



TEKNIK PRODUKSI MESIN INDUSTRI JILID 1

untuk SMK

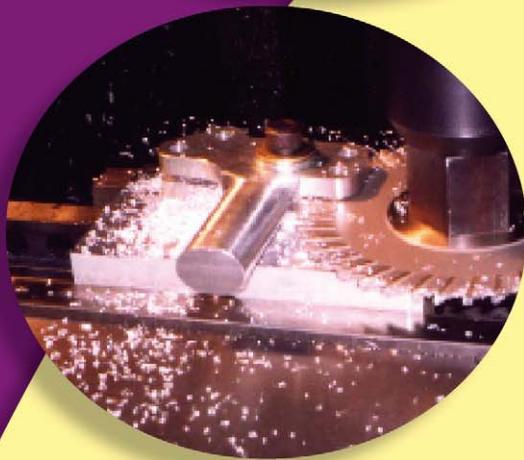
Wirawan Sumbodo, dkk.



Wirawan Sumbodo, dkk.

Teknik Produksi Mesin Industri JILID 1

untuk
Sekolah Menengah Kejuruan



Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional

Wirawan Sumbodo dkk

TEKNIK PRODUKSI MESIN INDUSTRI

SMK

JILID 1



Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional
Dilindungi Undang-undang

TEKNIK PRODUKSI MESIN INDUSTRI

Untuk SMK
JILID 1

Penulis : Wirawan Sumbodo

Pendukung : Sigit Pujiono
Agung Pambudi
Komariyanto
Samsudin Anis
Widi Widayat

Perancang Kulit : TIM

Ukuran Buku : 17,6 x 25 cm

SUM SUMBODO, Wirawan
t Teknik Produksi Mesin Industri untuk SMK Jilid 1 /oleh
Wirawan Sumbodo, Sigit Pujiono, Agung Pambudi, Komariyanto,
Samsudin Anis, Widi Widayat ---- Jakarta : Direktorat Pembinaan
Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen
Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan
Nasional, 2008.
xii, 226 hlm
Daftar Pustaka : LAMPIRAN A.
Glosarium : LAMPIRAN D.
Indeks : LAMPIRAN E.
ISBN : 978-979-060-139-0
ISBN : 978-979-060-139-2

Diterbitkan oleh

Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan

Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional

Tahun 2008

KATA SAMBUTAN

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional, telah melaksanakan kegiatan penulisan buku kejuruan sebagai bentuk dari kegiatan pembelian hak cipta buku teks pelajaran kejuruan bagi siswa SMK. Karena buku-buku pelajaran kejuruan sangat sulit di dapatkan di pasaran.

Buku teks pelajaran ini telah melalui proses penilaian oleh Badan Standar Nasional Pendidikan sebagai buku teks pelajaran untuk SMK dan telah dinyatakan memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada seluruh penulis yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para pendidik dan peserta didik SMK.

Buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*download*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Dengan ditayangkan *soft copy* ini diharapkan akan lebih memudahkan bagi masyarakat khususnya para pendidik dan peserta didik SMK di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri untuk mengakses dan memanfaatkannya sebagai sumber belajar.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para peserta didik kami ucapkan selamat belajar dan semoga dapat memanfaatkan buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, 17 Agustus 2008
Direktur Pembinaan SMK

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan buku dengan judul “Teknik Produksi Industri Mesin” dengan baik.

Teknik produksi industri mesin mempunyai peranan yang penting. Perkembangan dunia industri mendorong kemajuan yang pesat dalam teknik industri, mulai dari penggunaan perkakas tangan, mesin konvensional hingga mesin perkakas yang berbasis komputer dan yang otomatis. Buku ini disusun guna membantu peningkatan pengetahuan maupun skill dalam teknik produksi industri mesin baik di dunia pendidikan maupun non pendidikan.

Bersama ini Penulis sampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi baik material maupun spiritual dari persiapan hingga terbentuknya buku ini.

Meskipun penulis telah berupaya semaksimal mungkin untuk penyempurnaan buku ini, namun tentu masih terdapat kesalahan atau kurang sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun.

Semoga buku ini bermanfaat bagi perkembangan teknik produksi industri mesin pada khususnya dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada umumnya.

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
KATA SAMBUTAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
PETA KOMPETENSI	xii

JILID 1

BAB I MEMAHAMI DASAR-DASAR KEJURUAN

1. Statika dan Tegangan	1
1.1 Statika	1
1.2 Tegangan	9
2. Mengenal Komponen/Elemen Mesin	14
2.1 Poros	14
3. Mengenal Material dan Mineral	20
3.1 Berbagai Macam Sifat Logam	20
3.2 Mineral	21
3.3 Berbagai Jenis Sumber Daya Mineral	22
3.4 Pemurnian Mineral	22
4. Rangkuman	25

BAB II MEMAHAMI PROSES-PROSES DASAR KEJURUAN 29

1. Mengenal Proses Pengecoran Logam	29
1.1 Pengertian	29
1.2 Pembuatan Cetakan Manual	30
1.3 Pengolahan pasir Cetak	32
1.4 Pengecoran Cetakan <i>Ekspandable</i> (<i>Ekspandable Mold Casting</i>)	32
1.5 Pengecoran dengan Gips	33
1.6 Pengecoran dengan Pasir (<i>Sand Casting</i>)	33
1.7 Pengecoran dengan Gips (<i>Plaster Casting</i>)	34
1.8 Pengecoran dengan Gips, Beton, atau Plastik Resin.....	35
1.9 Pengecoran Sentrifugal (<i>Centrifugal Casting</i>).....	35
1.10 Die Casting.....	36
1.11 Kecepatan Pendinginan.....	38
2. Mengenal Proses Pembentukan Logam	39
2.1 Pengolahan Logam (<i>Metal Working</i>)	39
3. Mengenal Proses Mesin Konversi Energi	43
3.1 Pengertian Energi	43
3.2 Macam-Macam Energi	44
3.3 Klasifikasi Mesin Konversi Energi	47
4. Rangkuman	51
5. Tes Formatif	51

BAB III MEREALISASIKAN KERJA AMAN BAGI MANUSIA, ALAT DAN LINGKUNGAN

1. Mengenal Regulasi K3	55
1.1 Pengertian	55
1.2 Sasaran Undang-Undang	55
1.3 Tugas dan Tanggung Jawab Perusahaan	56
1.4 Tugas dan Tanggung Jawab Pegawai	56
1.5 Komite Keselamatan dan Kesehatan Kerja	57
2. Menguasai Prosedur Penerapan K3	57
2.1 Simbol Keselamatan Kerja	57
3. Menerapkan Prosedur K3 Secara Tepat dan Benar	60
3.1 Tanggungjawab Perusahaan pada Lingkungan Kerja	60
3.2 Rehabilitasi	61
4. Rangkuman	62

BAB IV GAMBAR TEKNIK

1. Mengenal Alat Menggambar Teknik	65
1.1 Kertas Gambar	65
1.2 Pensil Gambar	66
1.3 Rapido	67
1.4 Penggaris	68
1.5 Jangka	69
1.6 Penghapus dan alat Pelindung Penghapus	70
1.7 Alat-alat Penunjang Lainnya	71
1.8 Meja Gambar	72
1.9 Mesin Gambar	73
2. Lembar Kerja	74
2.1 Alat	74
2.2 Bahan	74
2.3 Kesehatan dan Keselamatan Kerja	74
2.4 Langkah Kerja	74
3. Membaca Gambar Teknik	75
3.1 Proyeksi Piktorial	75
3.2 Proyeksi Isometris	75
3.3 Proyeksi Dimentris	78
3.4 Proyeksi Miring (Sejajar)	79
3.5 Gambar Perspektif	79
3.6 Macam-macam Pandangan	81
3.7 Bidang-Bidang Proyeksi	81
3.8 Simbol Proyeksi dan Anak Panah	86
3.9 Penentuan Pandangan	87
3.10 Gambar Potongan	92
3.11 Garis Arsiran	102
3.12 Ukuran pada Gambar Kerja	105
3.13 Penulisan Angka Ukuran	108
3.14 Pengukuran Ketebalan	113
3.15 Toleransi	123
3.16 Suaian	128
4. Rangkuman	130
5. Soal Latihan (tes formatif)	135

BAB V PROSES PRODUKSI DENGAN PERKAKAS TANGAN

1. Kerja Bangku	137
1.1 Mengikir	137
1.2 Melukis	150
1.3 Mengebor	169
1.4 Mereamer	177
1.5 Menggergaji	179
1.6 Memahat.....	184
1.7 Menyetempel	190
1.8 Mengetap dan Menyenei	192
1.9 Menyekerap	197
1.10 Menggerinda	199
2. Kerja Pelat	208
2.1 Membengkok, melipat, dan menekuk.....	208
2.2 Menyambung	211
3. Lembar Pekerjaan.....	215
3.1 Alas penindih kertas	215
3.2 Mal mata bor.....	216
3.3 Pengepasan Persegi	217
3.4 Pengepasan Ekor Burung.....	218
3.5 Kotak.....	219
3.6 Pengasahan penitik,penggores,pahat tangan dan mata bor..	220
4. Rangkuman	222
5. Tes Formatif	224
5.1 Soal-soal	224
5.2 Kunci Jawaban	224

JILID 2

BAB VI PROSES PRODUKSI DENGAN MESIN KONVENSIONAL

1. Mesin Bubut Konvensional	227
1.1 Pengertian Mesin Bubut Konvensional	227
1.2 Fungsi Mesin Bubut Konvensional	227
1.3 Jenis-jenis Mesin Bubut Konvensional	229
1.4 Bagian-bagian Utama Mesin Bubut Konvensional (Biasa)	238
1.5 Dimensi Utama Mesin Bubut.....	246
1.6 Perbedaan Mesin Bubut Konvensional dengan CNC.....	247
1.7 Alat Kelengkapan Mesin Bubut.....	247
1.8 Alat potong.....	253
1.9 Kecepatan Potong (<i>Cutting Speed</i>).....	260
1.10 Waktu Pengerjaan	262
1.11 Cara Membubut.....	265
1.12 Tes Formatif.....	276
2. Mesin Frais Konvensional	278
2.1 Pengertian	278
2.2 Jenis-jenis Mesin Frais	280
2.3 Alat-alat Potong (<i>cutter</i>) Mesin Frais	286
2.4 Jenis-jenis Bahan Pisau.....	294
2.5 Perlengkapan Mesin Frais	295

2.6	Penggunaan Kepala Pembagi (<i>Dividing Head</i>).....	300
2.7	Penggunaan Rotary Table	301
2.8	Kecepatan Potong (<i>Cutting Speed</i>).....	301
2.9	Waktu Pengerjaan	303
2.10	Langkah-langkah pengoperasian Mesin Frais	305
2.11	Jenis-jenis Pemotongan/pemakanan pada Mesin Frais.....	306
2.12	Pisau Roda Gigi (<i>Gear Cutters</i>).....	320
3.	Teknik Pengukuran pada Proses Produksi	331
3.1	Jenis Pengukuran	331
3.2	Metode Pengukuran	331
3.3	Alat Ukur Mistar Geser (<i>Vernier Caliper</i>) dan Mikrometer Luar (<i>Outside Micrometer</i>)	332
4.	Pembacaan Toleransi pada Gambar Kerja	337
4.1	Pengkodean Toleransi.....	337
5.	Keselamatan Kerja Pada Saat Proses Produksi.....	345
5.1	Peralatan Keselamatan Kerja pada Proses Produksi.....	345
5.2	Resiko-resiko dalam mengoperasikan mesin perkakas dan cara menghindarinya.....	346
6.	Rangkuman	350

BAB VII PROSES PRODUKI BERBASIS KOMPUTER

1.	Computer Aided Design (CAD)	353
1.1	Pengertian CAD	349
1.2	Cara Kerja	354
1.3	Sistem Koordinat Absolut, Relatif, Polar.....	354
1.4	Perintah Menggambar Pada AutoCAD	356
1.5	Membuat Gambar Solid 3D dengan AutoCAD.....	386
2.	Computer Numerically Controlled (CNC)	402
2.1	Sejarah Mesin CNC.....	402
2.2	Dasar-dasar Pemrograman Mesin CNC.....	405
2.3	Gerakan Sumbu Utama pada Mesin CNC.....	409
2.4	Standarisasi Pemrograman Mesin Perkakas CNC.....	409
2.5	Siklus Pemrograman	421
2.6	Menentukan titik koordinat benda Kerja.....	428
2.7	Kecepatan Potong dan Kecepatan Asutan.....	433
2.8	Mengoperasikan mesin CNC EMCO TU 2A.....	434
2.9	Membuat Benda Kerja Menggunakan mesin CNC.....	436
2.10	Membuat Benda Kerja Berbasis <i>Software</i> AutoCAD	442
2.11	Soal Formatif.....	443
3.	EDM (<i>Electrical Discharge Machining</i>)	465
3.1	EDM Konvensional	366
3.2	Pembuatan alat cetak logam (<i>coinage de</i> <i>making</i>)	466
3.3	Drilling EDM.....	467
3.4	Kabel EDM (<i>Wire Cut EDM</i>)	467
4.	Rangkuman	468

JILID 3

BAB VIII SISTEM PNEUMATIK DAN HYDROLIK

1. Pengertian Pneumatik	469
2. Karakteristik Udara Kempa	469
3. Aplikasi Penggunaan Pneumatik	469
4. Efektifitas Pneumatik	470
5. Keuntungan dan Kerugian Penggunaan Udara Kempa	471
5.1 Keuntungan	471
5.2 Kerugian/Kelemahan Pneumatik	472
6. Klasifikasi Sistem Pneumatik	473
7. Peralatan Sistem Pneumatik	474
7.1 Kompresor (Pembangkit Udara Kempa)	474
7.2 Unit Pengolahan Udara Bertekanan (<i>Air Service Unit</i>)	480
7.3 Pemeriksaan Udara Kempa dan Peralatan	484
7.4 Konduktor dan Konektor	485
7.5 Katup-Katup Pneumatik	487
7.6 Unit Penggerak (<i>Working Element = Aktuator</i>)	493
7.7 Air Motor (<i>Motor Pneumatik</i>)	496
7.8 Jenis-Jenis Katup Pneumatik	497
7.9 Model Pengikat (<i>Type of Mounting</i>)	509
8. Sistem Kontrol Pneumatik	510
8.1 Pengertian Sistem Kontrol Pneumatik	510
9. Dasar Perhitungan Pneumatik	511
9.1 Tekanan Udara	513
9.2 Analisa Aliran Fluida (V)	514
9.3 Kecepatan Torak	514
9.4 Gaya Torak (F)	515
9.5 Udara yang Diperlukan	515
9.6 Perhitungan Daya Kompresor	516
9.7 Pengubahan Tekanan	516
10. Analisis Kerja Sistem Pneumatik	517
10.1 Pengendalian Langsung Silinder Sederhana	517
10.2 Pengendalian Tak Langsung Silinder Penggerak Ganda	518
10.3 Pengendalian Gerak Otomatis Silinder Penggerak Ganda	520
11. Aplikasi Pneumatik dalam Proses Produksi	521
11.1 Pintu Bus	521
11.2 Penahan/Penjepit Benda (ragum).....	535
11.3 Pemotong Plat	535
11.4 Membuat Profil Plat	535
11.5 Pengangkat dan Penggeser Benda	536
12. Pengangkat dan Penggeser Material Full Pneumatik	537
12.1 Cara Kerja	537
13. Tes Formatif	538
13.1 Soal-soal	538
13.2 Kunci Jawaban	538
14. System Hidrolik	541
14.1 Cairan Hidrolik.....	541
14.2 Komponen Hidrolik.....	551
15. Pengendalian Hidrolik	555
15.1 Klasifikasi Pengendalian Hidrolik.....	555
15.2 Katup Pengatur Tekanan.....	556

16. Dasar-Dasar Perhitungan Hidrolik	556
16.1 Prinsip Hukum Pascal	556
16.2 Perhitungan Kecepatan Torak	558
16.3 Pemeliharaan Cairan Hidrolik	559
16.4 Pompa Roda Gigi dalam Tipe Crescent	561
16.5 Pompa Roda Gigi dalam Tipe Geretor	561
16.6 <i>Balanced Vane</i> (Pompa Kipas <i>Balanced</i>)	562
16.7 Pompa Torak Radial (<i>Radial Piston Pump</i>)	563
16.8 <i>Bent Axis Piston</i> (Pompa Torak dengan Poros Tekuk)	563
16.9 Instalasi Pompa Hidrolik	564
16.10 Pengetesan Efisiensi Pompa Hidrolik	566
16.11 Unit Pengatur (<i>Control Element</i>)	567
17. Soal Formatif	568
17.1 Soal-soal	568
17.2 Kunci jawaban	568
18. Rangkuman	570

BAB IX PROSES PRODUKSI INDUSTRI MODERN

1. Sejarah Perkembangan Otomasi Industri	573
2. Otomasi Teknik Produksi	575
3. PLC (<i>Programmable Logic Controller</i>)	577
3.1 Sejarah PLC	577
3.2 Pengenalan Dasar PLC	578
3.3 Instruksi-instruksi Dasar PLC	580
3.4 Device Masukan	585
3.5 Modul Masukan	586
3.6 Device Masukan Program	587
3.7 Device Keluaran	588
3.8 Modul Keluaran	589
3.9 Perangkat Lunak PLC	589
3.10 Perangkat Keras PLC	589
3.11 <i>Ladder Logic</i>	590
3.12 Hubungan <i>Input/Output (I/O)</i> dengan Perangkat Lunak	590
3.13 <i>Processor</i>	591
3.14 Data dan Memory PLC	593
3.15 Programan Dasar PLC OMRON dengan Komputer	596
3.16 Cara pengoperasian SYSWIN	596
3.17 Penggunaan Fungsi Bit Kontrol	602
3.18 Contoh Aplikasi dan Pembuatan Diagram Ladder Menggunakan Syswin	605
4. Rangkuman	616

BAB X TEKNOLOGI ROBOT

1. Pengenalan Robot	619
1.1 Istilah Robot	620
1.2 Komponen Dasar	621
1.3 Gerakan Robot	625
1.4 Tingkatan Teknologi	627
2. Operasi dan Fitur Manipulator	629
2.1 Sistem Koordinat Lengan Robot (<i>Arm Geometry</i>)	629

2.2	Rotasi Wrist	634
2.3	Sistem Penggerak Manipulator	634
2.4	Jangkauan Kerja	635
3.	Aplikasi Robot	637
3.1	Penanganan Material	638
3.2	Perakitan	640
3.3	Pengecatan	640
3.4	Pengelasan	642
4.	Efektor	643
4.1	<i>Gripper</i>	643
4.2	Klasifikasi <i>Gripper</i>	644
4.3	Jenis <i>Gripper</i>	644
4.4	Sensor dan Transduser	647
4.5	Sensor Kontak	648
4.6	Sensor Non-Kontak	648
4.7	Sensor Gaya dan Momen	651
4.8	Sensor Temperatur	652
4.9	Sensor Cair dan Gas	655
4.10	Sensor Jarak dan Sudut	657
4.11	<i>Linear Position</i>	658
4.12	Sensor Kimia	659
5.	Aktuator	660
5.1	Solenoids	660
5.2	Katup	661
5.3	Silinders	661
5.4	Motor Listrik	662
6.	Tes Formatif	666
7.	Rangkuman	669

BAB XI PENUTUP

1.	Kesimpulan	671
2.	Saran	674

LAMPIRAN A. DAFTAR PUSTAKA

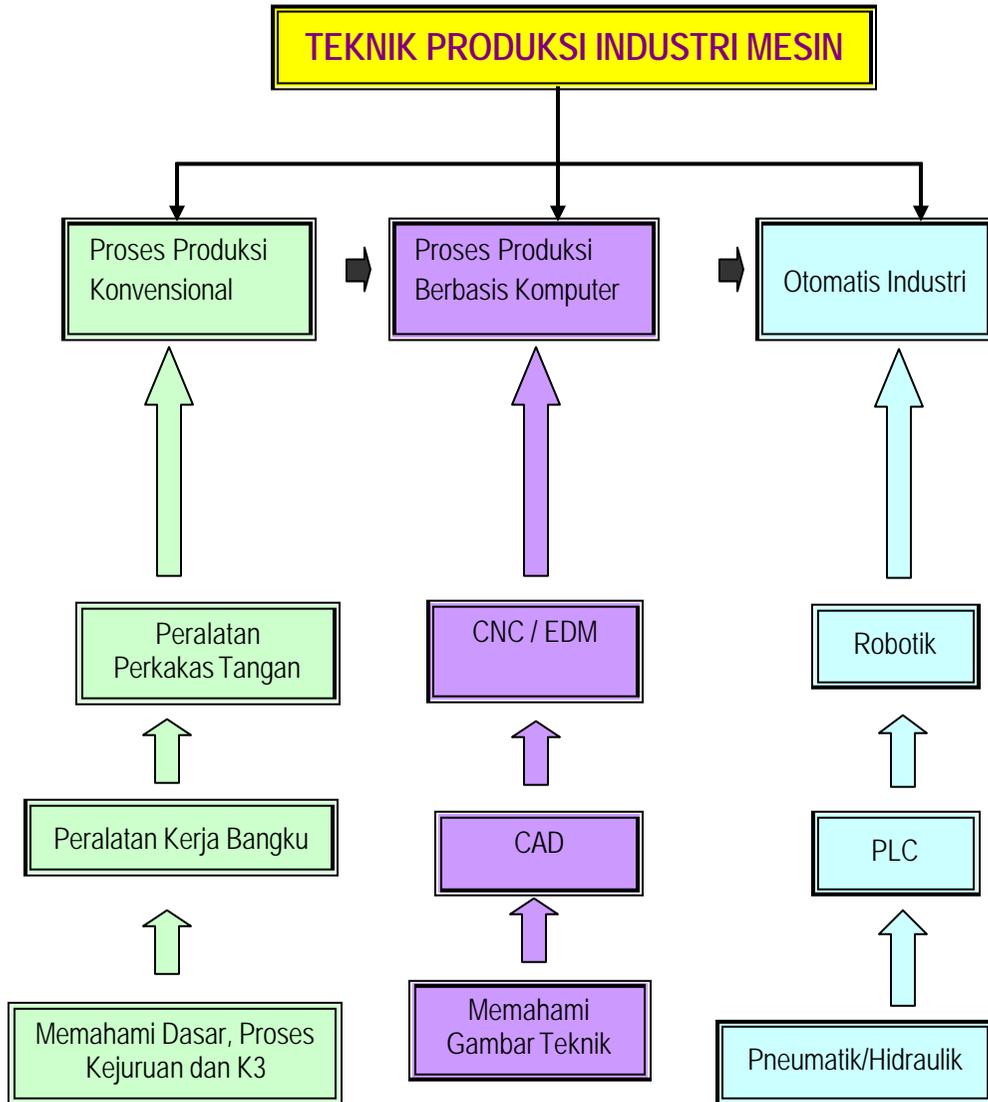
LAMPIRAN B. DAFTAR TABEL

LAMPIRAN C. DAFTAR GAMBAR

LAMPIRAN D. GLOSARIUM

LAMPIRAN E. INDEX

PETA KOMPETENSI



BAB I MEMAHAMI DASAR-DASAR KEJURUAN

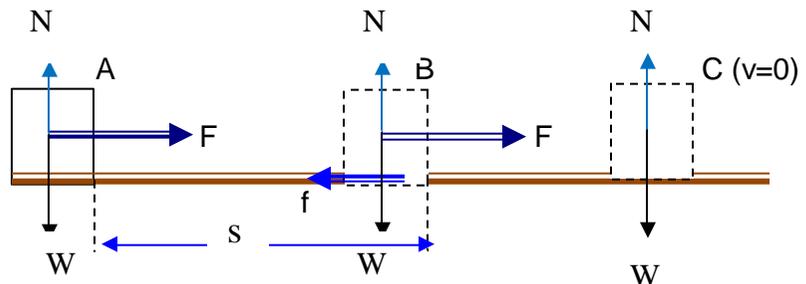
1. Statika dan Tegangan

1.1 Statika

Statika adalah Ilmu yang mempelajari tentang kesetimbangan benda, termasuk gaya-gaya yang bekerja pada sebuah benda/titik materi agar benda tersebut dalam keadaan setimbang.

1.1.1 Gaya

Gaya adalah sesuatu yang menyebabkan benda bergerak atau menjadi diam. Gaya dapat menyebabkan benda diam menjadi bergerak atau sebaliknya dari bergerak menjadi diam. Gaya dapat digambarkan sebagai sebuah vektor, yaitu besaran yang mempunyai besar dan arah. Gaya biasanya disimbolkan dengan huruf F , sebagai berikut:



Gambar 1. Perpindahan benda dari A ke B akibat gaya F

Gaya yang bekerja pada benda di atas antara lain: Gaya berat (W) yang selalu berpusat pada titik beratnya dan arahnya selalu ke pusat gravitasi bumi. Gaya (F) dapat sejajar dengan permukaan benda atau membentuk sudut α dengan permukaan tumpuan. Gaya F dapat menimbulkan masa (m) dari diam menjadi bergerak hingga memiliki percepatan sebesar a (m/s^2), atau dapat dituliskan :

$$F = m \text{ (Kg) } \cdot a \text{ (m/s}^2\text{)} = \text{Kg} \cdot \text{m/s}^2 = \text{Newton (N)}$$

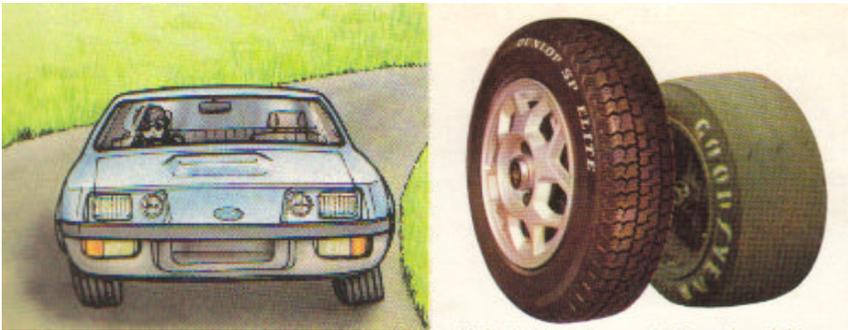
Bila gaya F dihilangkan benda (m) akan mengalami perlambatan hingga setelah waktu t detik benda akan berhenti (kecepatan $v=0$). Hal ini karena benda melewati permukaan kasar yang memiliki gaya gesek (f) yang arahnya selalu berlawanan dengan arah gerak benda. Besarnya f tergantung pada harga koefisien

geseknya (μ). Semakin kasar permukaan benda maka koefisien geseknya (μ) akan semakin besar. Bila gaya gesek lebih besar dari gaya tarik (F), maka benda akan berhenti ($v = 0$). Gaya gesek (f) berbanding lurus dengan gaya normal (N) benda atau dapat dituliskan :

$$f = \mu \cdot N \text{ Newton}$$

dimana: N = gaya normal yang selalu tegak lurus permukaan benda (Newton)
 μ = koefisien gesek permukaan benda (tanpa satuan)

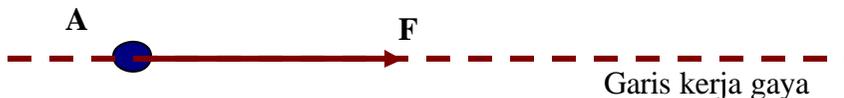
Aplikasi dari gaya gesek dapat diilustrasikan pada contoh: roda yang masih baru akan memiliki cengkraman yang kuat dibanding dengan roda yang aus/halus. Pengereman di permukaan aspal lebih baik bila dibandingkan dengan di permukaan lantai keramik, karena μ aspal lebih besar dari μ permukaan keramik.



Gambar 2. Gaya gesek pada roda mobil

a. Menentukan besarnya gaya

Besarnya gaya dapat ditentukan oleh skala tertentu, misalnya 1 cm mewakili 1 Newton atau kelipatannya. Satuan gaya ditentukan oleh sistem satuan SI (standar internasional) yang dinyatakan dengan Newton (N). Garis lukisan gaya itu dapat diperpanjang sesuai besarnya gaya F . Titik tangkap gaya (A) dapat dipindahkan sepanjang lintasannya, asalkan besar dan panjangnya tetap sama sesuai dengan gaya F .

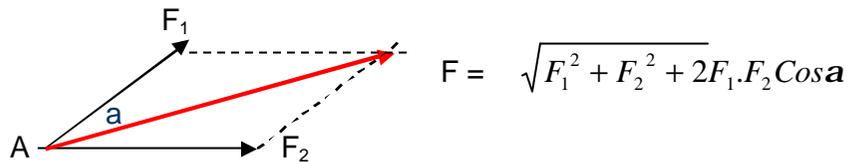


Gambar 3. Titik tangkap gaya (A) pada garis kerja gaya

Besarnya gaya F dapat ditentukan oleh panjang lintasan AB (x), letak titik tangkap A dapat dipindahkan selama masih berada pada garis kerja gayanya.

b. Menyusun dua buah gaya

Arah gerak dan besar gaya pada benda A dipengaruhi oleh dua komponen gaya masing-masing gaya F_1 dan F_2 . Pengaruh gaya F_1 dan F_2 terhadap benda/titik A dapat diwakili oleh Resultane gaya (F) yang besarnya dapat ditentukan sebagai berikut:



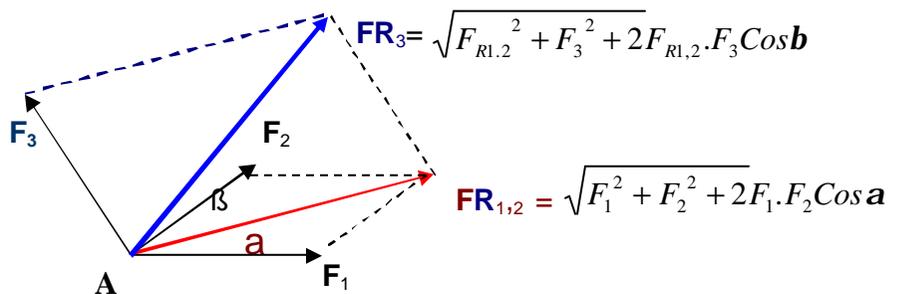
Gambar 4. Menyusun dua buah gaya menjadi gaya Resultan (F)

Bila sudut a dibagi dalam a_1 dan a_2 , maka dapat dituliskan persamaan :

$$\frac{F_1}{\sin a_1} = \frac{F_2}{\sin a_2} = \frac{F}{\sin a}$$

c. Menyusun lebih dari dua gaya

Benda A dikenai tiga buah gaya F_1 , F_2 dan F_3 , maka resultan gayanya dapat dijabarkan sebagai berikut:

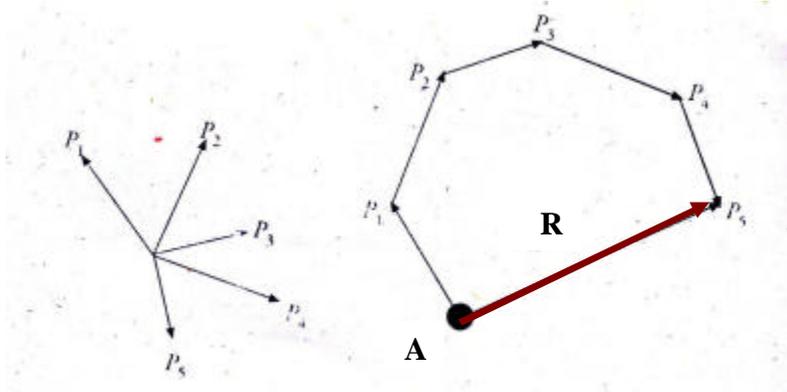


Gambar 5. Menyusun gaya lebih dari dua buah secara grafis

Penyelesaian di atas disebut dengan penyelesaian secara grafis, namun ada juga penyelesaian secara Poligon (segi banyak) dan secara analitis, yaitu setiap gaya diuraikan kedalam sumbu x dan y.

d. Menyusun gaya dengan metode poligon

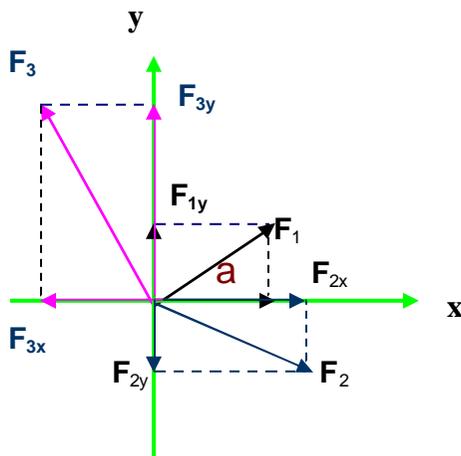
Metode ini dengan cara memindahkan gaya P_2 ke ujung P_1 , P_3 ke ujung P_2 , P_4 ke ujung P_3 dan seterusnya secara berantai. Pemindahan gaya-gaya tersebut besar dan arahnya harus sama. Pemindahan dilakukan berurutan dan dapat berputar ke kanan atau ke kiri. Resultan gaya diperoleh dengan menarik garis dari titik A sampai ke ujung gaya yang terakhir, dan arahnya adalah dari A menuju titik ujung gaya terakhir itu.



Gambar 6. Menyusun lebih dari dua buah gaya secara poligon

e. Menyusun gaya secara Analitis.

Untuk mencari resultan gaya juga dapat dilakukan dengan cara analitis, baik untuk menentukan besarnya, kedudukan titik tangkapnya, maupun arahnya melalui sumbu x dan y, yaitu sebagai berikut.

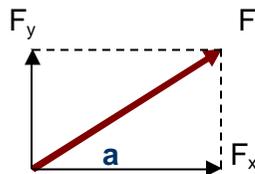


Gambar 7. Menyusun gaya lebih dari dua buah secara Analitis

f. Menguraikan Gaya

Menguraikan gaya dapat dilakukan dengan menguraikan pada arah vertikal dan horizontal yang saling tegak lurus, atau masing-masing komponen sebagai sisi-sisi dari jajaran genjang dengan

sudut lancip tertentu yang mudah dihitung. Pada gambar dibawah ini diberikan contoh sebuah gaya F yang diuraikan menjadi F_1 dan F_2 yang membentuk sudut lancip a . Jika dua buah gaya dapat digantikan dengan sebuah gaya pengganti atau resultan, maka sebaliknya, sebuah gaya dapat diuraikan menjadi dua buah gaya yang masing-masing disebut dengan komponen gaya menurut garis kerja yang sudah ditentukan.



$$F_x = F \cos a \quad (F_1 \text{ mengapit sudut } F)$$

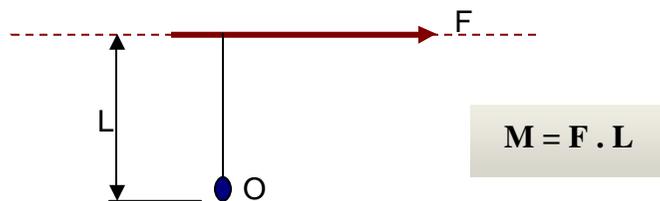
$$F_y = F \sin a \quad (F_2 \text{ di depan sudut } F)$$

Gambar 8. Menguraikan gaya (proyeksi) ke sumbu X dan Y

1.1.2 Momen Gaya Dan Kopel

a. Momen Gaya

Momen gaya F terhadap titik pusat O adalah hasil kali antara besarnya gaya F dengan jarak garis gaya, ke titik pusat O. Besarnya momen tergantung dari besarnya gaya F dan jarak garis gaya terhadap titik putarnya (L). Dalam bidang teknik mesin momen sering terjadi pada saat mengencangkan mur atau baut, penggungtingan pelat, sistem pegas, dan sebagainya.

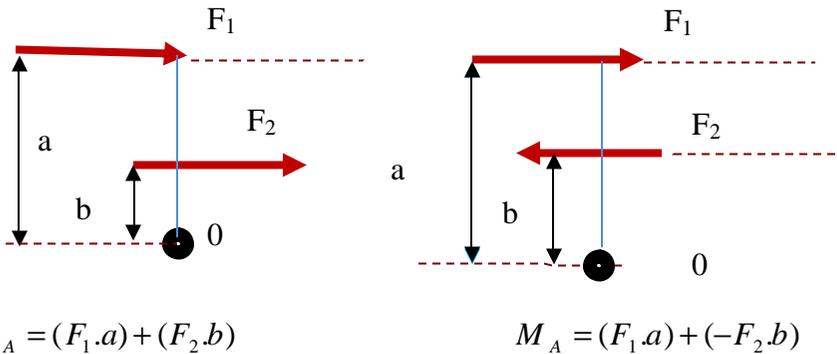


Gambar 9. Jarak (L) garis gaya (F) terhadap titik perputaran (o)

Dimana F = gaya
 L = jarak gaya terhadap titik pusat
 M = Momen gaya

Dalam satuan SI (standar international), momen memiliki satuan Newton meter (N.m). Suatu momen adalah positif (+) jika momen itu berputar searah jarum jam, dan bernilai negatif (-) jika berputar berlawanan arah putaran jarum jam. Jika terdapat beberapa

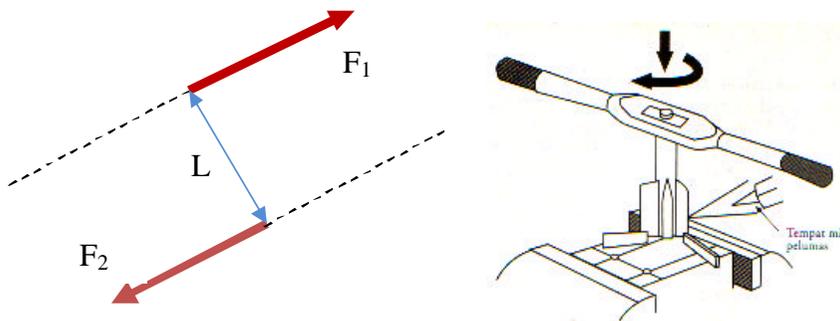
gaya yang tidak satu garis kerja seperti gambar di bawah maka momen gayanya adalah jumlah dari momen gaya-momen gaya itu terhadap titik tersebut.



Gambar 10. Menyusun lebih dari dua buah gaya secara poligon

b. Kopel

Sebuah kopel terjadi jika dua gaya dengan ukuran yang sama dan garis kerjanya sejajar tetapi arahnya berlawanan, yang keduanya cenderung menimbulkan perputaran. (lihat gambar di bawah ini)



Gambar 11. Dua gaya sama sejajar berlawanan arah dan berjarak L

Dua gaya tersebut mengakibatkan suatu putaran yang besarnya merupakan hasil kali gaya dengan jaraknya. Aplikasi dari kopel dapat dirasakan ketika membuat mur atau baut, dimana tangan kita memberikan gaya putar pada kedua tuas snei dan tap yang sma besar namun berlawanan arah.

Contoh Soal / Latihan

1. Sebuah kopel ialah dalam kegiatan pembuatan ulir pada batang logam dengan menggunakan senai dan tap. Gaya kopel kedua tangan kopel 50 N kita memutar tangkai tap ke kanan. Hitunglah momen kopel yang terjadi bila panjang tangkai 20 cm

Jawab:

$$\begin{aligned} M &= F \cdot L \\ &= 50 \text{ N} \cdot 0,2 \text{ m} \\ &= 5 \text{ N.m} \end{aligned}$$

Jadi, momen kopel yang terjadi adalah 5 N.m

2. Dua buah gaya dengan satu garis kerja dan arahnya sama, masing-masing $F_1 = 30 \text{ N}$ dan $F_2 = 50 \text{ N}$. Resultan dari dua buah gaya ini adalah jumlah kedua gaya tersebut dan arahnya sama, sedangkan titik tangkapnya terletak pada garis kerja gaya-gaya tersebut. Keduanya bekerja pada satu garis kerja dan mempunyai arah yang sama. Tentukan besarnya resultan gaya tersebut!

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{Besarnya resultan adalah } R &= F_1 + F_2 \\ &= 30 \text{ N} + 50 \text{ N} \\ &= 80 \text{ N} \end{aligned}$$

Tes Formatif

1. Dua buah gaya dengan satu garis kerja dan arahnya berlawanan masing-masing $F_1 = 80 \text{ N}$ dan $F_2 = 40 \text{ N}$. Cari Resultan kedua gaya tersebut!

Jawab:

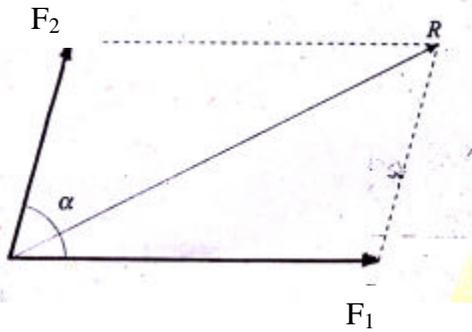
Keduanya bekerja pada satu garis lurus dan arahnya berlawanan.

$$\begin{aligned} \text{Jadi Besarnya resultan adalah } R &= F_1 - F_2 \\ &= 80 \text{ N} - 40 \text{ N} \\ &= 20 \text{ N (arahnya mengikuti gaya } F_1) \end{aligned}$$

2. Dua buah gaya yang saling tegak lurus sesamanya. Gaya F_1 tegak lurus dengan gaya F_2 , maka $R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$ dan arahnya

$$\text{membentuk sudut } \tan \alpha = \frac{F_1}{F_2}$$

Bila dua buah gaya yang bekerja pada satu titik tangkap, arahnya berbeda dan membentuk sudut α . Arah dan besarnya resultan merupakan diagonal jajaran genjang dengan sisi-sisi kedua gaya tersebut.



Gambar 12. Gaya F_1 dan F_2 yang membentuk sudut α

Besarnya resultan adalah $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cos \alpha}$

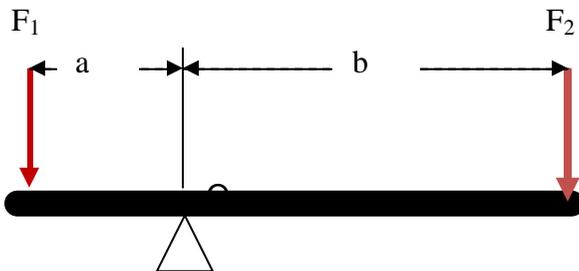
Bila sudut yang dibentuk antara dua gaya 30° , berapa Resultantnya?

1.1.3 Kestimbangan

a. Pengertian kestimbangan

Syarat kestimbangan adalah jumlah momen-momen gaya terhadap titik kestimbangan (o) sama dengan nol.

$$? M_o = 0$$



Gambar 13. Dua gaya pada batang membentuk kestimbangan

Momen gaya F_1 terhadap O , $M_1 = -F_1 \cdot a$ (searah Jarum Jam), momen gaya F_2 terhadap O , $M_2 = +F_2 \cdot b$ (berlawanan arah Jarum Jam)

Persamaan kestimbangannya:

$$? M_o = 0$$

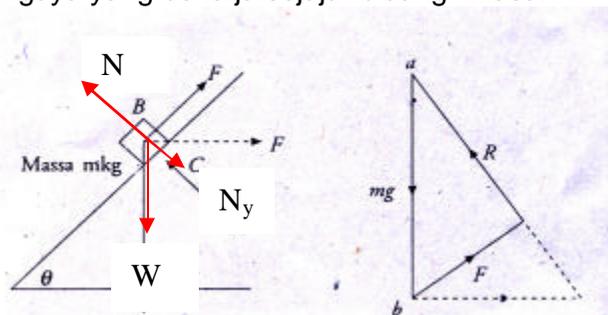
$$F_2 \cdot b - F_1 \cdot a = 0$$

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot a}{F_2}$$

Satuan momen: Nm atau kg.m, kg.cm, ton.m. Aplikasi perhitungan momen biasanya dipergunakan dalam perhitungan pada alat angkat sederhana, seperti pengungkit, tuas atau linggis.

b. Kestimbangan Pada Benda Miring

Benda pada bidang miring dalam kondisi diam atau bergerak memiliki gaya-gaya yang mempengaruhinya, antara lain gaya berat, gaya gesek (f), gaya luar dan gaya normal (N). Gaya berat (W) terletak pada titik pusat benda dan arahnya selalu menuju pusat bumi, gaya gesek (f) arahnya selalu berlawanan dengan arah gerak benda, gaya luar dapat berupa F yang besar dan arahnya tergantung pada sumbernya. Gaya normal (N) merupakan reaksi tumpuan terhadap benda, arahnya tegak lurus dengan permukaan bidang. Nilai F tergantung pada arah benda yang bekerja. Gambar di bawah ini menunjukkan gaya yang bekerja sejajar bidang lintasan.



Gambar 14. Kestimbangan benda pada bidang miring

Diagram vektor berbentuk segitiga siku di mana : $\frac{F}{mg} = \sin \theta$

Jika gesekan diabaikan, agar tetap setimbang maka gaya F sebesar:

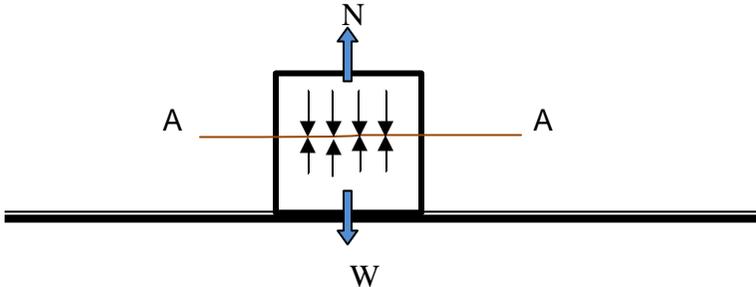
$$F = W \sin \theta \text{ dan} \\ N = W \cos \theta$$

1.2. Tegangan

1.2.1 Pengertian Tegangan

Hukum Newton pertama tentang aksi dan reaksi, bila sebuah balok terletak di atas lantai, balok akan memberikan aksi pada lantai, demikian pula sebaliknya lantai akan memberikan reaksi yang sama, sehingga benda dalam keadaan setimbang. Gaya aksi sepusat (F) dan gaya reaksi (F") dari bawah akan bekerja pada setiap penampang balok tersebut. Jika kita ambil penampang A-A dari balok, gaya sepusat (F) yang arahnya ke bawah, dan di bawah penampang bekerja gaya reaksinya (F") yang arahnya ke atas.

Pada bidang penampang tersebut, molekul-molekul di atas dan di bawah bidang penampang A-A saling tekan menekan, maka setiap satuan luas penampang menerima beban sebesar: F/A .



Gambar 15. Tegangan yang timbul pada penampang A-A

Beban yang diterima oleh molekul-molekul benda setiap satuan luas penampang disebut tegangan. Tegangan biasanya dinyatakan dengan huruf Yunani s (thau).

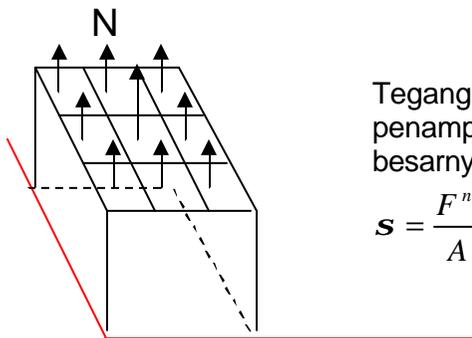
$$s = \frac{F}{A}$$

1.2.2 Macam-macam Tegangan

Tegangan timbul akibat adanya tekanan, tarikan, bengkokan, dan reaksi. Pada pembebanan tarik terjadi tegangan tarik, pada pembebanan tekan terjadi tegangan tekan, begitu pula pada pembebanan yang lain.

a. Tegangan Normal

Tegangan normal terjadi akibat adanya reaksi yang diberikan pada benda. Jika gaya dalam diukur dalam N, sedangkan luas penampang dalam m^2 , maka satuan tegangan adalah $\frac{N}{m^2}$ atau $\frac{dyne}{cm^2}$.



Tegangan normal bila luas penampang = $A \text{ m}^2$ dan besarnya gaya $F_n = \text{kg.f}$

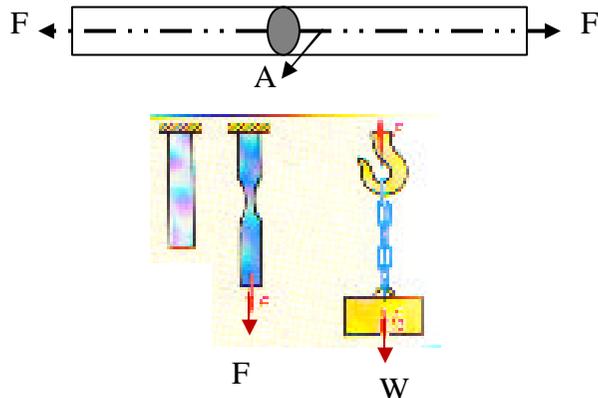
$$s = \frac{F^n}{A} = \frac{\text{kg.f}}{m^2}$$

Gambar 16. Tegangan Normal

Sedangkan tegangan trangsensialnya: $t = \frac{F_q}{A} = \frac{kg \cdot f}{m^2}$

b. Tegangan Tarik

Tegangan tarik pada umumnya terjadi pada rantai, tali, paku keling, dan lain-lain. Rantai yang diberi beban W akan mengalami tegangan tarik yang besarnya tergantung pada beratnya.



Gambar 17. Tegangan tarik pada batang penampang luas A
 Persamaan tegangan tarik dapat dituliskan:

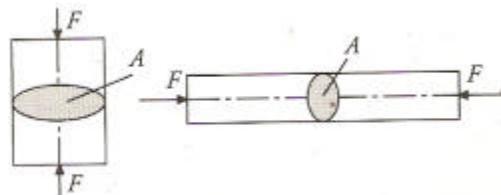
$$s_t = \frac{F}{A} = \frac{F_a}{A}$$

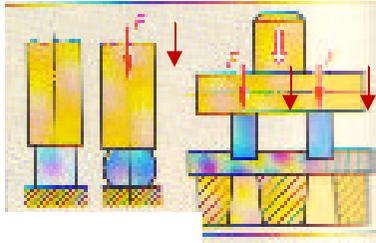
Dimana : F = gaya tarik, dan A = luas penampang

c. Tegangan Tekan

Tegangan tekan terjadi bila suatu batang diberi gaya F yang saling berlawanan dan terletak dalam satu garis gaya. Misalnya, terjadi pada tiang bangunan yang belum mengalami tekukan, porok sepeda, dan batang torak. Tegangan tekan dapat ditulis:

$$s_D = \frac{F_a}{A} = \frac{F}{A}$$

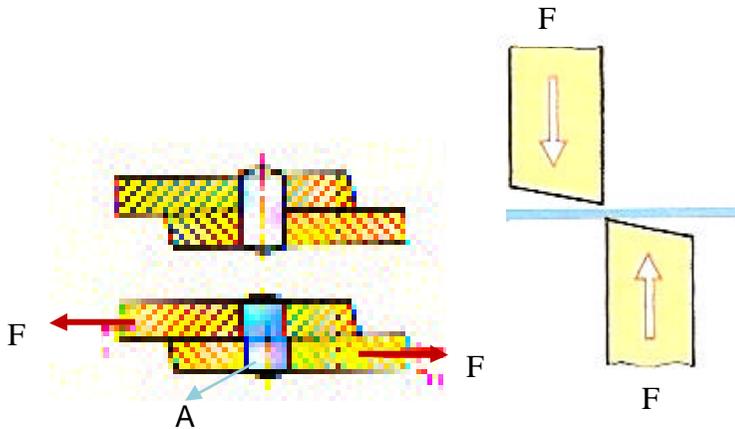




Gambar 18. Tegangan tekan

d. Tegangan Geser

Tegangan geser terjadi jika suatu benda bekerja dengan dua gaya yang berlawanan arah, tegak lurus sumbu batang, tidak segaris gaya namun pada penampangnya tidak terjadi momen. Tegangan ini banyak terjadi pada konstruksi. Misalnya: sambungan keling, gunting, dan sambungan baut.



Gambar 19. Tegangan Geser

Pada gambar di atas, dua gaya F sama besar berlawanan arah. Gaya F bekerja merata pada penampang A. Pada material akan timbul tegangan gesernya, sebesar:

$$t_g = \frac{\text{gayadalam}}{\text{luaspenampang}} \qquad t_g = \frac{F}{A} (N / m^2)$$

Untuk konstruksi pada paku keling, maka $F_{\text{maksimum}} = \frac{p}{4} \cdot D^2$

Tegangan geser terjadi karena adanya gaya radial F yang bekerja pada penampang normal dengan jarak yang relatif kecil, maka pelengkungan benda diabaikan. Untuk hal ini tegangan yang terjadi adalah

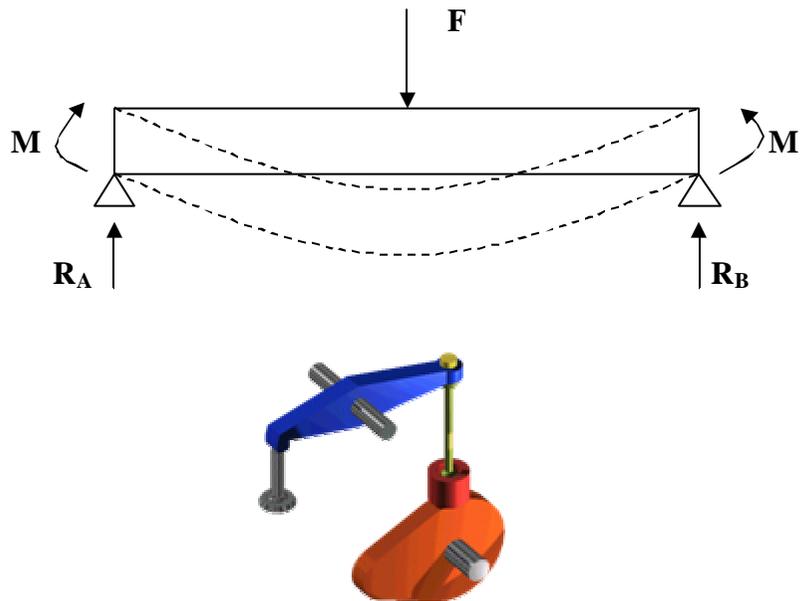
$$t_g = \frac{F}{\frac{\pi}{4} \cdot D^2}$$

Apabila pada konstruksi mempunyai n buah paku keling, maka sesuai dengan persamaan dibawah ini tegangan gesernya adalah

$$t_g = \frac{F}{n \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2}, \quad \text{Dimana } D = \text{diameter paku keling}$$

e. Tegangan Lengkung

Misalnya, pada poros-poros mesin dan poros roda yang dalam keadaan ditumpu. Jadi, merupakan tegangan tangensial.



Gambar 20. Tegangan lengkung pada batang rocker arm

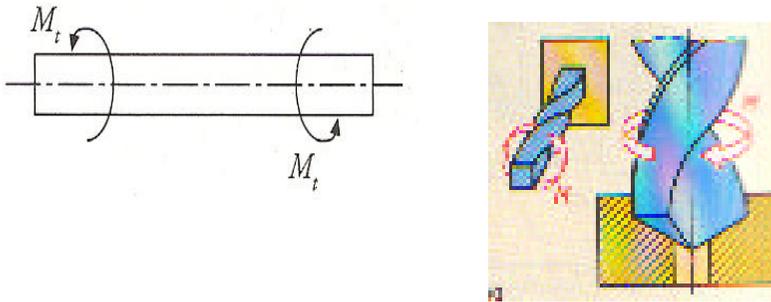
$$F = R_A + R_B \quad \text{dan} \quad t_b = \frac{M_b}{W_b}$$

M_b = momen lengkung

W_b = momen tahanan lengkung

f. Tegangan Puntir

Tegagan puntir sering terjadi pada poros roda gigi dan batang-batang torsi pada mobil, juga saat melakukan pengeboran. Jadi, merupakan tegangan tangensial.



Gambar 21. Tegangan puntir

Benda yang mengalami beban puntir akan menimbulkan tegangan

puntir sebesar: $t_t = \frac{M_t}{W_p}$

M_t = momen puntir (torsion)

W_p = momen tahanan polar (pada puntir)

Contoh soal:

1. Sebuah batang dengan diameter 8 cm mendapat beban tarik sebesar 10 ton. Berapakah besarnya tegangan tarik yang timbul?

Jawab:

$$D = 8 \text{ cm}, P = 10 \text{ ton} = 8000 \text{ kg}$$

$$\text{Luas penampang } F = \frac{P}{4} \cdot D^2 = \frac{P}{4} \cdot 8^2 = 16P \text{ cm}^2$$

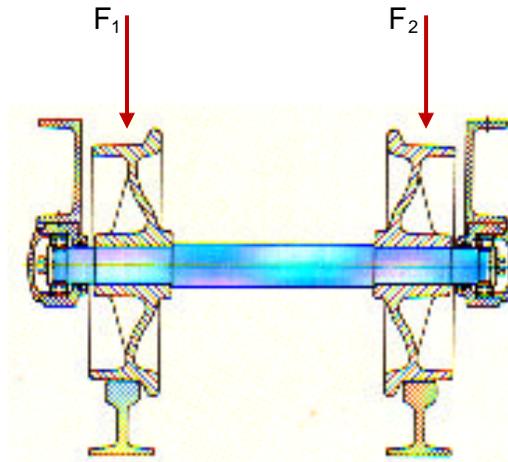
Tegangan tarik yang timbulkan:

$$t_t = \frac{F}{A} = \frac{8000}{16P} = 159,2 \text{ kg/cm}^2$$

2. Mengenal Komponen/elemen mesin

2.1 Poros

Poros dalam sebuah mesin berfungsi untuk meneruskan tenaga melalui putaran mesin. Setiap elemen mesin yang berputar, seperti cakra tali, puli sabuk mesin, piringan kabel, tromol kabel, roda jalan, dan roda gigi, dipasang berputar terhadap poros dukung yang tetap atau dipasang tetap pada poros dukung yang berputar. Contoh sebuah poros dukung yang berputar, yaitu poros roda kereta api, As gardan, dan lain-lain.



Gambar 22. Kontruksi poros kereta api

Untuk merencanakan sebuah poros, maka perlu diperhitungkan gaya yang bekerja pada poros di atas antara lain: Gaya dalam akibat beratnya (W) yang selalu berpusat pada titik gravitasinya. Gaya (F) merupakan gaya luar arahnya dapat sejajar dengan permukaan benda ataupun membentuk sudut α dengan permukaan benda. Gaya F dapat menimbulkan tegangan pada poros, karena tegangan dapat timbul pada benda yang mengalami gaya-gaya. Gaya yang timbul pada benda dapat berasal dari gaya dalam akibat berat benda sendiri atau gaya luar yang mengenai benda tersebut. Baik gaya dalam maupun gaya luar akan menimbulkan berbagai macam tegangan pada kontruksi tersebut antara lain:

2.1.1 Macam-Macam Poros

Poros sebagai penerus daya diklasifikasikan menurut pembebanannya sebagai berikut.

a. Gandar

Gandar merupakan poros yang tidak mendapatkan beban puntir, fungsinya hanya sebagai penahan beban, biasanya tidak berputar. Contohnya seperti yang dipasang pada roda-roda kereta barang, atau pada as truk bagian depan.

b. Spindle

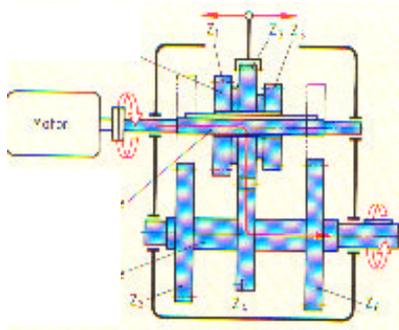
Poros transmisi yang relatif pendek, seperti poros utama mesin perkakas, di mana beban utamanya berupa puntiran, disebut spindle. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya harus kecil, dan bentuk serta ukurannya harus teliti.



Gambar 23. Kontruksi poros kereta api

c. Poros Transmisi

Poros transmisi berfungsi untuk memindahkan tenaga mekanik salah satu elemen mesin ke elemen mesin yang lain. Poros transmisi mendapat beban puntir murni atau puntir dan lentur yang akan meneruskan daya ke poros melalui kopling, roda gigi, puli sabuk atau sproket rantau, dan lain-lain.

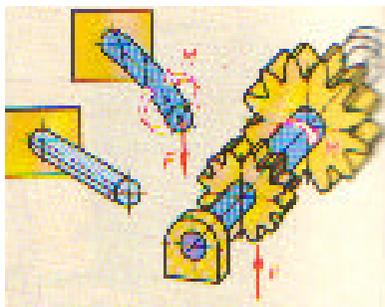


Gambar 24. Kontruksi poros transmisi

2.1.2 Beban pada Poros

a. Poros dengan Beban Puntir

Daya dan perputaran, momen puntir yang akan dipindahkan oleh poros dapat ditentukan dengan mengetahui garis tengah pada poros.



Gambar 25. Poros transmisi dengan beban puntir

Apabila gaya keliling F pada gambar sepanjang lingkaran dengan jari-jari r menempuh jarak melalui sudut titik tengah a (dalam radial), maka jarak ini adalah $r \cdot a$, dan kerja yang dilakukan adalah $F \cdot r \cdot a$. Gaya F yang bekerja pada keliling roda gigi dengan jari-jari r dan gaya reaksi pada poros sebesar F merupakan suatu kopel yang momennya $M_w = F \cdot r$. Momen ini merupakan momen puntir yang bekerja dalam poros.

$$W = F \cdot r \cdot a = M_w \cdot a$$

Bila jarak ini ditempuh dalam waktu t , maka daya,

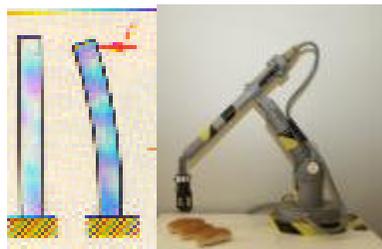
$$P = \frac{W}{t} = M_w \cdot \frac{a}{t} = M_w \cdot \omega$$

di mana ω ialah kecepatan sudut poros. Jadi, momen puntirnya:

$$M_w = \frac{P}{\omega}$$

a. Poros dengan Beban Lentur Murni

Poros dengan beban lentur murni biasanya terjadi pada gandar dari kereta tambang dan lengan robot yang tidak dibebani dengan puntiran, melainkan diasumsikan mendapat pembebanan lentur saja. Meskipun pada kenyataannya gandar ini tidak hanya mendapat beban statis, tetapi juga mendapat beban dinamis.



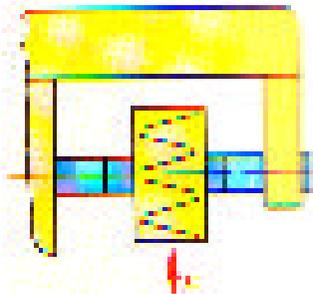
Gambar 26. Beban lentur murni pada lengan robot

Jika momen lentur M_1 , di mana beban pada suatu gandar diperoleh dari $\frac{1}{2}$ berat kendaraan dengan muatan maksimum dikurangi berat gandar dan roda, tegangan lentur yang diijinkan adalah s_a , maka diameter dari poros adalah

$$d_s = \left[\frac{10,2}{s_a} \cdot M^1 \right]^{\frac{1}{3}}$$

b. Poros dengan Beban Puntir dan Lentur

Poros dengan beban puntir dan lentur dapat terjadi pada puli atau roda gigi pada mesin untuk meneruskan daya melalui sabuk, atau rantai. Dengan demikian poros tersebut mendapat beban puntir dan lentur akibat adanya beban. Beban yang bekerja pada poros pada umumnya adalah beban berulang. Jika poros tersebut mempunyai roda gigi untuk meneruskan daya besar, maka kejutan berat akan terjadi pada saat mulai atau sedang berputar. Selain itu beban puntir dan lentur juga terjadi pada lengan arbor mesin frais, terutama pada saat pemakanan.



Gambar 27. Beban puntir dan lentur pada arbor saat pemakanan

Agar mampu menahan beban puntir dan lentur, maka bahan poros harus bersifat liat dan ulet agar mampu menahan tegangan geser maksimum sebesar:

$$t_{\max} = \frac{\sqrt{s^2 + 4t^2}}{2}$$

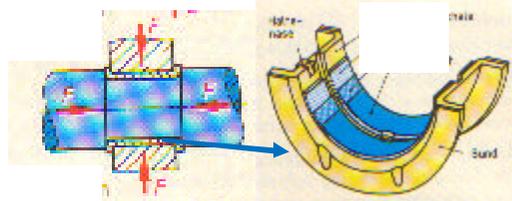
Pada poros yang pejal dengan penampang bulat, $s = \frac{32M}{pd_s^3}$ dan

$$t = \frac{16T}{pd_s^3}, \text{ sehingga } t_{\max} = \left(\frac{5,1}{d_s^3} \right) \sqrt{M^2 + T^2}$$

b. Jenis-Jenis Bantalan

Bantalan diperlukan untuk menumpu poros berbeban, agar dapat berputar atau bergerak bolak-balik secara kontinyu serta tidak berisik akibat adanya gesekan. Posisi bantalan harus kuat, hal ini agar elemen mesin dan poros dapat bekerja dengan baik.

- Bantalan poros dapat dibedakan menjadi dua, antara lain:
1. Bantalan luncur, di mana terjadi gerakan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan lapisan pelumas.

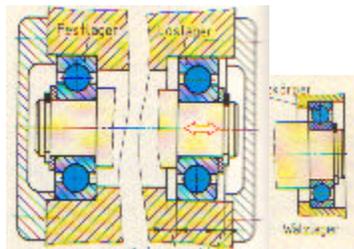


Gambar 28. Bantalan luncur dilengkapi alur pelumas

2. Bantalan gelinding, di mana terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti rol atau rol jarum.

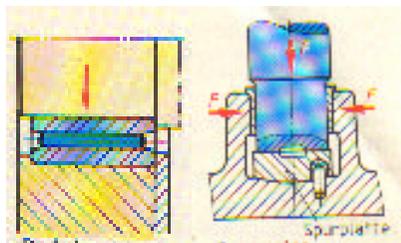
Berdasarkan arah beban terhadap poros, maka bantalan dibedakan menjadi tiga hal berikut.

1. Bantalan radial, di mana arah beban yang ditumpu bantalan tegak lurus sumbu poros.



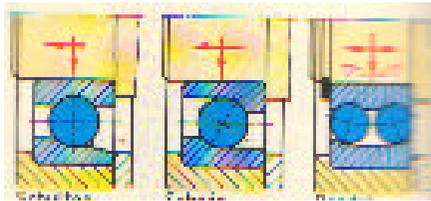
Gambar 29. Bantalan radial

2. Bantalan aksial, di mana arah beban bantalan ini sejajar dengan sumbu poros.



Gambar 30. Bantalan aksial

3. Bantalan gelinding khusus, di mana bantalan ini menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.



Gambar 31. Bantalan gelinding khusus

3. Mengetahui Material dan Mineral

Material dapat berupa bahan logam dan non logam. Bahan logam ini terdiri dari logam *ferro* dan *nonferro*. Bahan logam *ferro* diantaranya besi, baja, dan besi cor, sedangkan logam *nonferro* (bukan besi) antara lain emas, perak, dan timah putih. Bahan non logam dapat dibagi menjadi bahan organik (bahan yang berasal dari alam) dan bahan anorganik.

Selain pengelompokan di atas, material juga dapat dikelompokkan berdasarkan unsur-unsur kimia, yaitu unsur logam, nonlogam dan metalloid. Dengan mengetahui unsur-unsur kimia ini, kita dapat menghasilkan logam yang kuat dan keras sesuai kebutuhan.

3.1 Berbagai Macam Sifat Logam

Logam mempunyai beberapa sifat antara lain: sifat mekanis, sifat fisika, sifat kimia dan sifat pengerjaan.

Sifat mekanis adalah kemampuan suatu logam untuk menahan beban yang diberikan pada logam tersebut. Pembebanan yang diberikan dapat berupa pembebanan statis (besar dan arahnya tetap), ataupun pembebanan dinamis (besar dan arahnya berubah). Yang termasuk sifat mekanis pada logam, antara lain: kekuatan bahan (*strength*), kekerasan elastisitas, kekakuan, plastisitas, kelelahan bahan, sifat fisika, sifat kimia, dan sifat pengerjaan.

Kekuatan (*Strength*) adalah kemampuan material untuk menahan tegangan tanpa kerusakan. Beberapa material seperti baja struktur, besi tempa, aluminium, dan tembaga mempunyai kekuatan tarik dan tekan yang hampir sama. Sementara itu, kekuatan gesernya kira-kira dua pertiga kekuatan tariknya. Ukuran kekuatan bahan adalah tegangan maksimumnya, atau gaya terbesar persatuan luas yang dapat ditahan bahan tanpa patah. Untuk mengetahui kekuatan suatu material dapat dilakukan dengan pengujian tarik, tekan, atau geser.

Kekerasan (*Hardness*) adalah ketahanan suatu bahan untuk menahan pembebanan yang dapat berupa goresan atau penekanan.

Kekerasan merupakan kemampuan suatu material untuk menahan takik atau kikisan. Untuk mengetahui kekerasan suatu material digunakan uji Brinell.

Kekakuan adalah ukuran kemampuan suatu bahan untuk menahan perubahan bentuk atau deformasi setelah diberi beban.

Kelelahan bahan adalah kemampuan suatu bahan untuk menerima beban yang berganti-ganti dengan tegangan maksimum diberikan pada setiap pembebanan.

Elastisitas adalah kemampuan suatu bahan untuk kembali ke bentuk semula setelah menerima beban yang mengakibatkan perubahan bentuk. Elastisitas merupakan kemampuan suatu material untuk kembali ke ukuran semula setelah gaya dari luar dilepas. Elastisitas ini penting pada semua struktur yang mengalami beban yang berubah-ubah terlebih pada alat-alat dan mesin-mesin presisi.

Plastisitas adalah kemampuan suatu bahan padat untuk mengalami perubahan bentuk tetap tanpa ada kerusakan.

Sifat fisika adalah karakteristik suatu bahan ketika mengalami peristiwa fisika seperti adanya pengaruh panas atau listrik. Yang termasuk sifat-sifat fisika adalah sebagai berikut: Titik lebur, Kepadatan, Daya hantar panas, dan daya hantar listrik

Sifat kimia adalah kemampuan suatu logam dalam mengalami peristiwa korosi. Korosi adalah terjadinya reaksi kimia antara suatu bahan dengan lingkungannya. Secara garis besar ada dua macam korosi, yaitu korosi karena efek galvanis dan reaksi kimia langsung.

Sifat pengerjaan adalah suatu sifat yang timbul setelah diadakannya proses pengolahan tertentu. Sifat pengerjaan ini harus diketahui terlebih dahulu sebelum pengolahan logam dilakukan. Ada dua macam pengerjaan yang biasa dilakukan yaitu sebagai berikut :

3.2 Mineral

Mineral merupakan suatu bahan yang banyak terdapat di dalam bumi, yang mempunyai bentuk dan ciri-ciri khusus serta mempunyai susunan kimia yang tetap. Mineral memiliki ciri-ciri khas antara lain:

- a. Warna, mineral mempunyai warna tertentu, misalnya malakit berwarna hijau, lazurit berwarna biru, dan ada pula mineral yang memiliki bermacam-macam warna misalnya kuarsa.
- b. Cerat, merupakan warna yang timbul bila mineral tersebut digoreskan pada porselen yang tidak dilicinkan.
- c. Kilatan merupakan sinar suatu mineral apabila memantulkan cahaya yang dikenakan kepadanya. Misalnya emas, timah, dan tembaga yang mempunyai kilat logam.

Kristal atau belahan merupakan mineral yang mempunyai bidang datar halus. Misalnya, seng, bentuk kristalnya dapat dipecah-pecah menjadi beberapa kubus dan patahannya akan terlihat dengan jelas. Setiap mineral memiliki bentuk kristal

yang berbeda-beda. Contohnya bentuk kubus pada galmer (bilih seng), bentuk heksagonal (enam bidang) pada kuarsa. dan lain-lain.

- d. Berat jenis, mineral mempunyai berat jenis antara 2 – 4 ton/m². Berat jenis ini akan berubah setelah diolah menjadi bahan.

3.3 Berbagai Jenis Sumber Daya Mineral

a. Unsur-Unsur Logam

Unsur-unsur logam dibagi lagi dalam dua kelompok menurut banyaknya, yaitu yang berlimpah di kerak bumi seperti besi, aluminium, mangan, dan titanium, dan yang sedikit terdapat di alam seperti tembaga, timah hitam.

b. Unsur-Unsur Nonlogam

Unsur-unsur nonlogam (*nonmetallic*) dapat dibagi menjadi empat kelompok berdasarkan kegunaannya, antara lain :

- Natrium klorida, kalsium fosfat, dan belerang merupakan bahan-bahan utama industri-industri kimia dan pupuk buatan.
- Pasir, batu kerikil, batu hancur, gips, dan semen terutama dipakai sebagai bahan-bahan bangunan dan konstruksi lainnya.
- Bahan bakar fosil, yaitu yang berasal dari sisa-sisa tanaman dan binatang seperti batubara, minyak bumi, dan gas alam. Persediaan energi kita sekarang sangat bergantung pada bahan-bahan ini.
- Air merupakan sumber mineral terpenting dari semuanya yang terdapat melimpah di permukaan bumi. Tanpa air tidak mungkin kita dapat menanam dan menghasilkan bahan makanan.

3.4 Pemurnian Mineral

Mineral pada awalnya ditemukan di alam masih bercampur dengan mineral lain sehingga perlu dilakukan proses pemurnian untuk mendapatkan satu bentuk mineral. Pemurnian mineral adalah proses memisahkan satu bentuk mineral dari mineral-mineral lainnya melalui satu proses dan cara tertentu.

3.4.1 Proses Pemurnian Bijih Besi

Melebur dan mengoksidasi besi adalah proses kimia yang sederhana. Selama proses itu, karbon dalam bentuk kokas dan oksida besi bereaksi pada suhu tinggi, membentuk metalik iron (besi yang bersifat logam) dan gas karbon dioksida. Karena bijih besi jarang ada yang murni, batu kapur (CaCO₃) harus juga ditambahkan sebagai imbuhan (flux) agar bercampur dengan kotoran-kotoran dan mengeluarkannya sebagai slag (terak).



Gambar 32. Dapur pengolahan bijih besi menjadi besi

Sejak abad ke-14 besi mulai diproduksi dalam jumlah besar dan dasar-dasar eksploitasi industri besi secara modern sudah dimulai. Setelah itu diperoleh berbagai penemuan dalam produksi besi, antara lain: (a) metode untuk memproduksi baja yang berkualitas tinggi dari besi kasar, (b) prosedur-prosedur tanur yang lebih efisien, termasuk juga pemakaian kokas yang dibuat dari batu bara sebagai pengganti arang kayu, akibat semakin berkurangnya persediaan kayu. (c) metode-metode untuk mereduksi bijih besi. (d) metode-metode untuk memanfaatkan bijih-bijih besi yang mengandung kotoran-kotoran perusak seperti fosfor dan belerang. dan (d) metode-metode untuk memproses bijih besi berkadar rendah.

3.4.2 Proses pemurnian aluminium

Proses pemurnian aluminium dengan cara memanaskan aluminium hidroksida sampai lebih kurang 1300°C (diendapkan), akan didapatkan alumina. Karena titik lelehnya tinggi, alumina dilarutkan ke dalam cairan klorit (garam Na_3AlF_6) yang berfungsi sebagai elektrolit sehingga titik lelehnya menjadi rendah (1000°C). Lima belas persen alumina (Al_2O_3) dapat diuraikan ke dalam kriolit, sedang proses elektrolisis di sini sebagai reduksi Al_2O_3 .

Bijih bauksit mula-mula dimurnikan terlebih dahulu dengan proses kimia dan aluminium oksida murni diuraikan dengan elektrolisis. Bauksit dimasukkan ke dalam kalsium soda, alumina di dalamnya membentuk natrium aluminat, bagian lain tidak bereaksi dan dapat dipisahkan.

3.4.3 Proses Pemurnian Tembaga

Proses Pemurnian Tembaga diawali dengan penggilingan bijih tembaga kemudian dicampur dengan batu kapur dan bahan fluks silika. Tepung bijih dipampatkan terlebih dahulu, sesudah itu dipanggang sehingga terbentuk campuran FeS , FeO , SiO_2 , dan CuS . Campuran ini disebut kalsin dan dilebur dengan batu kapur sebagai fluks dalam dapur reverberatory. Besi yang ada larut dalam terak dan tembaga, besi yang tersisa dituangkan ke dalam konventor. Udara dihembuskan ke dalam konventor selama 4 – 5 jam, kotoran-kotoran teroksidasi, dan besi membentuk terak yang dibuang pada selang waktu tertentu. Panas oksidasi yang dihasilkan cukup tinggi sehingga muatan tetap cair dan sulfida tembaga akhirnya berubah menjadi oksida tembaga dan sulfat. Bila aliran udara dihentikan, oksida bereaksi dengan sulfida membentuk tembaga blister dan dioksida belerang. Setelah itu, tembaga ini dilebur dan dicor menjadi slab, kemudian diolah lebih lanjut secara elektronik menjadi tembaga murni.

3.4.4 Proses Pemurnian Timah Putih (Sn)

Proses Pemurnian Timah Putih diawali dengan memisahkan Bijih timah dan pasir dengan mencuci lalu dikeringkan. Setelah itu, bijih itu dilebur di dalam dapur corong atau dapur nyala api dengan kokas dan dituang menjadi balok-balok kecil.

3.4.5 Proses Pemurnian Timbel/ Timah Hitam (Pb)

Bijih-bijih timbel harus dipanggang terlebih dahulu untuk menghilangkan sulfida-sulfida, sedang timbel dengan campurannya yang lain berubah menjadi oksida timah hitam (PbO) dan sebagian lagi menjadi timbel sulfat (PbSO_4). Dengan menambah kwarsa (SiO_2) pada sulfat di atas suhu yang tinggi akan mengubah timbel sulfat menjadi silikat. Campuran silikat timbel dengan oksida timbel yang dipijarkan pakai kokas kemudian dicampur dengan batu kapur, akan menghasilkan timbel.

3.4.6 Proses Pemurnian Seng (Zn)

Proses Pemurnian Seng diawali dengan memisahkan bijih seng kemudian dipanggang dalam dapur untuk mengeluarkan belerang dan asam arang. Setelah itu terjadilah oksida seng, karbonatnya terurai dan sulfidanya dioksidasi. Bijih seng didapat dari senyawa belerang diantaranya karbonat seng (ZnCO_3), silikat seng ($\text{ZnSiO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), dan sulfida seng (ZnS).

3.4.7 Proses Pemurnian Magnesium

Untuk memperoleh magnesium dilakukan dengan jalan elektrolisis, yaitu dengan cara memijarkan oksida magnesium bersama-sama dengan zat arang (karbon) atau silisium ferro sebagai bahan reduksi. Setelah itu magnesium dapat terpisahkan

3.4.8 Proses pemurnian Perak

Proses pemurnian Perak dilakukan dengan jalan elektrolisis bijih-bijih perak. Bijih perak yang mengandung belerang dipanggang dahulu kemudian dicairkan. Bijih yang mengandung timbel dihaluskan kemudian dicairkan dengan memasukkan zat asam yang banyak sampai timbel terbakar menjadi glit-timbel dan dikeluarkan sebagai terak. Setelah itu, hanya tertinggal peraknya saja.

3.4.9 Proses Pemurnian Platina

Proses Pemurnian Platina tergantung pada zat-zat yang terkandung dalam bijih-bijih logam. Bijih-bijih yang mengandung emas dikerjakan dalam air raksa, sedangkan platina tidak dapat melarut dalam air raksa. Berikutnya adalah dengan proses kimiawi (proses elektrolisis). Platina itu dapat dibersihkan sampai tercapai keadaan yang murni.

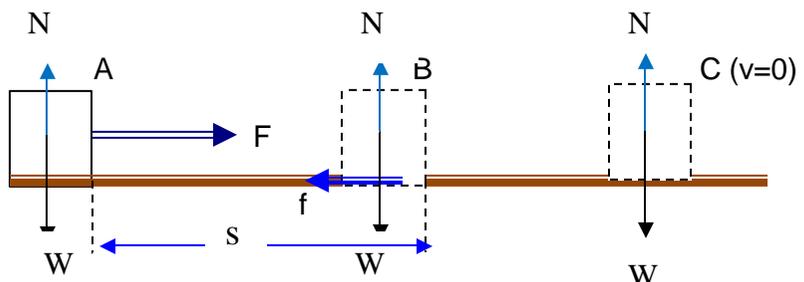
3.4.10 Proses Pemurnian Nikel (Ni)

Proses pemurnian Nikel diawali dengan pembakaran bijih nikel, kemudian dicairkan untuk proses reduksi dengan menggunakan arang dan bahan tambahan lain dalam sebuah dapur tinggi. Dari proses tersebut nikel yang didapat kurang lebih 99%. Jika hasil yang diinginkan lebih baik (tidak berlubang), proses pemurniannya dikerjakan dengan jalan elektrolisis di atas sebuah cawan tertutup dalam dapur nyala api. Reduktor yang digunakan biasanya mangan dan fosfor.

4. Rangkuman

1. Statika adalah Ilmu yang mempelajari tentang kesetimbangan benda, termasuk gaya-gaya yang bekerja pada sebuah benda/titik materi agar benda tersebut dalam keadaan setimbang.
2. Gaya adalah sesuatu yang menyebabkan benda bergerak atau menjadi diam. Gaya dapat digambarkan sebagai sebuah vektor, yaitu besaran yang mempunyai besar dan arah. Gaya biasanya disimbolkan dengan huruf F , sebagai berikut:

$$F = m \text{ (Kg) } \cdot a \text{ (m/s}^2\text{)} = \text{Kg.m/s}^2 = \text{Newton (N)}$$



3. Macam-Macam Poros

- a. Gandar : Gandar merupakan poros yang tidak mendapatkan beban puntir, fungsinya hanya sebagai penahan beban, biasanya tidak berputar. Contohnya seperti yang dipasang pada roda-roda kereta barang, atau pada as truk bagian depan.
- b. Spindle : Poros transmisi yang relatif pendek, seperti poros utama mesin perkakas, di mana beban utamanya berupa puntiran, disebut spindle. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya harus kecil, dan bentuk serta ukurannya harus teliti.
- c. Poros Transmisi : Berfungsi untuk memindahkan tenaga mekanik salah satu elemen mesin ke elemen mesin yang lain. Poros transmisi mendapat beban puntir murni atau puntir dan lentur yang akan meneruskan daya ke poros melalui kopling, roda gigi, puli sabuk atau sproket rantau, dan lain-lain.

Beban pada poros terbagi menjadi beban puntir, beban lentur murni, beban lentur dan beban puntir. Bantalan diperlukan untuk menumpu poros berbeban, agar dapat berputar atau bergerak bolak-balik secara kontinyu serta tidak berisik akibat adanya gesekan. Posisi bantalan harus kuat, hal ini agar elemen mesin dan poros dapat bekerja dengan baik.

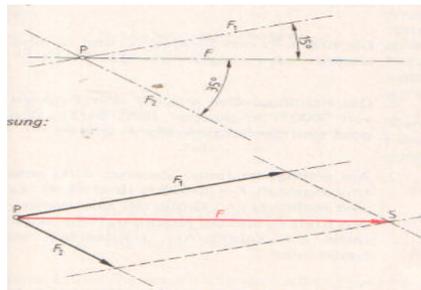
4. Berbagai Macam Sifat Logam

- a. Sifat mekanis : Kemampuan suatu logam untuk menahan beban yang diberikan pada logam tersebut.
- b. Kekuatan (*Strength*) : Kemampuan material untuk menahan tegangan tanpa kerusakan.
- c. Kekerasan : Kekerasan merupakan kemampuan suatu material untuk menahan takik atau kikisan. Untuk mengetahui kekerasan suatu material digunakan uji Brinell.
- d. Kekakuan : Kemampuan suatu bahan untuk menahan perubahan bentuk atau deformasi setelah diberi beban.
- e. Kelelahan bahan : Kemampuan suatu bahan untuk menerima beban yang berganti-ganti dengan tegangan maksimum diberikan pada setiap pembebanan.
- f. Elastisitas : Kemampuan suatu bahan untuk kembali ke bentuk semula setelah

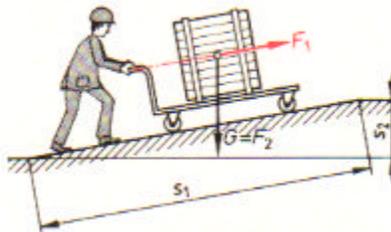
- menerima beban yang mengakibatkan perubahan bentuk.
- g. Plastisitas : Kemampuan suatu bahan padat untuk mengalami perubahan bentuk tetap tanpa ada kerusakan.
- h. Sifat fisika : Karakteristik suatu bahan ketika mengalami peristiwa fisika seperti adanya pengaruh panas atau listrik. Yang termasuk sifat-sifat fisika adalah sebagai berikut: Titik lebur, Kepadatan, Daya hantar panas, dan daya hantar listrik
- i. Sifat kimia : Kemampuan suatu logam dalam mengalami peristiwa korosi.
- j. Sifat pengerjaan : Suatu sifat yang timbul setelah diadakannya proses pengolahan tertentu.

5. Tes Formatif

- Sebuah titik P mendapatkan gaya F_1 sebesar 100 N. F_1 membentuk sudut 27° dari permukaan bidang datar, sedangkan gaya F_2 sebesar 75 N membentuk sudut 35° dari permukaan bidang datar. Lihat gambar di bawah ini. Carilah gaya resultan dari kedua gaya tersebut.



- Seorang pekerja mendorong benda dengan berat 1000 N melalui bidang miring sepanjang 6 m. Berapa gaya yang diperlukan agar benda mencapai ketinggian 1 m pada jarak tersebut?



BAB II MEMAHAMI PROSES-PROSES DASAR KEJURUAN

1 Mengenal Proses Pengecoran Logam

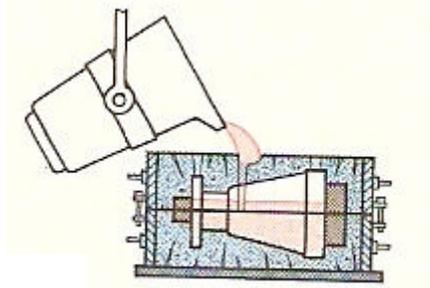
1.1 Pengertian

Pengecoran (*Casting*) adalah suatu proses penuangan materi cair seperti logam atau plastik yang dimasukkan ke dalam cetakan, kemudian dibiarkan membeku di dalam cetakan tersebut, dan kemudian dikeluarkan atau di pecah-pecah untuk dijadikan komponen mesin. Pengecoran digunakan untuk membuat bagian mesin dengan bentuk yang kompleks.



Gambar 1. Logam cair sedang dituangkan ke dalam cetakan

Pengecoran digunakan untuk membentuk logam dalam kondisi panas sesuai dengan bentuk cetakan yang telah dibuat. Pengecoran dapat berupa material logam cair atau plastik yang bisa meleleh (termoplastik), juga material yang terlarut air misalnya beton atau gips, dan materi lain yang dapat menjadi cair atau pasta ketika dalam kondisi basah seperti tanah liat, dan lain-lain yang jika dalam kondisi kering akan berubah menjadi keras dalam cetakan, dan terbakar dalam perapian. Proses pengecoran dibagi menjadi dua: *expandable* (dapat diperluas) dan *non expandable* (tidak dapat diperluas) *mold casting*.

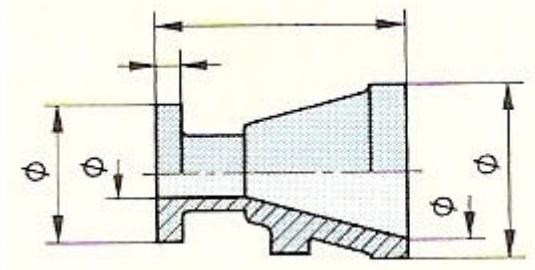


Gambar 2. Proses Pengecoran logam

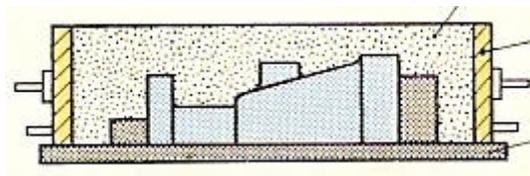
Pengecoran biasanya diawali dengan pembuatan cetakan dengan bahan pasir. Cetakan pasir bisa dibuat secara manual maupun dengan mesin. Pembuatan cetakan secara manual dilakukan bila jumlah komponen yang akan dibuat jumlahnya terbatas, dan banyak variasinya. Pembuatan cetakan tangan dengan dimensi yang besar dapat menggunakan campuran tanah liat sebagai pengikat. Dewasa ini cetakan banyak dibuat secara mekanik dengan mesin agar lebih presisi serta dapat diproduksi dalam jumlah banyak dengan kualitas yang sama baiknya.

1.1 Pembuatan Cetakan Manual

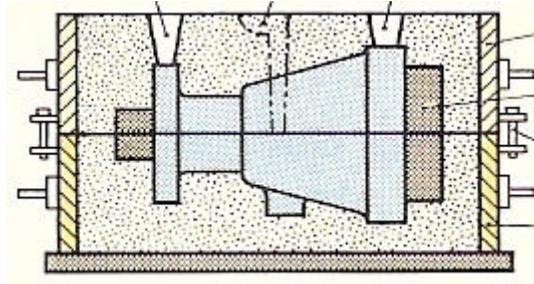
Pembuatan cetakan tangan meliputi pembuatan cetakan dengan kup dan drag, seperti pada gambar di bawah ini:



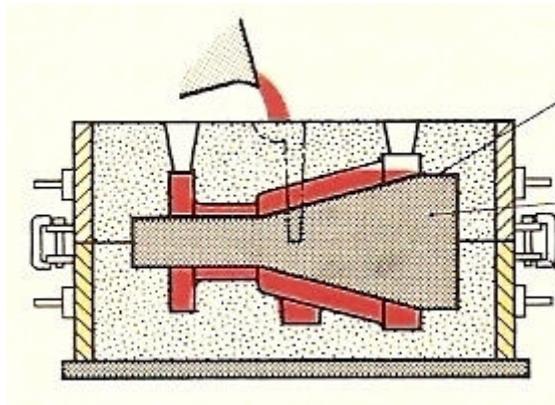
(a)



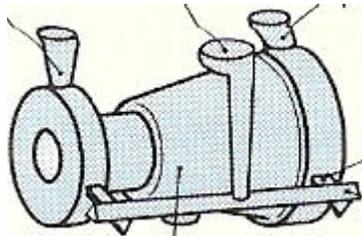
(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 3, Dimensi benda kerja yang akan dibuat (a), menutupi permukaan pola dalam rangka cetak dengan pasir, (c) cetakan siap, preses penuangan (d), dan produk pengecoran

Selain pembuatan cetakan secara manual, juga dikenal pembuatan cetakan dengan mesin guncang, pembuatan cetakan dengan mesin pendesak, pembuatan cetakan dengan mesin guncang desak, pembuatan cetakan dengan mesin tekanan tinggi, dan pembuatan cetakan dengan pelempar pasir

1.2 Pengolahan Pasir Cetak

Pasir cetak yang sudah digunakan untuk membuat cetakan, dapat dipakai kembali dengan mencampur pasir baru dan pengikat baru setelah kotoran-kotoran dalam pasir tersebut dibuang. Pasir cetak dapat digunakan berulang-ulang. Setelah digunakan dalam proses pembuatan suatu cetakan, pasir cetak tersebut dapat diolah kembali tidak bergantung pada bahan logam cair. Prosesnya dengan cara pembuangan debu halus dan kotoran, pencampuran, serta pendinginan pasir cetak. Adapun mesin-mesin yang dipakai dalam pengolahan pasir, antara lain:

a. Penggiling Pasir

Penggiling pasir digunakan apabila pasir tersebut menggunakan lempung sebagai pengikat, sedangkan untuk pengaduk pasir digunakan jika pasir menggunakan bahan pengikat seperti minyak pengering atau natrium silikat.

b. Pencampur Pasir

Pencampur pasir digunakan untuk memecah bungkah-bungkah pasir setelah pencampuran. Jadi, pasir dari penggiling pasir kadang-kadang diisikan ke pencampur pasir atau biasanya pasir bekas diisikan langsung ke dalamnya.

c. Pengayakan

Untuk mendapatkan pasir cetak, ayakan dipakai untuk menyisihkan kotoran dan butir-butir pasir yang sangat kasar. Jenis ayakan ada dua macam, yaitu ayakan berputar dan ayakan bergetar.

d. Pemisahan magnetis

Pemisahan magnetis digunakan untuk menyisihkan potongan-potongan besi yang berada dalam pasir cetak tersebut.

e. Pendingin Pasir

Dalam mendinginkan pasir, udara pendingin perlu bersentuhan dengan butir-butir pasir sebanyak mungkin. Pada pendingin pasir pengagitasi, udara lewat melalui pasir yang diagitasi. Adapun pada pendingin pasir tegak, pasir dijatuhkan ke dalam tangki dan disebar oleh sebuah sudu selama jatuh, yang kemudian didinginkan oleh udara dari bawah. Pendingin pasir bergetar menunjukkan alat dimana pasir diletakkan pada pelat dan pengembangan pasir efektif.

1.3 Pengecoran Cetakan Ekspandable (*Expandable Mold Casting*)

Expandable mold casting adalah sebuah klasifikasi generik yang melibatkan pasir, plastic, tempurung, gips, dan investment

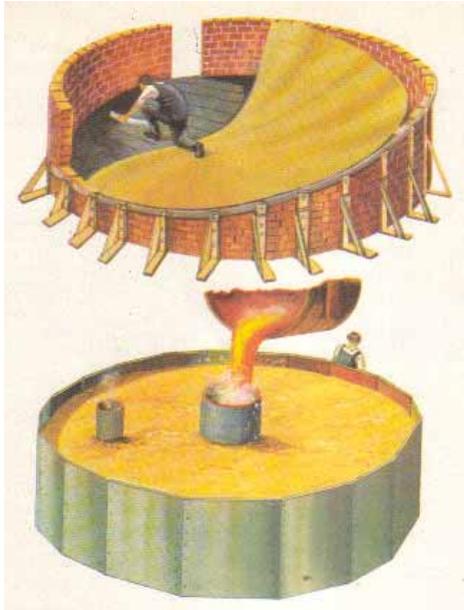
molding (teknik lost-wax). Metode ini melibatkan penggunaan cetakan sementara dan cetakan sekali pakai.

1.5 Pengecoran dengan gips

Gips yang tahan lama lebih sering digunakan sebagai bahan dasar dalam produksi pahatan perunggu atau sebagai pisau pahat pada proses pemahatan batu. Dengan pencetakan gips, hasilnya akan lebih tahan lama (jika disimpan di tempat tertutup) dibanding dengan tanah liat asli yang harus disimpan di tempat yang basah agar tidak pecah. Dalam proses pengecoran ini, gips yang sederhana dan tebal dicetak, diperkuat dengan menggunakan serat, kain goni, semua itu dibalut dengan tanah liat asli. Pada proses pembuatannya, gips ini dipindah dari tanah liat yang lembab, proses ini akan secara tidak sengaja merusak keutuhan tanah liat tersebut. Akan tetapi ini bukanlah masalah yang serius karena tanah liat tersebut telah berada di dalam cetakan. Cetakan kemudian dapat digunakan lagi di lain waktu untuk melapisi gips aslinya sehingga tampak benar-benar seperti tanah liat asli. Permukaan gips ini selanjutnya dapat diperbarui, dilukis, dan dihaluskan agar menyerupai pencetak dari perunggu.

1.6 Pengecoran dengan pasir (*Sand Casting*)

Pengecoran dengan pasir membutuhkan waktu selama beberapa hari dalam proses produksinya dengan hasil rata-rata (1-20 lembar/jam proses pencetakan) dan proses pengecoran dengan bahan pasir ini akan membutuhkan waktu yang lebih lama terutama untuk produksi dalam skala yang besar. Pasir hijau/green sand (basah) hampir tidak memiliki batas ukuran beratnya, akan tetapi pasir kering memiliki batas ukuran berat tertentu, yaitu antara 2.300-2.700 kg. Batas minimumnya adalah antara 0,05-1 kg. Pasir ini disatukan dengan menggunakan tanah liat (sama dengan proses pada pasir hijau) atau dengan menggunakan bahan perekat kimia/minyak polimer. Pasir hampir pada setiap prosesnya dapat diulang beberapa kali dan membutuhkan bahan input tambahan yang sangat sedikit. Pada dasarnya, pengecoran dengan pasir ini digunakan untuk mengolah logam bertemperatur rendah, seperti besi, tembaga, aluminium, magnesium, dan nikel. Pengecoran dengan pasir ini juga dapat digunakan pada logam bertemperatur tinggi, namun untuk bahan logam selain itu tidak akan bisa diproses. Pengecoran ini adalah teknik tertua dan paling dipahami hingga sekarang. Bentuk-bentuk ini harus mampu memuaskan standar tertentu sebab bentuk-bentuk tersebut merupakan inti dari proses pengecoran dengan pasir.



Gambar 4. Pengecoran logam pada cetakan pasir

1.7 Pengecoran dengan gips (*Plaster Casting*)

Pengecoran dengan gips hampir sama dengan pengecoran dengan pasir kecuali pada bagian gips diubah dengan pasir. Campuran gips pada dasarnya terdiri dari 70-80 % gipsum dan 20-30 % penguat gipsum dan air. Pada umumnya, pembentukan pengecoran gips ini membutuhkan waktu persiapan kurang dari 1 minggu, setelah itu akan menghasilkan produksi rata-rata sebanyak 1-10 unit/jam pengecorannya dengan berat untuk hasil produksinya maksimal mencapai 45 kg dan minimal 30 kg, dan permukaan hasilnya pun memiliki resolusi yang tinggi dan halus.

Jika gips digunakan dan pecah, maka gips tersebut tidak dapat diperbaiki dengan mudah. Pengecoran dengan gips ini normalnya digunakan untuk logam non belerang seperti aluminium, seng, tembaga. Gips ini tidak dapat digunakan untuk melapisi bahan-bahan dari belerang karena sulfur dalam gipsum secara perlahan bereaksi dengan besi. Persiapan utama dalam pencetakan adalah pola yang ada disemprot dengan film yang tebal untuk membuat gips campuran. Hal ini dimaksudkan untuk mencegah cetakan merusak pola. Unit cetakan tersebut dikocok sehingga gips dapat mengisi lubang-lubang kecil di sekitar pola. Pembentuk pola dipindahkan setelah gips diatur.

Pengecoran gips ini menunjukkan kemajuan, karena penggunaan peralatan otomatis dapat segera digunakan dengan mudah ke sistem robot, karena ketepatan desain permintaan semakin meningkat yang bahkan lebih besar dari kemampuan manusia.

1.8 Pengecoran gips, beton, atau plastik resin.

Gips sendiri dapat dilapisi, demikian pula dengan bahan-bahan kimia lainnya seperti beton atau plastik resin. Bahan-bahan ini juga menggunakan percetakan yang sama seperti penjelasan di atas (*waste mold*) atau *multiple use piece mold*, atau percetakan yang terbuat dari bahan-bahan yang sangat kecil atau bahan yang elastis seperti karet latex (yang cenderung disertai dengan cetakan yang ekstrim). Jika pengecoran dengan gips atau beton maka produk yang dihasilkan akan seperti kelereng, tidak begitu menarik, kurang transparan dan biasanya dilukis. Tak jarang hal ini akan memberikan penampilan asli dari logam/batu. Alternatif untuk mengatasi hal ini adalah lapisan utama akan dibiarkan mengandung warna pasir sehingga memberikan nuansa bebatuan. Dengan menggunakan pengecoran beton, bukan pengecoran gips, memungkinkan kita untuk membuat ukiran, pancuran air, atau tempat duduk luar ruangan. Selanjutnya adalah membuat meja cuci (*washstands*) yang menarik, *washstands* dan shower stalls dengan perpaduan beraneka ragam warna akan menghasilkan pola yang menarik seperti yang tampak pada kelereng/*ravertine*.



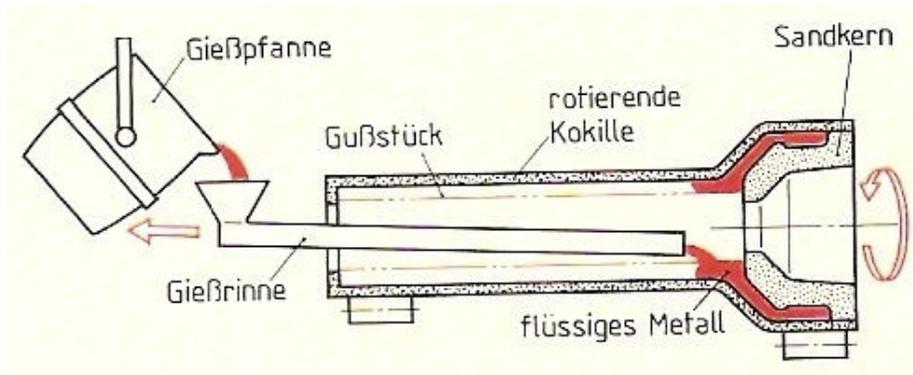
Gambar 5. Turbin air produk hasil pengecoran logam

Proses pengecoran seperti *die casting* dan *sand casting* menjadi suatu proses yang mahal, bagaimanapun juga komponen-komponen yang dapat diproduksi menggunakan pengecoran investment dapat menciptakan garis-garis yang tak beraturan dan sebagian komponen ada yang dicetak near net shape sehingga membutuhkan sedikit atau bahkan tanpa pengecoran ulang.

1.9 Pengecoran Sentrifugal (*Centrifugal casting*)

Pengecoran sentrifugal berbeda dengan penuangan gravitasi-bebas dan tekanan-bebas karena pengecoran sentrifugal membentuk dayanya sendiri menggunakan cetakan pasir yang diputar dengan

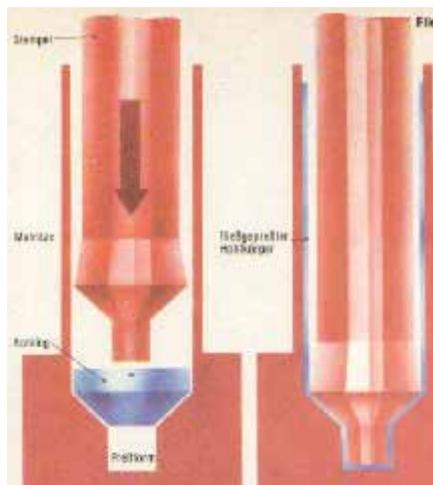
kecepatan konstan. Pengecoran sentrifugal roda kereta api merupakan aplikasi awal dari metode yang dikembangkan oleh perusahaan industri Jerman Krupp dan kemampuan ini menjadikan perkembangan perusahaan menjadi sangat cepat.



Gambar 6. Turbin air produk hasil pengecoran logam

1.10 Die Casting

Die casting adalah proses pencetakan logam dengan menggunakan penekanan yang sangat tinggi pada suhu rendah. Cetakan tersebut disebut Die. Rentang kompleksitas Die untuk memproduksi bagian-bagian logam non belerang (yang tidak perlu sekuat, sekeras, atau setahan panas seperti baja) dari keran cucian sampai cetakan mesin (termasuk hardware, bagian-bagian komponen mesin, mobil mainan, dsb).



Gambar 7. Die Casting

Logam biasa seperti seng dan aluminium digunakan dalam proses die casting. Logam tersebut biasanya tidak murni melainkan logam-logam yang memiliki karakter fisik yang lebih baik. Akhir-akhir ini suku cadang yang terbuat dari plastik mulai menggantikan produk die casting banyak dipilih karena harganya lebih murah (dan bobotnya lebih ringan yang sangat penting khususnya untuk suku cadang otomotif berkaitan dengan standar penghematan bahan bakar). Suku cadang dari plastik lebih praktis (terutama sekarang penggunaan pemotongan dengan bahan plastik semakin memungkinkan) jika mengesampingkan kekuatannya, dan dapat di desain ulang untuk mendapatkan kekuatan yang dibutuhkan.

Terdapat empat langkah utama dalam proses die casting. Pertama-tama cetakan disemprot dengan pelicin dan ditutup. Pelicin tersebut membantu mengontrol temperatur die dan membantu saat pelepasan dari pengecoran. Logam yang telah dicetak kemudian disuntikkan pada die di bawah tekanan tinggi. Tekanan tinggi membuat pengecoran setepat dan sehalus adonan. Normalnya sekitar 100 Mpa (1000 bar). Setelah rongganya terisi, temperatur dijaga sampai pengecoran menjadi solid (dalam proses ini biasanya waktu diperpendek menggunakan air pendingin pada cetakan). Terakhir die dibuka dan pengecoran mulai dilakukan. Yang tak kalah penting dari injeksi bertekanan tinggi adalah injeksi berkecepatan tinggi, yang diperlukan agar seluruh rongga terisi, sebelum ada bagian dari pengecoran yang mengeras. Dengan begitu diskontinuitas (yang merusak hasil akhir dan bahkan melemahkan kualitas pengecoran) dapat dihindari, meskipun desainnya sangat sulit untuk mampu mengisi bagian yang sangat tebal.

Sebelum siklusnya dimulai, die harus diinstal pada mesin die pengecoran, dan diatur pada suhu yang tepat. Pengesetan membutuhkan waktu 1-2 jam, dan barulah kemudian siklus dapat berjalan selama sekitar beberapa detik sampai beberapa menit, tergantung ukuran pengecoran. Batas masa maksimal untuk magnesium, seng, dan aluminium adalah sekitar 4,5 kg, 18 kg, dan 45 kg. Sebuah die set dapat bertahan sampai 500.000 shot selama masa pakainya, yang sangat dipengaruhi oleh suhu pelelehan dari logam yang digunakan. Aluminium biasanya memperpendek usia die karena tingginya temperatur dari logam cair yang mengakibatkan kikisan cetakan baja pada rongga. Cetakan untuk die casting seng bertahan sangat lama karena rendahnya temperatur seng. Sedang untuk tembaga, cetakan memiliki usia paling pendek dibanding yang lainnya. Hal ini terjadi karena tembaga adalah logam terpanas.

Seringkali dilakukan operasi sekunder untuk memisahkan pengecoran dari sisa-sisanya, yang dilakukan dengan menggunakan trim die dengan *power press* atau hidrolik press. Metode yang lama adalah memisahkan dengan menggunakan tangan atau gergaji. Dalam hal ini dibutuhkan pengikiran untuk menghaluskan bekas

gergajian saat logam dimasukkan atau dikeluarkan dari rongga. Pada akhirnya, metode intensif, yang membutuhkan banyak tenaga digunakan untuk menggulingkan shot jika bentuknya tipis dan mudah rusak. Pemisahan juga harus dilakukan dengan hati-hati.

Kebanyakan die caster melakukan proses lain untuk memproduksi bahan yang tidak siap digunakan. Yang biasa dilakukan adalah membuat lubang untuk menempatkan sekrup.



Gambar 8. Salah satu produk *Die Casting*

1.11 Kecepatan Pendinginan

Kecepatan di saat pendinginan cor mempengaruhi properti, kualitas dan mikrostrukturnya. Kecepatan pendinginan sangat dikontrol oleh media cetakan. Ketika logam yang dicetak dituangkan ke dalam cetakan, pendinginan dimulai. Hal ini terjadi, karena panas antara logam yang dicetak mengalir menuju bagian pendingin cetakan. Materi-materi cetakan memindahkan panas dari pengecoran menuju cetakan dalam kecepatan yang berbeda. Contohnya, beberapa cetakan yang terbuat dari plaster memungkinkan untuk memindahkan panas dengan lambat sekali sedangkan cetakan yang keseluruhannya terbuat dari besi yang dapat mentranfer panas dengan sangat cepat sekali. Pendinginan ini akan berakhir dengan pengerasan dimana logam cair berubah menjadi logam padat.

Pada tahap dasar ini, pengecoran logam menuangkan logam ke dalam cetakan tanpa mengontrol bagaimana pencetakan mendingin dan logam membeku dalam cetakan. Ketika panas harus dipindahkan dengan cepat, para ahli akan merencanakan cetakan yang digunakan untuk mencakup penyusutan panas pada cetakan, disebut dengan *chills*. *Fins* bisa juga didesain pada pengecoran untuk panas inti, yang kemudian dipindahkan pada proses *cleaning* (juga disebut *fetting*). Kedua metode bisa digunakan pada titik-titik lokal pada cetakan dimana panas akan disarikan secara cepat.

Ketika panas harus dipindahkan secara pelan, pemacu atau beberapa alas bisa ditambahkan pada pengecoran. Pemacu adalah sebuah cetakan tambahan yang lebih luas yang akan mendingin lebih lambat dibanding tempat dimana pemacu ditempelkan pada pengecoran.

Akhirnya, area pengecoran yang didinginkan secara cepat akan memiliki struktur serat yang bagus dan area yang mendingin dengan lambat akan memiliki struktur serat yang kasar.

2 Mengenal Proses Pembentukan Logam

2.1 Pengolahan Logam (*Metal Working*)

Metal working adalah seni mengolah logam untuk membuat struktur atau suku cadang mesin. Isilah *metal working* mencakup pengerjaan yang luas, mulai dari kapal-kapal besar, jembatan-jembatan, dan kilang minyak atau pengeboran sampai pembuatan instrumen dan perhiasan yang rapuh. Sebagai akibatnya, *metal working* mencakup banyak keahlian dan penggunaan berbagai macam peralatan.

2.1.1 Sejarah pengolahan logam

Metal working berawal dari satu milenium yang lalu. Diperkirakan, manusia pertama menyadari adanya perbedaan fitur/corak pada material seperti batu yang berbeda karakteristiknya. Material tersebut adalah unsur logam yang dilepas di permukaan bumi. Dapat diperkirakan juga bahwa sekelompok orang memberikan atribut spiritual dan sihir pada batu-batu tersebut. Pada suatu saat manusia menemukan bahwa batu-batu tersebut dapat dicairkan dan dapat dibentuk menjadi bermacam-macam benda untuk pemakaian sehari-hari. Manusia berusaha membuat bahan mentah menjadi benda-benda seni, bernilai jual, dan dapat dipakai sehari-hari selama satu milenium ini.



Gambar 9. Pengolahan Logam Manual

Metal working adalah perdagangan, seni, hobi, dan industri yang berkaitan dengan metalurgi (sebuah ilmu pembuatan perhiasan). Sebuah seni dan karya yang diperdagangkan dan sebagai industri yang sudah mengakar sejak zaman dahulu. Menyebarkan luas ke seluruh kebudayaan peradaban.

Menilik dari periode sejarah Firaun di Mesir, raja Vedic di India, dan suku di Israel, dan peradaban Maya di Amerika Utara yang merupakan populasi yang tertua, logam mulia memiliki nilai penting dan terkadang menjadi awal mula terbentuknya hukum kepemilikan, distribusi, dan perdagangan yang dipegang teguh dan disetujui oleh masyarakat saat itu. Pada saat itu keahlian membuat benda-benda pemujaan/artefak keagamaan dan barang dagangan dari batu mulia, juga pembuatan senjata. Benda-benda tersebut mulai dibuat oleh pandai besi dan kimiawan serta orang-orang lain yang berkecimpung dalam proses pengolahan logam di seluruh dunia. Contohnya, teknik kuno granulasi, ditemukan secara bersamaan di seluruh dunia pada kehidupan-kehidupan bersejarah sebelum masehi yang menunjukkan bahwa manusia mengarungi lautan dan menjelajahi daratan jauh dari asalnya untuk mengembangkan keahliannya yang sampai sekarang masih digunakan oleh para pengrajin logam.



Gambar 10. Pengerjaan Logam dengan mesin bubut

Seiring berjalanya waktu, logam menjadi hal yang biasa dan menjadi lebih kompleks. Kebutuhan untuk mengolah logam menjadi sesuatu yang penting. Keahlian mengekstrak bibit logam dari bumi semakin berkembang dan para pengrajin logam menjadi terkenal. Pandai besi menjadi orang yang penting dalam komunitas. Nasib dan keadaan ekonomi seluruh masyarakat sangat dipengaruhi oleh ketersediaan logam dan pengrajinnya. Sekarang ini, penambangan moderen telah berkembang menjadi lebih efisien namun sebaliknya lebih merusak bumi dan pekerja yang bekerja pada industri-industri pertambangan. Mereka yang membiayai hal ini terdorong oleh keuntungan yang dat diperoleh dari tiap ons ekstraksi logam mulia dan harga tinggi pasar emas selama ini yang telah terjadi selama 25 tahun. Pengolahan logam sangat tergantung pada ekstraksi dari logam mulia untuk membuat perhiasan, membuat mesin elektronik yang lebih efisien, dan untuk kebutuhan industri dan aplikasi teknologi mulai dari konstruksi sampai kontainer, rel dan alat transportasi udara. Tanpa logam, barang-barang dan jasa akan berhenti bergerak di seluruh dunia. Banyak orang kemudian belajar cara pengolahan logam sebagai hal kreatif dalam bentuk pembuatan perhiasan, hobi menoleksi pesawat dan mobil, belajar menjadi pandai besi, dan dalam bentuk seni lain. Seolah-olah perindustrian terus mengajarkan pencetakan dalam segala bentuk dan terdapat juga sekolah khusus untuk pembuatan perhiasan pada awal abad ke 21.



Gambar 11. Produk pengolahan logam dengan mesin CNC

2.1.2 Jenis-Jenis Proses Pengerjaan Panas

Guna membentuk logam menjadi bentuk yang lebih bermanfaat, biasanya dibutuhkan proses pengerjaan mekanik dimana logam tersebut akan mengalami deformasi plastik dan perubahan bentuk. Salah satu pengerjaan itu adalah pengerjaan panas. Pada proses ini hanya memerlukan daya deformasi yang rendah dan perubahan sifat mekanik yang terjadi juga kecil. Pengerjaan panas logam dilakukan diatas suhu rekristalisasi atau di atas daerah pengerasan kerja. Pada waktu proses pengerjaan panas berlangsung, logam berada dalam keadaan plastik dan mudah di bentuk oleh tekanan. Proses ini juga mempunyai keuntungan-keuntungan antara lain: a) Porositas dalam logam dapat dikurangi, b) Ketidakmurnian dalam bentuk inklusi terpecah-pecah dan tersebar dalam logam, c) Butir yang kasar dan berbentuk kolom diperhalus. d) Sifat-sifat fisik meningkat, e) Jumlah energi yang dibutuhkan untuk mengubah bentuk logam dalam keadaan plastik lebih rendah.

Namun demikian, pada proses pengerjaan ini juga ada kerugiannya, yaitu pada suhu yang tinggi terjadi oksidasi dan pembentukan kerak pada permukaan logam sehingga penyelesaian permukaan tidak bagus. Hal itu akan berakibat pada toleransi dari benda tersebut menjadi tidak ketat.

Proses pengerjaan panas logam ini ada bermacam-macam, antara lain:

2.1.2.1 Pengerolan (Rolling)

Batangan baja yang membara, diubah bentuknya menjadi produk berguna melalui pengerolan.



Gambar 12. Mesin pengerollan (rolling)

Salah satu akibat dari proses dari pengolahan adalah penghalusan butir yang disebabkan rekristalisasi. Struktur yang kasar, kembali menjadi struktur memanjang akibat pengaruh penggilingan.

Pada proses pengerolan suatu logam, ketebalan logam mengalami deformasi terbanyak. Adapun lebarnya hanya bertambah sedikit. Pada operasi pengerolan, keseragaman suhu sangat penting karena berpengaruh pada aliran logam dan plastisitas. Proses pengerjaan panas dengan pengerolan ini biasanya digunakan untuk membuat rel, bentuk profil, pelat, dan batang.

2.1.2.2 Penempaan (Forging)

Proses penempaan ini ada berbagai jenis, di antaranya penempaan palu, penempaan timpa, penempaan upset, penempaan tekan, dan penempaan rol. Salah satu akibat dari proses pengolahan adalah penghalusan butir yang disebabkan rekristalisasi. Struktur yang kasar, kembali menjadi struktur memanjang akibat pengaruh penggilingan.

3. Mengetal Proses Mesin Konversi Energi

3.1 Pengertian Energi

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha. Energi bersifat abstrak yang sukar dibuktikan tetapi dapat dirasakan adanya. Menurut hukum Termodinamika Pertama, energi bersifat kekal. Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnakan, tetapi dapat berubah bentuk (konversi) dari bentuk energi yang satu ke bentuk energi yang lain.

Sebagai contoh pada proses pembakaran pada mesin mobil/motor (sistem motor pembakaran dalam), bensin satu liter dikonversi menjadi kerja yang berhasil guna tinggi, yakni menjadi energi gerak/mekanik pada mobil/motor, sehingga dapat memindahkan manusia/barang dari suatu tempat ke tempat lain. Dalam hal ini bensin satu liter memiliki energi dalam yang siap dirubah menjadi kerja yang berguna (Availabilitas). Dengan kata lain availabilitas adalah kemampuan sistem untuk menghasilkan kerja yang berguna.

3.2 Macam-Macam Energi

a. Energi Mekanik

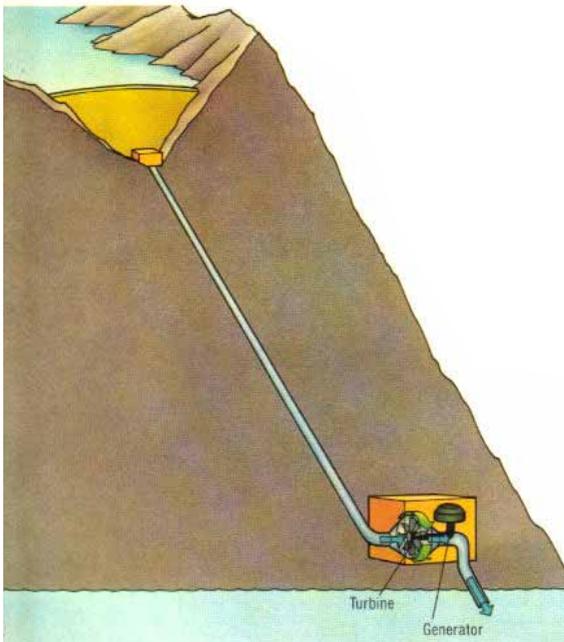
Energi meknik merupakan energi gerak, misal turbin air akan mengubah energi potensial menjadi energi mekanik untuk memutar generator listrik.

b. Energi Potensial

Merupakan energi karena posisinya ditempat yang tinggi. Contohnya lar waduk di pegunungan dapat dikonversi menjadi energi mekanik untuk memutar turbin selanjutnya dikonversi lagimenjadi energi listrik.

c. Energi Listrik

Energi Listrik adalah energi yang berkaitan dengan arus elektron, dinyatakan dalam Watt-jam atau kilo Watt-jam. Arus listrik akan mengalir bila penghantar listrik dilewatkan pada medan magnet. Bentuk transisinya adalah aliran elektron melalui konduktor jenis tertentu. Energi listrik dapat disimpan sebagai energi medan elektrostatis yang merupakan energi yang berkaitan dengan medan listrik yang dihasilkan oleh terakumulasinya muatan elektron pada pelat-pelat kapasitor.



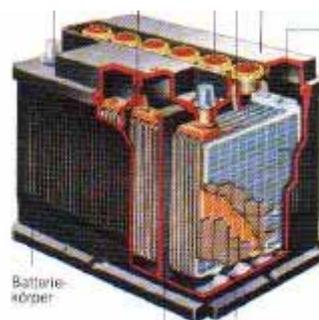
Gambar 13. PLTA, konversi energi dari energi potensial, energi mekanik, dan energi listrik

d. Energi Elektromagnetik

Energi elektromagnetik merupakan bentuk energi yang berkaitan dengan radiasi elektromagnetik. Energi radiasi dinyatakan dalam satuan energi yang sangat kecil, yakni elektron volt (eV) atau mega elektro volt (MeV), yang juga digunakan dalam evaluasi energi nuklir.

e. Energi Kimia

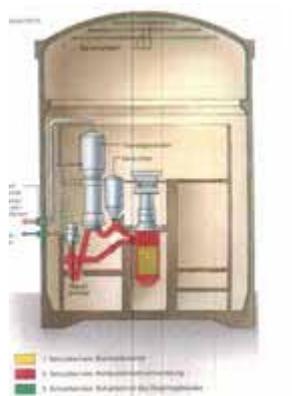
Energi kimia merupakan energi yang keluar sebagai hasil interaksi elektron di mana dua atau lebih atom/molekul berkombinasi sehingga menghasilkan senyawa kimia yang stabil. Energi kimia hanya dapat terjadi dalam bentuk energi tersimpan. Bila energi dilepas dalam suatu reaksi maka reaksinya disebut reaksi eksotermis yang dinyatakan dalam kJ, Btu, atau kkal. Bila dalam reaksi kimia energinya terserap maka disebut dengan reaksi endotermis. Sumber energi bahan bakar yang sangat penting bagi manusia adalah reaksi kimia eksotermis yang pada umumnya disebut reaksi pembakaran. Reaksi pembakaran melibatkan oksidasi dari bahan bakar fosil.



Gambar 14. Accu sebagai bentuk energi kimia

f. Energi Nuklir

Energi Nuklir adalah energi dalam bentuk energi tersimpan yang dapat dilepas akibat interaksi partikel dengan atau di dalam inti atom. Energi ini dilepas sebagai hasil usaha partikel-partikel untuk memperoleh kondisi yang lebih stabil. Satuan yang digunakan adalah juta elektron reaksi. Pada reaksi nuklir dapat terjadi peluruhan radioaktif, fisi, dan fusi.



Gambar 15. Salah satu reaktor nuklir

g. Energi Termal

Energi termal merupakan bentuk energi dasar di mana dalam kata lain adalah semua energi yang dapat dikonversikan secara penuh menjadi energi panas. Sebaliknya, pengonversian dari energi termal ke energi lain dibatasi oleh hukum Termodinamika II. Bentuk energi transisi dan energi termal adalah energi panas, dapat pula dalam bentuk energi tersimpan sebagai kalor "laten" atau kalor "sensible" yang berupa entalpi.



Gambar 16, Mesin konversi dari panas ke uap

h Energi Angin

Energi angin merupakan energi yang tidak akan habis, material utama berupa angin dengan kecepatan tertentu yang mengenai turbin angin sehingga menjadi gerak mekanik dan listrik.



Gambar 17, Pemanfaatan energi angin

3.3 Klasifikasi Mesin-Mesin Konversi Energi

Mesin-mesin konversi energi secara sederhana dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu mesin konversi energi konvensional. dan mesin energi konversi non-konvensional.

Mesin konversi energi konvensional umumnya menggunakan sumber energi konvensional yang tidak terbarui, kecuali turbin hidropower, dan umumnya dapat diklasifikasikan menjadi motor pembakaran dalam, motor pembakaran luar, mesin-mesin fluida, dan mesin pendingin dan pengkondisian udara.

Mesin konversi energi non-konvensional umumnya menggunakan energi yang dapat diperbarui, kecuali mesin energi konversi berbahan dasar nuklir.

3.3.1 Motor Pembakaran Dalam

Motor pembakaran dalam dikembangkan oleh Motos Otto, atau Beau de Roches merupakan mesin pengonversi energi tak langsung, yaitu dari energi bahan bakar menjadi energi panas dan kemudian baru menjadi energi mekanis. Energi kimia bahan bakar tidak dikonversikan langsung menjadi energi mekanis. Bahan bakar standar motor bensin adalah isooktan (C_8H_{18}). Efisiensi pengonversian energinya berkisar 30% ($\eta_t \pm 30\%$). Hal ini karena rugi-rugi: 50% rugi panas, gesek/mechanis, dan pembakaran tak-sempurna.

Sistem siklus kerja motor bensin dibedakan atas motor bensin dua langkah (*two stroke*), dan empat langkah (*four stroke*).

a. Motor Bensin Dua Langkah

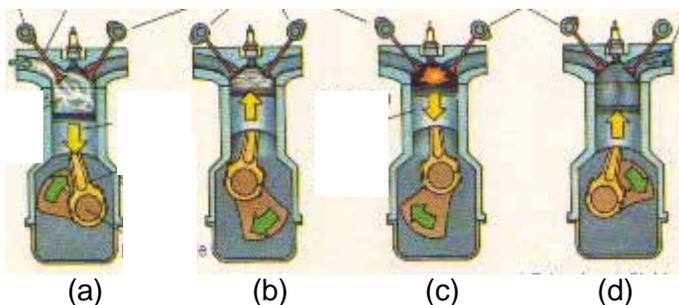
Motor bensin dua langkah adalah motor yang pada dua langkah torak/piston (satu putaran engkol) sempurna akan menghasilkan satu langkah kerja.

1. Langkah kompresi dimulai dengan penutupan saluran masuk dan keluar kemudian menekan isi silinder dan di bagian bawah, piston menghisap campuran bahan bakar udara bersih ke dalam rumah engkol. Bila piston mencapai titik mati atas, pembakaran dimulai.
2. Langkah kerja atau ekspansi, dimulai ketika piston bergerak mencapai titik tertentu sebelum titik mati atas busi memercuikan bunga api, terjadilah kerja. Pada awalnya saluran buang dan saluran masuk terbuka. Sebagian besar gas yang terbakar keluar silinder dalam proses exhaust blowdown. Ketika saluran masuk terbuka, campuran bahan bakar dan udara bersih tertekan didalam rumah engkol, mengalir ke dalam silinder. Piston dan saluran-saluran umumnya dibentuk membelokkan campuran yang masuk langsung menuju saluran buang dan juga ditunjukkan untuk mendapatkan pembilasan gas residu secara efektif.

Setiap siklus mesin dengan satu langkah tenaga diselesaikan dalam satu kali putaran poros engkol. Namun sulit untuk mengisi secara penuh volume langkah dengan campuran bersih, dan sebagian darinya mengalir langsung ke luar silinder selama langkah bilas.

b. Motor Bensin Empat Langkah

Motor bensin empat langkah adalah motor yang pada setiap empat langkah torak/piston (dua putaran engkol) sempurna menghasilkan satu tenaga kerja (satu langkah kerja).



Gambar 18, Siklus motor bensin 4 langkah

- a. Langkah pemasukan dimulai dengan katup masuk terbuka, piston bergerak dari titik mati atas dan berakhir ketika piston mencapai titik mati bawah. Udara dan bahan bakar terhisap ke dalam silinder. Langkah ini berakhir hingga katup masuk menutup,

- b. Langkah kompresi, diawali ketika kedua katup tertutup dan campuran di dalam silinder terkompresi sebagian kecil dari volume awalnya. Sesaat sebelum akhir langkah kompresi, pembakaran dimulai dan tekanan silinder naik lebih cepat.
- c. Langkah kerja, atau langkah ekspansi, yang dimulai saat piston hampir mencapai titik mati atas dan berakhir sekitar 45° sebelum titik mati bawah. Gas bertekanan tinggi menekan piston turun dan memaksa engkol berputar. Ketika piston mencapai titik mati bawah, katup buang terbuka untuk memulai proses pembuangan dan menurunkan tekanan silinder hingga mendekati tekanan pembuangan.
- d. Langkah pembuangan, dimulai ketika piston mencapai titik mati bawah. Ketika katup buang membuka, piston mendorong keluar sisa gas pembakaran hingga piston mencapai titik mati atas. Bila piston mencapai titik mati atas, katup masuk membuka, katup buang tertutup, demikian seterusnya..
- e. Perhitungan Daya Motor Didasarkan pada Dimensi Mesin, antar lain:

$$\text{Daya efektif: } Ne = \frac{\pi D^2}{4} \frac{S.L.Pe.n}{60.75.a}$$

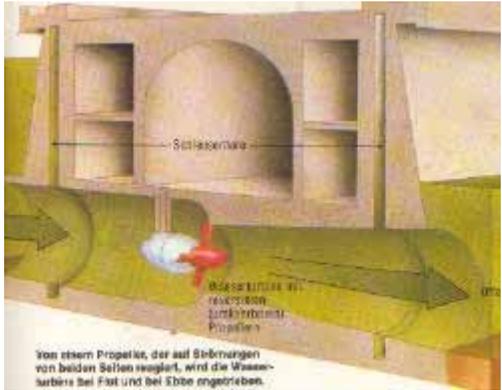
$$\text{Daya indikatif: } Ni = \frac{\pi D^2}{4} \frac{S.L.Pi.n}{60.75.a}$$

- di mana
- D : diameter silinder (cm²)
 - L : panjang langkah torak (m)
 - i : jumlah silinder
 - Pe : tekanan efek rata-rata (kgf/cm²)
 - Pi : tekanan indikatif rata-rata (kgf/cm²)
 - n : putaran mesin (rpm)
 - a : - dua langkah a=1
- empat langkah a=2

3.3.2 Cara Kerja Turbin

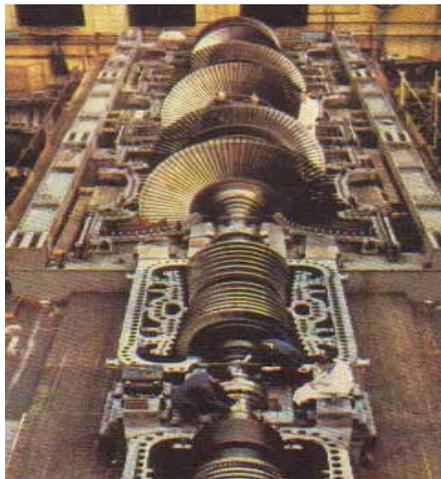
Turbin adalah mesin penggerak, dimana energi fluida kerja dipergunakan langsung untuk memutar roda turbin. Jadi, berbeda dengan yang terjadi pada mesin torak, pada turbin tidak terdapat bagian mesin yang bergerak translasi. Bagian berputar dinamai stator atau rumah turbin. Roda turbin terletak di dalam rumah turbin dan roda turbin memutar poros daya yang menggerakkan atau memutar bebannya (generator listrik, pompa, kompresor, baling-baling atau

mesin lainnya). Di dalam turbin fluida kerja mengalami proses ekspansi, yaitu proses penurunan tekanan, dan mengalir secara kontinu. Fluida kerjanya dapat berupa air, uap air, atau gas.



Gambar 19, Turbin Air

Turbin dilengkapi dengan sudu-sudu. Pada roda turbin terdapat sudu dan fluida kerja akan mengalir melalui ruang di antara sudu tersebut. Apabila kemudian ternyata bahwa roda turbin dapat berputar, maka akan timbul gaya yang bekerja pada sudu. Gaya tersebut timbul karena terjadinya perubahan momentum dari fluida kerja yang mengalir di antara sudu. Jadi, sudu turbin haruslah dibentuk sedemikian rupa sehingga dapat terjadi perubahan momentum pada fluida kerja tersebut.



Gambar 20 Sebuah sistem turbin gas

4 Rangkuman

1. Pengecoran (*Casting*) adalah suatu proses penuangan materi cair seperti logam atau plastik yang dimasukkan ke dalam cetakan, kemudian dibiarkan membeku di dalam cetakan tersebut, dan kemudian dikeluarkan atau di pecah-pecah untuk dijadikan komponen mesin. Jenis-jenis pengecoran antara lain: pengecoran cetakan, pengecoran dengan gips, pengecorandengan pasir, pengecoran dengan (gips, beton atau plastik resin), pengecoran sentrifugal dan pengecoran sentrifugal.
2. Proses pengerjaan panas yang sering dilakukan adalah pengerolan (rolling) dan penempaan (forging).
3. Cara Kerja Turbin

Turbin adalah mesin penggerak, dimana energi fluida kerja dipergunakan langsung untuk memutar roda turbin. Jadi, berbeda dengan yang terjadi pada mesin torak, pada turbin tidak terdapat bagian mesin yang bergerak translasi. Bagian berputar dinamai stator atau rumah turbin. Roda turbin terletak di dalam rumah turbin dan roda turbin memutar poros daya yang menggerakkan atau memutar bebannya (generator listrik, pompa, kompresor, baling-baling atau mesin lainnya). Di dalam turbin fluida kerja mengalami proses ekspansi, yaitu proses penurunan tekanan, dan mengalir secara kontinu. Fluida kerjanya dapat berupa air, uap air, atau gas.

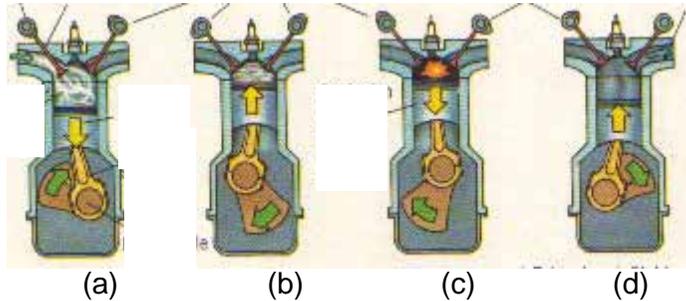
5 Tes Formatif

1. Apakah yang dimaksud dengan die casting?
2. Sebutkan dan jelaskan macam-macam energi?
3. Bagaimana hukum kekekalan energi dan beri contohnya?
4. Jelaskan proses konversi energi pada motor bensin 4 langkah dan bagaimana cara kerjanya?

Kunci Jawaban :

1. Die casting adalah proses pencetakan logam dengan menggunakan penekanan yang sangat tinggi pada suhu rendah. Cetakan tersebut disebut Die. Rentang kompleksitas Die untuk memproduksi bagian-bagian logam non belerang (yang tidak perlu sekuat, sekeras, atau setahan panas seperti baja) dari keran cucian sampai cetakan mesin (termasuk hardware, bagian-bagian komponen mesin, mobil mainan, dsb).
2. Macam-macam energi :
 - a. Energi Mekanik
Energi meknik merupakan energi gerak, misal turbin air akan mengubah energi potensial menjadi energi mekanik untuk memutar generator listrik.

- b. Energi Potensial
Energi terjadi karena ketinggian benda.
 - c. Energi Listrik
Energi Listrik adalah energi yang berkaitan dengan arus elektron, dinyatakan dalam Watt-jam atau kilo Watt-jam. Bentuk transisinya adalah aliran elektron melalui konduktor jenis tertentu. Energi listrik dapat disimpan sebagai energi medan elektrostatis yang merupakan energi yang berkaitan dengan medan listrik yang dihasilkan oleh terakumulasinya muatan elektron pada pelat-pelat kapasitor.
 - d. Energi Elektromagnetik
Bentuk energi yang berkaitan dengan radiasi elektromagnetik. Energi radiasi dinyatakan dalam satuan energi yang sangat kecil, yakni elektron volt (eV) atau mega elektro volt (MeV), yang juga digunakan dalam evaluasi energi nuklir.
 - e. Energi Kimia
Energi yang keluar sebagai hasil interaksi elektron di mana dua atau lebih atom/molekul berkombinasi sehingga menghasilkan senyawa kimia yang stabil.
 - f. Energi Nuklir
Energi Nuklir adalah energi dalam bentuk energi tersimpan yang dapat dilepas akibat interaksi partikel dengan atau di dalam inti atom.
 - g. Energi Termal
Bentuk energi dasar di mana dalam kata lain adalah semua energi yang dapat dikonversikan secara penuh menjadi energi panas.
 - h. Energi Angin
Energi berupa angin dengan kecepatan tertentu yang mengenai turbin angin sehingga menjadi gerak mekanik dan listrik.
3. Energi tidak dapat diciptakan dan energi tidak dapat dimusnahkan, energi hanya bisa berubah dari bentuk satu ke bentuk yang lainnya. Cth : energi angin diubah menjadi energi mekanik dan menggerakkan generator sehingga tercipta energi listrik.
4. Motor Bensin Empat Langkah
Pada motor bensin empat langkah terjadi perubahan energi dari energi kimia (bensin) \longrightarrow energi thermal (panas) \longrightarrow energi mekanik.
- Motor bensin empat langkah adalah motor yang pada setiap empat langkah torak/piston (dua putaran engkol) sempurna menghasilkan satu tenaga kerja (satu langkah kerja).



- a. Langkah pemasukan dimulai dengan katup masuk terbuka, piston bergerak dari titik mati atas dan berakhir ketika piston mencapai titik mati bawah. Udara dan bahan bakar terhisap ke dalam silinder. Langkah ini berakhir hingga katup masuk menutup,
- b. Langkah kompresi, diawali ketika kedua katup tertutup dan campuran di dalam silinder terkompresi sebagian kecil dari volume awalnya. Sesaat sebelum akhir langkah kompresi, pembakaran dimulai dan tekanan silinder naik lebih cepat.
- c. Langkah kerja, atau langkah ekspansi, yang dimulai saat piston hampir mencapai titik mati atas dan berakhir sekitar 45° sebelum titik mati bawah. Gas bertekanan tinggi menekan piston turun dan memaksa engkol berputar. Ketika piston mencapai titik mati bawah, katup buang terbuka untuk memulai proses pembuangan dan menurunkan tekanan silinder hingga mendekati tekanan pembuangan.
- d. Langkah pembuangan, dimulai ketika piston mencapai titik mati bawah. Ketika katup buang membuka, piston mendorong keluar sisa gas pembakaran hingga piston mencapai titik mati atas. Bila piston mencapai titik mati atas, katup masuk membuka, katup buang tertutup, demikian seterusnya..

BAB III

MEREALISAKAN KERJA AMAN BAGI MANUSIA, ALAT DAN LINGKUNGAN

1 Mengetahui Peraturan K3

1.1 Pengertian

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) adalah suatu sistem yang dirancang untuk memastikan keselamatan yang baik pada semua personil di tempat kerja agar tidak menderita luka maupun menyebabkan penyakit di tempat kerja dengan mematuhi/taat pada hukum dan aturan keselamatan dan kesehatan kerja tercermin pada perubahan sikap menuju keselamatan di tempat kerja.

Undang-undang tentang keselamatan dan kesehatan kerja memiliki sasaran, antar alain:

1. Untuk menjaga kesehatan, keselamatan dan kesejahteraan tiap orang pada saat bekerja
2. Untuk melindungi setiap orang saat bekerja terhadap resiko pada keselamatan dan kesehatannya.
3. Untuk membantu menjaga keselamatan dan kesehatan lingkungan kerja
4. Untuk mengurangi tiap sumber yang beresiko pada kesehatan, keselamatan dan kesejahteraan orang saat bekerja.
5. Untuk menyediakan kebutuhan pegawai dan perusahaan serta asosiasi yang mewakili pegawai dan perusahaan dalam merumuskan dan mewujudkan standart keselamatan dan kesehatan kerja.

1.2 Sasaran Undang-Undang

Undang-undang menyediakan kerangka kerja untuk meningkatkan standart keselamatan dan kesehatan kerja ditempat kerja; Dan mengurangi kecelakaan akibat kerja serta penyebaran penyakit. Sasaran undang-undang tersebut adalah

- Untuk menjaga kesehatan, keselamatan dan kesejahteraan tiap orang pada saat bekerja
- Untuk melindungi setiap orang saat bekerja terhadap resiko pada keselamatan dan kesehatannya.
- Untuk membantu menjaga keselamatan dan kesehatan lingkungan kerja
- Untuk mengurangi tiap sumber yang beresiko pada kesehatan, keselamatan dan kesejahteraan orang saat bekerja.
- Untuk menyediakan kebutuhan pegawai dan perusahaan serta asosiasi yang mewakili pegawai dan perusahaan dalam

merumuskan dan mewujudkan standart keselamatan dan kesehatan kerja.

Sasaran undang-undang sebaiknya diamati ketika diterjemahkan pada bagian lain dari undang-undang. Untuk hak-hak yang tidak utama bervariasi antar wilayah sesuai permohonan setiap pembuat undang-undang yang relevan dengan pemerintah pusat dan wilayah pemberlakukan undang-undang keselamatan dan kesehatan kerja.

1.3 Tugas dan tanggung jawab perusahaan

Tugas dan tanggung jawab yang dipersyaratkan pada perusahaan sesuai undang-undang keselamatan dan kesehatan kerja antara lain:

1. Penyediaan dan perawatan pabrik dan system kerja (seperti; langkah kerja rutin dan frekuensi kerja)
2. Pengaturan sistem keamanan kerja dalam hubungan dengan tanaman dan zat kimia (seperti; toksik kimia, debu dan serat)
3. Penyediaan lingkungan kerja yang aman (seperti; pengendalian tingkat suara dan getaran)
4. Penyediaan fasilitas kesejahteraan yang memadai (seperti; lokasi kebersiah diri, tempat menyimpan barang, tempat makan/kantin)
5. Penyediaan tempat yang memadai untuk informasi bahaya yang sesuai instruksi, latihan dan pengamatan para pegawai, yang dapat memberikan rasa kemanan kerja.

1.4 Tugas dan tanggung jawab pegawai

Undang-undang keselamatan dan kesehatan kerja, mengatur tanggung jawab pegawai antara lain:

1. Memiliki sikap yang semestinya untuk peduli pada dirinya atas keselamatan dan kesehatannya, dan untuk keselamatan dan kesehatan semua orang yang mungkin dapat terkena dengan bertindak atau mengikuti atauran ditempat kerja;.
2. Bekerjasama dengan perusahaannya dengan menghargai tindakan yang diambil oleh perusahaan untuk diikuti dengan beberapa syarat yang ditentukan dengan atau hukum yang berlaku
3. Para pegawai tidak boleh dengan sengaja atau sembarangan mencapuri atau menyalahgunakan peralatan keselamatan yang telah disediakan, para pegawai tidak boleh dengan sengaja pengambil resiko terhadap keselamatan dan kesehatan pegawai lain.

1.5 Komite keselamatan dan kesehatan kerja

Pekerjaan khusus anggota komite keselamatan dan kesehatan kerja meliputi 4 (empat) bagian, antara lain:

1. Mempelajari kecelakaan dan memberitahkan statistik penyebaran penyakit. Sehingga laporan tersebut dapat dijadikan untuk mengatur serta bersama-sama melakukan tindakan yang disarankan pada keadaan dan praktek yang tidak aman dan tidak sehat.
2. Melakukan pemeriksaan laporan keselamatan dan kesehatan pada bagian utama
3. Memperhatikan informasi laporan dan fakta yang diberikan oleh petugas pemeriksa; dan
4. Memperhatikan laporan permohonan yang diajukan oleh anggota komite keselamatan dan kesehatan.

2 Menguasai Prosedur Penerapan K3

Prosedur penerapan K3 perlu dikuasai oleh semua pihak karena ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan, antara lain: a) bahaya pada area kerja dikenali dan dilakukan tindakan pengontrolan yang tepat. b) kebijakan yang sah pada tempat kerja dan prosedur pengontrolan resiko diikuti. c) tanda bahaya dan peringatan dipatuhi. d) pakaian pengaman digunakan sesuai dengan SI (*Standard Intenational*). e) teknik dan pengangkatan/pemindahan secara manual dilakukan dengan tepat. f) Perlengkapan dipilih sebelum melakukan pembersihan dan perawatan secara rutin. g) metode yang aman dan benar digunakan untuk pembersihan dan pemeliharaan perlengkapan. h) peralatan dan area kerja dibersihkan/dipelihara sesuai dengan keamanan, jadwal pemeliharaan berkala, tempat penerapan, dan spesifikasi pabrik.

2.1 Simbol Keselamatan kerja

Simbol/lambang keselamatan dilukiskan dengan gambar-gambar yang mudah dipahami, antara lain:

a. Gunakan kaca mata

Kacamata harus dikenakan pada saat membubut, mengelas, dan pekerjaan lain yang memerlukan perlindungan mata.



Gambar 21. Tanda harus mengenakan kaca mata

b. Kenakan/gunakan penutup telinga

Penutup telinga harus dikenakan pada saat mengerjakan sesuatu yang berdampak pada suara bising, seperti menggerinda, menempa, dan sejenisnya.



Gambar 22. Tanda harus mengenakan penutup telinga

c. Kenakan/gunakan sarung tangan

Kenakan sarung tangan agar tangan terlindung dari zat kimia berbahaya, atau berdampak pada kulit manusia.

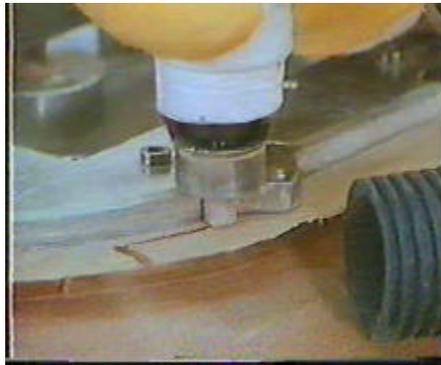


Gambar 23. Tanda harus mengenakan sarung tangan

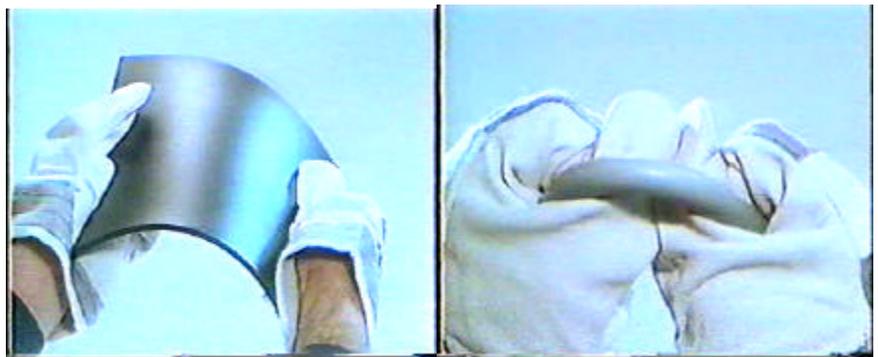
Selain tanda di atas, masih banyak tanda keselamatan kerja yang lain seperti: dilarang merokok, gunakan sepatu, gunakan masker. Di bawah ini merupakan contoh pekerja yang sudah menggunakan alat keselamatan kerja yang benar.



Gambar 24, Pekerja menggunakan kacamata dan masker



Gambar 25, Mengisap serbuk fiber menggunakan vacum



Gambar 24, Menekuk plat/selang fiber menggunakan sarung tangan

3. Menerapkan Prosedur K3 Secara tepat dan Benar

Penerapan K3 harus sesuai dengan prosedur yang benar, sebagai contoh kegiatan penerapan pemadaman kebakaran dan prosedur kerja dilakukan berdasarkan SOP (*Standard Operation Procedures*), peraturan K3L (Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan), dan prosedur/ kebijakan perusahaan, yang meliputi: a) Prosedur perlindungan mesin diikuti pada saat tanda bahaya muncul. b) prosedur peringatan/evakuasi diikuti di tempat kerja. d) prosedur gawat darurat diikuti secara profesional dengan tepat untuk melindungi mesin pada saat keadaan tanda bahaya muncul.

Pelayanan darurat yang profesional dan tepat untuk memanggil pertolongan dengan segera dilakukan oleh orang yang berwenang untuk melakukan hal tersebut Kebijakan/prosedur keamanan dijalankan berdasarkan pelatihan perusahaan dan undang-undang yang berlaku. Seluruh keamanan yang berhubungan dengan kejadian dicatat/dilaporkan pada formulir yang sesuai. Seluruh staf disarankan menggunakan prosedur keamanan perusahaan dan metode yang tepat dalam penerapannya. Seluruh kegiatan penerapan pemadaman kebakaran dan prosedur kerja dilakukan berdasarkan SOP (*Standard Operation Procedures*), peraturan K3L (Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan), dan prosedur/kebijakan perusahaan. Tindakan pengamanan terhadap limbah, padat, cair, gas, dan kebisingan di tempat kerja dikenali dan dilakukan dengan tepat.

Seluruh kegiatan pengendalian dan pengamanan limbah dan polusi di tempat kerja dilakukan berdasarkan SOP (*Standard Operation Procedures*), peraturan K3L (Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan), dan prosedur/kebijakan perusahaan.

3.1 Tanggungjawab Perusahaan pada lingkungan kerja

Perusahaan menuntut tersedianya dan terpeliharanya sejauh yang dapat dilakukan untuk para pegawai suatu lingkungan kerja yang aman tanpa resiko terhadap kesehatannya. Kewajiban khusus, sebagai contoh, tata tertib untuk ditaati dengan kewajiban umumnya, termasuk:

- Penyediaan dan perawatan pabrik dan sistem kerja (seperti; langkah kerja rutin dan frekuensi kerja)
- Pengaturan sistem keamanan kerja dalam hubungan dengan tanaman dan zat kimia (seperti; toksik kimia, debu dan serat)
- Penyediaan lingkungan kerja yang aman (seperti; pengendalian tingkat suara dan getaran)
- Penyediaan fasilitas kesejahteraan yang memadai (seperti; lokasi kebersih diri, tempat menyimpan barang, tempat makan/kantin)
- Penyediaan tempat yang memadai untuk informasi bahaya yang sesuai instruksi, latihan dan pengamatan para pegawai, yang dapat memberikan rasa kemandirian kerja.

Para pengusaha memberikan upah yang sama untuk pekerja lepas dan para pegawainya yang bekerja ditempat kerja. Upah tersebut dapat diperpanjang untuk urusan lebih yang telah ditentukan oleh perusahaan. Ini meliputi contoh, pekerja sampingna yang besar yang terdapat pada seluruh perusahaan dan beberapa kontraktor lepas yang menyelenggarakan jenis pekerjaan yan berbeda. Selanjutnya, perusahaan diminta untuk melaksanakan semampunya untuk Memonitor kesehatan pegawainya (seperti; pemeriksaan tingkahlaku, audiometri). Simpan informasi dan rekaman tiap pegawai untuk pemeriksaan kesehatan dan keselamatannya (sebagai contoh; hasil test, catatan luka yang pernah diderita, kondisi sakit yang pernah diderita dan kecelakaan yang pernah dialami).

Perusahaan atau pengguna dapat menggantikan person dengan kualifikasi yang sesuai dengan saran yang diberikan sehubungan dengan keselamatan dan kesehatan para pegawainya. (sebagai contoh, pada pabrik yang besar ini berarti membutuhkan seorang perawat kesehatan kerja, seorang petugas keselamatan atau kebersihan dengan waktu penuh. Pada pabrik yang kecil dapat mencari seorang spesialis yang disarankan pada saat yang diperlukan);

Personil yang telah dipilih dengan tepat pada tingkat senioritas akan menjadi wakil anggota diperusahaan saat muncul permasalahan keselamatan dan kesehatan kerja Atau saat anggota keselamtan dan kesehatan kerja menyimpang dari undang-undang yang berlaku.

Memonitor keadaan disetiap tempat kerja dibawah pengendalian dan pengaturan perusahaan (seperti; pemeriksaan tingkat suara, pemeriksaan tingkat pencahayaan hingga bahan kimia berbahaya),dan Menyediakan informasi untuk para pegawainya, termasuk didalamnya pemakaian bahasa yang cocok, dengan sikap menghargai pada keselamatan dan kesehatan ditempat kerja, termasuk nama personil yang dibutuhkan pegawai untuk membuat penyelidikan atau pengaduan yang berhubungan dengan keselamatan dan kesehatan kerja.

3.2 Rehabilitasi

Rehabilitasi ditujukan saat pemulihan, sedekat mungkin dengan tempat yang mungkin terjadinya luka terhadap kerja baik untuk secara psikis, psikologis, sosial, kejuruan, dan kondisi ekonomi yang dialami sebelum luka maupun selama menderit.

Semua fasilitas rehabilitasi dan assosisasi disediakan dana termasuk untuk tindakan rehabilitasi seperti, konseling psikoterapi, bimbingan bidang jurusan, pelatihan relaksasi, biro perjalanan, akomodasi, dan biaya kehadiran, pelatihan rehabilitasi peningkatan kecakapan kerja atau pelatihan untuk sesuatu yang lain seperti karir,

tempat kerja, kendaraan dan modifikasi rumah, service peralatan rumah tangga, petugas servis yang dipanggil.

Aturan kewenangan adalah untuk memberi fasilitas yang semestinya sesuai dengan ketentuan yang ada dan yang cepat untuk merehabilitasi pekerja yang terluka.

4. Rangkuman

Perhatian pada prinsip keselamatan dan kesehatan pada tempat kerja harus yang lebih besar, pantas untuk digantikan dan direhabilitasi yang cepat untuk korban kecelakaan pemimpin perusahaan harus lebih mengembangkan kesehatan, keselamatan dan produktivitas tenaga kerja yang lebih baik lagi.

Kuncinya adalah kerja sama, sehingga beban prestasi dan prinsip ini dapat dicapai dengan tepat pada semua pihak yang menaruh perhatian perusahaan, pekerja, penyedia layanan kesehatan dan pemerintah.

Undang-undang dirancang sebagai elemen utama pada perekonomian dan perkembangan sosial diaustralia pada masa datang, dan akan berhasil dengan partisipasi aktif dan kerja sama dari semua pihak yang menaruh perhatian.

Semua wilayah pemberlakukan undang-undang keselamatan dan kesehatan kerja memiliki ketentuan untuk menjadi anggota dan komite keselamatan.

Pemeriksaan terpisah undang-undang setiap wilayah pada informasi yang sesuai. Wakil anggota komite keselamatan ditempat kerja adalah orang yang dipilih oleh para pegawai untuk bernegosiasi antara pegawai dan pengusaha masalah keselamatan dan kesehatan. Wakil anggota komite keselamatan dan kesehatan dimaksudkan untuk membuat keselamatan dan kesehatan ditempat kerja

- a) Memeriksa seluruh atau semua bagian tempat kerja paad setiap waktu setelah memberikan pemberitahuan sepantasnya pada perusahaan dan bergerak cepat pada saat terjadi berbagai kecelakaan, situasi bahaya, peristiwa yang membahayakan atau peristiwa yang langsung beresiko terhadap keselamtan dna kesehatan semua orang
- b) Mendampingi para pemeriksa selama mengadakan pemeriksaan tempat kerja.
- c) Mewajibkan unutk mengadakan komite keselamtan dan kesehatan; serta
- d) Dengan persetujuan pegawai, dapat setiap saat mengadakan wawancara antara pegawai
- e) Dengan pemeriksa sehubungan dengan keselamatan dan kesehatannya.

Perusahaan diwajibkan memberikan informasi kepada anggota komite keselamatan dan kesehatan kerja sesuai hukum yang berlaku berhubungan dengan :

1. Kenyataan dan potensi bahaya ditempat kerja
2. Keselamatan dan kesehatan para pegawai
3. Konsultasi dengan wakil anggota keselamatan saat mengubaj tempat kerja
4. Mengijinkan wakil anggota komite keselamatan melakukan persiapan terhadap pekerjaan dan tugasnya.

LATIHAN SOAL:

1. Jelaskan tanggung jawab karyawan pada perusahaan?

Jawab:

Kewajiban para pegawai seperti dinyatakan dibawah ini:

1. Saat bekerja seorang pegawai harus;
 - a) Memiliki sikap yang semestinya untuk peduli pada dirinya atas keselamatan dan kesehatannya, dan untuk keselamatan dan kesehatan semua orang yang mungkin dapat terkena dengan bertindak atau mengikuti atauran ditempat kerja; dan
 - b) Bekerjasama dengan perusahaannya dengan menghargai tindakan yang diambil oleh perusahaan untuk diikuti dengan beberapa syarat yang ditentukan dengan atau hukum yang berlaku
2. Sebagai tambahan, para pegawai tidak boleh dengan sengaja atau sembarangan mencampuri atau menyalahgunakan peralatan keselamatan yang telah disediakan, Para pegawai tidak boleh dengan sengaja pengambil resiko terhadap keselamatan dan kesehatan pegawai lain.

Tes Formatif

1. Sebutkan kewajiban perusahaan pada karyawan?
2. Sebutkan kewajiban perusahaan pada lingkungan kerja
3. Apa tugas dan tanggung jawab komite keselamatan dan kesehatan kerja perusahaan?

BAB IV GAMBAR TEKNIK

1. Mengenal alat Menggambar Teknik

1.1 Kertas Gambar

1.1.1 Jenis Kertas

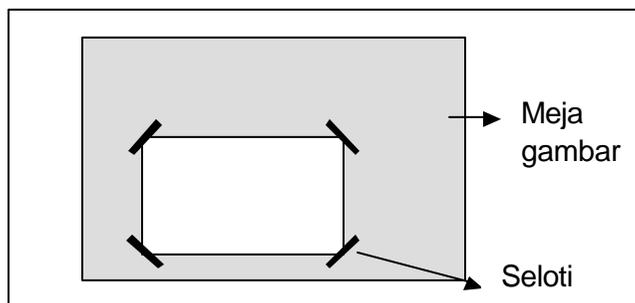
Berdasarkan jenis kertasnya, kertas gambar yang dapat digunakan untuk menggambar teknik antara lain: a) kertas Padalarang, b) Kertas manila, c) kertas Strimin, d) kertas roti, dan e) Kertas Kalkir

1.1.2 Ukuran Kertas

Ukuran gambar teknik sudah ditentukan berdasarkan standar. Ukuran pokok kertas gambar adalah A0. Ukuran A0 adalah 1 m² dengan perbandingan $\sqrt{2} : 1$ untuk panjang : lebar. Ukuran A1 diperoleh dengan membagi dua ukuran panjang A0. Ukuran A2 diperoleh dengan membagi dua ukuran panjang A1. Demikian seterusnya. Ukuran kertas gambar dapat dilihat pada tabel 1. Sedangkan cara penempelan kertas di atas meja gambar non magnetik dapat dilihat pada gambar 1.

Tabel 1. Kertas gambar berdasarkan ukurannya

Seri	Ukuran Kertas	Ukuran Garis Tepi	
		Kiri	C
A0	1.189 x 841	20	10
A1	841 x 594	20	10
A2	594 x 420	20	10
A3	420 x 297	20	20
A4	297 x 210	15	5
A5	210 x 148	15	5



Gambar 1. Cara penempelan kertas di atas meja gambar non magnetik

1.2. Pensil Gambar

Pensil adalah alat gambar yang paling banyak dipakai untuk latihan menggambar atau menggambar gambar teknik dasar. Pensil gambar terdiri dari batang pensil dan isi pensil.

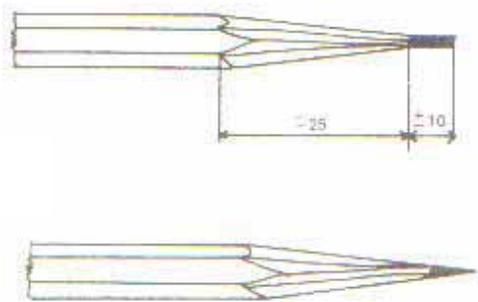
1.2.1 Pensil Gambar Berdasarkan Bentuk

1) Pensil Batang

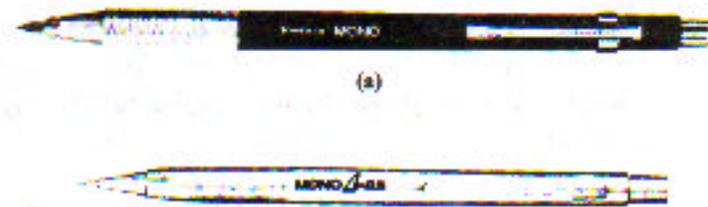
Pada pensil ini, antara isi dan batangnya menyatu. Untuk menggunakan pensil ini harus diraut terlebih dahulu. Habisnya isi pensil bersamaan dengan habisnya batang pensil. Gambar pensil batang dapat dilihat pada gambar 2.

2) Pensil mekanik

Pensil mekanik, antara batang dan isi pensil terpisah. Jika isi pensil habis dapat diisi ulang. Batang pensil tetap tidak bisa habis. Pensil mekanik memiliki ukuran berdasarkan diameter mata pensil, misalnya 0.3 mm, 0.5 mm dan 1.0 mm. Gambar pensil mekanik dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 2. Pensil batang



Gambar 3. Pensil mekanik

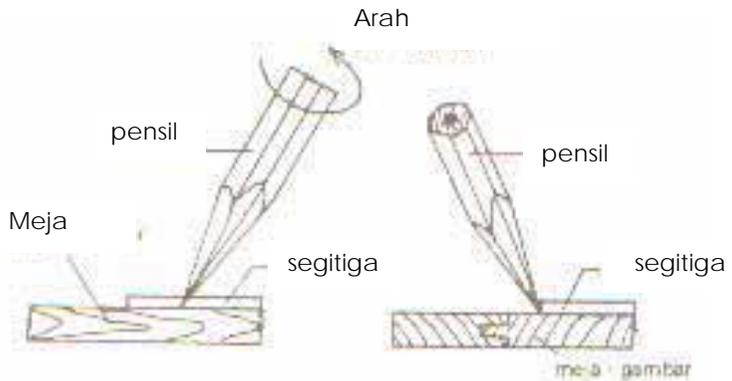
1.2.2 Pensil Gambar Berdasarkan Kekerasan

Berdasarkan kekerasannya pensil gambar dibagi menjadi pensil keras, sedang dan lunak.

Tabel 2. Pensil berdasarkan kekerasannya

KERAS	SEDANG	LUNAK
4H	3H	2B
6H	H	4B
7H	F	5B
8H	HB	6B
9H	B	7B

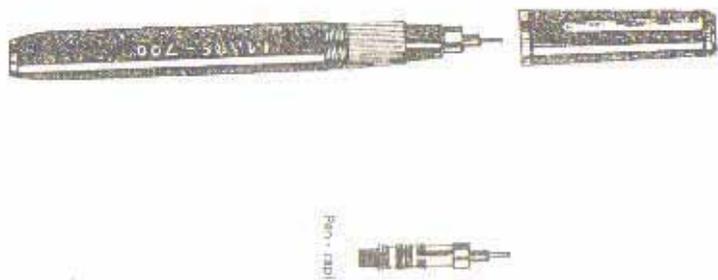
Untuk mendapatkan garis dengan ketebalan yang merata dari ujung ke ujung, maka kedudukan pensil sewaktu menarik garis harus dimiringkan $\pm 60^\circ$ dan selama menarik garis sambil diputar dengan telunjuk dan ibu jari (lihat gambar 4.)



Gambar 4. Cara menarik garis

1.3 Rapido

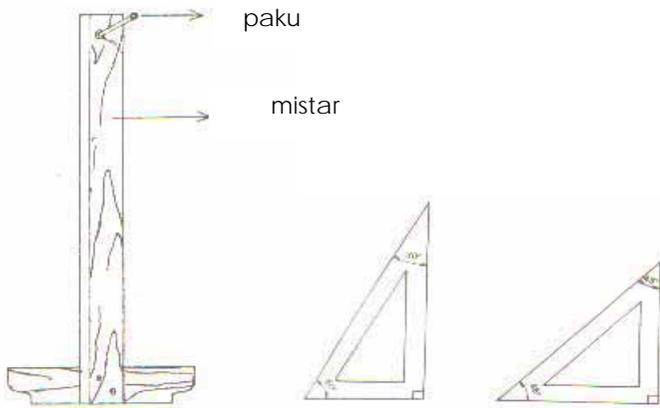
Penggunaan rapido untuk menggambar dengan teknik tinta dianggap lebih praktis dari pada dengan trekpen. Gambar rapido dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Rapido

1.4 Penggaris

Penggaris yang sering digunakan untuk menggambar teknik adalah penggaris –T dan penggaris segitiga.



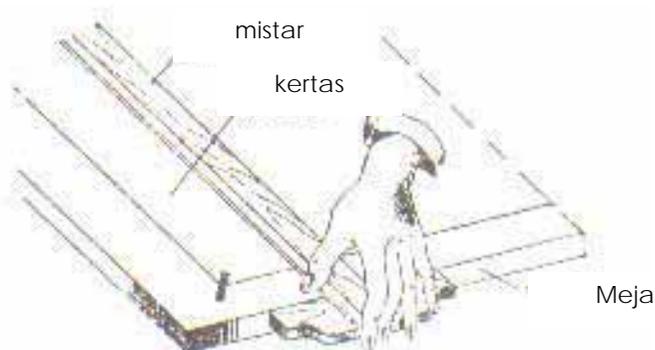
Gambar 6. Penggaris T dan sepasang penggaris segitiga.

1.4.1 Penggaris-T

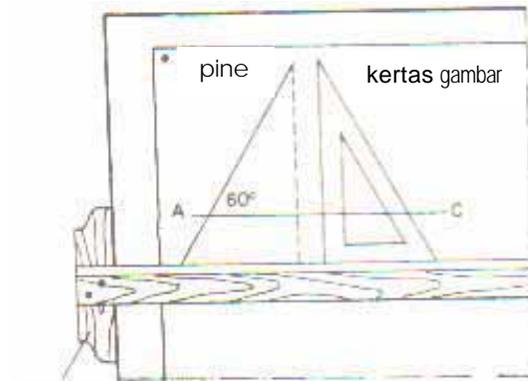
Penggaris T terdiri dari dua bagian, bagian mistar panjang dan bagian kepala berupa mistar pendek tanpa ukuran yang bertemu membentuk sudut 90.

1.4.2 Penggaris Segitiga

Penggaris segitiga terdiri dari satu penggaris segitiga bersudut 45, 90, 45 dan satu buah penggaris bersudut 30, 90 dan 60. Sepasang penggaris segitiga ini digunakan untuk membuat garis-garis sejajar, sudut-sudut istimewa dan garis yang saling tegak lurus.



Gambar 7. Cara menggunakan penggaris -T

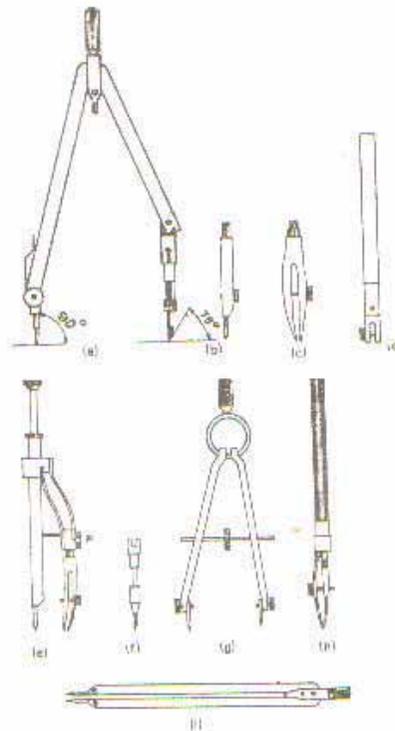


Misrar gambar

Gambar 8. Cara menggunakan penggaris segitiga

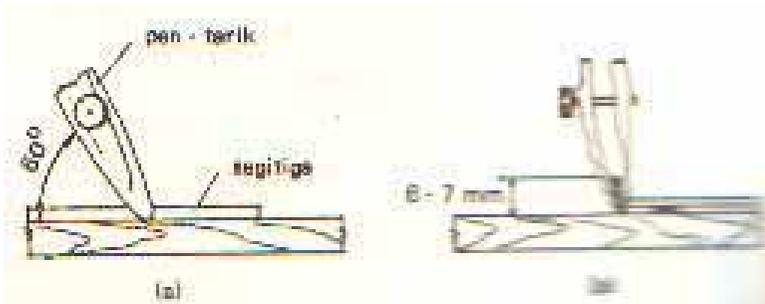
5. Jangka

Jangka adalah alat gambar yang digunakan untuk membuat lingkaran dengan cara menancapkan salah satu ujung batang pada kertas gambar sebagai pusat lingkaran dan yang lain berfungsi sebagai pensil untuk menggambar garis lingkarannya. Gambar 9 memeperlihatkan beberapa jenis jangka.

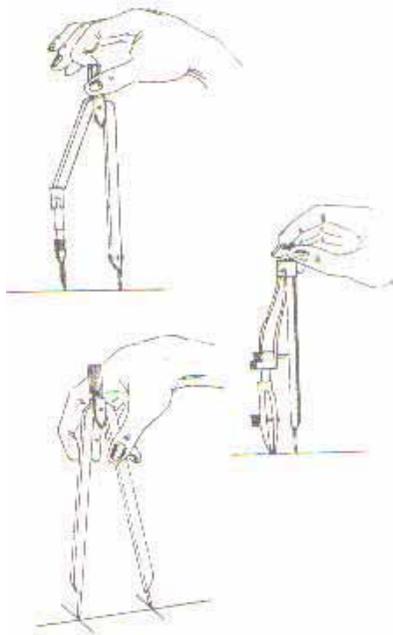


Gambar 9. Jenis jangka

Kedudukan pena tarik sewaktu menarik garis sebaiknya miring 60 terhadap meja gambar, seperti gambar 10. cara menggunakan jangka ditunjukkan pada gambar 11.



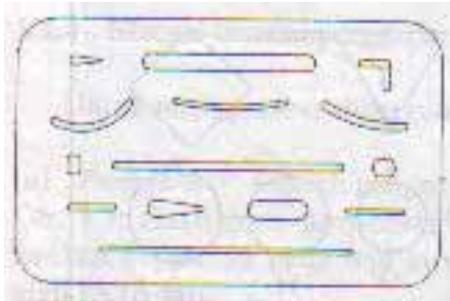
Gambar 11. Kedudukan pena tarik saat menarik garis



Gambar 12. Membuat lingkaran besar dengan alat penyambung

6. Penghapus dan alat pelindung penghapus

Ada dua jenis penghapus, yaitu penghapus lunak dan penghapus keras. Penghapus lunak untuk menghapus gambar dari pensil dan penghapus keras untuk menghapus gambar dari tinta. Agar gambar yang akan dihapus tepat dan tidak menghilangkan gambar yang lain, maka digunakan plat pelindung penghapus seperti gambar 13.



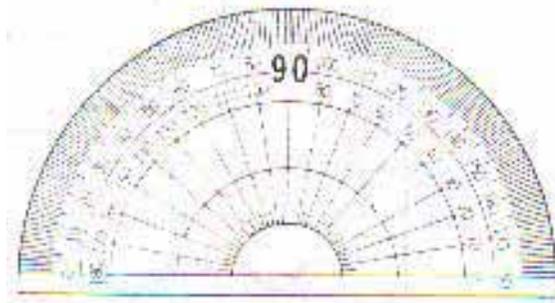
Gambar 13. Plat pelindung penghapus

7. Alat-alat Penunjang lainnya

Ada beberapa alat penunjang gambar teknik lainnya yang kadang-kadang diperlukan didalam menggambar adalah :

7.1 Busur derajat

Busur derajat digunakan untuk mengukur dan membagi sudut. Lihat Gambar 14.



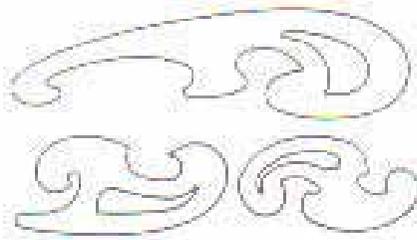
Gambar 14. Busur derajat

7.2 Sablon huruf dan angka

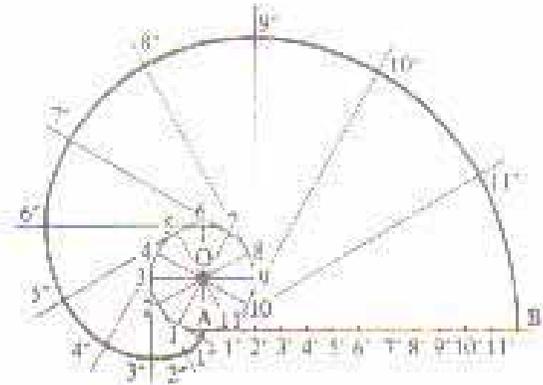
Sablon huruf dan angka adalah sebuah alat gambar yang digunakan untuk menggambar huruf dan angka, agar diperoleh tulisan yang rapi dan seragam dan mengikuti standar ISO.

7.3 Mal lengkung

Mal lengkung digunakan untuk membuat garis lengkung yang tidak dapat dibuat dengan jangka. Dalam satu set mal lengkung ada 3 jenis mal, lihat gambar 15



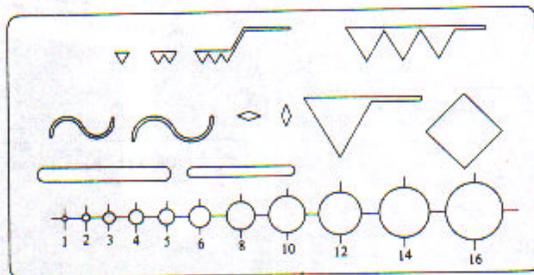
Gambar 15. Mal lengkung



Gambar 16. Contoh penggunaan mal lengkung

7.4 Mal bentuk

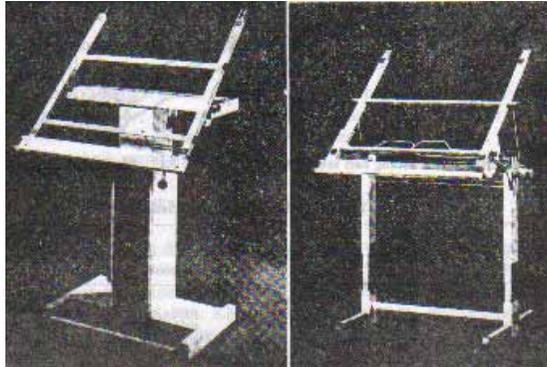
Untuk membuat gambar geometri dan simbol-simbol tertentu dengan cepat, maka digunakan mal bentuk.



Gambar 17. Mal bentuk geometri

8. Meja Gambar

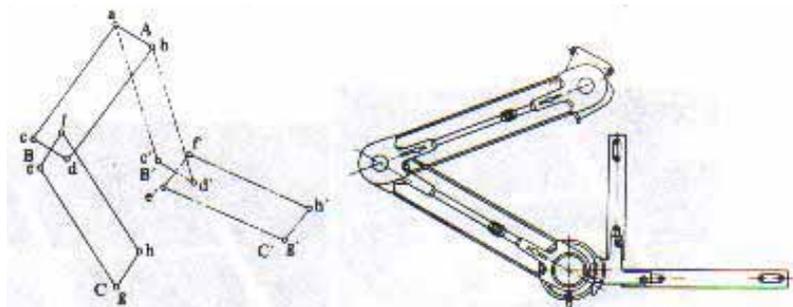
Meja gambar adalah meja yang digunakan sebagai alas menggambar. Meja gambar terdiri dari rangka meja gambar dan daun meja gambar. Tidak seperti meja biasa, meja gambar dapat diubah-ubah ketinggian dan kemiringan daun mejanya. Bahan daun meja ada bermacam-macam, yaitu : daun meja dari papan non magnetik, papan berlapis magnet dan kaca rayben



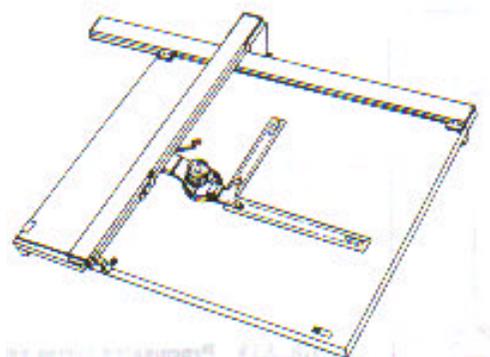
Gambar 18. Meja gambar

9. Mesin Gambar

Mesin gambar adalah mesin manual yang digunakan untuk memudahkan menggambar. Mesin gambar dapat menggantikan beberapa fungsi alat gambar lainnya seperti busur derajat, sepasang penggaris segitiga dan mistar T. Berdasarkan bentuknya ada dua jenis mesin gambar, yaitu: mesin gambar rol dan mesin gambar lengan.



Gambar 19. Mesin gambar lengan



Gambar 20. Mesin gambar rol

2. Lembar Kerja

2.1 Alat

- a. Meja gambar
- b. Pensil gambar
- c. Sepasang penggaris segitiga
- d. Penggaris panjang 50 cm atau 60 cm
- e. Jangka
- f. Mal huruf dan angka
- g. Mal bentuk
- h. Mal lengkung
- i. Penghapus
- j. Selotip
- k. *Cutter*

2.2 Bahan

Kertas manila A3

2.3 Kesehatan dan Keselamatan Kerja

- a. Hati-hati menggunakan peralatan yang tajam, yaitu: *cutter* dan jarum jangka.
- b. Gunakan selotip berbahan kertas.

2.4 Langkah Kerja

- a. Tempelkan kertas manila A3 di atas meja gambar dengan selotip.
- b. Gunakan sepasang penggaris segitiga untuk membuat garis-garis sejajar horisontal dan vertikal. Panjang dan jarak antar garis sembarang. Perhatikan arah penarikan garis.
- c. Buatlah sudut-sudut 15° , 30° , 45° , 60° , 75° dan 90° dengan sepasang penggaris segitiga. Perhatikan cara memegang penggarisnya.
- d. Gunakan jangka dengan benar untuk membuat lingkaran. Diameter lingkaran sembarang. Perhatikan dari mana mulai menarik garis dan mengakhirinya.
- e. Gunakan mal huruf-angka. Huruf dan angka yang di-mal sembarang. Perhatikan cara memegang mal dan cara menggesernya.
- f. Gunakan mal bentuk dan symbol. Cara menggunakan mal ini sama dengan cara menggunakan mal huruf-angka.
- g. Gunakan mal lengkung sesuai contoh pada lembar informasi. Tentukan dahulu titik-titik yang akan dihubungkan. Buat garis lengkungnya dengan mal lengkung. Geser-geser mal lengkung untuk mendapatkan bentuk yang paling tepat antara dua garis.

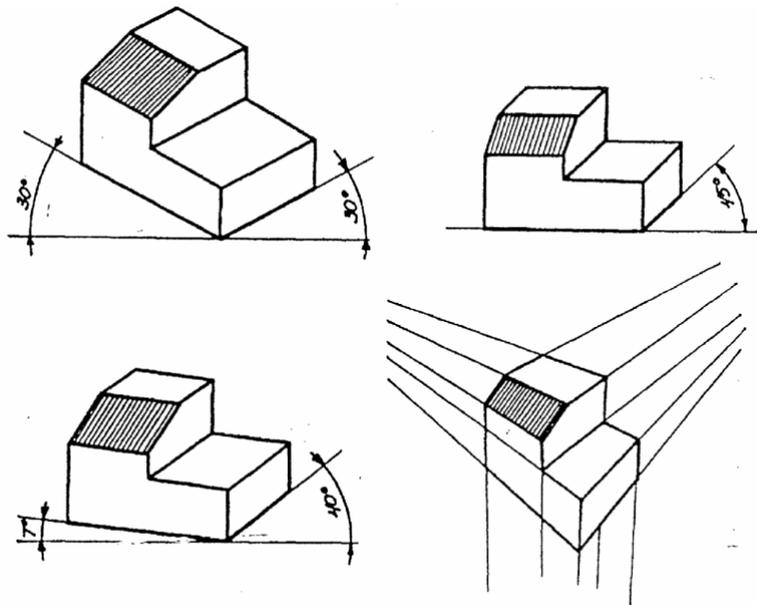
3. Membaca Gambar Teknik

3.1. Proyeksi Piktorial

Untuk menampilkan gambar-gambar tiga dimensi pada sebuah bidang dua dimensi, dapat kita lakukan dengan beberapa macam cara proyeksi sesuai dengan aturan rnennggambar. Ada beberapa rncam cara proyeksi, antara lain:

1. Proyeksi piktorial dimensi
2. Proyeksi piktorial isometri
3. Proyeksi piktorial miring
4. Perspektif

Untuk membedakan masing-masing proyeksi tersebut, dapat kita lihat pada gambar 21.



Gambar 21. Proyeksi piktorial

3.2 Proyeksi Isometris

3.2.1 Ciri Proyeksi Isometris

Untuk mengetahui apakah suatu gambar disajikan dalam bentuk proyeksi isometris, perlu kiranya kita mengetahui terlebih dahulu ciri dan syarat-syarat untuk membuat gambar dengan proyeksi tersebut. Adapun ciri-ciri gambar dengan proyeksi isometris tersebut adalah:

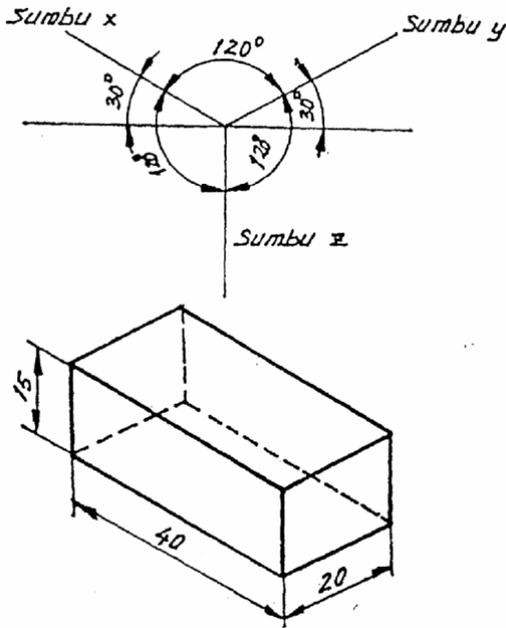
- 1) Ciri pada sumbu
 - Sumbu x dan sumbu y mempunyai sudut 30° terhadap garis mendatar.

- Sudut antara sumbu satu terhadap sumbu lainnya 120° .

Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar 22.

2) Ciri pada ukuran

Panjang gambar pada masing-masing sumbu sama dengan panjang benda yang digambarkan (lihat gambar 22)



Gambar 22. Proyeksi isometris

3.2.2 Penyajian Proyeksi Isometris

Penyajian gambar dengan proyeksi isometris dapat dilakukan dengan kedudukan normal, terbalik atau horizontal.

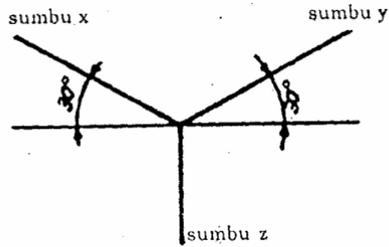
1) Proyeksi isometris dengan kedudukan normal.

Kedudukan normal mempunyai sumbu dengan sudut-sudut seperti tampak pada gambar 23.

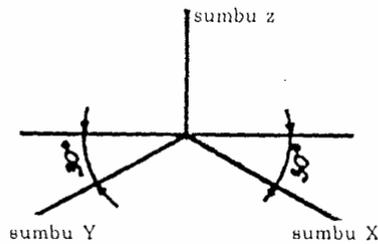
2) Proyeksi isometris dengan kedudukan terbalik.

Mengenai hal ini dapat dilaksanakan dengan dua cara yaitu:

- a) Memutar gambar dengan sudut 180° ke kanan dan kedudukan normal, sesuai dengan kedudukan sumbunya (lihat gambar 23 berikut).

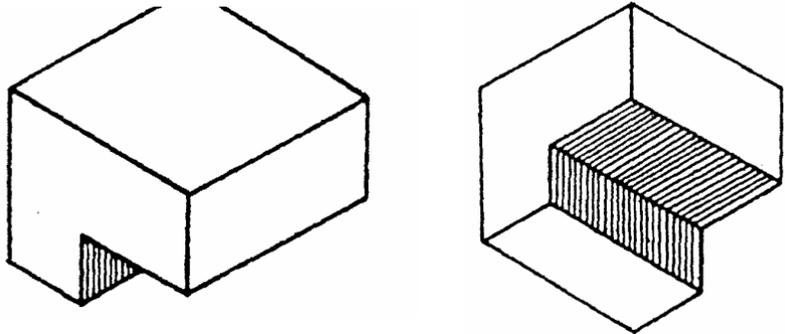


d



Gambar 23. Penyajian proyeksi isometris

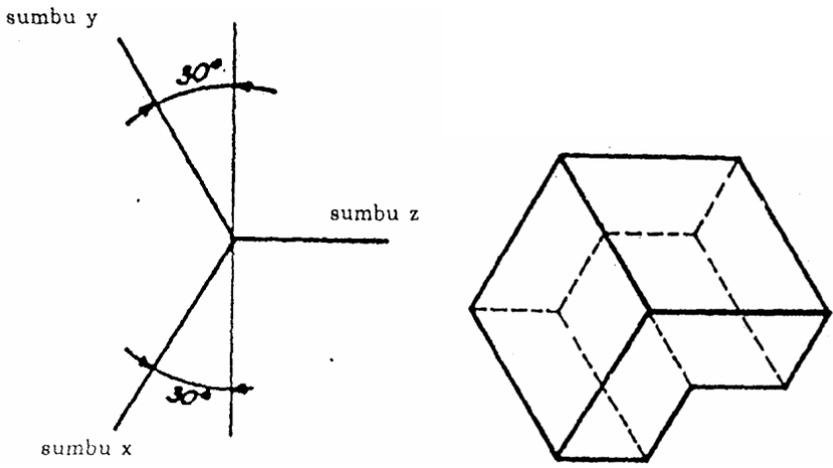
- b) Mengubah kedudukan benda yang digambar dengan tujuan untuk memperlihatkan bagian bawah benda tersebut (lihat gambar 24)



Gambar 24. Proyeksi isometris dengan kedudukan terbalik

- 3) Proyeksi isometris dengan kedudukan horizontal.
- a) Sebagaimana cara yang dilakukan untuk menggambar kedudukan proyeksi isometris terbalik, yaitu dengan memutar sumbu utama 180° dan sumbu normal, maka untuk kedudukan horizontal 270° ke kanan dan kedudukan sumbu normalnya (lihat gambar 25)

b) Mengubah kedudukan benda, yaitu untuk memperlihatkan bagian samping kiri (yang tidak terlihat) sebagaimana terlihat pada gambar 25.

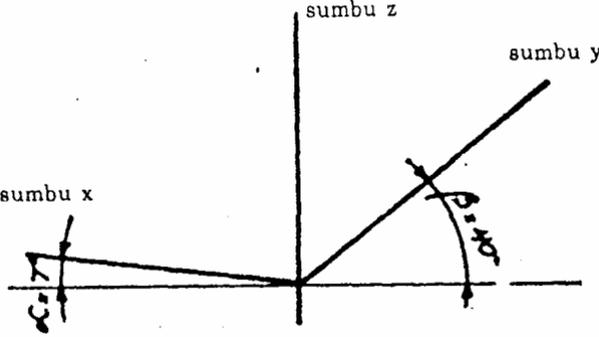


Gambar 25. Proyeksi isometris kedudukan horisontal

3.3 Proyeksi Dimetris

Proyeksi dimetris mempunyai ketentuan:

1. Sumbu utama mempunyai sudut: $\alpha=7^\circ$ dan $\beta= 40^\circ$ (lihat gambar 26)
2. Perbandingan skala ukuran pada sumbu x = 1 : 1, pada sumbu y = 1 : 2, dan pada sumbu z 1 : 1.

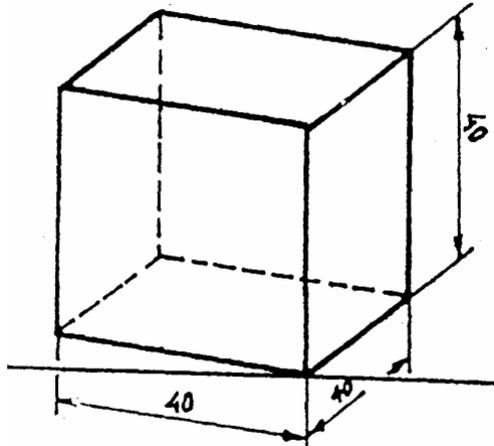


Gambar 26. Proyeksi dimetris

Gambar kubus yang di gambarkan dengan proyeksi dimetris di bawah ini, mempunyai sisi-sisi 40 mm.

Keterangan:

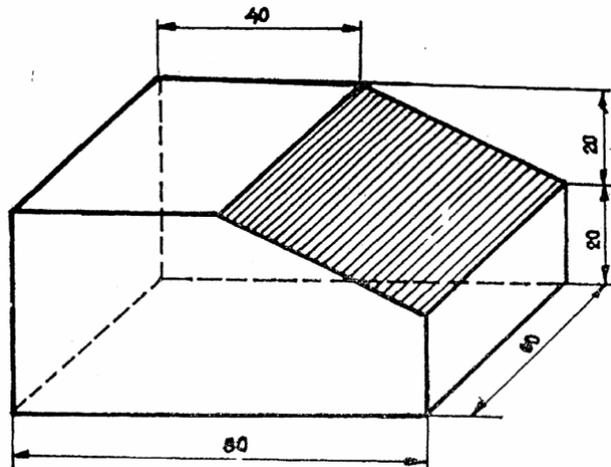
- Ukuran pada sumbu x digambar 40 mm
- Ukuran gambar pada sumbu y digambar 1/2 nya, yaitu 20 mm
- Ukuran pada sunbu z digambar 40 mm



Gambar 27. Kubus dengan proyeksi dimetris

3.4 Proyeksi Miring (sejajar)

Pada proyeksi miring, sumbu x berimpit dengan garis horizontal/mendatar dan sumbu y mempunyai sudut 45° dengan garis mendatar. Skala ukuran untuk proyeksi miring ini sama dengan skala pada proyeksi dimetris, yaitu skala pada sumbu x = 1:1, pada sumbu y = 1 : 2, dan skala pada sumbu z = 1 : 1 (lihat gambar di bawah ini)

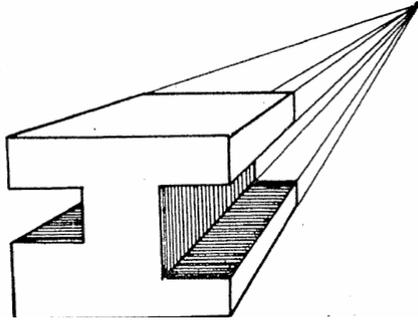


Gambar 28. Proyeksi miring

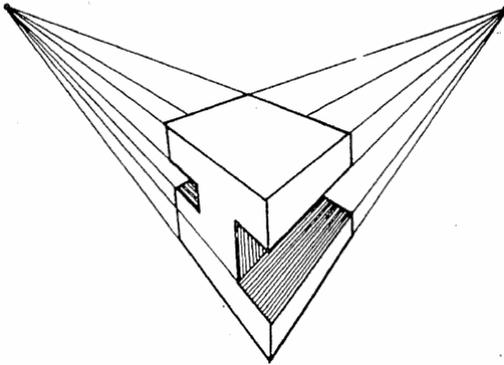
3.5 Gambar Perspektif

Dalam gambar teknik mesin, gambar perspektif jarang dipakai. Gambar perspektif dibagi menjadi tiga macam, yaitu:

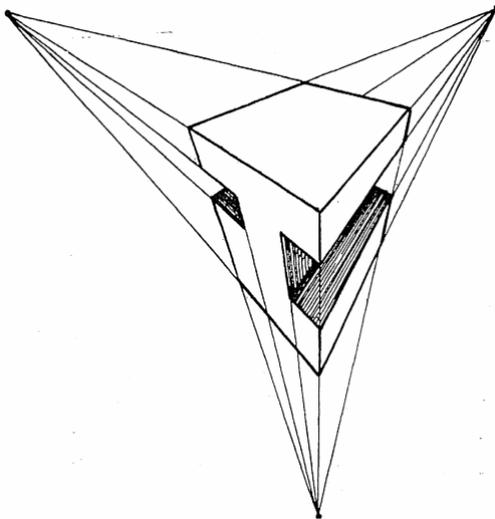
- a. perspektif dengan satu titik hilang.
- b. Perspektif dengan dua titik hilang.
- c. Perspektif dengan tiga titik hilang.



Gambar 29. Perspektif dengan satu titik hilang



Gambar 30. Perspektif dengan dua titik hilang



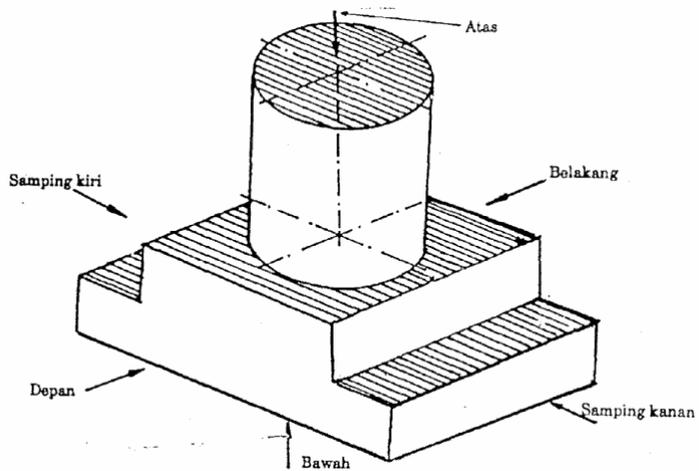
Gambar 31. Perspektif dengan tiga titik hilang

3.6 Macam-Macam Pandangan

Untuk memberikan informasi lengkap suatu benda tiga dimensi dengan gambar proyeksi ortogonal, biasanya memerlukan lebih dari satu bidang proyeksi.

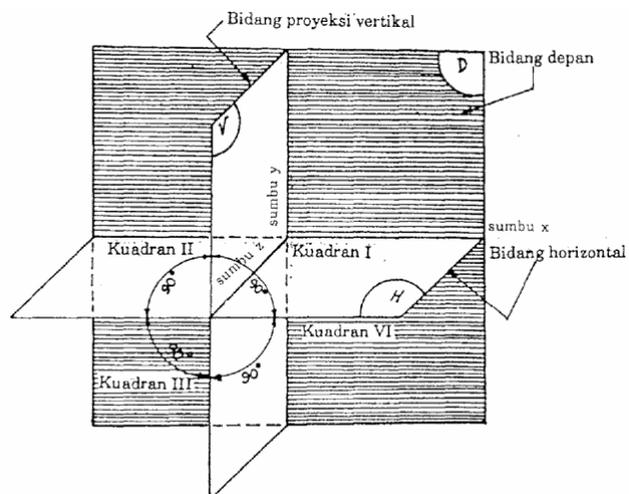
- Gambar proyeksi pada bidang proyeksi di depan benda disebut pandangan depan.
- Gambar proyeksi pada bidang proyeksi di atas benda disebut pandangan atas.
- Gambar proyeksi pada bidang proyeksi di sebelah kanan benda disebut pandangan samping kanan.

Demikian seterusnya.



Gambar 32. Macam-macam pandangan

3.7 Bidang-Bidang Proyeksi

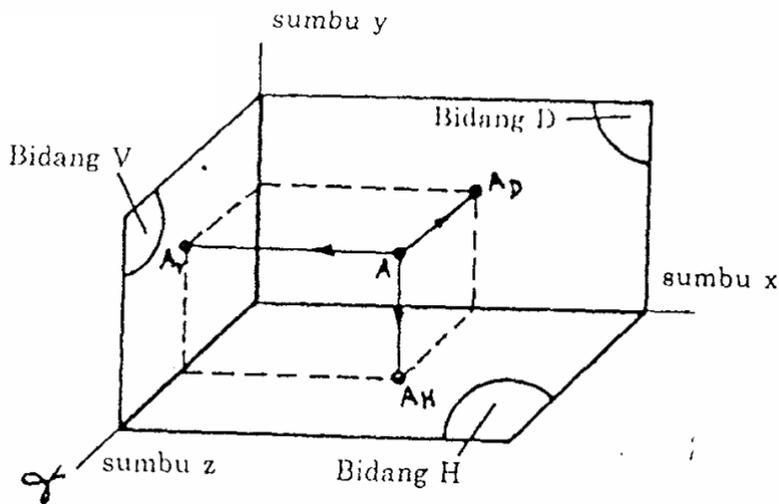


Gambar 33. Bidang proyeksi

Suatu ruang dibagi menjadi empat bagian yang dibatasi oleh bidang-bidang depan, bidang vertikal, dan bidang horizontal. Ruang yang dibatasi tersebut dikenal dengan sebutan kuadran. Ruang di atas bidang H, di depan bidang D, dan di samping kanan bidang V disebut kuadran I. Ruang yang berada di atas bidang H, di depan bidang D, dan disebelah kiri bidang V disebut kuadran II. Ruang disebelah kiri bidang V, di bawah bidang H, dan di depan bidang D disebut kuadran III. Ruang yang berada di bawah bidang H, di depan bidang D, dan di sebelah kanan bidang V disebut kuadran IV.

3.7.1 Proyeksi Di Kuadran I (Proyeksi Eropa)

Bila suatu benda diletakkan di atas bidang horizontal, di depan bidang D, (depan) dan di sebelah kanan bidang V (vertikal) maka benda tersebut berada di kuadran I. jika benda yang terletak di kuadran I kita proyeksikan terhadap bidang-bidang H, V, dan D, maka akan didapat gambar/proyeksi pada kuadran I yang dikenal juga dengan nama proyeksi Eropa. Gambar 34 memperlihatkan titik yang terletak di kuadran I (lihat gambar 34).

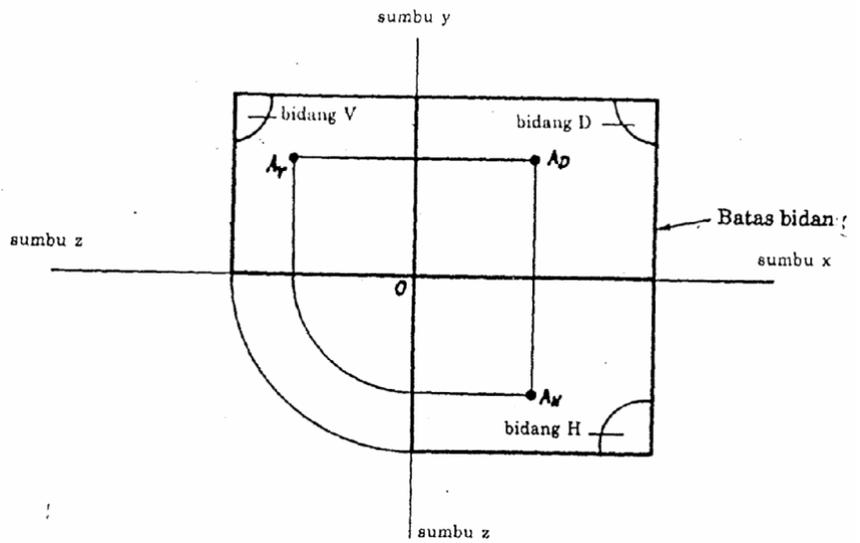


Gambar 34. Proyeksi di kuadran I

Keterangan:

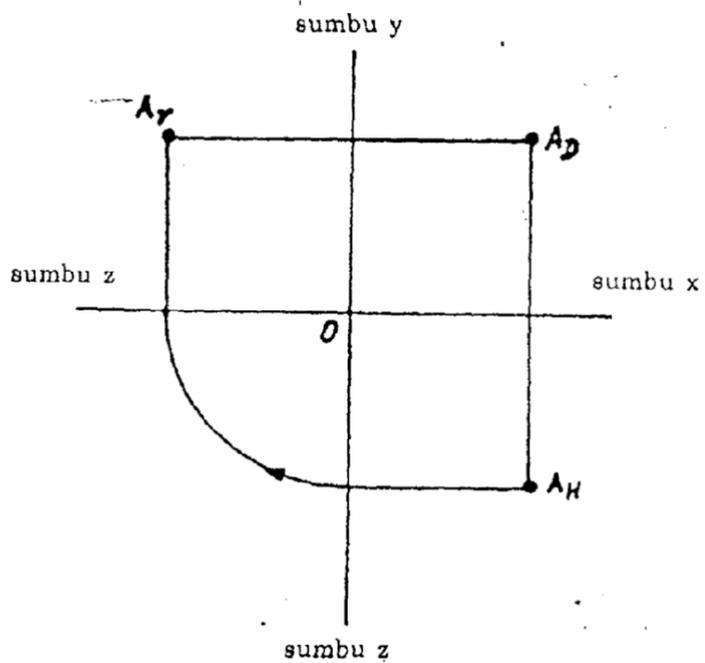
- A = titik kuadran-I
- A_D = proyeksi titik A di bidang D (depan)
- A_V = proyeksi titik A di bidang V (vertikal)
- A_H = proyeksi titik A di bidang H (horizontal)

Bila ketiga bidang saling tegak lurus tersebut dibuka, maka sumbu x dan y sebagai sumbu putarnya dan sumbu z merupakan sumbu yang dibuka/dipisah, seperti gambar berikut:

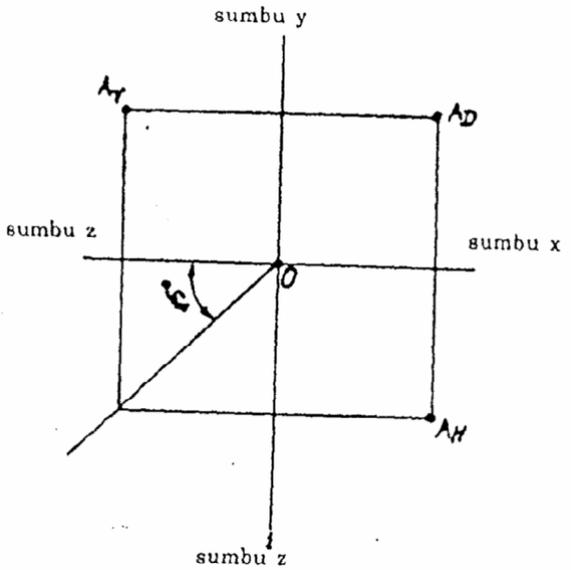


Gambar 35. Pembukaan objek gambar di kuadran I

Selanjutnya batas-batas bidang dihilangkan maka menjadi bentuk di bawah ini :

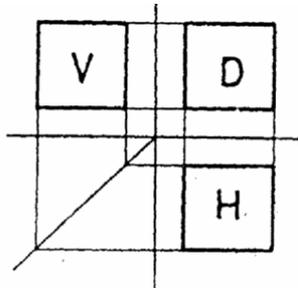


Gambar 36. Pemutaran dengan jangka

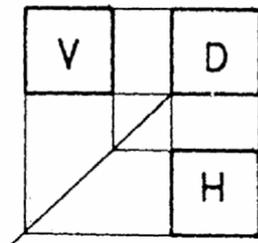


Gambar 37. Potongan garis yang bersudut 45°

Bila penempatan benda di kuadran I tidak teratur, maka untuk menempatkan sumbu dapat disederhanakan sesuai dengan ruang yang tersedia. Penyederhanaan dapat dilakukan seperti gambar berikut:



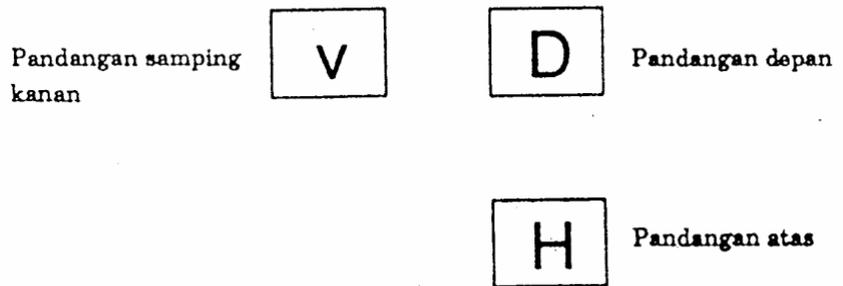
Gambar 38. Garis sumbu terpisah dengan gambar



Gambar 39. Garis sumbu berimpit dengan gambar

3.7.1.2 Penampilan Gambar

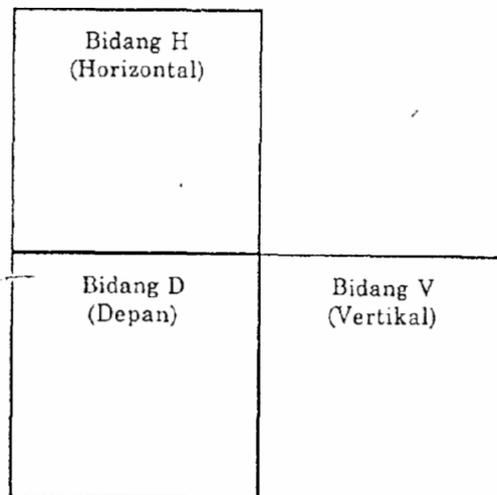
Untuk penampilan gambar berikutnya, garis sumbu dan garis bantu tidak diperlukan lagi (dihilangkan). Jadi yang nampak hanya pandangannya saja (lihat gambar 40), perlu ditegaskan kembali bahwa untuk proyeksi di kuadran I (proyeksi Eropa), penempatan pandangan samping akan berada disebelah kiri pandangan depannya, sedangkan pandangan atas berada di bawah pandangan depannya.



Gambar 40. Pandangan proyeksi Eropa

3.7.2 Proyeksi Di Kuadran III (Proyeksi Amerika)

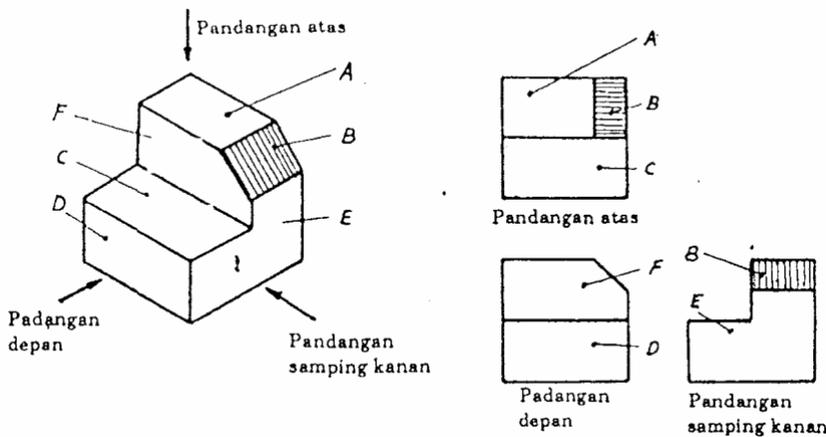
Bidang-bidang H, V, dan D untuk proyeksi di kuadran III (proyeksi Amerika) yang telah di buka adalah:



Gambar 41. Pandangan proyeksi Amerika

- Pada bidang H ditempatkan pandangan atas
- Pada bidang D ditempatkan pandangan depan
- Pada bidang V ditempatkan pandangan samping kanan

Contoh :



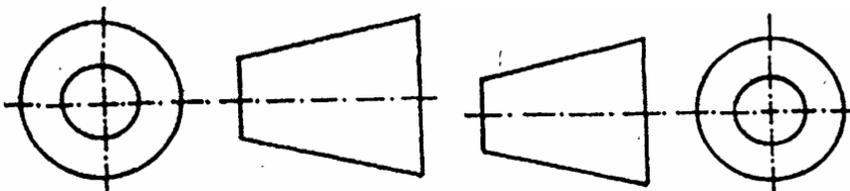
Gambar 42. Contoh pandangan proyeksi Amerika

3.8 Simbol Proyeksi dan Anak Panah

3.8.1 Simbol Proyeksi

Untuk membedakan gambar/proyeksi di kuadran I dan gambar/proyeksi di kuadran III, perlu diberi lambang proyeksi. Dalam standar ISO (ISO/DIS 128), telah ditetapkan bahwa cara kedua proyeksi boleh dipergunakan. Sedangkan untuk keseragaman ISO, gambar sebaiknya digambar menurut proyeksi sudut pertama (kuadran I atau kita kenal sebagai proyeksi Eropa).

Dalam satu buah gambar tidak diperkenankan terdapat gambar dengan menggunakan kedua gambar proyeksi secara bersamaan. Simbol proyeksi ditempatkan disisi kanan bawah kertas gambar. Simbol/lambang proyeksi tersebut adalah sebuah kerucut terpancung (lihat gambar).

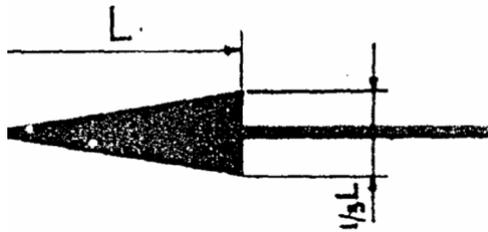


Gambar 43. Proyeksi Amerika

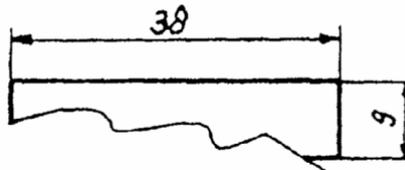
Gambar 44. Proyeksi Eropa

3.8.2 Anak Panah

Anak panah digunakan untuk menunjukkan batas ukuran dan tempat/posisi atau arah pemotongan sedangkan angka ukuran ditempatkan di atas garis ukur atau di sisi kiri garis ukur (lihat gambar 45).



Gambar 45. Anak panah

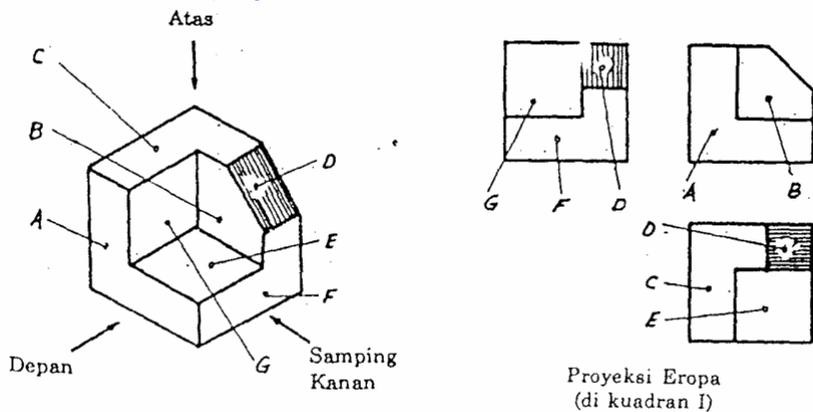


Gambar 46. Contoh penggambaran anak panah

3.9 Penentuan Pandangan

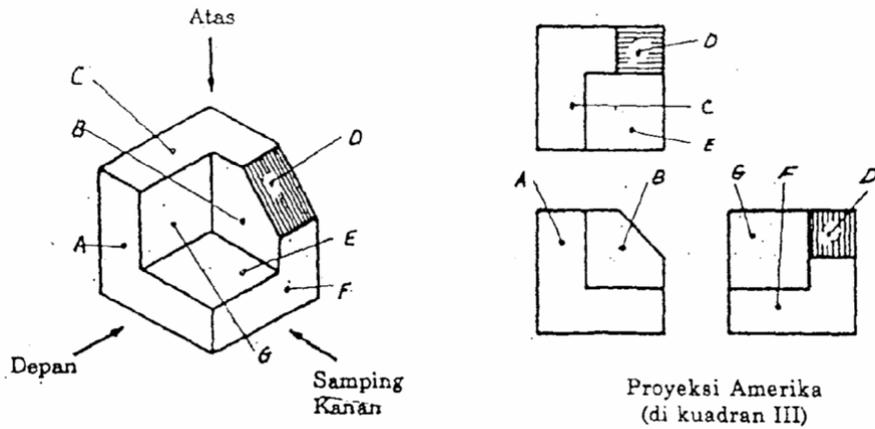
Untuk menempatkan pandangan atas atau pandangan samping dan pandangan depannya, terlebih dahulu kita harus menempatkan sistem proyeksi apa yang kita pakai, apakah proyeksi di kuadran I (Eropa) atautkah proyeksi di kuadran III (Amerika)?. Setelah kita menempatkan sistem proyeksi yang kita pakai, barulah kita menenempatkan pandangan dan objek yang kita gambar tersebut.

3.9.1 Menempatkan Pandangan Depan, Proyeksi Di Kuadran I (Eropa) Atas dan Samping Kanan Menurut



Gambar 47. Penerapan Proyeksi Eropa

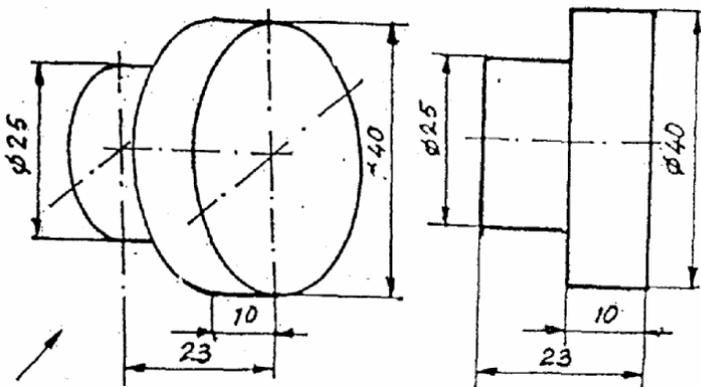
3.9.2 Menentukan Pandangan Depan, Atas dan Samping Kanan Menurut Proyeksi Di Kuadran III (Amerika)



Gambar 48. Penerapan Proyeksi Amerika

3.9.3 Penetapan Jumlah Pandangan

Jumlah pandangan dalam satu objek/gambar tidak semuanya harus digambar misalnya untuk benda-benda bubutan sederhana, dengan satu pandangan saja yang dilengkapi dengan simbol (lingkaran) sudah cukup untuk memberikan informasi yang jelas. Lihat gambar 49 berikut:

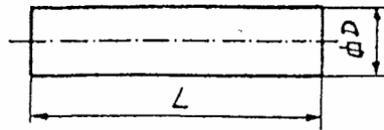
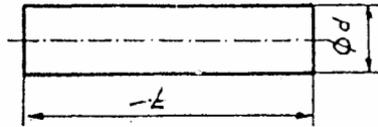


Gambar 49. Gambar satu pandangan

3.9.4 Jenis-jenis Pandangan Utama

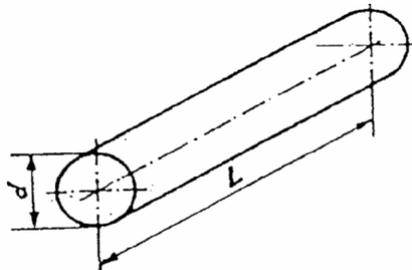
Gambar kerja yang digunakan sebagai alat komunikasi adalah gambar dalam bentuk pandangan-pandangan. Sebagai pandangan utamanya ialah pandangan depan, pandangan samping, dan pandangan atas. Dalam gambar kerja, tidak selamanya ketiga pandangan harus ditampilkan, tergantung dan kompleks/rumit atau sederhananya bentuk benda. Hal terpenting, gambar pandangan-

pandangan ini harus dapat memberikan informasi yang jelas. Perhatikan gambar 50 di bawah ini:

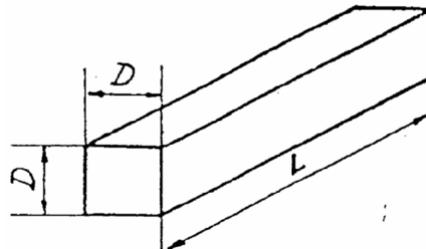


Gambar 50. Gambar pandangan

Kedua gambar di atas, walaupun hanya terdiri atas satu pandangan saja, dapat membedakan bentuk bendanya, yaitu dengan simbol/lambang O untuk bentuk lingkaran dan untuk bentuk bujur sangkar dan bentuk gambar piktorialnya adalah:



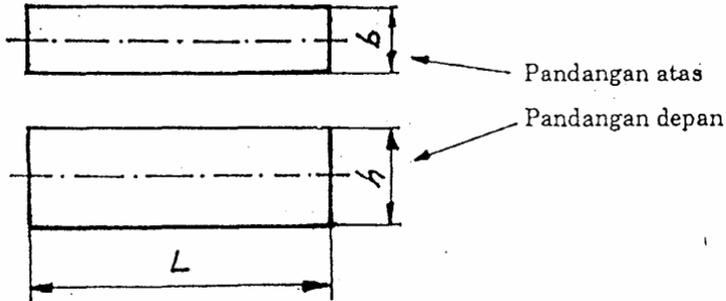
Gambar 4.38.



Gambar 51. Pembedaan bentuk benda dengan satu pandangan

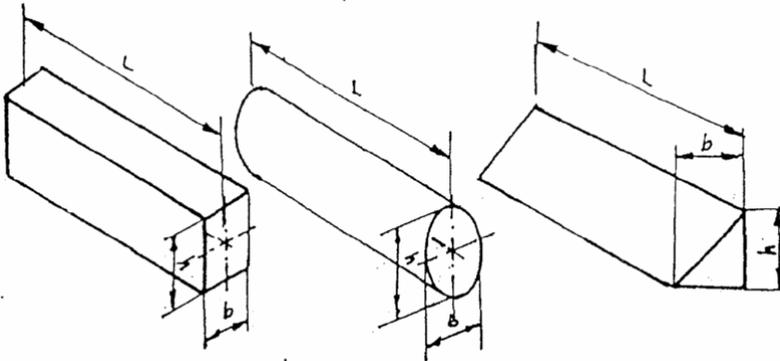
3.9.5 Pemelihan Pandangan Utama

Untuk memberikan informasi bentuk gambar, seharusnya kita pilih pandangan yang dapat mewakili bentuk benda (perhatikan gambar 52) di bawah ini.



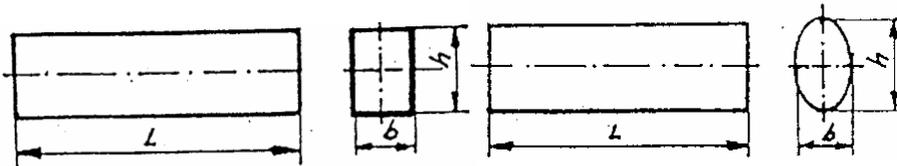
Gambar 52. Pemilihan pandangan utama

Pandangan/gambar di atas belum dapat memberikan informasi yang jelas. Oleh karena itu dalam memilih pandangan yang disajikan harus dapat mewakili bentuk benda (lihat gambar 53). Gambar 53 adalah benda yang mempunyai pandangan atas dan pandangan depan yang sama seperti gambar 52 di atas.



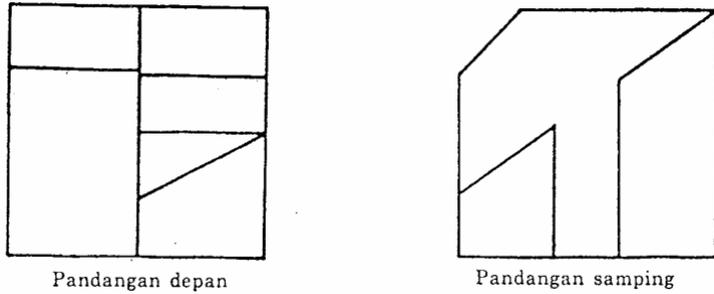
Gambar 53. Pandangan utama

Dari gambar piktorial (gambar 53) di atas, yang dapat memberikafi informasi bentuk secara tepat dalam hentuk gambar pandangan adalah pandangan depan dengan pandangan sampingnya (lihat gambar 54).



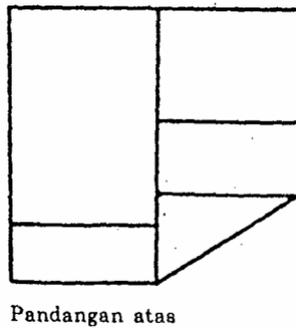
Gambar 54. Penentuan pandangan depan

Sebaliknya dua pandangan depan dan samping belum tentu dapat memberikan informasi yang maksimum (lihat gambar 55 berikut).

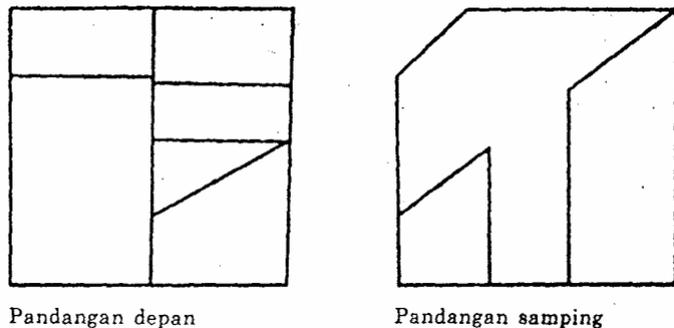


Gambar 55. Penggunaan dua pandangan

Dengan dua pandangan di atas, belum cukup memberikan informasi bentuk secara cepat dan tepat. Oleh karena itu, perlu satu pandangan lagi untuk kejelasan gambar tersebut: yaitu pandangan atas.



Pandangan atas

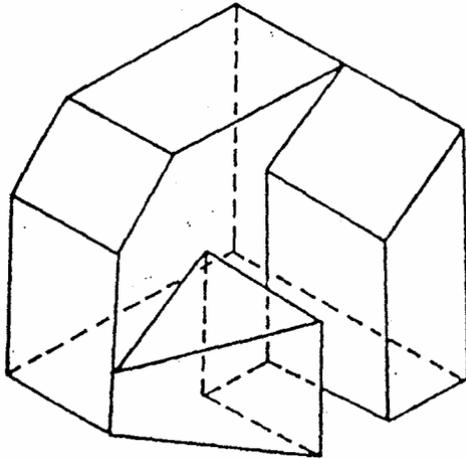


Pandangan depan

Pandangan samping

Gambar 56. Penggunaan tiga pandangan

Setelah dilengkapi dengan pandangan atasnya, barulah kita mendapatkan informasi bentuk yang lengkap dari gambar 56.



Gambar 57. Bentuk benda dari hasil pandangan

3.10 Gambar Potongan

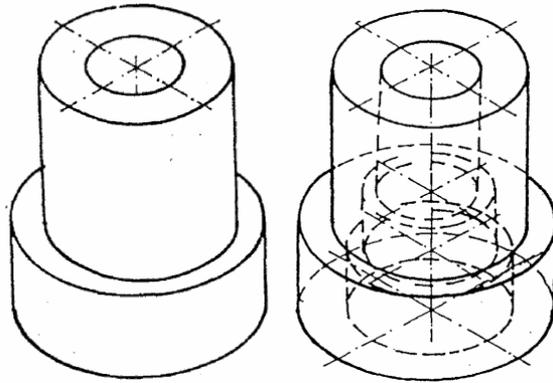
Untuk memberikan informasi yang lengkap dan gambar yang berongga atau berlubang perlu menampilkan gambar dengan teknik - menggambar yang tepat. Kadang-kadang gambar tampak lebih rumit karena adanya garis-garis gambar yang tidak kelihatan. Oleh karena itu garis-garis gores yang akan menimbulkan salah pengertian (salah informasi) perlu dihindari, yaitu dengan menunjukkan gambar potongan/ irisan.

3.10.1 Fungsi Gambar Potongan/Irisan

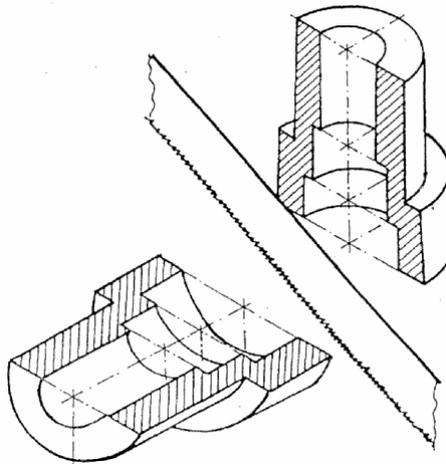
Gambar potongan atau irisan fungsinya untuk menjelaskan bagian-bagian gambar benda yang tidak kelihatan, misalnya dari benda yang dibor (baik yang dibor tembus maupun dibor tidak tembus) lubang-lubang pada flens atau pipa-pipa, rongga-rongga pada rumah katup, dan rongga-rongga pada blok mesin. Bentuk rongga tersebut perlu dilengkapi dengan penjelasan gambar potongan agar dapat memberikan ukuran atau informasi yang jelas dan tegas, sehingga terhindar dan kesalah pahaman membaca gambar.

3.10.2 Bentuk Potongan/Irisan

Gambar potongan atau irisan dapat dijelaskan dengan menggunakan pemisalan benda yang dipotong dengan gergaji (lihat gambar 4.46 berikut).



Gambar 58a dan gambar 58b



Gambar 58c.

Keterangan:

- Gambar 58b.** Memperlihatkan gambar lengkap dengan garis gores sebagai batas-batas garis yang tidak kelihatan. Dengan adanya garis-garis tersebut gambar kelihatan agak rumit.
- Gambar 58a.** Memperlihatkan gambar yang kurang jelas. Dalam hal ini kita tidak bisa memastikan apakah lubang tersebut merupakan lubang tembus atau tidak tembus, mempunyai lubang yang bertingkat atau rata. Sehingga setiap orang akan menafsirkan bentuk lubang yang berbeda, yang menyebabkan informasi kurang jelas.

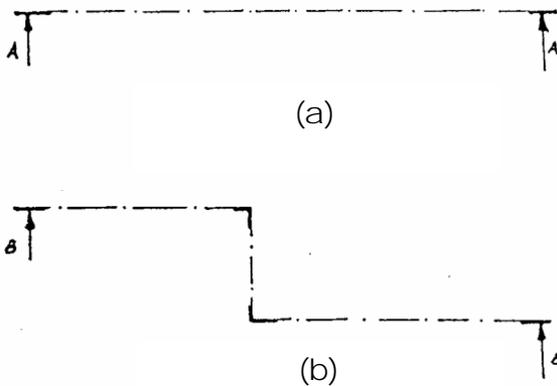
Gambar 58c. Oleh karena gambar 58a dan gambar 58c menimbulkan keraguan dalam pembacaannya, maka gambar dapat dijelaskan dengan menggunakan pemisalan bahwa benda tersebut dipotong--dengan gergaji, sehingga bentuk rongga di dalamnya dapat terlihat dengan jelas dan tidak menimbulkan keraguan lagi dalam menentukan bentuk di bagian dalamnya.

Dengan gambar potongan atau irisan, seperti pada gambar 58c di atas, diperoleh ketegasan atau kejelasan tentang bentuk dan rongga sebelah dalam, sehingga informasi yang diberikan oleh gambar dapat efisien. Gambar potongan atau irisan harus diasir sesuai dengan batas garis pemotongannya.

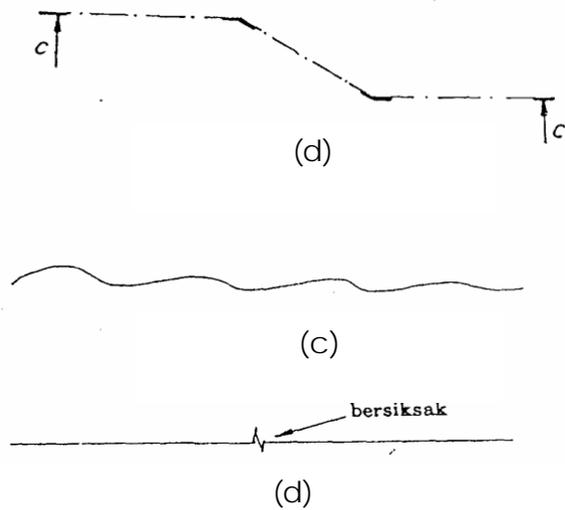
3.10.3 Tanda Pemotongan

Untuk menjelaskan gambar yang dipotong, perlu adanya tanda pemotongan yang sudah ditetapkan sesuai dengan aturan-aturan menggambar teknik. Tanda pemotongan ini terdiri atas:

- Tanda pemotongan dengan garis sumbu dan kedua ujungnya di tebalkan (lihat gambar 59a).
- Tanda pemotongan dengan garis tipis bergelombang bebas (lihat gambar 50c).
- Tanda pemotongan dengan garis tipis berzigzag (lihat gambar 60d).



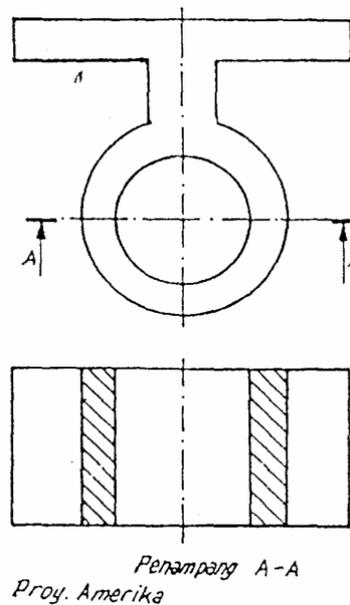
Gambar 59. Tanda pemotongan

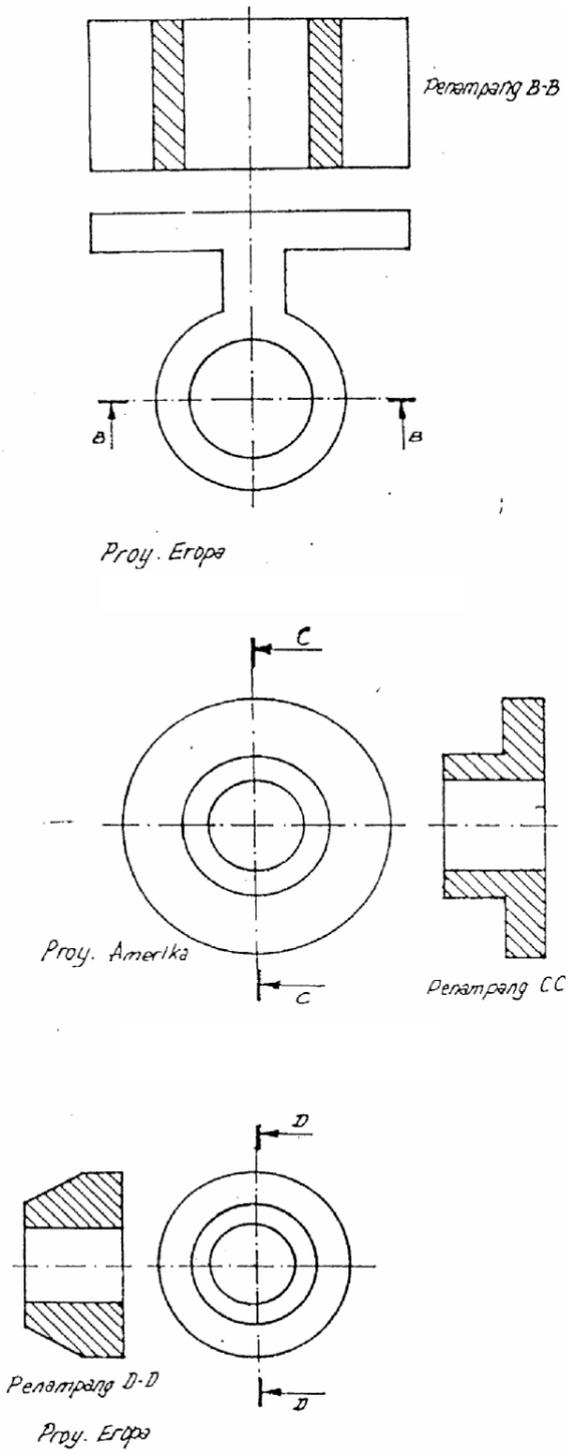


Gambar 60. Tanda pemotongan dengan gelombang dan zigzag

3.10.4. Menempatkan Gambar Penampang/Potongan

Untuk menempatkan gambar penampang atau gambar potongan, kita perlu memperhatikan penempatan gambar potongan tersebut sesuai dengan proyeksi yang akan kita gunakan, apakah proyeksi di kuadran I (Eropa) atau proyeksi di kuadran III (Amerika). Untuk lebih jelasnya, perhatikan gambar 61.

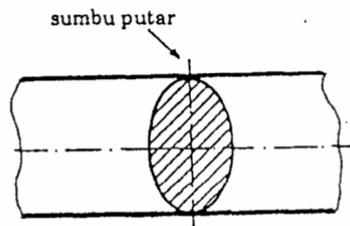




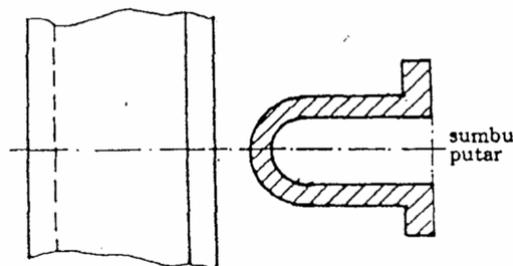
Gambar 61. Penempatan gambar potongan

Jika proyeksi yang digunakan adalah proyeksi Amerika, maka gambar penampang potongannya diletakkan/berada di belakang arah anak panahnya. Jika proyeksi yang digunakan proyeksi Eropa maka penempatan gambar potongannya berada di depan arah anak panahnya.

Selain ditempatkan sesuai dengan proyeksi yang digunakan, penampang potong dapat juga diputar ditempat (penampang putar) seperti tampak pada gambar 62a, atau dengan dipotong dan diputar kemudian dipindahkan ketempat lain segaris dengan sumbunya seperti tampak pada gambar 62b.



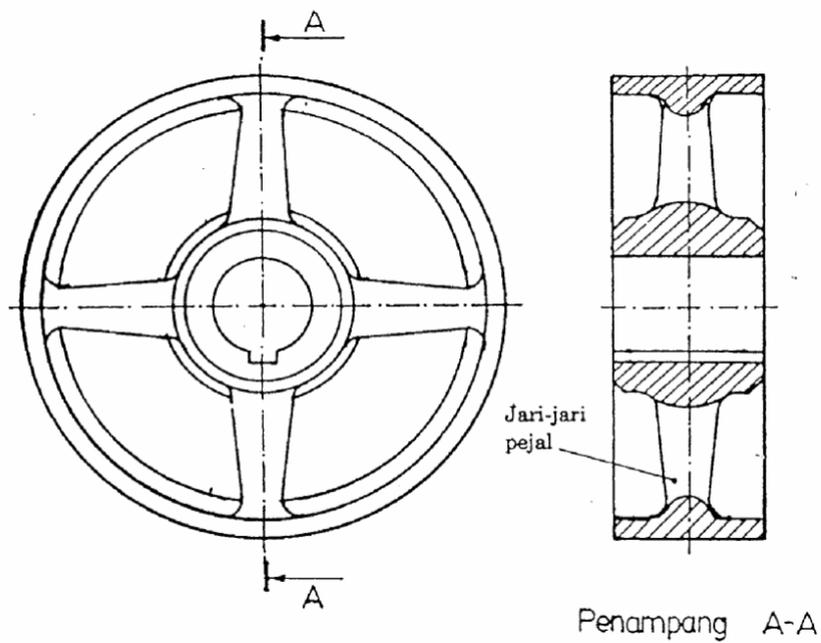
Gambar 62a. Penempatan potongan dengan diputar



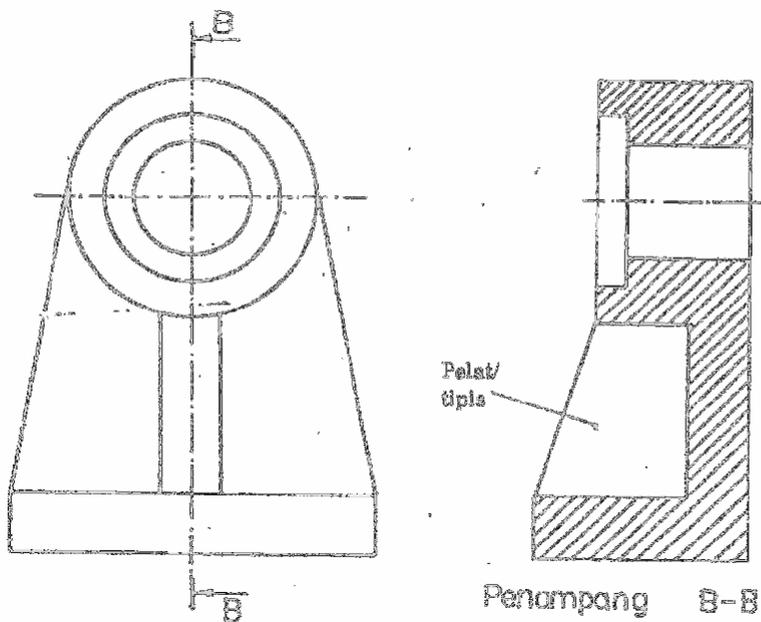
Gambar 62b. Penempatan potongan dengan diputar dan dipindah

3.10.5 Benda-benda Yang Tidak Boleh Dipotong

Benda-benda yang tidak boleh dipotong yaitu benda-benda pejal, misal : poros pejal, jari-jari pejal dan semacamnya (lihat gambar 63a). benda-benda tipis, misal: pelat-pelat penguat pada dudukan poros dan pelat penguat pada flens (lihat gambar 63b). Bagian-bagian yang tidak boleh dipotong tersebut yaitu bagian-bagian yang tidak diarsir.



Gambar 63a. Potongan jari-jari pejal



Gambar 63b. Potongan dudukan poros

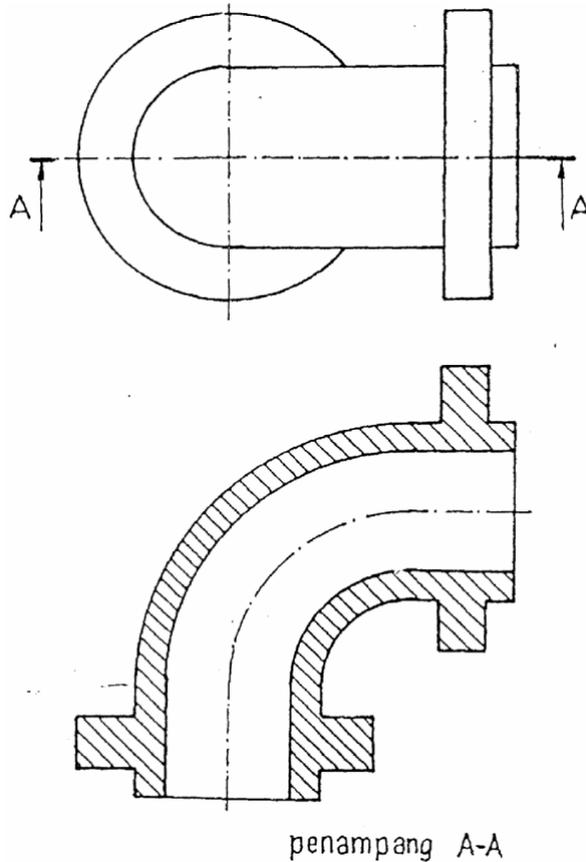
3.10.6 Jenis-jenis Gambar Potongan

Jenis-jenis gambar potongan/ irisan terdiri atas :

- Gambar potongan penuh
- Gambar potongan separuh
- Gambar potongan sebagian/setempat atau lokal
- Gambar potongan putar
- Gambar potongan bercabang atau meloncat

1. Gambar Potongan Penuh

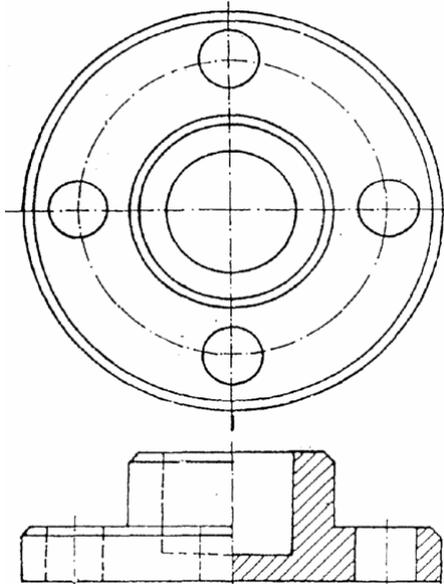
Perhatikan contoh gambar potongan penuh pada gambar 64 berikut :



Gambar 64. Potongan penuh

2. Gambar Potongan Separuh

Perhatikan contoh gambar potongan pada gambar 65 berikut :



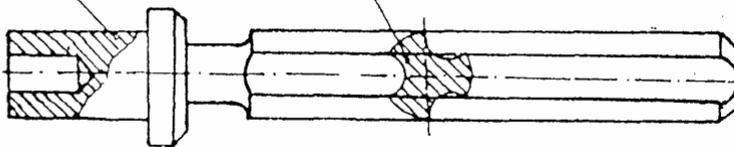
Gambar 65. Potongan separuh

3. Gambar Potongan Sebagian

Gambar potongan sebagian disebut juga potongan lokal atau potongan setempat (lihat contoh gambar 66).

Penampang setempat/lokal

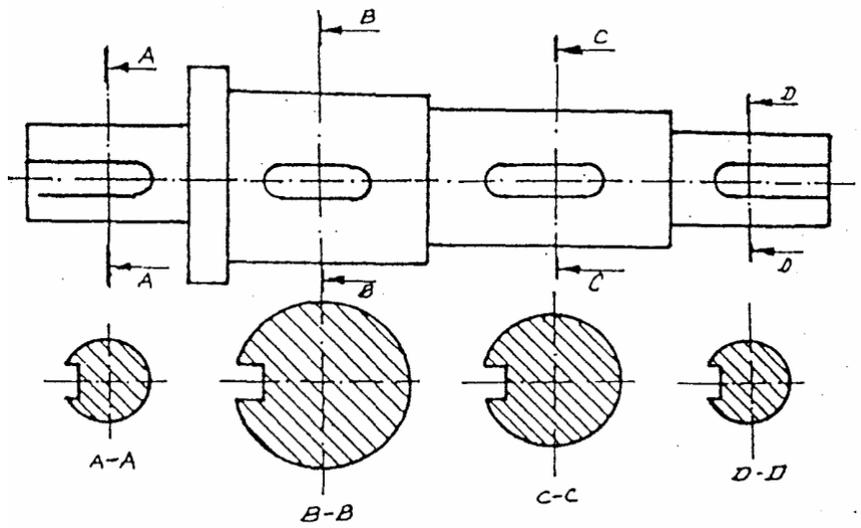
Penampang putar



Gambar 66. Potongan sebagian

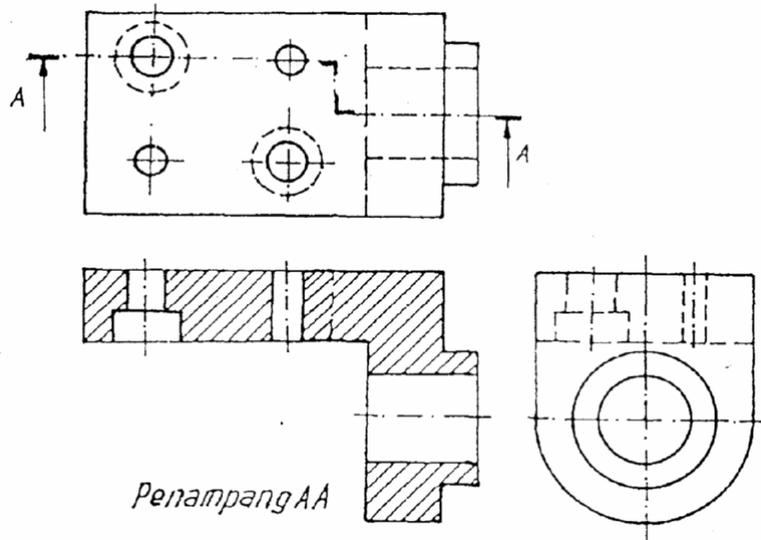
4. Gambar Potongan Putar

Gambar potongan putar dapat diputar setempat seperti tampak pada gambar 62a atau dapat juga penempatan potongannya seperti pada gambar 62b.



Gambar 67. Potongan putar

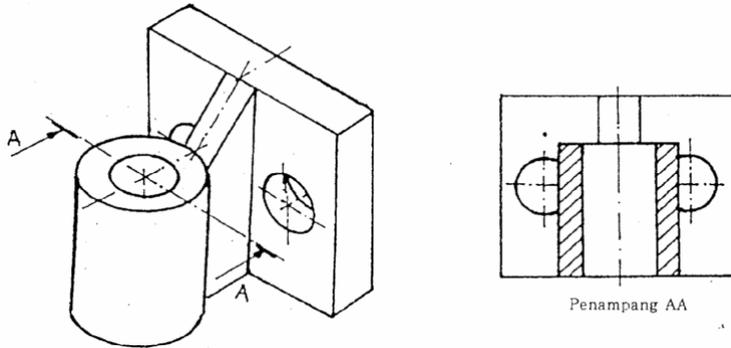
5. Gambar Potongan Bercabang atau Meloncat
Perhatikan contoh gambar 68 berikut.



Gambar 68. Potongan bercabang atau meloncat

3.11 Garis Arsiran

Untuk membedakan gambar proyeksi yang dipotong dengan gambar pandangan, maka gambar potongan/ irisan perlu diarsir. Arsir yaitu garis-garis miring tipis yang dibatasi oleh garis-garis batas pemotongan. Lihat gambar 69 di bawah.



Gambar 69. Contoh penggunaan arsiran

3.11.1 Macam-macam Arsiran

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada gambar yang diarsir antara lain:

1. sudut dan ketebalan garis arsiran
2. bidang atau pengarsiran pada bidang yang luas
3. pengarsiran bidang yang berdampingan
4. pengarsiran benda-benda tipis
5. peletakan angka ukuran pada gambar yang diarsir
6. macam-macam garis arsiran yang disesuaikan dengan bendanya.

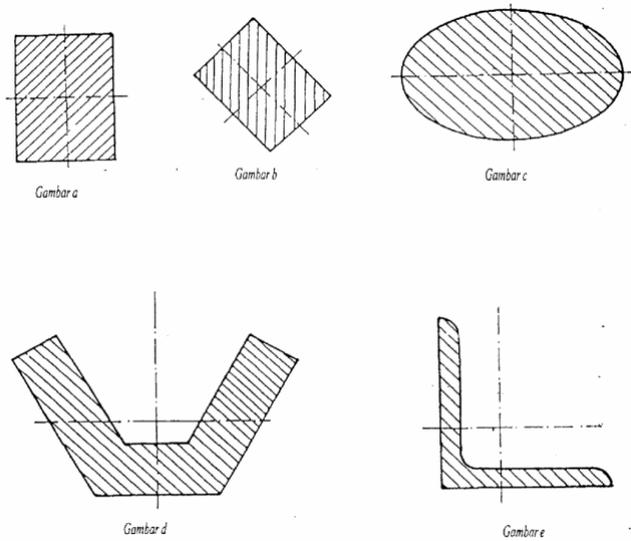
1. Sudut dan Ketebalan Garis Arsiran

Sudut arsiran yang dibuat adalah 45° terhadap garis sumbu utamanya, atau 45° terhadap garis batas gambar, sedangkan ketebalan arsiran digunakan garis tipis dengan perbandingan ketebalan sebagai berikut (lihat tabel 3).

Tabel 3. Macam-macam ketebalan garis

MACAM GARIS	KETEBALAN GARIS (mm)		
Garis gambar/tepi	1	0,7	0,5
Garis ukur/bantu	0,7	0,5	0,35
Garis tipis/arsir	0,5	0,35	0,25

Dari tabel di atas kita dapat menentukan ketebalan garis arsiran yang disesuaikan dengan garis gambarnya. Jika garis tepi/gambar mempunyai ketebalan 0,5 mm maka garis-garis arsirnya dibuat setebal 0,25 mm. Sudut dan ketebalan garis arsiran dapat dilihat pada gambar berikut.

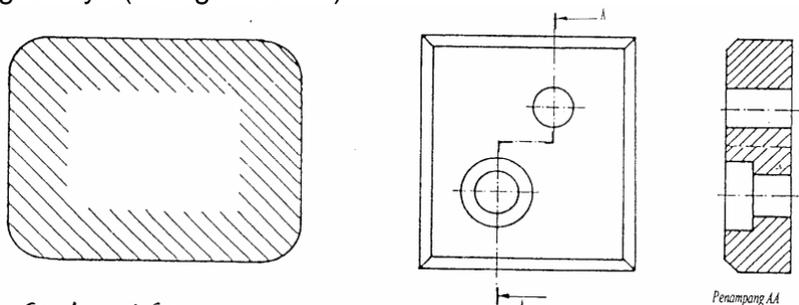


Gambar 70. Sudut ketebalan garis arsiran

3.11.2 Penggarisan Pada Bidang Yang Luas dan Bidang berdampingan

Untuk potongan benda yang luas, arsiran pada bidang potongnya dilaksanakan pada garis tepi garis-garis batasnya (lihat gambar 71).

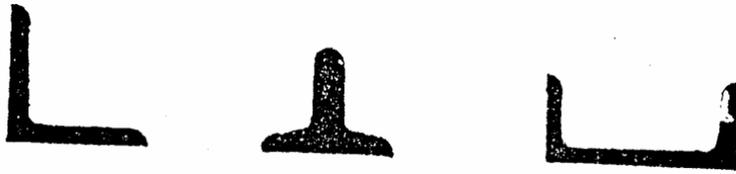
Untuk pemotongan meloncat atau pemotongan bercabang, ada bidang-bidang potong yang berdampingan, maka batas-batas bidang yang berdampingan tersebut harus dibatasi oleh garis gores bertitik (sumbu) dan pengarsirannya harus turun atau naik dan ujung arsiran yang lainnya (lihat gambar 71).



Gambar 71. Arsiran pada bidang luas dan bidang berdampingan

3.11.3 Pengarsiran Benda-benda Tipis

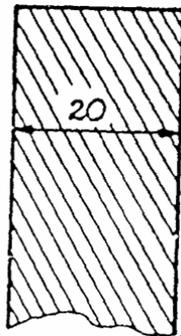
Untuk gambar potongan benda-benda tipis atau profil-profil tipis maka pengarsirannya dibuat dengan cara dilabur (lihat gambar 72).



Gambar 72. Arsiran benda tipis

3.11.4 Angka Ukuran dan Arsiran

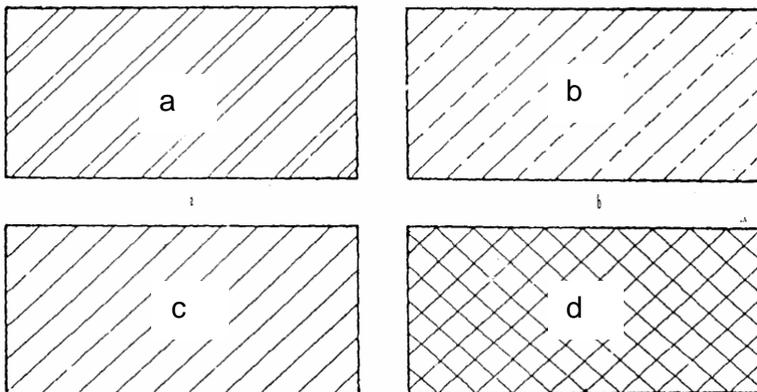
Jika angka ukuran terletak pada arsiran (karena tidak dapat dihindari), maka angka ukurannya jangan diarsir (lihat gambar 73).

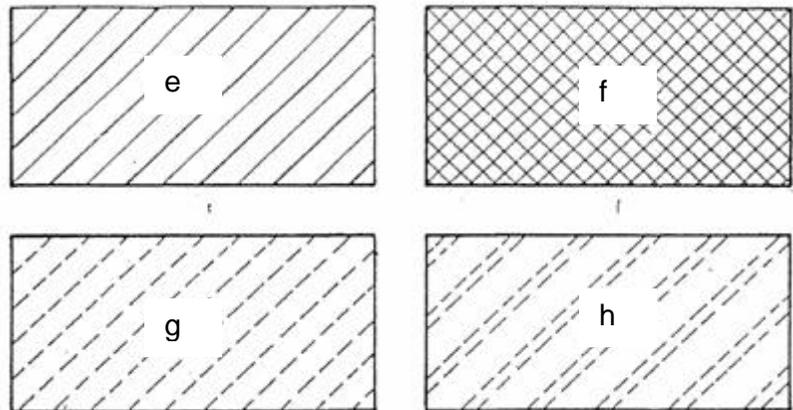


Gambar 73. Angka ukuran dan arsiran

3.11.5 Macam-macam Arsiran

Perhatikan gambar 74.





Gambar 74. Macam-macam arsiran

Keterangan:

a = Besi tuang

b = Aluminium dan panduannya

c = Baja dan baja istimewa

d = Besi tuang yang dapat ditempa

e = Baja cair

f = Logam putih

g = Paduan tembaga tuang

h = Seng, air raksa

3.12 Ukuran Pada Gambar Kerja

Sesuai dengan standar ISO (ISO/DIS) 128, telah ditetapkan bahwa gambar proyeksi di Kuadran I dan gambar proyeksi di Kuadran III dapat digunakan sebagai gambar kerja, dengan ketentuan kedua macam proyeksi tersebut tidak boleh dilakukan/dipakai secara bersama-sama dalam satu gambar kerja.

Gambar kerja adalah gambar pandangan-pandangan, potongan/irisan dengan memperhatikan kaidah-kaidah proyeksi, baik proyeksi di kuadran I (Eropa) maupun proyeksi di kuadran III (Amerika). Gambar kerja harus memberikan informasi bentuk benda secara lengkap. Oleh karena itu, ukuran pada gambar kerja harus dicantumkan secara lengkap.

3.12.1 Ketentuan-ketentuan Dasar Pencatuman Ukuran

Agar tidak menimbulkan keraguan di dalam membaca gambar, maka pada gambar kerja harus dicantumkan ukuran dengan aturan-aturan menggambar yang telah ditetapkan, ketentuan-ketentuan tersebut meliputi ketentuan:

- Menarik garis ukur dan garis bantu
- Menggambar anak panah
- Menetapkan jarak antara garis ukur
- Menetapkan angka ukuran

1. Menarik Garis ukur dan Garis Bantu

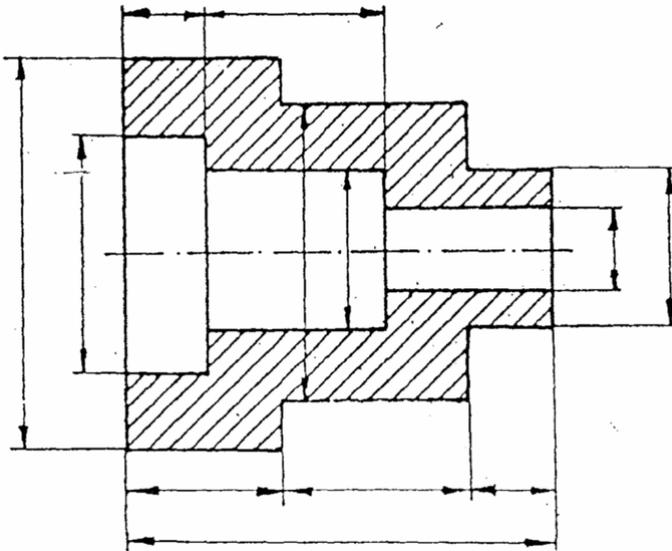
Garis ukur dan garis bantu dibuat dengan garis tipis perbandingan ketebalan antara garis gambar dan garis ukur/bantu lihat tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan ketebalan garis bantu dengan garis gambar

MACAM GARIS	UKURAN (mm)		
Garis gambar/tepi	1	0,7	0,5
Garis ukur/bantu	0,5	0,35	0,25

Contoh:

Perhatikan gambar 75 berikut.



Gambar 75. Cara penarikan garis dan ketebalannya

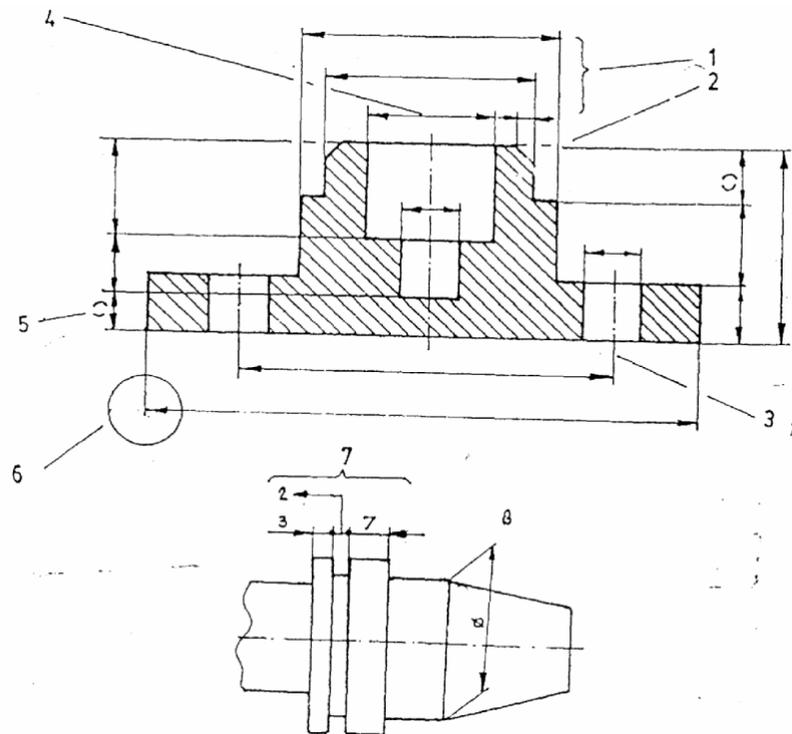
2. Menetapkan Jarak antara Garis Ukur

Jika garis ukur terdiri atas garis-garis ukur yang sejajar, maka jarak antara garis ukur yang satu dengan garis ukur lainnya harus sama. Selain itu perlu diperhatikan pula garis ukur jangan sampai berpotongan dengan garis bantu, kecuali terpaksa. Garis gambar tidak boleh digunakan sebagai garis ukur. Garis sumbu boleh

digunakan sebagai garis bantu, tetapi tidak boleh digunakan langsung sebagai garis ukur.

Untuk menempatkan garis ukur yang sejajar, ukuran terkecil ditempatkan pada bagian dalam dan ukuran besar ditempatkan di bagian luar. Hal ini untuk menghindari perpotongan antara garis ukur dan garis bantu. Jika terdapat perpotongan garis bantu dengan garis ukur, garis bantu diperpanjang 1 mm dan ujung anak panahnya.

Garis ukur pada umumnya tegak lurus terhadap garis bantu, tetapi pada keadaan tertentu garis bantu boleh dibuat miring sejajar/paralel. Sebagai contoh, dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 76. Jarak antara garis ukur

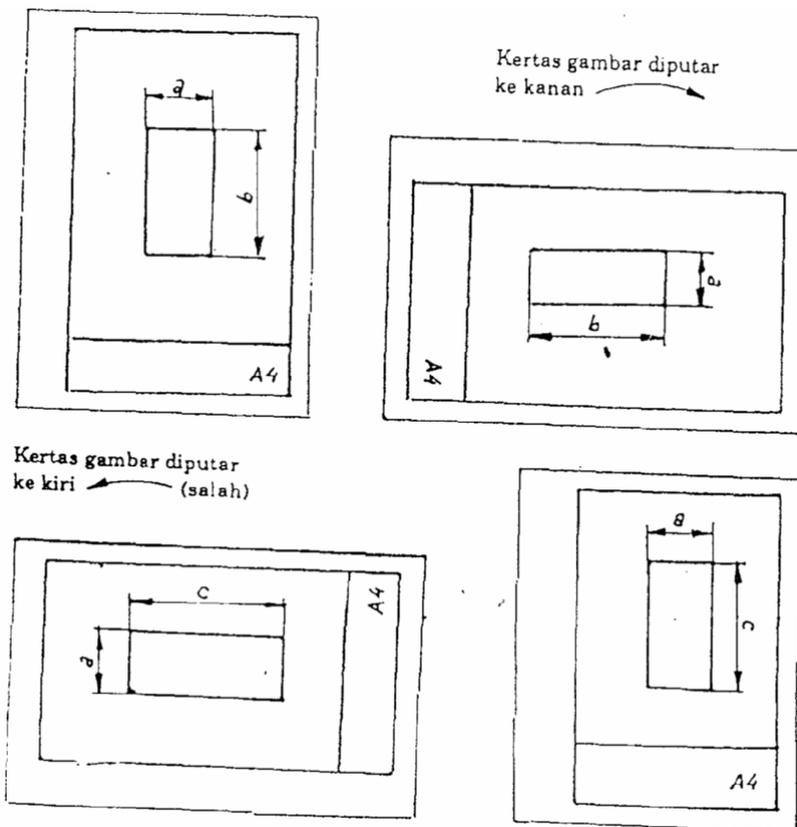
Keterangan:

1. Garis ukur yang sejajar
2. Garis bantu yang berpotongan (tidak dapat dihindarkan)
3. Garis sumbu yang digunakan secara tidak langsung sebagai garis bantu
4. Garis ukur yang terkecil (ditempatkan di dalam)
5. Garis ukur tambahan (pelengkap)
6. Perpanjangan garis bantu dilebihkan ± 1 mm dan garis ukurnya/ujung anak panahnya

7. Penempatan ganis ukur yang sempit
8. Garis bantu yang paralel (jika diperlukan)

3.13 Penulisan Angka Ukuran

Penulisan angka ukuran ditempatkan di tengah-tengah bagiar atas garis ukurnya, atau di tengah-tengah sebelah kiri ganis ukurnya. Untuk kertas gambar berukuran kecil maka penulisan angka ukuran pada garis ukur harus tegak, kertas gambarnya dapat diputar ke kanan, sehingga penulisan dan pembacaannya tidak terhalik. Angka ukuran harus dapat dibaca dari bawah atau dari sisi kanan ganis ukurnya. (lihat gambar 77).



Gambar 77. Penulisan angka ukuran

Jika kertas gambar diputar ke kiri, akan menghasilkan angka ukuran yang terbalik. Ukuran (c) pada gambar di atas adalah penulisan angka ukuran yang terbalik.

3.13.1 Klasifikasi Pencatuman Ukuran

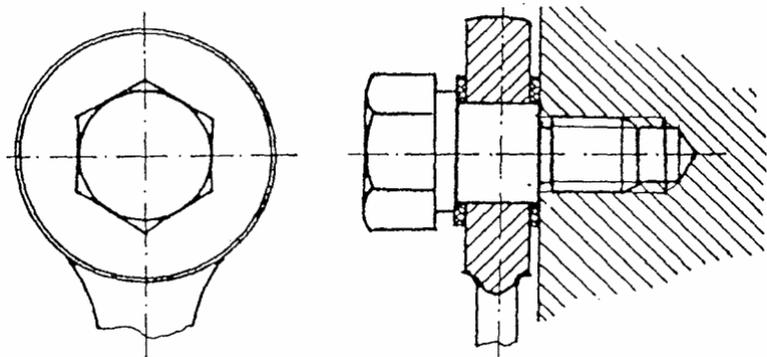
Benda-benda yang diukur mempunyai bentuk yang bermacam-macam, fungsi, kualitas, atau pengerjaan yang khusus. Oleh karena itu pencatuman ukuran diklasifikasikan menjadi:

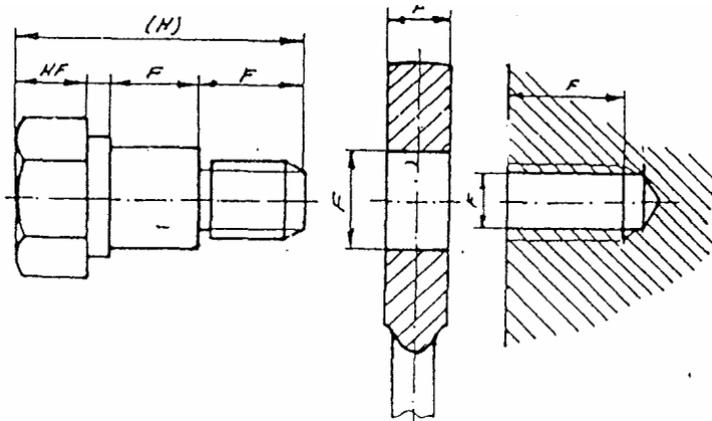
- Pengukuran dengan dimensi fungsional
- Pengukuran dengan dimensi nonfungsional
- Pengukuran dengan dimensi tambahan
- Pengukuran dengan kemiringan atau ketirusan
- Pengukuran dengan bagian yang dikerjakan khusus
- Pengukuran dengan kesimetrian

1. Pengukuran dengan dimensi fungsional, nonfungsional dan ukuran tambahan

Jika suatu benda terdiri atas bagian-bagian (bagian yang dirakit), maka ukuran bagian yang satu dengan lainnya mempunyai fungsi yang sama, sehingga satu sama lain mempunyai ukuran yang berpasangan dan pencatuman ukurannya sebagai fungsi yang berpasangan. Jika benda kerja yang di gambar berdiri sendiri, tetapi dalam sistem pengeijaannya terhadap, maka digambar sesuai dengan ukurannya dan pencatuman ukurannya sebagai fungsi pengerjaan.

Ukuran-ukuran yang tidak berfungsi disebut ukuran nonfungsional. Untuk melengkapi ukuran, dalam hal ini supaya tidak menimbulkan kekacauan dalam membaca gambar terutama dalam jumlah ukuran total, maka ukuran pada gambar dilengkapi dengan ukuran tambahan. Ukuran tambahan ini harus ditempatkan di antara dua kurung atau di dalam kurung (lihat gambar 78 berikut).





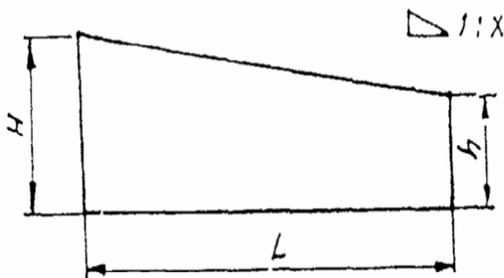
Gambar 78. Ukuran tambahan

Keterangan:

- F = dimensi fungsional
- NJF = dimensi nonfungsional
- H = dimensi tambahan

2. Pengukuran Ketirusan

Untuk mencatatkan ukuran benda yang mempunyai bentuk miring, ukuran kemiringannya dicantumkan dengan harga tangen sudutnya.

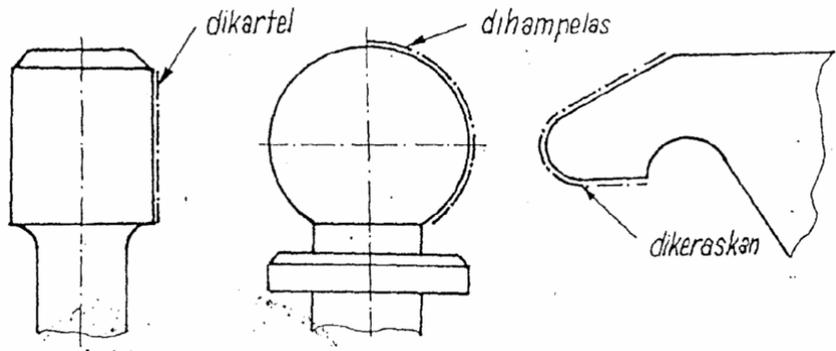


$$\text{tg } \alpha = \frac{1}{x} = \frac{H-h}{L}$$

Gambar 79. Pengukuran ketirusan

3. Penunjukan Ukuran pada bagian yang dikerjakan khusus

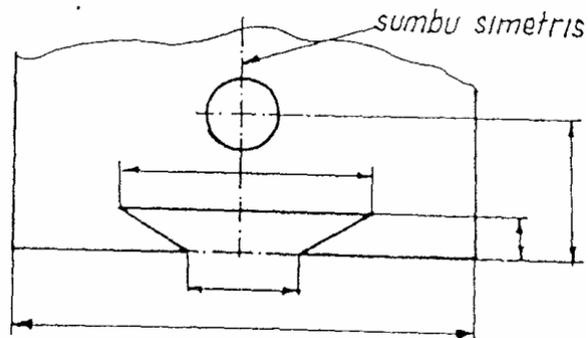
Untuk memberikan keterangan gambar pada benda-benda yang dikerjakan khusus, misalnya dikartel pada bagian tertentu atau dihaluskan dengan ampelas halus, maka pada bagian yang dikerjakan khusus tadi gambar luarnya diberi garis tebal bertitik (lihat gambar 80).



Gambar 80. Penunjukan ukuran pengerjaan khusus

4. Pemberian ukuran pada bagian-bagian yang simetris.

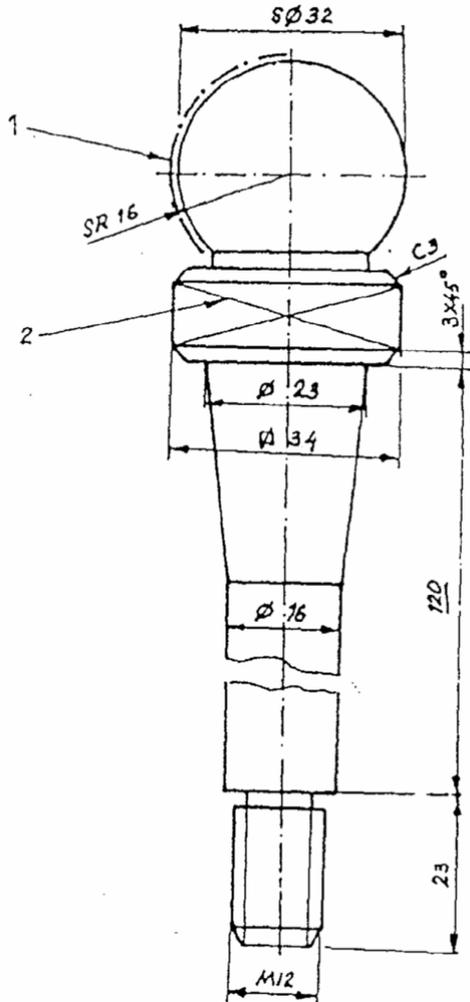
Untuk memberikan ukuran-ukuran pada gambar-gambar simetris, jarak antara tepi dan sumbu simetrisnya tidak dicantumkan (lihat gambar 81).



Gambar 81. Penunjukan ukuran pada bagian yang simetris

3.13.2 Pencatuman Simbol-simbol Ukuran

Untuk benda-benda dengan bentuk tertentu, ukurannya dicantumkan disertai simbol bentuknya: misal benda-benda yang berbentuk silinder, bujur sangkar, bola dan pingulan (*Chamfer*). Lihat gambar 82 berikut.



Gambar 82. Pencantuman simbol-simbol ukuran

Keterangan:

50 = Diameter bola dengan ukuran 32 mm

SR 16 = Jari-jari bola dengan ukuran 16 mm

C3 = Chamfer atau pinggulan dengan ukuran 3 x 45

Ø23 = Simbol ukuran silinder, dengan ukuran 23 mm

34 = Simbol ukuran bujur sangkar, dengan ukuran sisinya 34 mm

120 = Simbol ukuran tidak menurut skala yang sebenarnya

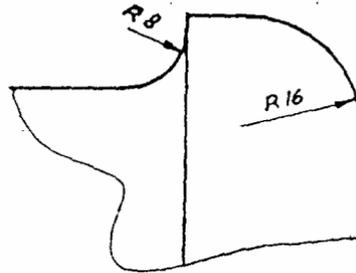
M12 = Simbol ukuran ulir dengan jenis ulir metris dan diameter luarnya 12 mm

2 = (Silang/cros clengan garis tipis) ; simbol bidang rata

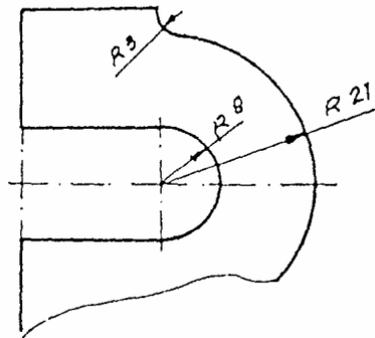
1 = (Strip titik tebal) ; simbol bagian yang dikerjakan khusus

a. Penunjukan ukuran jari-jari

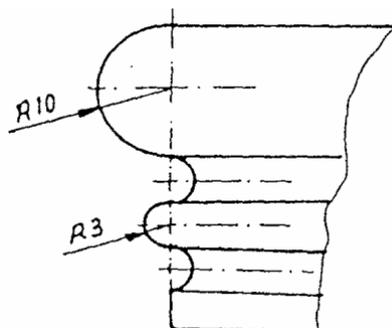
Untuk menunjukkan ukuran jari-jari, dapat digambarkan dengan garis ukur dimulai dari titik pusat sampai busur lingkarannya. Sebagai simbol dari jari-jari tersebut, diberi tanda huruf "R" (lihat gambar 83 berikut).



Gambar 83. Pengukuran jari-jari



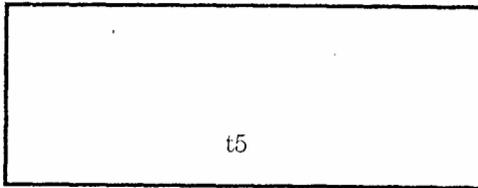
Gambar 84. Penempatan anak panah dan ukuran di dalam lingkaran



Gambar 85. Penempatan anak panah dan ukuran di luar lingkaran

3.14 Pengukuran Ketebalan

Pengukuran benda-benda tipis, seperti pengukuran pada pelat ukuran tebalnya dapat dilengkapi dengan simbol “t” sebagai singkatan dan “thickness” yang secara kebetulan artinya tebal (juga berhuruf awal “t”). Penunjukan ukurannya lihat gambar 86 berikut :



Gambar 86. Penunjukan ukuran

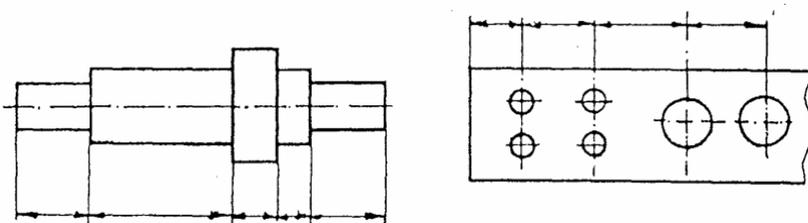
3.14.1 Jenis-jenis Penulisan Ukuran

Penulisan ukuran pada gambar kerja, menurut jenisnya terdiri atas;

- Ukuran berantai
- Ukuran paralel (sejajar)
- Ukuran kombinasi
- Ukuran berimpit
- Ukuran koordinat
- Ukuran yang berjarak sama
- Ukuran terhadap bidang referensi

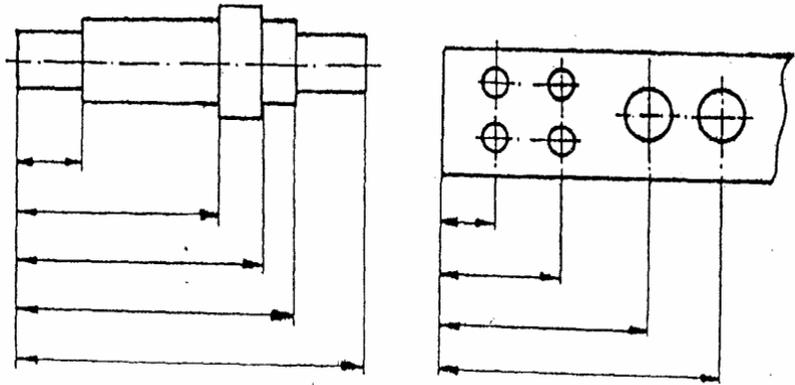
1. Ukuran berantai

Percantuman ukuran secara berantai ini ada kelebihan dari kekurangannya. Kelebihannya adalah mempercepat pembuatan gambar kerja, sedangkan kekurangannya adalah dapat mengumpulkan toleransi yang semakin besar, sehingga pekerjaan tidak teliti. Oleh karena itu percantuman ukuran secara berantai ini pada umumnya dilakukan pada pekerjaan-pekerjaan yang tidak memerlukan ketelitian yang tinggi. Lihat gambar 87.



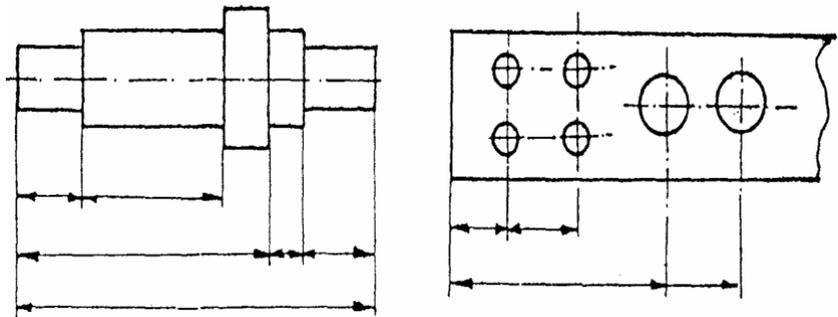
Gambar 87. Ukuran berantai

2. Ukuran paralel (sejajar)



Gambar 88. Ukuran sejajar

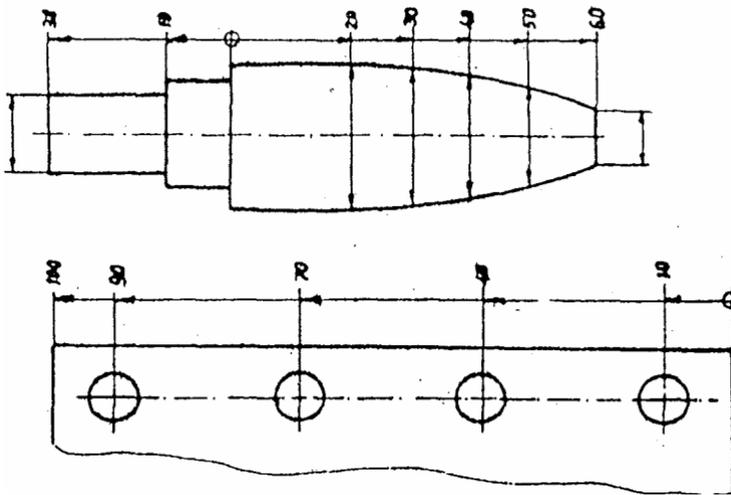
3. Ukuran kombinasi



Gambar 89. Ukuran kombinasi

4. Ukuran berimpit

Ukuran berimpit yaitu pengukuran dengan garis-garis ukur yang ditumpangkan (berimpit) satu sama lain. Ukuran berimpit ini dapat dibuat jika tidak menimbulkan kesalah pahaman dalam membaca gambarnya (lihat gambar 90).

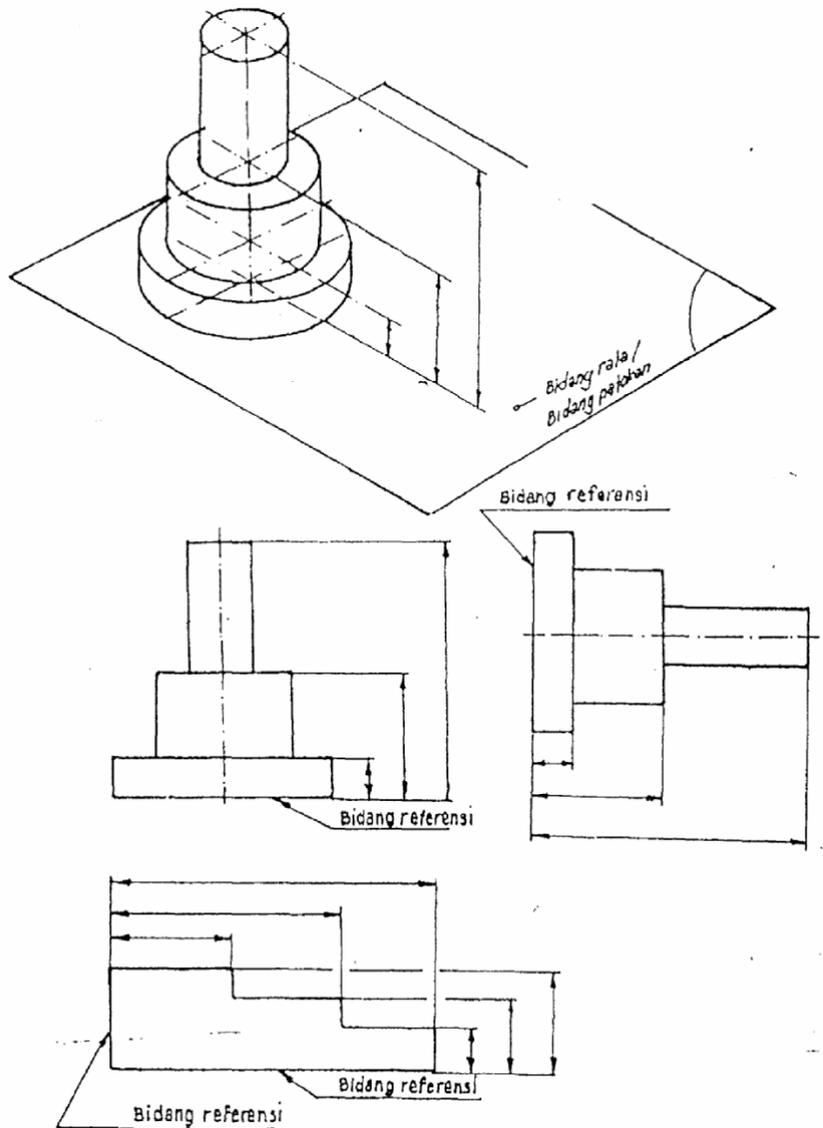


Gambar 90. Ukuran berimpit

Pada pengukuran berimpit ini, titik pangkal sebagai batas ukuran/patokan ukuran (bidang referensi)nya harus dibuat lingkaran, dan angka ukurannya harus diletakkan dekat anak panah sesuai dengan penunjukan ukurannya.

5. Pengukuran terhadap bidang 'referensi

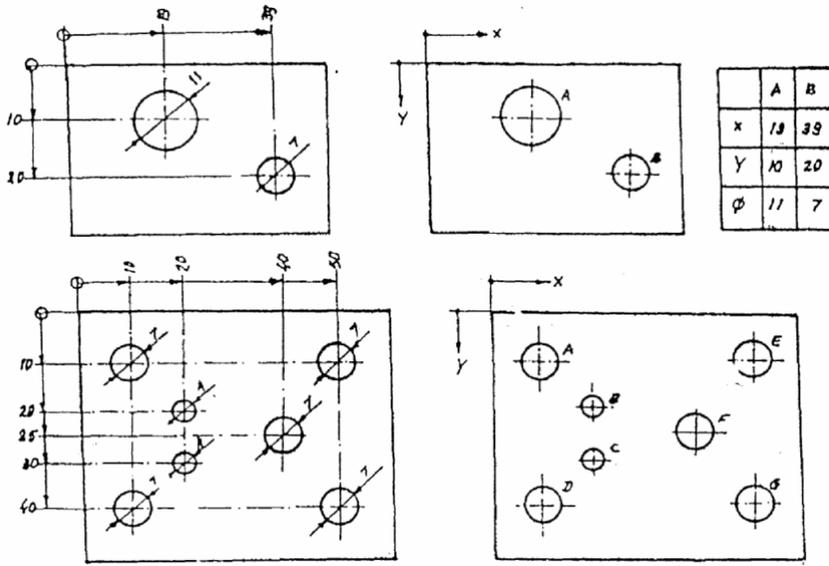
Bidang referensi adalah bidang batas ukuran yang digunakan sebagai jatokan pengukur Contoh : pengukuran benda kerja bubutan terhadap bidang datar/rata (lihat gambar 91).



Gambar 91. Pengukuran berimpit

6. Perigukuran koordinat

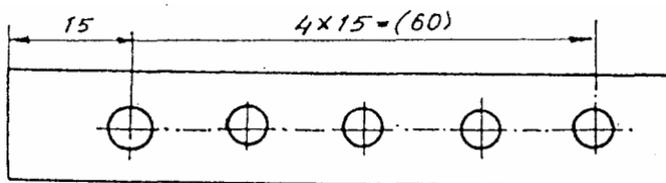
Jika pengukuran berimpit dilakukan dengan dua arah, yaitu penunjukan ukuran ke arah sumbu x dan penunjukan ukuran ke arah sumbu y dengan bidang referensinya di 0, maka akan didapat pengukuran "koordinat" (lihat gambar 92).



Gambar 92. Pengukuran koordinat

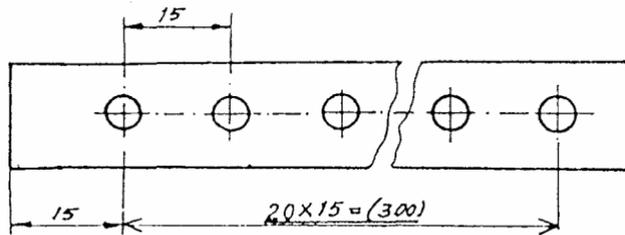
7. Pengukuran yang berjarak sama

Untuk memberikan ukuran pada bagian yang berjarak sama, penunjukan ukurannya dapat dilaksanakan sebagai berikut (lihat gambar 93).



Gambar 93. Pengukuran berjarak sama

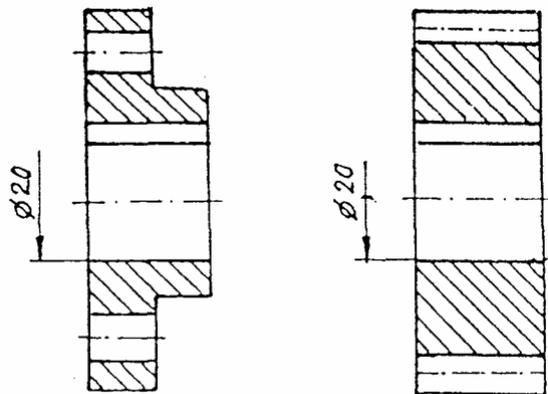
Untuk menghindari kesalahan/keraguan didalam membaca gambarnya, dapat dituliskan dalam satu ukurannya (lihat gambar 94).



Gambar 94. Pengukuran berjarak sama

8. Pengukuran alur pasak

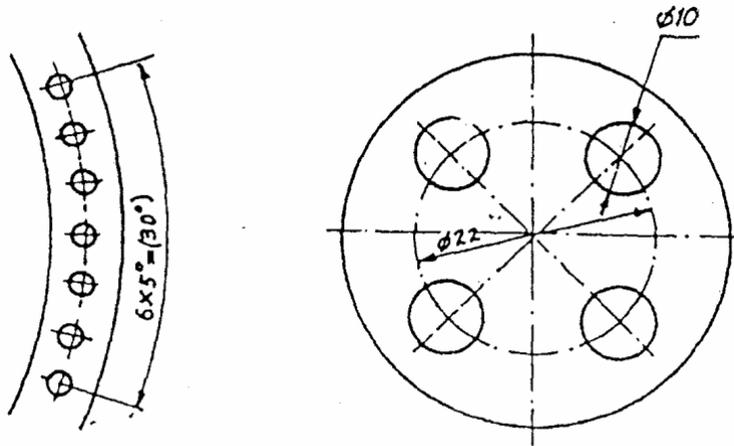
Jika kita memberikan ukuran diameter pada penampang/potongan yang beralur pasak, misalnya pada kopling, roda gigi, atau alur pasak pada puli, maka penunjukan ukuran diameternya seperti tampak pada gambar 95.



Gambar 95. Pengukuran alur pasak

9. Pengukuran pada lubang

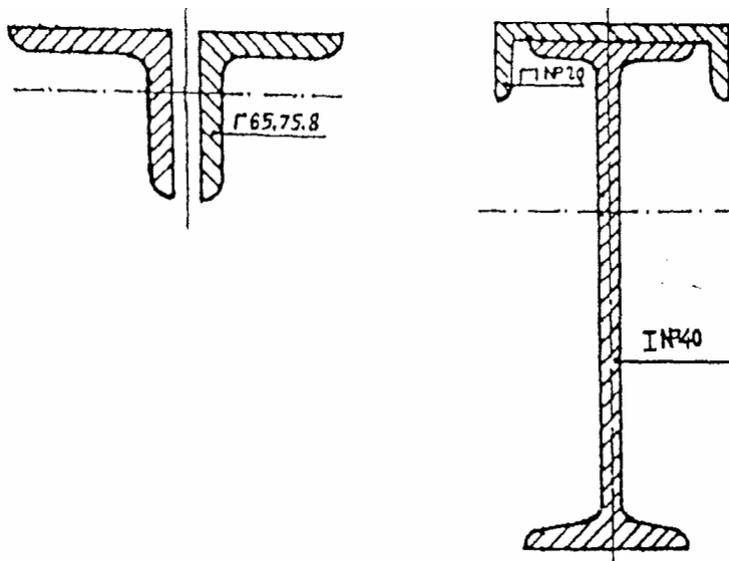
Untuk memberikan ukuran pada lubang yang berjarak sama, dapat dilakukan seperti tampak pada gambar 96 berikut.



Gambar 96. Pengukuran pada lubang

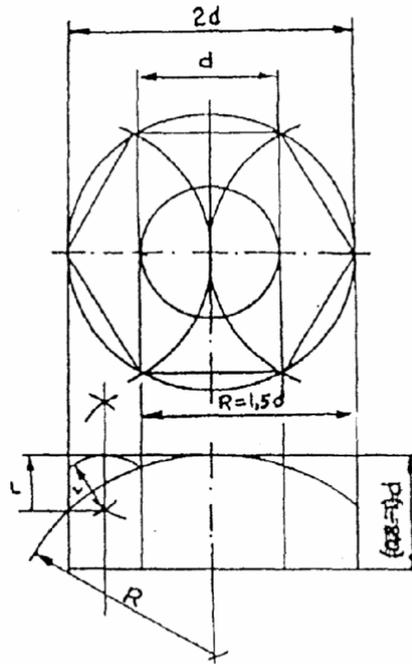
10. Pengukuran profil

Untuk memberikan ukuran pada profil-profil yang telah distandar, dapat dilakukan seperti tampak pada gambar 97 berikut.

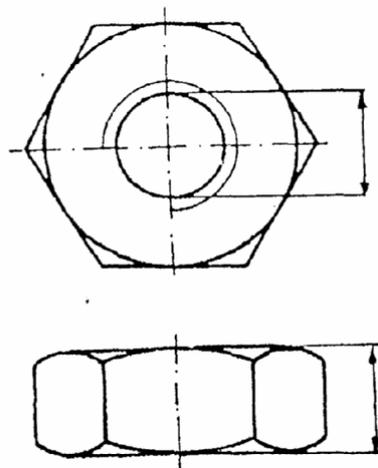


Gambar 97. Pengukuran profil

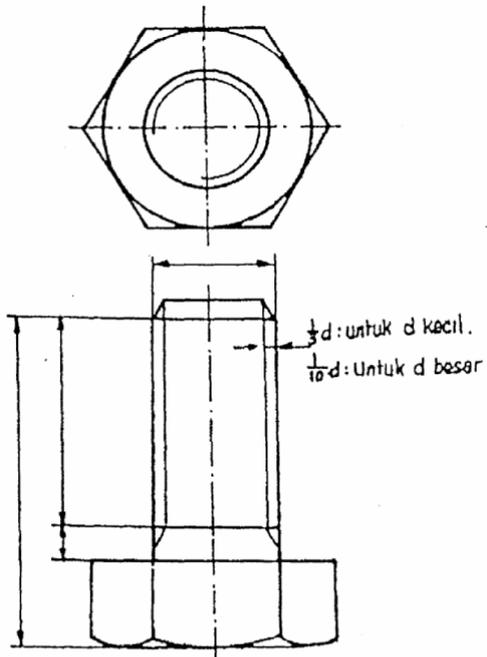
11. Cara membuat gambar mur dan baut, serta pengukurannya.



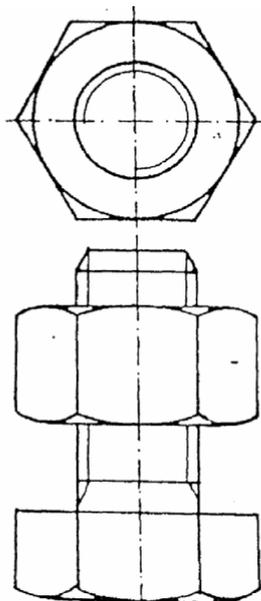
Gambar 98. Pembuatan gambar mur



Gambar 99. Pengukuran mur



Gambar 100. Pembuatan gambar baut

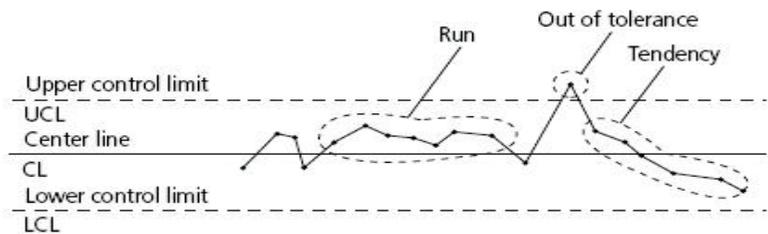


Gambar 101. Pembuatan gambar mur dan baut

3.15 Toleransi

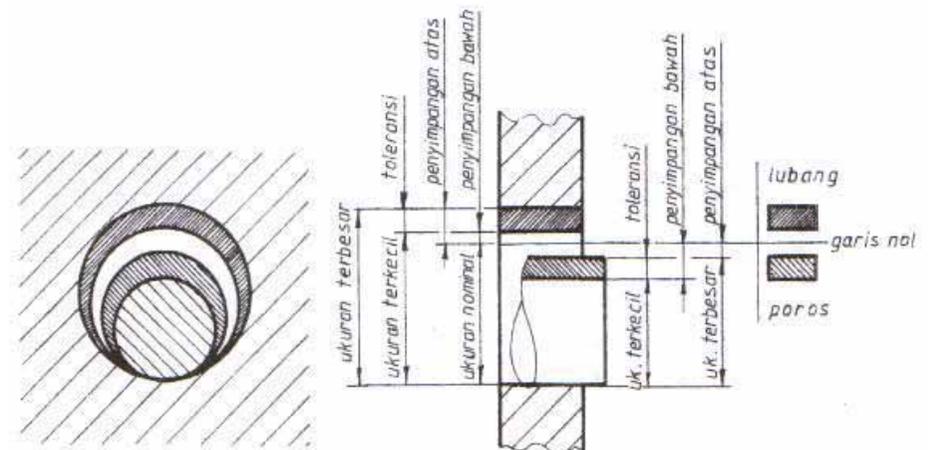
3.15.1 Definisi

Toleransi merupakan batas-batas ukuran yang masih diijinkan untuk keperluan suatu perakitan agar bisa berjalan sesuai dengan keinginan. Penulisan toleransi sangat diperlukan mengingat pada saat gambar dikerjakan dengan mesin akan ada penyimpangan. Hal ini karena pada umumnya mesin yang digunakan cenderung memiliki beberapa kelemahan, antara lain: a) penyetelan mesin perkakas yang tidak bisa sempurna, b) adanya keausan alat potong/pahat, d) adanya perubahan temperatur benda kerja saat pengerjaan, dan e) besarnya gaya pemotongan.



Gambar 102. Batas atas dan batas bawah toleransi

Toleransi pada komponen yang akan dirakit harus memiliki syarat-syarat perpaduan tertentu agar komponen dapat bekerja optimal. Ada berbagai macam jenis ukuran dalam sistim toleransi, antyara lain: ukuran nominal (N), ukuiran aktual (I), penyimpangan atas (U), penyimpangan bawah (L), toleransi (IT), garis dasar, Keleonggaran (clearance), kesesakan (interference), dan suaian

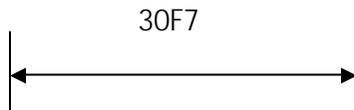


Gambar 103. berbagai macam ukuran dan penyimpangan

3.15.2 Penulisan toleransi

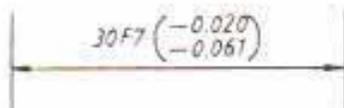
Penulisan toleransi pada gambar mesin merupakan informasi penting agar ada persamaan persepsi dalam membaca gambar. Ada beberapa macam teknik penulisan toleransi suaian dan penyimpangan, antara lain:

a) Toleransi suaian ISO



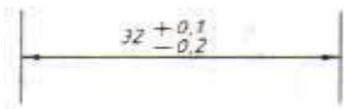
Gambar 104. Penulisan suaian standar ISO

b) Toleransi suaian dengan lambang dan nilai penyimpangan



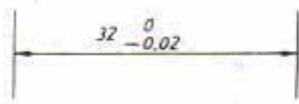
Gambar 105. Penulisan toleransi suaian dan nilai penyimpangan

c) Toleransi dan nilai penyimpangan



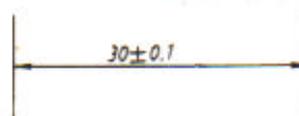
Gambar 106. Penulisan toleransi dan nilai penyimpangan

d) Toleransi dan nilai penyimpangan nol



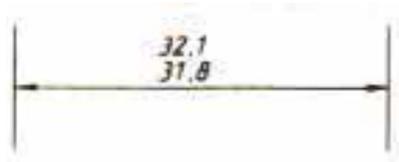
Gambar 107. Penulisan toleransi dan nilai penyimpangan nol

e) Toleransi simetris



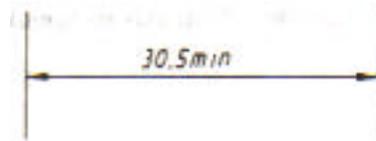
Gambar 108. Penulisan toleransi simetris

f) Batas-batas ukuran



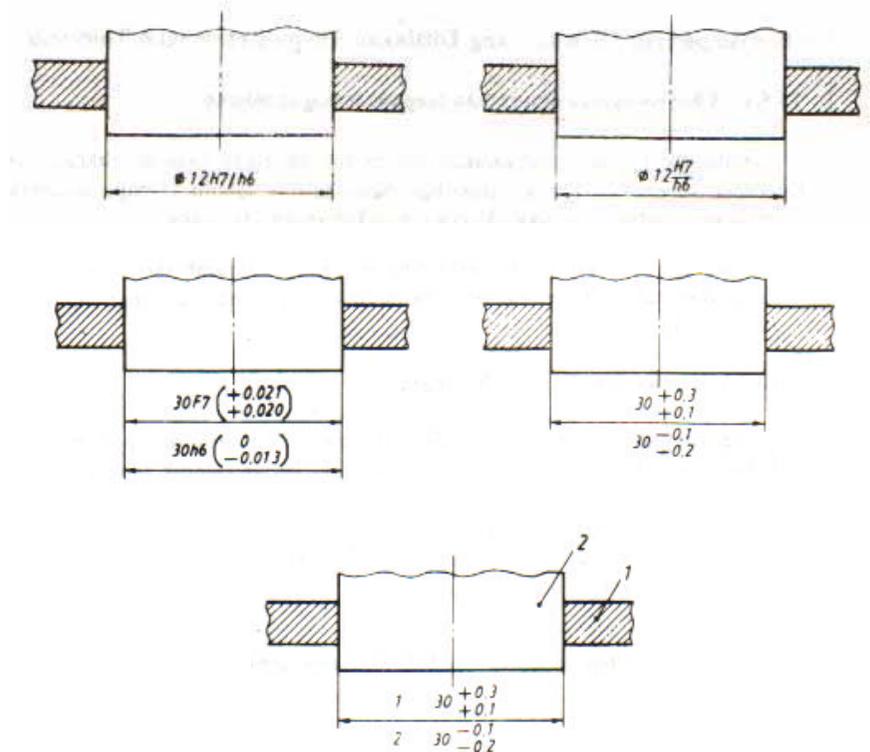
Gambar 109. Penulisan batas-batas ukuran

g) Batas ukuran dalam satu arah

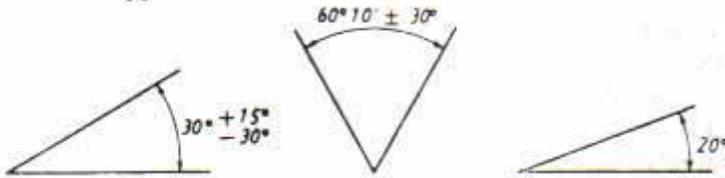


Gambar 110. Penulisan batas-batas ukuran dalam satu arah

Toleransi pada gambar susunan terdiri dari toleransi pada susunan poros dan lubang serta toleransi pada ukuran sudut yang dapat dituliskan sebsbagai berikut:



Gambar 111. jenis-jenis penulisan toleransi pada gambar susunan

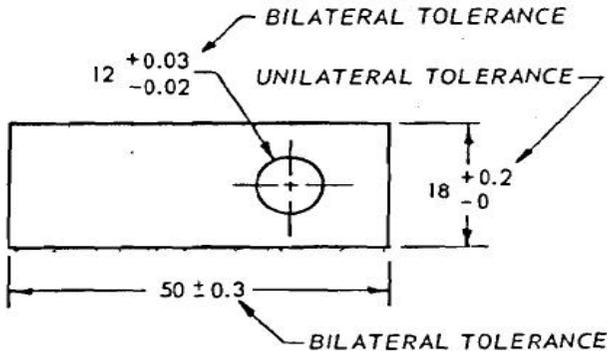


Gambar 112. Jenis-jenis penulisan toleransi pada ukuran sudut

3.15.3 Cara Penulisan Toleransi Ukuran/Dimensi

Toleransi dituliskan di gambar kerja dengan cara tertentu sesuai dengan standar yang diikuti (ASME atau ISO). Toleransi bisa dituliskan dengan beberapa cara:

1. Ditulis menggunakan ukuran dasar dan penyimpangan yang diijinkan



Gambar 113. Penulisan ukuran dan toleransi pada gambar kerja.

2. Satuan Toleransi

Satuan toleransi merupakan bilangan konstan dengan satuan (unit) μm yang besarnya tergantung pada batas-batas daerah ukuran nominal

Dalam sistem ISO telah ditetapkan 20 kelas toleransi (*grades of tolerance*) yang dinamakan toleransi standar yaitu mulai dari IT 01, IT 0, IT 1 sampai dengan IT 18. Untuk kualitas 5 sampai 16 harga dari toleransi standar dapat dihitung dengan menggunakan satuan toleransi i (*tolerance unit*), yaitu :

$$i = 0,45\sqrt[3]{D + 0,001D}$$

Harga i tersebut untuk daerah ukuran nominal = 500. Sedangkan untuk daerah ukuran nominal = 500, maka harga i adalah:

$$i = 0,45\sqrt[3]{D + 0,001D}$$

Di mana :

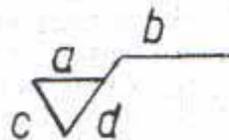
i = satuan toleransi (dalam μm)

D = Rata-rata geometrik batas-batas ukuran nominal (mm).

$$D = \sqrt{D_1 \cdot D_2}$$

3.15.3 Penandaan Kualitas permukaan

Kualitas permukaan benda yang akan dikerjakan dengan mesin akan ditandai dengan simbol sebagai berikut:



Dimana:

a = Harga/tingkat kekasaran

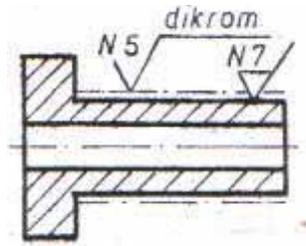
b = Jenis Pengerjaan

c = ukuran lebih (*allowance*)

d = serat alur/serat pengerjaan potong

Contoh:

Benda berikut akan dikerjakan dengan mesin misalnya mesin bubut, mesin gerinda atau lainnya dengan kualitas kekasaran N7 (kekasaran tertinggi), dan akhirnya dicrom dengan tingkat kekasaran N5. Agar dapat dipahami oleh operator mesin, maka benda tersebut harus diberi simbol sebagai berikut:

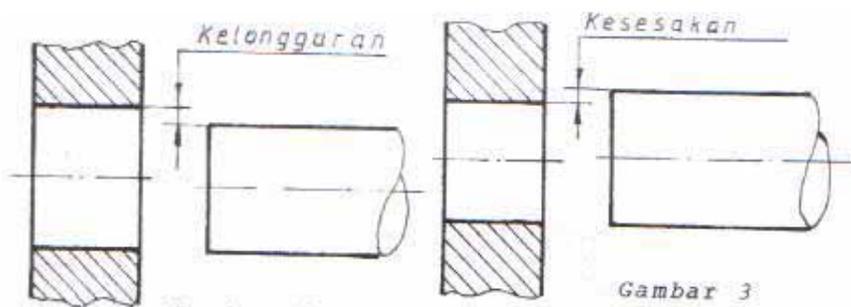


Gambar 114. Penandaan Kualitas Permukaan

3.16 Suaian

3.16.1 Jenis-jenis suaian

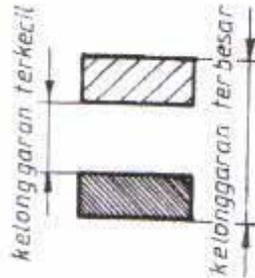
Suaian merupakan hubungan yang dihasilkan oleh pasangan poros dan lubang yang memiliki perbedaan ukuran/dimensi. Perbedaan ukuran tersebut dapat menimbulkan beberapa kemungkinan, antara lain: longgar, sesak, atau pas



Gambar 115. kelonggaran dan kesesakan antara poros dan lubang

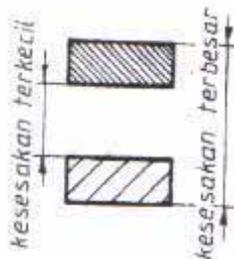
Suaian (fit) memiliki tiga kategori, antara lain :

1. **Suaian Longgar (*Clearance Fit*)**, yaitu selalu menghasilkan kelonggaran), daerah toleransi lubang selalu terletak di atas daerah toleransi poros.



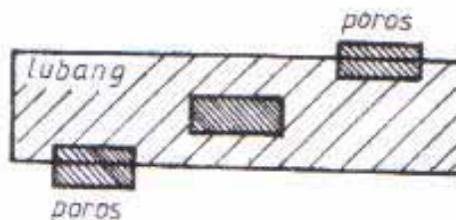
Gambar 116. Suaian Longgar

2. **Suaian paksa (*Interference Fit*)**, yaitu suaian yang akan menghasilkan kerapatan, daerah toleransi lubang selalu terletak di bawah toleransi poros.



Gambar 117. Suaian paksa

3. **Suaian transisi (*Transition Fit*)**, yaitu suaian yang dapat menghasilkan kelonggaran ataupun kerapatan, daerah toleransi lubang dan daerah toleransi poros yang saling menutupi.



Gambar 118. Suaian transisi

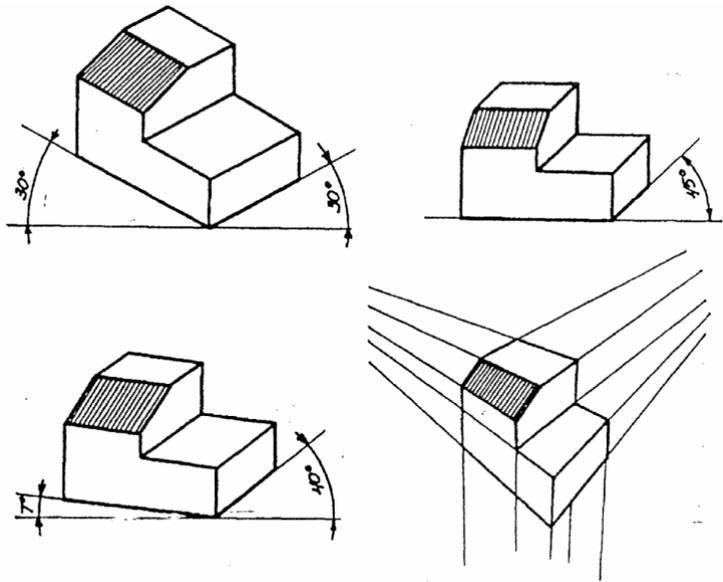
Beberapa suaian yang terjadi di luar suaian tersebut di atas bisa terjadi, terutama di daerah suaian paksa dan longgar yang mungkin masih terjadi beberapa pasangan dari longgar (*Loose Running*) sampai paksa (*force*). Beberapa contoh suaian menggunakan basis lubang yang terjadi dapat dilihat pada Tabel

Tabel . Suaian (*limits and fits*) menggunakan basis lubang.

Deskripsi (Description)	Lubang	Poros
<i>Loose Running</i>	H11	c11
<i>Free Running</i>	H9	d9
<i>Loose Running</i>	H11	c11
<i>Easy Running - Good quality easy to do-</i>	H8	f8
<i>Sliding</i>	H7	g6
<i>Close Clearance - Spigots and locations</i>	H8	f7
<i>Location/Clearance</i>	H7	h6
<i>Location- slight interference</i>	H7	k6
<i>Location/Transition</i>	H7	n6
<i>Location/Interference- Press fit which can be separated</i>	H7	p6
<i>Medium Drive</i>	H7	s6
<i>Force</i>	H7	u6

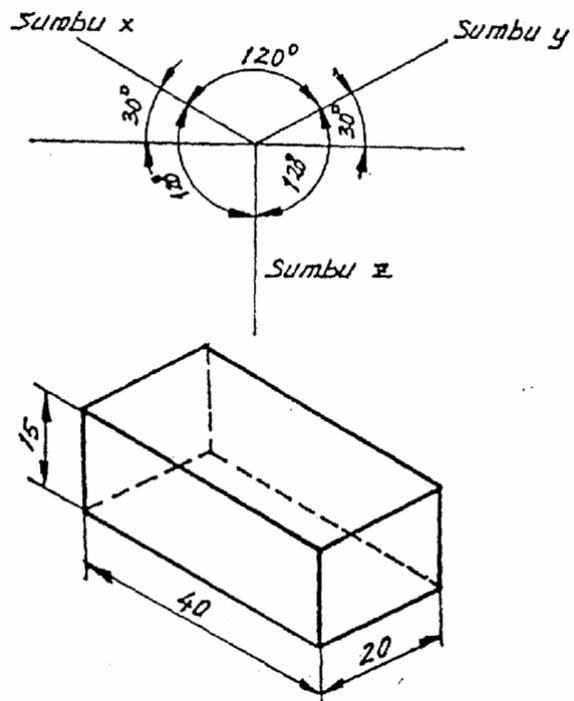
4. Rangkuman

1. Alat-alat gambar yang sering digunakan dalam menggambar teknik adalah kertas gambar, pensil gambar, rapido, penggaris, jangka, penghapus, alat pelindung penghapus, busur derajat, sablon huruf dan angka, mal lengkung, mal bentuk, meja gambar dan mesin gambarnya.
2. Macam-macam proyeksi adalah:
 - a. Proyeksi piktorial



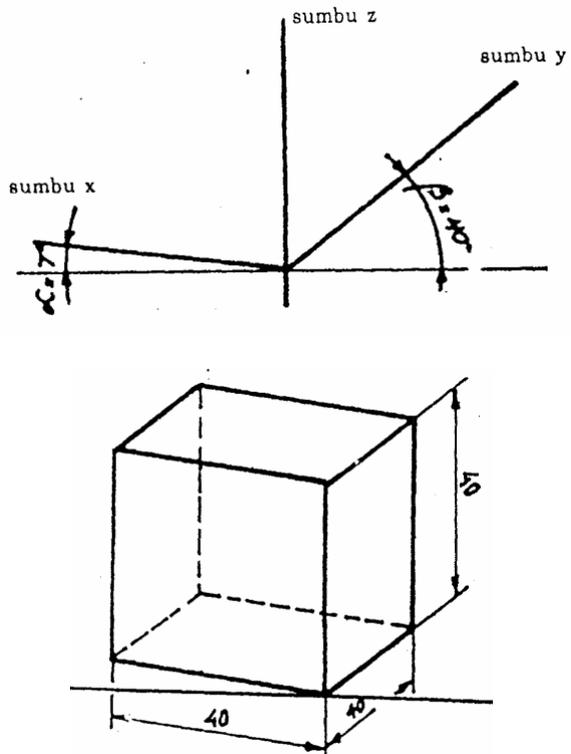
Gambar 119. Proyeksi piktorial

b. Proyeksi Isometris



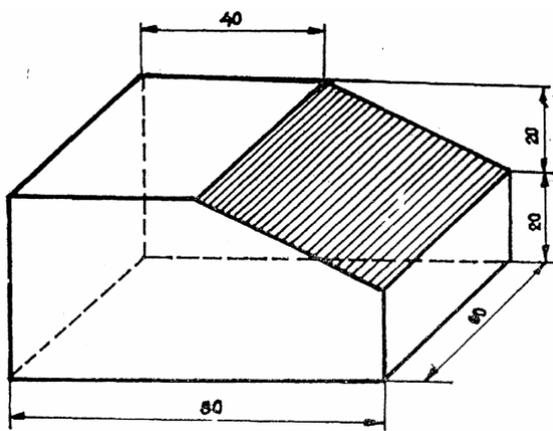
Gambar 120. Proyeksi isometris

c. Proyeksi demetris



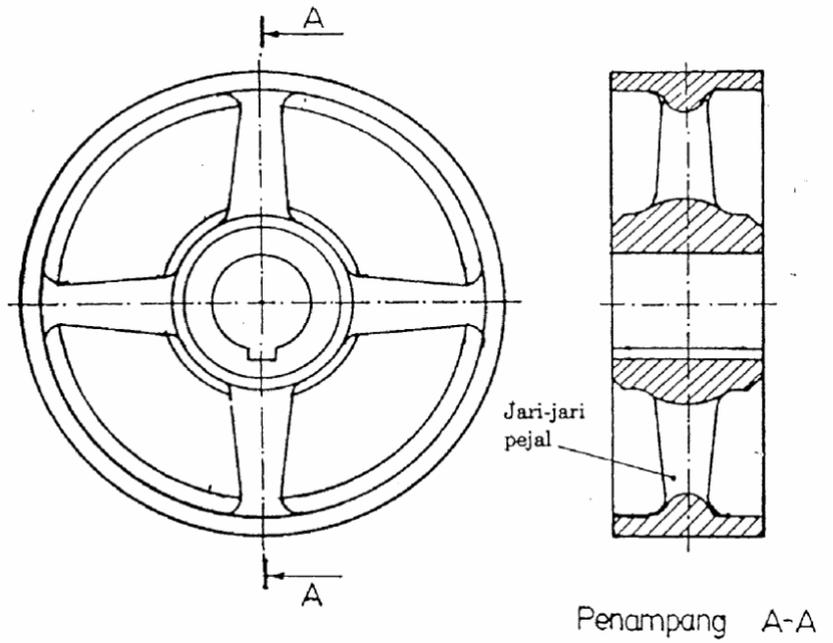
Gambar 121. Proyeksi dimetris

d. Proyeksi miring

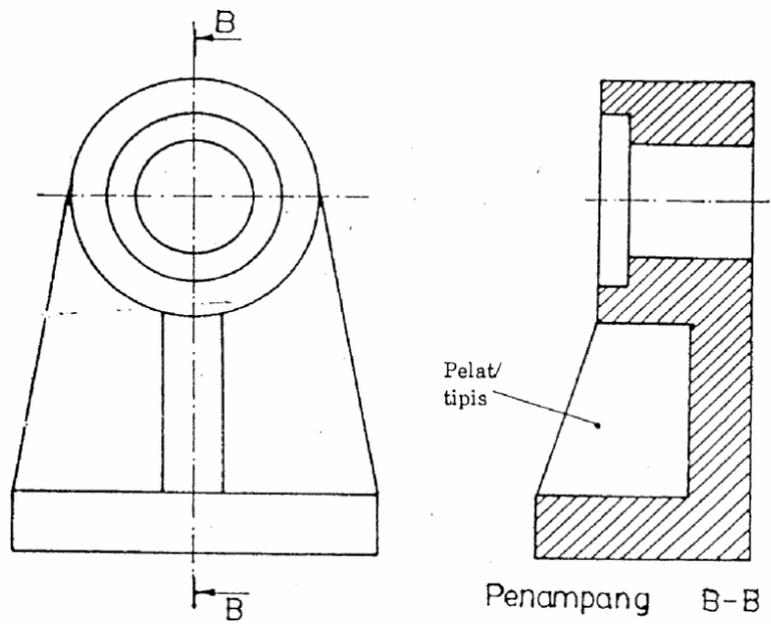


Gambar 122. Proyeksi miring

3. Gambar potongan

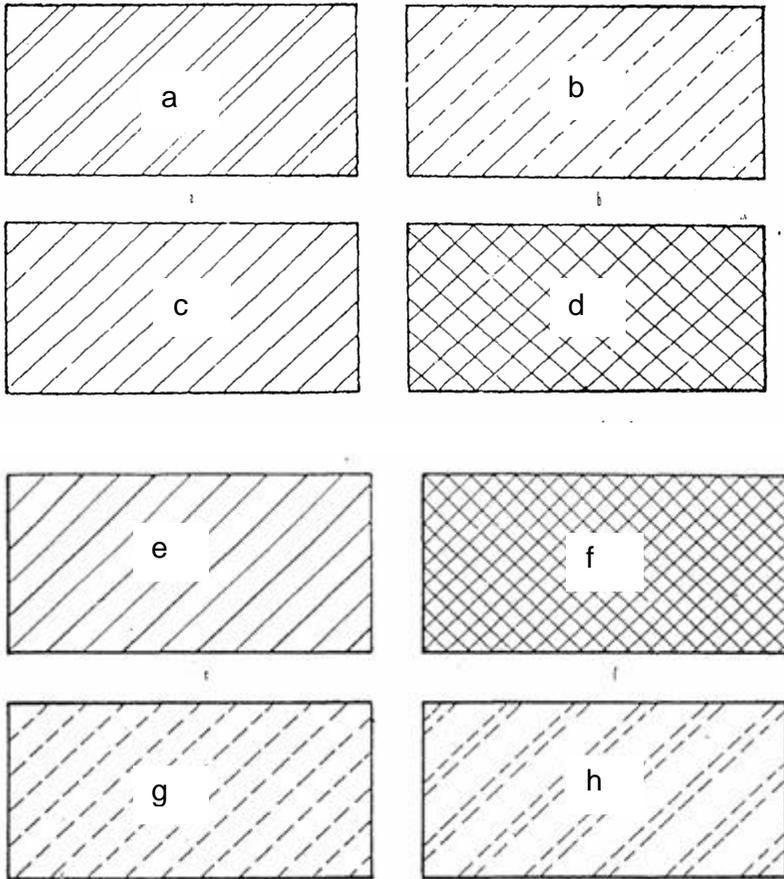


Gambar 123. Potongan A-A



Gambar 124. Potongan B-B

4. Bentuk-bentuk arsiran

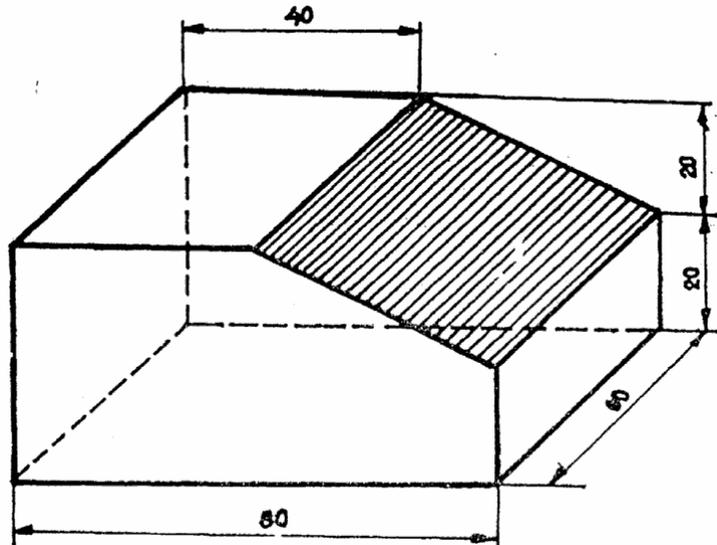


Gambar 125. Macam-macam arsiran

5 Soal latihan (tes formatif)

Soal 1, Buatlah gambar proyeksi bila bentuk benda kerja seperti pada gambar berikut :

1. Proyeksi demetris, proyeksi isometris dan proyeksi piktorial.
2. Gambar Proyeksi Eropa dan Proyeksi Amerika.



Gambar 126. Gambar Benda Kerja

3. Sebutkan arti dari 45 g7

Artinya:

Suatu poros dengan ukuran dasar 45 mm posisi daerah toleransi (penyimpangan) mengikuti aturan kode g serta besar/harga toleransinya menurut aturan kode angka 7

Catatan : Kode g7 ini mempunyai makna lebih jauh, yaitu :

- Jika lubang pasangannya dirancang menurut sistem suaian berbasis lubang akan terjadi suaian longgar. Bisa diputar/digeser tetapi tidak bisa dengan kecepatan putaran tinggi.
- Poros tersebut cukup dibubut tetapi perlu dilakukan secara seksama
- Dimensinya perlu dikontrol dengan komparator sebab untuk ukuran dasar 45 mm dengan kualitas 7 toleransinya hanya 25 μm .

Apabila komponen dirakit, penulisan suatu suaian dilakukan dengan menyatakan ukuran dasarnya yang kemudian diikuti dengan

penulisan simbol toleransi dari masing-masing komponen yang bersangkutan. Simbol lubang dituliskan terlebih dahulu .

4. **Sebutkan arti dari** 45 H8/g7 atau 45 H8-g7 atau $45 \frac{H8}{g7}$

Jawab:

Untuk ukuran dasar 45 mm, lubang dengan penyimpangan H berkualitas toleransi 8, berpasangan dengan poros dengan penyimpangan berkualitas toleransi 7.

BAB V

PROSES PRODUKSI DENGAN PERKAKAS TANGAN

1. Kerja Bangku

1.1 Mengikir

Mengikir adalah salah satu kegiatan meratakan permukaan benda kerja hingga mencapai ukuran, kerataan dan kehalusan tertentu dengan menggunakan kikir yang dilakukan dengan tangan. Dalam hal ini untuk mendapatkan hasil pengikiran yang presisi dan maksimal diperlukan pemahaman tentang jenis dan karakteristik kikir sebagai alat peraut/pengikis dan teknik-teknik mengikir yang baik.

Selain itu pekerjaan mengikir juga diperlukan tenaga yang kuat dan harus telaten, ulet dan teliti. Dengan demikian pekerjaan mengikir dapat dikatakan sebagai dasar keterampilan untuk pembentukan seseorang menjadi praktisi pemesinan yang profesional dan handal.

Perlu diketahui bahwa kegiatan mengikir bukan hanya meratakan dan menghaluskan sebuah permukaan benda kerja hingga mencapai ukuran, kerataan dan kehalusan tertentu, melainkan juga harus tercapai kesejajaran dan kesikuannya.

1.1.1 Menentukan bidang dasar

Yang dimaksud dengan bidang dasar adalah bidang yang dijadikan acuan untuk pengambilan ukuran, kesikuan dan kesejajaran terhadap bidang lain.

Suatu pekerjaan yang berbentuk balok, minimal harus mempunyai 3 bidang dasar, di mana bidang dasar tersebut diambil dari bidang yang berbatasan satu sama lain. Karena fungsinya sebagai acuan terhadap bidang yang lain, maka bidang dasar harus rata dan menyiku satu sama lain. Bidang dasar ditentukan secara berurutan, mulai dari bidang yang paling luas hingga yang paling kecil serta demikian pula dengan urutan pengerjaannya.

1.1.2 Mengatur ketinggian ragum

Ketinggian ragum harus diatur sesuai dengan kebutuhan pengerjaan. Untuk pengerjaan kasar, di mana tenaga pengerjaan diperlukan lebih besar, tinggi ragum diatur lebih rendah. Untuk pengerjaan presisi, ragum diatur lebih tinggi dan untuk pengerjaan yang umum, tinggi ragum diatur setinggi siku pada lengan (Gambar 1).

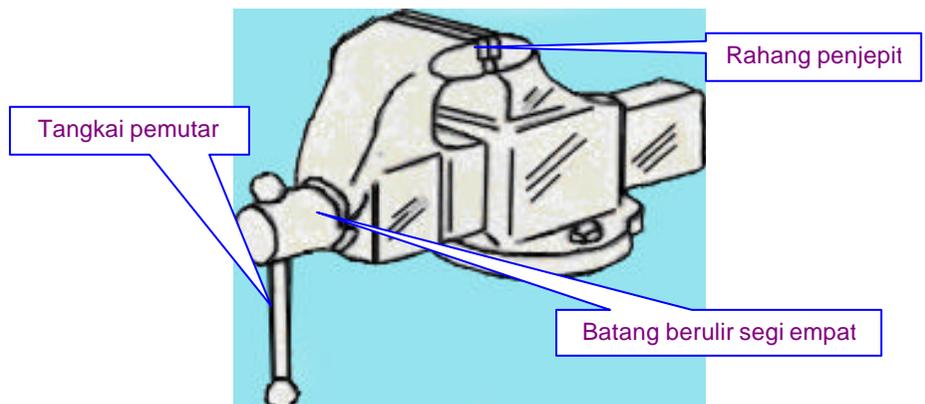


Gambar 1. Ketinggian ragum untuk pengerjaan umum kerja bangku

1.1.3 Pencekaman benda kerja

1.1.3.1 Ragum

Ragum (Gambar 2) adalah alat untuk menjepit benda kerja, untuk membuka rahang ragum dilakukan dengan cara memutar tangkai/tuas pemutar ke arah kiri (berlawanan arah jarum jam) sehingga batang berulir akan menarik landasan tidak tetap pada rahang tersebut, demikian pula sebaliknya untuk pekerjaan pengikatan benda kerja tangkai pemutar diputar ke arah kanan (searah jarum jam).



Gambar 2. Ragum

Rahang penjepit diberi landasan terbuat dari besi tuang yang permukaannya pada umumnya diberi parutan bersilang agar penjepitan lebih kuat dan tidak licin, sehingga apabila menjepit benda kerja yang halus dan dikawatirkan akan rusak permukaannya maka disarankan untuk memberi lapisan pelindung berupa plat yang dapat menjaga permukaan benda kerja tersebut. Namun ada juga jenis ragum kerja bangku yang rahang penjepitnya dibuat rata dan halus (digerinda), dimana jenis ragum ini digunakan untuk menjepit benda kerja yang sudah memiliki permukaan rata.

1.1.3.2 Pencekaman benda kerja pada saat mengikir

Bagian benda kerja yang terjepit pada ragum diusahakan semaksimal mungkin, hal ini perlu diperhatikan mengingat fungsi mulut ragum selain dapat menjepit lebih kuat juga sebagai dasar kesikuan hasil pekerjaan pengikiran. Hal lain yang sangat penting diperhatikan dalam penjepitan benda kerja adalah kesejajaran permukaan benda kerja dengan mulut ragum. (Gambar 3)



Gambar 3. Pencekaman benda kerja

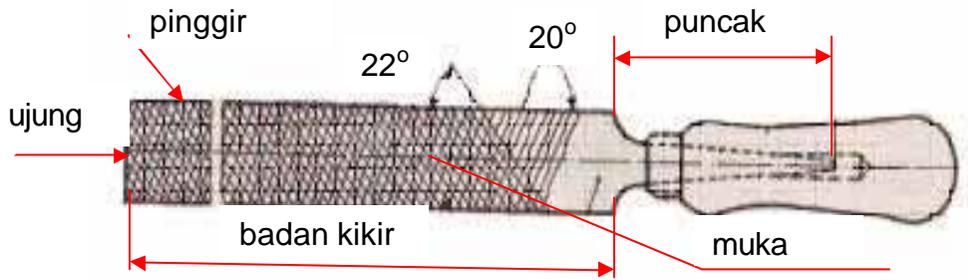
1.1.4 Pemilihan kikir.

Kikir yang digunakan harus disesuaikan dengan kebutuhan pekerjaan, baik dalam segi kualitas pekerjaan maupun dalam segi bentuk. Untuk kualitas pekerjaan, yang perlu diperhatikan adalah ketajaman dan kemulusan kikir, seperti tidak bengkok dan tidak cacat. Untuk kebutuhan pekerjaan, kikir sudah dibuat dengan berbagai bentuk dan ukuran.

1.1.5 Kikir

1.1.5.1 Bagian-bagian utama kikir

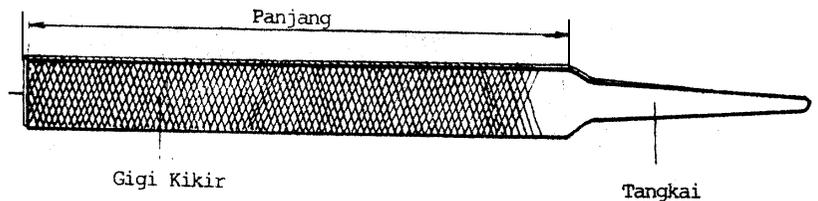
Kikir (Gambar 4) adalah suatu alat untuk mengikir benda kerja agar diperoleh permukaan yang rata dan halus yang dilakukan dengan tangan.



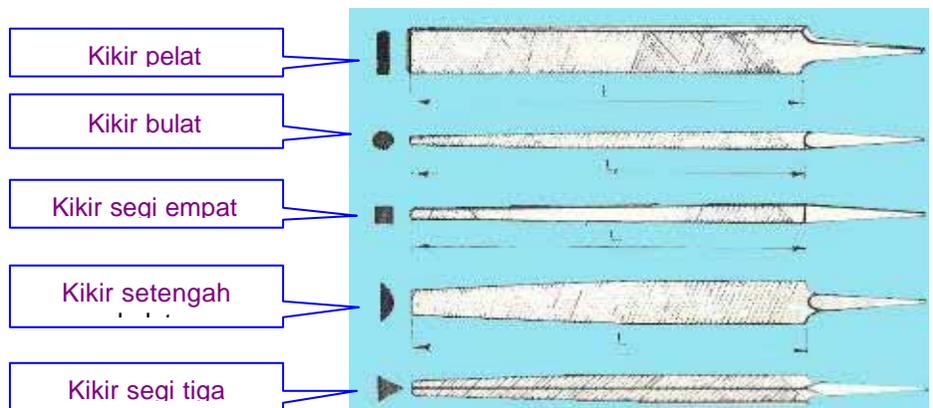
Gambar 4. Bagian bagian utama kikir

1.1.5.2 Spesifikasi kikir

Spesifikasi kikir (Gambar 5 dan 6) meliputi jenis gigi, kekasaran gigi, penampang dan panjang.



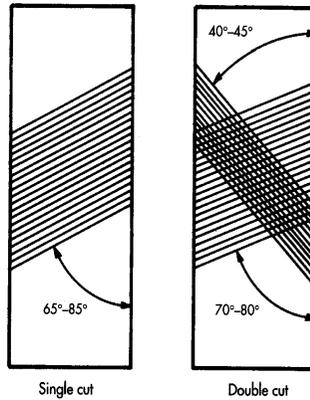
Gambar 5. Spesifikasi kikir



Gambar 6. Spesifikasi kikir berdasarkan penampangnya

1.1.5.3 Pengelompokan kikir berdasarkan jenis gigi

Pengelompokan kikir berdasarkan jenis gigi (Gambar 7) terbagi dalam dua jenis yaitu *single cut* dan *double cut* di mana jenis *single cut* umumnya digunakan untuk pekerjaan *finishing* dan *double cut* digunakan untuk pekerjaan awal.



Gambar 7. Kikir *single cut* dan kikir *double cut*

1.1.5.4 Pengelompokan kikir berdasarkan kode kekasaran gigi

Untuk dapat menghasilkan pengikiran yang maksimal, pemilihan kikir harus sesuai dengan jenis pekerjaan dan hasil pengikiran yang dikehendaki. Tabel 1 memperlihatkan Pengelompokan kikir berdasarkan kode kekasaran gigi dan penggunaannya

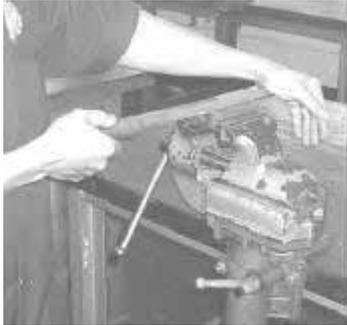
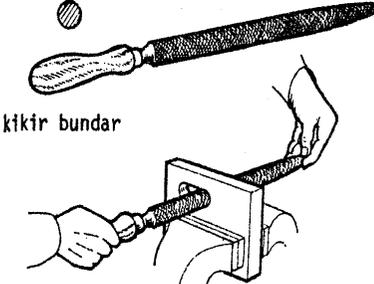
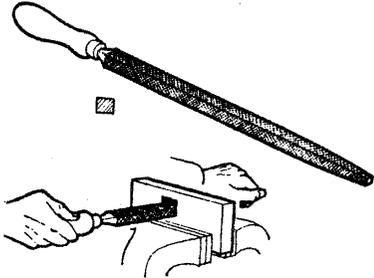
Tabel 1. Pengelompokan kikir berdasarkan kode kekasaran gigi dan penggunaannya

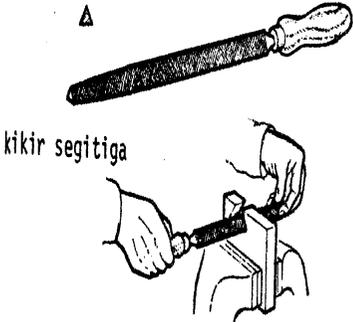
No.	Jenis	Kode	Banyak gigi tiap panjang 1 Cm	Penggunaan
1.	Kasar	00	12	Pekerjaan kasar dan tidak presisi
		0	15	
		1	20	
2.	Medium	2	25	Pekerjaan sedang
		3	31	
		4	38	
3.	Halus	5	46	Pekerjaan <i>finshing</i> dan presisi
		6	56	
		8	84	

1.1.5.5 Pengelompokan kikir berdasarkan penampang

Pemilihan penampang kikir hendaknya disesuaikan dengan profil (bentuk) dari penampang benda kerja yang akan dibuat, sehingga mudah mendapatkan bentuk yang diinginkan. Tabel 2 memperlihatkan pengelompokan kikir berdasarkan penampang dan penggunaannya.

Tabel 2. Pengelompokan kikir berdasarkan penampang dan penggunaannya

No.	Penampang	Penggunaan	Ilustrasi
1.	Pelat (Segi empat panjang)	Mengikir rata	
		Mengikir radius luar	
2.	Kikir bundar	Mengikir lubang bundar/lonjong	
		Mengikir radius dalam	
3.	Kikir bujur sangkar	Mengikir lubang segi empat	
		Mengikir alur segi empat	

4.	Segi tiga	Mengikir rata	
		Mengikir alur segi tiga/bentuk ekor burung	
5.	Bentuk kombinasi seperti setengah bundar, pisau, lonjong dan sebagainya.	Bentuk khusus	

1.1.5.6 Pengelompokan kikir berdasarkan ukuran panjang

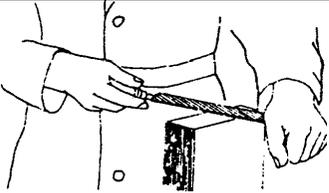
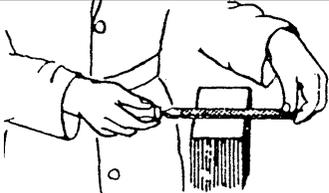
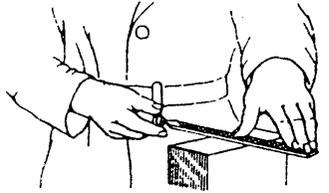
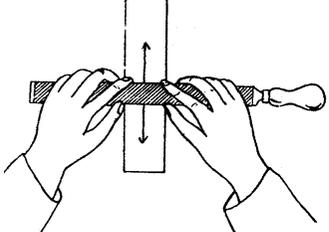
Ukuran kikir yang banyak digunakan di industri dan lembaga pendidikan berkisar antara panjang 4 inchi sampai dengan 12 inchi. Penggunaan kikir berdasarkan ukuran panjang disesuaikan dengan kebutuhan pekerjaan, dalam hal ini tentunya pekerjaan yang besar perlu menggunakan kikir yang panjang.

1.1.6 Cara penggunaan kikir

1.1.6.1 Pemegangan dan penekanan kikir

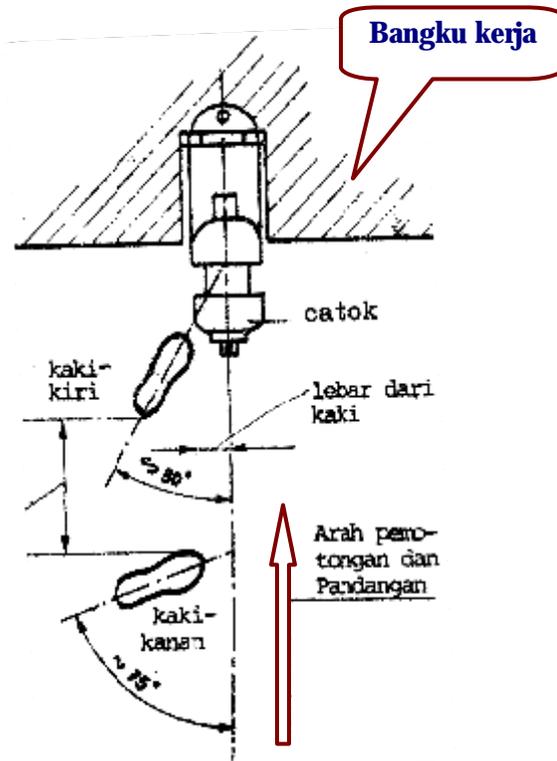
Selama digunakan kikir harus dipegang dengan kuat namun tidak membuat jari dan pergelangan terasa pegal dan cepat lelah. Cara pemegangan dan penekanan kikir disesuaikan dengan ukuran kikir dan sifat pengerjaan. Tabel 3 menunjukkan pemegangan kikir untuk berbagai ukuran dan kebutuhan pengikiran.

Tabel 3. Pemegangan kikir untuk berbagai kebutuhan pengerjaan

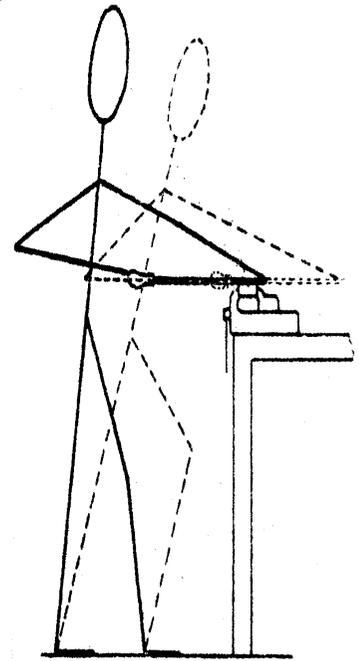
No	Sifat pengikiran	Pemegangan	Keterangan
1.	Pengikiran berat		Ujung kikir digenggam kuat
2.	Pengikiran ringan	<p>A. </p> <p>B. </p>	<p>A. Ujung kikir dipegang jari</p> <p>B. Ujung kikir ditekan jari</p>
3.	Pengikiran bidang kecil		Pemegangan pada badan kikir

1.1.6.2 Gerakan badan dan ayunan kikir

Mengikir merupakan suatu pekerjaan yang sepenuhnya menggunakan anggota badan dan tenaga yang cukup besar serta berlangsung dalam waktu yang cukup lama. Kondisi ini tentunya perlu disertai dengan kenyamanan kerja dalam artian antara gerakan badan, pengaturan tenaga dan perasaan dapat berjalan secara serasi. Jika tidak bisa berakibat vatal, cepat lelah dan badan akan terasa sakit-sakit. Disadari bahwa kondisi postur tubuh setiap orang tentunya berbeda tetapi bagaimana mengikir dapat dilakukan dengan cara yang cocok dan nyaman. Namun secara umum ketinggian ragum, posisi kaki dan gerakan badan tidak jauh berbeda, sebagai pendekatan kesesuaian itu dapat diilustrasikan sebagai berikut :



Gambar 8.
(Gerakan badan dan lutut)



Gambar 9.
(Posisi kaki terhadap sumbu)

1.1.6.3 Kecepatan langkah mengikir

Kecepatan langkah mengikir harus disesuaikan dengan kondisi badan dan peralatan serta bahan yang dikikir. Berdasarkan pendekatan perhitungan kecepatan langkah mesin sekrup, kecepatan langkah mengikir dapat diperkirakan sebagai berikut :

$$S = \frac{600 CS}{L} \dots \text{langkah/ menit}$$

Dimana :

S = Kecepatan langkah/ menit

CS = *Cutting speed* dalam satuan m/menit

L = Panjang langkah pengikiran diambil dari panjang kikir

600 = diambil dari perbandingan waktu maju dan mundur 3 : 2

Contoh : Kecepatan langkah untuk mengikir rangka klem C dari bahan baja lunak dengan bahan kikir dari baja karbon Cs diambil 20 m/menit menggunakan kikir panjang 12"

$$S = \frac{600 \cdot 20}{12 \times 25,4}$$

$$= \frac{12.000}{304,8} = \pm 40 \text{ langkah/ menit}$$

Keterangan :

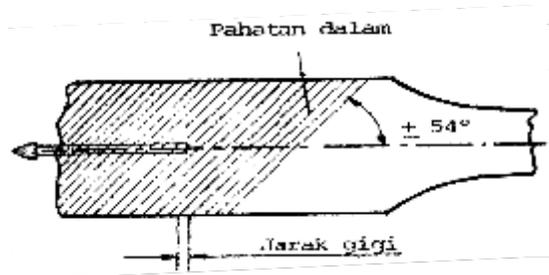
Bahan kikir terbuat dari baja karbon tinggi dan mempunyai ketahanan lebih rendah dari HSS. Kecepatan langkah mengikir untuk *finishing* bisa lebih rendah

1.1.6.4 Arah pemakanan kikir

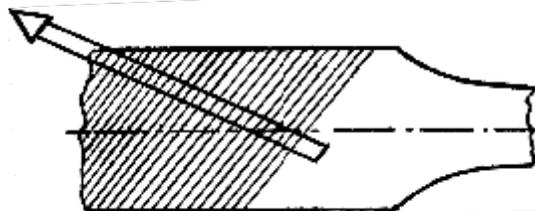
Deretan gigi kikir dibuat miring terhadap sumbu badan kikir. Pada jenis *double cut* kedua alur tidak sama dalam , semua ini mempunyai fungsi yang berbeda.

Alur yang lebih dalam berfungsi untuk jalan keluar tatal sedangkan alur yang dangkal berfungsi untuk mematahkan tatal menjadi pendek-pendek sehingga mudah keluar. Oleh karena itu dengan arah pemakanan lurus searah sumbu kikir, maka tatal akan mudah keluar dan dengan sendirinya beban pengikiran menjadi ringan.

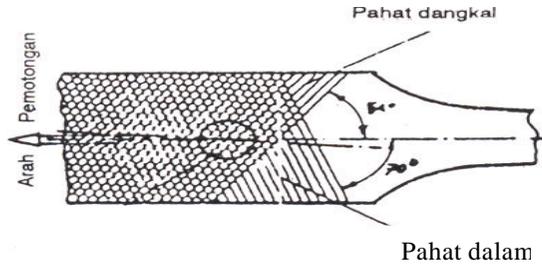
Namun apabila gerakan pemakanan seperti terlihat pada gambar berikut, maka beban pengikiran menjadi berat karena tatal sulit keluar, kikir cepat tumpul serta permukaan hasil pengikiran menjadi kasar.



Gambar 10. Kikir gigi tunggal arah pemakanan lurus dengan sumbu kikir



Gambar 11. Kikir gigi tunggal arah pemakanan tidak satu sumbu dengan sumbu kikir

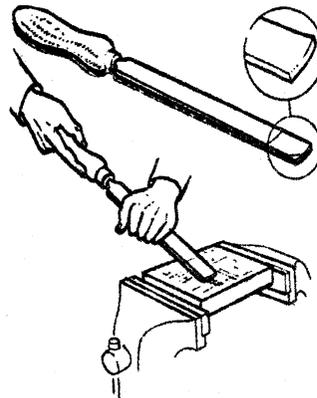


Gambar 12. Kikir gigi ganda arah pemakanan lurus dengan sumbu kikir

1.1.7 Macam-macam pengikiran

1.1.7.1 Pengikiran lapisan keras kulit benda kerja (lapisan terak)

Gigi kikir memenuhi semua badan kikir, ada gigi samping dan ada gigi muka. Gigi-gigi ini dibuat dengan fungsi yang berbeda. Gigi samping atau bagian ujung kikir digunakan untuk membuang lapisan yang keras, seperti lapisan terak/karbon pada kulit benda kerja sebagai akibat pembentukan proses panas, atau permukaan hasil pemotongan dengan las karbit/asetilin. Sedangkan gigi muka digunakan untuk pengikiran permukaan yang lunak.



Gambar 13. Menghilangkan kulit yang keras dengan ujung

1.1.7.2 Pengikiran bidang dasar 1

Langkah-langkah operasional yang perlu ditempuh untuk mendapatkan pengikiran yang efisien antara lain :

- a. Arah pengikiran lebih banyak, memanjang dan diagonal

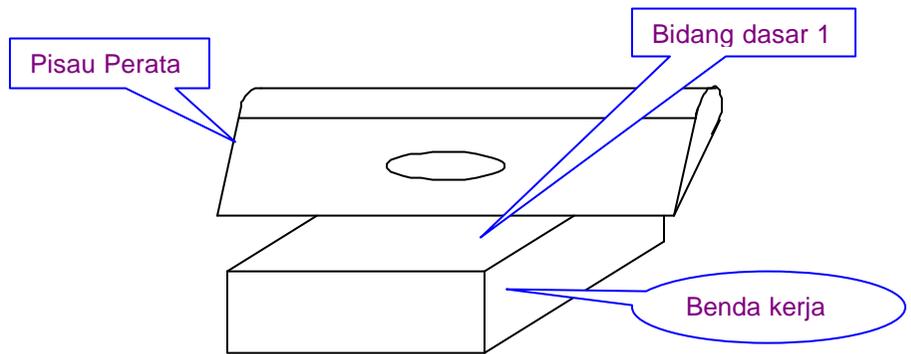
Keseimbangan tekanan kikir di atas benda kerja sangat dipengaruhi oleh panjangnya tumpuan di mana kikir bekerja. Semakin panjang tumpuan semakin stabil keseimbangan tekanan kikir bekerja. Oleh karena itu untuk mendapatkan hasil pengikiran yang rata dengan mudah, perlu dipilih ke arah mana kikir bisa bekerja dengan baik.

b. Panjang langkah pengikiran

Di samping arah pengikiran, hal lain yang sangat berpengaruh terhadap hasil pengikiran adalah panjang-pendeknya langkah pengikiran. Semakin panjang langkah pengikiran, semakin labil kikir bekerja, dan sebaliknya semakin pendek langkah pengikiran semakin stabil kikir bekerja

c. Pemeriksaan secara cermat dengan alat yang laik pakai.

Pemeriksaan kerataan permukaan hasil pengikiran dipengaruhi oleh kehandalan alat ukur yang digunakan serta cara dan teknik pengukuran yang diterapkan

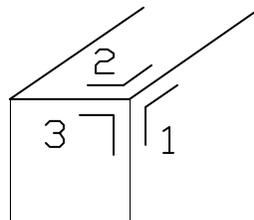


Gambar 14. Pemeriksaan kerataan hasil pengikiran dengan pisau perata

1.1.7.3 Pengikiran Bidang dasar 2 dan 3

Pengikiran bidang dasar 2 bisa dimulai jika bidang dasar 1 sudah betul-betul rata, jika tidak maka kesikuan bidang dasar 2 terhadap bidang dasar 1 sulit diperoleh. Demikian pula dengan kesikuan bidang dasar 3 terhadap bidang dasar 2.

Dalam pengikiran bidang dasar 2, konsentrasi pengerjaan lebih sulit apalagi pada waktu pengikiran bidang dasar 3. Hal ini dapat dipahami karena selain mengejar kerataan juga mengejar kesikuan di mana keduanya itu harus dicapai secara simultan.



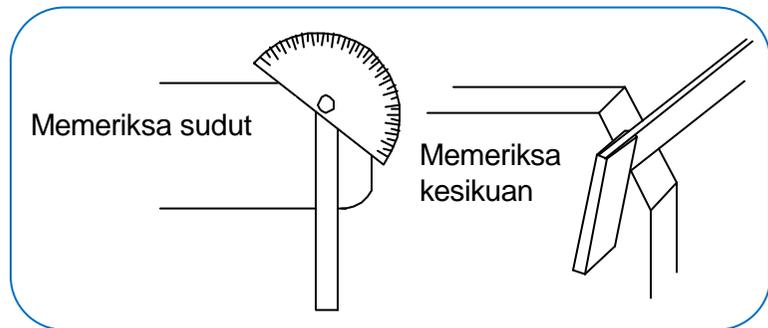
Gambar 15. Bidang dasar 1, 2 dan 3

Perhatian!

Jika bidang dasar tidak rata dan tidak menyiku satu sama lain maka dengan sendirinya akan timbul masalah dalam pelukisan nanti, terlebih-lebih jika pelukisan menggunakan pengukur tinggi di atas meja perata.

1.1.7.4 Mengikir miring

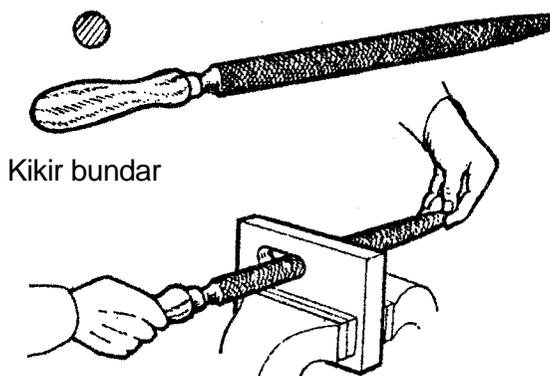
Pada prinsipnya pengikiran miring sama saja dengan pengikiran rata, yang berbeda hanya terletak pada posisi pemasangan benda kerja. Demikian pula dengan jenis dan spesifikasi kikir yang digunakan. Prinsip pemeriksaan hasil pengikiran sama dengan prinsip pemeriksaan bidang dasar 3.



Gambar 16. Pemeriksaan hasil pengikiran miring

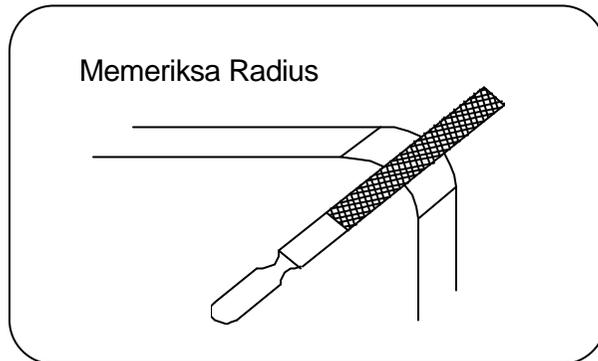
1.1.7.5 Mengikir radius

Ada dua jenis pengikiran radius yaitu pengikiran radius luar dan radius dalam. Jenis kikir yang digunakan untuk mengikir radius dalam adalah kikir bundar atau kikir setengah bundar (Gambar 17), sedangkan untuk radius luar adalah kikir pelat atau kikir yang mempunyai bidang rata (Gambar 18).



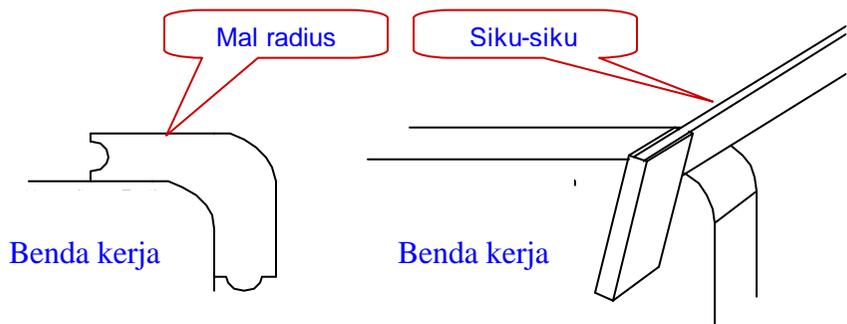
Gambar 17. Pengikiran radius dalam

Penggunaan kikir bundar atau setengah bundar, dalam pengikiran radius dalam, selain kikir didorong makan ke depan juga sambil sedikit diputar dengan tujuan untuk pemanfaatan semua gigi kikir selain tatal mudah keluar.



Gambar 18. Pengikiran radius luar

Prinsip pemeriksaan hasil pengikiran radius sama dengan prinsip pemeriksaan hasil pengikiran miring (Gambar 19).



Gambar 19. Pemeriksaan hasil pengikiran radius .

1.2 Melukis

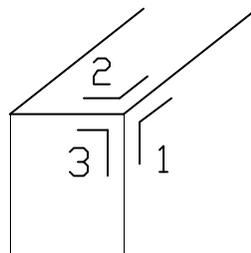
1.2.1 Tujuan dan Fungsi Melukis

Benda kerja yang akan dibuat dengan menggunakan alat tangan, perlu dilukis terlebih dahulu dengan tujuan agar hasil pekerjaan sesuai dengan gambar kerja. Garis-garis gambar (lukisan) yang dibuat pada benda kerja berfungsi sebagai tanda batas pengerjaan. Hasil lukisan benda kerja yang akurat akan memberi arahan, batas pengerjaan yang akurat pula.

1.2.2 Mempersiapkan benda yang akan dilukis

Kondisi benda kerja yang akan dilukis tergantung pada kebutuhan pekerjaan, namun pada prinsipnya benda kerja yang akan dilukis harus mempunyai tiga bidang dasar di mana bidang dasar tersebut berfungsi sebagai dasar kesikuan, dasar pengukuran dan dasar kesejajaran terhadap bidang yang lainnya.

Pembuatan bidang dasar bisa dikerjakan dengan mesin atau dikikir, atau digunting, tergantung kebutuhan pekerjaan. Hal yang sangat penting diperhatikan dalam pembuatan bidang dasar adalah setiap bidang dasar harus rata dan menyiku satu sama lain.



Keterangan :

- 1 = Bidang dasar 1
- 2 = Bidang dasar 2
- 3 = Bidang dasar 3

Gambar 20. Bidang dasar sebagai dasar ukuran, kesikuan dan kesejajaran dalam penggambaran.

1.2.3 Peralatan kerja bangku dan melukis/menggambar benda kerja.

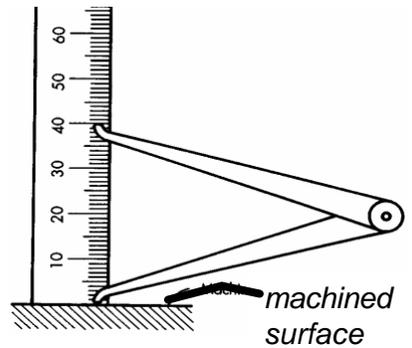
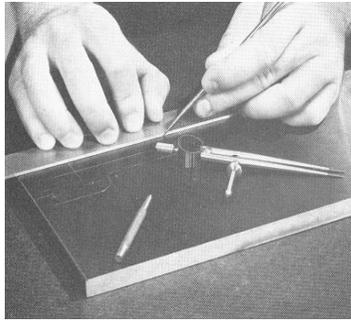
Berikut ini beberapa macam alat lukis/gambar benda kerja yang umum digunakan dalam kerja bangku :

1.2.3.1 Mistar baja

Mistar baja (Gambar 21) mempunyai panjang 30 cm sampai dengan 100 cm dalam skala satuan mm dan inchi, digunakan untuk mengukur panjang dan alat bantu menggores serta sebagai acuan ukuran.



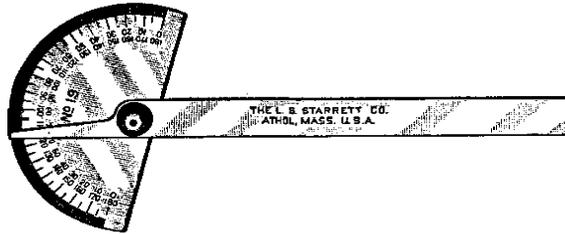
Gambar 21. Mistar baja



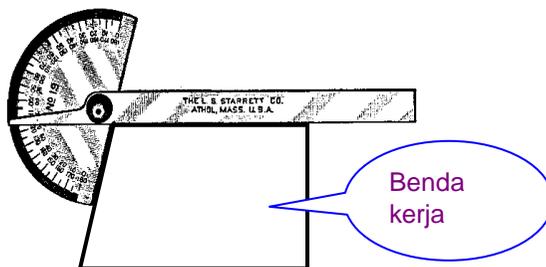
Gambar 22. Penggunaan mistar baja

1.2.3.2 Busur derajat (*Bevel protector*)

Busur derajat (Gambar 23) pada umumnya terbuat dari bahan *stainlesssteel* dengan tujuan agar supaya tahan terhadap karat. Spesifikasi yang umum digunakan di bengkel adalah $180^\circ \times 100$. Gambar 24 menunjukkan penggunaan busur derajat.



Gambar 23. Busur derajat



Gambar 24. Penggunaan busur derajat

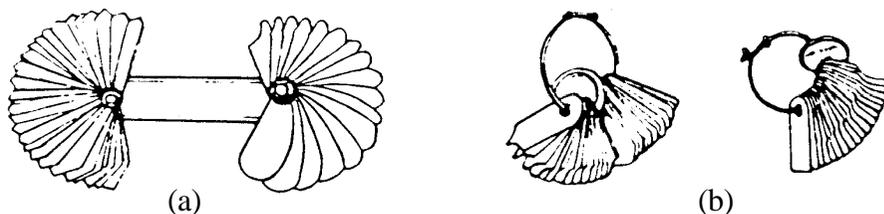
1.2.3.3 Mal radius

a. Fungsi mal radius

Mal radius terbuat dari bahan baja pelat dan digunakan untuk memeriksa radius, baik radius luar maupun radius dalam. Pada alat ini terdapat angka ukuran yang menyatakan besarnya radius, misalnya

angka 8, berarti mal ini digunakan untuk memeriksa radius benda berukuran 8 mm.

Dalam satu set mal radius terdiri dari beberapa buah dengan masing-masing beda ukuran. Satu set mal radius dalam satu tangkai (Gambar 25 a) dan satu set mal radius dalam satu ikatan cincin (Gambar 25 b).



Gambar 25 a. Set mal radius dalam satu tangkai

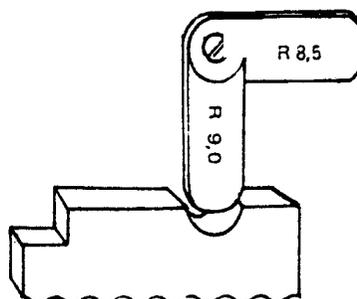
Gambar 25 b. Set mal radius dalam ikatan cincin

Mal radius (satu set pada tangkai radius dan cincin) tingkatannya adalah :

- ❖ s.d 3 mm = 0,25 mm
- ❖ s.d 20 mm = 0,50 mm
- ❖ 10 s.d 25 mm = 1,00 mm

b. Penggunaan mal radius

Tempatkan mal radius pada benda kerja, lalu lihatlah bagian yang diperiksa itu pada datangnya cahaya (cahaya lampu atau matahari). Bila pada bagian yang diperiksa itu tidak kelihatan cahaya, maka bagian yang diperiksa tersebut berradius baik.



Gambar 26. Memeriksa dengan mal radius

1.2.3.4 Mal Ulir

Mal ulir ini gunanya untuk mengukur atau memeriksa ulir. Alat ini terbuat dari bahan baja pelat. Satu set mal ulir (Gambar 27) terdiri dari beberapa buah mal. Mal ni ada yang terdiri hanya satu

macam ulir saja, misalnya *withworth* dan ada pula yang terdiri dari dua macam ulir yaitu ulir *withworth* dan ulir metrik. Pada rumahnya terdapat tanda *withworth* 55° dan *metrik* 60°.

a. Macam-macam mal ulir

❖ Mal Ulir *Whitworth*

Pada setiap mal terdapat angka misalnya 9 g, 11 g, 12 g, dan seterusnya. Angka-angka ini menunjukkan bahwa mal tersebut mempunyai ulir 9 gang tiap inchi, berarti pula dapat digunakan untuk memeriksa ulir (baut dan mur) yang mempunyai gang 9 buah/ inchi.

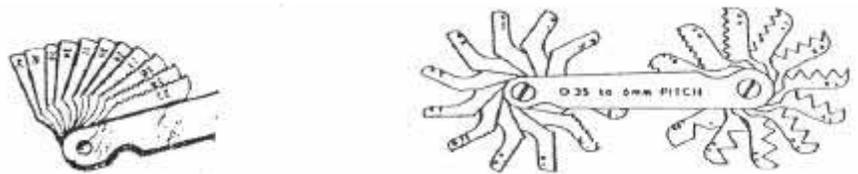
Ciri-ciri ulir *Whitworth* adalah :

- Mempunyai satuan dalam inchi, dihitung jumlah gang sepanjang satu inchi
- Sudut puncak ulir 55°

❖ Mal ulir metrik

Ciri-ciri ulir metrik adalah :

- Mempunyai satuan dalam millimeter yang diukur adalah jarak puncak ulir yang satu terhadap puncak ulir lainnya dalam satu putaran.
- Sudut puncak ulir 60°



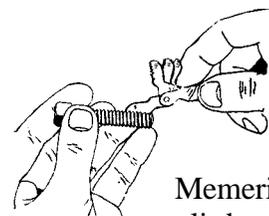
Gambar 27. Satu set mal ulir

b. Penggunaan mal ulir

Jika kita akan memeriksa ulir baut/mur, maka rapatkan mal itu pada ulir tersebut (Gambar 28). . Bila mal itu masuk dengan baik pada ulir tersebut berarti ukuran ulir tersebut sama dengan ukuran ulir yang terdapat pada mal tersebut. Bila mal tidak cocok dengan ulir yang diperiksa gantilah dengan mal-mal lainnya yang cocok/sesuai



Memeriksa ulir mur

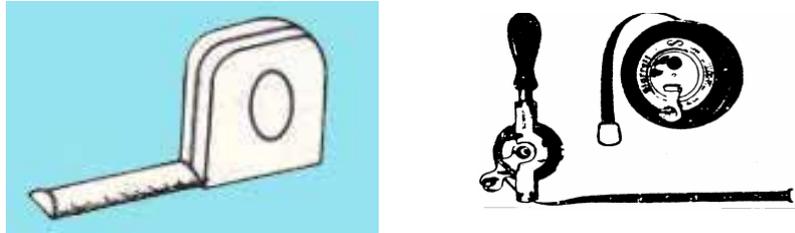


Memeriksa ulir baut

Gambar 28. Memeriksa ulir baut dan ulir mur

1.2.3.5 Pita ukur

Pita ukur (Gambar 29) alat ukur fleksibel yang dapat digunakan mengukur bidang lengkung, pita ukur terbuat dari bahan plat baja yang tipis mempunyai panjang 1m – 5 m. Bahkan pita ukur yang terbuat dari bahan sejenis kain khusus ada yang panjangnya sampai dengan 30 m



Gambar 29. Pita ukur

1.2.3.6 Jangka sorong

Jangka sorong (Gambar 30) adalah alat untuk mengukur diameter, panjang, tebal dan kedalaman suatu benda dengan ketelitian sampai dengan 0,01 mm atau 0,01 inch. Penggunaan Jangka sorong dapat dilihat pada gambar 31.



Gambar 30. Jangka sorong



- a. mengukur ketebelan, jarak luar atau diameter luar
- b. mengukur kedalaman
- c. mengukur tingkat
- d. mengukur jarak celah atau diameter dalam



Gambar 31. Penggunaan mistar sorong

1.2.3.7 Penggores

Penggores (*scriber*) adalah alat untuk menggores benda kerja (logam) sebagai persiapan untuk dikerjakan atau sebagai gantinya pensil apabila hendak menggambar di atas kertas. Ada 3 jenis penggores yang sering digunakan yaitu penggores teknik (Gambar 32 a), penggores saku (Gambar 32 b) dan penggores mekanik (Gambar 32 c), semuanya digunakan sebagai penggores benda kerja seperti ditunjukkan pemakaiannya pada gambar 33.



a. Penggores teknik

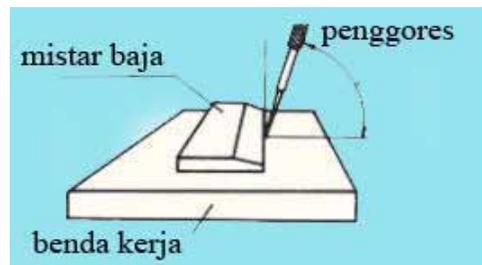
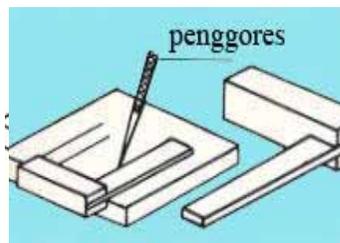


b. Penggores saku

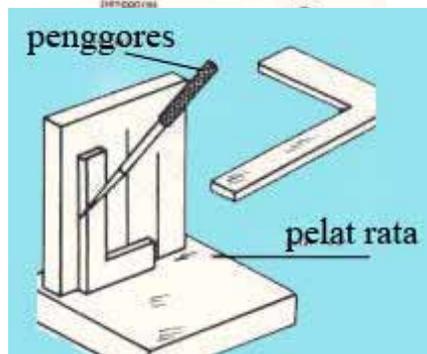


c. Penggores mekanik

Gambar 32. Penggores



a. Menggores dengan siku-siku. b. Menggores dengan penggaris.

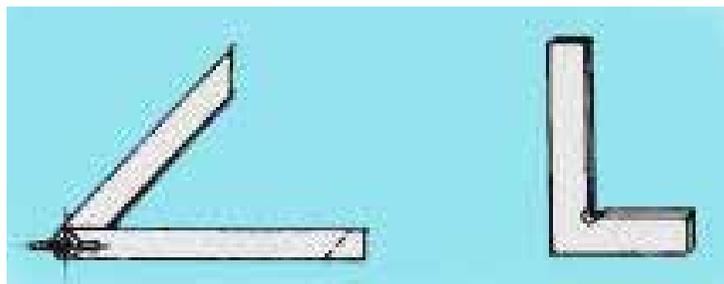


c. Menggores dengan siku-siku pada bidang tegak

Gambar 33. Pemakaian penggores

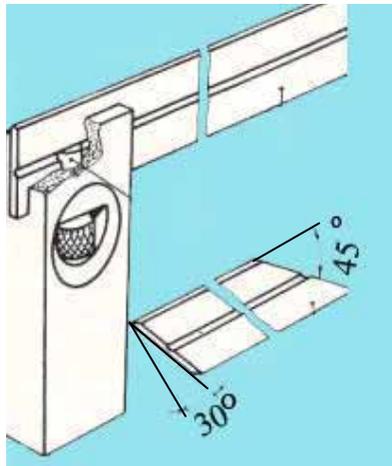
1.2.3.8 Siku-siku

Siku-siku (Gambar 34) adalah siku-siku yang digunakan untuk menyiku benda kerja. Siku-siku geser (Gb 34 a) digunakan untuk mengetahui kesikuan atau perbandingan kesikuan sudut yang tidak membentuk 90° sedangkan siku-siku (Gb 34 b) dipergunakan untuk mengetahui sudut yang dibentuk adalah tepat 90° . Gambar 35 adalah bentuk lain siku-siku di mana salah satu sisi siku-sikunya dapat digeser, jenis ini dipergunakan agar dapat menyesuaikan dengan bidang yang akan diperiksa kesikuannya. Siku-siku (Gb 34 a) dan siku-siku (Gb 35) tidak dapat menghasilkan kesikuan 90° karena adanya kelemahan pada bagian mur pengikat ataupun mur penggeser, sehingga kedua jenis ini tidak dipergunakan untuk memeriksa pekerjaan yang presisi.

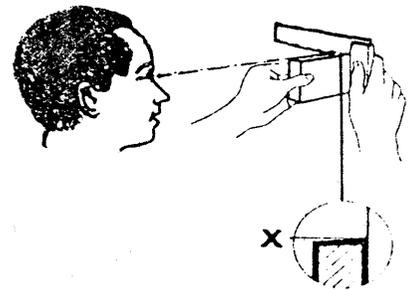
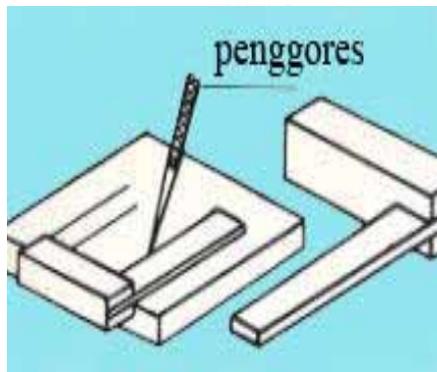


(a) (b)

Gambar 34. Siku-siku



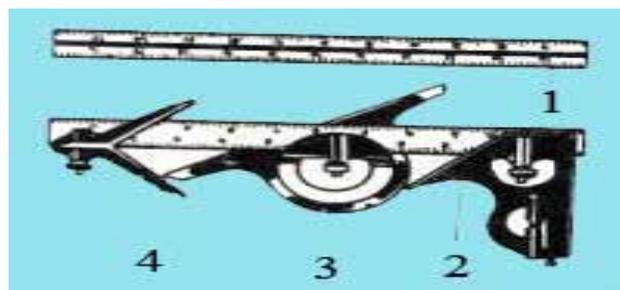
Gambar 35. Siku-siku geser



Gambar 36. Penggunaan siku-siku

1.2.3.9 Siku-siku kombinasi

Siku-siku kombinasi (Gambar 37), disebut demikian karena disamping dapat dipergunakan untuk menyiku 90° juga dapat mengukur panjang menggunakan mistarnya (1) dan mengukur sudut menggunakan busur derajat (3) atau mengukur sudut 45° menggunakan alat bantu (2) dan mencari titik pusat (4).

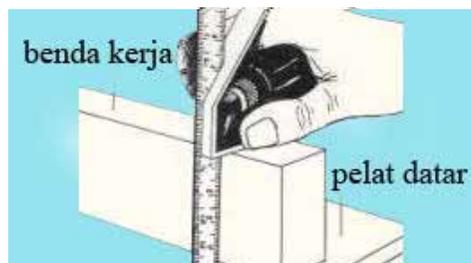


Kelengkapan alat-alat tersebut dapat digunakan secara sendiri-sendiri ataupun bersamaan. Contoh penggunaan siku kombinasi 45° lihat pada Gambar 38, dan contoh penggunaan siku kombinasi 90° lihat gambar 39.



Gambar 38.

Pengukuran 45°



Gambar 39. Pengukuran kesikuan (90°)

1.2.3.10 Jangka

a. Jangka tusuk

Jangka tusuk (Gambar 40) terbuat dari baja perkakas, kedua kakinya runcing dan dikeraskan sedangkan bagian atasnya diberi pegas dan pegangannya di kartel. Untuk menyetel lebar jangka dapat dilakukan dengan memutar mur penyetel. Jangka ini cocok untuk pemindah ukuran dari sebuah mistar (Gambar 41) untuk kemudian membuat sebuah lingkaran pada bidang permukaan benda kerja.



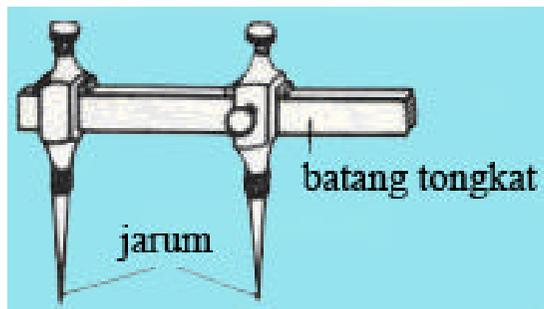
Gambar 40. Jangka tusuk (*spring divider*)



Gambar 41. Pengukuran dengan jangka tusuk

b Jangka tongkat

Jangka tongkat (Gambar 42) digunakan untuk menggambar lingkaran yang besar pada bidang permukaan (plat), jarum tongkat dapat digeser-geser kedudukannya sesuai dengan besar jari-jari yang dikehendaki. Penggunaan jangka tongkat dapat dilihat pada gambar 43.



Gambar 42. Jangka tongkat

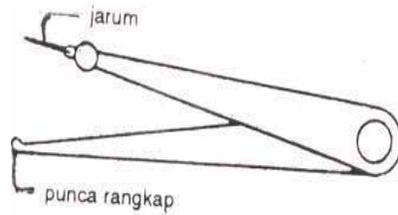


Gambar 43. Penggunaan jangka tongkat

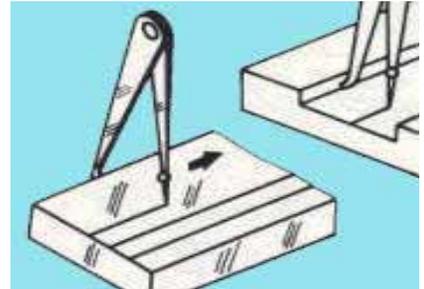
c. Jangka garis

Jangka garis (Gambar 44) digunakan untuk menarik garis-garis sejajar dengan salah satu bidang yang telah dikerjakan. Jangka ini

terbuat dari baja perkakas yang dikeraskan, salah satu kakinya runcing sebagai penggores sedang yang lainnya dibuat puncak rangkap sebagai titik tangkap. Contoh penggunaan jangka garis dapat dilihat pada gambar 45.



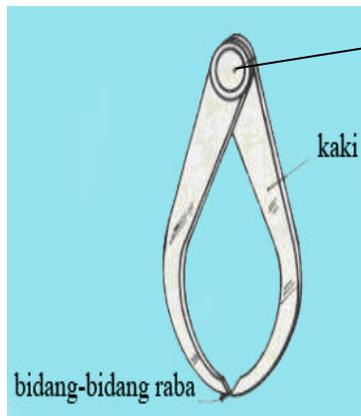
Gambar 44. Jangka garis



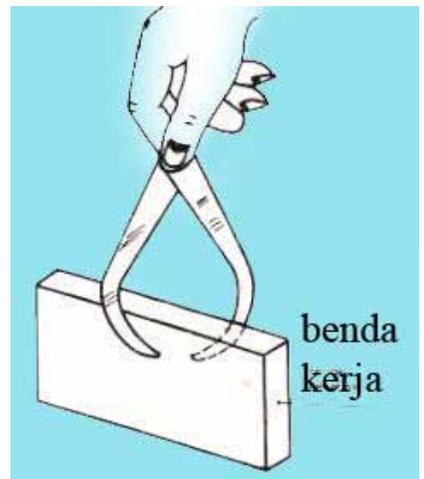
Gambar 45. Penggunaan jangka garis

d. Jangka bengkok

Jangka bengkok (Gambar 46) terbuat dari baja perkakas yang kedua ujung kakinya disepuh. Jangka ini dipergunakan untuk mengambil ukuran bidang luar (tebal/diameter) dan memeriksa kesejajaran bidang. Contoh penggunaan jangka bengkok dapat dilihat pada gambar 47.



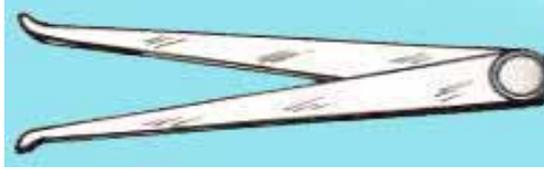
Gambar 46. Jangka bengkok



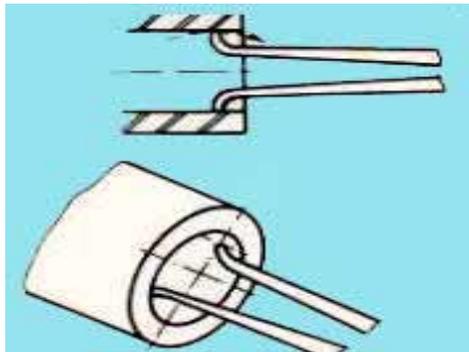
Gambar 47. Mengukur tebal dan kesejajaran

e. Jangka kaki

Jangka kaki (Gambar 48) digunakan untuk mengukur/memeriksa diameter atau lebar bagian dalam. Contoh penggunaan jangka kaki dapat dilihat pada gambar 49.



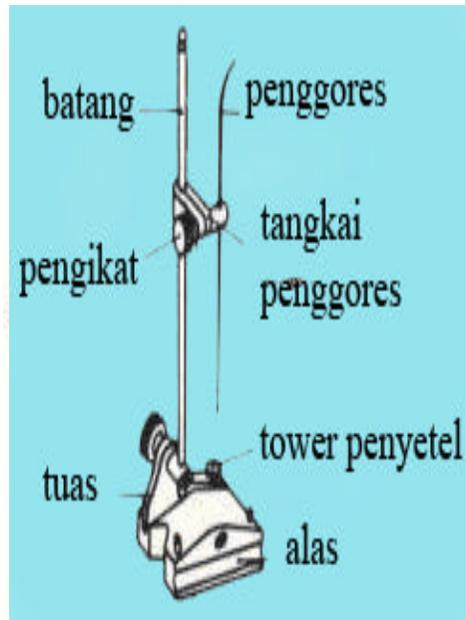
Gambar 48. Jangka kaki



Gambar 49. Memeriksa diameter dalam

1.2.3.11 Balok gores

Balok gores (Gambar 50) dipergunakan untuk melukis garis-garis yang sejajar dan dapat pula untuk mencari titik pusat pada logam yang mempunyai penampang bulat. Tinggi rendahnya penggores dapat disetel. Untuk mendapatkan garis sejajar balok gores dan benda kerja diletakkan pada meja perata, bila benda kerja bulat maka harus diletakkan pada sebuah balok V tetapi untuk benda kerja yang berbentuk balok maka cukup diletakkan di atas meja perata seperti terlihat pada gambar 51.



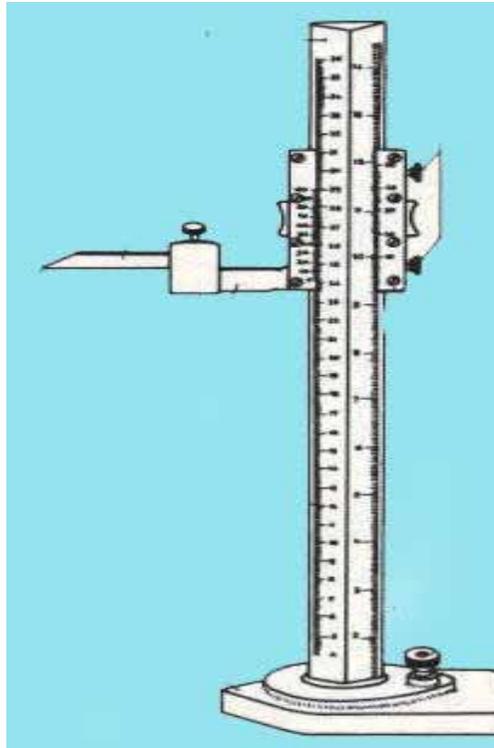
Gambar 50. Balok gores



Gambar 51. Penggunaan balok gores

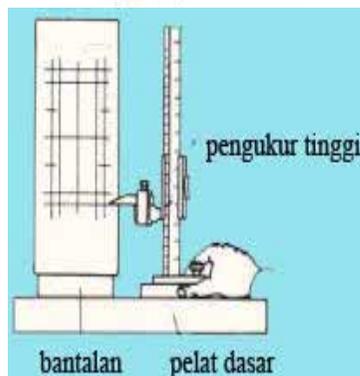
1.2.3.12 Alat ukur tinggi (*height gauge*)

Pengukur tinggi (Gambar 52) adalah alat yang digunakan untuk mengukur tinggi sekaligus menarik garis sejajar dan juga dapat untuk memeriksa ukuran tinggi. Ukuran yang banyak digunakan adalah 300 mm sampai dengan 600 mm.

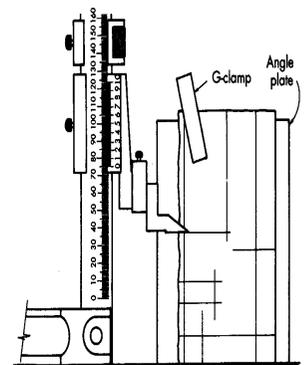


Gambar 52. Pengukur tinggi

Batang tetap dilengkapi dengan pembagian skala terkecil sampai 1 mm dan 1/20". Sedangkan pada rahang gerakannya terdapat skala nonius yang ketelitiannya hingga 0,01 mm dan 0,001". Gambar 53 dan gambar 54 adalah contoh penggunaan pengukur tinggi.



Gambar 53. Menggaris sebuah bidang

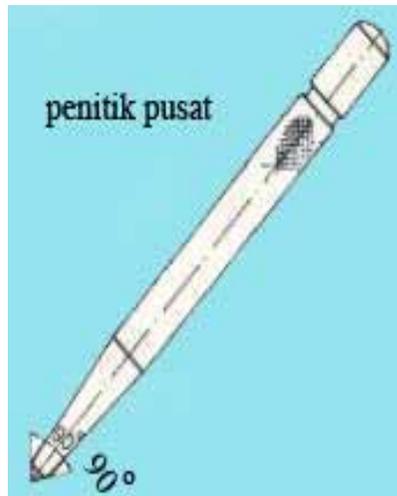


Gambar 54. Mengukur tinggi/tebal

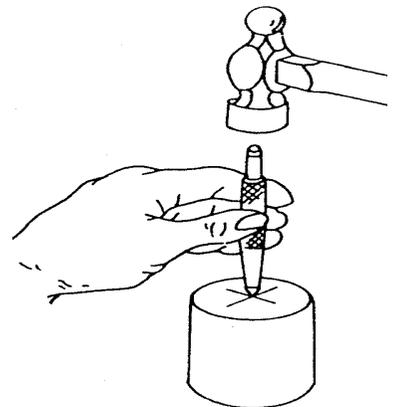
1.2.3.13 Penitik pusat

Penitik pusat (*Center-punch*) terbuat dari baja perkakas yang bagian badanya dikartel agar tidak licin sewaktu dipegang, ujungnya lancip dengan sudut 90° . Penitik (Gambar 55) digunakan untuk menandai titik pusat lubang yang akan dibor. Contoh penggunaan penitik pusat dapat dilihat pada gambar 56.

Untuk menandai garis yang akan dipotong dapat digunakan penitik garis (*prick-punch*), penitik ini mempunyai sudut lancipnya 60° , seperti terlihat pada gambar 57. Sedangkan contoh penggunaan penitik garis lihat gambar 58.



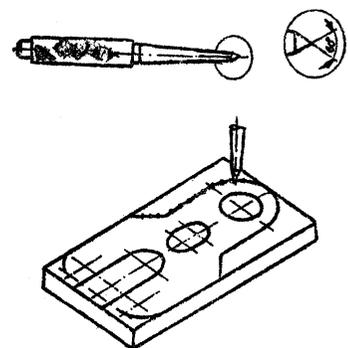
Gambar 55. Penitik pusat



Gambar 56. Penggunaan penitik pusat



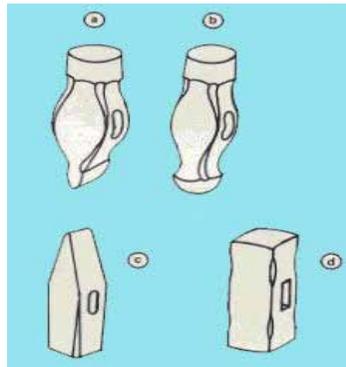
Gambar 57. Penitik garis



Gambar 58. Penggunaan penitik garis

1.2.3.14 Palu

Palu dipergunakan untuk memukul benda kerja pada pekerjaan memahat, mengeling, membengkok dan sebagainya. Menurut bentuknya palu dibedakan dalam beberapa jenis yaitu palu pen (Gambar 59 a) mukanya bulat dan bentuk kepalanya lancip, palu konde (Gambar 59 b) bentuk muka bulat dan puncaknya seperti bola, palu pen muka segi empat dan puncaknya lancip (Gambar 59 c) serta palu tembaga (Gambar 59 d).



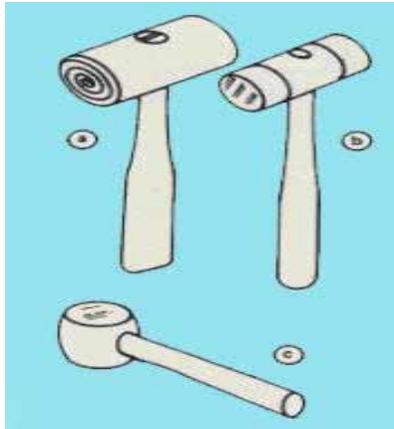
Gambar 59. Palu

Untuk dapat dipergunakan palu tersebut diberi tangkai (Gambar 60) yang terbuat dari bahan kayu liat dan berurat lurus.

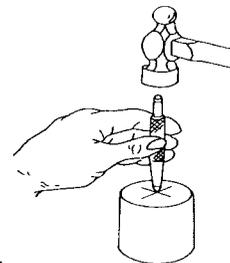
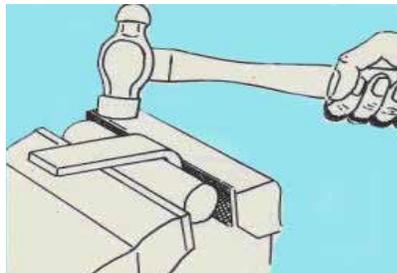


Gambar 60. Tangkai palu

Palu lain yang digunakan pada pekerjaan kerja bangku atau kerja plat dapat dilihat pada gambar 61. Palu lunak (Gb 61 a) terbuat dari bahan kulit biasanya untuk pengerjaan penyetelan atau pengepasan. Palu karet/plastik yang dikeraskan (Gb 61 b) untuk penggunaan yang sama seperti palu kulit. Palu kayu (Gb 61 c) digunakan untuk memukul bahan lunak/lembek seperti seng, plat logam tipis dan sebagainya. Gambar 62 menunjukkan penggunaan palu.



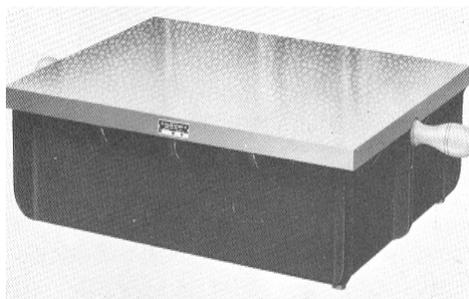
Gambar 61. Palu lunak



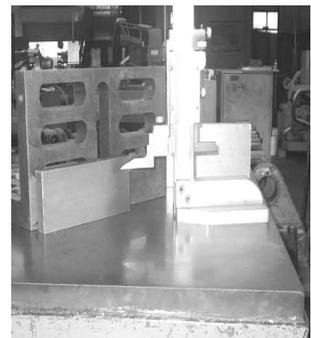
Gambar 62. Penggunaan Palu

1.2.3.15 Meja rata/*Surface plate*

Pada umum di dunia pendidikan menggunakan ukuran panjang 600 mm dan lebar 400 mm. Bahan terbuat dari besi tuang, keramik dan batu granit (Gambar 63). Penggunaan meja perata dapat dilihat pada gambar 64.



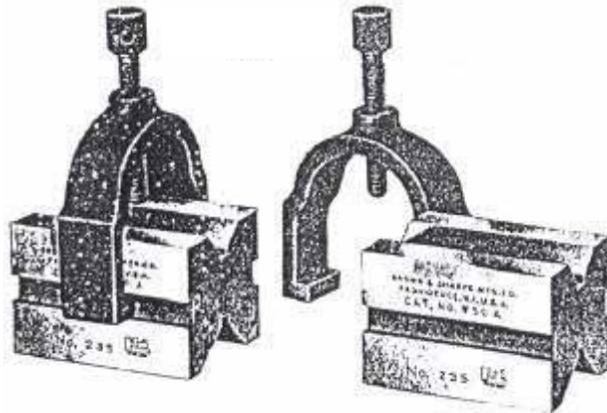
Gambar 63. Meja perata



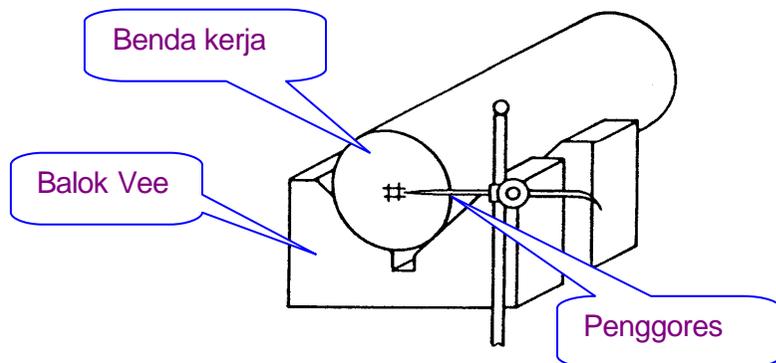
Gambar 64. Penggunaan meja perata

1.2.3.16 Balok vee

Balok vee (Gambar 65) yang sering digunakan memiliki ukuran 45 x 45 x 50 mm, bahan dibuat dari baja karbon yang dikeraskan kemudian digerinda untuk mendapatkan permukaan yang rata, siku dan presisi. Adapun fungsi alat ini adalah sebagai alat bantu melukis benda kerja silindris dan landasan benda silindris yang akan dibor. Penggunaan balok vee dapat dilihat pada gambar 66.



Gambar 65. Balok vee vee



Gambar 66. Penggunaan Balok Vee

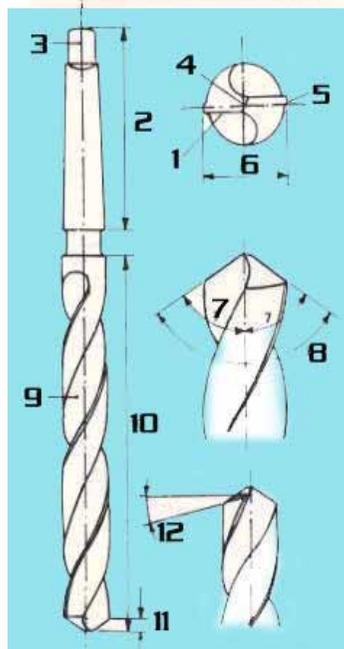
1.3. Mengebor

1.3.1 Mata bor (*Twist drill*)

Mata bor adalah suatu alat pembuat lubang atau alur. Mata bor diklasifikasikan menurut ukuran, satuan ukuran, simbol-simbol ukuran, bahan dan penggunaannya. Menurut satuan ukuran, bor dinyatakan dalam mm dan inchi dengan kenaikan bertambah 0,5 mm, misalnya $\varnothing 5$; $\varnothing 5,5$; $\varnothing 6$; $\varnothing 6,5$; $\varnothing 7$ atau dalam inchi dengan pecahan, misalnya $\varnothing 1/16$ "; $\varnothing 3/32$ "; $\varnothing 1/8$ "; $\varnothing 5/32$ "; $\varnothing 3/16$ " dan seterusnya, atau bertanda dengan huruf A ÷ Z.

1.3.1.1 Bagian-bagian mata bor

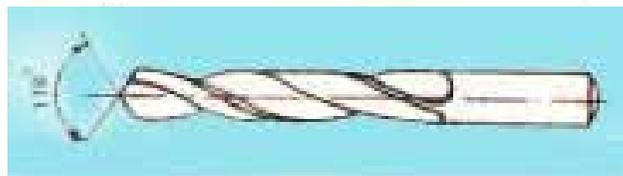
Nama-nama bagian dari mata bor dapat dilihat Gambar 67. Sedangkan gambar 68 adalah mata bor pilin dengan sudut puncak 118° dan kisar sedang digunakan untuk mengebor logam fero, besi tuang, baja tuang dan besi tempa.



Keterangan:

1. tepi/mata potong
2. kepala
3. bibir pengait
4. titik mati
5. tepi/kelonggaran
6. garis tengah
7. bagian sudut potong
8. sudut potong
9. saluran tatal
10. badan
11. mata/puncak
12. sudut bibir ruang antara

Gambar 67. Bagian-bagian mata bor



Gambar 68. Mata bor pilin kisar sedang

1.3.1.2 Macam-macam mata bor

Selain mata bor pilin kasar sedang, jenis mata bor pilin lainnya adalah:

a. Mata bor pilin dengan spiral kecil

Mata bor pilin dengan spiral kecil (Gambar 69), sudut penyayatnya 130° digunakan untuk mengebor aluminium, tembaga, timah, seng dan timbel.



Gambar 69. Bor pilin spiral kecil

b. Mata bor pilin spiral besar sudut penyayat 130° ,

Bor pilin dengan spiral besar (Gambar 70), sudut penyayat 130° digunakan untuk mengebor kuningan dan perunggu.



Gambar 70. Bor pilin kasar besar

c. Mata bor pilin spiral besar sudut penyayat 80°

Mata bor pilin dengan spiral besar (Gambar 71), sudut penyayat 80° digunakan untuk mengebor batu pualam/marmer, batu tulis, fiber, ebonit dan sebagainya.



Gambar 71. Bor pilin kasar besar sudut sayat kecil

d. Mata bor pilin spiral besar sudut penyayat 30°

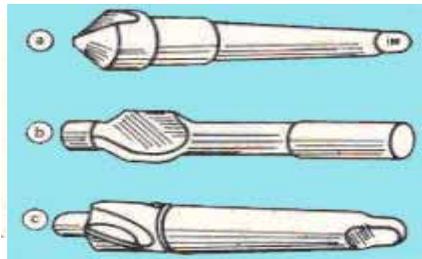
Mata bor pilin dengan spiral besar (Gambar 72), sudut penyayat 30° digunakan untuk mengebor jenis bahan karet yang keras (karet-karet bantalan).



Gambar 72. Bor pilin kasar besar sudut lancip

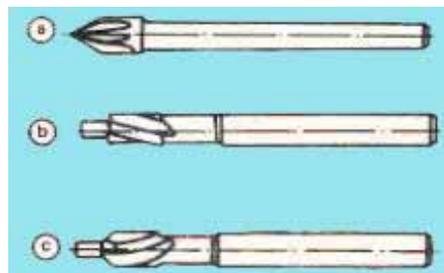
1.3.1.3 Macam-macam mata bor pembedan

Selain jenis mata bor untuk mengebor lubang, juga termasuk jenis bor yaitu bor pembedan (*counterbor*). Mata bor pembedan (Gambar 73 a) ini digunakan untuk membuat lubang versing kepala sekrup bentuk tirus, Gambar 73 a dan b untuk lubang baut terbenam kepala lurus dan menyiku digunakan mata bor pembedan Gambar 73 c.



Gambar 73. Bor pembedan

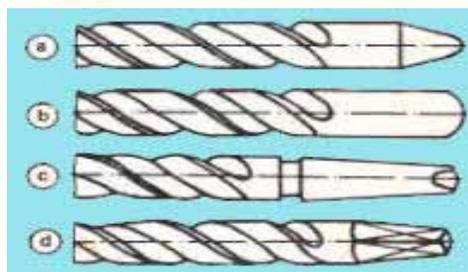
Jenis mata bor pembedan lainnya juga dapat dilihat pada Gambar 74, dengan kegunaan yang sama seperti pada Gambar 73.



Gambar 74. Mata bor pembedan kepala baut

1.3.1.4 Bentuk kepala mata bor

Bentuk kepala mata bor (Gambar 75) ada beberapa macam, tetapi jenis yang banyak digunakan adalah bentuk lurus dan bentuk tirus.

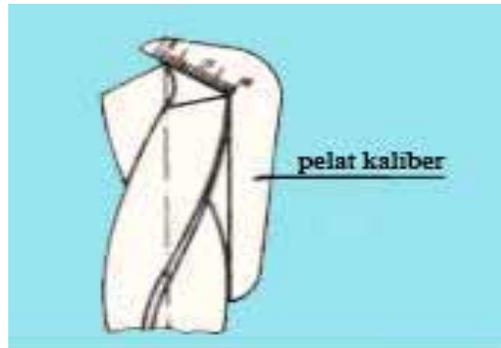


- a. kepala segi empat pipih tirus (*bit-shank*)
- b. kepala lurus (*stright shank*)
- c. kepala tirus (*tapered shank*)
- d. kepala segi empat tirus (*ratchet-shank*)

Gambar 75. Bentuk kepala mata bor

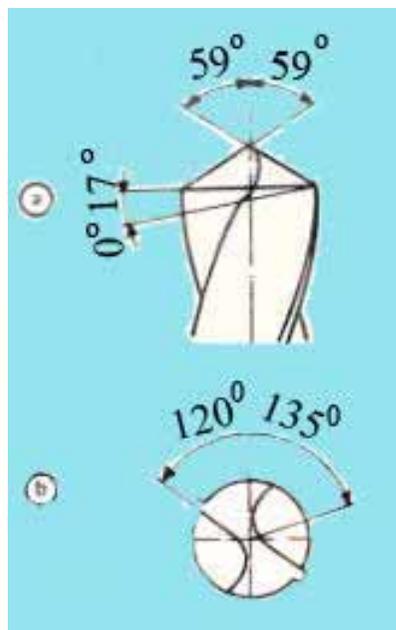
1.3.1.5 Sudut mata bor

Sudut mata bor dapat diukur menggunakan kaliber (*mal*) bor (Gambar 76) untuk mengetahui apakah sudut yang dibentuk kedua sisinya sama, karena apabila sudut tersebut tidak sama akan mempengaruhi hasil pengeboran, tidak halus dan mata bor cepat tumpul.



Gambar 76. Kaliber mata bor

Besarnya sudut mata bor untuk mengebor bahan baja lunak dapat dilihat pada gambar 77.



Keterangan:

- Sudut puncak (*point angle*) = $59^\circ + 59^\circ = 118^\circ$
- Sudut beban potong (*lip clearance*) = $8 - 12^\circ$
- Sudut pemusat (*dead center*) = $120 - 135^\circ$

Gambar 77. Sudut mata bor

1.3.2 Pengikatan mata bor

Cara pengikatan mata bor pada mesin biasanya dilakukan menggunakan cekam bor universal (Gambar 78) untuk mata bor bertangkai lurus sampai diameter 13 mm, sedangkan untuk diameter yang lebih besar biasanya digunakan sarung pengurang (Gambar 79).



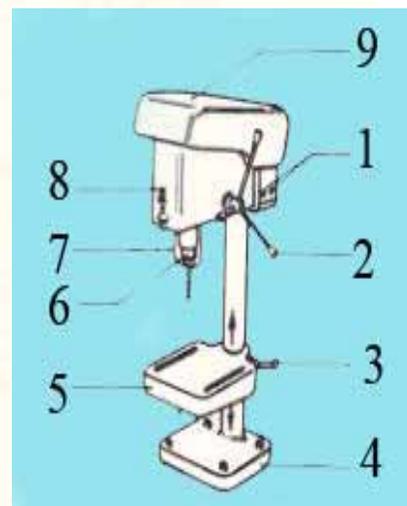
Gambar 78. Penjepit bor



Gambar 79. Sarung pengurang

1.3.3 Mesin bor

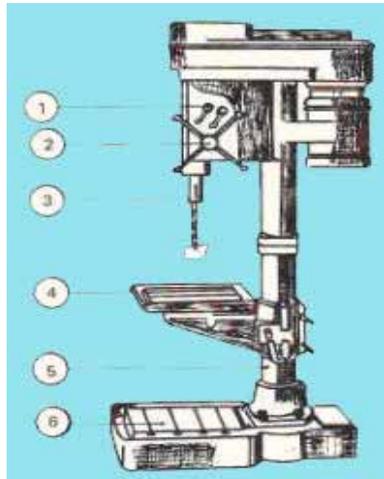
Mesin bor yang digunakan pada kerja bangku ada dua jenis yaitu mesin bor bangku (Gambar 80) untuk pekerjaan-pekerjaan yang kecil sampai sedang dan mesin bor tiang (Gambar 81) untuk pekerjaan yang lebih besar.



Keterangan:

1. Tombol
2. Tuas penekan
3. Tuas pengikat
4. Alas mesin bor
5. Meja mesin bor
6. Penjepit bor
7. Pengaman
8. Mur penyetel
9. Rumah sabuk kecepatan

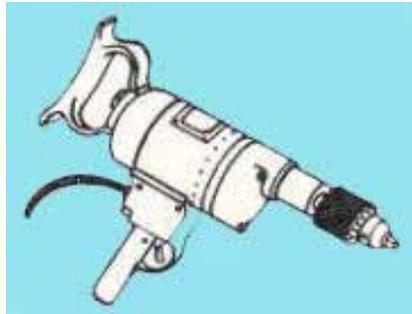
Gambar 80. Mesin bor bangku



- Keterangan:
1. Tuas pengatur kecepatan
 2. Tuas penekan
 3. Sumbu bor
 4. Meja mesin bor
 5. Tiang
 6. Landasan/bantalan

Gambar 81. Mesin bor tiang

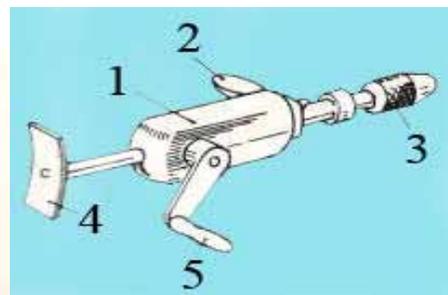
Untuk pekerjaan pengeboran diluar bengkel atau pekerjaan yang diperlukan keluwesan dengan bahan yang tetap (tidak berubah) dapat digunakan bor pistol (Gambar 82) atau bor dada (Gambar 83 dan 84). Bor pistol digerakkan oleh motor listrik sedangkan bor dada digerakkan secara manual dan biasanya menggunakan mata bor paling besar 10 mm.



Gambar 82. Bor pistol



Gambar 83. Bor dada mekanik terbuka



- Keterangan:
1. Badan
 2. Tangkai pemegang
 3. Pemegang/penjepit bor
 4. Pelat bantalan dada
 5. Tangkai pemutar

Gambar 84. Bor dada mekanik tertutup

1.3.4 Kecepatan putaran mata bor

Kemampuan sayat mata bor dipengaruhi oleh jenis bahan dan ukuran diameter serta jenis bahan yang dibor. Kemampuan ini dapat kita peroleh secara efisien dengan cara mengatur kecepatan putaran pada mesin berdasarkan hasil perhitungan jumlah putaran dalam satu menit atau Revolution Per Menit (RPM).

Kecepatan putaran mata bor dapat dihitung dengan rumus :

$$N = \frac{1000C_s}{\pi \cdot D} = \dots \text{RPM}$$

Di mana :

N = Kecepatan putaran mesin dalam satuan putaran/menit (rpm)

Cs = *Cutting speed* (kecepatan potong) dalam satuan m/menit

π = 22/7

D = Diameter mata bor dalam satuan mm

1000 = Konversi dari satuan meter pada Cs ke milimeter

Cutting Speed (Cs) untuk setiap jenis bahan sudah dibakukan berdasarkan jenis bahan alat potong. Tabel 4 memperlihatkan *cutting speed* untuk mata bor.

Tabel 4. *Cutting Speed* untuk mata bor

Jenis bahan	<i>Carbide Drills</i> Meter/menit	<i>HSS Drills</i> Meter/menit
Aluminium dan paduannya	200 – 300	80 – 150
Kuningan dan Bronze	200 – 300	80 – 150
Bronze liat	70 – 100	30 – 50
Besi tuang lunak	100 – 150	40 – 75
Besi tuang sedang	70 – 100	30 – 50
Tembaga	60 – 100	25 – 50
Besi tempa	80 – 90	30 – 45
Magnesium dan paduannya	250 – 400	100 – 200
Monel	40 – 50	15 – 25
Baja mesin	80 – 100	30 – 55
Baja lunak	60 – 70	25 – 35
Baja alat	50 – 60	20 – 30
Baja tempa	50 – 60	20 – 30
Baja dan paduannya	50 – 70	20 – 35
<i>Stainless steel</i>	60 – 70	25 – 35

Contoh 1 :

Berapa kecepatan putaran (n) mata bor diameter 10 untuk mengebor baja lunak (St.37).

Jawab : Dari tabel 3, CS untuk baja lunak (St.37) pada kolom HSS adalah 25 s.d 35 m/menit. Jika CS diambil 30 m/menit, maka

$$N = 30 \cdot 1000 / \pi \cdot 10 = 954 \text{ rpm}$$

Contoh 2 :

Berapa kecepatan putaran (n) mata bor diameter 10 untuk mengebor baja alat ?

Jawab : Dari tabel 3, CS untuk baja alat pada kolom HSS adalah 20 – 30 m/menit. Jika CS diambil 25 m/menit, maka

$$N = 25 \cdot 1000/\pi \cdot 10 = 795 \text{ rpm}$$

Dari kedua contoh di atas, dapat kita simpulkan bahwa diameter mata bor yang sama jika digunakan untuk jenis bahan yang berbeda maka kecepatan putarannya pun berbeda. Semakin keras bahan yang dikerjakan, semakin rendah putarannya. Demikian pula halnya dengan diameter mata bor yang berbeda digunakan untuk jenis bahan benda kerja yang sama, maka kecepatan putarannya pun berbeda. Semakin kecil diameter mata bor, semakin tinggi kecepatan putarannya.

Selain kecepatan putaran, kecepatan pemakanan pun harus diperhatikan agar tidak terjadi beban lebih. Berikut ini tabel kecepatan pemakanan pengeboran untuk berbagai diameter

Table 5. Kecepatan pemakanan (*feeding*)

Diameter mata bor dalam mm	Kecepatan pemakanan mm/putaran
Hingga 3	0,025 sd 0,05
3 sd 6	0,05 sd 0,1
6,5 sd 8,5	0,1 sd 0,2
8,5 sd 25	0,2 sd 0,4
Lebih dari 25	0,4 sd 0,6

1.3.5 Langkah pengeboran

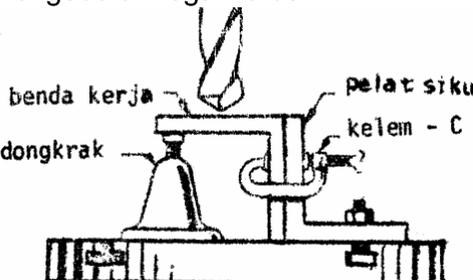
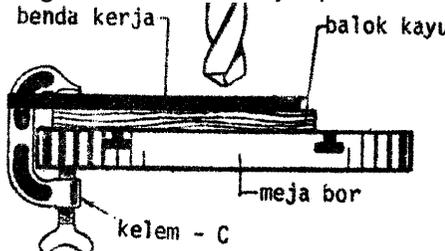
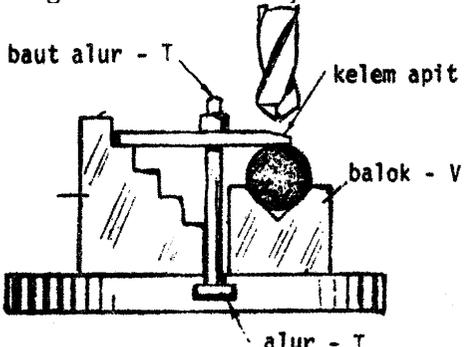
Pengeboran dilaksanakan berdasarkan kebutuhan pekerjaan. Untuk pekerjaan yang presisi, awal pengeboran dimulai dengan senter bor. Selain itu untuk diameter lubang yang besar, pengeboran dilaksanakan secara bertahap, mulai dari diameter kecil hingga diameter besar.

Contoh: Pengeboran diameter lubang 20 mm, pengeboran awal bisa dimulai dengan mata bor diameter 10 kemudian 15 dan terakhir 20 mm.

Di samping pengeboran secara bertahap, penjepitan benda kerja untuk pengeboran lubang besar harus kuat.

Bentuk benda kerja yang dibor tentunya bervariasi demikian pula dengan posisi lubang pada benda kerja. Berikut ini ilustrasi pengeboran serta penjepitan berbagai bentuk benda kerja yang mungkin dilakukan (Tabel 6).

Tabel 6. Langkah pengeboran berbagai jenis pekerjaan

No	Ilustrasi bentuk benda kerja dan posisi pengeboran	Langkah pengeboran
1.	<p>Pengeboran tegak lurus</p> 	<p>Benda kerja dijepit pada balok sudut dengan klem C dan diganjal dengan jack</p>
2.	<p>Pengeboran benda kerja tipis</p> 	<p>Benda kerja diletakan di atas papan kayu dan dijepit dengan klem C</p>
3.	<p>Pengeboran benda kerja silindris</p> 	<p>Benda kerja dipasang pada balok V dan dijepit dengan klem</p>

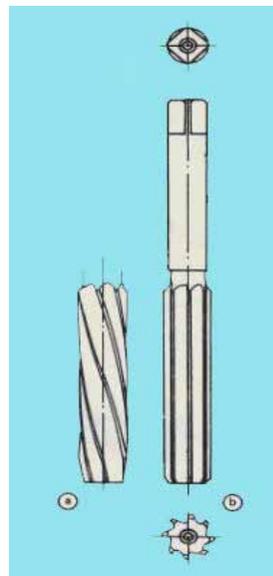
1.4 Mereamer

Reamer adalah alat untuk memperluas lubang. Lubang hasil pengeboran kadang-kadang hasilnya masih kasar atau saat hendak dimasukkan batang atau benda pasangannya tidak cukup longgar (sesak), maka untuk mengatasi hal seperti ini diperlukan adanya perluasan lubang menggunakan alat reamer (Gambar 85). Untuk mendapatkan ukuran yang pas maka pekerja sebaiknya mengebor dengan ukuran 0,1 – 0,5 mm lebih kecil dari diameter lubang yang telah ditentukan kemudian diperluas menggunakan reamer.

1.4.1 Macam-macam reamer

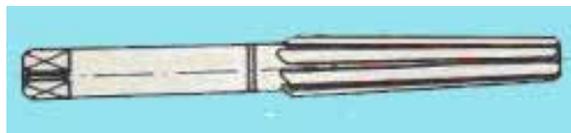
Gambar 85 a, adalah peluas dengan bentuk alur spiral, digunakan untuk meluaskan dan menghaluskan lubang, jenis ini memotong lebih halus dan ringan serta tidak sering macet. Sedangkan Gambar 85 b, peluas dengan alur lurus, digunakan untuk setiap pekerjaan memperluas lubang.

Peluas untuk pekerjaan kerja bangku pada umumnya disebut reamer tangan yang memiliki tangkai lurus dan sebagian ujung mata sayat tirus sebagai pengarah dan memperingan pemakanan pada saat me-reamer. Sedangkan untuk pekerjaan pemesinan disebut reamer mesin, ada yang bertangkai lurus dan tirus serta bagian ujung mata sayatnya tidak tirus (hanya sedikit diujung bagian mata sayatnya).



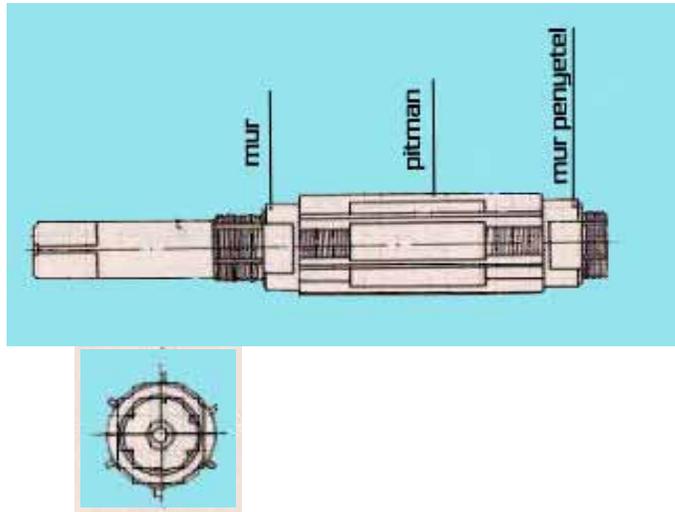
Gambar 85. Reamer (Peluas)

Untuk memperluas lubang berbentuk tirus maka dapat digunakan peluas tirus (Gambar 86) dengan alur lurus.



Gambar 86. Peluas tirus

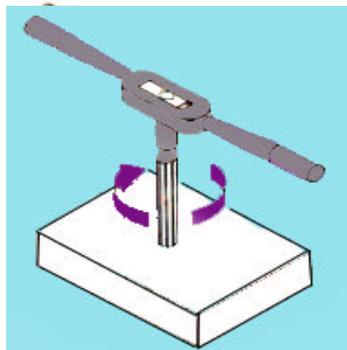
Peluas yang dapat disetel (*adjustable-hand-reamer*), Gambar 87 adalah jenis peluas dilengkapi sejumlah pisau-pisau pemotong yang dapat disetel sehingga peluasan lubang dapat diatur menurut ketentuan ukuran.



Gambar 87. Peluas yang dapat disetel

1.4.2 Penggunaan reamer

Penggunaan reamer (Gambar 88) adalah ilustrasi penggunaan reamer tangkai lurus dengan sepiral lurus, dimana bila digunakan harus terpasang pada tangkai tap sebagaimana mengetap. Namun yang perlu diperhatikan dalam me-reamer adalah dalam melakukan pemakanan hanya diperbolehkan satu arah yaitu saerah jatum jam,

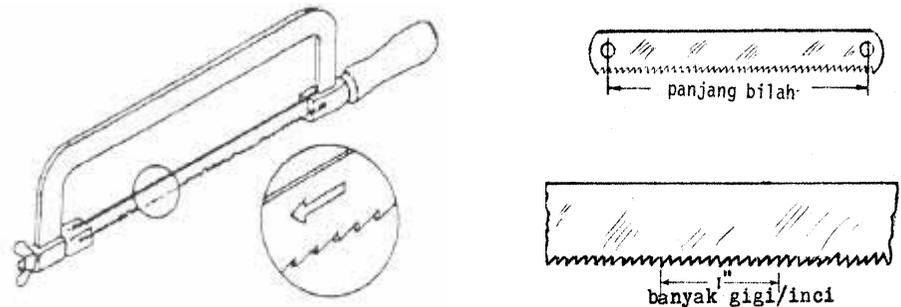


Gambar 88. Penggunaan reamer

1.5 Menggergaji

1.5.1 Daun gergaji tangan

Daun gergaji tangan (Gambar 89) merupakan alat pemotong dan pembuat alur yang sederhana, bagian sisinya terdapat gigi-gigi pemotong yang dikeraskan. Bahan daun gergaji pada umumnya terbuat dari baja perkakas (*tool steel*), baja kecepatan tinggi (*HSS high speed steel*) dan baja tungsten (*tungsten steel*).



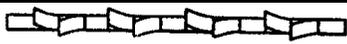
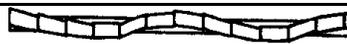
Gambar 89. Gergaji tangan

1.5.2 Pemilihan Daun Gergaji Berdasarkan Spesifikasi

Spesifikasi daun gergaji tangan meliputi jenis, bukaan gigi, jumlah gigi tiap panjang 1 inci dan panjang daun gergaji ditentukan oleh jarak sumbu lubang.

Contoh penulisan spesifikasi daun gergaji secara lengkap : *Single cut-straight set-18T-12"*.

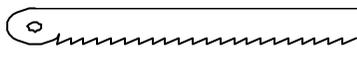
Tabel 7. Jenis bukaan gigi gergaji dan fungsinya

No.	Ilustrasi	Nama	Fungsi
1.	 Setelan penggaruk	<i>Raker set</i>	Umum
2.	 Setelan lurus	<i>Straight set</i>	Non ferro/ paduan
3.	 Setelan gelombang	<i>Wavy set</i>	Baja profil

Tabel 8. Jumlah gigi tiap panjang 1 inci berikut fungsinya

No.	Jumlah gigi tiap inci	Pemakaian	
		Jenis bahan	Tebal bahan minimum
1.	14	Lunak	5.5 mm
2.	18	Lunak sd sedang	4.2 mm
3.	24	Sedang sd keras	3,2 mm
4.	32	Keras	2,4 mm

Tabel 9. Jenis daun gergaji berikut fungsinya

No.	Jenis daun gergaji	Pemakaian
1.	<p><i>Single cut</i></p> 	Kedalaman tak terbatas
2.	<p><i>Double cut</i></p> 	Maksimal kedalaman pemotongan sedikit di bawah gigi sebelah atas.

1.5.3 Kecepatan langkah menggergaji

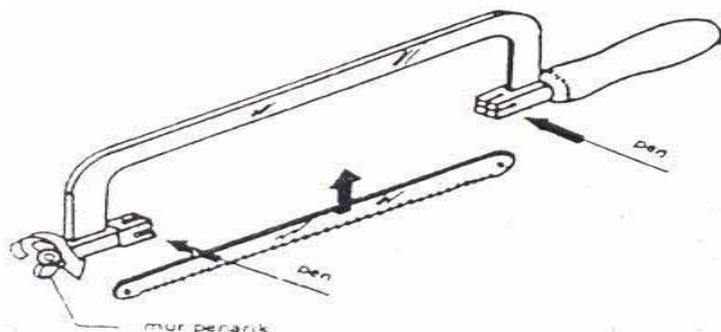
Kecepatan langkah menggergaji bisa dianggap sama dengan kecepatan langkah mengikir untuk ukuran panjang yang sama. Hal ini dapat dipahami karena jenis bahan daun gergaji sama dengan jenis bahan kikir, yaitu dari baja karbon. Jadi kecepatan langkah untuk menggergaji baja lunak adalah sekitar 40 langkah permenit.

1.5.4 Pemasangan daun gergaji

Dalam pemakaiannya, daun gergaji dipasang pada sengkang (Gamabr 90). Posisi pemasangan daun gergaji dapat disesuaikan dengan kebutuhan pekerjaan.

Ketentuan pemasangan daun gergaji adalah sebagai berikut :

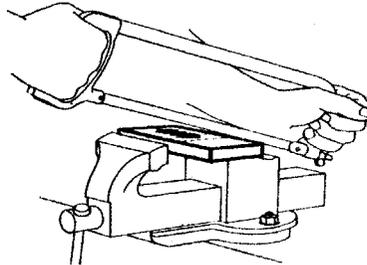
- a. Gigi gergaji harus menghadap ke muka
- b. Ketegangannya harus cukup, sehingga tidak terjadi lekukan pada waktu dipakai.



Gambar 90. Pemasangan daun gergaji pada sengkang

1.5.5 Pemegangan dan penekanan gergaji

Cara menggergaji hampir mirip dengan cara mengikir, yang berbeda adalah cara pemegangan (Gambar 91). Untuk pemotongan yang berat, tekanan gergaji cukup besar, namun untuk pemotongan yang perlu lurus hasilnya, tekanan gergaji harus ringan.



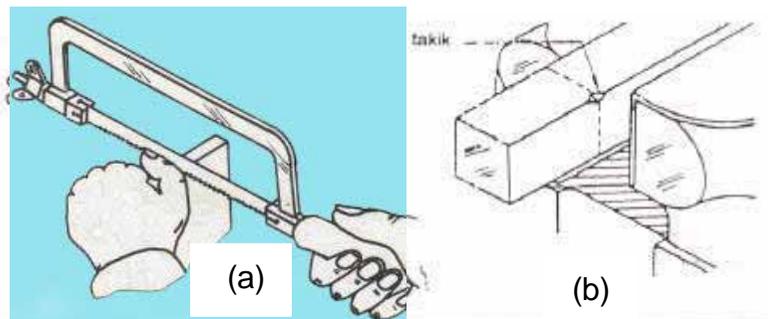
Gambar 91. Pemegangan sengkang gergaji

1.5.6 Langkah penggergajian

Untuk pemotongan yang tidak presisi, awal penggergajian dapat langsung dengan gergaji itu sendiri. Adapun cara memotong dengan gergaji tangan adalah sebagai berikut:

a. Membuat alur

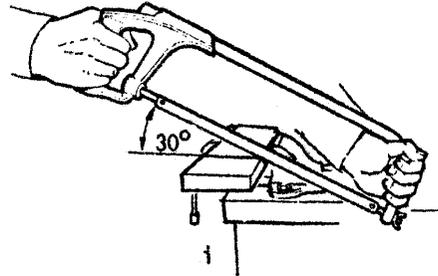
Tinggi mulut catok/ragum sama seperti pada waktu mengikir, bagian yang digergaji harus sedekat mungkin dengan mulut catok/ragum. Pada permulaan menggergaji, tahan sisi gergaji dengan ibu jari (Gambar 92 a). Namun untuk pemotongan yang dianggap presisi (Gambar 82 b), sebelum digergaji benda kerja harus ditandai terlebih dahulu dengan kikir segitiga sebagai jalan awal penggergajian.



Gambar 92. Membuat alur (permulaan menggergaji)

b. Awal penggergajian

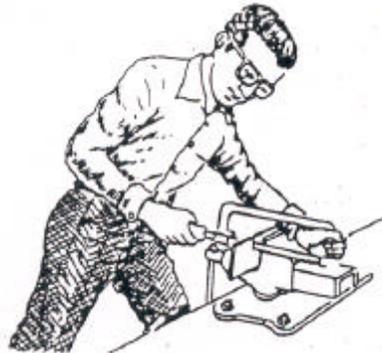
Sebagai awal penggergajian kedudukan gergaji, menyudut $\pm 30^\circ$ (Gambar 93), selanjutnya gergajilah bagian sisi terlebih dahulu yang lambat laun sudutnya makin kecil.



Gambar 93. Sudut awal penggergajian

c. Pemotongan benda kerja

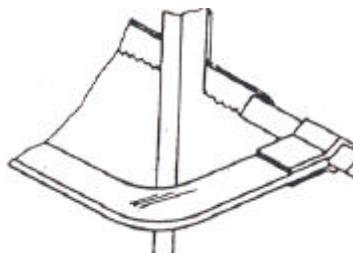
Potonglah benda kerja pada bagian yang dekat dengan mulut catok/ragum (Gambar 94).



Gambar 94. Pemotongan benda kerja

d. Bahan lebih lebar

Bila bahan yang akan digergaji melebihi lebar sengkang gergaji, maka pemasangan daun gergaji harus diputar 90° (Gambar 95).



Gambar 95. Posisi daun gergaji tegak lurus terhadap sengkang gergaji.

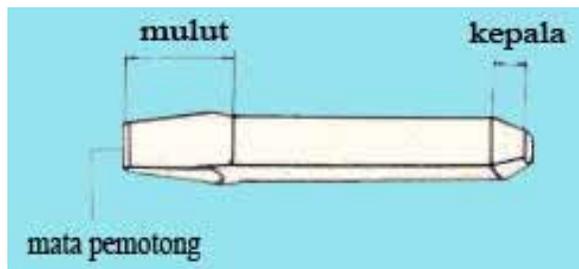
1.5.7 Pemeliharaan gergaji

- Tebal minimal bahan yang dipotong adalah 2 x pitch gigi (tiga gigi harus selalu berada pada daerah pemotongan). Hal ini diperlukan untuk menghindari gigi rontok.
- Perhatikan pada waktu pemasangan, arah gigi harus menghadap ke depan
- Pengencangan tidak membuat sengkang menjadi bengkok namun daun gergaji terikat dengan kuat dan aman
- Setelah digunakan, sengkang gergaji dikendorkan dengan cara mengendorkan mur pengencang.
- Untuk pemotongan yang dianggap presisi atau perlu lurus, penekanan gergaji diatur cukup ringan dan diawali dengan kikir segitiga.

1.6. Memahat

1.6.1 Pahat

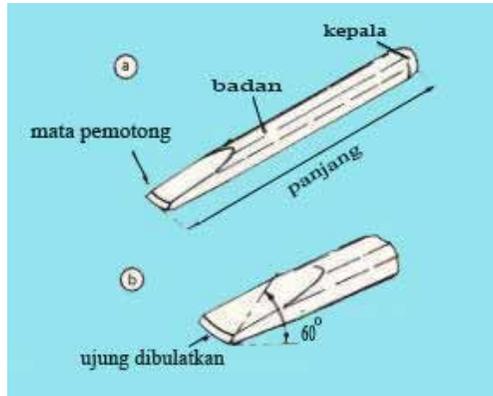
Pahat atau biasa disebut pahat tangan (Gambar 96), digunakan untuk bermacam-macam keperluan tergantung pada bentuk pahat itu yang diantaranya untuk memotong, membuat alur, meratakan bidang, membuat sudut, memperbaiki titik pusat dan sebagainya.



Gambar 96. Pahat

1.6.2 Macam-macam bentuk pahat

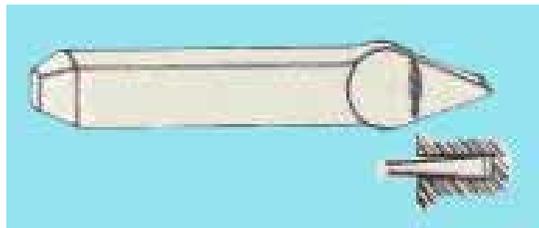
Bentuk pahat dibedakan menurut bentuk mata potongnya (Gambar 97) serta ukuran panjangnya. Pahat ini mempunyai mata potong yang dibulatkan dengan badan berbentuk segi enam dan digunakan untuk meratakan bidang dan memotong pelat logam. Besar sudut mata potongnya pahat ini 60° .



Gambar 97. Pahat

a. Pahat alur

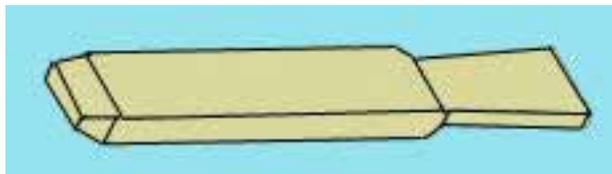
Pahat alur (Gambar 98) digunakan untuk membuat alur sejajar, mata potong pahat lebih lebar dan lebih tebal dari badannya agar pahat tidak terjepit pada waktu dipergunakan.



Gambar 98. Pahat alur

b. Pahat dam

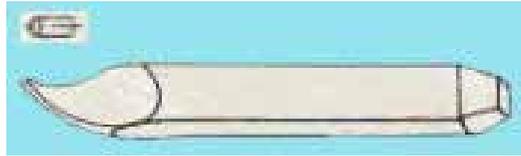
Pahat dam (Gambar 99) adalah jenis pahat yang digunakan untuk memutus bahan yang akan dipotong yang sebelumnya telah dibor atau dilubangi.



Gambar 99. Pahat dam

c. Pahat alur minyak

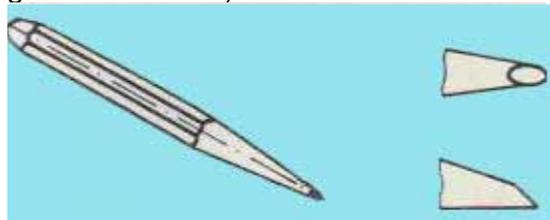
Pahat alur minyak (Gambar 100) adalah jenis pahat untuk membuat lubang saluran minyak/pelumas pada bantalan-bantalan poros, metal-metal, bos-bos dan sebagainya.



Gambar 100. Pahat alur minyak

d. Pahat kuku

Pahat kuku (Gambar 101) adalah jenis pahat yang dipergunakan untuk memperbaiki kesalahan waktu pemakanan pertama mengebor (titik pusat pengeboran meleset).



Gambar 101. Pahat kuku

e. Pahat diamon

Pahat diamon (Gambar 102) adalah jenis pahat yang dipergunakan untuk membuat alur yang berbentuk V pada logam, menghaluskan sudut-sudut bagian dalam serta menyikukan sudut-sudut alur bagian dalam.



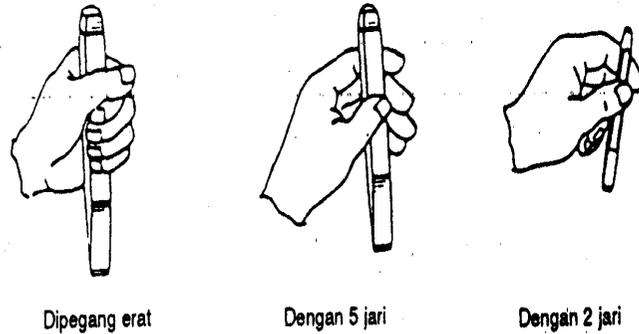
Gambar 102. Pahat diamon

1.6.3 Cara memegang pahat

Cara memegang pahat (Gambar 103) adalah bermacam-macam tergantung dari tingkat kesulitan pemahatan dan ukuran pahat yang digunakan. Adapun cara-cara memegang pahat sesuai ketentuan adalah sebagaiberikut :

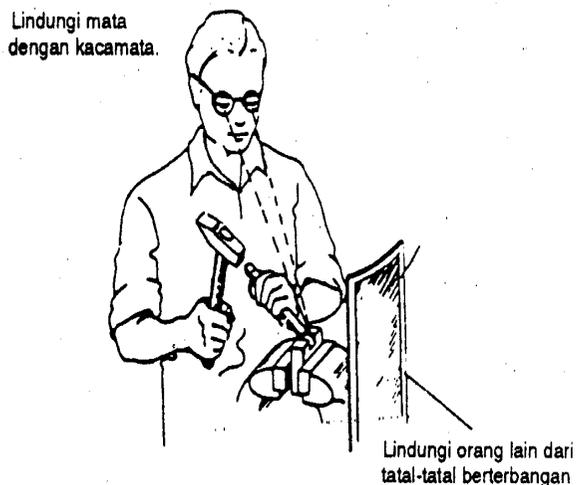
- a. Pahat digenggam pada pemotongan berat dengan menggunakan pahat besar.
- b. Pahat digenggam dengan lima jari.
Pahat dipegang 5 jari bila pemotongan dan ukuran pahat sedang.

- c. Pahat dipegang dengan 2 jari
Pahat dipegang dengan 2 jari digunakan untuk pemotongan ringan dan memakai pahat kecil.



Gambar 103. Cara menggenggam pahat

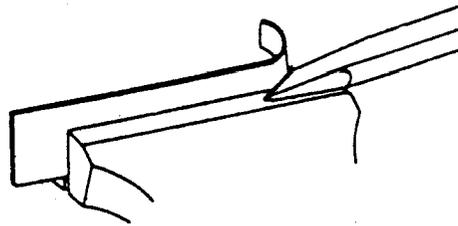
- d. Arah mata
Pada waktu memahat, mata harus tertuju pada mata pahat (Gambar 104). Karena dengan melihat ke arah mata pahat diharapkan sasaran pahatan dapat tercapai.



Gambar 104. Memperhatikan mata pahat

e. Kedudukan pahat

Pada waktu memotong baja pelat, maka kedudukan pahat harus dimiringkan $\pm 30^\circ$ terhadap benda kerja Gambar 105.

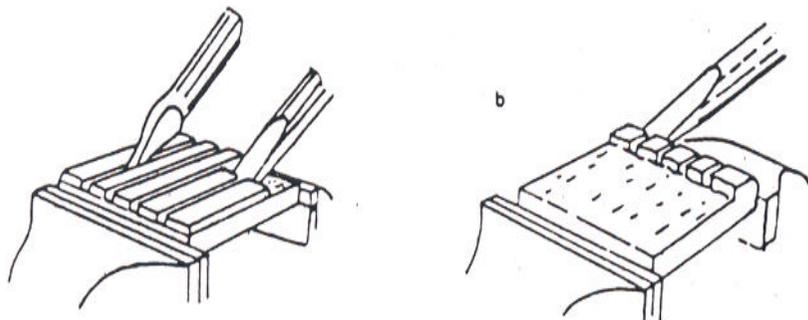


Gambar 105. Memahat baja pelat

1.6.4 Cara memahat

a. Memahat bahan yang lebar

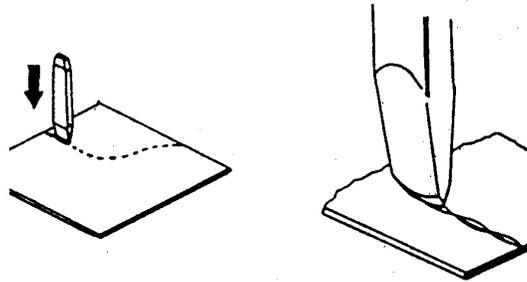
Jika bagian yang dipahat lebar (Gambar 106), maka mulailah dengan memahat bagian atas terlebih dahulu dengan pahat alur sehingga bidang tersebut terbagi dalam beberapa bagian kecil, setelah itu barulah bagian-bagian yang kecil itu dipahat dengan pahat rata.



Gambar 106. Memahat benda yang lebar

b. Memotong benda kerja yang tidak dijepit

Untuk memotong dengan pahat pada benda kerja yang sukar dijepit oleh catok/ragum, maka dapat dilakukan dengan memotongnya di atas paron (Gambar 107). Benda kerja diletakkan di atas paron, kemudian mata pahat ditempatkan pada garis gambar. Kedudukan pahat harus mantap agar apabila terkena pukulan palu, maka benda kerja tidak bergetar atau meloncat. Pahatan pertama adalah memahat sepanjang garis gambar, dan pahatan berikutnya mengulang bekas pahatan tadi sampai bahan itu putus/terpotong.

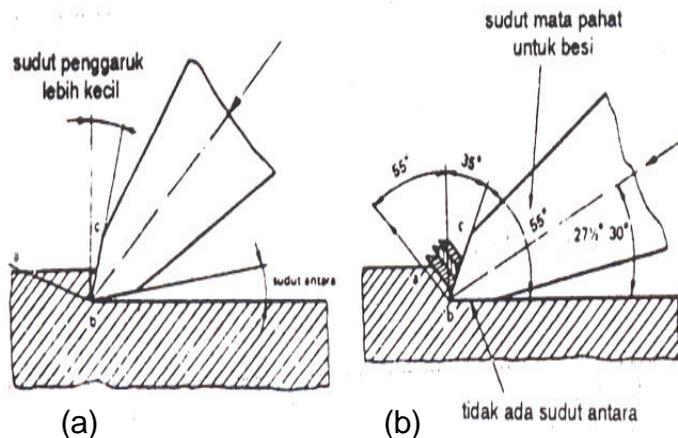


Gambar 107. Memahat benda kerja yang tidak dijepit dengan catok ragum

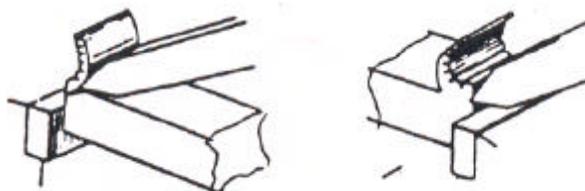
d. Memahat pelat segi empat panjang

Untuk memahat sebuah pekerjaan yang dijepit pada ragum, kedudukan pahat terhadap benda kerja harus mengikuti ketentuan, besar sudut-sudut pada posisi pahat diwaktu menyayat/memotong dapat dilihat pada gambar 108 a.

Bila pada waktu memahat, pahat sudah tidak ada sudut antara (Gambar 108 b), pemahatan harus dimulai dari bagian sisi benda kerja. Dan apabila hampir putus (Gambar 109), balikkan benda kerja dan selesaikan dengan memahatnya dari bagian sisi lainnya agar sisi tersebut tidak rusak/ sobek.



Gambar 108. Posisi pahat pada waktu memahat



Gambar 109. Posisi pahat pada saat akhir pemahatan

1.7 Menyetempel

1.7.1 Fungsi stempel

Stempel terbuat dari baja paduan yang tidak dikeraskan karena sifatnya harus ulet (*tough*) dan cukup keras bisa mengalahkan benda yang distempel.

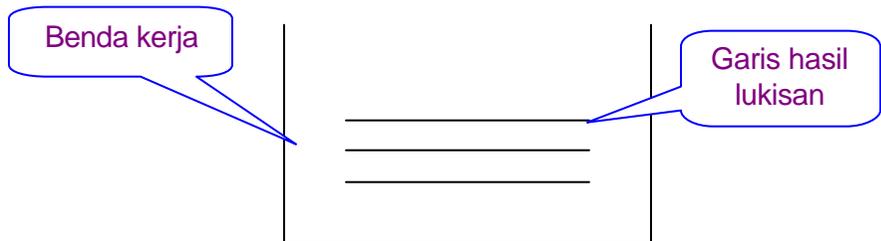
Stempel digunakan untuk menandai/memberi identitas suatu produk/benda kerja yang terbuat dari logam. Namun demikian produk/benda kerja yang terbuat dari logam digunakan pada logam yang keras.

1.7.2. Spesifikasi

Spesifikasi stempel dibedakan menurut ukuran dan jenis huruf/angka. Jenis huruf ada yang timbul dan ada pula yang masuk. Ukuran stempel ditentukan oleh ukuran tinggi huruf/angka dan ukuran yang banyak dipakai mulai dari 2 mm sampai 10 mm.

1.7.3 Persiapan benda kerja

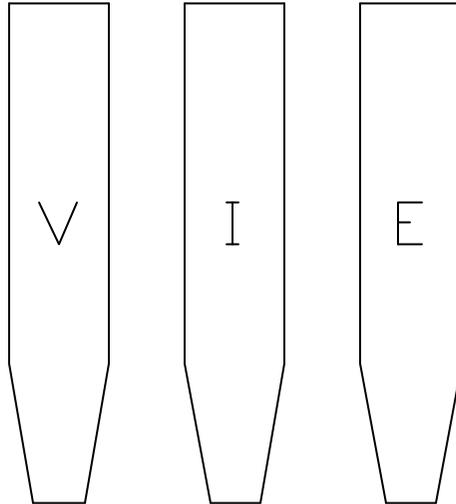
Penyetempelan dilakukan pada permukaan benda kerja yang lebih lunak dari stempelnya, permukaan benda kerja harus dilukis terlebih dahulu (Gambar 110), diberi garis-garis pembantu supaya hasil penyetempelan bisa lurus.



Gambar 110. Garis bantu stempel

1.7.4 Penyetempelan

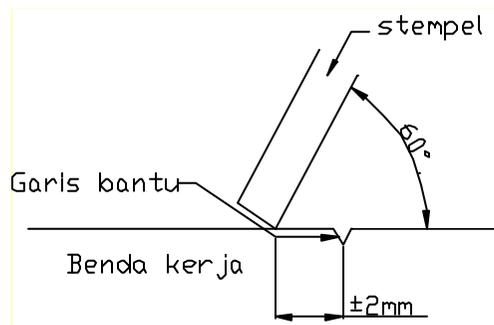
Sebelum penyetempelan dilaksanakan, semua stempel yang akan digunakan disusun terlebih dahulu dengan susunan seperti apa adanya identitas yang akan dibuat (Gambar 111).



Gambar 111. Susunan stempel

Selanjutnya, agar stempel bisa tepat lurus pada garis bantu yang dibuat pada benda kerja, maka perlu dilakukan:

- a. Pegang dan posisikan stempel di atas benda kerja seperti gambar 112.

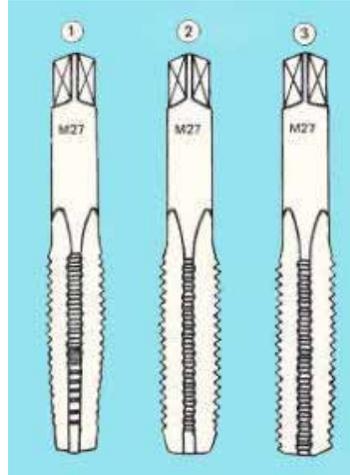


Gambar 112. Posisi stempel

- b. Tarik hingga terasa stempel tepat pada garis bantu, kemudian tegak berdirikan posisi stempel.
- c. Pukul stempel cukup ringan hingga huruf/angka terlihat di atas permukaan
- d. Jika posisi huruf/angka sudah sesuai dengan yang diinginkan, letakkan kembali stempel pada posisi semula kemudian pukul secukupnya hingga angka/huruf yang dibuat memenuhi syarat.
- e. Setelah penyempelan identitas selesai, selanjutnya ratakan permukaan dengan kikir halus hingga permukaan huruf/angka terlihat rata.

1.8 Mengetap dan Menyenei

Tap dan snei adalah alat untuk membuat ulir. Tap (Gambar 113) adalah untuk membuat ulir dalam (mur), sedangkan Snei (Gambar 114) adalah untuk membuat ulir luar (baut).



Gambar 113. Tap

Tiap satu set, tap terdiri dari 3 buah yaitu tap no.1 (*Intermediate tap*) mata potongnya tirus digunakan untuk pengetapan langkah awal, kemudian dilanjutkan dengan tap no. 2 (*Tapper tap*) untuk pembentukan ulir, sedangkan tap no. 3 (*Bottoming tap*) dipergunakan untuk penyelesaian.

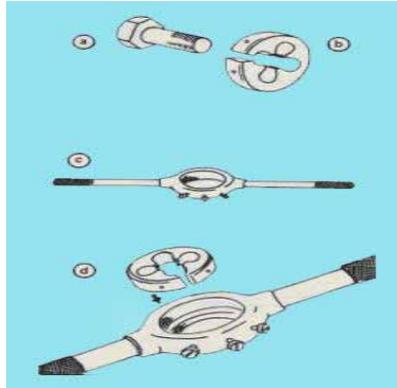
Contoh penulisan spesifikasi tap dan snei adalah sebagai berikut:

a. Tap/snei M10 x 1,5.

Artinya adalah: M = Jenis ulir metrik
10 = Diameter nominal ulir dalam mm
1,5 = Kisar ulir

b. Tap/snei W 1/4 x 20, W 3/8 x 16

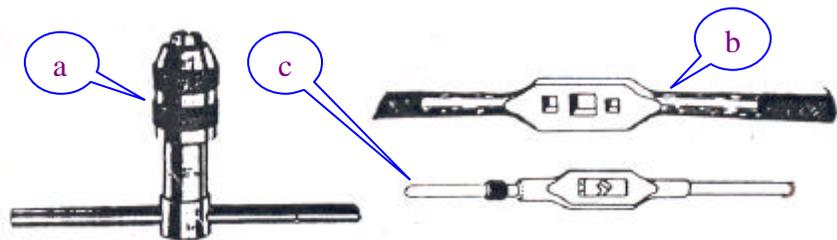
Artinya adalah: W = Jenis ulir Witworth
1/4 = Diameter nominal ulir dalam inchi
20 = Jumlah gang ulir sepanjang satu inchi



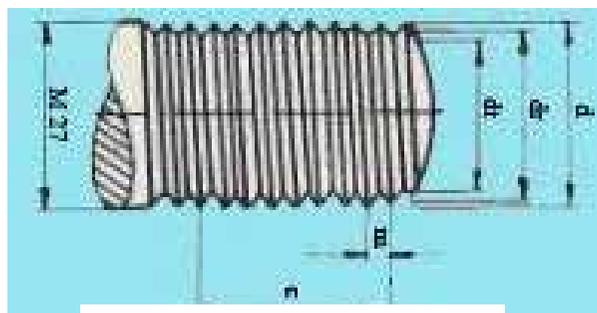
Gambar 114. Sney

Dalam mengetap, tap dimasukkan kedalam tangkai tap (Gambar 115). Tangkai tap Gambar 115 (a) dan Gambar 115 (c), dapat diatur besar kecilnya ukuran kepala tap sedang tangkai tap Gambar 115 b, mempunyai tiga lubang yang dapat dipakai sesuai dengan besarnya kepala tap dan tangkai pemutarnya tidak dapat disetel.

Untuk pembuatan ulir luar, batang ulir (Gambar 116) harus disediakan/dikerjakan terlebih dahulu menggunakan mesin bubut dengan diameter "d", sedangkan sneinya dipilih yang berukuran sama baik diameter maupun kisar "k" atau jumlah gang dalam satu inchi "n" menurut jenis ulir yang akan dibuat.



Gambar 115. Tangki pemutar tap



Gambar 116. Dimensi ulir

1.8.1 Langkah pengetapan

Sebelum melakukan pengetapan, benda kerja harus dibor terlebih dahulu dengan ukuran diameter bor tertentu.

Penentuan diameter lubang bor untuk tap ditentukan dengan rumus:

$$D = D' - K$$

Dimana :

D = Diameter bor, satuan dalam mm/inchi

D' = Diameter nominal ulir, satuan dalam mm/inchi

K = Kisar (gang).

Contoh :

a. Diameter lubang bor untuk mur M10 x 1,5 adalah $10 - 1,5 = 8,5$ mm

b. Diameter lubang bor untuk mur W3/8"x 16 adalah $3/8" - 1/16" = 5/16"$

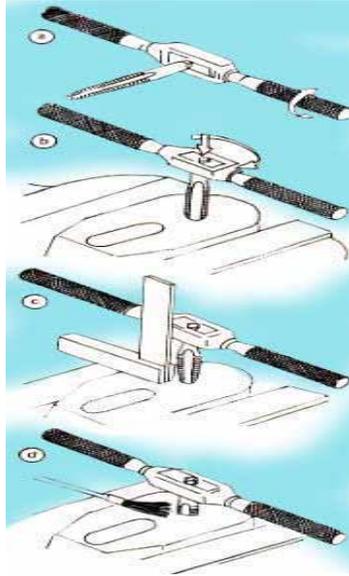
Setelah dibor, kemudian kedua bibir lubang dicemper dengan bor persing di mana kedalamannya mengikuti standar cemper mur. Bentuk standar mur dan baut untuk bermacam-macam jenis sudah ditentukan secara internasional dan ini dapat ditemukan dalam buku gambar teknik mesin atau tabel-tabel mur/baut.

Pemasangan tap pada batang pemutar posisinya harus tepat (Gambar 117 a), ikat dengan kuat dengan jalan memutar salah satu pemegang yang berfungsi mendorong dan menarik rahang pada rumah tap. Mengetap harus dimulai dengan tap no.1, kemudian tap no. 2 dan terakhir no. 3 untuk penyelesaiannya.

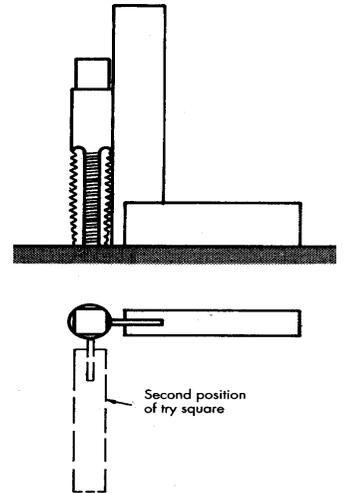
Pemutaran tap hendaknya dilakukan $\pm 270^\circ$ maju searah jarum jam, kemudian diputar mundur $\pm 90^\circ$ berlawanan arah jarum jam dengan tujuan untuk memotong tatal, selanjutnya kembalikan pada posisi awal dan putar lagi $\pm 270^\circ$ maju searah jarum jam dan mundur lagi 90° berlawanan arah jarum jam, demikian seterusnya sampai selesai.

Selain itu tangkai tap harus ditekan seimbang dan tap harus tegak lurus benda kerja (Gambar 117 b dan c). Agar pekerjaan lebih ringan dan mata potong tap lebih awet, berikan pelumas potong (*cutting fluid*) pada saat mengetap (bila diperlukan). Untuk membersihkan tatal pada celah-celah alur dan mata potong tap, gunakan kuas (Gambar 117 d).

Untuk pekerjaan pengetapan yang presisi, pada saat pengecekan ketegaklurusan tap, tangkai tap harus dilepas terlebih dahulu (Gambar 118). Hal ini untuk mendapatkan ketegaklurusan yang akurat.



Gambar 117. Proses mengetap



Gambar 118. Mengecek ketegak-lurusan tap

1.8.2 Langkah menyenei

a. Mengatur posisi snei dan tangan

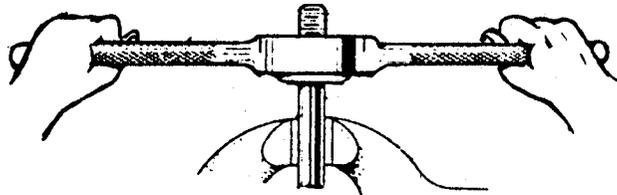
Kedudukan gigi snei harus diatur agar bagian tirusnya menghadap ke bawah, dengan demikian snei akan cepat mengulir pada benda kerja. Dengan menempatkan snei pada batang benda kerja dan kedudukan kedua tangan dekat dengan rumah snei (Gambar 119). Tekanlah snei itu sambil diputar perlahan-lahan dengan posisi tegak lurus terhadap benda kerja.



Gambar 119. Posisi tangan pada awal menyenei

b. Mengatur posisi tangan setelah pemakanan

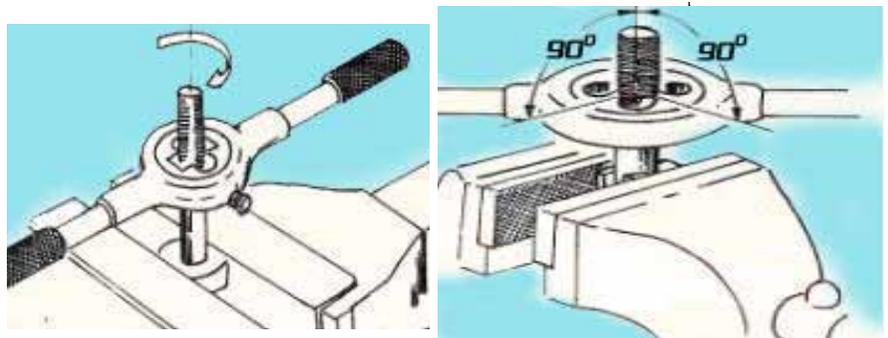
Apabila snei sudah terasa memakan benda kerja, maka pindahkanlah kedudukan tangan kita pada ujung gagang snei supaya pemutarannya lebih ringan (Gambar 120), dalam hal ini tidak perlu lagi ditekan.



Gambar 120. Pemegangan penuh pada posisi jauh dari rumah snei

c. Pemutaran snei

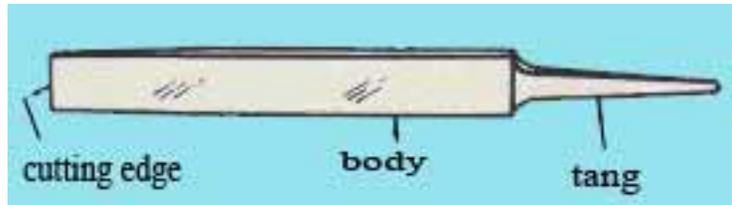
Apabila bahan yang akan disnei memiliki sifat liat, pemutaran snei harus bolak-balik arah jarum jam (Gambar 121). Pemutaran searah jarum jam merupakan langkah penguliran, sedangkan pemutaran berlawanan arah jarum jam untuk memutuskan bram (pendekatan besarnya sudut sama dengan pada saat mengetap). Selain itu dengan membolak-balik arah, snei akan berperan menahan batang yang diulir tersebut tidak bengkok akibat panas dan jangan lupa selama menyeni pakailah oli pelumas bila diperlukan.



Gambar 121. Penggunaan snei

1.9 Menyekerap

Sekerap tangan (Gambar 122) adalah alat untuk menghilangkan noda-noda atau memberi guratan-guratan untuk penyimpanan oli pada permukaan benda kerja. Bentuknya seperti kikir tetapi permukaannya tidak berpahat sedangkan ujungnya merupakan mata potongnya.



Gambar 122. Sekerap tangan

1.9.1 Macam-macam sekerap tangan

a. Sekerap rata

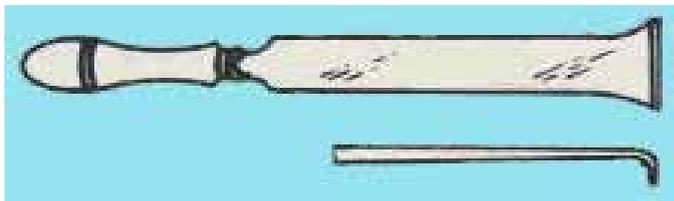
Sekerap rata (Gambar 123) mempunyai bentuk mata potong yang rata digunakan untuk meratakan bidang permukaan. Bentuk yang lain yaitu sekerap dengan mata potong bulat (Gambar 112) juga dapat digunakan untuk meratakan permukaan benda kerja.



Gambar 123. Sekerap mata bulat

b. Sekerap keruk

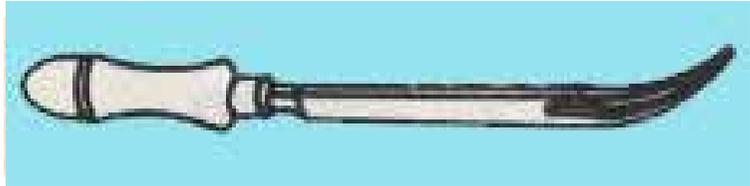
Sekerap keruk (Gambar 124) dipergunakan untuk menyekerap bagian tengah permukaan yang berukuran luas/besar.



Gambar 124. Sekerap keruk (*hook-scraper*)

c. Sekerap setengah bundar

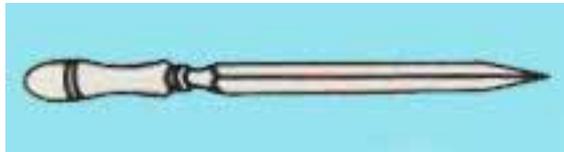
Sekerap setengah bundar (Gambar 125) dipergunakan untuk menyekerap permukaan bagian dalam yang berbentuk lingkaran, seperti bantalan poros dan sebagainya.



Gambar 125. Sekerap setengah bundar

d. Sekerap segi tiga

Sekerap segi tiga (Gambar 126) dipergunakan untuk menyekerap permukaan yang berbentuk lingkaran seperti metal atau permukaan bagian dalam dari bantalan poros.



Gambar 126. Sekerap segi tiga

e. Sekerap mata bulat hidung sapi

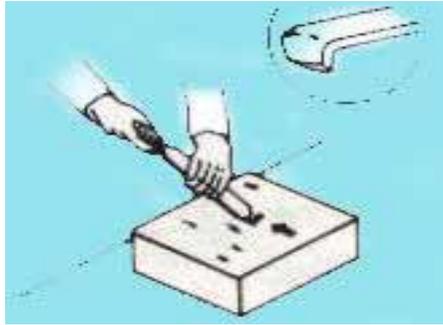
Sekerap mata bulat hidung sapi (Gambar 127) dipergunakan untuk menyekerap permukaan yang berbentuk lingkaran.



Gambar 127. Sekerap bulat hidung sapi

1.9.2 Penggunaan sekerap tangan

Penggunaan sekerap tangan (Gambar 128) adalah ilustrasi penggunaan sekerap tangan jenis sekerap keruk yang penggunaannya yaitu dengan cara ditarik ke arah penggunanya (ke belakang), hal ini dikarenakan arah mata potong sekerap keruk menghadap ke belakang. Demikian juga penggunaan jenis sekerap tangan lainnya, yaitu dengan memepertimbangkan arah mata potongnya.

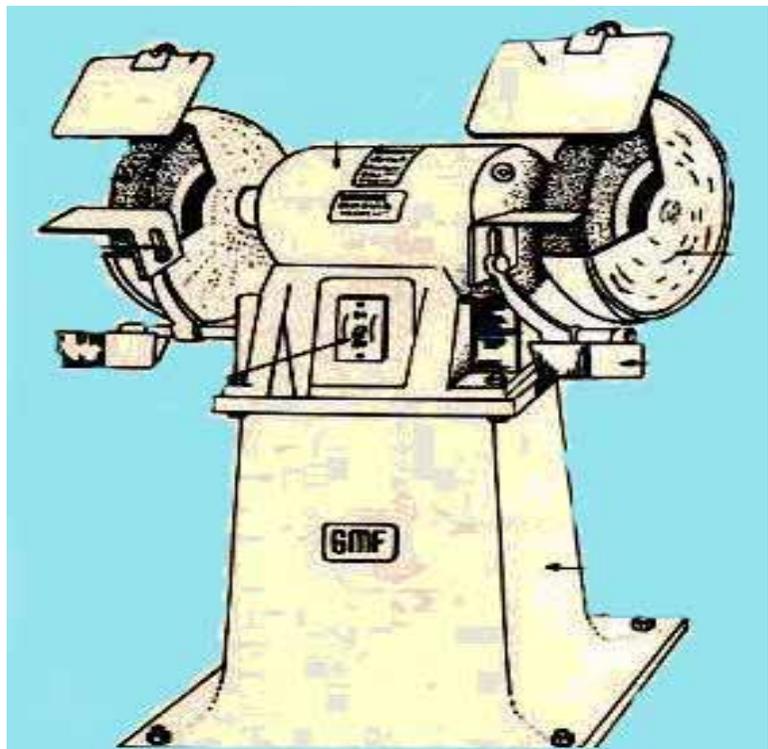


Gambar 128. menyekerap

1.10 Menggerinda

1.10.1 Mesin gerinda

Mesin gerinda (Gambar 129) adalah sebuah mesin pengasah untuk mempertajam alat-alat potong, misalnya pahat tangan, pahat bubut, pahat sekerap, mata bor dan sebagainya.



Gambar 129. Mesin gerinda tiang

Mesin gerinda terdiri dari dua buah batu gerinda, pada umumnya yang satu halus dan lainnya kasar. Pengikatan batu gerinda dilakukan pada porosnya dimana ulir pengikatnya adalah ulir kiri dengan sebuah flens, pengikatan tidak boleh terlalu kuat agar batu gerinda tidak pecah, biasanya diperlukan bos (*bush*) untuk menahan antara batu gerinda dengan porosnya.

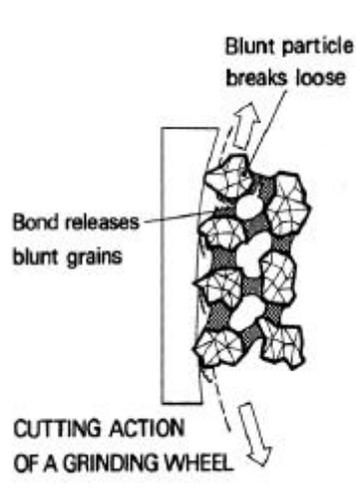
Pada mesin gerinda terdapat tempat kedudukan benda kerja dan tempat air pendingin. Tempat kedudukan benda kerja dapat disetel posisinya sesuai dengan ketepatan posisi dan jarak dengan batu gerinda, dimana jarak dengan batu gerinda diatur kurang lebih 1-2 mm. Untuk air pendingin tidak disarankan menggunakan campuran oli pendingin (*dromus*), karena dengan menambah oli pendingin bila air pendingin mengenai tangan akan membuat licin pada saat menggerinda.

1.10.2 Roda gerinda

Roda gerinda terdiri dari *abrasive* (butiran pemotong) dan *bond* (perekat) yang dibuat dengan cara pemanasan pada dapur listrik sampai temperatur tertentu kemudian dikempa dalam bentuk cetakan yang diinginkan. Roda gerinda digunakan untuk pekerjaan finishing, mengasah pisau atau untuk jenis pekerjaan lain yang tidak bisa dikerjakan secara pemesian.

1.10.2.1 Tingkat kekerasan roda gerinda

Yang dimaksud dengan tingkat kekerasan batu gerinda adalah kemampuan perekat untuk mengikat butiran pemotong dalam melawan pelepasan butiran akibat adanya tekanan pemotongan (Gambar 130).

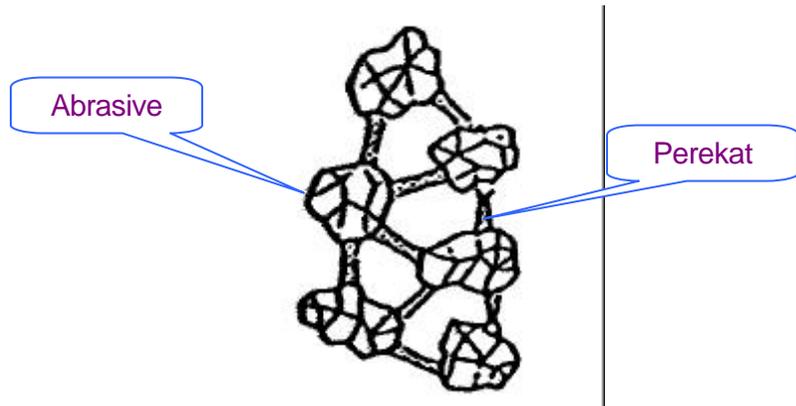


Gambar 130. Proses pelepasan butiran pemotong

Dalam penggunaannya, tingkat kekerasan batu gerinda harus disesuaikan dengan jenis bahan yang akan digerinda agar dapat melakukan pemotongan dan mendapatkan hasil yang maksimal. Berikut ini diuraikan tingkat kekerasan roda gerinda yaitu:

a. Roda gerinda lunak

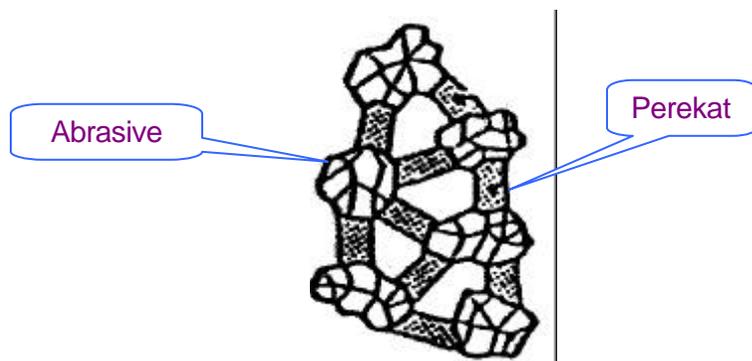
Roda gerinda lunak (Gambar 131) memiliki prosentase perekat sedikit, sehingga memiliki sifat mudah untuk melepaskan butiran di bawah tekanan pemotongan tertentu. Penggunaannya untuk menggerinda material yang keras



Gambar 131. Roda gerinda lunak

b. Roda gerinda keras.

Roda gerinda keras (Gambar 132) memiliki prosentase jumlah perekat besar. Sehingga memiliki sifat sulit untuk melepaskan butiran pada tekanan pemotongan tertentu. Penggunaannya untuk menggerinda material yang lunak



Gambar 132. Roda gerinda keras

Tingkat kekerasan batu gerinda selain ditentukan oleh jumlah perekat, juga ditentukan oleh jenis perekat yang digunakan. Tabel 10 memperlihatkan tingkat kekerasan batu gerinda berdasarkan jenis perekat dan penggunaannya.

Tabel 10. Tingkat kekerasan batu gerinda dan penggunaannya.

No.	Tingkat kekerasan	Kode	Penggunaan
1.	Lunak	E,F,G,H,I	Bahan keras, HSS
2.	Sedang	J,K,L,M,N	Bahan sedang, baja karbon
3.	Keras	O,P,Q,R,S,T	Baja lunak s.d sedang
4.	Sangat keras	U,V,W,X,Y,Z	Bahan lunak

1.10.2.2 Tingkat kahalusan

Tingkat kehalusan roda gerinda ditentukan oleh ukuran butiran abrasive. Tabel 11 memperlihatkan tingkat kehalusan dan penggunaannya.

Tabel 11. Tingkat kehalusan dan penggunaannya

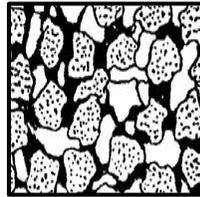
No.	Tingkat kehalusan	Ukuran butiran	Penggunaan
1.	Sangat halus	220,240,280,320,400,500,600	<i>Honing</i>
2.	Halus	70,80,90,100,120,150,180	Mesin gerinda datar, silinder dan alat
3.	Sedang	30,36,46,54,60	sda dan gerinda pedestal
4.	Kasar	10,12,14,16,20,24	Mesin gerinda pedestal

1.10.3 Struktur roda gerinda

Struktur roda gerinda ditentukan oleh besar kecilnya volume pori-pori yang terdapat diantara butiran pemotong. Pori-pori berfungsi sebagai ruang/tempat beram dan memperbaiki proses pendinginan. Macam-macam struktur roda gerinda dibagi tiga diantaranya:

a. Struktur terbuka.

Roda gerinda struktur terbuka (Gambar 133) memiliki ruang antara butiran pemotong lebar. Efisiensi pemotongan baik dan digunakan untuk pengasaran



Gambar 133. Roda gerinda struktur terbuka

b. Struktur padat

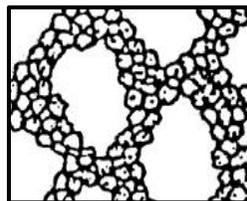
Roda gerinda struktur padat (Gambar 134) memiliki ruang antara butiran pemotong kecil. Efisiensi pemotongan kurang baik dan digunakan untuk proses finising.



Gambar 134. Roda gerinda struktur padat

d. Struktur pori-pori

Roda gerinda struktur pori-pori (Gambar 135) memiliki struktur pori-pori besar dan jarak antara butiran kecil. Jenis ini sangat efektif dalam melakukan pemotongan.



Gambar 135. Roda gerinda struktur pori-pori

1.10.4 Jenis abrasive

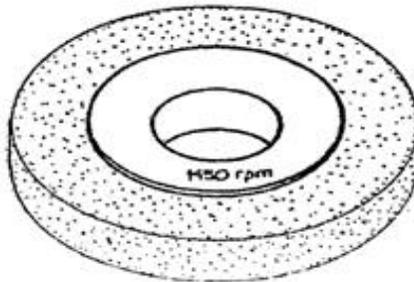
Jenis abrasive yang umum digunakan untuk roda gerinda antara lain *aluminium oxide* (Al_2O_3) dengan kode A, *Silicon carbide* (SiC) dengan kode C dan diamond dengan kode D.

1.10.5 Jenis perekat

Jenis perekat yang umum digunakan pada roda gerinda adalah *Vitrified* (V), *Resinoid* (B), *Shellac* (E), *Rubber* (R), *Silicate* dan *Magnesite*

1.10.6 Bentuk batu gerinda

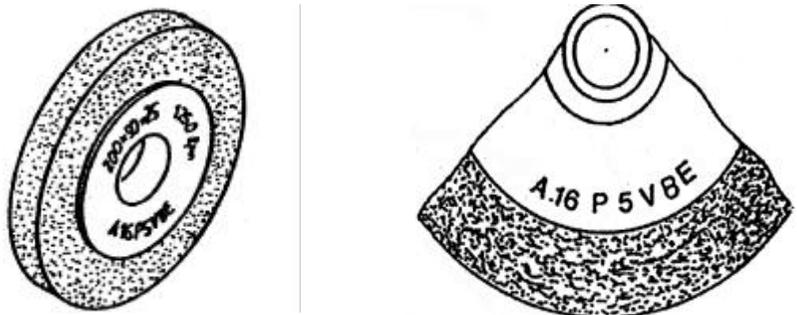
Bentuk batu gerinda ada bermacam-macam, diantaranya roda gerinda lurus, mangkuk, piring, gergaji dan lain-lain. Namun yang sering dipergunakan untuk penggerindaan dalam kerja bangku adalah jenis gerinda lurus (Gambar 136)



Gambar 136. Roda gerinda lurus

1.10.7 Penandaan roda gerinda

Pada setiap roda gerinda terdapat suatu standar untuk menentukan identitas sebuah batu gerinda. Identitas ini dituliskan pada kertas label roda gerinda yang berupa huruf atau angka. Penandaan pada roda gerinda dapat dilihat pada gambar 138.



Gambar 137. Penandaan roda gerinda

Contoh penandaan batu gerinda sebagaimana gambar 137 artinya adalah:

- A : Alumunium oksida
- 16 : Ukuran butiran sangat kasar
- P : Kekerasan keras
- 5 : Struktur sedang
- V : Perekat keramik
- BE : Kode perekat khusus

1.10.8 Kecepatan keliling roda gerinda

Kecepatan keliling roda gerinda disesuaikan dengan tingkat kekerasan atau jenis perekat. Kecepatan keliling terlalu rendah membuat butiran mudah lepas dan sebaliknya jika kecepatan keliling terlalu tinggi akan tampak proses penggerindaan seperti keras dan hal ini akan berakibat roda gerinda pecah.

1.10.9 Kecepatan keliling roda gerinda

Kecepatan keliling roda gerinda dapat dihitung dengan rumus :

$$POS = RPM \times \frac{pD}{60}$$

Di mana :

POS = *Peripheral operating speed* atau kecepatan keliling dalam satuan meter per detik

RPM = Putaran per menit

D = Diameter roda gerinda dalam satuan meter

60 = konversi menit ke detik

Kecepatan putaran roda gerinda sudah ditentukan oleh pabrik pembuat dan langsung dicantumkan pada roda gerinda. Nilai kecepatan tersebut berlaku untuk diameter roda gerinda yang baru. Untuk roda gerinda yang sudah dipakai di mana ukuran diameternya sudah berkurang maka kecepatan kelilingnya pun akan menurun. Oleh karena itu kecepatan keliling harus dijaga tetap dengan cara menyesuaikan kecepatan putaran. Tabel 10 memperlihatkan kecepatan keliling roda gerinda yang disarankan.

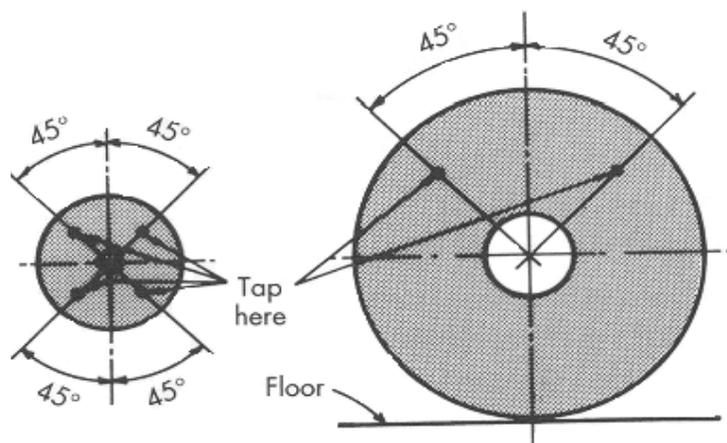
Tabel 12 . Kecepatan keliling yang disarankan

Jenis pekerjaan	Kecepatan keliling m/det
Pengasahan alat pada mesin gerinda alat	23 - 30
Gerinda silinder luar	28 - 33
Gerinda silinder dalam	23 - 30
Gerinda pedestal	26 - 33
Gerinda portabel	33 - 48
Gerinda datar	20 - 30
Penggerindaan alat dengan basah	26 - 30
Penggerindaan pisau	18 - 23
<i>Cutting off wheels</i>	45 - 80

1.10.10 Pemeliharaan roda gerinda

a. Pemeriksaan roda gerinda

Akibat pengangkutan atau penyimpanan yang tidak hati-hati, kemungkinan roda gerinda rusak/retak bisa terjadi. Jika hal ini diabaikan akan menyebabkan kecelakaan yang fatal. Oleh karena itu sebelum dipasang roda gerinda harus diperiksa dari keretakan dengan cara dipukul pelan pakai sejenis tangkai obeng. Daerah yang harus diperiksa dengan cara tadi pada setiap 45° seperti terlihat pada gambar 138. Roda gerinda yang tidak retak jika dipukul suaranya lebih nyaring dibandingkan dengan roda gerinda yang retak.



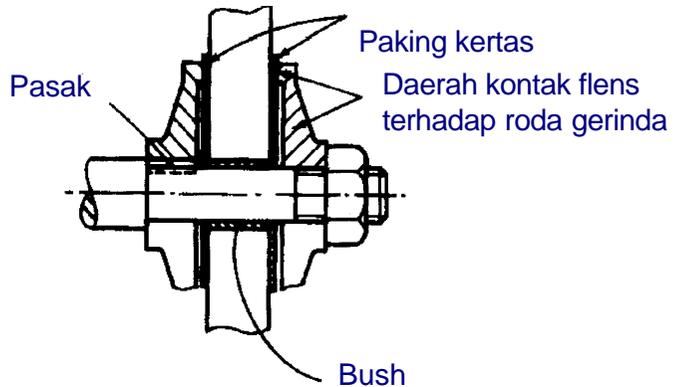
a. Pemeriksaan keretakan roda gerinda berukuran kecil

b. Pemeriksaan keretakan roda gerinda berukuran besar

Gambar 138. Pemeriksaan roda gerinda

b. Pemasangan roda gerinda

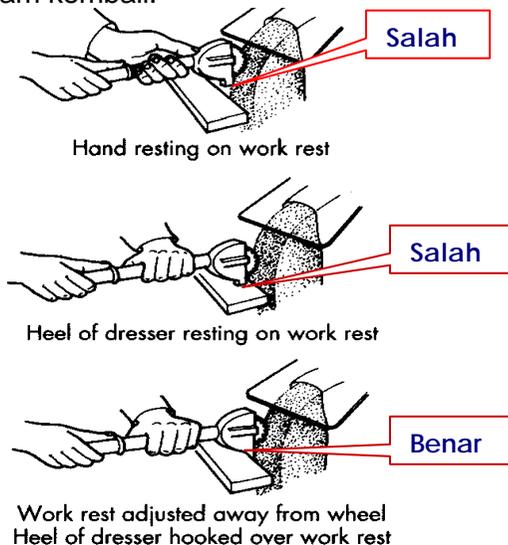
Roda gerinda harus terpasang kuat dan aman pada spindle mesin. Oleh karena itu paking kertas tebal yang sudah terpasang pada kedua sisi roda gerinda baru jangan sampai dilepas, bahkan jika tidak ada harus dibuat baru dengan jenis yang serupa. Paking ini berfungsi sebagai peredam dan perapat antara roda gerinda dengan flens.



Gambar 139. Pengikatan roda gerinda pada spindle mesin

c. Pengasahan/*dressing* roda gerinda

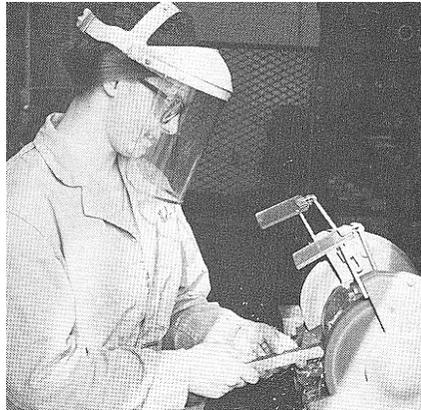
Akibat pemakaian yang terus-menerus atau pemakaian jenis bahan yang tidak cocok, permukaan roda gerinda bisa tumpul atau rusak/tidak rata sehingga perlu diasah/didreser supaya permukaan menjadi rata dan tajam kembali.



Gambar 140. Mengasah/mendreser roda gerinda

1.10.10.1 Keselamatan kerja menggerinda

Menggerinda merupakan pekerjaan yang rentan kecelakaan, terutama terhadap mata. Oleh karena itu selain mesin harus dilengkapi dengan tutup pengaman, operator juga harus menggunakan kacamata pelindung selama menggerinda atau selama berada di daerah kerja gerinda (Gambar 141).



Gambar 141. Keselamatan kerja menggerinda

2. Kerja Pelat

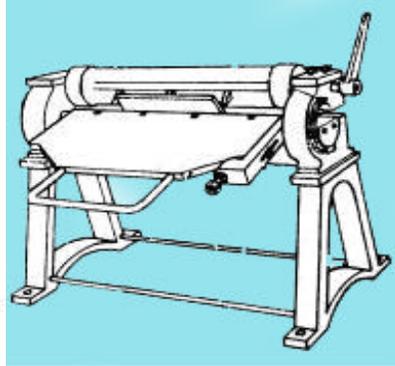
2.1 Membengkok, melipat dan menekuk

Untuk membentuk, melipat dapat dikerjakan dengan tangan memakai palu dan landasan (Gambar 142) atau dilakukan dengan mesin (Gambar 143 dan 144).



Gambar 142. Melipat tepi

Untuk mengikir bentuk-bentuk bidang permukaan khusus, misalnya bidang lengkung, alur V, lubang segi empat, bidang cembung/cekung atau radius dapat dilakukan menggunakan kikir yang sesuai dengan permukaan tersebut. Bentuk kikir yang digunakan dapat dilihat pada Gambar sebelumnya

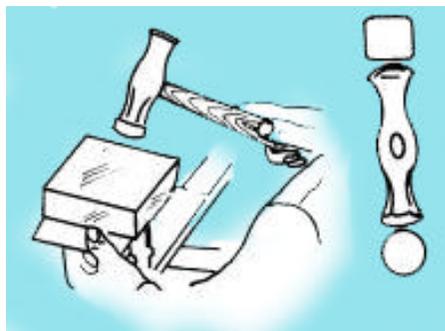


Gambar 143. Mesin lipat

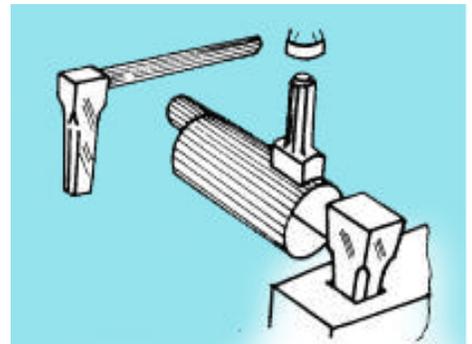


Gambar 144. Mesin roll

Dalam pekerjaan melipat, menekuk ataupun mengerol yang dilakukan dengan tangan, hanya diperlukan alat palu dan landasan. Landasan yang digunakan berbeda-beda menurut bentuk pekerjaan yang direncanakan. Gambar 145 landasan rata dan palu, untuk melakukan pekerjaan dasar berbentuk bundar ataupun segi empat. Landasan pipa (Gambar 146) dipergunakan untuk membentuk silinder atau merapatkan sambungan badan dengan besi pelipat.

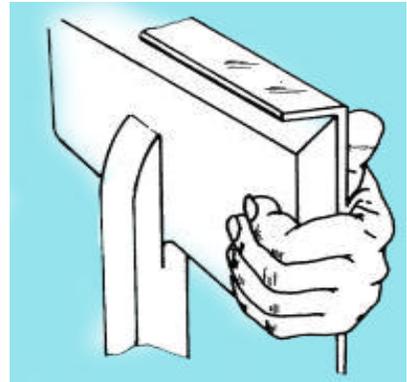
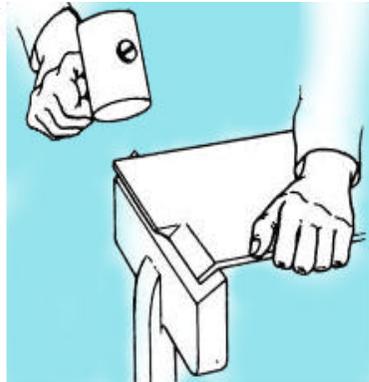


Gambar 145. Landasan rata

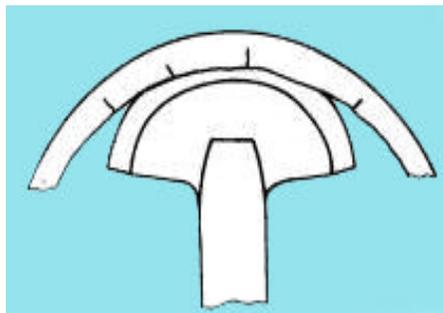


Gambar 146. Landasan pipa

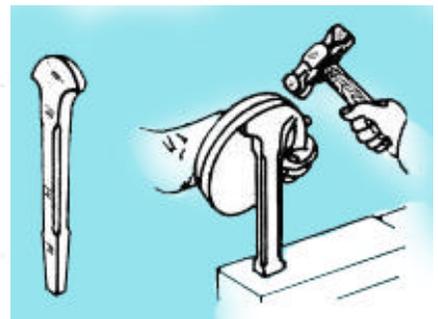
Untuk melipat bagian tepi, tepi lurus maupun tepi lengkung, lengkung luar maupun lengkung dalam dapat menggunakan landasan tepi lurus (Gambar 147). Untuk melipat bagian tepi yang bundar, misalnya pembuatan alas kaleng, alas ember dan lain-lain dapat digunakan landasan tepi bundar (Gambar 148). Untuk meregangkan permukaan berbentuk bola / setengah bola dapat digunakan landasan setengah bola (Gambar 149), yaitu bila hendak membentuk belanga/kuwali. Untuk membentuk permukaan beralur atau lipatan penguat dengan tangan atau lipatan yang diberi kawat dapat digunakan landasan alur (Gambar 150).



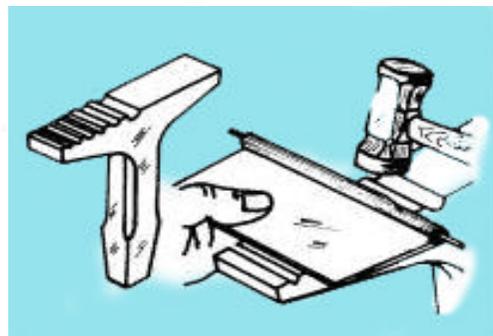
Gambar 147. Landasan tepi lurus



Gambar 148. Landasan tepi bundar



Gambar 149. Landasan ½ bola



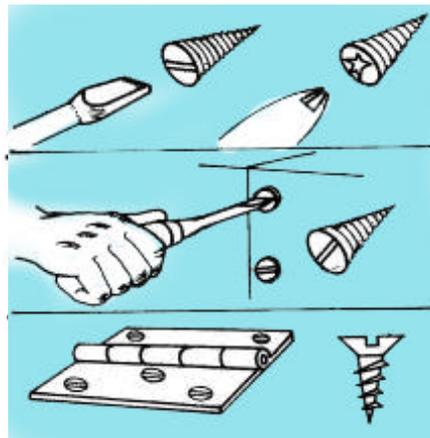
Gambar 150. Landasan alur

Pekerjaan menekuk, melipat dan mengerol juga dapat dilakukan dengan mesin. Mesin lipat peti dilengkapi dengan sepatu tekuk yang

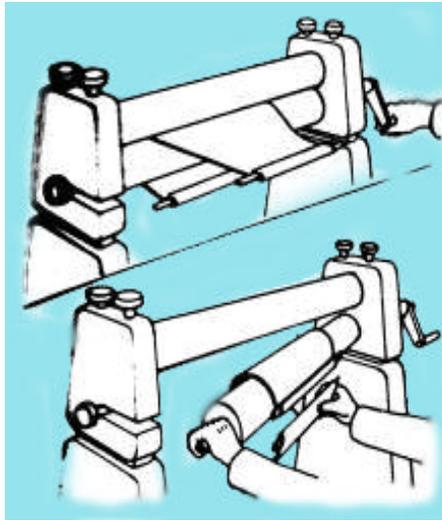
dibuat dalam berbagai ukuran untuk berbagai keperluan. Untuk mengerol bentuk kerucut terpancung, misalnya dalam pembuatan ember.

2.2 Menyambung

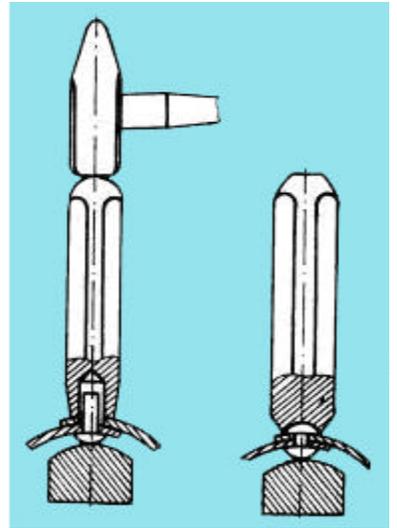
Menyambung dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu dengan sekerup (Gambar 151), lipatan (Gambar 152), paku keling (Gambar 153) atau dengan las. Sambungan sekerup yaitu dengan baut dan mur termasuk jenis sambungan yang dapat dilepas (tidak permanen). Sekerup dibuat dalam berbagai ukuran tangkai dan bentuk kepala, seperti persing, bulat, segi enam dan lain-lain. Sekerup yang tidak dilengkapi dengan mur biasanya ulirnya dikeraskan dan pengikatan dilakukan dengan membenamkan ulir tersebut ke dalam lubang, sekerup dapat mengetap sendiri. Ketika mengikat dan membuka sekerup hendaknya digunakan obeng yang mempunyai bentuk yang sama dan lebih kecil dari ukuran sekerupnya agar kepala sekerup tidak rusak. Menyambung dengan lipatan menggunakan mesin harus diperhitungkan tambahan untuk kampuh lipatan serta arah lipatannya.



Gambar 151. Sambungan sekerup



Gambar 152. Sambungan lipatan

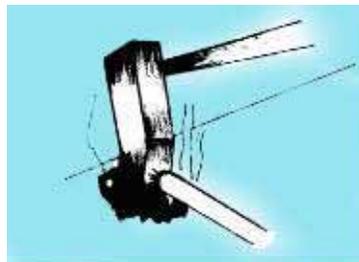


Gambar 153. Sambungan keling

Menyambung dengan pateri yaitu dengan cara memanaskan baut pateri (Gambar 154) sampai ujung tembaganya berwarna hijau kecoklatan, tetapi tidak boleh terlalu panas agar timahnya dapat menempel. Bagian yang akan dipateri harus dibersihkan terlebih dahulu menggunakan kawat atau kikir. Proses selanjutnya perhatikan (Gambar 155 a sd 155 d).



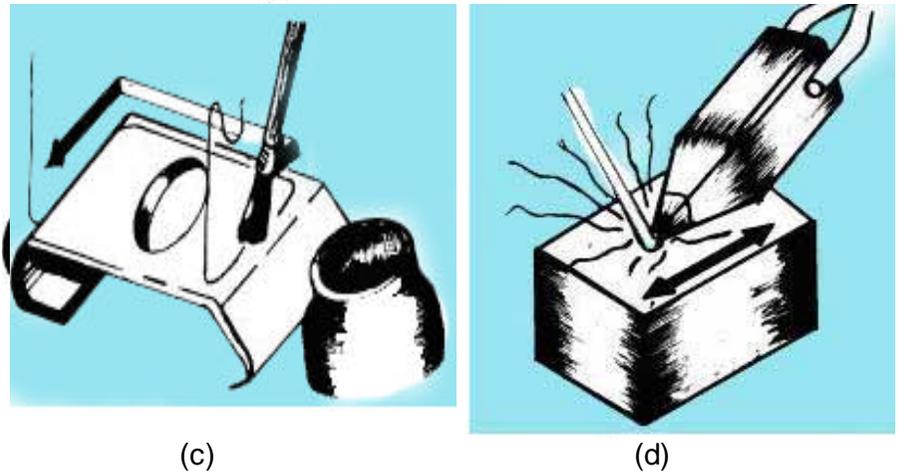
Gambar 154. Memanasi baut pemanas



(a)



(b)



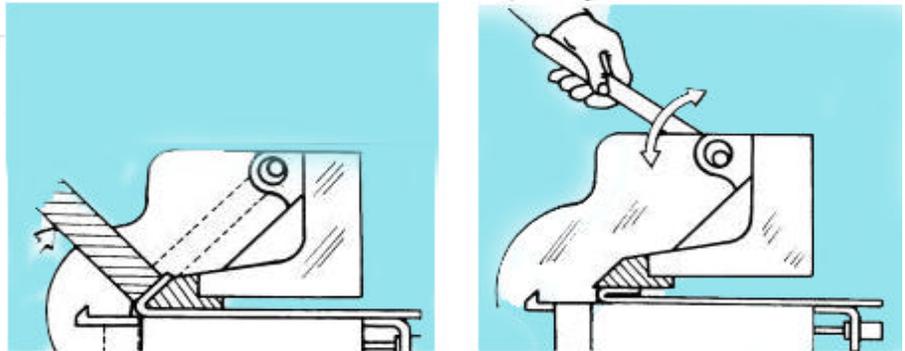
Gambar 155. Proses mematri

Dalam hal tertentu, misalnya membuat kaleng, ember dan lain sebagainya (Gambar 156) diperlukan penguatan tepi untuk menambah kekuatan, memperindah bentuk benda kerja serta menghilangkan pinggiran yang tajam. Pekerjaan ini dapat dilakukan dengan cara melipat atau memberi alur pada tepi tersebut.

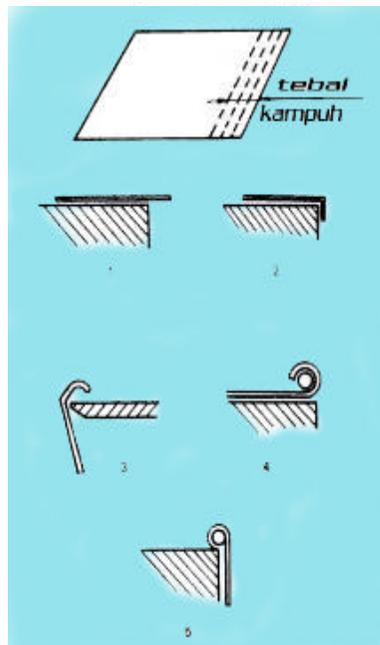


Gambar 156. Jenis penguatan

Penguatan tepi dengan lipatan dapat dilakukan dengan palu di atas landasan, atau dengan mesin lipat (Gambar 157). Untuk pinggiran lurus seperti kotak, pelipatan tepi dikerjakan terlebih dahulu baru kemudian mengerjakan bentuk-bentuk silinder atau kerucut terpancung. Penguatan tepi dengan kawat dapat dilihat pada (Gambar 158)



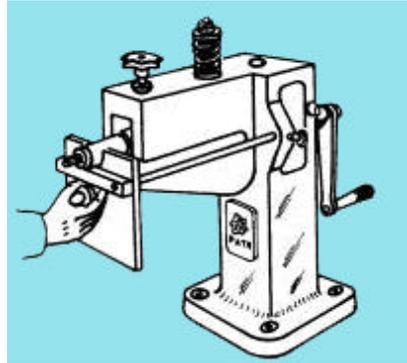
Gambar 157. Penguatan tepi



1. ratakan plat dengan palu dan pukul ujung lebar kampuh
2. penekukkan memakai landasan siku
3. penekukkan dengan landasan lancip
4. beri kawat dan tekuk lagi
5. selesaikan penguatan hingga baik bentuknya

Gambar 158. Penguatan tepi dengan kawat

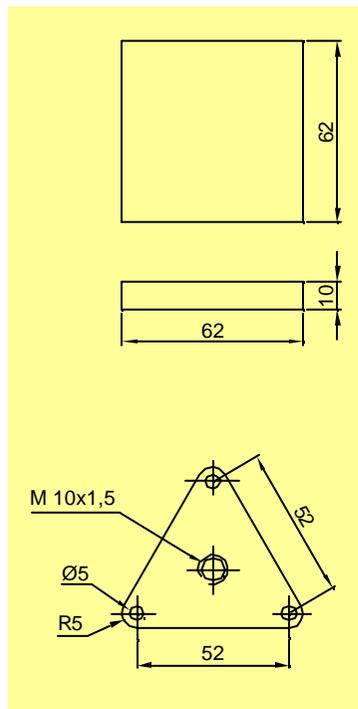
Penguatan tepi lainnya yaitu penguatan dengan alur. Mesin putar kombinasi (Gambar 159) digunakan untuk menekuk, mengalur, memperbesar garis tengah silinder, pengawatan dan membuat gerigi alur.



Gambar 159. Mesin putar kombinasi

3. Lembar Pekerjaan

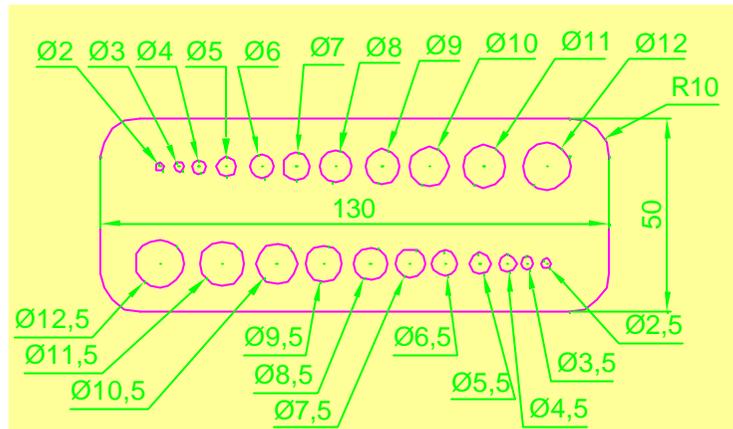
3.1 Alas penindih kertas



- a. Bahan : *mild steel* 65x65x12
- b. Alat :
 - 1) Gergaji,
 - 2) kikir rata
 - 3) mata bor $\varnothing 5$ dan $\varnothing 8,5$
 - 4) mistar baja
 - 5) siku-siku
 - 6) tap M 10 x 1,5
 - 7) penggores
 - 8) penitik
 - 9) palu
 - 10) mal radius
- c. Langkah kerja:
 - 1) jepit benda kerja pada ragum
 - 2) kikir permukaannya
 - 3) digambar
 - 4) beri tanda dengan penitik yang akan dibor
 - 5) potong dengan gergaji
 - 6) kikir bagian sisinya semua
 - 7) dibor semua dengan $\varnothing 5$
 - 8) untuk lubang berulir dibor lagi dengan $\varnothing 8,5$
 - 9) buat ulir dengan tap M 10 x 1,5

Gambar 160. Alas penindih kertas

3.2 Mal mata bor

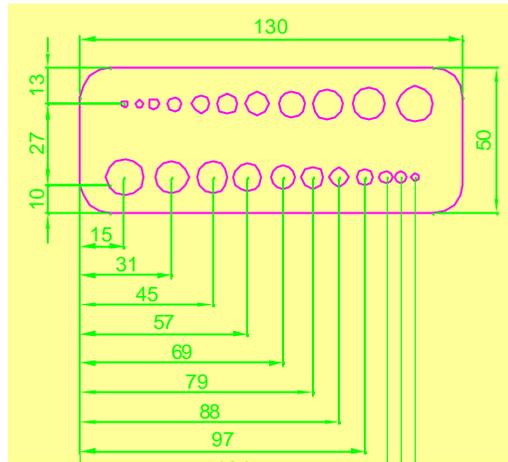


Gambar 161. Mal mata bor

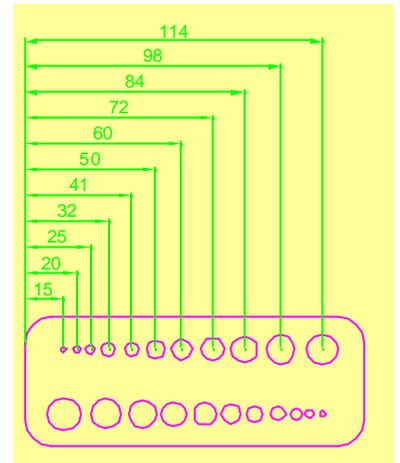
1. Bahan : *mild steel* 135 x 55 x 10
2. Alat :
 - a. kikir
 - b. mistar baja
 - c. penggores
 - d. penitik
 - e. palu
 - f. mata bor Ø : 2 ; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5; 7; 7,5; 8; 8,5; 9; 9,5; 10; 10,5; 11; 11,5; 12; 12,5
3. Langkah kerja :
 - a. kikir semua bidang hingga rata dan sesuai ukuran 130 x 50
 - b. gambar dan beri tanda dengan penitik pusat lubang yang akan dibor (perhatikan Gambar 161)
 - c. kikir semua fillet
 - d. lakukan pengeboran dari mata bor kecil kemudian membesar
4. Perhatian :

Lakukan perubahan kecepatan putar untuk setiap pergantian mata bor agar tidak terjadi kecelakaan (patah mata bor) atau dihitung dengan rumus :

$$N = \frac{1000Cs}{p.D} = \dots \text{RPM}$$



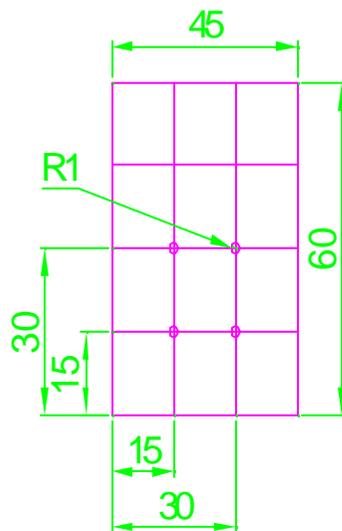
(a)



(b)

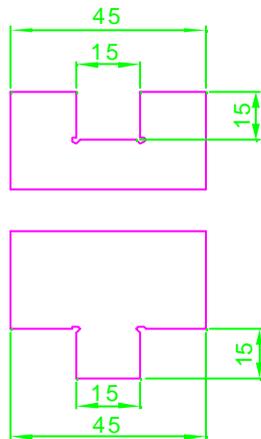
Gambar 162. Dimensi mal mata bor

3.3 Pengepasan persegi



Gambar 163. Pengepasan persegi

- a. Bahan : *Mild steel* 62 x 47 x 6
- b. Alat :
 - 1) mistar baja
 - 2) jangka sorong
 - 3) siku siku
 - 4) kikir rata
 - 5) mata bor $\varnothing 2$
 - 6) penitik
 - 7) penggores
 - 8) palu
 - 9) gergaji

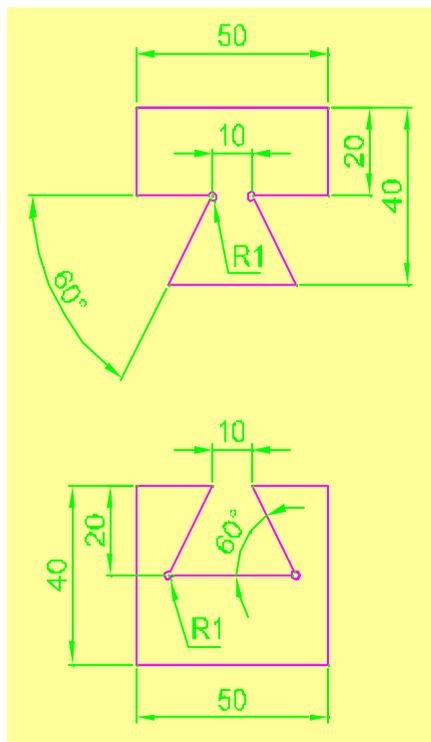


c. Langkah kerja:

- 1) kikir semua bidang agar rata dan saling siku setiap bidangnya
- 2) gambar permukaan benda
- 3) beri tanda dengan penitik yang akan dibor
- 4) bor dengan $\varnothing 2$
- 5) potong dengan gergaji (gambar 164)
- 6) kikir bidang pengepasan

Gambar 164. Dimensi pengepasan persegi

3.4 Pengepasan ekor burung



a. Bahan : *Mild steel* : 85 x 55 x 8

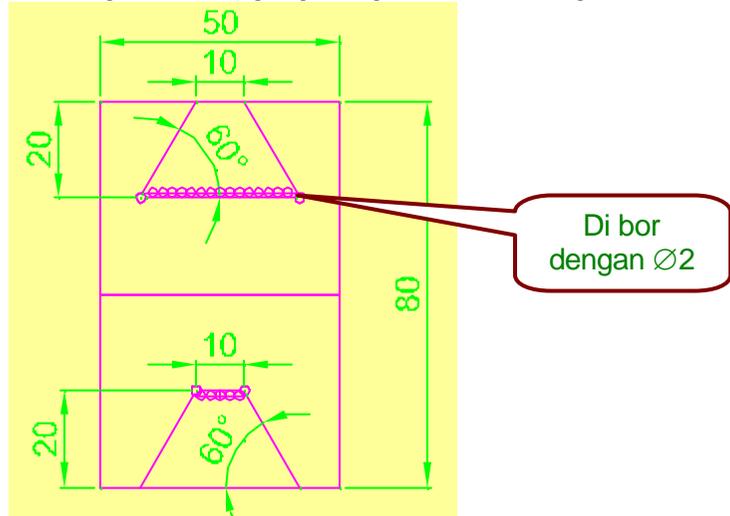
b. Alat :

- 1) penggosok
- 2) penitik
- 3) mistar baja
- 4) jangka sorong
- 5) kikir rata
- 6) kikir segi tiga
- 7) palu
- 8) gergaji
- 9) mata bor $\varnothing 2$
- 10) bevel protektor
- 11) siku siku
- 12) pahat

Gambar 165. Sambungan ekor burung

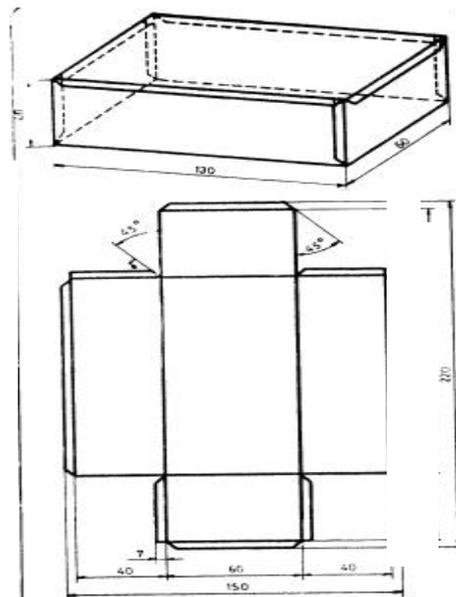
c. Langkah kerja :

- 1) kikir semua permukaan sampai rata dan siku semua bidang
- 2) gambar permukaan seperti Gambar 123
- 3) beri tanda dengan penitik pusat lubang bor
- 4) gergaji bidang bersudut 60°
- 5) pahat bekas pengeboran hingga putus
- 6) kikir dengan kikir segi tiga bagian ekor burung



Gambar 166. Dimensi sambungan ekor burung

3.5 Kotak



Gambar 167. Bukaan kotak

- a. Bahan : plat 220 x 150x0,2
- b. Alat :
 - 1) penggores
 - 2) mistar baja
 - 3) gunting
 - 4) landasan
 - 5) palu
- c. Langkah kerja :
 - 1) gambar bukaan kotak seperti pada Gambar 167
 - 2) gunting sesuai dengan ukuran
 - 3) lipat menggunakan palu dan landasan

3.6 Pengasahan penitik, penggores, pahat tangan dan mata bor

1. Alat
 - a. Busur derajat (*bevel protractor*)
 - b. Mesin gerinda bangku
 - c. Kacamata & masker

2. Bahan
 - a. Alat gambar potong (penggores, penitik, pahat tangan, mata bor)
 - b. Air (pendingin)

3. Keselamatan kerja
 - a. Pakailah kacamata dan masker
 - b. Gunakan pendingin setelah mengasah alat lukis/potong
 - c. Alat ukur digunakan hanya bila benda kerja dalam keadaan dingin
 - d. Bersihkan kotoran/debu bila selesai pengasahan benda kerja
 - e. Kancingkan lengan baju pada waktu mengasah alat potong/gambar bila memakai baju lengan panjang.

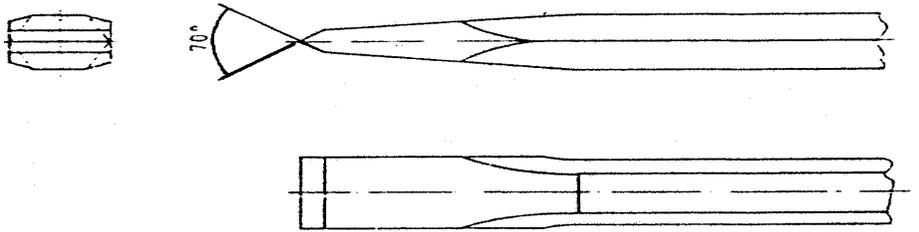
4. Langkah kerja
 - a. Pelajari gambar kerja.
 - b. Pilih benda kerja yang akan diasah
 - c. Mulailah mengasah benda kerja yang dinanggap mudah.
 - d. Periksa hasil pengasahan sesudah benda kerja dingin
 - e. Bila belum sesuai dengan gambar kerja, diulangi lagi
 - f. Kumpulkan hasil pekerjaan kepada Instruktur/Guru Pembimbing untuk dinilai.

Gambar kerja 3.4

1. Penitik



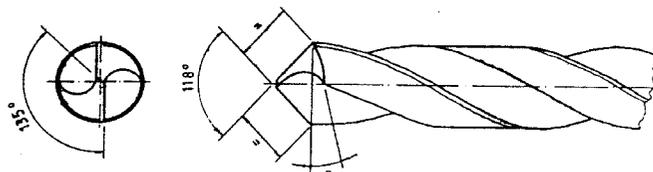
2. Pahat tangan



3. Penggores



4. Mata bor



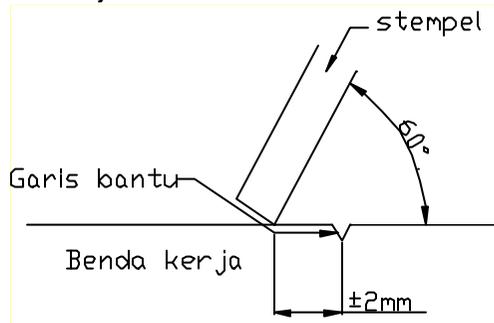
Gambar 168. Penitik, pahat tangan, penggores dan mata bor

4. Rangkuman BAB V

Secara garis besar proses produksi dengan perkakas tangan meliputi kerja bangku, kerja pelat dan lembar pekerjaan. Kerja bangku meliputi kegiatan antara lain :

1. Mengikir : Mengikir merupakan salah satu kegiatan meratakan permukaan benda kerja hingga mencapai ukuran, kerataan dan kehalusan tertentu dengan menggunakan kikir yang dilakukan dengan tangan. Pengikiran dengan hasil maksimal harus memperhatikan penentuan bidang dasar (bidang acuan), ketinggian ragam, pencekaman benda kerja, kikir yang digunakan dan cara penggunaan kikir.
2. Melukis : Tujuan dari melukis agar benda kerja sesuai dengan gambar kerja sekaligus memudahkan dalam pembuatan. Garis-garis lukisan merupakan tanda batas pengerjaan. Langkah melukis adalah mempersiapkan benda yang akan dilukis, mempersiapkan alat dan selanjutnya pelaksanaan melukis. Alat-alat yang digunakan dalam melukis adalah mistar baja, busur derajat, mal radius, mal ulir, pita ukur, jangka sorong, penggores, siku-siku, jangka, balok gores, alat ukur tinggi, penitik pusat, palu, meja rata dan balok vee.
3. Mengebor : Mengebor merupakan kegiatan membuat lubang atau alur dengan menggunakan mata bor. Jenis-jenis mata bor antara lain mata bor pilin dengan spiral kecil, mata bor pilin spiral besar sudut penyayat 130° , mata bor pilin spiral besar sudut penyayat 80° , mata bor pilin spiral besar sudut penyayat 30° dan mata bor pembedam.
4. Mereamer : Mereamer merupakan kegiatan memperluas atau menghaluskan lubang. Lubang hasil pengeboran masih kasar sehingga perlu dilaksanakan reamer.
5. Menggergaji : Gergaji merupakan alat pemotong atau pembuat laur sederhana. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menggergaji adalah pemilihan daun gergaji dan jenis gergaji, kecepatan langkah menggergaji, pemasangan daun gergaji, pemegangan gergaji dan langkah-langkah penggergajian. Sebelum menggergaji harus membuat alur agar diperoleh hasil yang baik.

6. Memahat : Pahat mempunyai banyak kegunaan tergantung bentuknya. Macam-macam bentuk pahat antara lain pahat alur, pahat dam, pahat alur minyak, pahat kuku dan pahat diamon.
7. Menyetempel : Stempel digunakan untuk menandai/memberi identitas suatu produk/benda kerja yang terbuat dari logam. Langkah menyetempel yang baik sebagai berikut :
- a. Pegang dan posisikan stempel di atas benda kerja.



- b. Tarik hingga terasa stempel tepat pada garis bantu, kemudian tegak berdirikan posisi stempel.
- c. Pukul stempel cukup ringan hingga huruf/angka terlihat di atas permukaan
- d. Letakkan kembali stempel pada posisi semula kemudian pukul secukupnya hingga angka/huruf yang dibuat memenuhi syarat.
- e. Setelah penyetempelan identitas selesai, selanjutnya ratakan permukaan dengan kikir halus hingga permukaan huruf/angka terlihat rata.
8. Mengetap dan Menyenai
- a. Tap : merupakan alat pembuat ulir dalam (mur).
Tiap satu set, tap terdiri dari 3 buah yaitu tap no.1 (*Intermediate tap*) mata potongnya tirus digunakan untuk pengetapan langkah awal, kemudian dilanjutkan dengan tap no. 2 (*Tapper tap*) untuk pembentukan ulir, sedangkan tap no. 3 (*Bottoming tap*) dipergunakan untuk penyelesaian.
- b. Sney : alat pembuat ulir luar (baut).
9. Menyekerap : Sekerap merupakan alat untuk menghilangkan noda-noda atau memberi guratan-guratan untuk

tempat penyimpanan oli pada permukaan benda kerja.

10. Menggerinda : Sebuah mesin pengasah untuk mempertajam alat-alat potong, misalnya pahat tangan, pahat bubut, pahat sekerap, mata bor dan sebagainya. Dalam penggunaannya, tingkat kekerasan batu gerinda harus disesuaikan dengan jenis bahan yang akan digerinda agar dapat melakukan pemotongan dan mendapatkan hasil yang maksimal.

Kerja pelat, kegiatan yang sering dilakukan sebagai berikut :

1. Membengkok, Melipat dan Menekuk.

Dalam pekerjaan melipat, menekuk ataupun mengerol yang dilakukan dengan tangan, hanya diperlukan alat palu dan landasan. Landasan yang digunakan berbeda-beda menurut bentuk pekerjaan yang direncanakan.

2. Menyambung

Menyambung dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu dengan sekerup, lipatan, paku keling atau dengan las

Lembar pekerjaan yang umum digunakan pada proses produksi dengan tangan adalah alas penindih kertas, mal mata bor, pengepasan persegi dan pengepasan ekor burung.

5. Tes formatif

5.1 Soal-Soal

- a. Mengapa pengerjaan produksi secara manual perlu dipelajari dalam dunia pendidikan kejuruan? sebutkan macam-macam jenis kikir dan penggunaannya?
- b. Mengapa dalam pengerjaan dengan tangan benda kerja perlu dilukis terlebih dahulu?
- c. Digunakan untuk apakah alat tap dan snei dan bagaimana cara kerjanya?

5.2 Kunci Jawaban

- a. Karena proses pengerjaan produksi secara manual adalah sebagai dasar keterampilan untuk membentuk seorang praktisi permesinan profesional yang tekun, ulet, teliti, dan handal.
 - 1) Pelat segi empat panjang : digunakan untuk megikir rata, mengikir radius luar.
 - 2) Kikir bundar : digunakan untuk mengikir lubang bundar/tonjolan, mengikir radius dalam.
 - 3) Kikir bujur sangkar : digunakan untuk mengikir lubang segi empat, mengikir alur segi empat
 - 4) Segi tiga : digunakan untuk megikir rata, mengikir alur segi tiga/bentuk ekor burung

- 5) Bentuk kombinasi seperti setengah bundar, pisau, lonjong : digunakan untuk mmengikir bentuk-bentuk pengerjaan yang khusus.
- b. Pelukisan benda kerja bertujuan agar hasil pekerjaan sesuai dengan gambar kerja. Garis-garis gambar (lukisan) yang dibuat pada benda kerja berfungsi sebagai tanda batas pengerjaan. Hasil lukisan benda kerja yang akurat akan memberi arahan, batas pengerjaan yang akurat pula
- c. Tap adalah alat untuk membuat ulir dalam (mur) dan Snei adalah alat untuk membuat ulir luar (baut).
- 1) Langkah kerja tap : sebelum melakukan pengetapan, benda kerja harus dibor terlebih dahulu dengan ukuran diameter bor tertentu. kemudian kedua bibir lubang dicemper dengan bor persing di mana kedalamannya mengikuti standar cemper mur, putar tap searah jarum jam. Pemutaran tap hendaknya dilakukan $\pm 270^\circ$ maju searah jarum jam, kemudian diputar mundur ± 90 dan tangkai tap harus ditekan seimbang dan tap harus tegak lurus benda kerja. Mengetap harus dimulai dengan tap no.1, kemudian tap no. 2 dan terakhir no. 3 untuk penyelesaiannya.
- 2) Langkah kerja snei : atur posisi snei dan tangan agar bagian tirusnya menghadap ke bawah, dengan demikian snei akan cepat mengulir pada benda kerja. Tekanlah snei itu searah jarum jam sambil diputar perlahan-lahan dengan posisi tegak lurus terhadap benda kerja. Apabila telah terjadi pemakanan maka pindahkan pemegangan pada ujung gagang snei supaya pemutaran lebih ringan, putar snei bolak-balik untuk menghilangkan gram. Dan beri oli untuk memudahkan memutar dan mengurangi panas benda kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Aris Munandar, 1997, *Penggerak Mula Turbin*, ITB, Bandung
- Cliffs.Karl. 1994. *Instandhaltungsmangement*, Mannheim, Deutschdtiflmg fur Internationale Entwikkklung.
- Croser P. 1990. *Pneumatik*. Festo Didaktik. Esslingen
- Croser P. 1990. *Hydraulik*. Festo Didaktik. Esslingen
- Daryanto, dkk, 1977, *Menggambar Teknik Mesin*, Depdikbud, Jakarta
- Dieter, 1991, *Jugendlexikan der Tecknik*, Verlag, Koln
- Delman kilian, *Modern Control Technology Component And Stystem Handbook*, Omega Engineering, Inc, Stamford 1999
- Depdikbud, 1995, *Mesin Bubut CNC Dasar*, Jakarta.
- Gottfried Nist(1994), *Stuern und Regeln im Maschinenbau*, Haan-Gruiten, Europah Lehrmittel
- Groover M.P. dkk, *Industrial Robotics Technology*, Programming, and Aplication, Mcgraww-Hill Book Co, Singapore, 1986
- Harapan Utama. 2000. *Materi Pengajaran AutoCAD 2000*. Semarang: Lembaga Keterampilan Komputer Harapan Utama.
- J.J.M. Hollebrandse, Soedjono. 1988. *Teknik Pemrograman Dan Aplikasi CNC*. Jakarta: PT Rosda Jayaputra.
- Katsuhiko Ogata : *Teknik Kontrol Automatik (Sistem Pengaturan Jilid 1)* ; Penerbit Erlangga ; Jakarta
- Keith Frank, *Mechanical Engineering Handbook*, CRC Press LLC, New york, 1999
- Keller, 1992, *Schulungsunterlagen CNC Maho 432*, Solingen, CNC Didaktik.
- Lilih Dwi P., 2001, *Buku CNC Milling – TU 2A (Mesin Bubut Dasar)* , Laboratorium CNC – BLPT Surabaya.
- Lilih Dwi P., 2001, *Buku CNC Milling – TU 3A (Mesin Freis Dasar)* , Laboratorium CNC – BLPT Surabaya.
- Majumdar, 2001, *Pneumatic Systems Principles and Maintenance*,Tata McGraw-Hill, New Delhi.
- Maier dan Co, 1988, *Pelayanan EMCO 2A*, Hallem, EMCO
- Maier dan Co, 1988, *Pelayanan EMCO 3A*, Hallem, EMCO
- Meier (1992), *Petunjuk Penggunaan Mesin CNC EMCO TU-3A*, Austria, EMCO
- Mikell P. Groover: *Automation Production systems, and Computer-Integrated Manufacturing* ; Pearson Education ; Singapore, 2001
- Pakpahan : *Kontrol Otomatik* ; Penerbit Erlangga ; Jakarta, 1984
- Peter Patient, dkk, *Pengantar Ilmu Teknik Pneumatika*, PT. Gramedia, Jakarta, 1985
- Pudjananta dan Narsuhud, 2006, *Mesin Konversi Energi*, Andi Offset, Yogyakarta
- Richard C. Dorf : *Sistem Pengaturan* ; Penerbit Erlangga ; Jakarta, 1983
- Sachur Rheinhard, 1988, *CNC Technik*, Homburg, Gehlen
- Setiawan, Iwan. 2006. *Programmable Logic Controller (PLC) dan Perancangan Sistem Kontrol*. Yogyakarta : Penerbit Andi
- Siegfried Keller, 1998, *Q Plus Frasen CNC Qualifizierung*, Keller Didaktik and Technik, Wuppertal.
- Siegfried Keller, 1998, *Q Plus Drehen CNC Qualifizierung*, Keller Didaktik and Technik, Wuppertal.
- Soewito, Hadi. 1992. *Pengetahuan Dasar Mesin CNC*. Bandung: Pusat Pengembangan Penataran Guru Teknologi Bandung.
- Sudibydo dan Djumarso. 1991. *Toleransi*. Solo: ATMI ST Mikael
- Sugiharto, 1987, *Menggambar Mesin Menurut Standar ISO*, Pradya Paramitha, Jakarta
- Sugihartono, *Dasar Dasar Kontrol Pneumatik*, Penerbit tarsito, Bandung, 1985

LAMPIRAN A.2

Sumbodo, Wirawan, 2004, **Dasar-dasar Sistem Pneumatik/Hidrolik**, Semarang, Unnes

Sumbodo, Wirawan, 1998, **Dasar-dasar Sistem Pemrograman mesin CNC**, Semarang, Unnes

Supriyono dan Almeriany. 1983. **Gambar Teknik**. Solo: ATMI ST Mikael

Umaryadi, 2006, PDTM **Teknologi dan Industri**, Yudhistira, Jakarta

Wahana Komputer. 2002. **Menguasai AutoCAD 2002**. Jakarta: Salemba Infotek.

www.Wikipedia.com/id/search/automation_system

www.en.wikipedia.com

www.cnc-keller.de

www.hondacompany.com

www.QPlusFrasen.com

www.omron.com/index3.html

www.zen.omron.co.jp/eng/index.html - 22k

www.plcs.net/ - 20k

www.automation.com

world.honda.com/ASIMO/

www.compserv.sabah.gov.my

www.roboticsonline.com

www.fanucrobotics.com

embedded-system.net

www.playrobot.com/comp%20robot_ind.htm

embedded-system.net/kuka-kr-1000-titan-6-axis.

www.webstergiffin.com/images/robot_arm01.jpg

DAFTAR TABEL

BAB I MEMAHAMI DASAR-DASAR KEJURUAN

Tidak ada tabel

BAB II MEMAHAMI PROSES-PROSES DASAR KEJURUAN

Tidak ada tabel

BAB III MEREALISASIKAN KERJA AMAN BAGI MANUSIA, ALAT DAN LINGKUNGAN

Tidak ada tabel

BAB IV GAMBAR TEKNIK

Tabel 1.	Kertas gambar berdasarkan ukuranya	62
Tabel 2.	Pensil berdasarkan kekerasan	64
Tabel 3.	Macam-macam ketebalan garis	99
Tabel 4.	Perbandingan ketebalan garis bantu dengan garis gambar	103

BAB V PROSES PRODUKSI DENGAN PERKAKAS TANGAN

Tabel 1.	Pengelompokan kikir berdasarkan kekerasan gigi dan kegunaannya.....	138
Tabel 2.	Pengelompokan kikir berdasarkan penampang dan penggunaannya	139
Tabel 3.	Pemegangan kikir untuk berbagai kebutuhan pengerjaan	141
Tabel 4.	<i>Cutting speed</i> untuk mata bor	173
Tabel 5.	Kecepatan pemakanan (<i>feeding</i>).....	174
Tabel 6.	Langkah pengeboran berbagai jenis pekerjaan	175
Tabel 7.	Jenis bukaan gigi gergaji dan fungsinya	178
Tabel 8.	Jumlah gigi tiap panjang 1 inchi berikut fungsinya	178
Tabel 9.	Jenis daun gergaji berikut fungsinya	179
Tabel 10.	Tingkat kekerasan batu gerinda dan penggunaannya	200
Tabel 11.	Tingkat kehalusan dan penggunaannya	200
Tabel 12.	Kecepatan keliling yang disarankan	204

BAB VI PROSES PRODUKSI MESIN KONVENSIONAL

Tabel 1.	Perbedaan mesin bubut konvensional dengan CNC	246
Tabel 2.	Penggunaan sudut tatal dan sudut bebas pahat bubut.....	254
Tabel 3.	Kecepatan potong pahat HSS (High Speed Steel)	261
Tabel 4.	Daftar kecepatan potong pembubutan	262
Tabel 5.	Kecepatan pemakanan untuk pahat HSS	263
Tabel 6.	Kecepatan potong untuk beberapa jenis bahan.....	302
Tabel 7.	Daftar kecepatan potong mesin frais	303
Tabel 8.	Kecepatan pemakanan pergigi untuk HSS.....	304
Tabel 8.	Ukuran utama roda gigi sistem module.....	319
Tabel 9.	Ukuran utama roda gigi diametral pitch.....	320
Tabel 10.	Pemilihan nomor pisau sistem module.....	321
Tabel 11.	Satu set cutter dengan 15 nomir.....	322
Tabel 12.	Satu set cutter modul sistem diameter pitch	322
Tabel 13.	Hubungan cutting speed dengan bahan	323
Tabel 14.	Kecepatan potong untuk HSS dalam m/menit.....	323
Tabel 15.	Tingkatan suaian basis lubang	338
Tabel 16.	Tingkatan suaian basis poros	338

LAMPIRAN B.2

Tabel 17.	Harga tingkatan suaian menurut ISO	339
Tabel 18a	Nilai penyimpangan lubang untuk tujuan umum	340
Tabel 18b	Nilai penyimpangan lubang untuk tujuan umum	341
Tabel 19a	Nilai penyimpangan poros untuk tujuan umum	342
Tabel 19b	Nilai penyimpangan poros untuk tujuan umum	343

BAB VII PROSES PRODUKSI BERBASIS KOMPUTER

Tabel 1.	Arti kode M pada mesin CNC	410
Tabel 2.	Arti kode lainnya	420
Tabel 3.	Siklus pemrograman dengan EMCO TU 2A	422
Tabel 4.	Siklus pembuatan ulir G 33	428
Tabel 5.	Koordinat hasil perhitungan titik	430
Tabel 6.	Siklus program pembuatan pion catur dengan CNC EMCO TU 2A	437
Tabel 7.	Siklus pemrograman pembuatan asbak rokok dengan CNC EMCO TU 2A	441

BAB VIII SISTEM PNEUMATIK DAN HYDROLIK

Tabel 1.	Jenis dan simbol katup sinyal pneumatik	497
Tabel 2.	Jenis penggerak katup	498
Tabel 3.	Jenis dan simbol katup pemroses sinyal.....	500
Tabel 4.	Jenis dan simbol katup pembatas tekanan.....	502
Tabel 5.	Simbol logika katup AND	503
Tabel 6.	Simbol logika katup OR	503
Tabel 7.	Simbol dan logika katup NOT.....	504
Tabel 8.	Logika katup NOR	504
Tabel 9.	Logika katup NAND.....	505
Tabel 10.	Jenis dan Simbol Komponen Sistim Pneumatik Lainnya (<i>FESTO FluidSIM</i>).....	508
Tabel 11.	Logika pengendalian sistem sederhana langsung.....	518
Tabel 12.	Logika sistem diagram gerak silinder melalui dua katup	520
Tabel 13.	Simbol dan keterangan rangkaian kontrol pint bus otomatis	522
Tabel 14.	Jenis-jenis cairan hidrolik tahan api	523
Tabel 15.	Perbandingan macam-macam cairan hidrolik	544
Tabel 16.	Klasifikasi viskositas cairan hidrolik.....	545
Tabel 17.	Aplikasi penggunaan hidrolik dengan tingkatannya	546
Tabel 18.	Batas viskositas ideal	546
Tabel 19.	Kesetaraan dari berbagai satuan viscositas oli hidrolik.....	547
Tabel 20.	Karakteristik cairan hidrolik yang dikehendaki	550

BAB IX PROSES PRODUKSI INDUSTRI MODERN

Tabel 1.	Logika AND dan NOT AND	581
Tabel 2.	Logika OR dan NOT OR	582
Tabel 3.	Aturan aljabar saklar AND	582
Tabel 4.	Aturan aljabar saklar OR	583
Tabel 5.	Pengalamatan input dan output	608
Tabel 6.	Daftar alamat pada input dan output	612
Tabel 7.	Alamat input dan output PLC	614

BAB X TEKNOLOGI ROBOT

Tabel 1.	Propertis teknologi robot	629
Tabel 2.	Material variasi temperature dan tahanan bahan	653
Tabel 3.	Jangkauan temperature dan jangkauan tegangan	654

DAFTAR GAMBAR

JILID 1

BAB I MEMAHAMI DASAR-DASAR KEJURUAN

Gambar 1.	Perpindahan benda dari A ke B akibat gaya F	1
Gambar 2	Gaya gesek pada roda mobil.....	2
Gambar 3	Titik tangkap gaya (A) pada garis kerja gaya	2
Gambar 4.	Menyusun dua buah gaya menjadi gaya Resultan (F)	3
Gambar 5.	Menyusun Gaya lebih dari dua buah secara grafis	3
Gambar 6.	Menyusun lebih dari dua buah gaya secara poligon.....	4
Gambar 7.	Menyusun gaya lebih dari dua buah secara Analitis	4
Gambar 8.	Menguraikan gaya (proyeksi) sumbu X dan Y	5
Gambar 9.	Jarak (L) garis gaya (F) terhadap titik perputaran (o).....	5
Gambar 10.	Menyusun lebih dari dua buah gaya secara poligon.....	6
Gambar 11.	Dua buah gaya sama sejajar berlawanan arah dan berjarak L.....	6
Gambar 12.	Gaya F_1 dan F_2 yang membentuk sudut α	8
Gambar 13.	Dua gaya pada batang membentuk kesetimbangan.....	8
Gambar 14.	Kesetimbangan benda pada bidang miring	9
Gambar 15.	Tegangan yang timbul pada penampang A-A.....	10
Gambar 16.	Tegangan Normal.....	10
Gambar 17.	Tegangan tarik pada batang penampang luas A.....	11
Gambar 18.	Tegangan tekan.....	12
Gambar 19.	Tegangan Geser	12
Gambar 20.	Tegangan lengkung pada batang rocker arm	13
Gambar 21.	Tegangan puntir.....	14
Gambar 22.	Kontruksi poros kereta api	15
Gambar 23.	Kontruksi poros kereta api	16
Gambar 24.	Kontruksi poros transmisi.....	16
Gambar 25.	Poros transmisi dengan beban puntir.....	16
Gambar 26.	Beban lentur murni pada lengan robot.....	17
Gambar 27.	Beban puntir dan lentur pada arbor saat pemakanan.....	18
Gambar 28.	Bantalan luncur dilengkapi alur pelumas	19
Gambar 29.	Bantalan radial.....	19
Gambar 30.	Bantalan aksia.....	19
Gambar 31.	Bantalan gelinding khusus.....	20
Gambar 32.	Dapur pengolahan bijih besi menjadi besi.....	23

BAB II MEMAHAMI PROSES-PROSES DASAR KEJURUAN

Gambar 1.	Logam cair sedang dituangkan ke dalam cetakan.....	29
Gambar 2.	Proses Pengecoran logam	30
Gambar 3,	Diemensi benda kerja yang akan dibuat (a), menutupi permukaan pola dalam rangka cetak dengan pasir, (c) cetakan siap, preses penuangan (d), dan produk pengecoran	31
Gambar 4.	Pengecoran logam pada cetakan pasir.....	34
Gambar 5.	Turbin air produk hasil pengecoran logam.....	35
Gambar 6.	Turbin air produk hasil pengecoran logam	36
Gambar 7.	Die Casting.....	36
Gambar 8.	Salah satu produk <i>Die Casting</i>	38
Gambar 9.	Pengolahan Logam Manual.....	40
Gambar 10.	Pengerjaan Logam dengan mesin bubut	41
Gambar 11.	Produk pengolahan logam dengan mesin CNC	42
Gambar 12.	Mesin pengerollan (rolling).....	43

LAMPIRAN C.2

Gambar 13.	PLTA, konversi energi dari energi potensial, energi mekanik, dan energi listrik.....	44
Gambar 14.	Accu sebagai bentuk energi kimia.....	45
Gambar 15.	Salah satu reaktor nuklir	46
Gambar 16,	Mesin konversi dari panas ke uap.....	46
Gambar 17,	Pemanfaatan energi angin	47
Gambar 18,	siklus motor bensin 4 langkah.....	48
Gambar 19,	Turbin Air	50
Gambar 20	Sebuah sistem turbin gas.....	50

BAB III MEREALISASIKAN KERJA AMAN BAGI MANUSIA, ALAT, DAN LINGKUNGAN

Gambar 21.	Tanda harus mengenakan kacamata	58
Gambar 22.	Tanda harus mengenakan penutup telinga	58
Gambar 23.	Tanda harus mengenakan sarung tangan	58
Gambar 24,	Pekerja menggunakan kacamata dan masker.....	59
Gambar 25,	Mengisap serbuk fiber menggunakan vacuum	59
Gambar 24,	Menekuk plat/selang fiber menggunakan sarung tangan.....	59

BAB IV GAMBAR TEKNIK

Gambar 1.	Cara penempelan kertas di atas meja gambar non magnetik.....	65
Gambar 2.	Pensil batang	66
Gambar 3.	Pensil mekanik.....	66
Gambar 4.	Cara menarik garis	67
Gambar 5.	Rapido.....	67
Gambar 6.	Penggaris T dan sepasang penggaris segitiga.....	68
Gambar 7.	Cara menggunakan penggaris -T.....	68
Gambar 8.	Cara menggunakan penggaris segitiga	69
Gambar 9.	Jenis jangka	69
Gambar 11.	Kedudukan pena tarik saat menarik garis	70
Gambar 12.	Membuat lingkaran besar dengan alat penyambung.....	70
Gambar 13.	Plat pelindung penghapus	71
Gambar 14.	Busur derajat.....	71
Gambar 15.	Mal lengkung.....	72
Gambar 16.	Contoh penggunaan mal lengkung	72
Gambar 17.	Mal bentuk geometri.....	72
Gambar 18.	Meja gambar	73
Gambar 19.	Mesin gambar lengan	73
Gambar 20.	Mesin gambar rol.....	73
Gambar 21.	Proyeksi piktorial.....	75
Gambar 22.	Proyeksi isometris	76
Gambar 23.	Penyajian proyeksi isometris	77
Gambar 24.	Proyeksi isometris dengan kedudukan terbalik.....	77
Gambar 25.	Proyeksi isometris kedudukan horisontal.....	78
Gambar 26.	Proyeksi dimetris	78
Gambar 27.	Kubus dengan proyeksi dimetris	79
Gambar 28.	Proyeksi miring.....	79
Gambar 29.	Perspektif dengan satu titik hilang.....	80
Gambar 30.	Perspektif dengan dua titik hilang.....	80
Gambar 31.	Perspektif dengan tiga titik hilang.....	80
Gambar 32.	Macam-macam pandangan.....	81
Gambar 33.	Bidang proyeksi	81

Gambar 34.	Proyeksi di kuadran I	82
Gambar 35.	Pembukaan objek gambar di kuadran I	83
Gambar 36.	Pemutaran dengan jangka	83
Gambar 37.	Potongan garis yang bersudut 45°	84
Gambar 38.	Garis sumbu terpisah dengan gambar	84
Gambar 39.	Garis sumbu berimpit dengan gambar	84
Gambar 40.	Pandangan proyeksi Eropa	85
Gambar 41.	Pandangan proyeksi Amerika	85
Gambar 42.	Contoh pandangan proyeksi Amerika	86
Gambar 43.	Proyeksi Amerika	86
Gambar 44.	Proyeksi Eropa	86
Gambar 45.	Anak panah	87
Gambar 46.	Contoh penggambaran anak panah	87
Gambar 47.	Penerapan Proyeksi Eropa	87
Gambar 48.	Penerapan Proyeksi Amerika	88
Gambar 49.	Gambar satu pandangan	88
Gambar 50.	Gambar pandangan	89
Gambar 51.	Pembedaan bentuk benda dengan satu pandangan	89
Gambar 52.	Pemilihan pandangan utama	90
Gambar 53.	Pandangan utama	90
Gambar 54.	Penentuan pandangan depan	90
Gambar 55.	Penggunaan dua pandangan	91
Gambar 56.	Penggunaan tiga pandangan	91
Gambar 57.	Bentuk benda dari hasil pandangan	92
Gambar 58a	93
Gambar 58b	93
Gambar 58c.	93
Gambar 59.	Tanda pemotongan	94
Gambar 60.	Tanda pemotongan dengan gelombang dan zigzag	95
Gambar 61.	Penempatan gambar potongan	96
Gambar 62a.	Penempatan potongan dengan diputar	97
Gambar 62b.	Penempatan potongan dengan diputar dan dipindah	97
Gambar 63a.	Potongan jari-jari pejal	98
Gambar 63b.	Potongan dudukan poros	98
Gambar 64.	Potongan penuh	99
Gambar 65.	Potongan separuh	100
Gambar 66.	Potongan sebagian	101
Gambar 67.	Potongan putar	101
Gambar 68.	Potongan bercabang atau meloncat	101
Gambar 69.	Contoh penggunaan arsiran	102
Gambar 70.	Sudut ketebalan garis arsiran	103
Gambar 71.	Arsiran pada bidang luas dan bidang berdampingan	103
Gambar 72.	Arsiran benda tipis	104
Gambar 73.	Angka ukuran dan arsiran	104
Gambar 74.	Macam-macam arsiran	105
Gambar 75.	Cara penarikan garis dan ketebalannya	106
Gambar 76.	Jarak antara garis ukur	107
Gambar 77.	Penulisan angka ukuran	108
Gambar 78.	Ukuran tambahan	110
Gambar 79.	Pengukuran ketirusan	110
Gambar 80.	Penunjukan ukuran pengerjaan khusus	111
Gambar 81.	Penunjukan ukuran pada bagian yang simetris	111
Gambar 82.	Pencantuman simbol-simbol ukuran	112
Gambar 83.	Pengukuran jari-jari	113
Gambar 84.	Penempatan anak panah dan ukuran di dalam lingkaran	113

LAMPIRAN C.4

Gambar 85.	Penempatan anak panah dan ukuran di luar lingkaran	113
Gambar 86.	Penunjukan ukuran	114
Gambar 87.	Ukuran berantai	114
Gambar 88.	Ukuran sejajar.....	115
Gambar 89.	Ukuran kombinasi.....	115
Gambar 90.	Ukuran berimpit.....	116
Gambar 91.	Pengukuran berimpit.....	117
Gambar 92.	Pengukuran koordinat.....	118
Gambar 93.	Pengukuran berjarak sama.....	118
Gambar 94.	Pengukuran berjarak sama.....	119
Gambar 95.	Pengukuran alur pasak.....	119
Gambar 96.	Pengukuran pada lubang	120
Gambar 97.	Pengukuran profil.....	120
Gambar 98.	Pembuatan gambar mur.....	121
Gambar 99.	Pengukuran mur.....	121
Gambar 100.	Pembuatan gambar baut.....	122
Gambar 101.	Pembuatan gambar mur dan baut.....	122
Gambar 102.	Batas atas dan batas bawah toleransi.....	123
Gambar 103.	berbagai macam ukuran dan penyimpangan	123
Gambar 108.	Penulisan toleransi simetris	124
Gambar 107.	Penulisan toleransi dan nilai penyimpangan nol.....	124
Gambar 106.	Penulisan toleransi dan nilai penyimpangan	124
Gambar 105.	Penulisan toleransi suaian dan nilai penyampangan	124
Gambar 104.	Penulisan suaian standar ISO.....	124
Gambar 111.	jenis-jenis penulisan toleransi pada gambar susunan	125
Gambar 110.	Penulisan batas-batas ukuran dalam satu arah	125
Gambar 109.	Penulisan batas-batas ukuran.....	125
Gambar 112.	Jenis-jenis penulisan yoleransio pada ukuran sudut.....	126
Gambar 113.	Penulisan ukuran dan toleransi pada gambar kerja.....	126
Gambar 115.	kelonggaran dan kesesakan antara poros dan lubang.....	128
Gambar 114.	Penandaan Kualitas Permukaan	128
Gambar 116.	Suaian Longgar	129
Gambar 117.	Suaian paksa.....	129
Gambar 118.	Suaian tramsisi.....	129
Gambar 119.	Proyeksi piktorial	131
Gambar 120.	Proyeksi isometris	131
Gambar 121.	Proyeksi dimetris	132
Gambar 122.	Proyeksi miring	132
Gambar 123.	Potongan A-A.....	133
Gambar 124.	Potongan B-B.....	133
Gambar 125.	Macam-macam arsiran.....	134
Gambar 126.	Gambar Benda Kerja	135

BAB V PROSES PRODUKSI DENGAN PERKAKAS TANGAN

Gambar 1.	Ketinggian ragum untuk pengerjaan umum kerja bangku	135
Gambar 2.	Ragum	135
Gambar 3.	Pencekaman benda kerja	136
Gambar 4.	Bagian bagian utama kikir	137
Gambar 5.	Spesifikasi kikir	137
Gambar 6.	Spesifikasi kikir berdasarkan penampangnya	137
Gambar 7.	Kikir <i>single cut</i> dan kikir <i>double cut</i>	138
Gambar 8.	Gerakan badan dan mulut	142
Gambar 9.	Posisi kaki terhadap sumbu	142
Gambar 10.	Kikir gigi tunggal arah pemakanan lurus dengan	

	sumbu kikir	143
Gambar 11.	Kikir gigi tunggal arah pemakanan tidak satu sumbu dengan sumbu kikir	143
Gambar 12.	Kikir gigi ganda dengan arah pemakanan lurus dengan sumbu kikir	144
Gambar 13.	Menghilangkan kulit yang keras dengan ujung	144
Gambar 14.	Pemeriksaan kerataan hasil pengikiran dengan pisau perata	145
Gambar 15.	Bidang dasar 1, 2 dan 3	145
Gambar 16.	Pemeriksaan hasil pengikiran miring	146
Gambar 17.	Pengikiran radius dalam	146
Gambar 18.	Pengikiran radius luar	139
Gambar 19.	Pemeriksaan hasil pengikiran radius	139
Gambar 20.	Bidang dasar sebagai dasar ukuran, kesikuan dan kesejajaran dalam penggambaran	148
Gambar 21.	Mistar baja	148
Gambar 22.	Penggunaan mistar baja	149
Gambar 23.	Busur derajat	149
Gambar 24.	Penggunaan busur derajat	149
Gambar 25a	Set mal radius dalam satu tangkai	150
Gambar 25b	Set mal radius dalam ikatan cincin.....	150
Gambar 26.	Memeriksa dengan mal radius	150
Gambar 27.	Satu set mal ulir	151
Gambar 28.	Memeriksa ulir baut dan mal ulir	152
Gambar 29.	Pita ukur	152
Gambar 30.	Jangka sorong	152
Gambar 31.	Penggunaan mistar sorong	153
Gambar 32.	Penggores	153
Gambar 33.	Pemakaian penggores	154
Gambar 34.	Siku-siku	155
Gambar 35.	Siku-siku geser	155
Gambar 36.	Penggunaan siku-siku	155
Gambar 37.	Siku-siku kombinasi	156
Gambar 38.	Pengukuran 45°	156
Gambar 39.	Pengukuran kesikuan 90°	157
Gambar 40.	Jangka tusuk (<i>spring divider</i>)	157
Gambar 41.	Pengukuran dengan jangka tusuk	157
Gambar 42.	Jangka tongkat	158
Gambar 43.	Penggunaan jangka tongkat	158
Gambar 44.	Jangka garis	158
Gambar 45.	Penggunaan jangka garis	158
Gambar 46.	Jangka bengkok	159
Gambar 47.	Mengukur tebal dan kesejajaran	159
Gambar 48.	Jangka kaki	160
Gambar 49.	Memeriksa diameter dalam	160
Gambar 50.	Balok gores	161
Gambar 51.	Penggunaan balok gores	161
Gambar 52.	Pengukur tinggi	162
Gambar 53.	Menggaris sebuah bidang	162
Gambar 54.	Mengukur tinggi / tebal	162
Gambar 55.	Penitik pusat	163
Gambar 56.	Penggunaan penitik pusat	163
Gambar 57.	Penitik garis	163
Gambar 58.	Penggunaan penitik garis	163
Gambar 59.	Palu	164
Gambar 60.	Tangkai palu	164

LAMPIRAN C.6

Gambar 61.	Palu lunak	165
Gambar 62.	Penggunaan palu	165
Gambar 63.	Meja perata	165
Gambar 64.	Penggunaan meja	165
Gambar 65.	Balok vee	166
Gambar 66.	Penggunaan balok vee	166
Gambar 67.	Bagian-bagian mata bor	167
Gambar 68.	Mata bor pilin kisar sedang	167
Gambar 69.	Bor pilin spiral kecil	168
Gambar 70.	Bor pilin kisar besar	168
Gambar 71.	Bor pilin kisar besar sudut sayat kecil	168
Gambar 72.	Bor pilin kisar besar sudut sayat lancip	168
Gambar 73.	Bor pembenam	169
Gambar 74.	Mata bor pembenam kapala baut	169
Gambar 75.	Bentuk kepala mata bor	169
Gambar 76.	Kaliber mata bor	170
Gambar 77.	Sudut mata bor	170
Gambar 78.	Penjepit bor	171
Gambar 79.	Sarung pengurang	171
Gambar 80.	Mesin bor bangku.....	171
Gambar 81.	Mesin bor tiang	172
Gambar 82.	Bor pistol.....	172
Gambar 83.	Bor dada mekanik terbuka.....	172
Gambar 84.	Bor dada mekanik tertutup	172
Gambar 85.	Reamer (Peluas).....	176
Gambar 86.	Peluas tirus	176
Gambar 87.	Peluas yang dapat distel.....	177
Gambar 88.	Penggunaan reamer	177
Gambar 89.	Gergaji tangan	178
Gambar 90.	Pemasangan daun gergaji pada sengkang	179
Gambar 91.	Pemegangan sengkang gergaji	180
Gambar 92.	Membuat alur (permulaan menggergaji)	180
Gambar 93.	Sudut awal penggergajian	181
Gambar 94.	Pemotongan benda kerja	181
Gambar 95.	Posisi daun gergaji tagal lurus terhadap sengkang Gergaji	181
Gambar 96.	Pahat	182
Gambar 97.	Pahat	183
Gambar 98.	Pahat alur	183
Gambar 99.	Pahat dam	183
Gambar 100.	Pahat alur minyak	184
Gambar 101.	Pahat kuku	184
Gambar 102.	Pahat diamon.....	184
Gambar 103.	Cara menggenggam pahat	185
Gambar 104.	Memperhatikan mata pahat	185
Gambar 105.	Memahat baja pelat	186
Gambar 106.	Memahat benda yang lebar	186
Gambar 107.	Memahat benda kerja yang tidak dijepit dengan Catok ragum	187
Gambar 108.	Posisi pahat pada waktu memahat	187
Gambar 109.	Posisi pahat pada saat akhir pemahatan	187
Gambar 110.	Garis bantu stempel	188
Gambar 111.	Susunan stempel	189
Gambar 112.	Posisi stempel	189
Gambar 113.	Tap	190
Gambar 114.	Sney	191

LAMPIRAN C.7

Gambar 115.	Tangkai pemutar	191
Gambar 116.	Dimensi ulir	191
Gambar 117.	Proses mengetap	193
Gambar 118.	Mengecek ketegakan lurus mengetap	193
Gambar 119.	Posisi tangan pada awal menyenei	193
Gambar 120.	Pemegangan penuh pada posisi jauh dari rumah Snei	194
Gambar 121.	Penggunaan snei	194
Gambar 122.	Sekerap tangan	195
Gambar 123.	Sekerap mata bulat	195
Gambar 124.	Sekerap keruk	195
Gambar 125.	Sekerap setengah bundar	196
Gambar 126.	Sekerap segi tiga	196
Gambar 127.	Sekerap bulat hidung sapi	196
Gambar 128.	Menyekerap	197
Gambar 129.	Mesin gerinda tiang	197
Gambar 130.	Proses pelepasan butiran pemotong	198
Gambar 131.	Roda gerinda lunak	199
Gambar 132.	Roda gerinda keras	199
Gambar 133.	Roda gerinda struktur terbuka	201
Gambar 134.	Roda gerinda struktur padat	201
Gambar 135.	Roda gerinda struktur pori-pori	201
Gambar 136.	Roda gerinda lurus	202
Gambar 137.	Penandaan roda gerinda	202
Gambar 138.	pemeriksaan roda gerinda	204
Gambar 139.	Pengikatan roda gerinda pada mesin spindel mesin	205
Gambar 140.	Mengasah / mendreser roda gerinda	205
Gambar 141.	Keselamatan kerja menggerinda	206
Gambar 142.	Melipat tepi	206
Gambar 143.	Mesin lipat	207
Gambar 144.	Mesin roll	207
Gambar 145.	Landasan rata	207
Gambar 146.	Landasan pipa	207
Gambar 147.	Landasan tepi lurus	208
Gambar 148.	Landasan tepi bundar	208
Gambar 149.	Landasan ½ bola	208
Gambar 150.	Landasan alur	208
Gambar 151.	Sambungan sekerup	209
Gambar 152.	Sambungan lipatan	210
Gambar 153.	Sambungan keling	210
Gambar 154.	Memasang baut pemanas	210
Gambar 155.	Proses mematri	211
Gambar 156.	Jenis penguatan	211
Gambar 157.	Pengutan tepi	212
Gambar 158.	Penguatan tepi dengan kawat	212
Gambar 159.	Mesin putar kombinasi	213
Gambar 160.	Alas penindih kertas	213
Gambar 161.	Mal mata bor	214
Gambar 162.	Dimensi mal mata bor	215
Gambar 163.	Pengepasan persegi	215
Gambar 164.	Dimensi pengepasan persegi	216
Gambar 165.	Sambungan ekor burung	216
Gambar 166.	Dimensi sambungan ekor burung	217
Gambar 167.	Bukaan kotak	217
Gambar 168.	Penitik, pahat tangan, penggores dan mata bor	219

GLOSARY

PLC	: <i>Programmable Logic Controlled</i>
CNC	: <i>Computer Numerically Controlled</i>
Pneumatik	: Ilmu tentang pemanfaatan udara bertekanan
Hydrolik	: Fluida untuk meneruskan tenaga
Sensor	: Masukan ke dalam sistem atau sinyal
N Code	: Kode kalim at dalam pemrograman mesin CNC
G Code	: Kode instruksi dalam pemrograman mesin CNC
<i>Griffer</i>	: Lengan robot untuk mengambil material
<i>Inkremental</i>	: Pengukuran berdasarkan pada perubahan panjang lintasan
<i>Absolute</i>	: Pengukuran berdasarkan pada perubahan panjang lintasan
<i>Polar</i>	: Pengukuran berdasarkan pada perubahan besar sudut lintasan
<i>Feeding</i>	: Kecepatan asutan dalam pemakanan benda kerja
<i>Actuator</i>	: Penggerak benda kerja atau output dari suatu sistem.
Katup	: Alat pengatur arah, tekanan maupun kecepatan fluida dari sistem.
<i>Compressor</i>	: Alat pembangkit tekanan fluida.
Arbor	: Tempat dudukan alat potong mesin frais.
Cekam	: Tempat untuk menjepit benda kerja pada mesin bubut.
<i>Cutter</i>	: Pisau penyayat benda kerja.
<i>Air Service Unit</i>	: Komponen pembersih (filter), pemberi pelumas pengatur tekanan fluida sistem.
<i>Balamced Vane</i>	: Pompa kipas balanced.
<i>Bent Axis Piston</i>	: Pompa torak dengan poros tekuk.
<i>Processor</i>	: Pusat pengolah semua masukan dari sesnsor untuk disalurkan pada output.
<i>Power Supply</i>	: Catu daya
<i>Ladder Logic</i>	: Diagram tangga yang digunakan dalam PLC.
Selenoida	: Kumparan kawat yang dapat dialiri listrik.
Memory	: Penyimpan data dalam computer.

INDEX

- A**
Air Service Unit 472
Aktuator 485
 Aktuator 651
 Anak Panah 84
 Aplikasi 461
Arm Geometry 620
 Asutan 425
 AutoCAD 348
- B**
Balanced Vane 554
Bent Axis Piston 555
 Bit 594
 Bubut 220
 Bus 513
- C**
Centrifugal Casting 34
 Cetakan 29
 CNC 239
coinage de making 458
Computer Aided Design (CAD) 345
Computer Numerically Controlled (CNC) 394
 Crescent 553
Cutter 279
Cutting Speed 253
- D**
 Device 577
 Die Casting 35
Dividing Head 293
 Drilling 459
- E**
 EDM (*Electrical Discharge Machining*) 457
 Efektifitas 462
 Efektor 634
 Ekor 212
Ekspandable Mold Casting 31
 Elemen 14
 EMCO 426
- F**
 Frais 271
- G**
 Gambar Perspektif 77
 Gambar Potongan 90
 Garis Arsiran 100
Gear Cutters 313
 Geretor 553
 Gips 32
Gripper 634
- H**
 Hidrolik 533
- J**
 Jangka 66
- K**
 K3 53
 Katup 652
 Katup 479
 Kempa 481
 Kerja Bangku 130
 Kertas 62
 Kimia 650
 Klasifikasi 465
 Komite 55
 Kompresor 466
 Konduktor 477
 Koordinat 420
 Kotak 213
- L**
 Ladder 597
Linear 649
 Logam 20
- M**
 Mal 210
 Manipulator 620
 Meja Gambar 70
 Melukis 143
 Memahat 178
 Membengkok 202
 Mengebor 163
 Mengetap 186
 Menggam bar 62
 Menggergaji 173
 Menggerinda 193
 Mengikir 130
 Menyambung 205
 Menyekerap 191
 Menyenei 186
 Menyetempel 184
 Mereamer 171
 Mesin Gambar 70
Metal Working 38
 Mineral 20
 Modul 578
 Momen 642
Mounting 501
- O**
 OMRON 588
 Otomasi 565
- P**
 Pascal 548
 Pasir 31
 Pelat 202
 Pendinginan 37
 Pengecatan 631
 Pengecoran 28
 Pengelasan 633
 Penggaris 65
 Penghapus 68
 Penindih 209
 Pensil 63

LAMPIRAN E.2

Perakitan 631
Plaster Casting 33
Plat 527
PLC 569
Pneumatik 461
Polar 346
Poros 14
Processor 583
Profil 527
Prosedur 58
Proyeksi 79
Proyeksi Dimentris 76
Proyeksi Isometris 73
Proyeksi Miring (Sejajar) 77
Proyeksi Piktorial 72

R

Radial Piston Pump 555
Ragum 527
Rapido 65
Rehabilitasi 59
Resin 34
ROBOT 610
Rotary Table 294

S

Sand Casting 32
Selenoids 651
Sensor 639
Silinders 652
Simbol 55
Software 434
Solid 378
Statika 1
SYSWIN 588

T

Tegangan 1
Temperatur 643
Tranduser 638

V

Vernier Caliper 325

W

Wire Cut 459
Wrist 625

ISBN 978-979-060-139-0
ISBN 978-979-060-140-0

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk digunakan dalam Proses Pembelajaran.

HET (Harga Eceran Tertinggi) Rp. 25.058,00