatan dipasang pada mesin

Semasa

- Tekan suis ON mesin
- Biarkan roda canai berputar seketika
- Pegang benda kerja dengan kemas
- Mulakan operasi mencanai
- Gunakan cecair penyejuk jika perlu

Selepas

- Tekan suis OFF mesin
- Pastikan roda canai berhenti sepenuhnya
- Bersihkan mesin dan persekitaran tempat kerja
- Susun semula peralatan yang telah digunakan ke tempat asalnya



MAKLUMAT MESIN

Nama Mesin: Mesin Gerudi Meja

Model Mesin: GM200

Punca Kuasa: 230 Volt

Sebelum

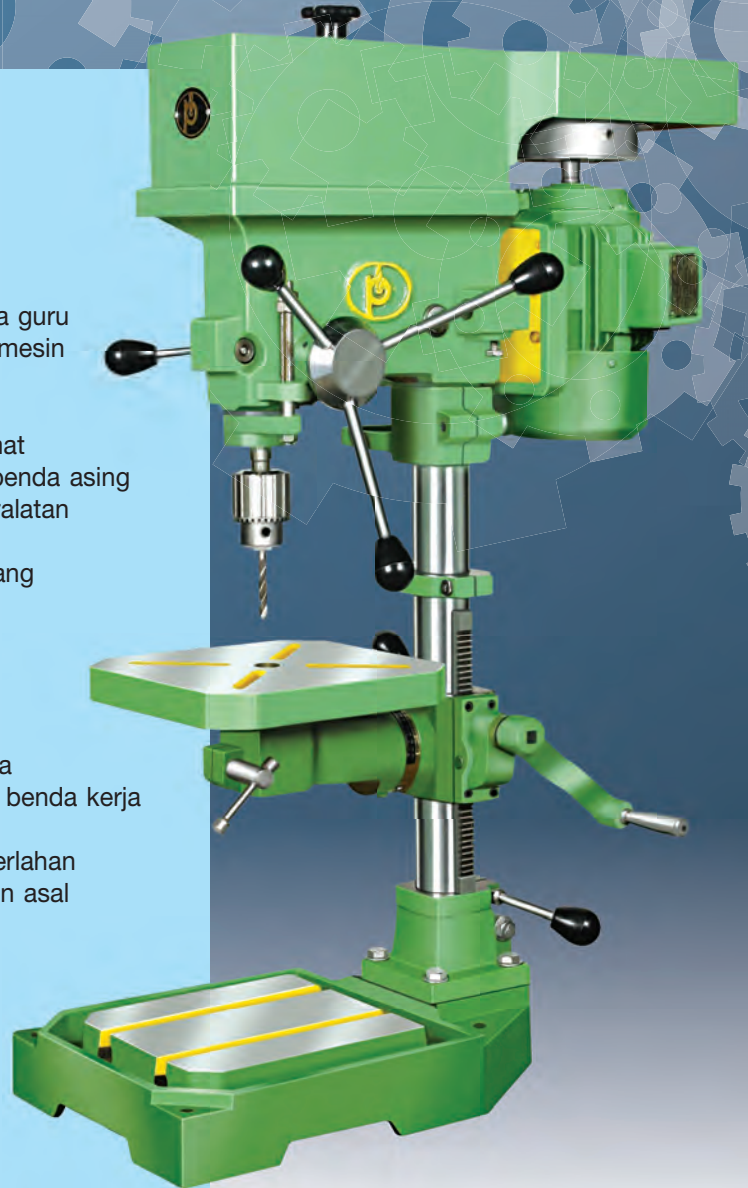
- Pastikan mendapat kebenaran daripada guru
- Isikan borang atau rekod penggunaan mesin
- Periksa keadaan fizikal peralatan terlebih dahulu
- Pastikan persekitaran bersih dan selamat
- Pastikan benda kerja bebas daripada benda asing
- Gunakan pakaian keselamatan dan peralatan perlindungan diri
- Pastikan pelindung keselamatan dipasang pada mesin
- Pastikan kelajuan mesin adalah betul

Semasa

- Tekan suis ON mesin
- Biarkan spindal mesin berputar seketika
- Pegang pemegang dengan kemas dan benda kerja diikat kemas pada ragum
- Mulakan operasi menggerudi secara perlahan
- Kembalikan pemegang pada kedudukan asal selepas menggerudi

Selepas

- Tekan suis OFF mesin
- Pastikan spindal mesin berhenti sepenuhnya
- Keluarkan bahan kerja daripada ragum
- Bersihkan mesin dan persekitaran tempat kerja
- Susun semula peralatan yang telah digunakan ke tempat asalnya



CABAR MINDA

Selepas suis mesin canai ditekan ON, mengapakah roda canai perlu dibiarkan berputar seketika sebelum memulakan kerja mencanai?

5.2.4 Prosedur Pemetongan Menggunakan Alatan Tangan dan Mesin Mengikut Prosedur Kerja yang Betul dan Mematuhi Langkah Keselamatan



Mengaplikasikan prosedur pemetongan menggunakan alatan tangan dan mesin mengikut prosedur kerja yang betul dan mematuhi langkah keselamatan.

Carta alir di bawah ini menunjukkan cara menggunakan alatan tangan dan mesin mengikut prosedur kerja (SOP) yang betul.



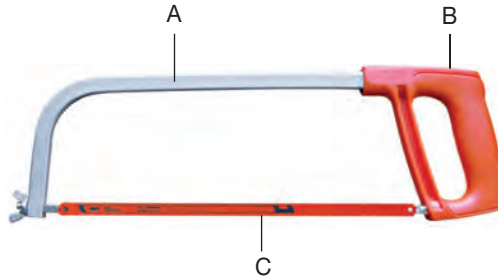
AKTIVITI JURUTERA MUDA

1. Gunakan kata kunci *drilling machine* dan cari maklumat tentang operasi mesin gerudi dalam bidang industri. Bincangkan carian anda di dalam kelas.
2. Bincangkan jenis-jenis mesin gerudi yang terdapat di dalam bengkel dan nyatakan kelebihan setiap mesin gerudi tersebut.
3. Bincangkan mesin pencanai yang sesuai untuk pelbagai jenis kerja mencanai seperti menajamkan mata pahat, melicinkan permukaan rata benda kerja, dan menajamkan mata alat gerudi.



Jawab semua soalan.

1. Namakan bahagian-bahagian gergaji tangan yang berlabel A, B, dan C di bawah ini.



2. Nyatakan lima sebab bilah gergaji patah ketika melakukan kerja menggergaji.
3. Nyatakan setiap kegunaan kikir yang dinyatakan di bawah ini. Lakarkan contoh benda kerja yang bersesuaian dengan kegunaan kikir tersebut.

Jenis Kikir
(a) Kikir segi tiga
(b) Kikir bulat
(c) Kikir rata

4. Lakarkan dan labelkan sudut pemotongan pahat.
5. Jadual berikut menunjukkan empat jenis pahat. Nyatakan kegunaan setiap jenis pahat tersebut.

Jenis Pahat
(a) Pahat mata rata
(b) Pahat mata bentuk intan
(c) Pahat mata bulat
(d) Pahat mata lintang

6. Terangkan langkah-langkah keselamatan ketika mengendalikan mesin gerudi.



Modul 5.2:



http://buku-teks.com/kmtg5_pm5_2
(Dicapai pada 13 September 2020)



AKTIVITI KBAT

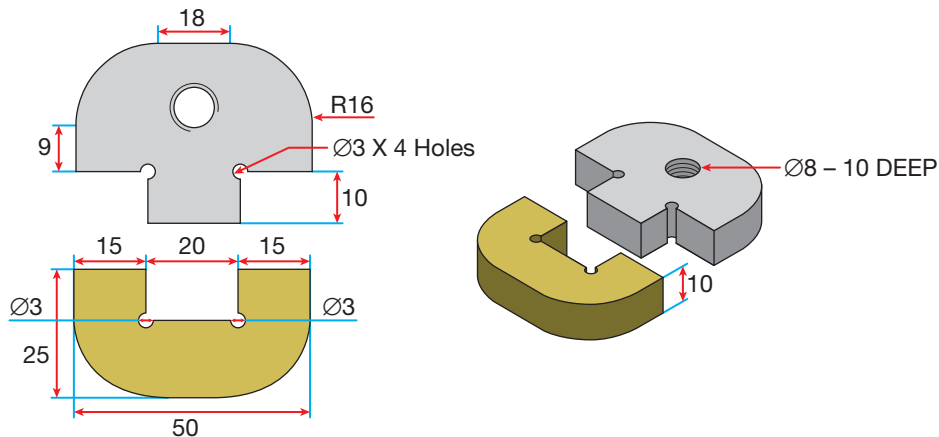
PROJECT BASED LEARNING (PBL): PROJEK PEMOTONGAN

Standard Pembelajaran: 5.1.2 dan 5.2.4

Ringkasan Aktiviti:

Murid dikehendaki menyiapkan projek menggegag berdasarkan spesifikasi yang terdapat pada lukisan yang diberi. Projek ini terdiri daripada dua benda kerja, iaitu Plat A berbentuk T dan Plat B berbentuk U. Murid dibahagikan kepada kumpulan. Guru membantu dengan memberikan satu benda kerja sama ada Plat A atau Plat B untuk disiapkan oleh setiap kumpulan. Setiap kumpulan perlu menyiapkan projek yang telah diberikan oleh guru dan kemudian menggabungkan Plat A dan Plat B secara berpasangan untuk proses pemarkahan.

Lukisan Projek:



Cadangan Aktiviti:

1. Murid berada dalam kumpulan dan berbincang langkah demi langkah yang terlibat bagi menghasilkan projek pemotongan mengikut spesifikasi yang ditetapkan.
2. Murid perlu mengenal pasti peralatan dan mesin yang sesuai untuk digunakan dalam projek.
3. Senaraikan langkah keselamatan yang perlu dipatuhi sepanjang menghasilkan projek.
4. Hasilkan projek pemotongan yang dikehendaki.
5. Selepas projek siap, setiap kumpulan perlu menggabungkan Plat A dan Plat B secara berpasangan bagi proses pemarkahan oleh guru.
6. Setiap kumpulan juga perlu menyiapkan laporan projek dan dibentangkan di dalam kelas bersama-sama projek yang dihasilkan.
7. Pada bahagian perbincangan, kaitkan lebih benda kerja yang dipotong dengan kepentingan penggunaan bahan sumber secara optimum.



Murid digalakkan menggunakan Peta Pemikiran (i-Think), contohnya sewaktu menyenaraikan langkah yang terlibat dalam projek ini.

5.3

Penyambungan

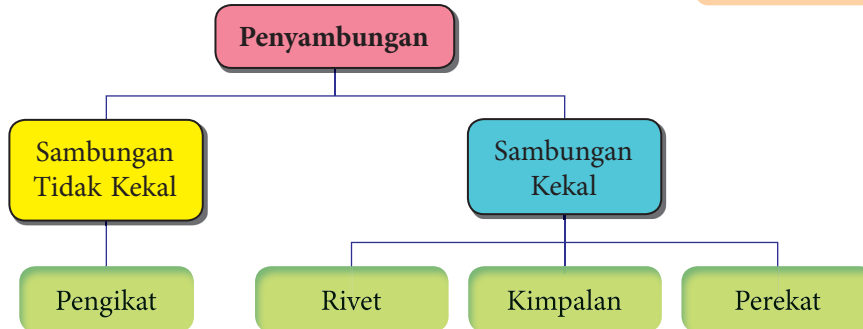
5.3.1 Jenis Penyambungan

Proses menghasilkan produk berasaskan kejuruteraan melibatkan pemilihan bahan, proses pemotongan, dan proses penyambungan. Rajah 5.3.1 menunjukkan jenis-jenis penyambungan yang dapat diaplikasikan dalam menyiapkan kerja sambungan logam.



Standard Pembelajaran

Menerangkan jenis penyambungan dalam bengkel kejuruteraan



Rajah 5.3.1 Jenis-jenis penyambungan

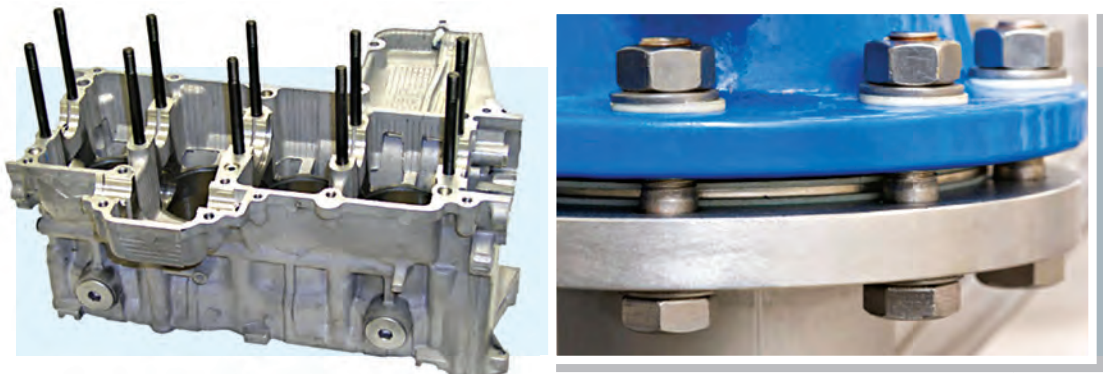
5.3.2 Jenis Sambungan Kekal dan Tidak Kekal

Jenis sambungan terbahagi kepada dua, iaitu sambungan tidak kekal dan sambungan kekal. Sambungan tidak kekal biasanya digunakan pada bahagian enjin kenderaan dan peralatan mesin yang digunakan di dalam bengkel kejuruteraan. Penyambungan jenis ini memudahkan proses menyelenggara, membaiki, dan menukar komponen yang rosak dan haus. Kebanyakan komponen pada enjin kenderaan dan barangan elektrik menggunakan kaedah sambungan tidak kekal.



Standard Pembelajaran

Menerangkan jenis penyambungan kekal dan penyambungan tidak kekal yang digunakan pada suatu produk



Gambar foto 5.3.1 Penggunaan kaedah sambungan tidak kekal

Sambungan kekal pula ialah jenis sambungan yang menghasilkan satu ikatan yang kekal dan tidak boleh berubah-ubah supaya hasil ikatan lebih kuat dan kukuh. Kerangka basikal dan kereta adalah contoh produk yang menggunakan kaedah sambungan kekal proses kimpalan. Proses merivet juga merupakan satu contoh sambungan kekal yang dapat dilihat pada pembinaan kapal, bas, dan jambatan.



Gambar foto 5.3.2 Penggunaan kaedah sambungan kekal

(a) Sambungan Tidak Kekal

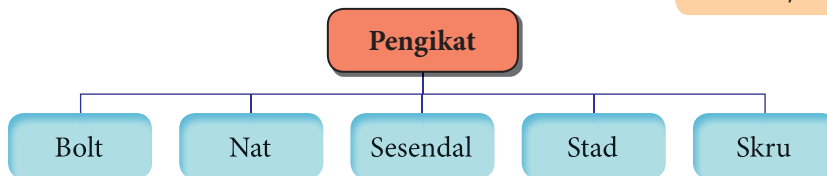
Pengikat

Pengikat digunakan secara mekanikal untuk menyambungkan dua atau lebih komponen sama ada daripada jenis bahan yang sama atau berlainan. Pengikat dikategorikan sebagai kaedah sambungan tidak kekal.

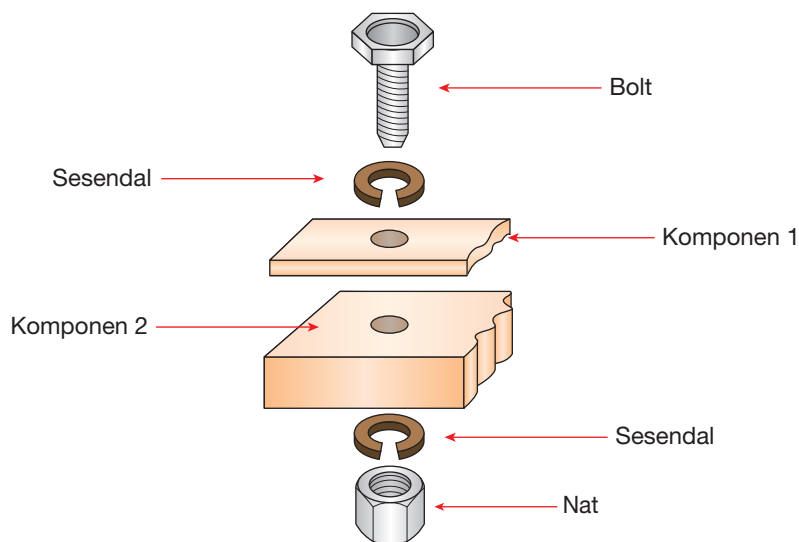


Standard Pembelajaran

Menerangkan jenis penyambungan di dalam bengkel kejuruteraan jenis pengikat: bolt, nat, sesendal, stad, dan skru



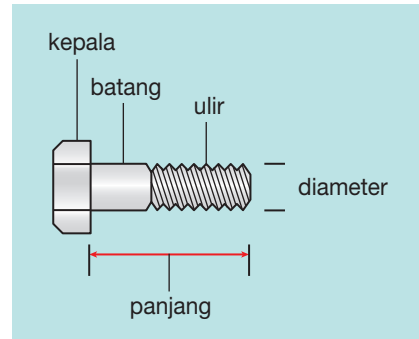
Rajah 5.3.2 Jenis-jenis pengikat yang biasa digunakan



Rajah 5.3.3 Penggunaan pengikat untuk menyambung komponen

Bolt

Bolt digunakan bersama dengan nat untuk menyambungkan dua atau lebih komponen melibatkan bahan berasaskan logam atau bukan logam. Terdapat pelbagai jenis bolt di pasaran yang ditentukan oleh jenis kepala bolt, panjang bolt, dan diameter bolt.



Rajah 5.3.4 Bahagian-bahagian pada bolt

Jenis-jenis bolt



Hexagon bolt

- Kepala berbentuk *hexagon*
- Contohnya, digunakan untuk penyambungan komponen pada mesin



Anchor bolt

- Untuk menyambungkan dua komponen yang berbeza bahan
- Mencengkam bahagian dalam lantai atau dinding bagi mengetatkan sambungan
- Contohnya, dipasang pada lantai dan dinding konkrit untuk disambungkan dengan motor elektrik pintu pagar automatik



Square bolt

- Kepala berbentuk empat segi
- Untuk penyambungan yang tepat dan ketat
- Contohnya, dipasang pada bahagian enjin kenderaan



Flange bolt

- Beban diagihkan secara sekata di sekeliling permukaan bolt
- Mampu menahan beban yang kuat
- Contohnya, dipasang pada perabot seperti rak simpanan peralatan logam bertingkat dan meja kerja di bengkel



Carriage bolt

- Kepala berbentuk separuh bulat
- Mencantumkan bahan kayu dan logam untuk menghasilkan permukaan yang kemas
- Contohnya, dipasang pada perabot seperti meja, kerusi, dan rak buku

Nat

Nat digunakan bersama dengan bolt dalam proses penyambungan bagi mengetatkan sambungan bahan kerja seperti kayu dan logam. Ulir dalam nat mestilah sepadan dengan ulir luar bolt. Pelbagai jenis bentuk dan saiz nat digunakan dalam proses penyambungan. Nat dibezakan mengikut jenis kepala dan diameter.

Nat heksagon

- Digunakan bersama dengan bolt atau stad untuk kerja-kerja penyambungan secara umum



Nat segiempat



- Digunakan bersama dengan bolt untuk mengikat komponen pada mesin dan kenderaan

Nat kota

- Digunakan bersama dengan cemat belah (pin pengunci) bagi mengelakkan ikatan menjadi longgar
- Cemat belah digunakan pada aci berlubang pada benang di bahagian hujung sebelah luar nat kota



Nat kepek/telinga



- Mempunyai bahagian yang berbentuk separuh kepek
- Kepek digunakan untuk mengetat atau melonggarkan ikatan dengan menggunakan tangan tanpa alatan

Nat topi/bertutup

- Bertujuan melindungi bebenang pada nat
- Melindungi hujung bucu yang tajam

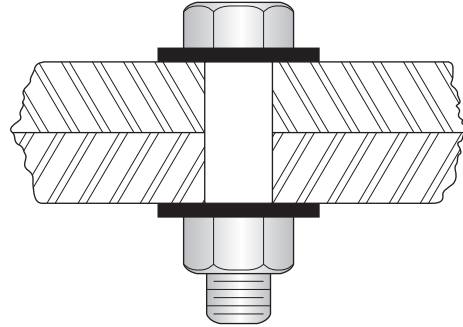


Sesendal

Sesendal digunakan bersama dengan bolt, nat, dan skru. Berfungsi untuk mengelakkan pengikat daripada menjadi longgar akibat getaran pada bahagian enjin atau komponen bergetar. Sesendal juga dapat melindungi permukaan daripada cepat haus dan rosak. Sesendal mampu mengagihkan beban atau daya yang digunakan kepada permukaan yang lebih luas.



Gambar foto 5.3.3 Penggunaan sesendal dengan bolt dan nat



Rajah 5.3.5 Kedudukan sesendal yang diikat bersama dengan nat dan bolt

Jenis-jenis sesendal



Sesendal Rata
– digunakan untuk mengagihkan beban pada permukaan komponen dan bolt



Sesendal Anjal
– digunakan pada enjin kenderaan dan mampu menahan getaran



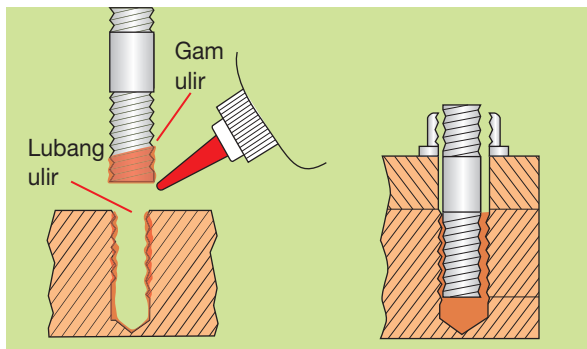
Sesendal Bintang
– mampu menahan tekanan pada bolt



Sesendal Lidah
– mempunyai ikatan sambungan yang kukuh dan berada dalam slot komponen

Stad

Stad merupakan bolt atau sebatang aci yang mempunyai ulir tetapi tidak mempunyai kepala. Stad juga digunakan bersama-sama nat dalam proses penyambungan untuk mengikat dua komponen. Saiz stad ditentukan oleh panjang dan diameter. Biasanya terdapat dua jenis ulir pada stad, iaitu ulir kasar yang disambungkan pada bahagian enjin dan ulir halus yang dipasangkan bersama-sama nat.



Rajah 5.3.6 Penggunaan stad dengan nat untuk mengikat komponen

Jenis-jenis stad



Stad ulir penuh

- Mempunyai ulir penuh sepanjang stad
- Digunakan secara umum untuk mengikat antara komponen

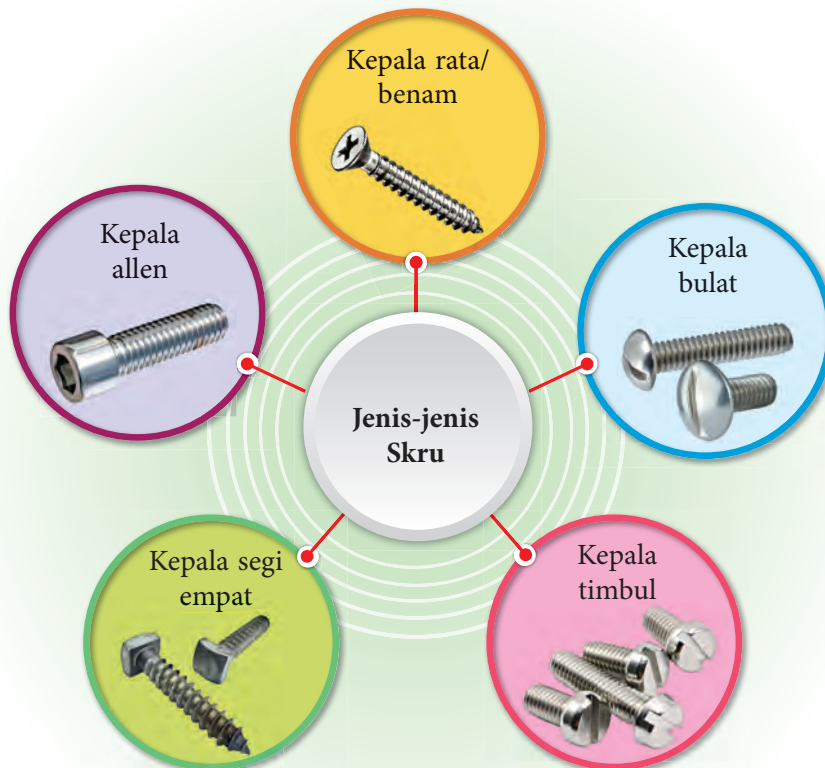
Stad ulir hujung

- Mempunyai ulir pada kedua-dua hujung stad
- Digunakan pada enjin kenderaan
- Mampu menahan suhu yang tinggi



Skru

Penggunaan skru merupakan kaedah sambungan yang banyak digunakan dalam kerja-kerja kejuruteraan. Terdapat pelbagai jenis skru yang digunakan mengikut fungsi dan tujuan tertentu. Skru ditentukan oleh bentuk kepala skru, diameter, dan panjang.

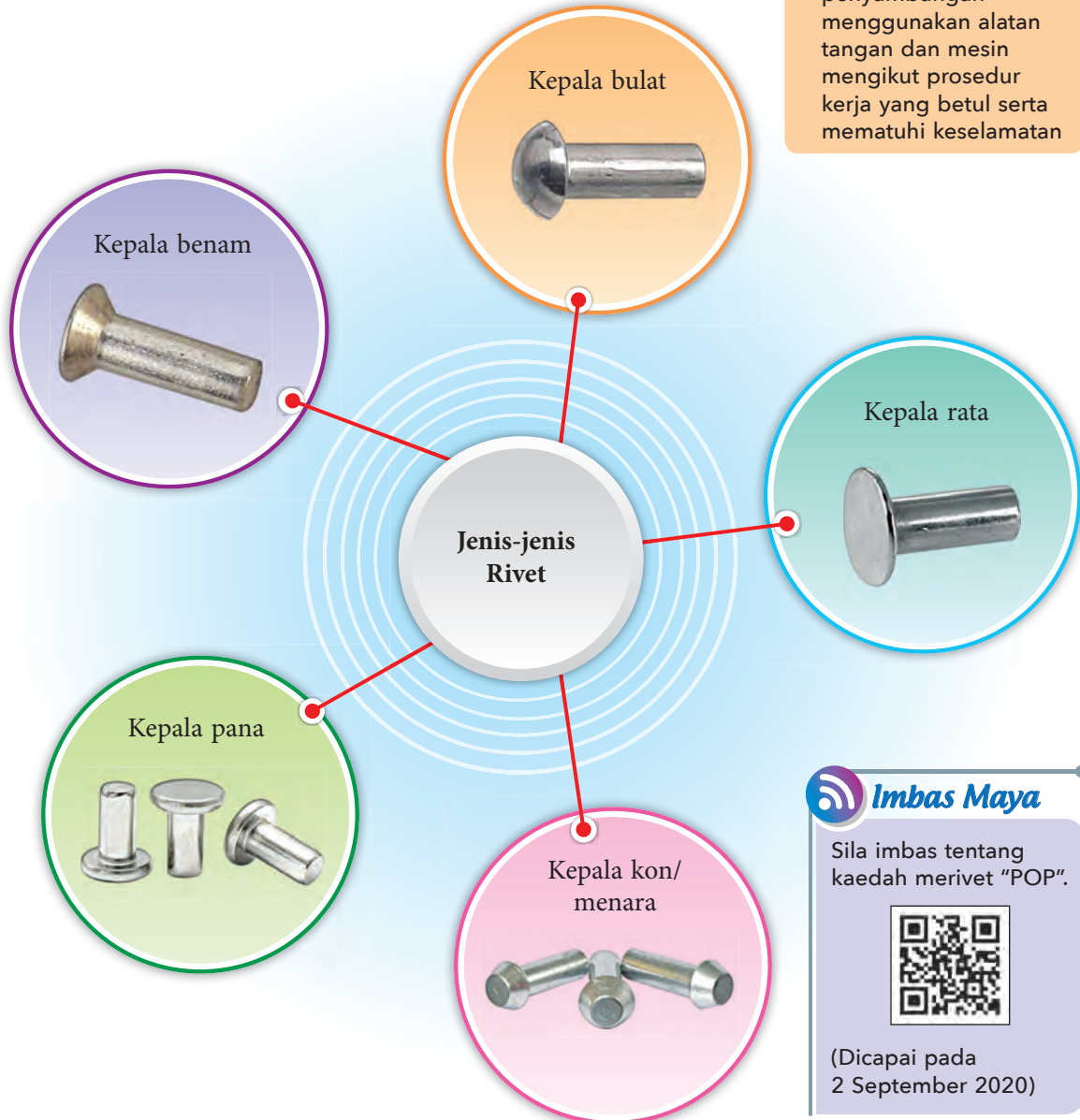


Rajah 5.3.7 Jenis-jenis skru

(b) Sambungan Kekal

Rivet

Rivet merupakan alat pengikat secara kekal dan banyak digunakan dalam pembinaan dandang dan pada badan kenderaan seperti bas dan kapal. Rivet digunakan dalam bidang kerja kejuruteraan kerana terdapat komponen yang tidak boleh dikimpal atau diikat menggunakan bolt dan nat. Terdapat pelbagai jenis rivet yang berbeza bentuk dan kepala. Saiz rivet ditentukan oleh panjang dan diameter.



Standard Pembelajaran

- Menerangkan jenis penyambungan dalam bengkel kejuruteraan kaedah rivet
- Menjelaskan langkah kerja penyambungan menggunakan rivet
- Mengaplikasikan prosedur penyambungan menggunakan alatan tangan dan mesin mengikut prosedur kerja yang betul serta mematuhi keselamatan



Imbas Maya

Sila imbas tentang kaedah merivet "POP".



(Dicapai pada 2 September 2020)

Rajah 5.3.8 Jenis-jenis rivet

Proses kerja merivet pop

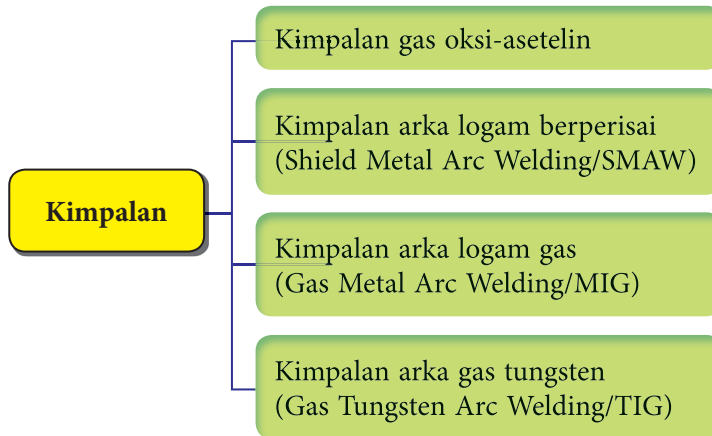
Rajah 5.3.9 di bawah ini menunjukkan proses kerja merivet pop kepingan logam.



Rajah 5.3.9 Proses kerja merivet pop

Kimpalan

Kimpalan merupakan proses untuk mencantumkan dua kepingan logam atau lebih dengan kaedah mencairkan dan meleburkan permukaan logam yang hendak disambung. Penyambungan yang menggunakan kaedah kimpalan akan menghasilkan sambungan yang kuat, kukuh, dan tahan lama. Terdapat pelbagai sektor yang mengaplikasikan kerja kimpalan seperti pembinaan, industri perkapalan, dan cari gali petroleum. Kimpalan terdapat dalam pelbagai jenis seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.3.10 di bawah ini.



Rajah 5.3.10 Jenis-jenis kimpalan

Kimpalan arka logam berperisai (*Shield Metal Arc Welding – SMAW*)

Merupakan kaedah kimpalan yang banyak digunakan secara meluas dalam proses penyambungan logam. Banyak digunakan dalam industri pembinaan, pembuatan kapal, paip saluran, dan sebagainya. Kaedah ini menggunakan arus elektrik sebagai sumber utama untuk menghasilkan haba yang tinggi bagi meleburkan logam penyambung dan digunakan bersama dengan elektrod sebagai bahan tambah untuk menyambung antara dua logam secara peleburan seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 5.3.4.



Gambar foto 5.3.4 Kimpalan arka



Standard Pembelajaran

Menerangkan jenis penyambungan di dalam bengkel kejuruteraan kaedah kimpalan

- Arka Logam Berperisai (*Shielded Metal Arc Welding-SMAW*)
- Arka Gas Tungsten (*Tungsten Inert Gas-TIG*)
- Arka Gas Logam (*Metal Inert Gas-MIG*)

Alatan kimpalan arka

Alatan kimpalan arka logam berperisai adalah seperti yang ditunjukkan di bawah ini.



Sila imbas tentang penggunaan kimpalan arka.

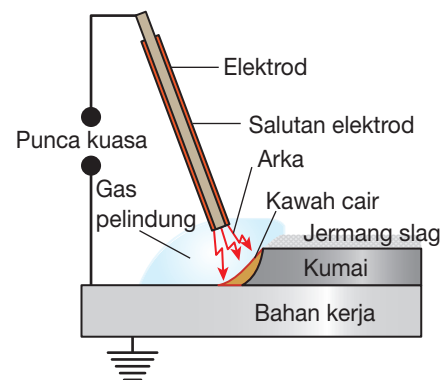


(Dicapai pada 2 September 2020)



Prinsip sambungan

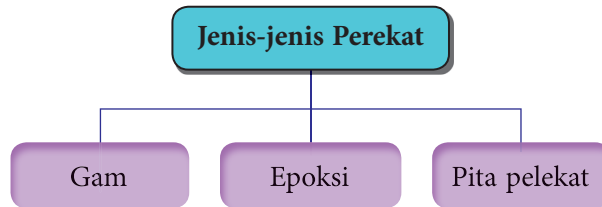
- Kimpalan arka terhasil daripada perbezaan voltan antara elektrod dengan logam asas (bahan logam yang dikimpal).
- Proses kimpalan ini akan menghasilkan haba yang tinggi untuk mencairkan logam asas dan elektrod bagi menghasilkan kolam leburan.
- Suhu yang digunakan adalah tinggi hingga mencapai 3900°C .
- Pemilihan elektrod mestilah betul bagi menghasilkan sambungan yang baik dan kuat.
- Bahan asas dalam elektrod perlu sama dengan bahan logam yang hendak dikimpal.
- Elektrod akan membentuk asap untuk melindungi kawah cair daripada udara luar yang boleh menyebabkan kecacatan kimpalan.
- Salutan elektrod juga akan membentuk jermang atau slag yang perlu dibuang selepas kerja mengimpal.



Rajah 5.3.11 Prinsip kimpalan arka

Perekat

Proses menyambung dua komponen atau lebih menggunakan permukaan sebagai medium untuk mengikat. Proses ini juga merupakan alternatif kepada penyambungan mekanikal. Digunakan pada pelbagai jenis bahan seperti logam, kulit, kayu, getah, dan kertas. Proses ini lebih mudah dan murah serta boleh menyambungkan antara bahan yang berlainan jenis. Namun begitu, terdapat beberapa kelemahan, iaitu mengambil masa yang lama untuk kering, suhu terhad, serta mengandungi bahan pelarut yang mudah terbakar dan beracun.



Rajah 5.3.12 Jenis-jenis perekat

Gam (Cyanoacrylates)

- ✓ Perekat yang tahan perubahan suhu
- ✓ Boleh mencantumkan logam, getah, dan plastik
- ✓ Cepat kering dan hasil cantuman kuat



Gambar foto 5.3.5
Pelekat jenis gam

Epoksi

- ✓ Pelekat sintetik gabungan cecair resin dan logam
- ✓ Menghasilkan cantuman yang kuat bagi logam, getah, dan plastik
- ✓ Rintangan terhadap persekitaran dan tindak balas kimia yang baik



Gambar foto 5.3.6
Pelekat jenis epoksi



Pita pelekat

- ✓ Jenis perekat yang digunakan secara meluas
- ✓ Mudah untuk digunakan
- ✓ Boleh mencantumkan logam dan plastik
- ✓ Banyak digunakan dalam pemasangan aksesori kenderaan



Gambar foto 5.3.7 Pita pelekat

5.3.3 Proses Kerja

Rajah 5.3.13 di bawah ini menunjukkan proses kerja kimpalan arka logam berperisai (SMAW).

(a) Kimpalan Arka Logam Berperisai (SMAW)



Standard Pembelajaran

Menjelaskan langkah kerja penyambungan menggunakan kimpalan

- Arka Logam Berperisai (Shielded Metal Arc Welding-SMAW)
- Arka Gas Tungsten (Tungsten Inert Gas-TIG)
- Arka Gas Logam (Metal Inert Gas-MIG)

Rajah 5.3.13 Proses kerja kimpalan arka logam berperisai (SMAW)

(b) Kimpalan Arka Logam Gas (Gas Metal Arc Welding - GMAW/MIG)

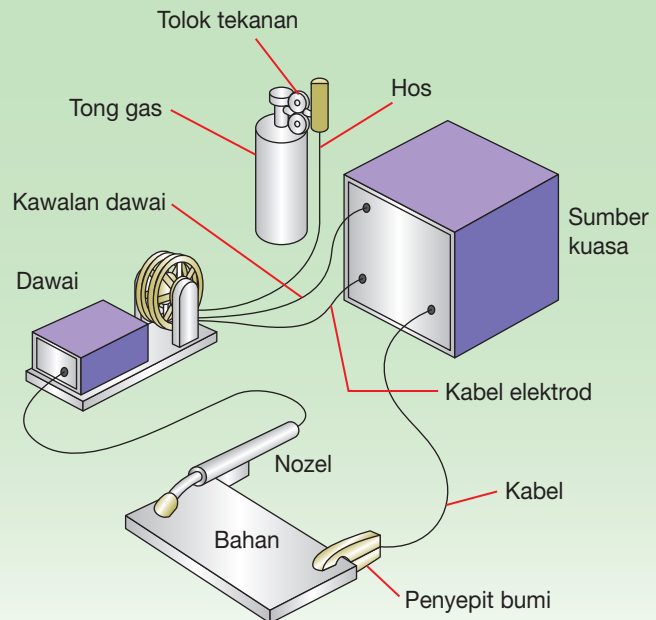
Kimpalan arka logam gas juga dikenali sebagai kimpalan arka logam gas lengai (*Metal Inert Gas Welding-MIG*). Kimpalan ini digunakan secara meluas kerana mudah dikendalikan dan boleh mengimpal ketebalan logam yang pelbagai jenis. Kimpalan GMAW/MIG digunakan dalam industri automatik, aeronautik, dan pembuatan. Elektrod kimpalan GMAW terdapat dalam bentuk gelungan berbeza dengan elektrod kimpalan arka yang berbentuk rod. Kimpalan ini menggunakan gas seperti helium, argon, dan karbon dioksida dan campuran gas lengai dalam menghasilkan haba yang tinggi untuk meleburkan logam.



Gambar foto 5.3.8 Kimpalan GMAW/MIG

Prinsip GMAW/MIG

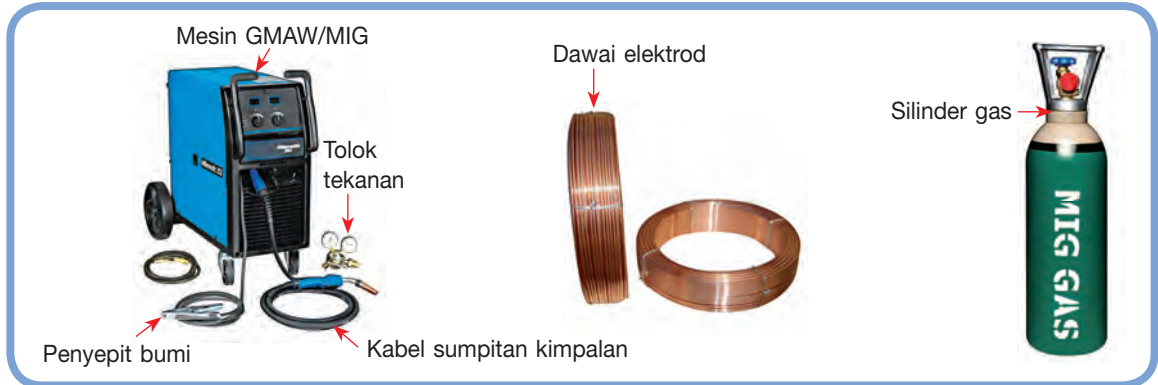
- Arka elektrik terbentuk apabila hujung dawai elektrod bersentuhan dengan logam asas.
- Arka menghasilkan haba untuk meleburkan logam asas dan elektrod.
- Elektrod dan logam asas yang dileburkan akan bercampur dan menghasilkan kumai.
- Dawai elektrod tanpa salutan dibekalkan secara berterusan melalui unit suapan dawai.
- Bekalan gas lengai melindungi arka dan kolam leburan daripada udara.



Rajah 5.3.14 Peralatan kimpalan GMAW

Peralatan GMAW/MIG

Gambar foto 5.3.9 di bawah ini ialah peralatan kimpalan arka logam gas (GMAW/MIG).



Gambar foto 5.3.9 Peralatan kimpalan GMAW

Proses kerja

Rajah 5.3.15 di bawah ini menunjukkan proses kerja kimpalan arka logam gas (GMAW/MIG).



Rajah 5.3.15 Proses kerja kimpalan arka logam gas (GMAW/MIG)

Imbas Maya

Sila imbas tentang kimpalan arka logam gas (GMAW/MIG).



(Dicapai pada 24 September 2020)

(c) Kimpalan Arka Gas Tungsten

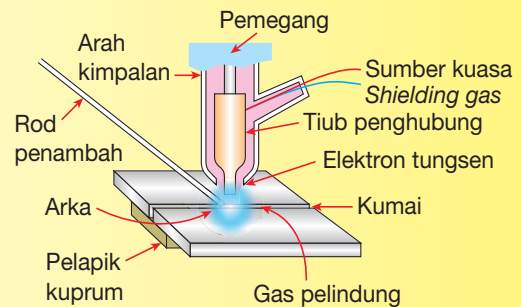
Kimpalan arka tungsten gas lengai atau *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) dikenali juga sebagai Tungsten *Inert Gas* (TIG). Kimpalan TIG digunakan secara meluas dalam industri kerana kimpalan TIG sesuai untuk mengimpal logam yang pelbagai jenis. Selain keluli karbon, kimpalan TIG juga digunakan untuk mengimpal aluminium, aluminium aloi, keluli kalis karat (*stainless steel*), dan pelbagai keluli aloi lain. Kimpalan TIG menggunakan elektrod tungsten sebagai punca haba manakala gas argon atau helium atau campuran gas argon dan helium digunakan sebagai gas pelindung.



Gambar foto 5.3.10 Kimpalan GTAW/TIG

Prinsip GTAW/TIG

- Arka elektrik terhasil apabila arus elektrik dialirkan kepada elektrod tungsten.
- Jarak antara hujung elektrod tungsten dengan permukaan bahan kerja akan menyebabkan aliran elektron.
- Arus terus atau arus ulang-alik berfrekuensi tinggi digunakan bertujuan untuk membolehkan arka terhasil secara berterusan dan stabil tanpa perlu elektrod menyentuh permukaan logam.
- Arka dinyalakan dengan menekan suis penghidup yang terletak pada pemegang sumpitan api.
- Rod pengisi perlu disuap ke dalam kawasan kawah leburan sebagai logam penambah.
- Semasa mengimpal gas lengai yang disalurkan dari silinder gas melalui sumpitan berfungsi sebagai perisai bagi melindungi kawah leburan daripada udara atmosfera terperangkap.



Rajah 5.3.16 Prinsip kimpalan GTAW

Peralatan GTAW/TIG

Gambar foto 5.3.11 di bawah ini menunjukkan peralatan yang digunakan dalam kimpalan GTAW/MIG.



Gambar foto 5.3.11 Peralatan kimpalan GTAW/TIG

Proses kerja GTAW/TIG

1. Pastikan semua peralatan yang hendak digunakan dalam keadaan baik dan selamat.
2. Letakkan bahan kerja di atas meja kerja dan disambung dengan kabel.
3. Laraskan pengatur tekanan pada silinder gas.
4. Tetapkan jenis arus terus (logam keluli) atau ulang-alik (logam aloi) dan voltan yang hendak digunakan (tetapan ini bergantung pada jenis mesin yang digunakan).
5. Lakukan proses kimpalan sehingga selesai.
6. Tutup injap gas dan pastikan tiada gas yang tertinggal di dalam nozel.
7. Tutup suis mesin.



Sila imbas tentang kimpalan arka logam gas tungsten (GTAW/TIG).



(Dicapai pada 24 September 2020)

Perbezaan kimpalan

Jadual 5.3.1 menunjukkan perbezaan jenis kimpalan, ialah kimpalan arka logam berperisai, kimpalan arka logam gas, dan kimpalan arka gas tungsten.

Jadual 5.3.1 Perbezaan jenis kimpalan

Perbezaan Kimpalan		
Kimpalan Arka	Kimpalan GMAW/MIG	Kimpalan GTAW/TIG
Bahan elektrod sama dengan logam	Bahan elektrod sama dengan logam	Bahan elektrod ialah tungsten
Tidak menggunakan gas	Gas argon dan karbon dioksida	Gas argon dan helium
Digunakan pada logam keluli	Digunakan pada logam aloi bukan ferus	Boleh digunakan oleh hampir semua jenis logam
Kos penyelenggaraan rendah	Kos penyelenggaraan tinggi	Kos penyelenggaraan tinggi

5.3.4 Langkah-langkah Keselamatan

Kerja Kimpalan

- Menggunakan sarung tangan kulit semasa kerja mengimpal.
- Memakai pelindung muka/PPE yang khusus untuk kerja kimpalan.
- Pastikan kabel elektrik kutub positif dan negatif berada dalam keadaan baik.
- Elakkan renjatan elektrik.
- Pastikan kawasan meja kerja berada dalam keadaan kemas dan tersusun.
- Sentiasa fokus semasa melakukan kerja mengimpal.
- Pastikan semua suis ditutup selepas selesai membuat kimpalan.
- Bersihkan semua kawasan kerja dan susun peralatan, kabel, dan elektrod dengan teratur.



Mengaplikasikan prosedur penyambungan menggunakan alatan tangan dan mesin mengikut prosedur kerja yang betul serta mematuhi langkah keselamatan



Gambar foto 5.3.12 Pakaian dan peralatan perlindungan yang khusus semasa melakukan kerja kimpalan

Merivet

- Gunakan alat perlindungan diri seperti sarung tangan, kasut keselamatan, pelindung mata, dan baju bengkel.
- Pastikan permukaan plat yang hendak dirivet tiada bucu tajam.
- Pastikan dua komponen yang hendak dibuat lubang diikat dengan ragum.
- Gunakan gerudi dengan berhati-hati semasa membuat lubang.
- Semasa merivet, pastikan komponen yang hendak disambungkan tidak bergerak.
- Buang bahagian pin rivet yang terdapat di dalam alat perivet.
- Bersihkan dan kemaskan tempat kerja setelah selesai.



Gambar foto 5.3.13 Gunakan sarung tangan semasa merivet



PENGUKUHAN MINDA

Jawab semua soalan.

1. Senaraikan contoh komponen atau produk kejuruteraan yang dihasilkan melalui kaedah penyambungan kekal dan tidak kekal.
 - (a) Bolt dan nat
 - (b) Skru
 - (c) Rivet
 - (d) Kimpalan
2. Terangkan langkah kerja penyambungan rivet 'Pop' dilakukan.
3. Nyatakan perbezaan antara kaedah penyambungan kimpalan arka, kimpalan arka logam gas, dan kimpalan arka gas tungsten.

Aktiviti Projek Kejuruteraan

Gambar foto di sebelah ialah contoh gerai penjaja mudah alih. Dengan menggunakan barangan kitar semula, murid akan membangunkan satu model gerai penjaja mudah alih dan menerangkan kaedah penyambungan yang digunakan untuk menghasilkan produk berkenaan.

Cadangan Aktiviti:

1. Murid duduk dalam kumpulan dan berbincang tentang kaedah penyambungan yang digunakan untuk produk yang diberi.
2. Murid perlu menyenaraikan langkah demi langkah yang perlu dilakukan untuk kaedah penyambungan tersebut.
3. Murid menghasilkan satu contoh model produk yang diberi.
4. Bentangkan projek tersebut di dalam kelas bersama dengan guru.



Modul 5.3:



http://buku-teks.com/kmtg5_pm5_3
(Dicapai pada 22 September 2020)



5.4

PEMBENTUKAN

5.4.1 Pembentukan Bahan

Pembentukan bahan merupakan satu proses membentuk bahan menjadi produk akhir yang berfungsi bagi kegunaan tertentu. Perkara ini penting untuk mengenal pasti proses pembentukan bahan yang bersesuaian dengan produk akhir agar ekonomik dan dapat dihasilkan dalam masa yang ditetapkan serta berkualiti.

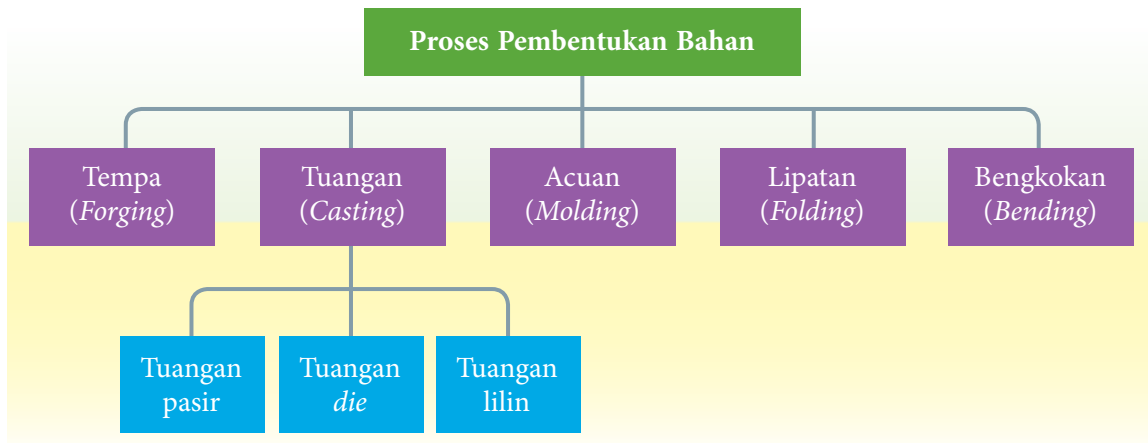
Terdapat lima jenis pembentukan bahan bagi menghasilkan produk akhir. Rajah 5.4.1 menunjukkan carta bagi proses yang terdapat dalam pembentukan bahan.



Standard Pembelajaran

Menerangkan jenis pembentukan bahan menggunakan kaedah berikut:

- i. Tempa (*Forging*)
- ii. Tuangan (*Casting*)
 - (a) Tuangan Pasir
 - (b) Tuangan *Die*
 - (c) Tuangan Lilin
- iii. Acuan (*Moulding*)
- iv. Lipatan (*Folding*)
- v. Bengkokan (*Bending*)



Rajah 5.4.1 Proses pembentukan bahan

(a) Tempa

Tempa ialah proses pembentukan bahan logam dengan mengenakan daya tekanan dan mampatan untuk menghasilkan produk akhir. Sewaktu proses tempa dijalankan, benda kerja dihentak dengan penukul atau ditekan dengan *die* atau mesin tempa secara tahap demi tahap sehingga terhasil bentuk yang diinginkan.

Penempaan dikelaskan mengikut kelajuan pembentukan bahan kerja sama ada dilakukan secara cepat menggunakan *forging hammer* dan *drop hammer* atau secara lambat menggunakan penekan tempaan *forging press*.



Gambar foto 5.4.1 Produk yang dihasilkan daripada proses tempa



Gambar foto 5.4.2 Forging hammer dan forging press

Kerja tempa ini boleh dilakukan dalam dua keadaan, iaitu pada suhu tinggi yang dikenali sebagai kerja panas dan pada suhu bilik atau kerja sejuk. Jadual 5.4.1 menunjukkan dua jenis kerja tempa bagi pembentukan bahan logam.

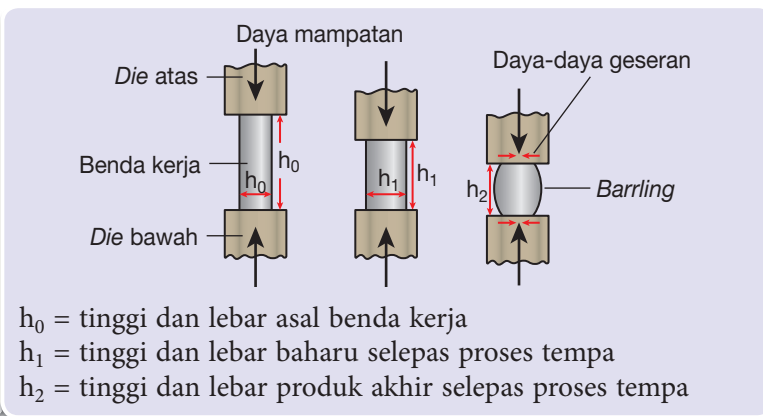
Jadual 5.4.1 Kerja tempa panas dan sejuk

Kerja Tempa	Suhu	Kemuluran	Kekuatan	Kelasakan	Kebolehbentukan
Kerja panas	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi
Kerja sejuk	Bilik	Rendah	Sederhana	Rendah	Rendah

Proses tempa

Terdapat dua kaedah bagi menjalankan proses tempa, iaitu menggunakan *die* terbuka dan *die* tertutup. Rajah 5.4.2 dan Rajah 5.4.3 menunjukkan perbezaan antara penempaan *die* terbuka dengan penempaan *die* tertutup.

Penempaan *die* terbuka ialah bahan kerja diletakkan di antara dua *die* rata dan ketinggian dikurangkan melalui proses mampatan. Proses tempa ini digunakan untuk produk yang berukuran besar dengan pengeluaran yang rendah.



Rajah 5.4.2 Penempaan die terbuka

Imbas Maya

Sila imbas tentang proses tempa.

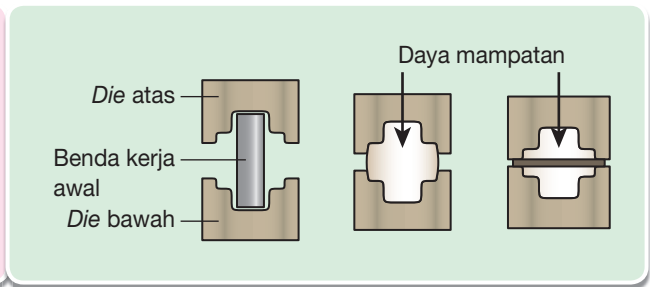


(Dicapai pada 3 September 2020)

Info Ekstra

Proses tempa menghasilkan komponen lebih kuat berbanding dengan komponen yang dihasilkan daripada proses kerja logam lain.

Penempatan *die* tertutup menggunakan sepasang *die* yang mempunyai bentuk benda kerja yang diinginkan. Semasa proses tempa berlaku, benda kerja akan dimampatkan mengikut bentuk rongga *die*. Proses ini diaplikasikan untuk benda kerja bersaiz kecil.



Rajah 5.4.3 Penempatan die tertutup

(b) Tuangan

Tuangan merupakan satu proses pembentukan apabila logam dipanaskan sehingga lebur dan kemudian dituangkan ke dalam acuan. Logam kemudiannya dibiarkan memejal melalui penyejukan dan kemudian dikeluarkan untuk dibersihkan atau perlu dimesin semula untuk membentuk produk akhir. Terdapat pelbagai jenis logam yang boleh dileburkan untuk menghasilkan produk tuangan seperti Gambar foto 5.4.3 dan 5.4.4 manakala Jadual 5.4.2 menunjukkan produk tuangan yang dihasilkan mengikut jenis logam.

Jadual 5.4.2 Jenis logam dan hasil produk tuangan

Logam	Produk Tuangan
Tembaga	Pahar, kaki lilin, dan tepak sirih
Aloi timah (piuter)	Pingat, barang perhiasan, dan cenderamata
Aloi aluminium	Rim roda aloi, model kereta mainan, dan peralatan mesin



Gambar foto 5.4.3 Blok enjin



Gambar foto 5.4.4 Replika Ferrari F40

Proses tuangan boleh dikategorikan mengikut cara pengisian logam lebur ke dalam acuan dan jenis bahan acuan yang digunakan.

Dalam bab ini, hanya tiga jenis proses tuangan yang akan diterangkan, iaitu proses tuangan pasir, tuangan *die*, dan tuangan lilin.

Tuangan pasir

Tuangan pasir merupakan satu teknik menghasilkan produk apabila logam dicairkan di dalam tungku peleburan dan kemudian dituang ke dalam rongga acuan. Kelebihan tuangan pasir ini ialah kos acuan yang murah serta sesuai bagi menghasilkan produk tuangan pelbagai bentuk dan saiz bagi hampir semua logam seperti aluminium, tembaga, dan besi tuang.

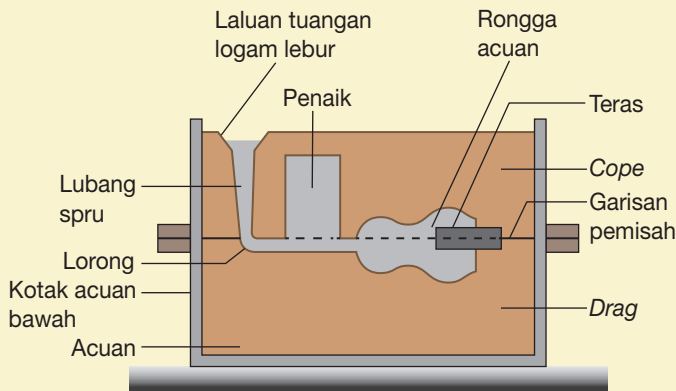
Antara contoh produk yang dihasilkan melalui tuangan pasir termasuklah blok enjin kereta, kepala silinder, ragam meja, dan gear. Gambar foto 5.4.5 dan 5.4.6 menunjukkan dua contoh produk tuangan pasir.



Gambar foto 5.4.5 Selongsong pam



Gambar foto 5.4.6 Acuan kuih cara



Petunjuk

- Pasir pengacuan
- Logam lebur

1 Pasir-pasir pengacuan terdiri daripada campuran pasir silika dengan kadar satu tanah liat yang berfungsi sebagai pelekat. Pasir-pasir acuan ini diletakkan mengelilingi satu bentuk corak produk yang diperbuat daripada kayu.

2 Bahagian atas acuan dinamakan *cope* dan bahagian bawah pula dikenali sebagai *drag*.

3 Logam dicairkan di dalam tungku peleburan, kemudian dituang ke dalam rongga acuan.

4 Sistem suapan terdiri daripada saluran suapan (*runner*), pintu (*gate*), dan penaik (*riser*) untuk memudahkan kerja-kerja menuang cecair logam serta memastikan pengisian adalah sempurna.

Rajah 5.4.4 Bahagian utama acuan pasir

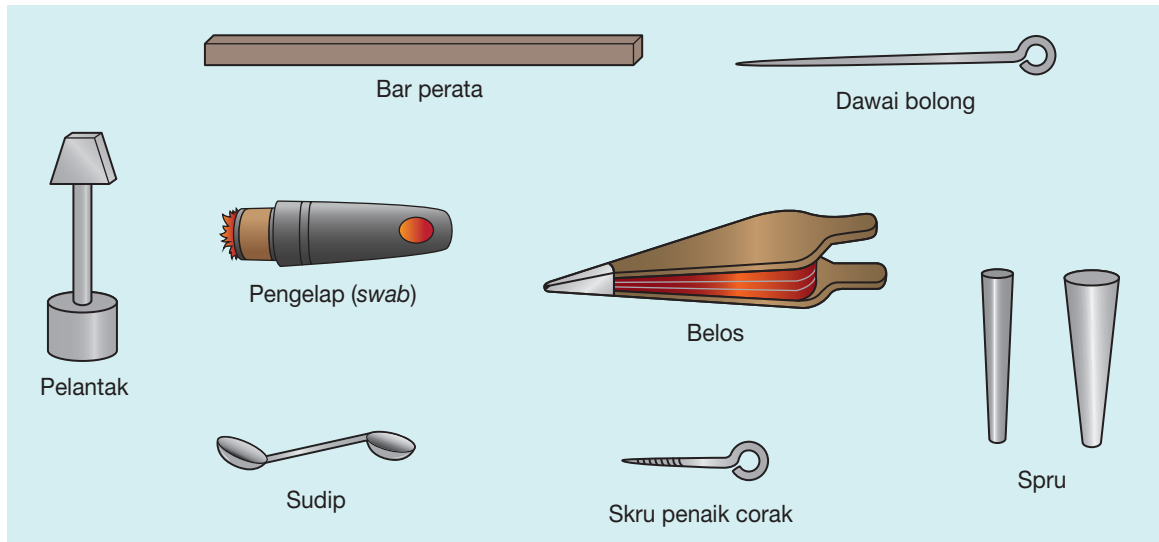
Rajah 5.4.4 menunjukkan bahagian utama acuan pasir yang terdiri daripada dua bahagian, iaitu *cope* dan *drag*.

i Info Ekstra

Pasir acuan terdiri daripada:
 Silika - 85%
 Tanah liat - 8%
 Air - 7%

Peralatan tuangan pasir

Rajah 5.4.5 menunjukkan jenis-jenis peralatan yang digunakan dalam proses tuangan pasir.



Rajah 5.4.5 Peralatan yang digunakan dalam proses tuangan pasir

Jadual 5.4.3 di bawah ini menunjukkan peralatan tangan pasir dan kegunaannya.

Jadual 5.4.3 Kegunaan peralatan tuangan pasir

Peralatan	Kegunaan
Pelantak	Memadatkan pasir ketika membuat acuan
Serbuk pemisah	Mengelakkan corak terlekat pada permukaan pasir
Bar perata	Meratakan pasir di dalam kotak acuan
Dawai bolong	Menghasilkan liang pengudaraan untuk mengeluarkan haba dan gas yang terdapat di dalam acuan
Spru	Membuat saluran masuk dan keluar logam lebur
Sudip	Digunakan sewaktu kerja penyudahan acuan seperti memperbaiki acuan yang rosak serta membuat alur aliran logam.
Pengelap (swab)	Mengelap pasir halus
Skru penaik corak	Menarik keluar corak dari dalam pasir
Belos	Menghasilkan angin bagi mengeluarkan butir pasir yang tidak diperlukan

Tuangan die

KAEDAH

- Merupakan satu proses menghasilkan produk dengan cara menyuntik logam lebur pada tekanan tinggi.
- Logam lebur disuntik ke dalam acuan keluli yang dikenali sebagai *die*.
- Tekanan tinggi yang dihasilkan di dalam tuangan ini menghasilkan produk yang berbentuk rumit, kukuh, dan mempunyai kemasan permukaan yang licin.



JENIS LOGAM DAN PRODUK

- Tuangan jenis ini sesuai digunakan untuk logam yang mempunyai suhu lebur yang rendah seperti:
 - aloi aluminium
 - aloi magnesium
 - aloi zink
 - aloi keluli
 - tembaga



Gambar foto 5.4.7
Produk: tuangan die
Produk: Reel memancing
Bahan: Aloi aluminium



Gambar foto 5.4.8
Produk: tuangan die
Produk: Mangga (padlock)
Bahan: Tembaga

- Digunakan bagi menghasilkan produk seperti komponen automotif, peralatan rumah, dan barangan perhiasan.
- Menjadi pilihan pengeluar bagi menghasilkan komponen kecil secara besar-besaran kerana *die* merupakan acuan kekal yang boleh digunakan berulang kali.

Tuangan lilin



Gambar foto 5.4.9 Komponen injap yang dihasilkan menggunakan kaedah lilin

Sumber: <https://investment-casting.ready-online.com/en/category/Valve-Investment-Casting/01valve.html>



Gambar foto 5.4.10 Komponen pemasangan paip yang dihasilkan menggunakan kaedah tuangan lilin

Sumber: <https://Investment-casting.ready-online.com/en/category/pipe-Fitting-Investment-Casting/08pipefitting.html>

- ▶ Tuangan lilin juga dikenali sebagai tuangan lilin hilang (*lost wax/investment*).
- ▶ Merupakan satu kaedah menghasilkan bentuk produk yang sukar dan rumit.
- ▶ Produk tuangan lilin dihasilkan daripada bahan peleburan seperti aloi dan logam termasuk aluminium, keluli tahan karat, keluli karbon, tembaga, dan gangsa.
- ▶ Menggunakan corak acuan yang diperbuat daripada bahan lilin seperti *acrawax* dan *paraffin* untuk menghasilkan rongga acuan.
- ▶ Corak acuan juga disalut dengan bahan penyalut tahan panas seperti seramik untuk menghasilkan permukaan yang licin pada bahagian dalam dinding acuan.
- ▶ Produk yang dihasilkan memiliki ketepatan dimensi yang lebih tinggi berbanding dengan kaedah tuangan yang lain.
- ▶ Kemasan permukaan produk lebih baik.
- ▶ Kos pembuatan yang murah.

i Info Ekstra

Dalam industri pembuatan produk, terdapat tujuh jenis proses tuangan yang biasa, iaitu:

- (a) Tuangan pasir
- (b) Tuangan *die* (acuan tekanan)
- (c) Tuangan lilin
- (d) Tuangan graviti acuan kekal
- (e) Tuangan acuan kelompong
- (f) Tuangan empar/berpusing
- (g) Tuangan kapur



Sudut Maya

Bacaan lanjut tentang tuangan lilin di:

<https://investment-casting.ready-online.com/en/page/Lin-Chiao-Investment-Casting-Video-and-Picture/investment-casting-video-picture.html#>



Imbas Maya

Sila imbas proses tuangan lilin.



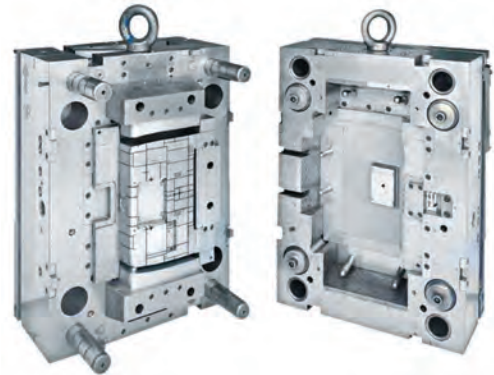
(Dicapai pada 5 Ogos 2020)

(c) Acuan

Proses pengacuanan ialah proses membentuk bahan mentah cair dengan menggunakan blok berongga yang dikenali sebagai acuan (*mold*) seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 5.4.11 di sebelah.

Rongga yang terdapat pada acuan ini lazimnya menyerupai bentuk sebenar produk yang ingin dihasilkan. Antara bahan mentah yang sering digunakan bagi proses pengacuanan ini termasuklah plastik, kaca, logam, dan bahan mentah seramik.

Terdapat beberapa jenis proses pengacuanan yang boleh dilakukan. Jadual 5.4.4 menunjukkan jenis proses pengacuanan dan produk yang dihasilkan melalui proses tersebut. Manakala Gambar foto 5.4.12 dan 5.4.13 menunjukkan produk yang dihasilkan melalui proses pengacuanan.



Gambar foto 5.4.11 Contoh acuan yang digunakan dalam mesin pengacuanan suntikan plastik

Jadual 5.4.4 Jenis acuan dan produk yang dihasilkan

Jenis Acuan	Produk yang Dihasilkan
Penyemperitan	Paip, tiub, kerangka tingkap, dan rod
Penyuntikan	Pengeluaran plastik haba seperti polietilena dan polistirena
Peniupan	Pembungkus kosmetik, botol, dan bekas sabun cecair
Pindah/Mampatan	Soket, palam, kotak suis, dan <i>housing</i> untuk komponen elektronik



Gambar foto 5.4.12 Produk suntikan plastik



Gambar foto 5.4.13 Produk suntikan logam

(d) Lipatan

Lipatan logam merupakan salah satu teknik kerja logam yang menggabungkan beberapa teknik pembentukan untuk membentuk satu produk. Lembaran logam disepuh lindap dan dilipat, kemudian ditempa berulang kali dan dibentangkan dan dilipat semula. Umumnya, teknik ini digunakan untuk menghasilkan produk berbentuk tiga dimensi.

Kerja lipatan yang mudah boleh dilakukan di rumah atau di bengkel tanpa menggunakan mesin lipatan. Antara kerja lipatan yang mudah dilakukan adalah dengan melipat lembaran logam untuk menghasilkan produk bagi kegunaan sendiri seperti kotak simpanan atau barang perhiasan seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 5.4.14. Alatan asas yang digunakan bagi kerja lipatan ialah tukul, *bench block*, dan *anvil*.

Penggunaan mesin lipatan lebih berkesan dan ekonomi jika kerja lipatan yang dilakukan berulang kali untuk menghasilkan produk dalam kuantiti yang banyak.



Gambar foto 5.4.14
Mesin lipatan industri



Gambar foto 5.4.15 Gelang tembaga

(Sumber: Beaudcation.com)



Gambar foto 5.4.16 Kotak simpanan

(Sumber: Aussie Disposals)

(e) Bengkokan

Kaedah pembengkokan merupakan antara pelbagai kaedah kerja tekan dalam menghasilkan sesuatu produk. Kaedah ini merupakan satu proses membentuk kepingan logam dengan cara membengkokkan bahan mengikut bentuk *die*. Antara bentuk *die* yang sering digunakan termasuklah L, U, V, W, dan Z. Gambar foto 5.4.17 menunjukkan contoh produk yang dihasilkan melalui proses pembengkokan manakala Rajah 5.4.6 pula menunjukkan enam jenis operasi pembengkokan.

- Terdapat dua alat yang penting dalam proses pembengkokan, iaitu penekan (*punch*) dan *die*.
- Ukuran saiz penekan dikecilkan sebanyak dua kali ketebalan logam yang digunakan.
- Saiz *die* dibuat mengikut saiz produk tetapi dibesarkan ukurannya sebanyak dua kali ketebalan kepingan logam yang digunakan.
- Beri perhatian pada ukuran ini bagi mendapatkan saiz produk yang betul apabila melakukan proses pembengkokan.

Imbas Maya

Sila imbas tentang proses lipatan.



(Dicapai pada 5 Ogos 2020)

Info Ekstra

Kerja tekan merupakan salah satu kerja logam yang digunakan untuk membentuk lembaran logam menjadi bentuk tertentu. Kerja tekan ini juga digunakan bersama-sama kerja logam yang lain seperti bengkokan.



Gambar foto 5.4.17 Contoh produk yang dihasilkan melalui proses pembengkokan

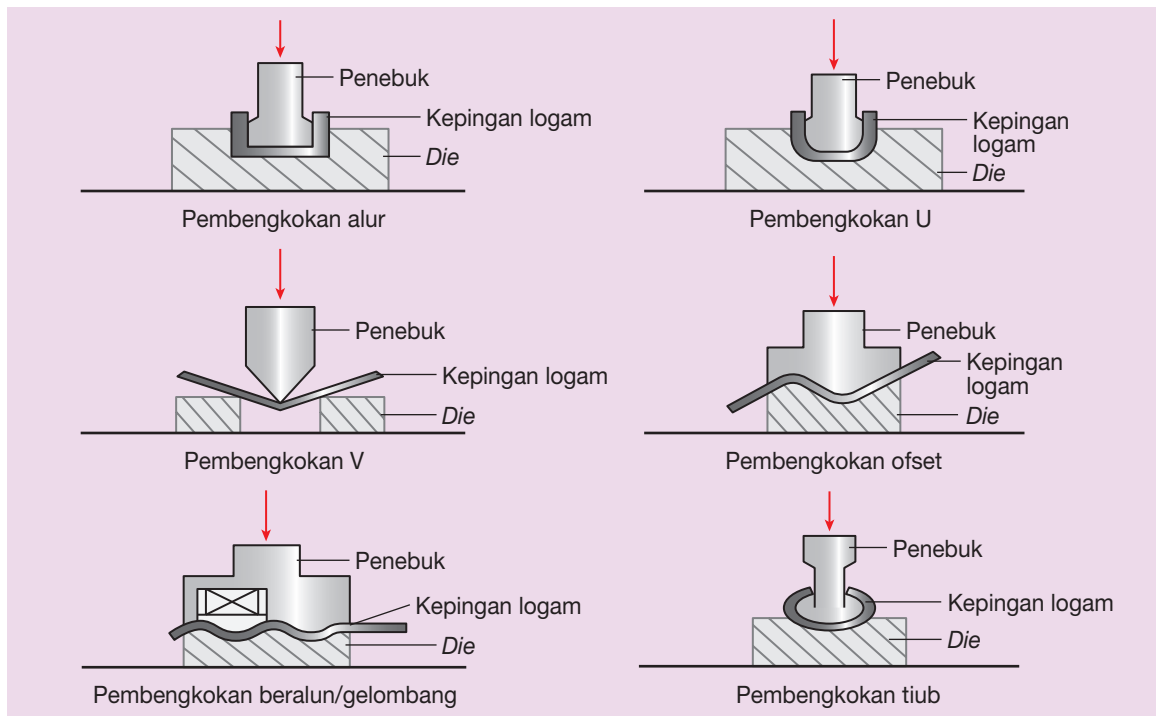
Sila imbas tentang proses pembengkokan.



(Dicapai pada 5 Ogos 2020)

Proses Pembengkokan

Rajah 5.4.6 di bawah ini menunjukkan jenis-jenis operasi pembengkokan.



Rajah 5.4.6 Enam jenis operasi pembengkokan

CABAR MINDA

1. Namakan lima kaedah dalam pembuatan produk.
2. Senaraikan produk yang dihasilkan dengan menggunakan tuangan die.
3. Nyatakan kelebihan dan kekurangan antara kerja sejuk dengan kerja panas.

5.4.2 Langkah Pembentukan Bahan



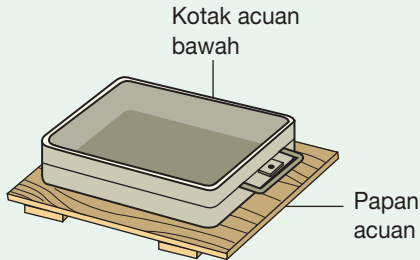
Menjelaskan langkah pembentukan bahan menggunakan proses tuangan dan acuan.

(a) Proses Tuangan Pasir

Rajah 5.4.7 di bawah ini menunjukkan langkah kerja bagi proses menghasilkan produk dengan kaedah tuangan pasir.

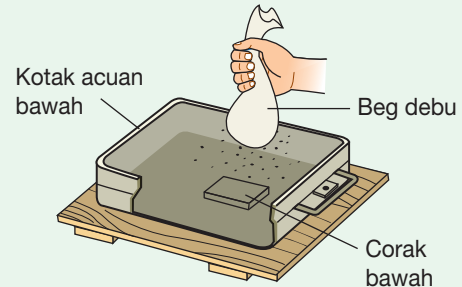
Langkah 1

Kotak acuan bawah diletakkan di atas papan yang rata.



Langkah 2

Corak bawah diletakkan ke dalam kotak acuan bawah. Serbuk pemisah ditabur ke atas corak acuan.



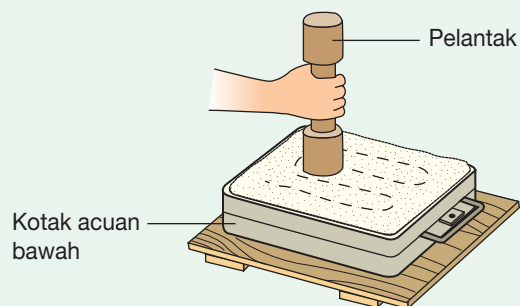
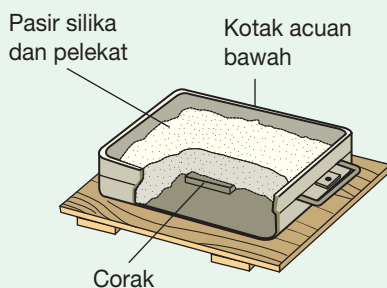
Langkah 3

Campuran pasir halus diletakkan di sekeliling corak bawah sehingga menutupi setebal 3 cm. Campuran pasir kemudian ditekan dengan hujung jari di sekeliling corak supaya padat. Pastikan corak bawah tidak bergerak semasa campuran pasir dipadatkan.



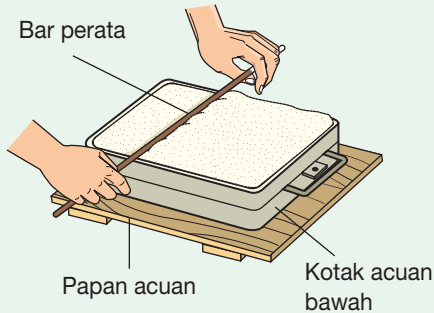
Langkah 4

Campuran pasir dimasukkan ke dalam kotak acuan bawah sehingga memenuhi $\frac{3}{4}$ kotak. Pelantak digunakan untuk memampatkan pasir. Campuran pasir ditambah lagi sehingga melimpahi kotak acuan bawah serta dipadatkan dengan hentakan yang lebih kuat. Proses ini diulang sehingga campuran pasir yang dipadatkan melebihi paras kotak acuan bawah.



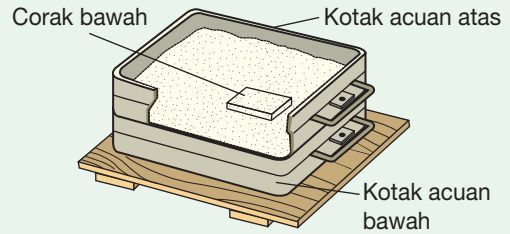
Langkah 5

Bar perata digunakan untuk meratakan permukaan pasir yang telah dimampatkan.



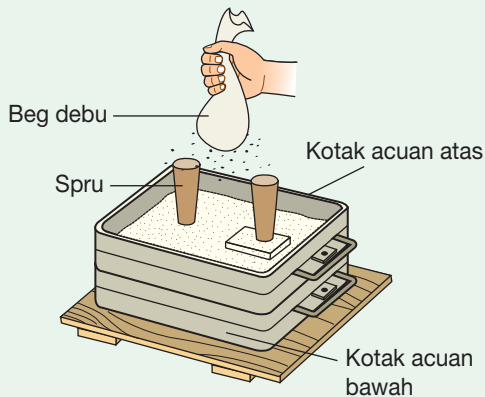
Langkah 6

Kotak acuan bawah diterbalikkan supaya corak berada pada bahagian atas. Kotak acuan atas kemudian diletakkan pada kedudukan sejajar di atas kotak acuan bawah. Kedua-dua kotak acuan dikunci supaya tidak bergerak.



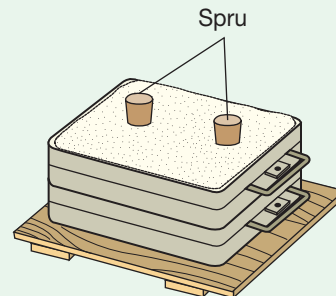
Langkah 7

Spru diletakkan pada kedudukan yang sesuai. Serbuk pemisah ditaburkan.



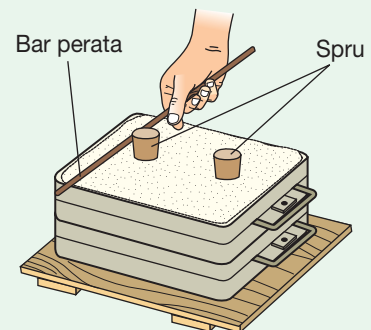
Langkah 8

Pasir halus diletakkan di sekeliling corak atas sehingga menutupi corak lebih kurang 3 cm. Ulang Langkah 4.



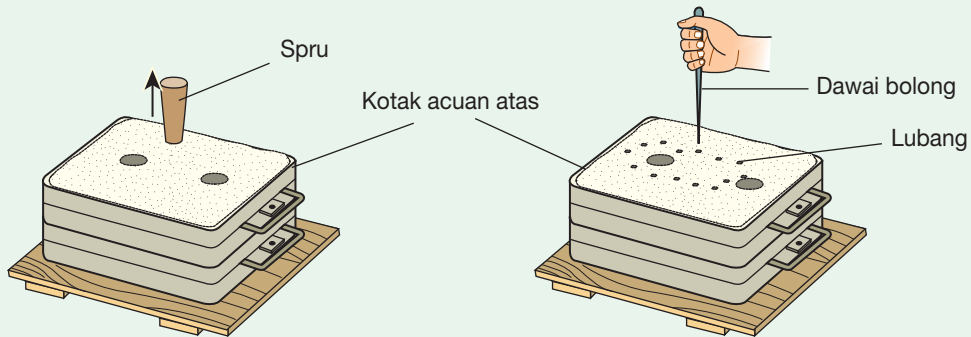
Langkah 9

Bar perata digunakan untuk meratakan permukaan kotak acuan atas manakala sudip digunakan untuk meratakan permukaan pasir di sekeliling spru.



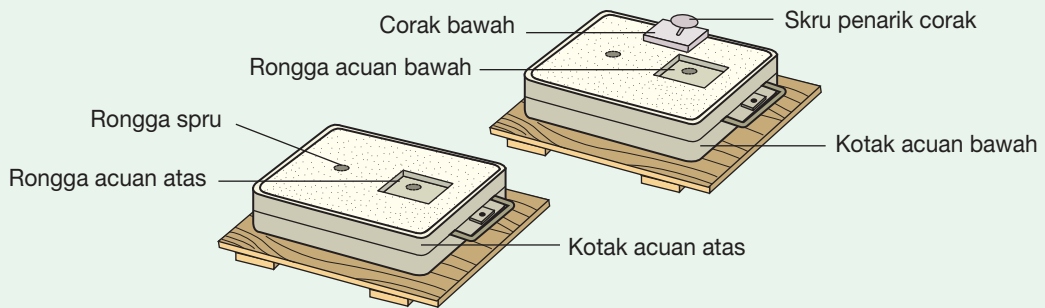
Langkah 10

Spru dipusing sehingga longgar dan kemudian dikeluarkan. Dawai bolong digunakan untuk membuat liang-liang pengudaraan pada kotak acuan atas.



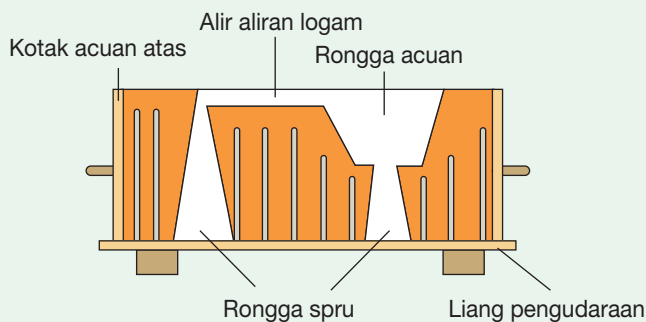
Langkah 11

Kotak acuan atas dipisahkan dan diterbalikkan. Corak diketuk perlahan-lahan untuk dikeluarkan. Skru penarik corak digunakan untuk mengeluarkan corak atas dan corak bawah. Rongga acuan kekal akan terhasil.



Langkah 12

Alur aliran logam dibuat dengan menggunakan sudu tuangan. Alur aliran logam ini mestilah menyambungkan rongga spru dan rongga acuan untuk memudahkan pengaliran logam lebur ke dalam rongga acuan.



Sila imbas tentang proses tuangan pasir.



(Dicapai pada 28 Ogos 2020)

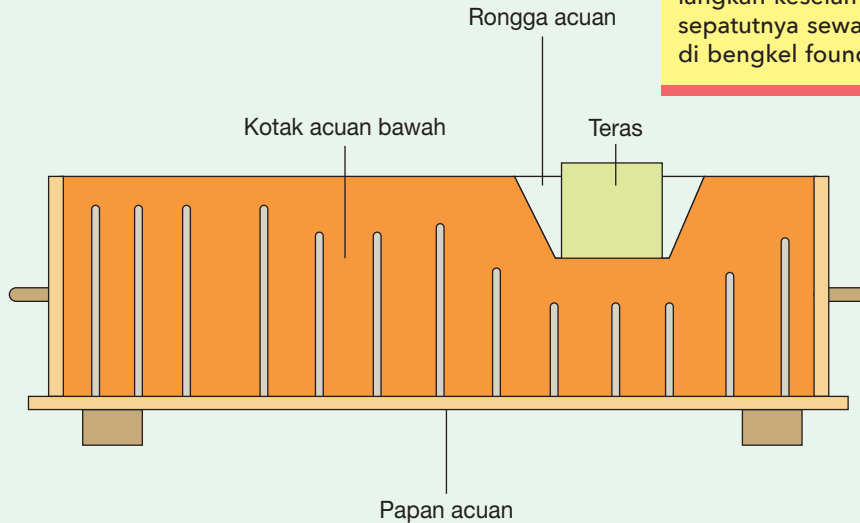
Langkah 13

Teras diletakkan pada kedudukan rongga acuan bawah dan kotak acuan atas diterbalikkan semula ke atas kotak acuan bawah.



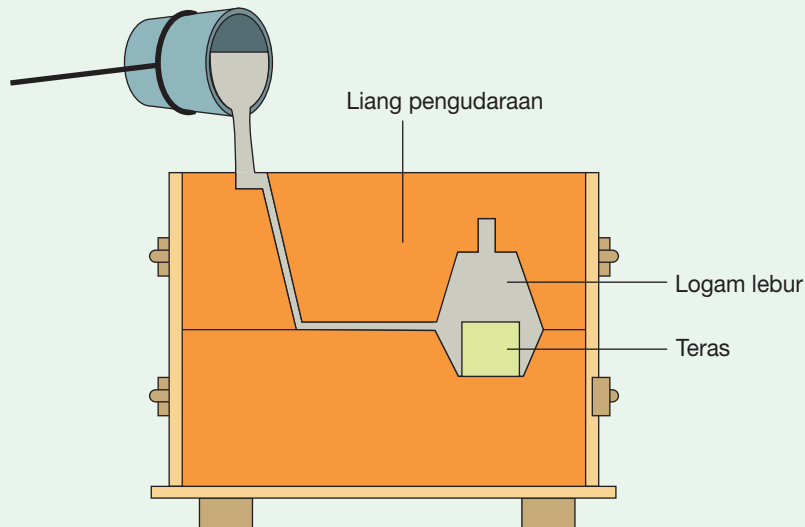
UTAMAKAN KESELAMATAN!

Berhati-hati sewaktu proses tuangan logam lebur. Amalkan langkah-langkah keselamatan yang sepatutnya sewaktu berada di bengkel foundri.



Langkah 14

Acuan yang telah disediakan dibawa ke relau untuk proses tuangan logam lebur. Logam lebur dituangkan sehingga mengalir memenuhi spru dan rongga acuan. Logam lebur kemudian dibiarkan memejal dan hasil tuangan dikeluarkan dengan memecahkan acuan.



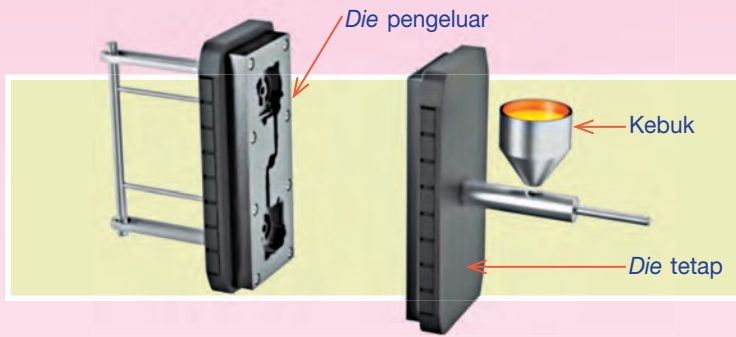
Rajah 5.4.7 Proses menghasilkan produk dengan kaedah tuangan pasir

Proses Tuangan Die

Rajah 5.4.8 yang berikut menunjukkan proses tuangan *die*.

Langkah 1

Peralatan tuangan *die* disiapkan (*setup*) untuk dipasang di mesin.



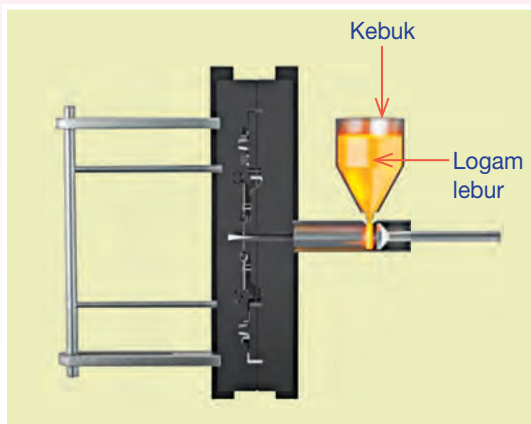
Langkah 2

Acuan tuangan *die* ditutup.



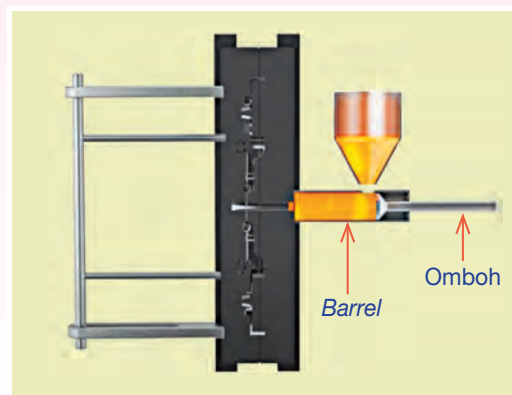
Langkah 3

Logam lebur dituang ke dalam kebuk.



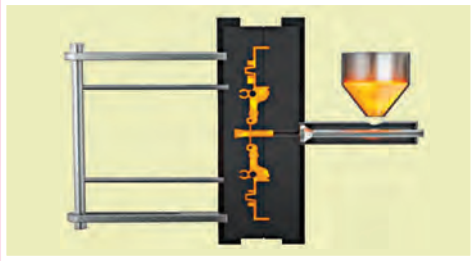
Langkah 4

Ombok ditolak bagi menyuntik logam lebur di dalam *barrel* ke dalam rongga *die*.



Langkah 5

Logam lebur memenuhi seluruh ruangan di dalam rongga *die*.



Langkah 6

Logam lebur dibiarkan menyejuk di dalam acuan.



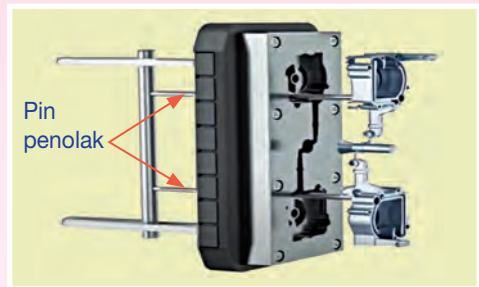
Langkah 7

Acuan dibuka.



Langkah 8

Pin penolak menolak produk tuangan keluar daripada acuan.



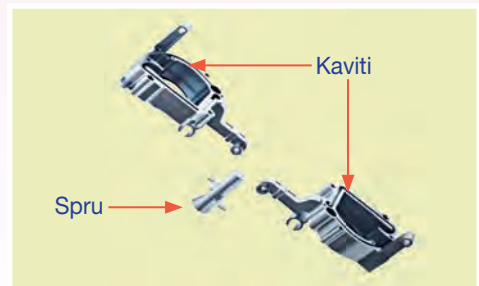
Langkah 9

Produk dikeluarkan daripada acuan.



Langkah 10

Spru dikeluarkan daripada kedua-dua kaviti.



Rajah 5.4.8 Proses tuangan die

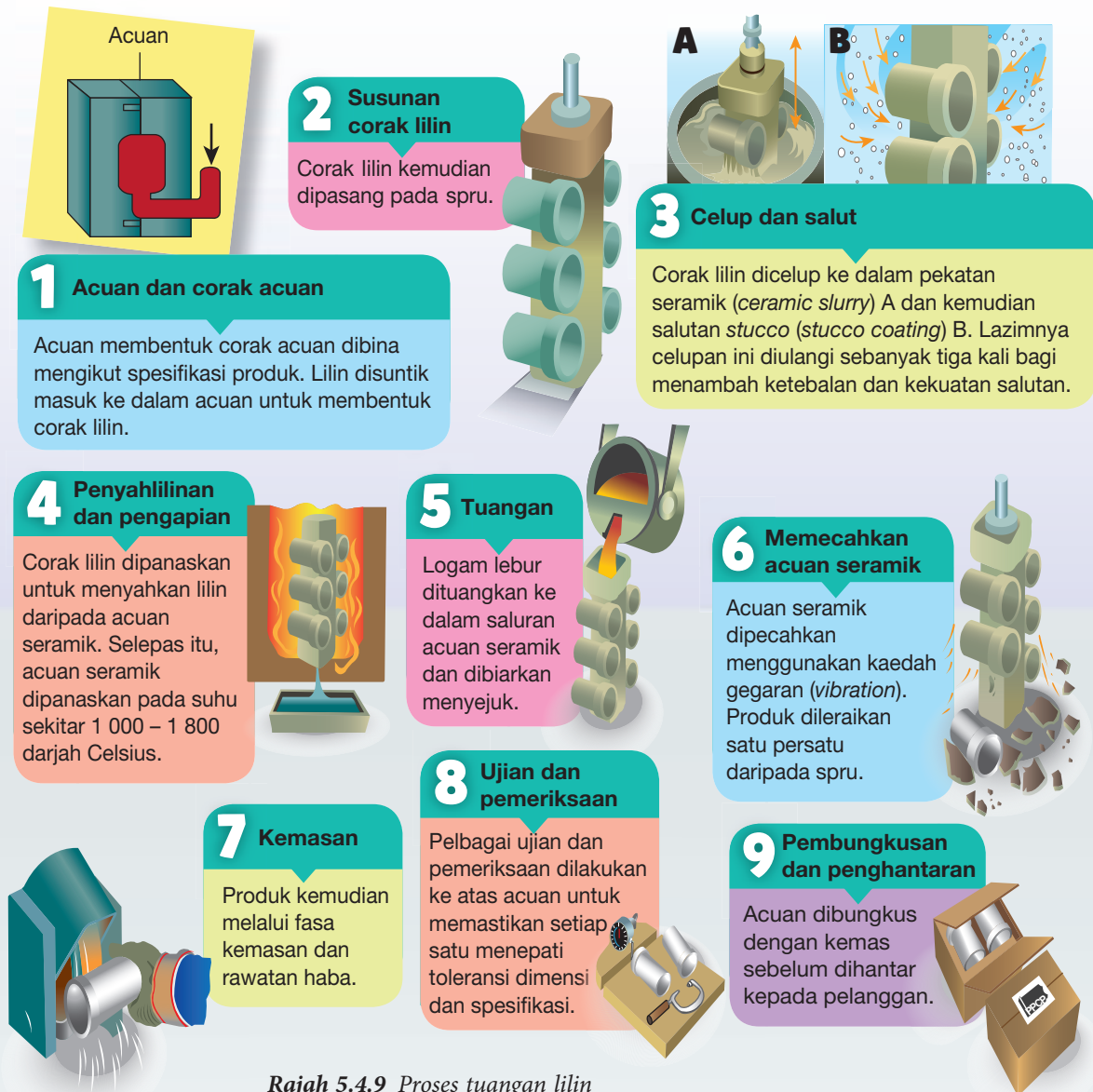
Imbas Maya

Sila imbas tentang proses tuangan *die*.
(Dicapai pada 5 Ogos 2020)



(c) Proses Tuangan Lilin

Rajah 5.4.9 menunjukkan langkah-langkah dalam proses tuangan lilin.



Rajah 5.4.9 Proses tuangan lilin

Imbas Maya

Sila imbas tentang proses tuangan lilin.
(Dicapai pada 5 Ogos 2020)



Info Ekstra

Buburan seramik ialah bahan tahan panas yang terdiri daripada butiran seramik halus dan pengikat seramik. Bahan ini menyaluti corak lilin dan akan menjadi acuan seramik apabila lilin dicirikan. Salutan *stucco* ialah butiran kasar seramik tahan panas yang ditaburkan untuk menyaluti acuan buburan seramik. Proses celupan susunan corak lilin bersama bahan tahan panas inilah dipanggil *investing*.
(Sumber: <https://www.ipcl.in/info.php?val=24&id=2>)

5.4.3 Pembentukan Produk dalam Revolusi Industri 4.0

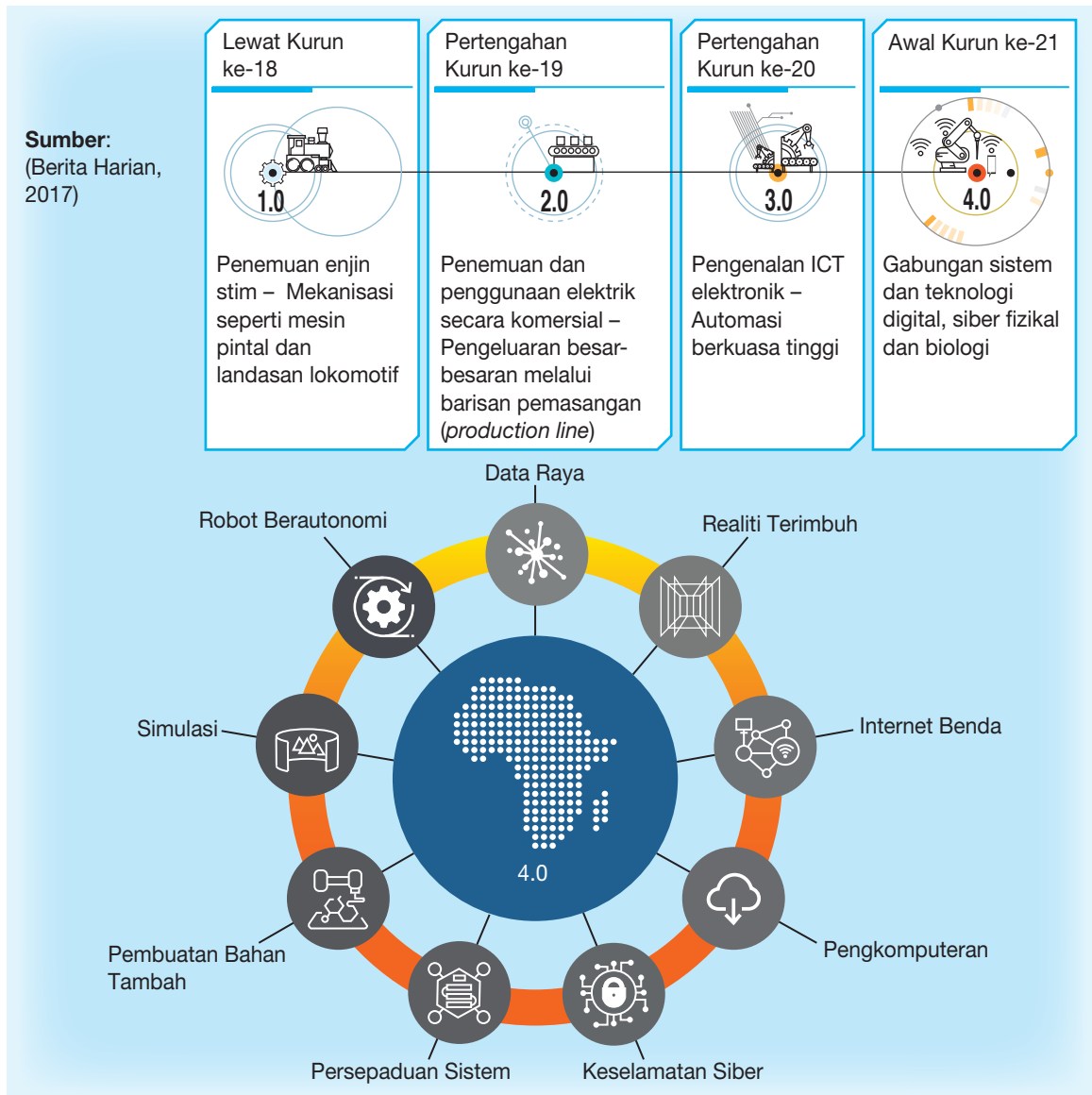
MENUJU IR4.0

Era revolusi sentiasa membawa perubahan secara meluas, menyeluruh, dan cepat dalam pelbagai bidang. Begitu juga halnya dalam penghasilan produk kejuruteraan.

Sebagai contoh, penggunaan lilin dalam tuangan lilin untuk menghasilkan tuangan lilin telah diganti dengan acuan tercetak 3D yang dihasilkan oleh mesin pencetak 3D menggunakan filamen *Polyactic Acid* atau PLA.

Standard Pembelajaran

Menentukan kaedah pembentukan yang sesuai bagi suatu produk kejuruteraan yang diberikan.



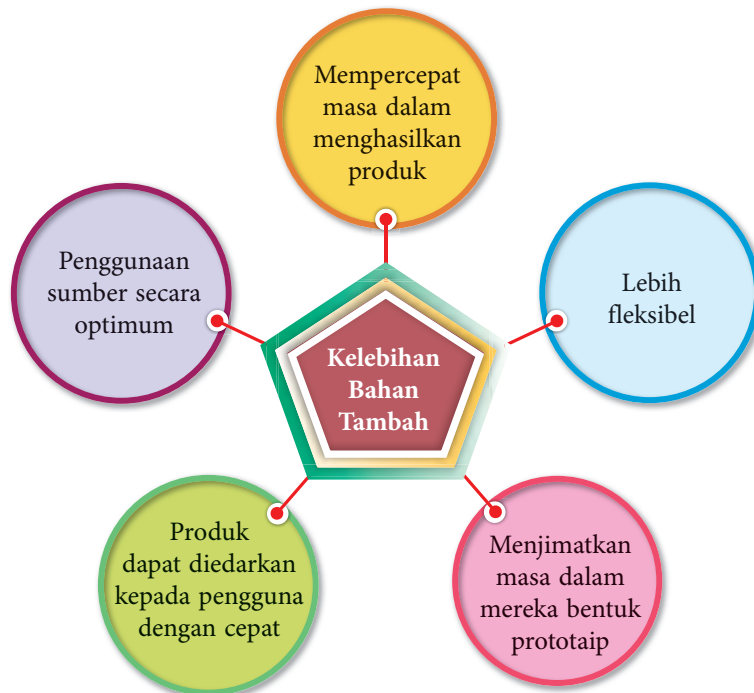
Rajah 5.4.10 Sembilan tonggak Revolusi Industri 4.0

Pembuatan Bahan Tambah (*Additive Manufacturing*)

Pembuatan bahan tambah atau *Additive Manufacturing* (AM) merupakan satu daripada sembilan tonggak Revolusi Industri 4.0 seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.4.10.

Pembuatan bahan tambah adalah istilah standard industri rasmi (ASTM F2792) bagi semua aplikasi teknologi. Pembuatan bahan tambah ditakrifkan sebagai proses menyatukan bahan-bahan untuk membuat objek daripada data model 3D. Pembuatan bahan tambah ini menghasilkan objek secara lapisan demi lapisan yang bertentangan dengan metodologi perkilangan secara subtraktif dan berlaku pembuangan bahan kerja yang berlebihan.

Pembuatan bahan tambah ini memberikan kelebihan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.4.11.



Rajah 5.4.11 Kelebihan bahan tambah

Terdapat tujuh kategori dalam pembuatan bahan tambah namun dalam subtopik ini hanya menerangkan kaedah Penyemperitan Bahan yang dikenali juga sebagai Permodelan Pengendapan Fius (FDM) oleh pencetakan 3D.

Merentas Kurikulum

Menurut *American Society for Testing and Materials (ASTM)* group "ASTM F42 - *Additive Manufacturing*" ialah memformulasikan satu set piawai yang mengklasifikasikan julat Proses Pembuatan Bahan Tambah kepada 7 kategori.

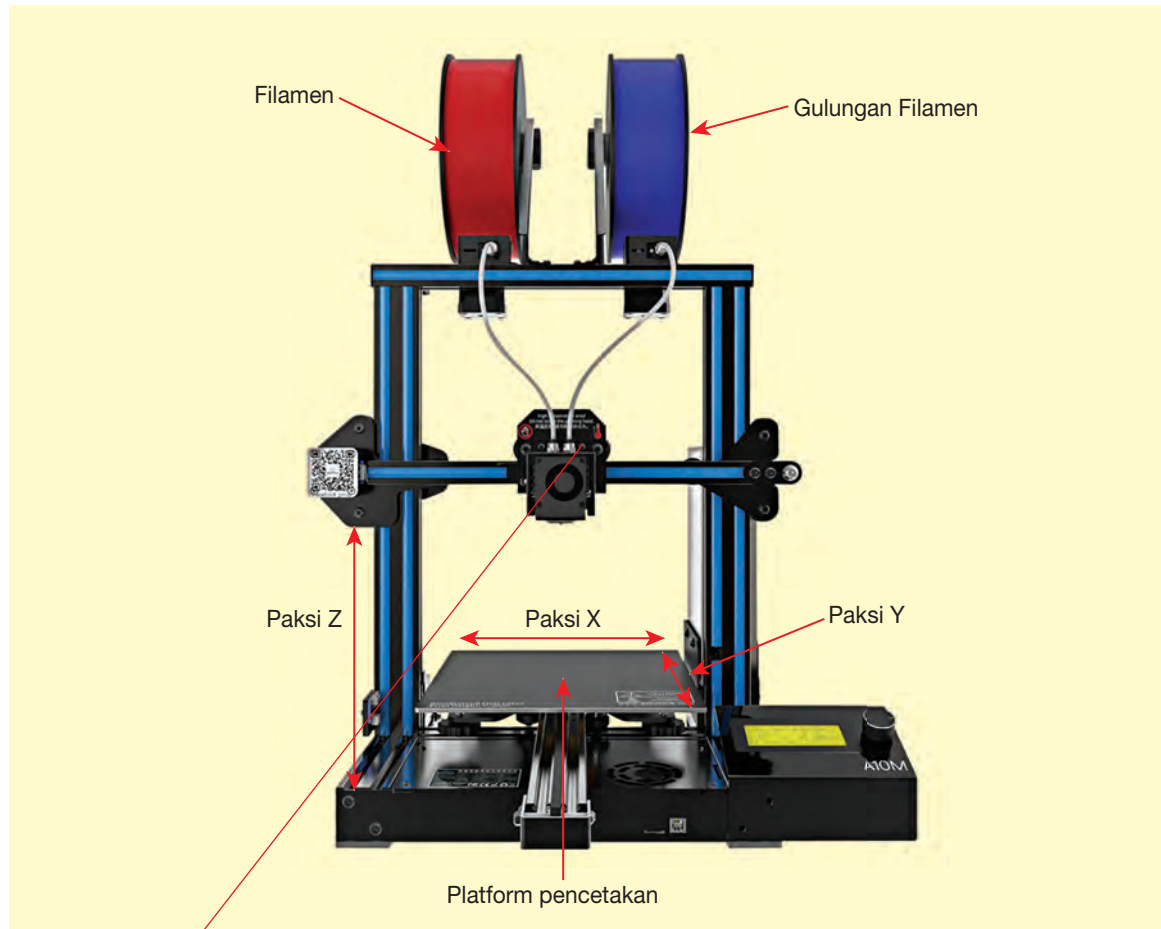
Info Ekstra

Tujuh kategori *Additive Manufacturing*:

1. *VAT Photopolymerisation (Vat of Liquid Photopolymer Resin)*
2. *Material Jetting (Drop on Demand (DOD) Approach)*
3. *Binder Jetting (Powder Based Material and A Binder)*
4. *Material Extrusion (Fuse Deposition Modelling (FDM))*
5. *Powder Bed Fusion (Direct Metal Laser Sintering (DMLS), Electron Beam Melting (EBM), Selective Heat Sintering (SHS))*
6. *Sheet Lamination (Ultrasonic Additive Manufacturing (UAM) and Laminated Object Manufacturing (LOM))*
7. *Directed Energy Deposition (DED)*

Pencetakan 3D

Pencetakan 3D ini mula diperkenalkan pada tahun 1980 bertujuan untuk pembinaan prototaip dan pemodelan yang dikenali sebagai konsep *Rapid Prototyping* (RP) oleh Dr. Kodama di Jepun. Rajah 5.4.12 menunjukkan prinsip Permodelan Pengendapan Fius, iaitu pencetakan 3D menggunakan kaedah ini dalam menghasilkan prototaip dan permodelan.



Rajah 5.4.12 Prinsip Permodelan Pengendapan Fius

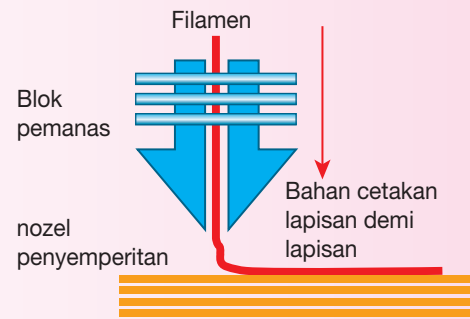


Nozel Penyemperitan

- Berfungsi untuk membenarkan aliran leburan filamen dibuka dan ditutup
- Dipasang pada bahagian penyemperit yang bergerak pada paksi menegak (paksi Z) dan paksi mengufuk (paksi X)

Prinsip permodelan pengendapan fuis

1. Filamen diuraikan daripada gulungan dan dimasukkan ke bahagian penyemperitan.
2. Serentak itu, blok pemanas memanaskan nozel penyemperitan agar filamen tidak likat apabila berada di bawah takat lebur sewaktu penyemperitan.
3. Filamen ditolak keluar melalui nozel penyemperitan ke platform pencetakan dan memendapkan satu titik yang nipis untuk membentuk lapisan demi lapisan permukaan produk dalam dua dimensi.
4. Lapisan filamen kemudiannya menyejuk dengan cepat dan terus mengikat dengan lapisan bawah.
5. Platform akan menurun dan mengulangi proses 1 hingga 5 sehingga lapisan terakhir dihasilkan.



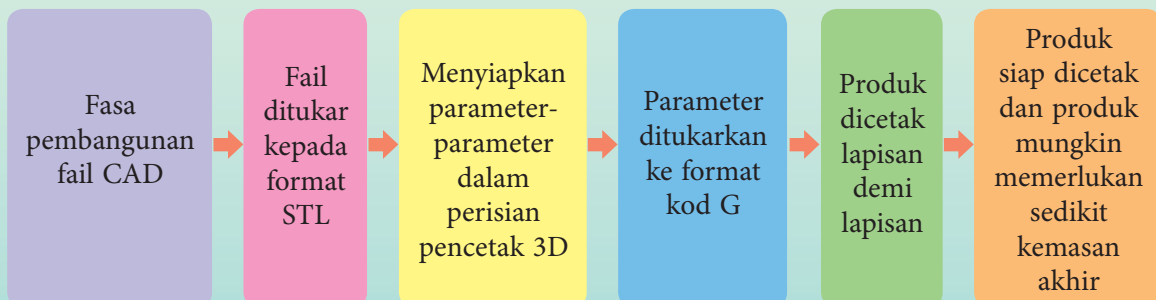
Rajah 5.4.13 Terminologi permodelan pengendapan fuis

Jenis filamen

Filamen diperbuat daripada pelbagai jenis bahan seperti yang berikut:

Jenis Bahan	Contoh Produk	Jenis Bahan	Contoh Produk
Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)	 Permainan	PolyTetraFluoroEthylene (PTFE)	 Gasket
Polylactic Acid (PLA)	 Skrus perubatan	Polyethylene Terephthalate Glycol (PETG)	 Kotak penyimpanan barang peti sejuk

Pencetakan 3D terdiri daripada enam langkah utama, iaitu:

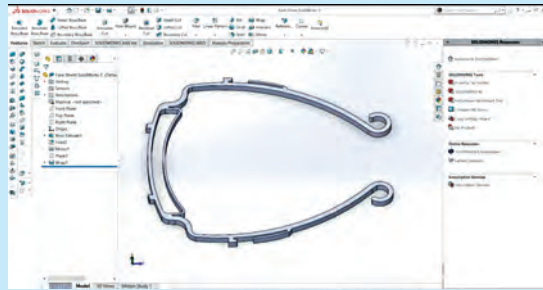


Langkah dalam Menghasilkan Produk dengan Menggunakan Pencetak 3D

Rajah 5.4.14 di bawah ini menunjukkan langkah-langkah menghasilkan produk dengan menggunakan pencetak 3D.

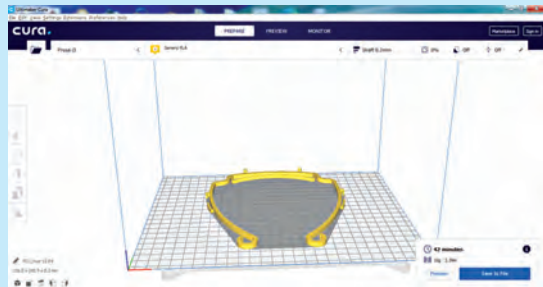
Langkah 1

Fasa pembangunan produk, iaitu idea diterjemahkan dalam bentuk lukisan menggunakan Computer Aided Design (CAD).



Langkah 2

Fasa reka bentuk, pemodelan dan simulasi. Fail ditukar kepada format STL File dan Toolpath File (kod-G). File ini penting untuk mengira jumlah lapisan yang diperlukan.



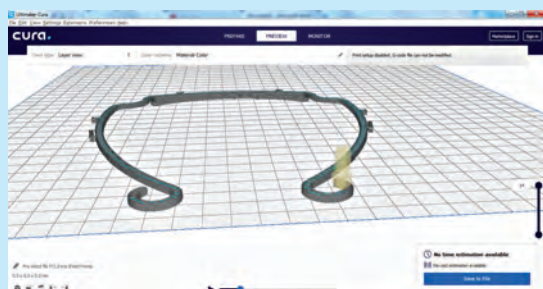
STL File



Fail Kod-G

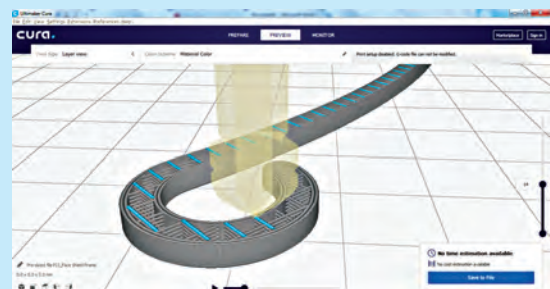
Langkah 3

Fail STL kemudian dipindahkan kepada mesin pencetak 3D (AM) untuk fasa pemrosesan bahan dan lapisan.



Langkah 4

Produk dicetak lapisan demi lapisan.



Langkah 5

Fasa proses akhir untuk kemasan produk. Selepas produk diambil daripada mesin pencetak 3D (AM), produk mungkin memerlukan proses tambahan seperti pembersihan sebelum digunakan.



Imbas Maya

Sila imbas tentang proses FDM.



(Dicapai pada 5 Ogos 2020)

Rajah 5.4.14 Langkah-langkah menghasilkan produk dengan menggunakan pencetak 3D



AKTIVITI JURUTERA MUDA

Mengadakan lawatan ke institusi TVET yang menggunakan pencetak 3D dalam industri pembuatan.

Imbas Maya

Sila imbas tentang mesin pencetak 3D untuk maklumat tambahan.



(Dicapai pada 5 Ogos 2020)



Jawab semua soalan.

1. Senaraikan tiga jenis kaedah pembentukan produk.
2. Apakah yang dimaksudkan dengan proses tuangan?
3. Nyatakan tiga kelebihan proses tuangan berbanding dengan proses memesin dan mengimpal.
4. Senaraikan empat produk yang dihasilkan melalui proses:
 - (a) Tuangan *die*
 - (b) Tuangan lilin
5. Gambar foto di bawah ini menunjukkan beberapa produk kejuruteraan.



Pemegang komputer riba



Rod penyambung



Botol dan bekas

- (a) Tentukan kaedah pembentukan yang sesuai bagi produk kejuruteraan tersebut.
- (b) Hubung kaitkan pemilihan kaedah pembentukan dengan empat elemen yang berikut:
 - Masa
 - Kos
 - Tenaga kerja
 - Estetika



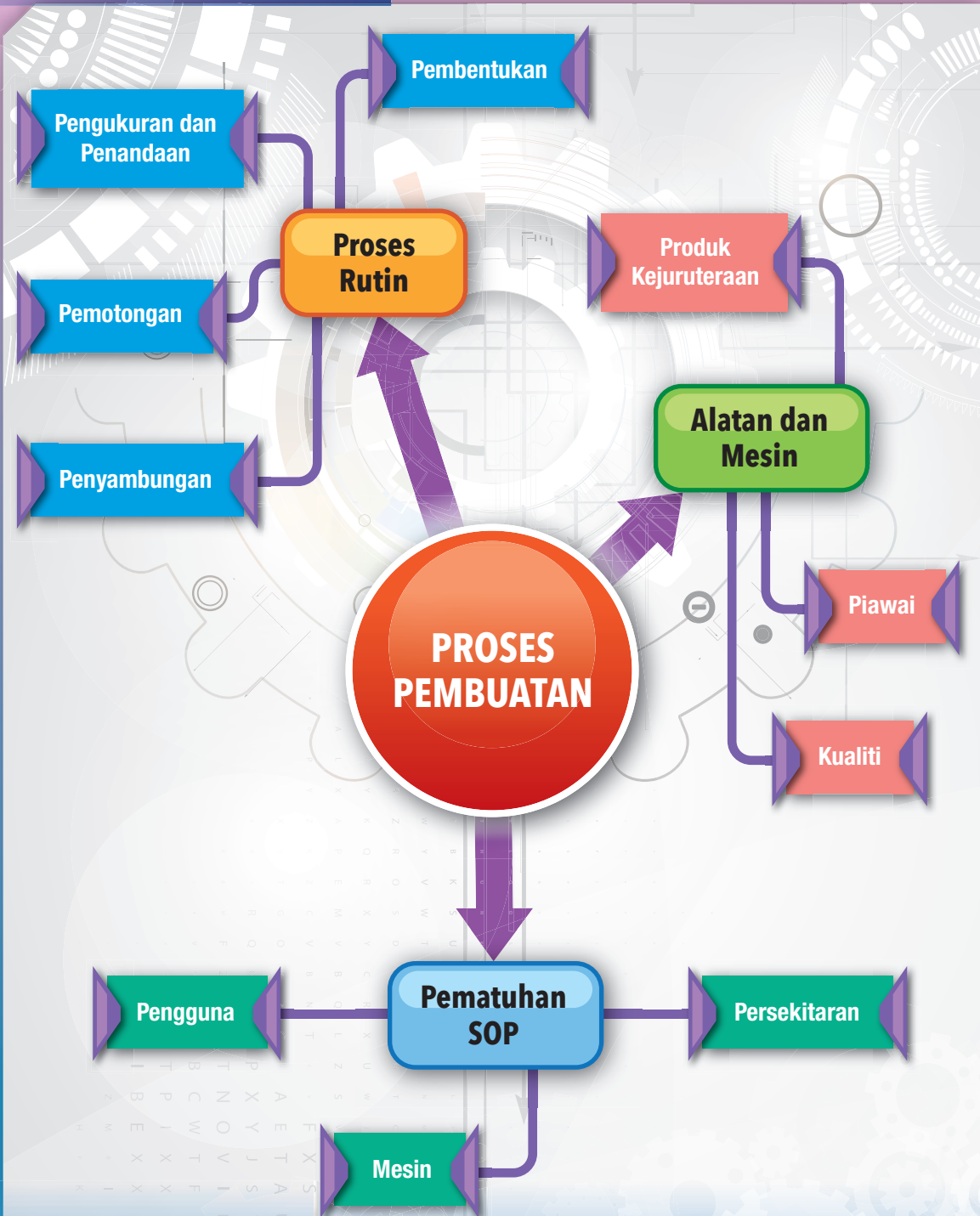
Modul 5.4:



http://buku-teks.com/kmtg5_pm5_4



RUMUSAN





Jawab soalan-soalan yang berikut.

1. Tandakan (✓) untuk jawapan yang betul dan (✗) untuk jawapan yang salah pada kotak yang disediakan bagi alatan yang digunakan untuk menguji benda kerja pada kotak yang disediakan.

Pembaris keluli digunakan untuk menguji panjang benda kerja.

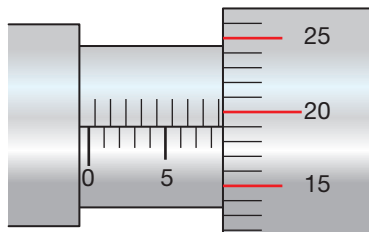
Sesiku L boleh digunakan untuk menguji kerataan permukaan.

Tolok pembahagi digunakan untuk menanda garisan lengkung sahaja pada benda kerja.

Penggarit perlu diletakkan bersudut tegak sewaktu membuat tandaan pada benda kerja.

2. Antara alatan yang berikut, yang manakah sesuai untuk mendapatkan ukuran dalam sudut?
- A Mikrometer
 - B Angkup vernier
 - C Sesiku bergabung
 - D Protraktor
3. Antara alatan yang berikut, yang manakah sesuai untuk mendapatkan ukuran dalam diameter?
- A Mikrometer
 - B Angkup vernier
 - C Sesiku bergabung
 - D Protraktor

Soalan 4 berdasarkan rajah yang berikut.

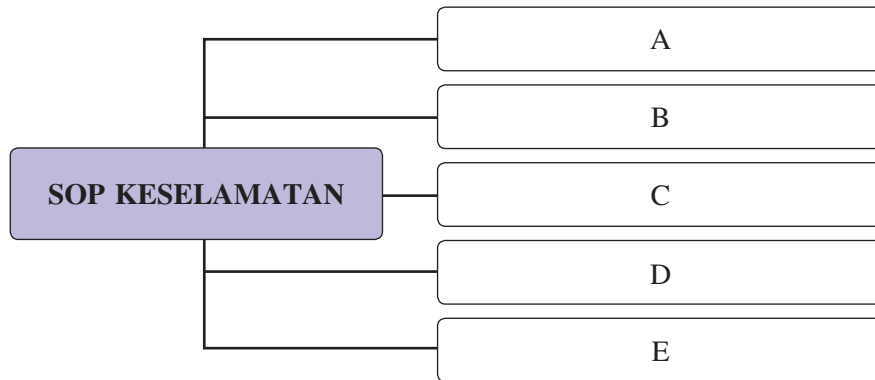


4. Nyatakan bacaan mikrometer pada rajah tersebut.
- (a) Bacaan pada laras atas:
 - (b) Bacaan pada laras bawah:
 - (c) Bacaan pada jidal:
 - (d) Jumlah bacaan:

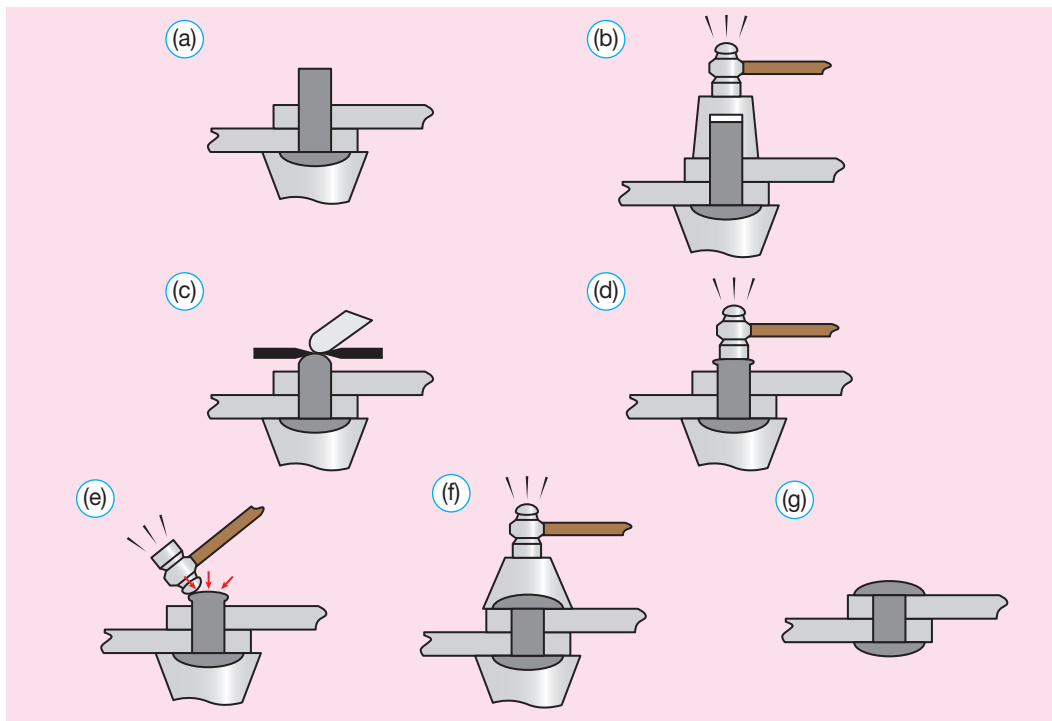
5. Jadual di bawah menunjukkan jenis tuangan untuk menghasilkan sesuatu produk. Lengkapkan jadual tersebut dengan menyatakan ciri-ciri produk yang dihasilkan melalui proses tuangan itu.

Jenis Tuangan	Ciri-ciri Produk
Lilin	i. ii.
Die	i. ii.
Pasir	i. ii.

6. Nyatakan **lima** langkah keselamatan yang perlu dipatuhi semasa mengimpal arka.



7. Berdasarkan rajah yang berikut, namakan setiap proses yang terlibat.



8. Tulis urutan yang betul sama ada 1, 2, 3 atau 4 bagi tuangan *die* pada petak yang disediakan.

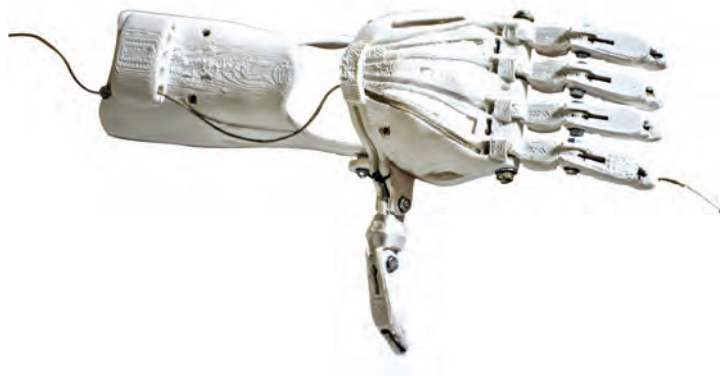
Leburan logam mengeras

Logam dileburkan di dalam bekas

Penolak menolak produk keluar dari rongga acuan

Ombok ditolak bagi menyuntik logam lebur ke dalam acuan

Soalan 9 berdasarkan gambar di bawah ini.



9. Bahan di atas dihasilkan oleh teknologi mesin pencetak 3D. Pada pendapat anda, apakah manfaat daripada teknologi ini? 🧠

10. Dengan perkembangan Revolusi Industri 4.0, apakah bentuk pekerjaan yang muncul pada hari ini yang berkaitan dengan kejuruteraan mekanikal? 🧠

11. Senaraikan tiga kegunaan sesiku L.

12. Terangkan bahagian berlabel A, B, C, dan D tentang ciri-ciri angkup vernier.

Bahagian	Ciri-ciri
Bilah pengukur dalam	A
B	Nat ini boleh mengawal pelarasan plat vernier
Rahang	C
D	Mengunci plat vernier sebelum mengeluarkan angkup vernier daripada bahan yang diukur

13. Antara yang berikut, pernyataan yang manakah merujuk kepada mikrometer?
- I Prinsip kerja mikrometer berasaskan pergerakan ulir skru.
 - II Skru dengan pic ulir 0.5 mm terdapat pada bahagian spindal mikrometer.
 - III Satu putaran penuh jidal menyebabkan spindal bergerak 0.5 mm sekiranya pic ulir mikrometer juga 0.5 mm.
 - IV Permukaan andas dan spindal disebut muka ukuran.
- A I, II dan III
 - B I, III dan IV
 - C II, III dan IV
 - D I, II, III dan IV

14. Lengkapkan jadual di bawah dengan menggunakan kaedah sambungan yang sesuai berdasarkan ciri-ciri yang dinyatakan.

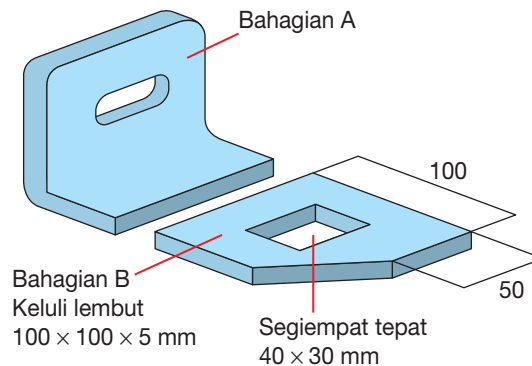
Ciri Sambungan	Kaedah Sambungan
Komponen mudah dipasang dan ditanggalkan	(i)
Komponen perlu disambung dengan kuat dan sukar dipisahkan	(ii)

15. Sebelum mula menggunakan angkup vernier, didapati bacaan masih tidak sifar walaupun rahang telah tertutup. Apakah langkah yang perlu anda lakukan untuk mendapatkan bacaan yang tepat?
- I Perlu membuat pengurangan daripada bacaan akhir sekiranya bacaan lebih daripada sifar sewaktu rahang tertutup.
 - II Perlu membuat penambahan daripada bacaan akhir sekiranya bacaan kurang daripada sifar sewaktu rahang tertutup.
 - III Perlu membuat pengurangan daripada bacaan akhir sekiranya bacaan kurang daripada sifar sewaktu rahang tertutup.
 - IV Perlu membuat penambahan daripada bacaan akhir sekiranya bacaan lebih daripada sifar sewaktu rahang tertutup.
- A I dan II
 - B I dan IV
 - C II dan IV
 - D III dan IV

16. Jadual di bawah menunjukkan perbezaan antara kimpalan arka, kimpalan GMAW, dan kimpalan GTAW. Lengkapkan jadual tersebut.

Perbezaan	Kimpalan Arka	Kimpalan GMAW	Kimpalan GTAW
Jenis bahan elektrod			
Kos penyelenggaraan			
Jenis gas yang digunakan			

17. Rajah di bawah menunjukkan bahagian A dan bahagian B satu produk kejuruteraan. Bahagian A dihasilkan melalui proses tuangan dan bahagian B menggunakan alatan tangan dan mesin gerudi. Bahagian A dan bahagian B akan disambung secara kimpalan arka.




- (a) Huraikan langkah-langkah yang diperlukan untuk menghasilkan bahagian B dengan menggunakan alatan tangan dan mesin gerudi.
- (b) Huraikan langkah-langkah yang diperlukan untuk menyambung bahagian A dan bahagian B menggunakan kimpalan arka.
- (c) Terangkan proses tuangan *die* bagi menghasilkan bahagian A.
18. Gambar foto di bawah menunjukkan sekeping plat logam yang dibengkokkan.



Terangkan dua sifat mekanik yang perlu ada pada plat tersebut bagi memudahkan proses pembengkokan.

19. Nyatakan lima kelebihan pembuatan bahan tambah dalam penghasilan produk.

 **Imbas
Jawapan**

Modul 5.1 – 5.4:



[http://buku-teks.com/
kmtg5_ps5_4](http://buku-teks.com/kmtg5_ps5_4)