



GURU PEMBELAJAR

MODUL PELATIHAN GURU

Program Keahlian : Teknik Mesin
Paket Keahlian : Teknik Gambar Mesin
Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)



Profesional :

GAMBAR RAKITAN 2D DENGAN CAD DAN TEKNIK PEMESINAN

Pedagogik :

PENGEMBANGAN EKSTRAKURIKULER UNTUK AKTUALISASI DIRI PESERTA DIDIK

DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

2016



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR GAMBAR.....	v
KEGIATAN PEMBELAJARAN.....	1
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 (KB-1) : TEKNIK PEMBUBUTAN ULIR, MEMPERBESAR LUBANG (BORING) DAN MERIMER PADA MESIN BUBUT	1
A. Tujuan Pembelajaran.....	1
B. Indikator Pencapaian Kopetensi.....	1
C. Uraian Materi	1
1. Teknik Pembubutan Ulir	1
2. Teknik Dasar Pembubutan Ulir Segitiga	6
3. Pengeboran Pada Mesin Bubut.....	12
4. Persyaratan Pembubutan Diameter Dalam (Boring).....	16
D. Aktivitas Pembelajaran.....	19
E. Latihan	28
F. Rangkuman	31
G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut.....	32
KEGIATAN PEMBELAJARAN	33
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 (KB-2) : GAMBAR RAKITAN 2D DENGAN CAD ..	33
A. Tujuan.....	33
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	33
C. Uraian Materi	33
D. Aktivitas Pembelajaran	46

Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pebelajaran	46
Aktivitas 1: Mengamati Proses Pembuatan Gambar Rakitan.....	47
Aktivitas 2: Membuat gambar rakitan 2D dengan CAD	48
LEMBAR KERJA KB-3	49
E. Tes Formatif	52
F. Rangkuman	54
G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut.....	54
KEGIATAN PEMBELAJARAN	55
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 (KB-3) : PEMBUATAN MODEL 3D KOMPLEKS DENGAN CAD	55
A. Tujuan.....	55
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	55
C. Uraian Materi	56
Bahan Bacaan 1: Membuat Bidang Kerja (Plane).....	56
Bahan Bacaan 2: Perintah Rib	57
Bahan Bacaan 3: Perintah Sweep	62
Bahan Bacaan 4: Perintah Shell.....	72
Bahan Bacaan 5 : Membuat Gambar Kerja (memberi ukuran, toleransi, suaian, toleransi geometris, tanda pengerjaan dan angka kekasaran permukaan)	73
D. Aktivitas Pembelajaran.....	79
Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pebelajaran	79
Aktivitas 1. Mengamati Proses Pembuatan Model 3D Kompleks	80
Aktivitas 2: Membuat Gambar 3D Kompleks	81
LEMBAR KERJA KB-4	82
E. Latihan	88

F. Rangkuman.....	91
G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut.....	91
KEGIATAN PEMBELAJARAN 4 (KB-4) : PERANCANGAN GAMBAR 2D DENGAN CAM	92
A. Tujuan.....	92
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	92
C. Uraian Materi	92
Bahan Bacaan 1:.....	92
1. Konsep Dasar CAM.....	92
2. MasterCam.....	93
3. Layar <i>MasterCam</i> mesin Bubut (<i>Lathe</i>).....	95
Bahan Bacaan 2: Konstruksi Geometri Gambar 2D Untuk Mesin Bubut.....	97
1. Menu Create	97
2. Menu dan Submenu <i>Point</i>	98
3. Menu dan Submenu <i>Line</i>	99
4. Menu dan Submenu Arc.....	106
5. Menu dan Submenu Fillet.....	114
6. Menu dan Submenu <i>Rectangle</i>	116
7. Menu dan Submenu <i>Chamfer</i>	118
8. Menu dan Submenu <i>Letter</i>	119
D. Aktivitas Pembelajaran	121
Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran	121
Aktivitas 1: Membuat Gambar 2D dengan CAM	122
LEMBAR KERJA KB-5	123
E. Latihan	130

F. Rangkuman	132
G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut.....	133
PENUTUP	134
KUNCI JAWABAN LATIHAN	135
EVALUASI.....	140
DAFTAR PUSTAKA	151
GLOSARIUM.....	152
LAMPIRAN	153



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Ulir tunggal kanan	2
Gambar 1. 2 Ulir tunggal kanan dan arah ulir	3
Gambar 1. 3 Ulir tunggal kiri dan arah ulir	3
Gambar 1. 4 Nama-nama bagian ulir luar dan dalam	3
Gambar 1. 5 Nama-nama bagian ulir luar	3
Gambar 1. 6 Sudut ulir metrik	4
Gambar 1. 7 Kedalaman ulir standar metrik	4
Gambar 1. 8 Dimensi ulir withworth	5
Gambar 1. 9 Dimensi ulir unified national coarse thread (UNC),	5
Gambar 1. 10 Dimensi ulir british association thread (BA)	6
Gambar 1. 11 Pembubutan ulir dengan cara tegak lurus	7
Gambar 1. 12 Pembubutan ulir dengan cara memiringkan eretan atas	7
Gambar 1. 13 Metoda pemotongan ulir dengan cara zig-zag	8
Gambar 1. 14 Arah pemotongan ulir kanan dan kiri	8
Gambar 1. 15 Kedalaman pemotongan ulir metris	9
Gambar 1. 16 Pemotongan ulir luar dengan pahat mata potong satu & majemuk	9
Gambar 1. 17 Pemotongan ulir dalam dengan pahat mata potong satu & majemuk	9
Gambar 1. 18 Proses pengeboran pada mesin bubut	12
Gambar 1. 19 Proses pembubutan diameter dalam	15
Gambar 1. 20 Proses pembubutan diameter dalam lurus dan tirus	16
Gambar 1. 21 Kesepusatan garis sumbu lubang dengan garis sumbu rimer	18
Gambar 1. 22 Posisi kedalaman pereameran lubang lurus	18
Gambar 1. 23 Pembuatan lubang bertingkat sebelum dirimer	19

Gambar 1. 24 Contoh pemasangan rimer tangkai tirus pada kepala lepas dan penggunaan pada mesin bubut.....	19
Gambar 2. 1 Gambar detail komponen	34
Gambar 2. 2 Gambar assembly	34
Gambar 2. 3 Menyalin gambar komponen	36
Gambar 2. 4 Gambar komponen yang akan diassembly.....	37
Gambar 2. 5 Hasil penggabungan komponen 4 dan 5	37
Gambar 2. 6 Penggabungan komponen 1 dan 4	38
Gambar 2. 7 Menyalin baut dengan perintah copy	38
Gambar 2. 8 Menempatkan baut kedalam lubang.....	39
Gambar 2. 9 Penempatan mur pada baut	40
Gambar 2. 10 Mengubah menjadi garis tidak terlihat	40
Gambar 2. 11 Menggabungkan seluruh komponen	41
Gambar 2. 12 Membuat new style multileader	41
Gambar 2. 13 Kotak dialog new multileader style	41
Gambar 2. 14 Memodifikasi content multileader style	42
Gambar 2. 15 Memodifikasi leader structure.....	42
Gambar 2. 16 Mengaktifkan new style leader	43
Gambar 2. 17 Pemberian balloons pada gambar assembly	43
Gambar 2. 18 Penempatan gambar assembly pada gambar kerja	44
Gambar 2. 19 Menyiapkan part list pada gambar kerja	45
Gambar 2. 20 Mengedit fungsi teks	46
Gambar 2. 21 Memasukkan teks pada part list	46
Gambar 3. 1 Menu Perintah <i>Plane</i>	56

Gambar 3. 2 Penggunaan <i>Offset from plane</i>	56
Gambar 3. 3 Penggunaan <i>Midplane between Two Parallel Planes</i>	56
Gambar 3. 4 Penggunaan <i>Tangent to Surface through Edge</i>	57
Gambar 3.5 Penggunaan Rib pada model.....	57
Gambar 3. 6 Menu Bar	57
Gambar 3. 7 <i>Tool Bar Rib</i>	58
Gambar 3.8 Model	58
Gambar 3.9 Toolbar 2D Sketch.....	58
Gambar 3.10 <i>Sketch profile</i>	58
Gambar 3.11 <i>Toolbar extrude</i>	59
Gambar 3.12 Kotak dialog <i>extrude</i>	59
Gambar 3.13 Toolbar plane	59
Gambar 3.14 Memilih area workplane.....	59
Gambar 3.15 Menentukan jarak <i>offset workplane</i>	60
Gambar 3.16 Workplane yang sudah dioffset.....	60
Gambar 3.17 Memilih <i>workplane</i>	60
Gambar 3.18 Menentukan view.....	60
Gambar 3.19 <i>Toolbar arc</i>	60
Gambar 3.20 Membuat <i>arc</i>	61
Gambar 3.21 Membuat <i>arc</i>	61
Gambar 3.22 Toolbar rib	61
Gambar 3.23 Kotak dialog rib (to next).....	61
Gambar 3.24 kotak dialog rib	62
Gambar 3.25 Kotak dialog rib (finite)	62
Gambar 3.26 Penggunaan sweep sederhana	62

Gambar 3.27 <i>New draw</i>	62
Gambar 3.28 Satuan unit (metrik)	63
Gambar 3.29 <i>Create 2D sketch</i>	63
Gambar 3.30 <i>Select plane</i>	63
Gambar 3.31 Membuat garis.....	63
Gambar 3.32 Perintah <i>fillet</i>	64
Gambar 3.33 Pilih garis 1 dan 2 untuk bidang <i>fillet</i>	64
Gambar 3.34 Pilih garis 2 dan 3 untuk bidang <i>fillet</i> selanjutnya.....	64
Gambar 3.35 <i>Toolbar plane</i>	65
Gambar 3.36 Menentukan titik untuk plane	65
Gambar 3.37 <i>Workplane</i>	65
Gambar 3.38 Membuat sketsa untuk profile yang kedua.....	65
Gambar 3.39 Memilih plane	65
Gambar 3.40 Membuat lingkaran pada plane.....	65
Gambar 3.41 Menu sweep	66
Gambar 3.42 Kotak dialog sweep	66
Gambar 3.43 Profile sweep.....	66
Gambar 3.44 Bentuk sweep sederhana	66
Gambar 3.45 Bentuk sweep kompleks	67
Gambar 3.46 <i>New draw</i>	67
Gambar 3.47 Satuan unit (metrik)	67
Gambar 3.48 <i>Create 3D sketch</i>	67
Gambar 3.49 Membuat 3Dsketch.....	68
Gambar 3.50 Pemberian dimensi sketch.....	68
Gambar 3.51 Perintah bend	68

Gambar 3.52 Penggunaan perintah bend	69
Gambar 3.53 <i>Toolbar plane</i>	69
Gambar 3.54 Penggunaan perintah plane.....	70
Gambar 3.55 Membuat sketsa untuk profile yang kedua.....	70
Gambar 3.56 Memilih plane	70
Gambar 3.57 Perintah membuat lingkaran	70
Gambar 3.58 Menu sweep	71
Gambar 3.59 Kotak dialog sweep	71
Gambar 3.60 Profile sweep	72
Gambar 3.61 Bentuk sweep kompleks	72
Gambar 3. 62 Contoh penggunaan perintah shell.....	72
Gambar 3.63 silindrik pejal.....	72
Gambar 3. 64 Perintah shell	72
Gambar 3. 65 Perintah shell	73
Gambar 3.66 Penggunaan perintah shell.....	73
Gambar 3. 67 <i>Drawing Resources</i>	74
Gambar 3. 68 Drawing View Dialog Box	74
Gambar 3. 69 Section View Dialog Box	76
Gambar 3. 70 Detail View Dialog Box	76
Gambar 3. 71 Broken View Dialog Box.....	77
Gambar 3. 72 Break Out View Dialog Box	77
Gambar 3. 73 Fasilitas menu <i>Annotate</i>	78
Gambar 3. 74 Kotak dialog <i>Edit Dimension</i>	78
Gambar 3. 75 Pemberian <i>Datum</i>	78
Gambar 3. 76 Pemberian toleransi geometrik.....	79

Gambar 3. 77 Perintah <i>surface</i> untuk tanda pengerjaan.....	79
Gambar 3. 78 Kotak dialog <i>surface texture</i>	79
Gambar 5.1 Tampilan layar MasterCAM Lathe	95
Gambar 4.2 Tampilan pembagian jendela MenuMasterCAM Lathe	95
Gambar 4.3 Jendela menu dan b. Jendela status	96
Gambar 4.4 Tampilan baris prompt (baris dialog perintah)	96
Gambar 4.5 Menu dan Sub-Menu Create	97
Gambar 4.6 Menu dan Sub0-Menu Point.....	98
Gambar 4.7 Perintah point.....	99
Gambar 4.8 Pilihan submenu Line.....	99
Gambar 4.9 Perintah <i>Line</i>	99
Gambar 4. 10 Perintah <i>Line - vertical</i>	100
Gambar 4. 11 Perintah <i>Line - endpoints</i>	100
Gambar 4. 12 Perintah <i>Arc 3 points</i>	101
Gambar 4.13 Perintah <i>Line - tangent</i>	101
Gambar 4.14 Perintah <i>Line - tangent 2arc</i>	102
Gambar 4.15 Perintah <i>Line - tangent - point</i>	102
Gambar 4.16 Perintah <i>Line - multi</i>	102
Gambar 4.17 Perintah <i>Line - polar</i>	103
Gambar 4.18 Perintah <i>Line - perpendicular</i>	103
Gambar 4.19 Perintah <i>Line - perpendicular - arc</i>	104
Gambar 4.20 Perintah <i>Line - parallel</i>	104
Gambar 4. 21 Perintah <i>Line - parallel - point</i>	104
Gambar 4. 22 Perintah <i>Line - parallel - arc</i>	105

Gambar 4. 23 Perintah <i>Line - bisect</i>	105
Gambar 4. 24 Perintah <i>Line - closest</i>	106
Gambar 4.25 Pilihan submenu Arc	106
Gambar 4.26 <i>Arc – polar - skecth</i>	107
Gambar 4. 27 <i>Arc – polar - start pt</i>	107
Gambar 4. 28 <i>Arc – polar - end pt</i>	108
Gambar 4.29 <i>Arc – endpoint</i>	108
Gambar 4.30 <i>Arc – 3points</i>	109
Gambar 4.31 <i>Arc – tangent - 1entity</i>	110
Gambar 4.32 <i>Arc – tangent - 2entities</i>	110
Gambar 4.33 <i>Arc – tangent - 3entities</i>	111
Gambar 4.34 <i>Arc – tangent - centerline</i>	111
Gambar 4.35 <i>Arc – tangent - point</i>	112
Gambar 4.36 <i>Arc – tangent - dynamic</i>	112
Gambar 4.37 <i>Arc – cir 2 pts</i>	113
Gambar 4.38 <i>Arc – cir 3 pts</i>	113
Gambar 4.39 <i>Arc – cir pt rad</i>	113
Gambar 4.40 <i>Arc – cir pt dia</i>	114
Gambar 4.41 <i>Arc – cir pt edg</i>	114
Gambar 4. 42 Pilihan submenu Fillet	115
Gambar 4.43 <i>Fillet – radius</i>	115
Gambar 4.44 Fillet berantai	116
Gambar 4. 45 Kotak dialog Rectangle Options	116
Gambar 4. 46 Rectanggle Shape.....	116
Gambar 4.47 Pilihan submenu Rectangle.....	117

Gambar 4.48 Kotak dialog Rectangle: One Point.....	117
Gambar 4.49 Persegipanjang dengan 1 titik.	117
Gambar 4.50 Persegipanjang dengan dua titik	118
Gambar 4.51 Kotak dialog Chamfer.....	118
Gambar 4.52 Gambar dengan Pinggulan	119
Gambar 4.53 Kotak dialog <i>Create Letters</i>	119
Gambar 4.54 <i>Arc – letter</i>	120
Gambar 4.55 Hasil perintah Note.....	120
Gambar 4.56 Setelah Teks diedit dan dipecah (break)	121
Gambar 4.3 <i>Spline – automatic</i>	160



KEGIATAN PEMBELAJARAN

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 (KB-1) : TEKNIK PEMBUBUTAN ULIR, MEMPERBESAR LUBANG (BORING) DAN MERIMER PADA

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, peserta diklat dapat:

1. Menjelaskan teknik pembubutan ulir
2. Menggunakan teknik pembubutan ulir
3. Menjelaskan teknik memperbesar lubang (*boring*)
4. Menggunakan teknik memperbesar lubang (*boring*)
5. Menjelaskan teknik merimer pada mesin bubut
6. Menggunakan teknik merimer pada mesin bubut

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Melakukan teknik pembubutan ulir segi tiga, sesuai dengan tuntutan pekerjaan.
2. Melakukan teknik pembuatan lubang/ mengebor sesuai dengan tuntutan pekerjaan.
3. Melakukan teknik memperbesar lubang (*boring*) sesuai dengan tuntutan pekerjaan.
4. Melakukan teknik merimer sesuai dengan tuntutan pekerjaan
5. Melakukan teknik mengkartel sesuai dengan tuntutan pekerjaan.

C. Uraian Materi

1. Teknik Pembubutan Ulir

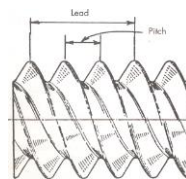
Proses pembubutan ulir pada mesin bubut standar, pada dasarnya hanyalah alternatif apabila jenis ulir yang diperlukan tidak ada dipasaran umum atau jenis ulir yan dibuat hanya untuk keperluan khusus. Mesin bubut standar didesain tidak hanya untuk membuat ulir saja, sehingga untuk melakukan pembubutan

ulir memerlukan waktu yang relatif lama, hasilnya kurang presisi dan banyak teknik-teknik yang harus dipahami sebelum melakukan pembubutan ulir.

Pembuatan ulir dengan jumlah banyak atau produk masal, pada umumnya dilakukan atau diproses dengan cara di antaranya: diroll, dicetak, dipres dan diproses pemesian dengan mesin yang desainnya hanya khusus digunakan untuk membauat ulir sehingga prosesnya cepat dan hasilnya presisi. Dari berbagai cara yang telah disebutkan di atas, pada proses pembuatannya harus tetap mengacu dan berpedoman pada standar umum yang telah disepakati, yaitu meliputi nama-nama jenis ulirnya, nama-nama bagiannya, ukurannya, toleransinya dan peristilahan-peristilahannya sehingga hasilnya dapat digunakan sesuai peruntukannya.

- Bagian-bagian Ulir

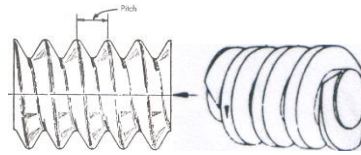
Pada Ulir terdapat beberapa bagian yang dengan peristilahan nama tertentu di antaranya, pada bagian lingkaran ulir terdapat gang (*pitch-P*) dan kisar (*lead-L*). Pengertian “gang” adalah jarak puncak ulir terdekat dan pengertian “kisar” adalah jarak puncak ulir dalam satu putaran penuh (Gambar 1.1). Bila dilihat dari jumlah ulirannya, jenis ulir dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu: ulir tunggal (*Single thread*) dan ulir ganda/majemuk (*Multiple thread*). Disebut ulir tunggal apabila dalam satu kali keliling benda kerja hanya terdapat satu alur ulir dan disebut ulir ganda/majemuk jika mempunyai lebih dari satu alur ulir dalam satu keliling lingkaran.



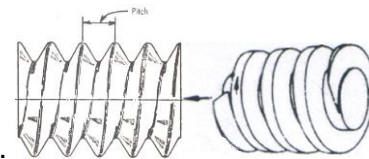
Gambar 1. 1 Ulir tunggal kanan

Bila dilihat dari arah ulirannya, jenis ulir dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu: ulir kanan (*right hand screw thread*) dan ulir kiri (*left hand screw thread*). Disebut ulir kanan apabila dilihat dari posisi tegak alur ulirannya

mendaki kekanan (Gambar 1.2), dan disebut ulir kiri apabila arah ulirannya mendaki kekiri (Gambar 1.3).

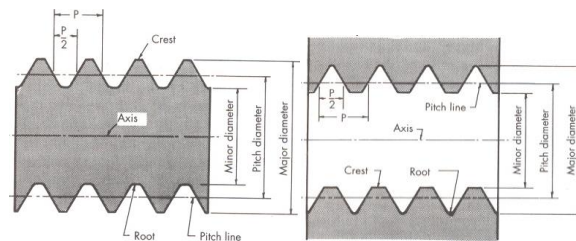


Gambar 1. 2 Ulir tunggal kanan dan arah uir

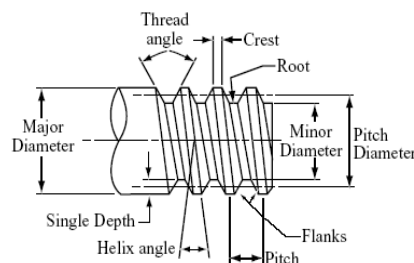


Gambar 1. 3 Ulir tunggal kiri dan arah ulir

Selain itu ulir juga memiliki standar nama ukuran yang baku, di antaranya diameter terbesar atau nomial (*mayor diameter*), diameter tusuk (*pitch diameter*) dan diameter terkecil atau diameter kaki (*minor diameter*). Nama ulir bagian luar dan ulir bagian dalam dapat dilihat pada (Gambar 1.4). Sedangkan mama-nama bagian ulir luar secara lengkap dapat dilihat pada (Gambar 1.5).



Gambar 1. 4 Nama-nama bagian ulir luar dan dalam



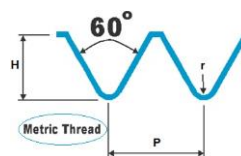
Gambar 1. 5 Nama-nama bagian ulir luar

- Standar Ulir Untuk Penggunaan Umum

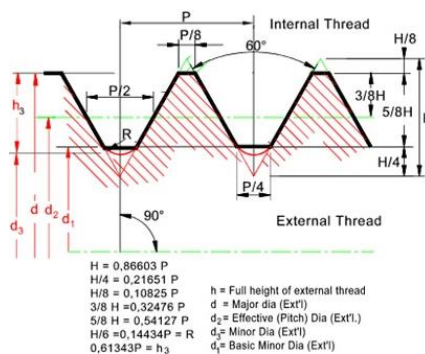
Dalam melakukan pembubutan ulir untuk penggunaan umum harus mengacu pada standar yang telah ditetapkan pada gambar kerja. Terdapat macam-macam standar ulir yang dapat dijadikan acuan, sehingga hasil penguliran sesuai dengan tuntutan pekerjaan. Macam-macam standar ulir untuk penggunaan umum di antaranya:

- a. Metrik V Thread Standard

Jenis ulir *metrik v thread standard* atau biasa disebut ulir segitiga metrik, adalah salah satu jenis ulir dengan satuan milimeter (mm) dengan total sudut ulir sebesar 60° (Gambar 1.6). Selain itu ulir segitiga metrik memiliki ke-dalaman ulir baut (luar) $0,61343P$ dengan radius pada dasar ulirnya $0,1 P$ dan kedalaman ulir murnya (dalam) $0,54127 P$ dengan radius pada dasar ulirnya $0,07 P$. (Gambar 1.7).



Gambar 1. 6 Sudut ulir metrik

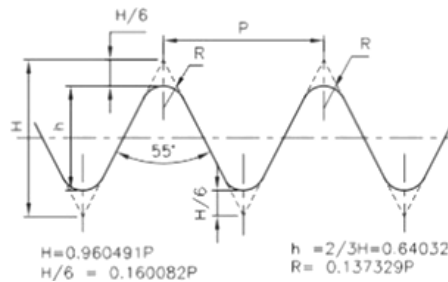


Gambar 1. 7 Kedalaman ulir standar metrik

Untuk operasional di lapangan, penulisan ulir metrik diberi lambang M yang disertai diameter nominal dan gang/kisar ulirnya. Misalnya M 12x1,75 artinya: standar ulir metrik dengan diameter nominal 12 mm dan gang/kisarnya 1,75 mm.

- b. British Standard Whitworth (BSW) Thread

Jenis ulir *British Standard Whitworth (BSW) Thread* atau biasa disebut ulir standar whitworth, adalah salah satu jenis ulir dengan satuan inci (1 inci= 25,4 mm) dengan total sudut ulir sebesar 55° , kedalaman ulir total $0,96 P$, kedalaman ulir riil $0,64$ dan pada dasar dan puncak ulirnya memiliki radius $0,137$ inci. (Gambar 1.8).



Gambar 1. 8 Dimensi ulir withworth

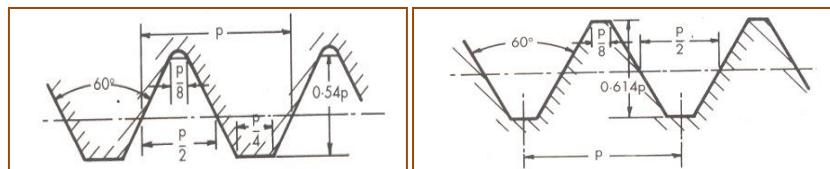
Untuk operasional di lapangan, penulisan ulir whitworth diberi lambang BSW atau W yang disertai diameter nominal dan gang/kisar ulirnya. Misalnya W $1/2 \times 14$ artinya: standar ulir whit worth dengan diameter nominal $1/2$ inci dan jumlah gang/kisarnya 14 sepanjang satu inci.

c. British Standard Fine Thread (BSF)

Jenis ulir *British standard Fine Thread (BSF)*, memiliki satuan dan profil yang sama dengan jenis ulir standar whit whorth yaitu memiliki total sudut ulir sebesar 55° , kedalaman ulir total $0,96 P$, kedalaman ulir riil $0,64$ dengan pada dasar dan puncak ulirnya $0,1$

d. Unified National Coarse Thread (UNC)

Jenis ulir *Unified National Coarse Thread (UNC)*, memiliki total sudut 60° dengan kedalaman ulir baut (luar) $0,614 P$ dan kedalaman ulir murnya (dalam) $0,54 P$ (Gambar 1.9).



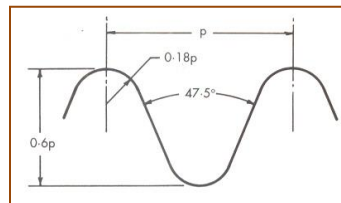
Gambar 1. 9 Dimensi ulir unified national coarse thread (UNC),

e. Unified National Fine Thread (UNF)

Jenis ulir *Unified National Fine Thread (UNC)* memiliki profil yang sama dengan Jenis ulir *Unified National Coarse Thread (UNC)*, perbedaannya kisar ulirnya lebih halus.

f. British Association Thread (BA)

Jenis ulir *British Association Thread (BA)* atau bisa disebut ulir bola, memiliki total sudut $47,5^\circ$ dengan kedalaman ulir $0,6 P$ dan radius pada ujung ulir memiliki radius $0,18 P$ (Gambar 2.10).



Gambar 1. 10 Dimensi ulir british association thread (BA)

2. Teknik Dasar Pembubutan Ulir Segitiga

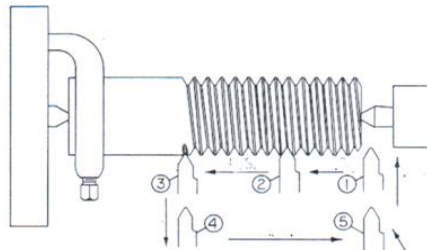
Pada proses pembubutan ulir segitiga selain harus mengikuti dan ketentuan sebagaimana pada proses pembubutan lainnya, ada beberapa teknik dasar lain yang harus dipahami sebelum melakukan pembubutan ulir. Beberapa teknik yang mendasari proses pembubutan ulir tersebut di antaranya:

a. Metoda Pemotongan Ulir Segitiga

Metoda Pemotongan ulir pada mesin bubut dapat dilakukan dengan tiga cara di antaranya:

- Pemotongan Tegak lurus terhadap sumbu (dengan eretan lintang)
Yang dimaksud pemotongan ulir dengan cara tegak lurus terhadap sumbu adalah, proses pembubutan ulir pemakanannya dilakukan dengan cara posisi pahat ulir maju terus tegak lurus terhadap sumbu sehingga pahat bubut mendapatkan beban yang lebih besar karena ketiga sisi mata sayat melakukan pemotongan bersama-sama (Gambar 1.11). Keuntungan cara pemotongan ulir seperti ini adalah, lebih cepat, halus dan mudah cara melakukannya. Sedangkan kekurangannya adalah, beban pahat lebih besar karena ketiga mata sayat pahat bubut serentak melakukan pemotongan dan pahat cepat panas sehingga

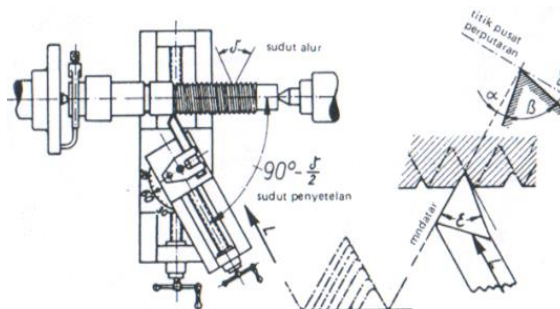
cenderung cepat rusak. Cara pemotongan seperti ini disarankan hanya digunakan untuk pemotongan ulir yang memiliki ukuran gang/kisar kecil.



Gambar 1. 11 Pembubutan ulir dengan cara tegak lurus

- Pemotongan Miring dengan menggeser eretan atas

Yang dimaksud pemotongan ulir miring dengan menggeser eretan atas adalah, proses pembubutan ulir pemakanannya dilakukan dengan cara pahat dimiringkan sebesar setengah sudut ulir dengan memiringkan kedudukan pada eretan atas (Gambar 1.12). Keuntungan cara pemotongan ulir seperti ini adalah, beban pahat lebih ringan dan tidak cepat panas. Sedangkan kekurangannya adalah prosesnya lebih lama dan hasil lebih kasar. Cara pemotongan seperti ini disarankan hanya digunakan untuk pemotongan ulir yang memiliki ukuran gang/kisar sedang.



Gambar 1. 12 Pembubutan ulir dengan cara memiringkan eretan atas

- Pemotongan Zig-zag

Yang dimaksud pemotongan ulir dengan cara zig-zag adalah, proses pembubutan ulir dilakukan dengan cara pemakanan bervariasi yaitu pemakanan sampai pada kedalaman ulir tidak hanya tegak lurus

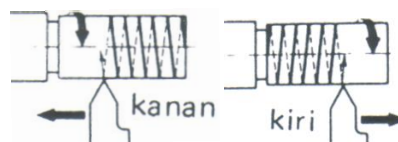
menggunakan eretan lintang saja, melainkan pemakanan divariasi dengan menggeser eretan atas sebagai dudukan pahat ulir arah kekanan atau kekiri. (Gambar 1.13). Keuntungan cara pemotongan ulir seperti ini adalah hasil pembubutan dan beban pahat ringan. Sedangkan kekurangannya adalah prosesnya lebih lama dan prosesnya memerlukan ketrampilan khusus. Cara pemotongan seperti ini disarankan hanya digunakan untuk pemotongan ulir yang memiliki ukuran gang/kisar besar.



Gambar 1. 13 Metoda pemotongan ulir dengan cara zig-zag

b. Pemotongan Ulir Kiri dan Kanan

Arah pemotongan ulir tergantung dari jenis ulirnya yaitu ulir kiri atau kanan. Apabila jenis ulirnya kanan, arah pemotongan ulirnya dimulai start dari posisi ujung benda kerja bagian kanan, dan untuk ulir kiri, arah pemotongan ulirnya dimulai start dari posisi ujung benda kerja bagian kiri (Gambar 1.14).

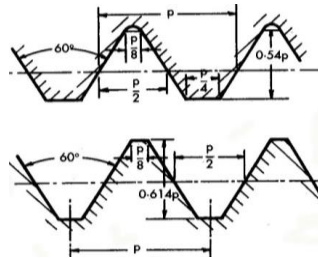


Gambar 1. 14 Arah pemotongan ulir kanan dan kiri

c. Kedalaman Pemotongan Ulir

Untuk mendapatkan kedalaman ulir yang standar pada proses pembubutan ulir segitiga, perlu memiliki acuan yang standar agar prosesnya efisien dan hasilnya dapat memenuhi sesuai tuntutan pekerjaan. Dari uraian materi sebelumnya telah dijelaskan bahwa, kedalaman ulir segitiga jenis metris untuk baud (ulir luar) kedalamannya sebesar “0,61 mm x Kisar”, dan untuk murnya (ulir dalam) kedalamannya sebesar “0,54 mm x Kisar”. (Gambar 1.15). Ketentuan lain sebelum melakukan pemotongan ulir

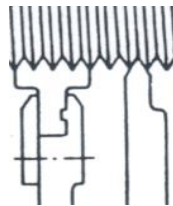
adalah, dengan mengurangi diameter nominal ulir sebesar $1/10 \cdot K$ atau $d_{ulir} = D_{nominal} - (1/10 \cdot K)$.



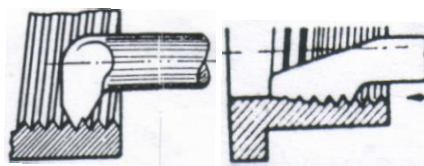
Gambar 1. 15 Kedalaman pemotongan ulir metris

d. Proses Pemotongan Ulir Segitiga

Proses pemotongan ulir segitiga pada mesin bubut dapat menggunakan dua jenis pahat ulir yaitu pahat ulir mata potong tunggal atau majemuk. Pemotongan ulir luar (baut) dengan pahat mata potong satu dan majemuk dapat dilihat pada (Gambar 1.16) dan pemotongan ulir dalam (mur) dengan pahat mata potong satu dan majemuk dapat dilihat pada (Gambar 1.17).



Gambar 1. 16 Pemotongan ulir luar dengan pahat mata potong satu & majemuk



Gambar 1. 17 Pemotongan ulir dalam dengan pahat mata potong satu & majemuk

- Langkah-langkah Pembubutan Ulir Segitiga

Langkah-langkah dalam melaksanakan pembubutan ulir segitiga adalah sebagai berikut:

- 1) Persiapan Mesin

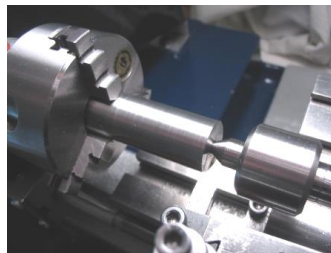
Persiapan mesin sebelum melaksanakan pembubutan ulir di antaranya:

- Cek kondisi mesin dan yakinkan bahwa mesin siap digunakan

- Aktifkan sumber listrik dari posisi OF ke arah ON
- Tetapkan besarnya putaran mesin dan arah pemakananan
- Persiapkan susunan roda gigi dalam kotak gigi (*gear box*) dan atur handel-handelnya sesuai dengan jenis dan kisar ulir/gang yang akan dibuat berdasarkan tabel yang tersedia pada mesin.

2) Pelaksanaan Pembubutan Ulir Segitiga

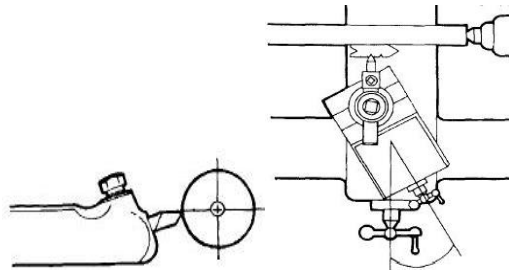
- Siapkan benda kerja, poros atau lubang dengan diameter yang sesuai/ diinginkan untuk dibuat ulir dan cekam benda kerja dengan kuat
- Topang/tahan ujung benda kerja dengan senter putar apabila benda kerja yang akan diulir berukuran yang panjang.



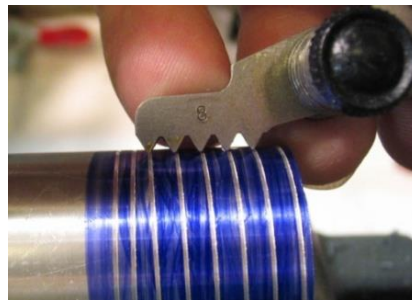
- Laksanakan pembubutan benda kerja yang akan diulir sampai mencapai diameter nominal ulirnya (d_{ulir}), dengan menggunakan rumus $d_{ulir} = D_{nominal} - (1/10 K)$



- Apabila benda kerja sudah siap dilakukan penguliran, lanjutkan per-siapan pembubutan ulir dengandiawali menyetel ketinggian pahat ulir dan sudut eretan atas pada posisi sesuai ketentuan.



- Laksanakan pembubutan ulir dengan kedalaman pemakanan diper-kirakan tidak terlalu besar.
- Lakukan pengecekan kisar ulir dengan mal kisar ulir sebelum dilanjut-kan penguliran, dan jika kisar ulir sudah sesuai pembubutan ulir dapat dilanjutkan hingga selesai.



- Pada pembubutan ulir yang tidak menggunakan loceng ulir, pada saat mengembalikan pahat pada posisi semula diperbolehkan dengan kecepatan putar yang lebih tinggi. Hal ini dilakukan agar supaya prosesnya lebih cepat.
- Untuk pembubutan ulir dengan loceng ulir, pada saat mengembalikan pahat ke ujung benda, tuas mur belah boleh dibuka apabila ulir transportir dengan ulir yang sedang dibuat satu sistem ukuran, misalnya sama-sama metris atau inci dan kisar poros transportir merupakan kelipatan bulat dari kisar ulir yang sedang dibuat.
- Apabila pemakanan kedalaman ulir sudah sesuai perhitungan, sebelum dilepas ckeck atau coba dulu dengan mal ulir (*thead gauge*)



- Apabila pengepasan ulir sudah standar sesuai ketentuan, benda kerja baru boleh dilepas dari pencekamnya.

3. Pengeboran Pada Mesin Bubut

Pengeboran (*drilling*) pada mesin bubut adalah pembuatan lubang dengan alat potong mata bor. Proses pengeboran pada mesin bubut, pada umumnya dilakukan untuk pekerjaan lanjutan di antaranya akan dilanjutkan untuk diproses: pengetapan, pembesaran lubang (*borring*), rimer, ulir dalam dll. Masing-masing proses tersebut memiliki ketentuan sendiri dalam menetapkan diameter lubang bornya, maka dari itu dalam menentukan diameter bor yang akan digunakan untuk proses pengeboran pada mesin bubut harus mempertimbangkan beberapa kepentingan di atas.



Gambar 1. 18 Proses pengeboran pada mesin bubut

- Persyaratan Pengeboran Pada Mesin Bubut

Untuk menghindari terjadinya mata bor patah dan pembesaran lubang pada proses pengeboran di mesin bubut, ada beberapa persyaratan teknis yang harus dilakukan sebelum melakukan pengeboran yaitu pada prinsipnya hampir sama dengan persayarantan pada saat melakukan pembubutan permukaan dan membuat lubang senter bor di antaranya:

- Penonjolan benda kerjanya tidak boleh terlalu panjang, dan untuk benda kerja yang berukuran panjang harus ditahan dengan penahan benda kerja (*steady rest*).

- Senter kepala lepas harus disetting kelurusannya/kesepusatannya terlebih dahulu dengan sumbu senter spindel mesin yang berfungsi sebagai dudukan atau pemegang benda kerja.
- Permukaan benda kerja sebelum dibuat lubang bor harus dibuat lubang pengarah dengan bor senter
- Selain besarnya putaran mesin harus sesuai dengan perhitungan, arah putarannya tidak boleh terbalik (putaran mesin harus berlawanan arah jarum jam)
- Langkah-langkah Pengeboran Pada Mesin Bubut

Untuk mendapatkan hasil pengeboran sesuai dengan tuntutan pekerjaan, langkah-langkah pengeboran pada mesin bubut adalah sebagai berikut:

1) Persiapan Mesin Untuk Pengeboran

Persiapan mesin bubut sebelum melaksanakan pengeboran di antaranya:

- Cek kondisi mesin dan yakinkan bahwa mesin siap digunakan untuk melakukan pengeboran
- Aktifkan sumber listrik dari posisi OF ke arah ON
- Hitung putaran mesin sesuai dengan jenis bahan benda kerja dan diameter mata bor yang digunakan
- Atur handel-handel mesin bubut, untuk mengatur besarnya putaran mesin dan arah putarannya (putaran berlawanan arah jarum jam).

2) Pelaksanaan Pengeboran

- Siapkan benda kerja yang akan dilakukan pengeboran dan cekam benda kerja dengan kuat. Untuk benda kerja yang berukuran pendek, pema-sangan benda kerjanya diusahakan tidak terlalu menonjol keluar dari mulut rahang mesin bubut agar tidak bergetar.



- Topang/tahan ujung benda kerja pada ujungnya dengan penahan benda kerja (*steady rest*) apabila benda kerja yang akan dilakukan pengeboran berukuran relatif panjang.



- Ratakan permukaan ujung benda kerja sebelum membuat lubang senter bor.



- Laksanakan pembubutan lubang senter bor dengan besar putaran mesin sesuai perhitungan, dengan beracuan diameter terkecil bor senter yang digunakan acuan perhitungan. Hati-hati dalam melakukan pembubutan lubang senter, karena bor senter rawan patah apabila terkena beban kejut dan beban berat.



- Laksanakan pengeboran dengan kedalaman mengacu pada skala nonius kepala lepas hingga selesai, dan jangan lupa gunakan air pendingin agar mata bor tidak cepat tumpul.



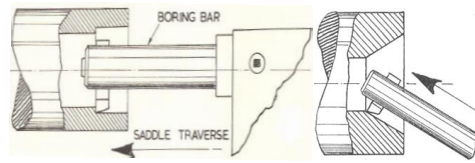
- Jika sudah selesai melakukan pengeboran, sebelum benda kerja dilepas lakukan pengukuran kedalamannya, dan jika sudah yakin bahwa kedalaman pengeboran sudah sesuai dengan tuntutan pekerjaan benda kerja boleh dilepas dari pencekamnya.
- Teknik Pembubutan Diameter Dalam (Boring)

Pembubutan diameter dalam atau juga disebut pembubutan dalam adalah proses memperbesar diameter lubang sebuah benda kerja pada mesin bubut yang sebelumnya dilakukan proses pengeboran. Jadi pembubutan dalam hanya bersifat perluasan lubang atau membentuk bagian dalam benda kerja (Gambar 1.19) .



Gambar 1. 19 Proses pembubutan diameter dalam

Pembubutan diameter dalam dapat dilakukan untuk menghasilkan diameter dalam yang lurus dan tirus (Gambar. 1.20). Untuk diameter yang lurus, pemo-tongannya dapat dilakukan secara manual dan otomatis. Sedangkan untuk diameter yang tirus, hanya dapat dilakukan secara manual dengan menggeser eretan atas kecuali menggunakan perlengkapan tirus (*taper attachment*) baru dapat dilakukan pemotongan secara otomatis.



Gambar 1. 20 Proses pembubutan diameter dalam lurus dan tirus

4. Persyaratan Pembubutan Diameter Dalam (Boring)

Untuk menghindari terjadinya getaran pada proses pembubutan diameter dalam, ada beberapa persyaratan teknis yang harus dilakukan di antaranya:

- Pemasangan pahat bubut dalam harus kuat dan setinggi senter.
- Penonjolan benda kerjanya tidak boleh terlalu panjang, dan untuk benda kerja yang berukuran panjang harus ditahan dengan penahan benda kerja (*steady rest*).
- Sebelum dilakukan pembubutan lubang harus dilakukan pembuatan lubang awal terlebih dahulu
- Selain besarnya putaran mesin harus sesuai dengan perhitungan, arah putaran harus disesuaikan dengan posisi mata sayat pahat dalamnya

a. Langkah-langkah Pembubutan Diameter Dalam

Untuk mendapatkan hasil pembubutan dalam sesuai dengan tuntutan pekerjaan, langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

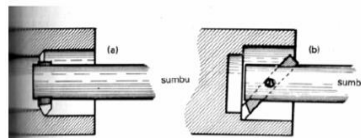
• Persiapan Mesin

Persiapan mesin sebelum melaksanakan pembubutan dalam di antaranya:

- Chek kondisi mesin dan yakinkan bahwa mesin siap digunakan untuk melakukan pembubutan diameter dalam
- Aktifkan sumber listrik dari posisi OF kearah ON
- Hitung putaran mesin sesuai dengan jenis bahan benda kerja dan diameter lubang yang akan dibuat
- Atur handel-handel mesin bubut untuk mengatur besarnya putaran mesin dan arah putarannya

• Pelaksanaan Pembubutan Diameter Dalam

- Siapkan benda kerja yang akan dilakukan pembubutan diameter dalam dan cekam benda kerja dengan kuat. Selanjutnya lakukan pengeboran dengan tahapan seperti yang telah dibahas pada materi sebelumnya.
- Pasang pahat bubut dalam, sesuai jenis lubang yang akan dikerjakan. Untuk lubang tembus gunakan pahat dalam yang berfungsi untuk memperbesar lubang tembus, dan untuk lubang tidak tembus gunakan pahat dalam yang berfungsi untuk memperbesar lubang tidak tembus



- Lakukan proses pembubutan diameter dalam dengan panjang pembu-butan kurang-lebih 3-5 mm, dengan tujuan untuk mengecek kedalaman pemakanan apakah sudah sesuai setting pahatnya. Selanjutnya hentikan mesin dan periksa diameternya pada tahap itu. Apabila diameter ukurannya lebih kecil dari yang dikehendaki, kedalaman pahat perlu ditambah. Apabila diameter ukurannya lebih besar dari yang dikehendaki, kedalaman pahat perlu dikurangi. Ulangi proses pembubutan berikutnya dengan kecepatan dan kedalaman sayat yang lebih kecil.



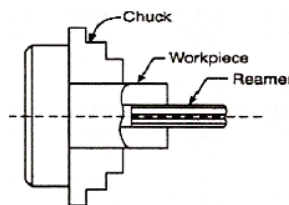
- Apabila sudah selesai melakukan pembubutan diameter dalam, sebelum benda kerja dilepas lakukan pengukuran diameternya, dan apabila sudah yakin bahwa ukuran diameter dalam dan kedalamannya sudah sesuai dengan tuntutan gambar kerja, benda kerja boleh dilepas dari pencekamnya.

- Teknik Merimer Pada Mesin Bubut

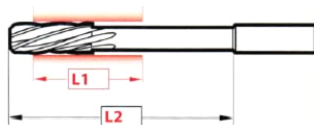
Merimer adalah proses memperhalus dan memperbesar lubang dengan toleransi dan suaian khusus sesuai tuntutan pekerjaan, yang prosesnya benda kerja sebelumnya dibuat lubang terlebih dahulu.

Pembuatan lubang sebelum dirimer, untuk diameter sampai dengan 10 mm dianjurkan diameternya dibuat lebih kecil dari diameter nominal rimer yaitu antara $0,15 \div 0,25$ mm dan untuk lubang diameter 10 mm keatas, dianjurkan diameternya dibuat lebih kecil dari diameter nominal rimer yaitu antara $0,25 \div 0,60$ mm. Tujuan dilakukan pengurangan diameterter sebelum dirimer adalah, agar hasilnya lebih maksimal dan beban pada rimer tidak terlalu berat sehingga memiliki umur lebih panjang.

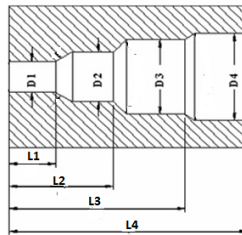
Untuk mendapatkan hasil lubang sesuai toleransi dan suaian yang diinginkan, garis sumbu rimer harus benar-benar sepusat dengan garis sumbu lubang yang akan direamer (Gambar 2.25). Untuk merimer lubang lurus yang tembus, sebaiknya kedalamannya dilebihkan kurang lebih $\frac{1}{3}$ dari mata sayatnya (Gambar 2.26), hal ini dilakukan agar lubang benar-benar lurus. Untuk mereamer lubang tirus, disarankan lubang yang akan direamer sebelumnya dibuat bertingkat terlebih dahulu dengan tujuan agar rimer tidak menerima beban yang berat.



Gambar 1. 21 Kesepusatan garis sumbu lubang dengan garis sumbu rimer



Gambar 1. 22 Posisi kedalaman pereameran lubang lurus



Gambar 1. 23 Pembuatan lubang bertingkat sebelum dirimer

Selain itu agar mendapatkan hasil yang maksimal (suaian dan kehalusan tercapai) dan reamer yang digunakan awet, pada saat meramer harus menggunakan putaran mesin yang sesuai dan selalu menggunakan air pendingin atau oli. Contoh pemasangan rimer tangkai tirus pada kepala lepas dan penggunaan pada mesin bubut, dapat dilihat pada.



Gambar 1. 24 Contoh pemasangan rimer tangkai tirus pada kepala lepas dan penggunaan pada mesin bubut

D. Aktivitas Pembelajaran

a. Mengamati

Teknik pembubutan pada benda kerja merupakan kegiatan yang dilakukan pada mesin bubut untuk membuat berbagai bentuk benda kerja melalui berbagai proses pembubutan.

Teknik pembubutan yang dapat dilakukan pada mesin bubut antara lain teknik pembubutan muka, lurus dan bertingkat, tirus, alur, bentuk/ profil, pemotongan, penguliran, pengeboran, dan pengkartelan.

- Lakukan kegiatan pembubutan dengan seksama pada mesin bubut standar dengan kelengkapannya, kemudian identifikasi kegiatan pembubutan tersebut. Gunakan format di bawah untuk melakukan kegiatan pengamatan.

No.	Kegiatan Pembubutan	Teknik pengoperasian pembubutan
1.		
2.		
3.		
...		

a. Menanya

Dari hasil kegiatan pembubutan yang telah dilakukan pada mesin bubut, apakah ada teknik pengoperasian yang masih belum dipahami?. Catat dan diskusikan segala sesuatu yang belum dipahami dengan teman. Buatlah identifikasi dari masalah yang belum dipahami.

Saudara dapat menggunakan bantuan format untuk identifikasi masalah menggunakan format berikut.

No.	Teknik Pengoperasian (yang belum dipahami)	Permasalahan yang masih belum terpecahkan
1.		
2.		
3.		
...		

b. Mengumpulkan Informasi

Kumpulkan informasi-informasi tentang permasalahan teknik pembuatan benda kerja pada mesin bubut. Informasi yang akan diperoleh berupa beberapa alternatif jawaban dari masalah-masalah yang telah diajukan sebagaimana identifikasi masalah. Informasi dikumpulkan dengan melalui diskusi, buku-buku referensi lainnya, pembuktian, atau melalui internet yang layak dipercaya. Saudara dapat menggunakan bantuan mengumpulkan informasi menggunakan format berikut.

No.	Uraian Identifikasi Masalah	Inventarisasi Informarmasi /Solusi
1		
2		
3		

c. Mengolah Informasi

Lakukan pengidentifikasian dari hasil pengumpulan informasi yang telah dilakukan sebagaimana pada kegiatan pembelajaran 3.6. sehingga akan dimunculkan hasil informasi yang paling cocok untuk menjawab permasalahan-permasalahan sebagaimana yang telah dimunculkan. Pengolahan informasi dilakukan dengan berdasarkan hasil diskusi, pencarian referensi, hasil uji coba praktik, atau informasi dari sumber internet yang layak dipercaya. Hasil olahan informasi sudah berbentuk simpulan-simpulan yang berisi tentang jawaban dari permasalahan. Pada tahap ini, seluruh tujuan pembelajaran yang dicanangkan sudah diperoleh sesuai dengan tingkatan /gradasi pengetahuan, dan keterampilan. Sedangkan sikap yang terbentuk secara tidak langsung akibat kegiatan yang dilakukan selama proses pembelajaran diharapkan juga telah terhabituasi pada peserta.

d. Mengkomunikasikan

Demonstrasikan /presentasikan dari hasil yang telah diperoleh selama kegiatan pembelajaran dihadapan instruktur /widyaiswara. Buatlah laporan secara tertulis, serta bahan presentasi yang dapat disampaikan kepada instruktur /widyaiswara. Isi dari laporan adalah menjawab seluruh tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan sebelumnya, sekaligus menjelaskan tentang permasalahan dan solusi dari materi yang telah dibahas. Dalam laporan, minimal terdiri atas tiga Bab, yaitu: Bab I. Pendahuluan, Bab II. Pembahasan, dan Bab III. Kesimpulan.

Khusus untuk demonstrasi sebagai bentuk mengkomunikasikan, dilakukan di hadapan instruktur /widyaiswara untuk melakukan praktik pembuatan benda kerja pada mesin bubut berikut penggunaan perlengkapannya.

LEMBAR KERJA PRAKTEK : PEMESINAN BUBUT

LEMBAR KERJA PRAKTEK 1.1:

Latihan Membubut Rata dan Bertingkat

1. Peralatan:

- a) Mesin bubut dan perlengkapannya
- b) Pahat bubut rata
- c) Mistar sorong
- d) Kikir halus

2. Bahan:

Baja lunak MS \varnothing 1" x 105 mm

3. Keselamatan Kerja

- Periksa alat-alat sebelum digunakan
- Simpan peralatan pada tempat yang aman dan rapih selama dan sesudah digunakan
- Gunakan alat-alat keselamatan kerja pada sat praktikum
- Operasikan mesin sesuai SOP
- Pelajari gambar kerja, sbelum melaksanakan praktikum
- Laksanakan pengecekan ukuran secara berulang sebelum benda kerja dinilai

LEMBAR KERJA PRAKTEK 1.2 :

Latihan Membubut Ulir dan Membubut Dalam

1. Peralatan:

- a. Mesin bubut dan perlengkapannya
- b. Pahat bubut rata, alur, champer dan ulir
- c. Bor diameter 20
- d. Mistar sorong
- e. Bor diameter 14

2. Bahan:

Baja lunak MS \varnothing 1" x 105 mm

3. Keselamatan Kerja

- a. Periksa alat-alat sebelum digunakan
- b. Simpan peralatan pada tempat yang aman dan rapih selama dan sesudah digunakan
- c. Gunakan alat-alat keselamatan kerja pada sat praktikum
- d. Operasikan mesin sesuai SOP
- e. Pelajari gambar kerja, sbelum melaksanakan praktikum
- f. Laksanakan pengecekan ukuran secara berulang sebelum benda kerja dinilai

Technical drawing of a mechanical part, likely a coupling or flange, showing a cross-section. The drawing includes dimensions: overall width 100, central hole diameter 26, and various fillet radii (R1.5, R20, R10, R30, R47). Surface finish tolerances are specified: HALUS (±0.05), SEDANG (±0.1), and KASAR (±0.2 to ±2). The drawing is labeled "Kartel P 1,5" and "D".

UKURAN NOMINAL	0,5 S.D 3	DIATAS 3 S.D 6	DIATAS 6 S.D 30	DIATAS 30 S.D 120	DIATAS 120 S.D 315	DIATAS 315 S.D 1000
TOLERANSI YANG DIIZINKAN	HALUS ± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3
	SEDANG ± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8
	KASAR	± 0,2	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2

1	Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Langutan BU.3
I	II	III	Perubahan			Keterangan
			LATIHAN MENGULIR	Skala	Penganti dari Digantri dengan	
					Diperiksa	12.11.13
					Dilihat	12.11.13
					Disetujui	12.11.13
			PPPPTK BMTI BANDUNG			

Lembar Penilaian Proses :

Tahapan	Uraian Kegiatan	Hasil Penilaian		Keterangan
		Ya	Tidak	
Persiapan	Memahami SOP			
	Menyiapkan alat keselamatan kerja			
	Menyiapkan gambar kerja			
	Menyiapkan mesin dan kelengkapannya			
	Menyiapkan alat potong sesuai kebutuhan kerja			
	Mengkondisikan lingkungan kerja			
Proses	Menerapkan SOP			
	Menerapkan prinsip-prinsip K3			
	Membaca dan memahami gambar kerja			
	Menyimpan perlengkapan mesin sesuai SOP			
	Menyimpan alat potong sesuai SOP			
	Menyimpan alat ukur sesuai SOP			
	Memasang dan menggunakan perlengkapan mesin sesuai SOP			
	Menggunakan alat potong sesuai SOP			
	Menggunakan alat ukur sesuai SOP			
	Menggunakan putaran mesin sesuai SOP			
	Menggunakan feding mesin sesuai SOP			
	Mengopersikan mesin sesuai SOP			
Akhir Kegiatan	Membersihkan dan merawat alat ukur			
	Membersihkan mesin dan perlengkapannya			
	Membersihkan merawat alat potong			
	Membersih lingkungan kerja dan sekitarnya			
	Memberi pelumas pada bagian mesin sesuai SOP			
PESERTA:		WIDYAIWARA:		
Nama:		Nama:		
Tanda Tangan:		Tanda Tangan:		

Lembar Penilaian Produk :

LEMBAR PENILAIAN MEMBUBUT RATA DAN BERTINGKAT			Kode:					
			Mulai tgl:					
			Waktu	Dicapai:				
				Standard:				
SUB KOMPONEN	Maks	Yang dicapai	<p align="center">Keterangan</p>					
UKURAN:								
Ø 20	4							
Ø 26	14							
Ø 23,5	12							
Ø 26	10							
Panjang 45	12							
Panjang 35	12							
Panjang 16	14							
Panjang 3	8							
Champer 1,5x45°	4							
Sub total	90							
TAMPILAN:								
Kehalusan permukaan bor N7 (4 bidang)	8							
Penyelesaian/finising	2							
Sub total	10							
TOTAL	100					Nilai hasil persentase:	Nilai akhir:	
PESERTA:						WIDYAIKWARA:		
Nama:						Nama:		
Tanda Tangan:						Tanda Tangan:		

E. Latihan

Soal Uraian

1. Jelaskan dengan singkat bagian-bagian ulir secara umum
2. Ada beberapa standar ulir, sebutkan dan jelaskan dimensinya
3. Metoda pemotongan ulir ada tiga cara, sebutkan dan jelaskan cara pembuatannya
4. Jelaskan pengertian lambang ulir M 12x1,75.
5. Jelaskan pengertian lambang ulir W 15/8x16.
6. Bila dilihat dari bentuknya, jenis ulir ada beberapa macam. Sebutkan minimal empat buah.
7. Sebutkan minimal empat buah standar ulir.
8. Metode pemotongan ulir ada tiga, sebutkan dan jelaskan!.
9. Bila diketahui jenis ulir M10x1,5. Berapa besar kedalaman penguliran pada saat pembuatan ulir luar/baut?.
10. Bila diketahui jenis ulir M12x1,75. Berapa besar kedalaman penguliran pada saat pembuatan ulir dalam/mur?.
11. Jelaskan dengan singkat cara pembubutan diameter dalam
12. Jelaskan dengan singkat cara merimer pada mesin bubut!.

Soal Pilihan Ganda

1. Standar kode penulisan ulir sudah distandarkan secara internasional. Jika pada sebuah gambar ulir tertulis W 5/8x11 pengertian adalah
 - A. Jenis ulir whitworth, diameter dasar ulir 5/8 inchi dan jumlah gangnya 11 buah sepanjang satu inchi
 - B. Jenis ulir whitworth, diameter nominal ulir 5/8 inchi dan jumlah gangnya 11 buah sepanjang satu inchi
 - C. Jenis ulir whitworth, diameter nominal ulir 5/8 mm dan jumlah kisarnya 11 buah sepanjang satu inchi
 - D. Jenis ulir whitworth, diameter tusuk ulir 5/8 inchi dan jumlah gangnya 11 buah sepanjang satu inchi
2. Standar kode penulisan ulir sudah distandarkan secara internasional. Jika pada sebuah gambar ulir tertulis M 16x2, pengertian adalah

- A. Jenis ulir metrik, diameter nominal ulir 16 dan kedalaman ulir 2 mm
 - B. Jenis ulir metrik, diameter tusuk ulir 16 dan kisarnya 2 mm
 - C. Jenis ulir metrik, diameter dasar ulir 16 dan kisarnya 2 mm
 - D. Jenis ulir metrik, diameter nominal ulir 16 dan kisarnya 2 mm
3. Standar kode penulisan ulir sudah distandarkan secara internasional. Jika pada sebuah gambar ulir tertulis M 12x1,75, adalah
- A. Jenis ulir metrik, diameter nominal ulir 12 dan kisarnya 1,75 mm
 - B. Jenis ulir metrik, diameter tusuk ulir 12 dan kisarnya 1,75 mm
 - C. Jenis ulir metrik, diameter dasar ulir 12 dan kisarnya 1,75 mm
 - D. Jenis ulir metrik, diameter nominal ulir 12 dan kedalaman ulir 1,75 mm
4. Membubut ulir luar (baut) M 10x1,5; maka kedalaman ulirnya (h) adalah sebesar
- A. $h = 0,81$ mm
 - B. $h = 0,85$ mm
 - C. $h = 0,91$ mm
 - D. $h = 0,75$ mm
5. Membubut ulir luar (baut) M 16x2; maka kedalaman ulirnya (h) adalah sebesar
- A. $h = 1,22$ mm
 - B. $h = 1,12$ mm
 - C. $h = 1,08$ mm
 - D. $h = 1,00$ mm
6. Membubut ulir luar (baut) M 20x3; maka kedalaman ulirnya (h) adalah sebesar
- A. $h = 1,50$ mm
 - B. $h = 1,83$ mm
 - C. $h = 1,73$ mm
 - D. $h = 1,98$ mm
7. Membubut ulir dalam (mur) M 10x1,5, maka kedalaman ulirnya (h) adalah sebesar....
- A. $h = 0,91$ mm

- B. $h = 0,75 \text{ mm}$
C. $h = 0,88 \text{ mm}$
D. $h = 0,81 \text{ mm}$
8. Membubut ulir dalam (mur) M 16x2, maka kedalaman ulirnya (h) adalah sebesar....
A. $h = 1,12 \text{ mm}$
B. $h = 1,00 \text{ mm}$
C. $h = 1,08 \text{ mm}$
D. $h = 1,22 \text{ mm}$
9. Membubut ulir dalam (mur) M 20x3, maka kedalaman ulirnya (h) adalah sebesar....
A. $h = 1,62 \text{ mm}$
B. $h = 1,50 \text{ mm}$
C. $h = 1,66 \text{ mm}$
D. $h = 1,72 \text{ mm}$
10. Yang termasuk salah satu jenis standar ulir untuk penggunaan transmisi berat dan gerak adalah...
A. Square Thread Form
B. Unified National Fine Thread (UNC)
C. British Association Thread (BA)
D. Unified National Coarse Thread (UNC)

F. Rangkuman

Teknik Pembubutan Ulir:

- Mesin bubut standar didesain tidak hanya untuk membuat ulir saja, sehingga untuk melakukan pembubutan ulir memerlukan waktu yang relatif lama, hasilnya kurang presisi dan banyak teknik-teknik yang harus dipahami sebelum melakukan pembubutan ulir.

- Bagian-bagian Ulir

Pada ulir terdapat beberapa bagian dengan peristilahan nama tertentu di antaranya, pada bagian lingkaran ulir terdapat gang (*pitch-P*) dan kisar (*lead-L*). Pengertian “gang” adalah jarak puncak ulir terdekat dan pengertian “kisar” adalah jarak puncak ulir dalam satu putaran penuh. Bila dilihat dari jumlah ulirnya, jenis ulir dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu: ulir tunggal (*Single thread*) dan ulir ganda/majemuk (*Multiple thread*).

Jika dilihat dari arah ulirnya, jenis ulir dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu: ulir kanan (*right hand screw thread*) dan ulir kiri (*left hand screw thread*).

Selain itu ulir juga memiliki standar nama ukuran yang baku, di antaranya diameter terbesar atau nominal (*major diameter*), diameter tusuk (*pitch diameter*) dan diameter terkecil atau diameter kaki (*minor diameter*).

- Teknik Dasar Pembubutan Ulir Segitiga

- Metoda Pemotongan Ulir Segitiga:
 - ✓ Pemotongan Tegak lurus terhadap sumbu (dengan eretan lintang)
 - ✓ Pemotongan Miring dengan menggeser eretan atas.
 - ✓ Pemotongan Zig-zag.

- Kedalaman Pemotongan Ulir

Kedalaman ulir segitiga jenis metris untuk baud (ulir luar) kedalamannya sebesar “0,61 mm x Kisar”, dan untuk murnya (ulir dalam) kedalamannya sebesar “0,54 mm x Kisar”. Ketentuan lain sebelum melakukan pemotongan ulir adalah, dengan mengurangi diameter nominal ulir sebesar $1/10 \cdot K$ atau d_{ulir} = D_{nominal} - (1/10 K).

- **Pengeboran Pada Mesin Bubut**

Untuk menghindari terjadinya mata bor patah dan pembesaran lubang pada proses pengeboran di mesin bubut, ada beberapa persyaratan teknis yang harus di antara-nya:

- Penonjolan benda kerjanya tidak boleh terlalu panjang.
- Senter kepala lepas harus disetting kelurusannya/kesepusatannya terlebih dahulu.
- Permukaan benda kerja sebelum dibuat lubang bor harus dibuat lubang pengarah dengan bor senter.
- Selain besarnya putaran mesin harus sesuai dengan perhitungan, arah putarannya tidak boleh terbalik (putaran mesin harus berlawanan arah jarum jam).

- **Teknik Pembubutan Diameter Dalam (Boring)**

Pembubutan diameter dalam dapat dilakukan untuk menghasilkan diameter dalam yang lurus dan tirus.

Teknik Merimer Pada Mesin Bubut:

- Merimer adalah proses memperhalus dan memperbesar lubang dengan toleransi dan suaian khusus sesuai tuntutan pekerjaan, yang prosesnya benda kerja sebelumnya dibuat lubang terlebih dahulu.

G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Pada Kegiatan Belajar 2 (dua) ini materi yang dipelajari adalah bagian-bagian ulir, Teknik dasar pembubutan ulir segitiga, pengeboran pada mesin bubut dan teknik merimer pada mesin bubut. Rencana pembelajaran untuk kegiatan belajar ini adalah dengan melalui penguasaan materi dengan membaca materi bacaan dan melakukan latihan dengan mengerjakan lembar kerja berupa teori dan praktek. Selanjutnya peserta disarankan untuk mempelajari materi teknik pengefraisan untuk membuat gigi rack.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 (KB-2) : GAMBAR RAKITAN 2D DENGAN CAD

A. Tujuan

Setelah melaksanakan kegiatan belajar ini, peserta diharapkan mampu:

1. Menyajikan gambar kerja komponen part assembly
2. Menyajikan part list komponen pada gambar kerja

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menganalisis konsep gambar part assembly (gambar bagian rakitan)
2. Menganalisis konsep gambar assembly (gambar rakitan)
3. Menyajikan gambar komponen part assembly
4. Menyajikan gambar assembly
5. Menganalisis fungsi perintah pembuatan part list
6. Membuat Part list

C. Uraian Materi

Suatu desain dalam bidang manufaktur terdiri dari beberapa komponen alat atau part. Biasanya komponen tersebut harus dirakit/assembly dengan tingkat suaian tertentu sehingga rakitan komponen tersebut dapat bekerja sesuai dengan semestinya. Ketika kita membuat gambar kerja suatu desain komponen, kita harus memberikan ukuran beserta nilai suaianya untuk masing-masing komponen part tersebut dan harus diperlihatkan juga ada berapa komponen yang akan dirakit menjadi satu sub-bagian atau bagian dari mesin/alat. Gambar yang terdiri dari satu komponen saja disebut gambar detail. Pada gambar tersebut diperlihatkan satu atau dua pandangan proyeksi dari objek gambar, ukuran dan jika dimungkinkan disajikan juga gambar potongan dari objek yang digambar serta gambar isometrinya. Contoh dari sebuah gambar detail adalah seperti gambar berikut.

dijelaskan dengan satu tampilan, maka hanya satu tampilan yang perlu ditampilkan. Pandangan perakitan dalam bentuk potongan sangat berguna jika terdapat beberapa bagian yang terdapat didalam atau tersembunyi dari pandangan.

Satu set gambar kerja terdiri dari gambar rinci untuk setiap bagian yang harus diproduksi dan gambar perakitan cukup untuk menjelaskan bagaimana bagian-bagian yang dirakit.

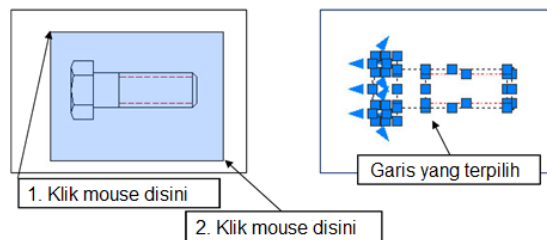
Gambar Detail

Langkah pertama dalam membuat satu set gambar kerja adalah dengan membuat gambar detail untuk masing-masing komponen. Pada gambar detail ini biasanya diperlihatkan pandangan depan dan dimungkinkan juga diperlihatkan pandangan yang lain (atas, samping kanan dan samping kiri) jika diperlukan untuk memperjelas bentuk geometri dan membaca ukuran dari gambar tersebut. Gambar potongan dan gambar isometrik dapat juga ditambahkan jika geometri dari objek yang digambar tidak mudah dimengerti dengan hanya menggunakan gambar orthogonal. Pemberian ukuran yang lengkap dan jelas harus dimasukkan kedalam gambar detail agar komponen dapat dirakit dengan benar. *Title block* pada gambar harus berisi nama dari part dan ini harus sama dengan nama yang digunakan dalam *Bill of Materials*.

Setelah gambar detail untuk semua part dibuat, barulah kita dapat membuat gambar rakitannya. Gambar rakitan dibuat dengan menggabungkan semua gambar komponen yang dengan memilih salah satu pandangan dari semua gambar detail komponen. Proses untuk menggabungkan gambar beberapa komponen menjadi gambar rakita sangatlah sederhana, adapun caranya adalah sebagai berikut.

1. Langkah pertama yang dilakukan adalah membuka new file dengan memilih template Standard_A4 drawing sheet. Jangan lupa untuk menggunakan save as untuk menyimpan sekaligus merubah nama file. Disarankan untuk menambahkan keterangan *assembly* diakhir nama file seperti "..._assy" dengan tujuan untuk membedakan bahwa gambar tersebut adalah gambar rakitan bukan gambar detail.

2. Bukalah gambar detail untuk memilih dan mengambil salah satu pandangan dari gambar komponen tersebut yang akan dimasukkan kedalam gambar assembly.
3. Matikan seluruh layer yang tidak diperlukan agar memudahkan untuk menyalin. Garis ukuran tidak diperlihatkan dalam gambar assembly sehingga layer ukuran lebih baik dimatikan juga.
4. Pilih pandangan yang sesuai untuk disalin ke gambar assembly dengan memblok gambar dengan menggunakan mouse. Klik mouse disebelah kiri atas lalu gerakan sampai ke bagian kanan bawah gambar lalu klik lagi.

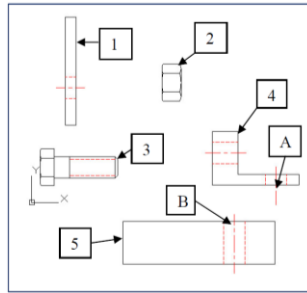


Gambar 2. 3 Menyalin gambar komponen

5. Tekan dan tahan tombol CTRL lalu tekan C (CTR+C), untuk menyalin gambar yang sudah terpilih. Gunakan selalu langkah ini untuk memudahkan dalam menyalin setiap gambar yang kita pilih.
6. Selanjutnya kita pindah dari layar gambar detail ke layar gambar assembly (dua file yang berbeda)
7. Tekan dan tahan tombol CTRL lalu tekan V (CTRL+V) untuk menempati hasil gambar yang tadi dicopy pada layar assembly. Aturlah penempatan gambar pada layar assembly.
8. Ulangi kembali langkah pada poin 7 untuk seluruh komponen yang akan diassembley.

Membangun Gambar Assembly

Setelah semua komponen dipindahkan ke file gambar assembly, kita akan menyusun gambar-gambar tersebut sesuai dengan arah bidang pandangannya dengan benar.



Gambar 2. 4 Gambar komponen yang akan diassemble

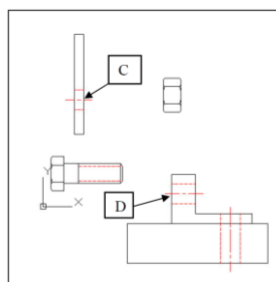
Kita dapat memulai menggabungkan komponen-komponen tersebut dari komponen nomor 4 dan 5. Gunakan perintah MOVE untuk memindahkan poin A dan B pada satu titik yang sama. Poin A terletak pada titik pertemuan antara garis senter dengan bagian bawah komponen 4 dan poin B terletak pada titik pertemuan garis senter dengan bagian atas komponen 5.

Berikut penjelasan perintah menggunakan *command prompt*:

MOVE

Select objects: w	{Part 4 dipilih dengan fasilitas window}
Specify first corner:	{klik bagian atas kiri part 4}
Specify opposite corner:	{klik bagian bawah kanan part 4 4}
Select objects:	{tekan enter }
Specify base point	{klik pada titik A}
Specify second point	{klik pada titik B}

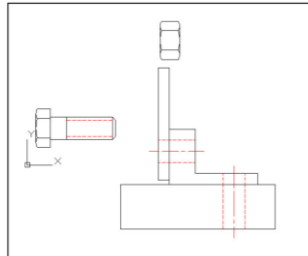
Hasil dari menggabungkan komponen 4 dan 5 dapat dilihat dalam gambar di bawah ini.



Gambar 2. 5 Hasil penggabungan komponen 4 dan 5

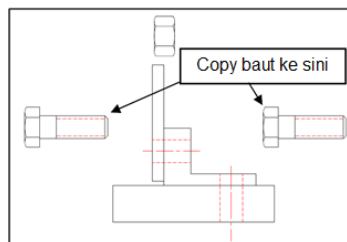
Selanjutnya kita akan menggabungkan poin C dan D sehingga menjadi satu garis sumbu. Poin C terletak pada pertemuan garis senter dengan bagian samping

kanan komponen 1. Poin D terletak pada pertemuan garis senter dengan bagian kiri komponen 4 seperti yang terlihat pada Gambar 4.5. gunakan kembali perintah MOVE untuk memindahkan komponen 1 ke komponen 4.



Gambar 2. 6 Penggabungan komponen 1 dan 4

Selanjutnya, buatlah salinan (copy) dari komponen baut lalu tempatkan di sebelah lubang vertical. Lakukan salinan (copy) baut dengan perintah COPY seperti terlihat dalam gambar di bawah ini.



Gambar 2. 7 Menyalin baut dengan perintah copy

COPY

- | | |
|---|---|
| Select objects: W | {pilih baut dengan window} |
| Specify first corner: | {klik bagian kiri atas baut} |
| Specify opposite corner: | {klik bagian kanan bawah baut} |
| Specify base point: | {pilih satu titik pada baut } |
| Specify second point | {pilih satu titik untuk menempatkan salinan baut} |
| Specify second point or [Exit/Undo] <Exit>: | {tekan <i>enter</i> } |

Baut yang telah disalin yang ditempatkan disebelah kanan akan diputar 90° searah jarum jam lalu dimasukkan kedalam lubang. Untuk memutar baut langkah yang harus dilakukan adalah dengan menggunakan perintah **ROTATE**. Pada saat menggunakan perintah ini akan diminta pemilihan objek yang akan diputar untuk

itu ketikkan **w** (*window selection*) untuk memilih objek tersebut. Untuk memutarnya gunakan titik acuan pada garis senter baut untuk menghindari baut berputar terlalu jauh. Berikut penjelasan dari perintah **ROTATE** yang digunakan.

ROTATE

Select objects: **W**

Specify first corner: {klik bagian kiri atas baut}

Specify opposite corner: {klik bagian kiri bawah baut}

Select objects: {tekan enter}

Specify base point: {klik pada titik digaris senter baut}

Specify rotation angle: **-90** {masukkan besar sudutnya}

Selanjutnya masukkan baut kedalam lubang vertical pada komponen 4. Gunakan perintah **MOVE** untuk memindahkannya dengan titik acuan adalah titik 1 dan titik 2 seperti yang terlihat pada gambar.

MOVE

Select objects: **W**

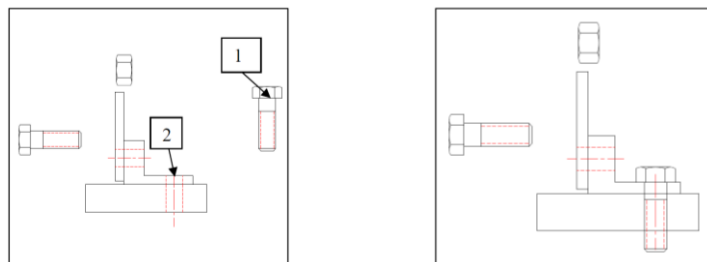
Specify first corner: {upper left}

Specify opposite corner: {lower right}

Select objects: {tekan enter }

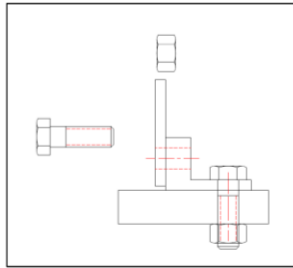
Specify base point: **mid** {ketik mid dan pilih titik 1}

Specify second point: {gunakan **OSNAP** untuk mencari titik pertemuan garis bagian atas lubang dan garis senter (titik 2)}



Gambar 2. 8 Menempatkan baut kedalam lubang

Selanjutnya salin (copy) mur lalu putar 90° dan tempatkan pada baut. Seperti yang terlihat pada gambar di bawah. Gunakan perintah **COPY**, **ROTATE**, and **MOVE** dengan cara yang sama seperti pada baut. Gambar yang dihasilkan adalah seperti terlihat di bawah ini.



Gambar 2. 9 Penempatan mur pada baut

Beberapa garis pada bagian dalam baut harus diubah menjadi garis tidak terlihat. Gunakan perintah CHANGE untuk merubahnya.

CHANGE

{Pilih garis yang akan diubah ke garis tak terlihat}

Select objects: 1 found

Select objects: 1 found, 2 total

Select objects: 1 found, 3 total

Select objects: ***{tekan enter}***

Specify change point or

[Properties]]: **P** ***{mengubah properties}***

Enter property to change

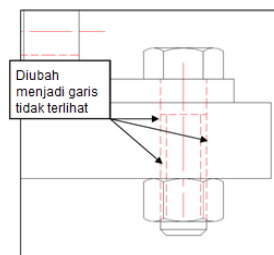
[Color/Elev/LAyer/LType/...]: **LA** ***{jika ingin mengubah layer}***

Enter new layer name <Object>: **hidden**

Enter property to change

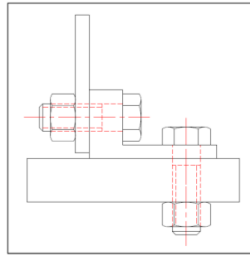
[Color/Elev/LAyer/LType/... : ***{tekan enter}***

Baut dengan garis tersembunyi yang benar ditunjukkan pada gambar



Gambar 2. 10 Mengubah menjadi garis tidak terlihat

Melanjutkan 'moving and rotating' part sampai part terangkai seluruhnya, seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini:

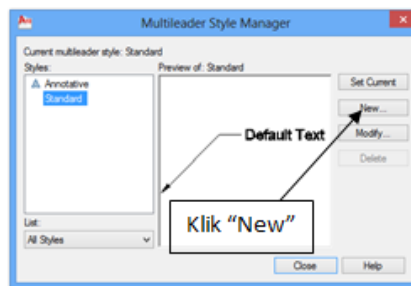


Gambar 2. 11 Menggabungkan seluruh komponen

Membuat Balloons

Berikutnya, kita perlu menciptakan '*balloons*' yang mengidentifikasi part. *Balloons* disebut *leaders* pada AutoCAD. Pertama harus menentukan '*balloon style leaders*' sebelum menggambar. Mulailah dengan mengetik:

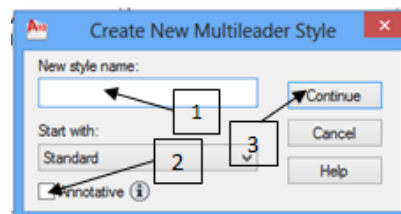
mleaderstyle



Gambar 2. 12 Membuat new style multileader

Ini menghasilkan kotak dialog pada sebelah kanan. Klik pada tombol "New" untuk menciptakan '*leader style*' yang baru.

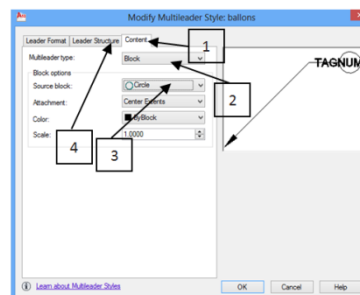
1. Enter "Ballons" untuk nama baru *leader style*
2. Tandai "Annotative" kotak ceklist.
3. Klik "Continue".



Gambar 2. 13 Kotak dialog new multileader style

Berikutnya kita mendefinisikan bagaimana multileader yang baru akan terlihat pada kotak dialog, seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini:

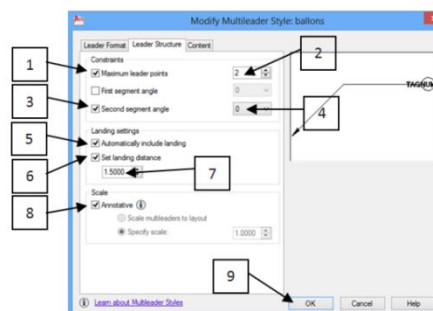
1. Klik pada tab "Content"
2. Pilih "Block" untuk tipe multileader
3. Pilih "Circle" untuk Source Blok
4. Pilih tab "Leader Structure"



Gambar 2. 14 Memodifikasi content multileader style

Pengaturan pada tab "Leader Structure":

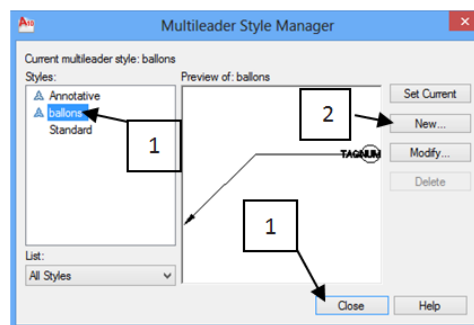
1. Tandai "Maximum leader point" pada kotak ceklist.
2. Mengatur nomor ke 2
3. Tandai "Second segment angle" pada kotak ceklist
4. Mengatur sudut ke 0
5. Tandai "Automatically include landing" pada kotak ceklist
6. Tandai "Set landing distance"
7. Mengatur landing distance ke 1.5 atau sesuai pilihan
8. Tandai "Annotative"
9. Klik "OK"



Gambar 2. 15 Memodifikasi leader structure

Dalam "Multileader Style Manager "pada kotak dialog:

1. Pastikan "Balloons" disorot
2. Klik "Set Current"
3. Klik "Tutup"

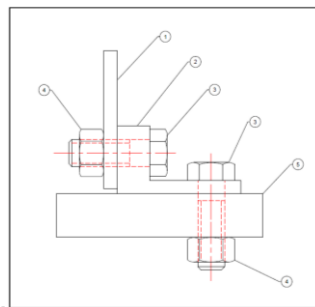


Gambar 2. 16 Mengaktifkan new style leader

Sekarang anda siap untuk menggambar leaders.

Ubah layer ke "Dimension" layer dan buatlah balloons dengan meng-klik:

1. Klik pada tab "Annotate" di bagian atas window
2. Klik icon "Multileader" pada di pita keterangan di atas window
3. Klik titik pada part di mana leader akan dimulai
4. Klik pada bagian yang akan ditempatkan Ballons
5. Masukkan jumlah part



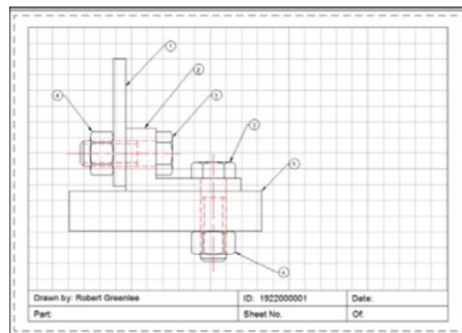
Gambar 2. 17 Pemberian balloons pada gambar assembly

Ulangi proses di atas sampai semua part telah diberi nomor. Bila telah selesai, gambar akan terlihat seperti pada gambar di atas. Nomor angka mungkin akan terlihat sedikit lebih kecil tetapi memiliki ukuran yang tepat.

Menempatkan pada sheet

Selanjutnya menempatkan gambar pada sheet. Dengan teknik yang samadengan sebelumnya, klik:

1. Klik tab“Layout1” tab di bagian bawah window.
2. Klik dua kali di area gambar untuk mengaktifkan viewport.
3. Masukkan perintah **zoom all**
4. Gunakan mouse untuk menyeret gambar ke lokasi yang benar. Ukur gambardengan menggulir roda pada mouse.
5. Jika panah terlalu kecil, perbaiki ukuran dengan memodifikasiMultileader style. Gunakan tab “Leader Format” untuk mengubah ukuranpanah. Gambar harus berada seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.Gambar rakitan ditempatkan di sisi kiri sheet untuk memberi ruang pada bill of material.



Gambar 2. 18 Penempatan gambar assembly pada gambar kerja

Bill of Materials

Berikutnya membuat *Bill of Materials* (BOM).Bill of materials adalah Tabel yang berisi daftar:

1. Nomor part
2. Nama part
3. Nomor material yang dibutuhkan untuk perakitan/assembly lengkap
4. Material dari part yang akan dibuat. Material tidak termasuk material part yang akan dibeli seperti baut, mur, dll

Anda dapat membuat tabel dengan perintah TABLE atau Anda dapat menggambarinya.

Kita akan menggunakan perintah OFFSET untuk membuat tabel ini.

OFFSET

Specify offset distance: **10**

{Jarak antara garis}

Select object to offset:

{Klik pada garis perbatasan atas/border line}

Specify point on side to offset

or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>: **M**

{Enter M untuk membuat multiple offsets menggunakan jarak offset 5 mm}

Specify point on side to offset:

{klik di bawah garis perbatasan bawah 6 kali sampai semua garis selesai dibuat}

Specify point on side to offset:

Specify point on side to offset:

Specify point on side to offset:

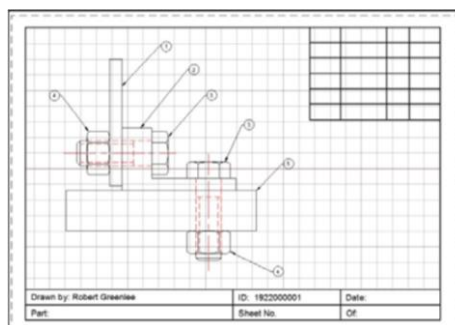
Specify point on side to offset:

Specify point on side to offset:

Specify point on side to offset or [Exit/Undo]: *{tekan enter untuk keluar/exit}*

Selanjutnya kita membuat garis vertikal dengan offsetting garis batas kanan. Buat garis pada 20, 35, 65, dan 85 dari batas kanan. Setelah membuat garis vertikal, gunakan perintah TRIM yang untuk memotong garis untuk membentuk tabel.

Hasilnya ditunjukkan pada gambar di bawah ini:

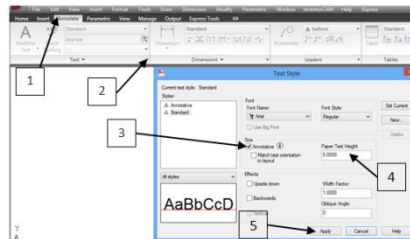


Gambar 2. 19 Menyiapkan part list pada gambar kerja

Selanjutnya, gunakan Perintah Mtext untuk mengisi tabel. Kamu mungkin perlu mengatur ukuran teks yang digunakan dalam tabel. Lakukan hal inidengan mengklik:

1. Klik pada tab "Annotate"
2. Klik pada panah "Text"

3. Periksa kotak "Annotative" kotak
4. Atur tinggi teks ke 5
5. Klik "Apply" lalu "Close"



Gambar 2. 20 Mengedit fungsi teks

Isi tabel seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini:

Part	Name	Qty	Mat
1	Plate	1	Steel
2	Bracket	1	Steel
3	Bolt	2	
4	Nut	2	
5	Base	1	Steel

Drawn by: Robert Greenlee ID: 1922000001 Date: 5 October 2010
Part: Plate Bracket Assembly Sheet No. 1 Of 1

Gambar 2. 21 Memasukkan teks pada part list

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

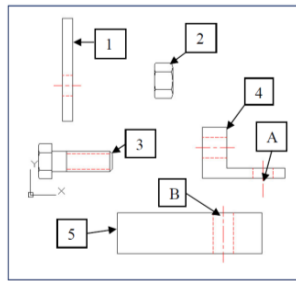
1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran gambar rakitan 2D dengan CAD? Sebutkan!
2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini?Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

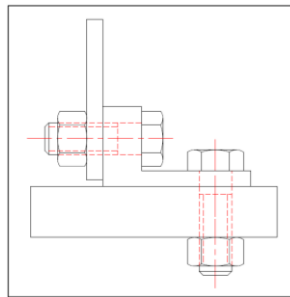
Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-00**. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran tentang gambar rakitan 2D dengan CAD dengan mengamati gambar berikut ini.

Aktivitas 1: Mengamati Proses Pembuatan Gambar Rakitan

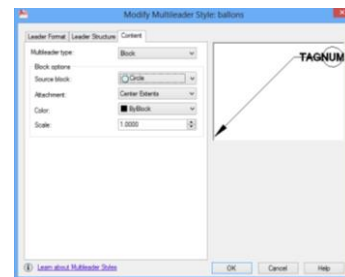
Saudara diminta untuk mengamati proses pengeditan *Multileader style* sebelum membuat gambar rakitan 2D dengan CAD pada gambar berikut ini



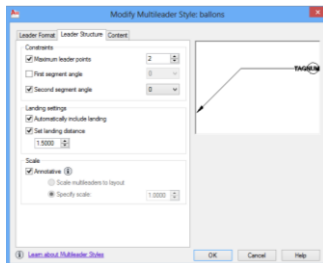
Gambar 1



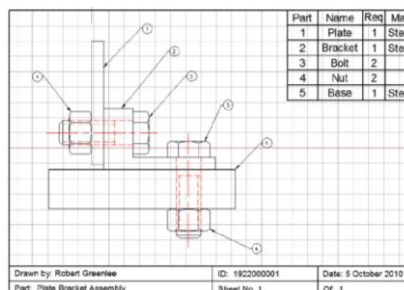
Gambar 2



Gambar 3



Gambar 4



Gambar 5

Saudara mungkin mempunyai pandangan yang berbeda dari teman-teman lain tentang membuat gambar rakita 2D dengan CAD. Apa yang Saudara temukan setelah mengamati proses pembuatan gambar rakitan 2D dengan CAD pada gambar tersebut? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Selanjutnya selesaikan **LK-01** dengan dipandu pertanyaan berikut.

1. Mengapa diperlukan proses pengeditan parameter *Multileader style*? Tuliskan! langkah apa saja yang perlu dilakukan untuk mengedit *Multileader style*? Apa yang akan terjadi jika tidak dilaksanakan pengeditan *Multileader style*?
2. Menurut Saudara parameter apa saja yang paling fundamental dalam mengedit *Multileader style*?

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan pada kertas plano dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan.

Aktivitas 2: Membuat gambar rakitan 2D dengan CAD

Setelah Saudara melaksanakan aktivitas 2 melakukan pengeditan *Multileader style*, maka pada aktivitas 3 ini Saudara akan membuat gambar rakitan 2D dengan CAD. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut:

1. Apa yang Saudara ketahui tentang gambar detail?
2. Apa yang Saudara ketahui tentang gambar assembly?
3. Perintah CAD apa saja yang digunakan dalam membuat gambar assembly?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan **LK-02**.

Untuk memperkuat pemahaman Saudara tentang membuat gambar rakitan 2D dengan CAD, Bacalah Bahan Bacaan kegiatan pembelajaran di atas kemudian melaksanakan Tugas Praktek dengan menggunakan **LK-02.P**.

LEMBAR KERJA KB-3

LK - 00

1. Apa saja hal-hal yang harus diperhatikan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran Gambar rakitan 2D dengan CAD? Sebutkan!

.....

.....

.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....

.....

.....

LK - 01

1. Mengapa diperlukan proses pengeditan parameter *Multileader style*? Tuliskan!, langkah apa saja yang perlu dilakukan untuk mengedit *Multileader style*? Apa yang akan terjadi jika tidak dilaksanakan pengeditan *Multileader style*?

.....

.....

.....

2. Menurut Saudara parameter apa saja yang paling fundamental dalam mengedit *Multileader style*?

.....

.....

.....

LK - 02

1. Apa yang Saudara ketahui tentang gambar detail?

.....

.....

.....

2. Apa yang Saudara ketahui tentang gambar assembly?

.....

.....

.....

3. Perintah CAD apa saja yang digunakan dalam membuat gambar assembly?

.....

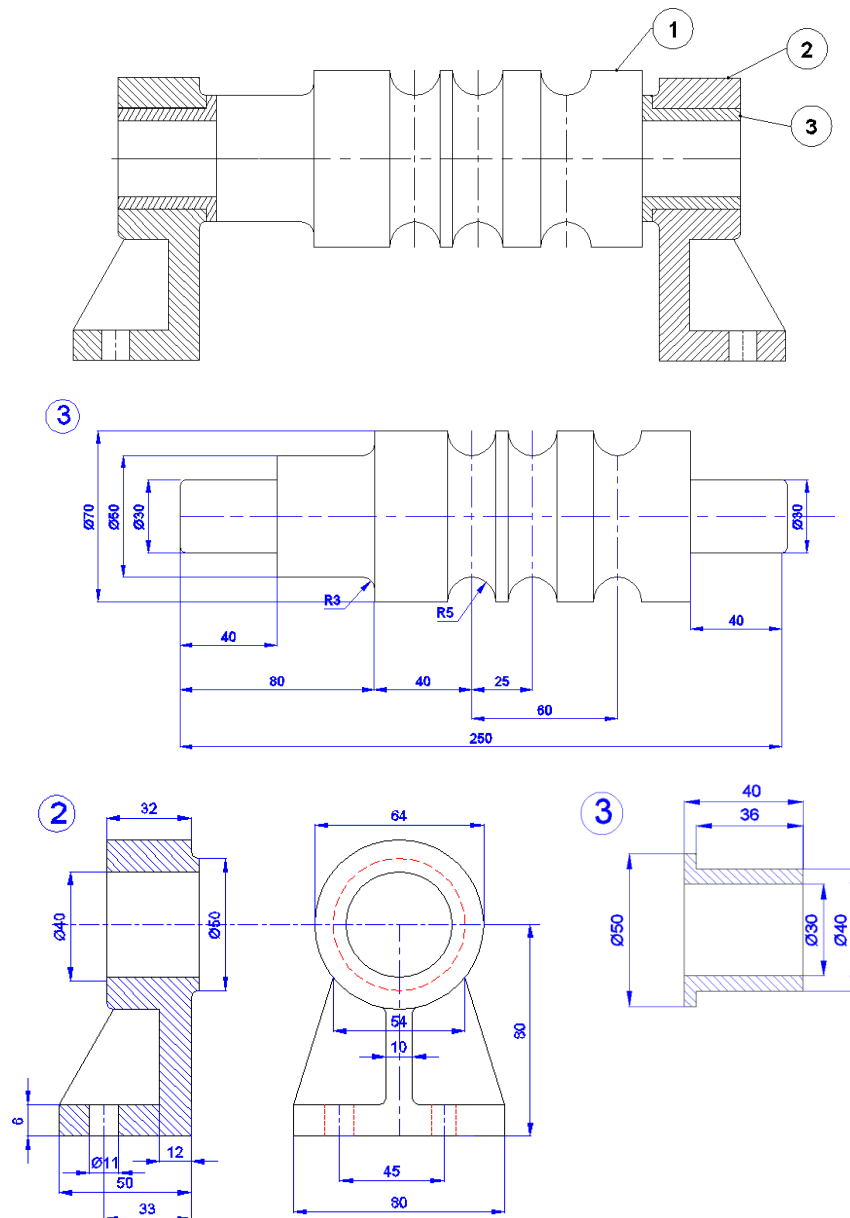
.....

.....

LK – 02.P

TUGAS PRAKTIK:

Membuat Gambar Rakitan 2D dengan CAD



Dengan menyelesaikan LK-02 saudara telah memahami fungsi dari perintah untuk membuat gambar rakitan (*assembly*).

Untuk keperluan eksperimen membuat gambar sheet metal sederhana, saudara dapat mengikuti petunjuk berikut:

1. Bacalah dengan seksama bahan bacaan 1 tentang gambar rakitan 2D dengan CAD
2. Ikuti setiap langkah yang terdapat dalam bahan bacaan 1.
3. Simpanlah gambar yang telah dibuat dengan nama file LK02_P.
4. Jika ragu-ragu terhadap apa yang akan saudara lakukan, jangan segan-segan bertanya ke fasilitator untuk meminta klarifikasi sehingga masalahnya menjadi lebih jelas;
5. Disarankan Saudara dapat melihat tayangan video tutorial untuk menyimak demonstrasi membuat gambar sheet metal sebelum melakukan tugas praktek ini;

E. Tes Formatif

Soal Uraian

1. Apakah yang dimaksud dengan gambar *assembly*?
2. Apakah fungsi dari *Multileader style*?
3. Parameter apa saja yang ada pada *Multileader style*?

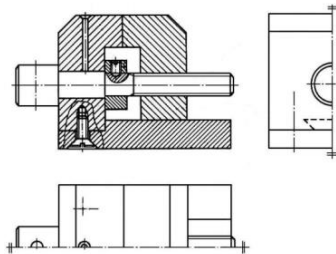
Soal Pilihan Ganda

1. Perintah untuk menggabungkan part menjadi sebuah gambar assembly adalah...
 - A. Copy
 - B. Change
 - C. Move
 - D. Rotate
2. Perintah untuk menyalin gambar part kedalam gambar assembly adalah...
 - A. Move
 - B. Change
 - C. Copy
 - D. Rotate
3. Perintah untuk mengubah jenis garis setelah gambar part digabung kedalam gambar assembly adalah...
 - A. Rotate
 - B. Move

C. Change

D. Copy

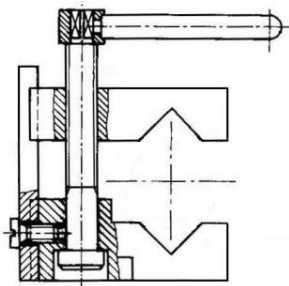
4. Perhatikan gambar berikut, jumlah bagian dari gambar di atas adalah...



- A. 7
- B. 8
- C. 9
- D. 10

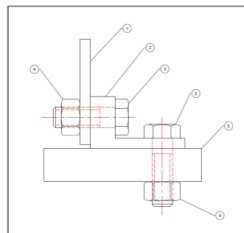
5. Perhatikan gambar berikut ini, jumlah bagian dari gambar di atas adalah

....



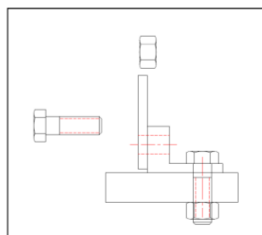
- A. 6
- B. 7
- C. 8
- D. 9

6. Untuk membuat ballons seperti pada gambar assembly berikut, perintah yang digunakan adalah...



- A. createleaders
- B. ballons
- C. leaders
- D. mleaderstyle

7. Perhatikan gambar proses assembly berikut, garis pada bidang batang baut setelah diassembly harus diubah menjadi garis...



- A. Garis nyata
- B. Garis putus-putus
- C. Garis sumbu
- D. Garis zig-zag

8. Bill of Materials merupakan daftar yang menyajikan part-part dalam sebuah gambar assembly, yang harus ada dalam daftar tersebut adalah...
 - A. Nomor Part, Kode Produk, Nama Part
 - B. Nomor Part, Nama Part, Tanggal Produksi
 - C. Nomor Part, Kode Part, Jenis Material
 - D. Nomor Part, Nama Part, Jenis Material

F. Rangkuman

1. Gambar rakitan atau gambar *assembly* merupakan gambar yang terdiri dari beberapa komponen part yang digabungkan sehingga menjadi satu kesatuan gambar dengan fungsi dan kegunaan tertentu.
2. Pada gambar rakitan harus terdapat nomor komponen gambar yang sesuai dengan gambar detailnya.
3. Penomoran komponen *part* dalam gambar rakitan menggunakan perintah *balloons*.
4. Perintah *Multileader style* dapat membantu kita untuk mengedit Fungsi perintah tipe dan ukuran dari balloons.

G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Pada Kegiatan Belajar 3 (tiga) ini materi yang dipelajari adalah konsep gambar *assembly* ulir, gambar detail, part list dengan menggunakan CAD 2D. Rencana pembelajaran untuk kegiatan belajar ini adalah dengan melalui penguasaan materi dengan membaca materi bacaan dan melakukan latihan dengan mengerjakan lembar kerja berupa teori dan praktek. Selanjutnya peserta disarankan untuk mempelajari materi memodifikasi gambar rakitan 2D.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 (KB-3) : PEMBUATAN MODEL 3D KOMPLEKS DENGAN CAD

A. Tujuan

Setelah melaksanakan kegiatan belajar ini, peserta diharapkan mampu:

1. Menentukan fungsi perintah dalam piranti CAD untuk membuat gambar 3D kompleks
2. Membuat model 3D dengan CAD
3. Memodifikasi model 3D dengan CAD
4. Memberikan ukuran, suaian, toleransi geometris, dan tanda pengerjaan sesuai standar.
5. Menyajikan hasil printout model 3D kompleks dalam bentuk gambar kerja.

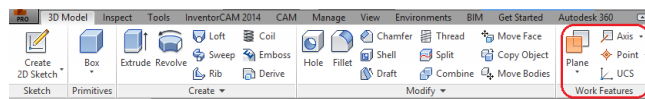
B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menganalisis konsep gambar 3D kompleks sesuai dengan SOP
2. Memilih fungsi perintah dalam CAD untuk membuat gambar 3D kompleks sesuai dengan standar kerja
3. Memilih fungsi perintah menggambar sketsa 3D kompleks sesuai dengan SOP
4. Memilih fungsi perintah membuat sketsa gambar 3D kompleks sesuai dengan standar kerja
5. Menggunakan fungsi perintah dalam CAD untuk membuat sketsa gambar 3D kompleks sesuai dengan standar kerja
6. Memilih fungsi perintah untuk menyajikan gambar 3D kompleks (termasuk gambar 2D) sesuai dengan SOP
7. Memilih fungsi perintah untuk memberi ukuran, toleransi, suaian, toleransi geometris, tanda pengerjaan dan angka kekasaran permukaan sesuai dengan SOP
8. Menyajikan gambar 3D kompleks sesuai dengan standar kerja

C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1: Membuat Bidang Kerja (Plane)

Untuk membuat gambar model 3D kompleks biasanya akan ditemukan bentuk-bentuk khusus sehingga akan menyulitkan kita untuk menempatkan area kerja (*workplane*) dalam membuat sketsa dari profile. Ada perintah khusus yang digunakan untuk memudahkan kita menempatkan area kerja tersebut yaitu dengan menggunakan perintah *Plane* yang terdapat dalam menu *work feature*.

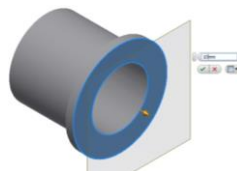


Gambar 3. 1 Menu Perintah *Plane*

Pengaturan pemilihan plane yang biasa dipergunakan pada umumnya adalah:

1. **Offset from plane** Offset from Plane

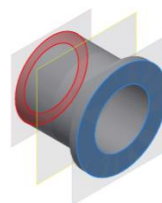
Offset from plane digunakan untuk membuat plane dengan acuan bidang/permukaan yang sudah ada dengan jarak sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 3. 2 Penggunaan *Offset from plane*

2. **Midplane between Two Parallel Planes** Midplane between Two Parallel Planes

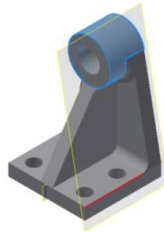
Midplane between Two Parallel Planes digunakan untuk membuat plane diantara dua permukaan bidang.



Gambar 3. 3 Penggunaan *Midplane between Two Parallel Planes*

Tangent to Surface through Edge

Tangent to Surface through Edge digunakan untuk membuat plane pada bidang tangen sebuah permukaan silinder yang melalui sebuah rusuk permukaan.

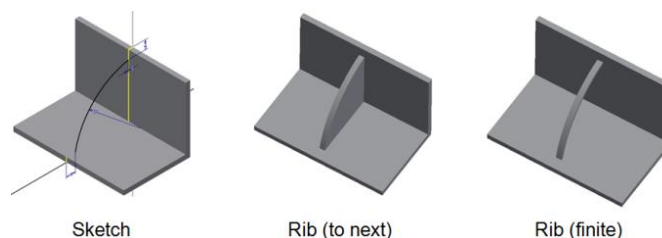


Gambar 3. 4 Penggunaan *Tangent to Surface through Edge*

Bahan Bacaan 2: Perintah Rib

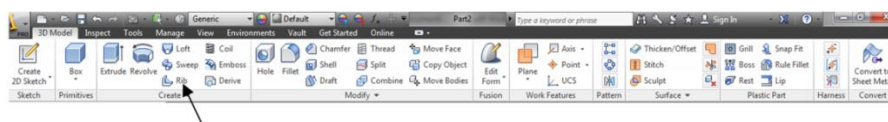
Perintah rib biasanya digunakan pada bidang gambar untuk memperkuat fitur cetakan molding dan bagian-bagiannya, tapi dapat juga digunakan untuk memperkuat dan menahan beban pada sebuah part.

Di bawah ini merupakan contoh part yang diberi tambahan fitur rib.



Gambar 3.5 Penggunaan Rib pada model

Untuk menjalankan perintah rib adalah dengan memilih toolbar yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini

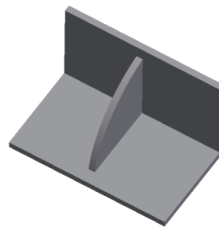


Gambar 3. 6 Menu Bar



Gambar 3. 7 Tool Bar Rib

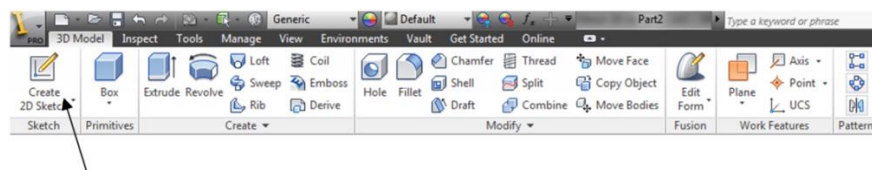
Untuk lebih memahami cara menggunakan perintah Rib, akan dibuat sebuah model dengan bentuk seperti ini



Gambar 3.8 Model

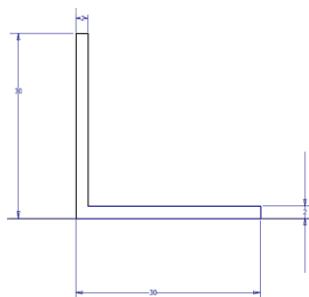
Urutan pembuatannya adalah sebagai berikut:

1. Klik toolbar create 2D sketch



Gambar 3.9 Toolbar 2D Sketch

2. Buatlah sketsa dengan bentuk dan ukuran seperti ini, panjang 30mm, lebar 30mm dan tebal 2mm



Gambar 3.10 Sketch profile



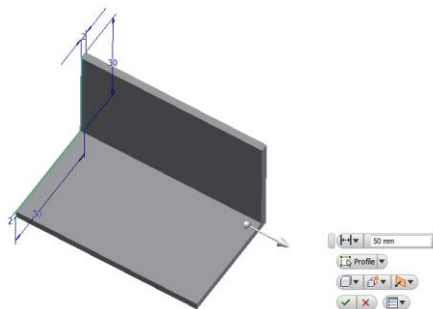
3. Klik finish sketch

4. Klik extrude pada menu bar



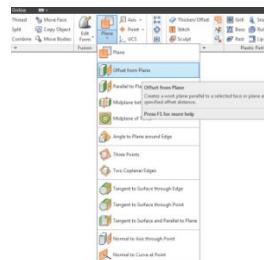
Gambar 3.11 *Toolbar extrude*

5. Pada kotak dialog extrude isilah distance sepanjang 50 mm

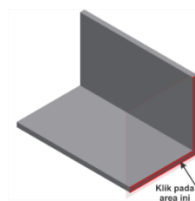


Gambar 3.12 Kotak dialog *extrude*

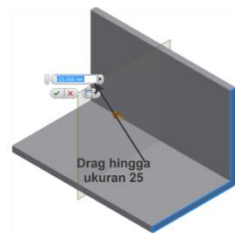
6. Persiapkan *workplane* untuk membuat sketsa selanjutnya dengan cara klik menu plane pada menu bar kemudian pilih *offset from plane*.



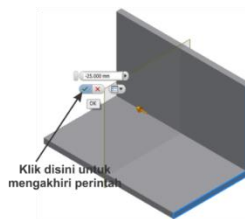
Gambar 3.13 Toolbar plane



Gambar 3.14 Memilih area workplane

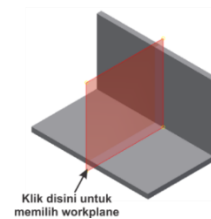
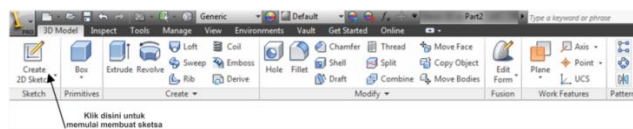


Gambar 3.15 Menentukan jarak *offset workplane*

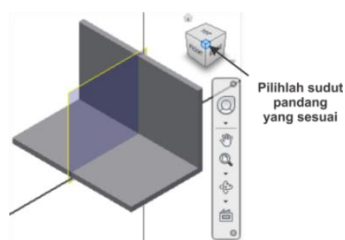


Gambar 3.16 Workplane yang sudah dioffset

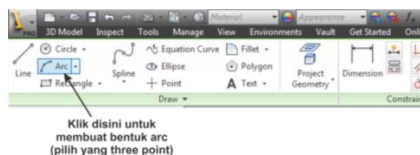
7. Buatlah sketsa berbentuk garis lengkung (*arc*) dengan cara seperti pada gambar ini, untuk ukuran ikuti gambar.....



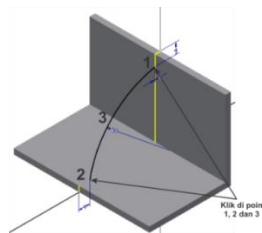
Gambar 3.17 Memilih *workplane*



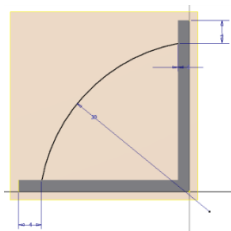
Gambar 3.18 Menentukan view



Gambar 3.19 *Toolbar arc*

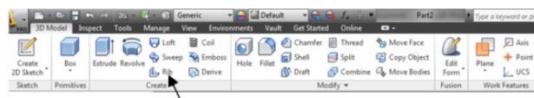


Gambar 3.20 Membuat arc



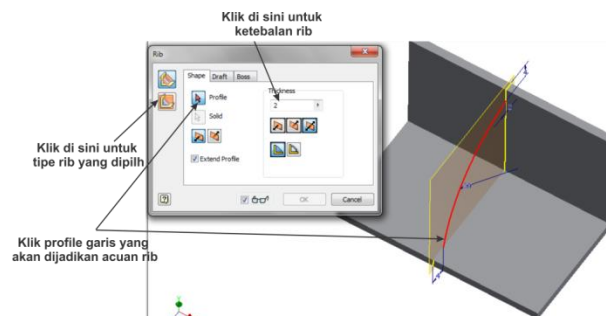
Gambar 3.21 Membuat arc

8. Untuk membuat bidang rib lakukan cara seperti berikut

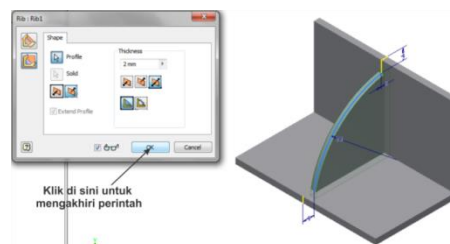


Klik di sini

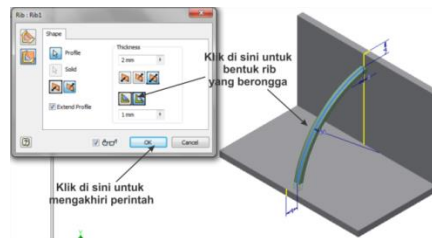
Gambar 3.22 Toolbar rib



Gambar 3.23 Kotak dialog rib (to next)



Gambar 3.24 kotak dialog rib



Gambar 3.25 Kotak dialog rib (finite)

Bahan Bacaan 3: Perintah Sweep

Perintah sweep tidak seperti perintah membuat sketsa pada umumnya. Perintah swep memerlukan 2 bentuk sketsa sebagai profile dan sebuah path sebagai profile yang akan berfungsi sebagai jalur dari sweep tersebut.

1. Pembuatan bentuk sweep sederhana (menggunakan 2Dsketch).

Secara rinci cara penggunaan sweep jenis ini akan dijelaskan dengan contoh gambar berikut.



Gambar 3.26 Penggunaan sweep sederhana

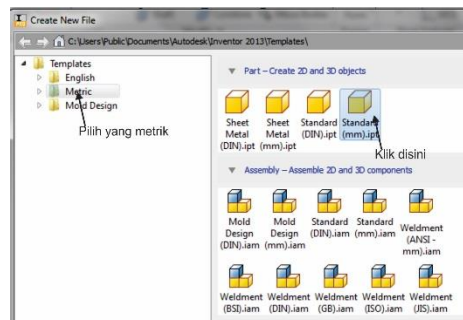
Untuk membuat Gambar 3.26 adalah sebagai berikut:

1. Buatlah new drawing dengan mengklik new pada menu file



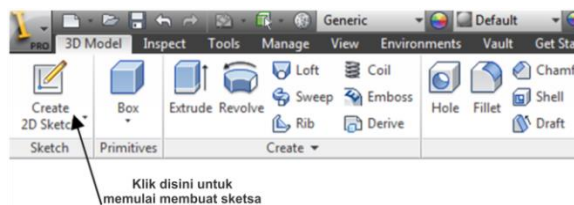
Gambar 3.27 New draw

2. Pilihlah satuan metrik sebagai satuan unitnya.

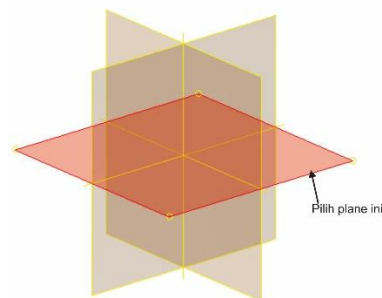


Gambar 3.28 Satuan unit (metrik)

3. Buatlah sketch 2D sebagai profile dari sweep.

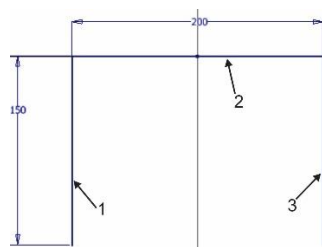


Gambar 3.29 Create 2D sketch



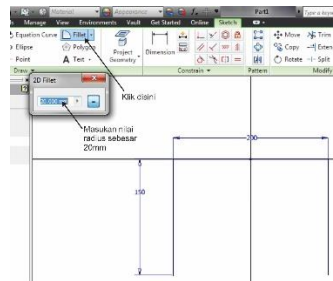
Gambar 3.30 Select plane

Buatlah tiga buah garis dengan ukuran seperti gambar di bawah.

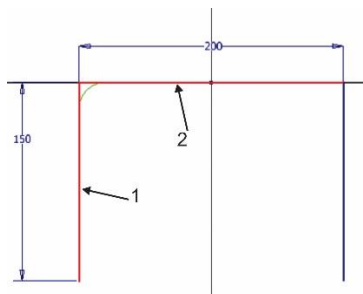


Gambar 3.31 Membuat garis

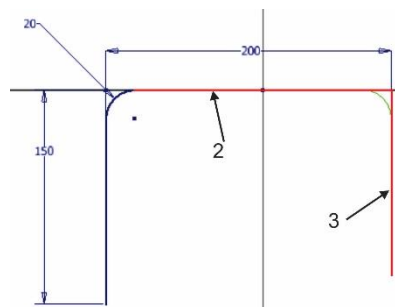
4. Buatlah radius 20mm pada sketch tersebut.



Gambar 3.32 Perintah *fillet*



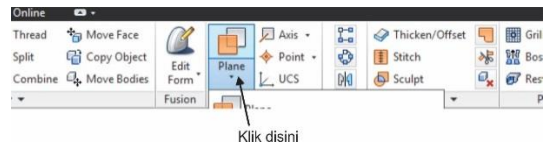
Gambar 3.33 Pilih garis 1 dan 2 untuk bidang *fillet*



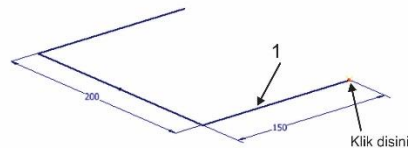
Gambar 3.34 Pilih garis 2 dan 3 untuk bidang *fillet* selanjutnya



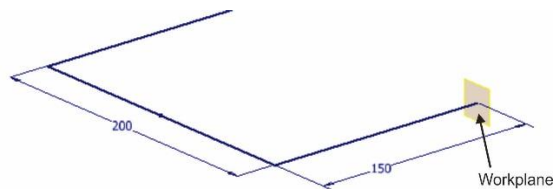
5. Ketik finish sketch
6. Buatlah satu buah sketch lagi berbentuk lingkaran untuk dijadikan profile dengan terlebih dahulu membuat workplane pada ujung garis 1 dengan cara seperti berikut.



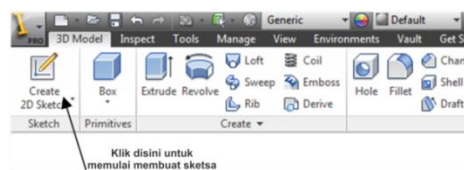
Gambar 3.35 *Toolbar plane*



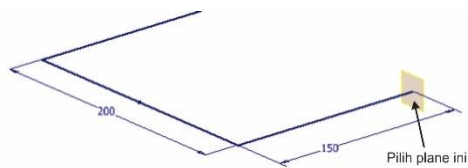
Gambar 3.36 Menentukan titik untuk plane



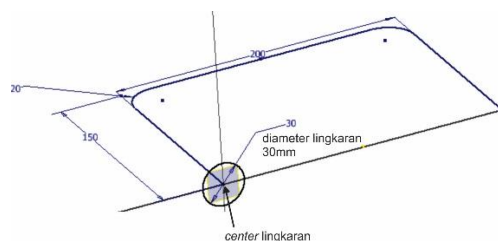
Gambar 3.37 Workplane



Gambar 3.38 Membuat sketsa untuk profile yang kedua



Gambar 3.39 Memilih plane



Gambar 3.40 Membuat lingkaran pada plane

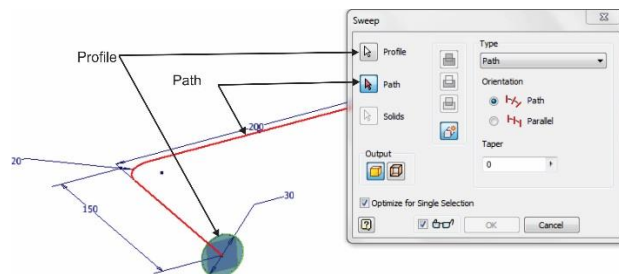


Setelah itu klik finis sketch **Exit**

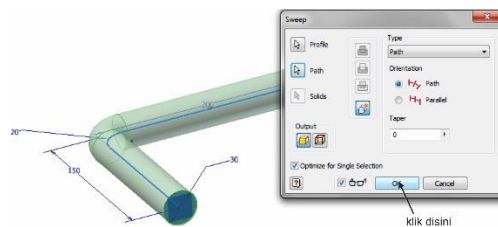
1. Langkah terakhir adalah dengan mengklik menu sweep pada menu file, ikuti langkah pengisian kotak dialog sweep seperti pada gambar berikut:



Gambar 3.41 Menu sweep



Gambar 3.42 Kotak dialog sweep



Gambar 3.43 Profile sweep



Gambar 3.44 Bentuk sweep sederhana

Bentuk kompleks (menggunakan 3D sketch)



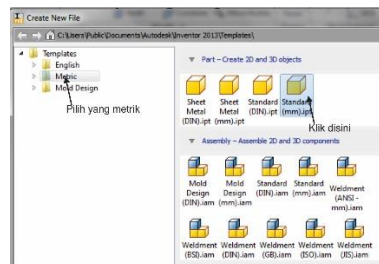
Gambar 3.45 Bentuk sweep kompleks

1. Buatlah new drawing dengan mengklik new pada menu file



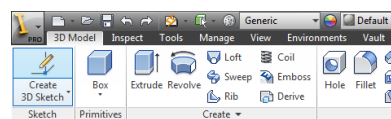
Gambar 3.46 New draw

2. Pilihlah satuan metrik sebagai satuan unitnya.

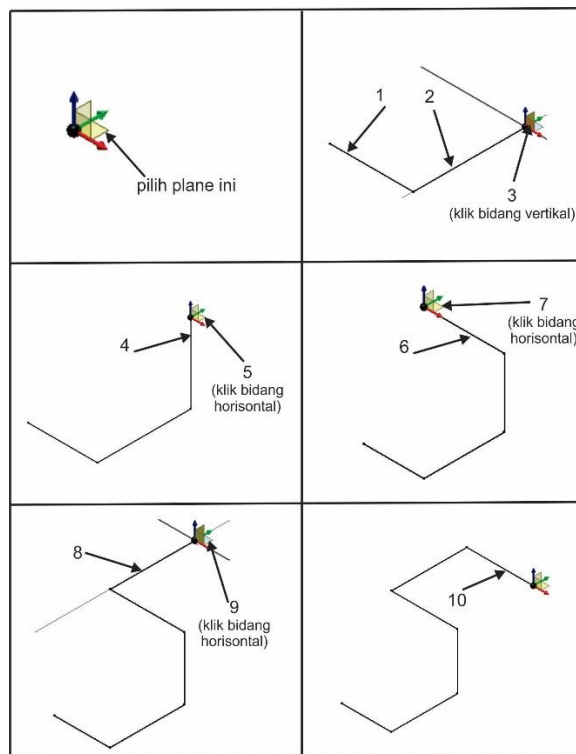


Gambar 3.47 Satuan unit (metrik)

3. Buatlah 3D sketch sebagai path dari sweep.

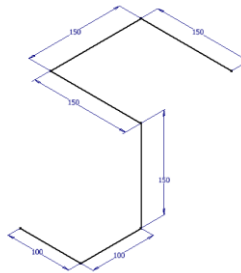


Gambar 3.48 Create 3D sketch



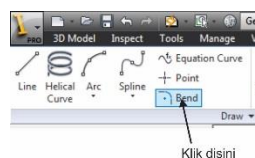
Gambar 3.49 Membuat 3Dsketch

Berilah dimensi sketch di atas dengan ukuran seperti di bawah ini.

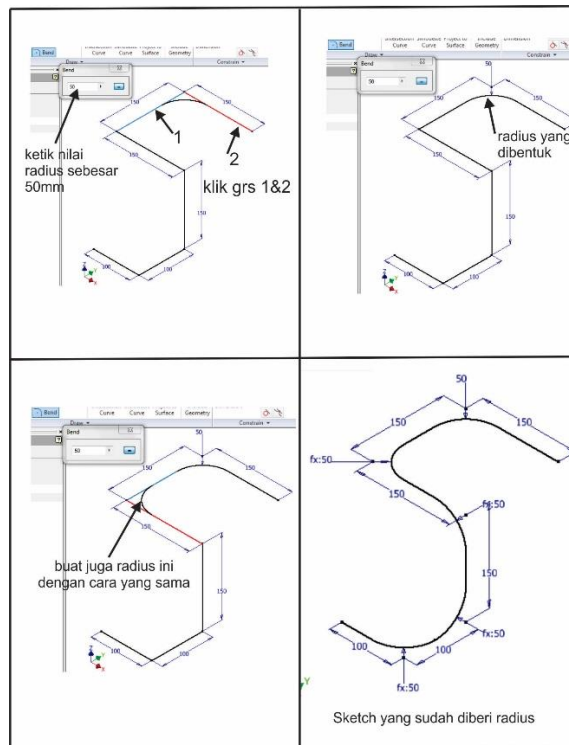


Gambar 3.50 Pemberian dimensi sketch

Buatlah radius sebesar 50mm dengan menggunakan perintah bend.



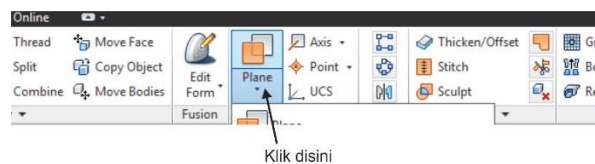
Gambar 3.51 Perintah bend



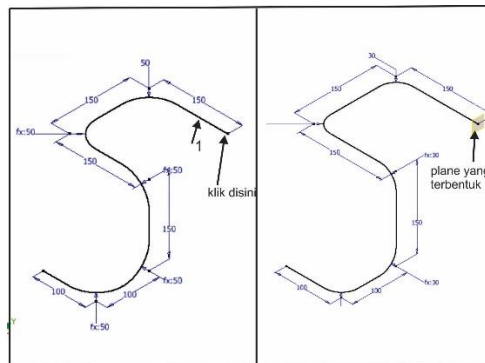
Gambar 3.52 Penggunaan perintah bend

Setelah itu klik finish sketch 

1. Buatlah satu buah sketch lagi berbentuk lingkaran untuk dijadikan profile dengan terlebih dahulu membuat workplane pada ujung garis 1 dengan cara seperti berikut.



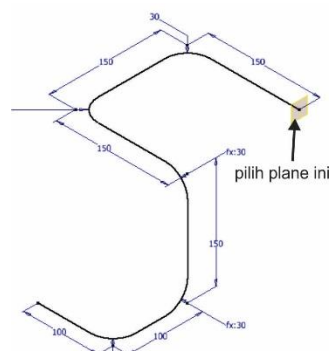
Gambar 3.53 Toolbar plane



Gambar 3.54 Penggunaan perintah plane

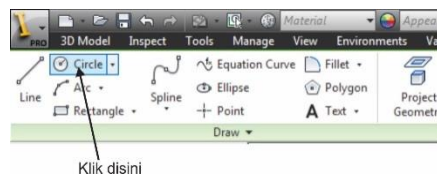


Gambar 3.55 Membuat sketsa untuk profile yang kedua

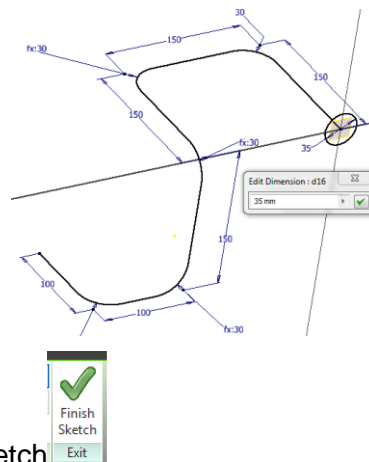


Gambar 3.56 Memilih plane

Buatlah lingkaran dengan diameter 35mm pada plane yang sudah dipilih



Gambar 3.57 Perintah membuat lingkaran

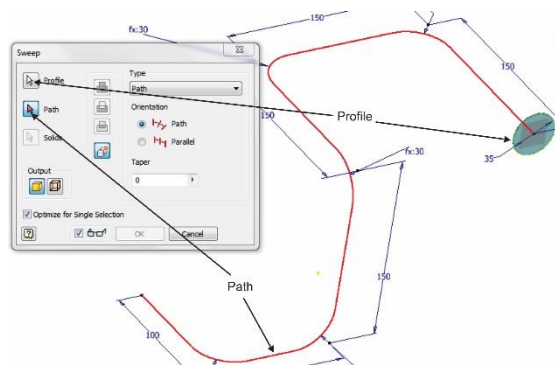


Setelah itu klik finish sketch

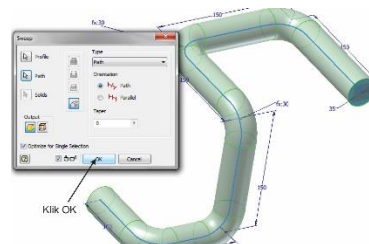
1. Langkah terakhir adalah dengan mengklik menu sweep pada menu file, ikuti langkah pengisian kotak dialog sweep seperti pada gambar berikut



Gambar 3.58 Menu sweep



Gambar 3.59 Kotak dialog sweep



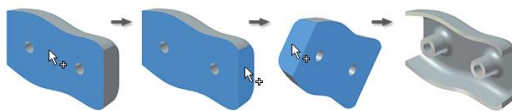
Gambar 3.60 Profile sweep



Gambar 3.61 Bentuk sweep kompleks

Bahan Bacaan 4: Perintah Shell

Penggunaan perintah shell pada prinsipnya adalah membuang material solid sesuai dengan bentuk permukaan bentuk solid itu sendiri dengan ketebalan yang sama.



Gambar 3. 62 Contoh penggunaan perintah shell

Untuk lebih mempermudah dalam memahami perintah shell, benda yang paling sederhana untuk pembuatannya adalah pipa. Adapun urutan pembuatannya adalah sebagai berikut.

1. Buka file pembuatan sweep sederhana seperti ini.




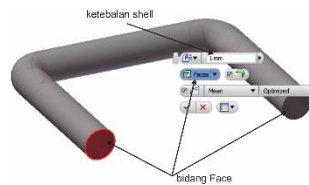
Gambar 3.63 silindrik pejal

2. Klik perintah shell pada menu file



Gambar 3. 64 Perintah shell

3. Klik bidang face (2 bidang) yang merupakan bidang yang akan dibuang dan masukan nilai ketebalan sebesar 1mm, setelah itu klik tanda checklist 



Gambar 3. 65 Perintah shell

4. Hasilnya akan menjadi sebuah pipa yang akan memiliki ketebalan yang sama (1mm)



Gambar 3.66 Penggunaan perintah shell

Bahan Bacaan 5 : Membuat Gambar Kerja (memberi ukuran, toleransi, suaian, toleransi geometris, tanda pengerjaan dan angka kekasaran permukaan)

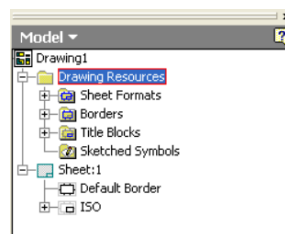
Untuk memberikan dimensi/ukuran pada gambar yang sudah dibuat ada beberapa langkah yang harus diperhatikan. Menu *Drawing* digunakan untuk membuat gambar 2D dari desain 3D yang telah dibuat. Dengan menggunakan drawing user dapat membuat gambar teknik yang sesuai dengan standar yang ada. Autodesk Inventor telah mendukung standard ANSI, BSI, DIN, GB, JIS, dan ISO, sehingga user tidak perlu mengkhawatirkan bilamana desain 2D nya tidak sesuai standar yang berlaku. Dengan drawing, desain 2D dapat diberi kelengkapan gambar seperti kepala gambar, dimensi, notasi, dan part list. Drawing pada Autodesk Inventor dapat pula dikomunikasikan dengan Autocad, sehingga memiliki kompatibilitas yang sangat baik dan universal.

A. Kertas Gambar (Sheets)

Sheet adalah lembaran kertas gambar yang digunakan untuk meletakkan gambar pandangan atau gambar assembly pada mode drawing. Format kertas gambar dapat diambil dari Sheet Format pada *Drawing Resources*. Di sini kita

dapat menentukan ukuran kertas yang akan digunakan beserta standar yang dipakai untuk membuat gambar tekniknya.

Drawing Resources merupakan sebuah sumber yang terdiri dari Sheet Format (ukuran kertas), Border (garis tepi) dan Title Block (kepala gambar). Anda dapat memasukkan drawing resources tersebut ke dalam Sheet yang aktif dengan double click. Jika ingin mengganti Resource yang sudah ada, anda harus menghapus terlebih dahulu resources tersebut dari Sheet yang aktif. Anda dapat membuat beberapa lembar kertas gambar dalam satu file dengan memasukkan beberapa sheet sekaligus. Anda juga dapat mengedit format suatu sheet dengan klik kanan pada nama sheet di Browser Bar.



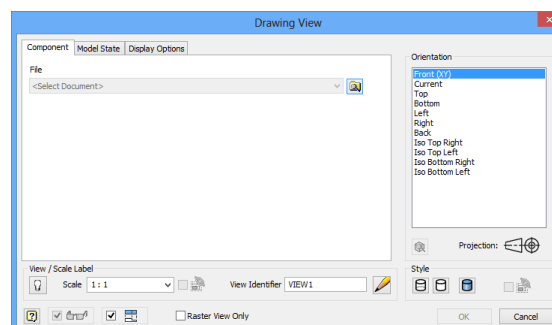
Gambar 3. 67 *Drawing Resources*

B. Gambar Pandangan (Views)




View merupakan jenis pandangan yang ditampilkan pada kertas gambar. Jenis-jenis view adalah:

1. Base View

Merupakan Pandangan Utama dari sebuah gambar, pilihlah pandangan yang paling banyak menunjukkan detail bentuk dari benda.



Gambar 3. 68 Drawing View Dialog Box

- File** : Merupakan file inventor part, assembly atau presentation yang akan dibuat gambar kerjanya. Jika file tersebut sedang terbuka, maka otomatis dapat dipilih dari menu dropdown.
- Orientation** : Adalah pandangan dari benda atau assembly yang digunakan sebagai pandangan utama. Selain enam sisi pandangan orthogonal, dapat juga dipilih pandangan isometrik.
- Scale** : Merupakan skala yang akan digunakan pada gambar (dibandingkan dengan ukuran sebenarnya).
- Label** : Digunakan untuk memberi nama suatu pandangan untuk membedakannya dengan pandangan lain.
- Style** : Untuk memilih bagaimana garis-garis benda diperlihatkan. Tiga pilihannya adalah garis tersembunyi ditampilkan dengan garis putus-putus (Hidden Line ) , garis sembunyi tidak ditampilkan (Hidden Line Removed ) , dan tampilan gambar padat (Shaded ) .



2. Projected View Projected

Projected view digunakan untuk menampilkan pandangan dari sisi lain dengan memproyeksikan gambar dari Pandangan Utama (Base View). Projected view dapat berupa proyeksi ortogonal maupun proyeksi isometrik. Untuk membuat Projected View harus sudah ada Base View terlebih dahulu.



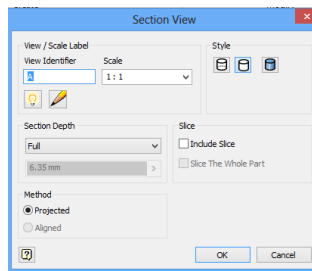
3. Auxiliary View Auxiliary

Auxiliary View adalah Pandangan Tambahan atau Pandangan Bantu. Auxiliary View diproyeksikan tegak lurus terhadap suatu garis pada Base View atau Projected View, untuk membantu menunjukkan detail pada bidang yang secara ortogonal diwakili oleh garis tersebut.



4. Section View Section

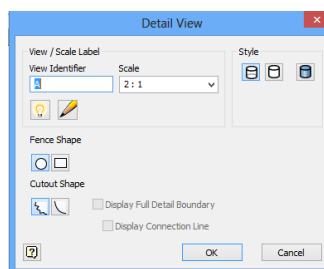
Section View digunakan untuk membuat gambar irisan. Irisan dibuat dengan membuat garis potong pada suatu pandangan, hasil irisan digambarkan tegak lurus terhadap garis tersebut.



Gambar 3. 69 Section View Dialog Box

5. Detail View

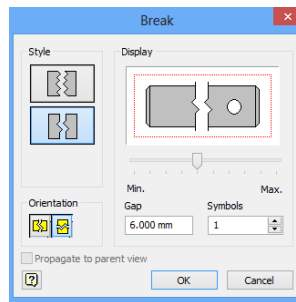
Apabila bagian sebuah pandangan terlalu kecil untuk diberikan keterangan, maka perlu ditambahkan Gambar Detil atau Detail View. Gambar ini hanya mengambil sebagian pandangan kemudian diperbesar dengan skala tertentu untuk diberikan keterangan tambahan.



Gambar 3. 70 Detail View Dialog Box

6. Broken View

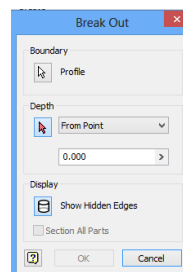
Broken View digunakan untuk menyederhanakan gambar apabila benda terlalu panjang bila dibuat gambarnya. Broken View memotong panjang benda tersebut pada ruas tertentu dan diberikan simbol pemotongan dengan style yang ditentukan. Orientation digunakan untuk memilih arah pemotongan. Gap diberikan untuk menentukan jarak celah pada simbol. Broken View tidak mempengaruhi panjang total apabila diberikan ukuran benda.



Gambar 3. 71 Broken View Dialog Box

7. Break Out View

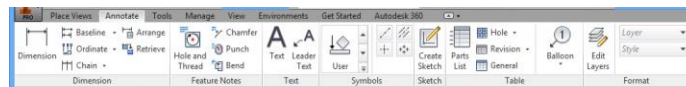
Break out View menghilangkan sebagian benda untuk memperlihatkan fitur atau komponen yang terhalang. Pandangan utamanya harus memuat sketch yang dapat digunakan untuk membuat bentuk potongannya. Profile dipilih pada sketch untuk menentukan batas daerah pemotongan. Kedalaman pemotongan ditentukan oleh Depth dan dapat dipilih apakah menggunakan 43 suatu titik pada benda (From Point), sketch pada pandangan lain (To Sketch), menggunakan fitur lubang (To Hole), atau menentukan kedalaman dengan jarak tertentu (Through Part).



Gambar 3. 72 Break Out View Dialog Box

8. Pemberian dimensi, toleransi, toleransi geometrik, tanda pengerjaan dan angka kekerasan

Pemberian dimensi pada gambar kerja yang sudah dibuat adalah dengan menggunakan menu Annotate. Pada menu ini terdapat beberapa fasilitas perintah untuk memberikan keterangan dimensi/ukuran, toleransi geometric, angka kekerasan, ballons, part list, dan masih banyak lagi fasilitas lainnya.



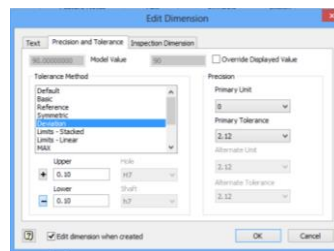
Gambar 3. 73 Fasilitas menu *Annotate*

Dimensi/ukuran

Untuk memberikan dimensi/ ukuran gunakanlah perintah dimensions, kemudian klik bidang mana saja yang mau diberikan ukurannya.

Toleransi

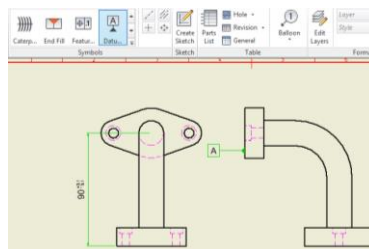
Untuk memberikan besarnya nilai toleransi pada sebuah ukuran, maka pada saat pemberian dimesi kita pilih deviation pada tolerance metode yang terdapat pada kotak dialog edit dimension. Setelah itu masukan nilai batas atas dan bawah dari ukuran yang kita inginkan.



Gambar 3. 74 Kotak dialog *Edit Dimension*

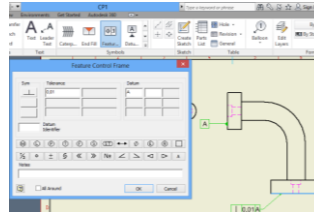
Toleransi Geometrik

Dalam mencantumkan toleransi geometric, untuk bidang yang memerlukan referensi seperti ketegaklurusan, kesimetrisan, kesejajaran, sudut, konsentrisitas diperlukan datum. Pemberian datum terdapat dalam menu symbol.



Gambar 3. 75 Pemberian *Datum*

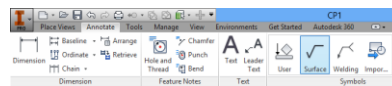
Selanjutnya untuk memberikan symbol toleransi geometriknya adalah dengan memilih *feature control frame* pada menu *symbol*. Setelah keluar kotak dialog *feature control frame* kita pilih jenis toleransi geometrik, nilai penyimpangannya dan datumnya (jika ada) yang diperlukan pada gambar kerja.



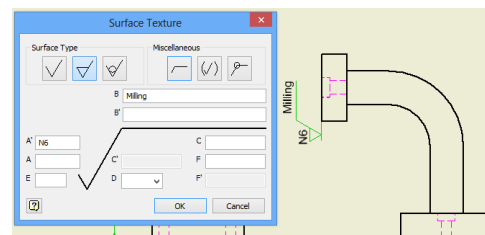
Gambar 3. 76 Pemberian toleransi geometrik

Tanda Pengerjaan dan Angka Kekerasan

Pemberian tanda pengerjaan dan angka kekerasan dalam sebuah gambar kerja khususnya untuk memberikan informasi kepada operator yang membuat bahwa produk yang akan dibuat harus sesuai dengan yang diinginkan oleh perancang. Untuk memberikan informasi tanda pengerjaan adalah dengan menggunakan fasilitas perintah *surface* pada menu *simbol*.



Gambar 3. 77 Perintah *surface* untuk tanda pengerjaan



Gambar 3. 78 Kotak dialog *surface texture*

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

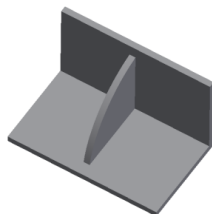
Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran pembuatan model 3D kompleks dengan CAD? Sebutkan!
2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-00**. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran tentang fungsi perintah styles editor dengan mengamati gambar berikut ini.

Aktivitas 1. Mengamati Proses Pembuatan Model 3D Kompleks

Saudara diminta untuk mengamati proses pembuatan model 3D kompleks pada gambar berikut ini



Gambar 1



Gambar 2



Gambar 3



Gambar 4

Saudara mungkin mempunyai pandangan yang berbeda dari teman-teman lain tentang proses pembuatan model 3D kompleks. Apa yang Saudara temukan setelah mengamati proses pembuatan model 3D kompleks pada gambar tersebut? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Selanjutnya selesaikan **LK-01** dengan dipandu pertanyaan berikut.

1. Menurut saudara perintah apa saja yang biasanya digunakan untuk membuat model 3D kompleks? Sebutkan dan jelaskan!
2. Menurut Saudara kesulitan apa saja yang ditemukan dalam membuat model 3D kompleks?

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan pada kertas plano dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan.

Aktivitas 2: Membuat Gambar 3D Kompleks

Setelah Saudara mencermati gambar 3D kompleks pada aktivitas 1, makapada aktivitas 2 ini Saudara akan mendiskusikan bagaimana membuat gambar 3D kompleks. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang perintah *plane*?
2. Apa yang Saudara ketahui tentang perintah *rib*?
3. Apa yang Saudara ketahui tentang perintah *Sweep*?
4. Apa yang Saudara ketahui tentang perintah *3Dsketch*?
5. Apa yang Saudara ketahui tentang perintah *Shell*?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan **LK-02**.

Untuk memperkuat pemahaman Saudara tentang cara membuat gambar 3D kompleks, bacalah Bahan Bacaan 1 tentang perintah *plane*, Bahan Bacaan 2 tentang perintah *rib*, Bahan Bacaan 3 tentang perintah *sweep*, Bahan Bacaan 4 tentang *Shell* dan Bahan Bacaan 5 tentang membuat gambar kerja kemudian melaksanakan Tugas Praktek dengan meng-gunakan **LK-02.P**

LEMBAR KERJA KB-4

LK - 00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran pembuatan model 3D kompleks dengan CAD? Sebutkan!
.....
.....
.....
2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini?Jelaskan!
.....
.....
.....
3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam materi pembelajaran ini? Sebut-kan!
.....
.....
.....
4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
.....
.....
.....
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
.....
.....
.....
6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!
.....
.....
.....

LK – 01

1. Menurut saudara perintah apa saja yang biasanya digunakan untuk membuat model 3D kompleks? Sebutkan dan jelaskan!

.....
.....
.....

2. Menurut Saudara kesulitan apa saja yang ditemukan dalam membuat model 3D kompleks?

.....
.....
.....

LK - 02

1. Apa yang Saudara ketahui tentang perintah *plane*?

.....
.....

2. Apa yang Saudara ketahui tentang perintah *rib*?

.....
.....

3. Apa yang Saudara ketahui tentang perintah *Sweep*?

.....
.....

4. Apa yang Saudara ketahui tentang perintah *3Dsketch*?

.....
.....

5. Apa yang Saudara ketahui tentang perintah *Shell*?

.....
.....

LK – 03a.P

TUGAS PRAKTIK:

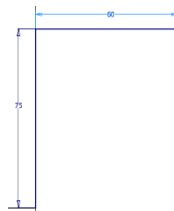
Membuat gambar bukaan sederhana



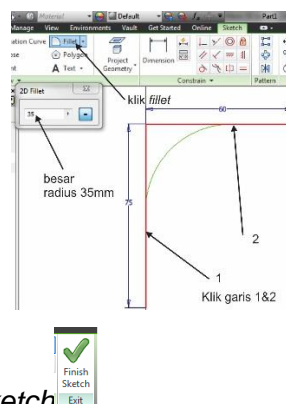
Dengan menyelesaikan **LK-02** saudara telah memahami fungsi dari perintah untuk mem-buat gambar 3D kompleks..

Untuk keperluan eksperimen membuat gambar 3D kompleks, saudara dapat mengikuti petunjuk berikut:

1. Bacalah dengan seksama bahan bacaan 2 tentang cara membuat gambar bukaan
2. Simpanlah gambar yang telah dibuat dengan nama file LK03a-P_bukaan.
3. Buka *new part* dengan satuan metric
4. Buatlah *sketch* dengan bentuk dan ukuran 60 x 75 seperti berikut

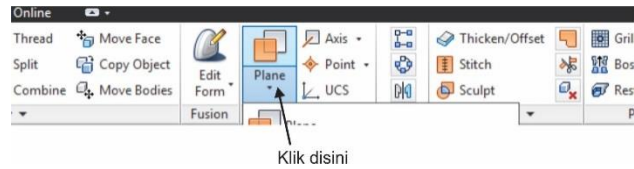


5. Dilanjutkan dengan membuat radius pada *sketch* tersebut sebesar 35mm

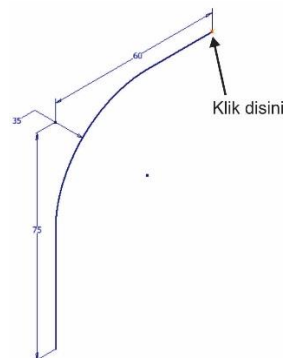


Setelah itu klik *finish sketch*

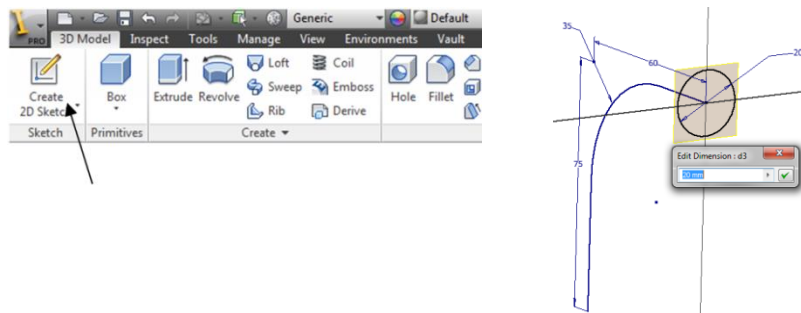
- Pilih *plane* untuk membuat *profile* lingkaran.



- Klik pada salah satu ujung garis *sketch*.

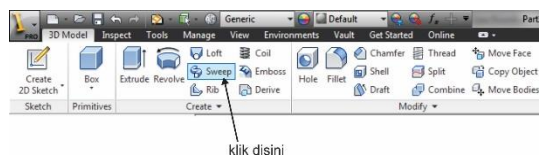


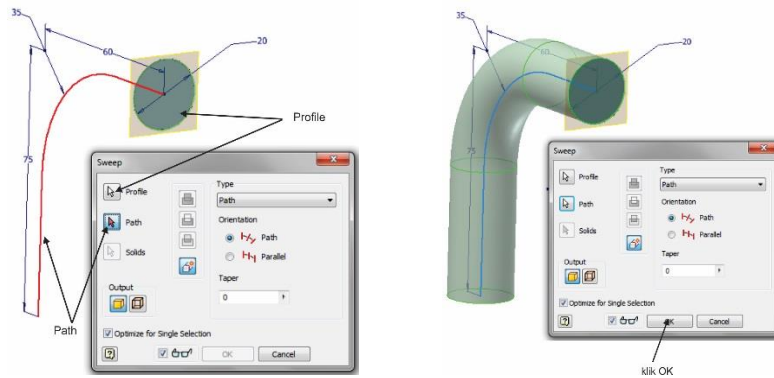
- Buatlah *sketch* berbentuk lingkaran dengan diameter 20mm pada *plane* yang sudah dibuat.



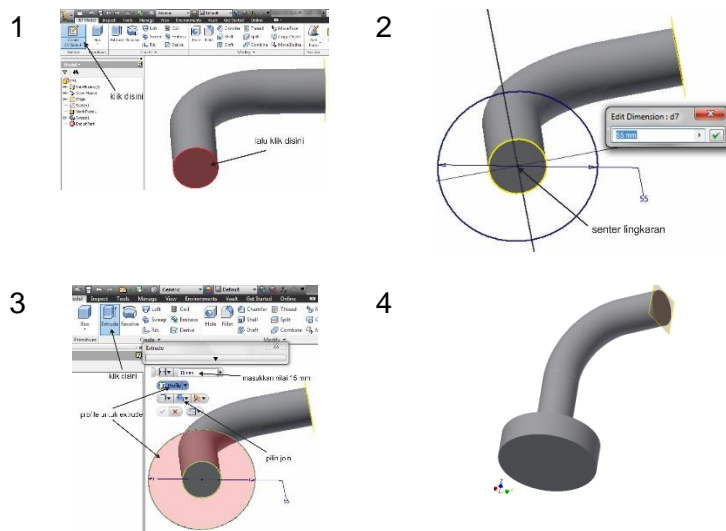
Setelah itu klik finish sketch

- Selanjutnya gunakan perintah *sweep* untuk membuat bentuk solidnya.

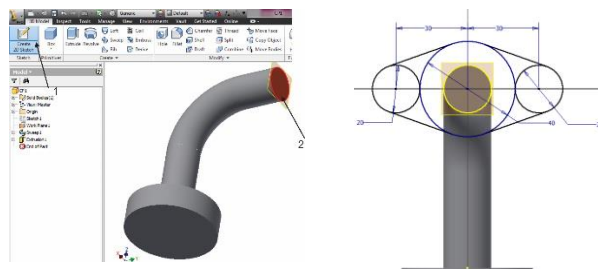




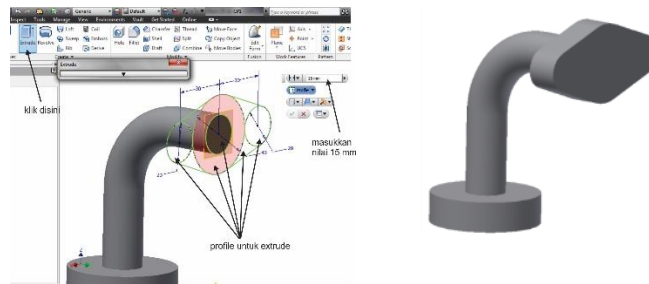
10. Buatlah *sketch* berbentuk lingkaran berdiameter 55mm.



11. Buatlah *sketch* untuk ujung yang lainnya.



12. Gunakan perintah *extrude* untuk proses selanjutnya.



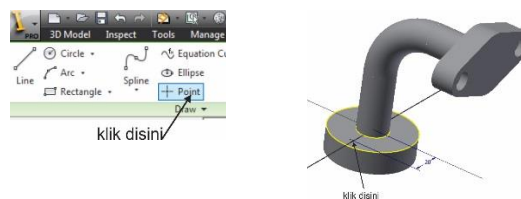
13. Buatlah lubang *counterbore* dengan menggunakan perintah hole pada salah satu ujungnya dengan ukuran seperti pada gambar.



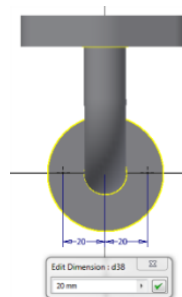
Lakukan dengan cara yang sama untuk sisi yang lain.



14. Buatlah sketch dengan toolbar point.



Atur jarak *point* tersebut sebesar 20mm



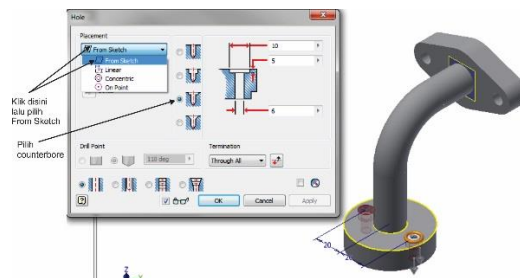
Klik finish sketch



15. Selanjutnya kita buat 2 buah lubang *counter bore* dengan diameter 10 mm dan kedalaman 5 mm serta diameter lubang yang kecil sebesar 6 mm pada point yang telah dibuat sebelumnya.



Klik disini



Klik OK



16. Buatlah gambar kerja dengan menggunakan drawing (*.dwg) lengkap dengan dimensi dan toleransi serta tanda pengerjaannya.
17. Jika ragu-ragu terhadap apa yang akan saudara lakukan, jangan segan-segan bertanya ke fasilitator untuk meminta klarifikasi sehingga masalahnya menjadi lebih jelas;
18. Disarankan Saudara dapat melihat tayangan video tutorial untuk menyimak demonstrasi membuat gambar sheet metal sebelum melakukan tugas praktek ini;

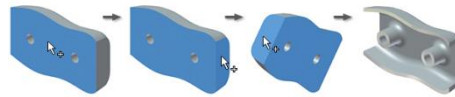
E. Latihan

Soal Uraian

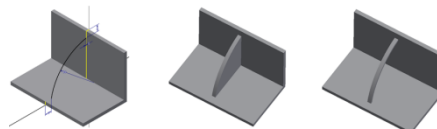
1. Jelaskan secara singkat fungsi dari perintah plane?
2. Jelaskan secara singkat fungsi dari perintah rib?
3. Jelaskan secara singkat fungsi dari perintah sweep?
4. Jelaskan secara singkat fungsi dari perintah shell?

Soal Pilihan Ganda

1. Perintah yang digunakan untuk mendapatkan hasil akhir seperti pada alur gambar yang adalah ...



- A. *Loft*
 - B. *Shell*
 - C. *Rib*
 - D. *Sweep*
2. Perhatikan gambar berikut



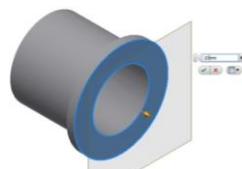
Perintah yang digunakan untuk memperoleh hasil gambar seperti di atas adalah....

- A. *Rib*
 - B. *Loft*
 - C. *Shell*
 - D. *Sweep*
3. Perintah yang digunakan untuk membuat gambar seperti berikut adalah....



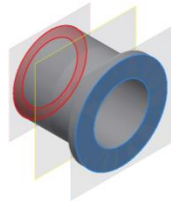
- A. *Loft*
- B. *Shell*
- C. *Sweep*
- D. *Rib*

4. Dalam membuat plane ada beberapa cara, salah satu cara adalah seperti gambar berikut. Cara yang digunakan berdasarkan gambar tersebut adalah



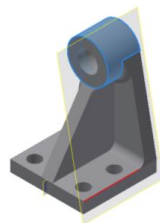
- A. *Offset from plane*
- B. *Three points*
- C. *Midplane between two paralell*
- D. *Tangent to surface*

5. Dalam membuat plane ada beberapa cara, salah satu cara adalah seperti gambar berikut. Cara yang digunakan berdasarkan gambar tersebut adalah



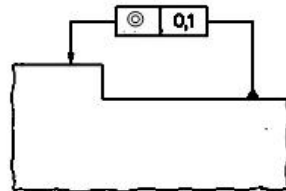
- A. *Offset from plane*
- B. *Three points*
- C. *Tangent to surface*
- D. *Midplane between two paralell*

6. Dalam membuat plane ada beberapa cara, salah satu cara adalah seperti gambar berikut. Cara yang digunakan berdasarkan gambar tersebut adalah



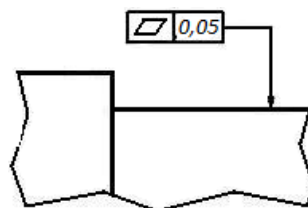
- A. *Midplane between two paralell*
- B. *Tangent to surface*
- C. *Offset from plane*
- D. *Three points*

7. Perhatikan gambar di bawah ini, penunjukan simbol toleransi geometri pada gambar diatas adalah penunjukan toleransi



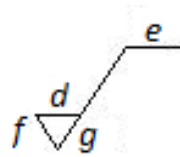
- A. kelurusan 0,1
- B. kesejajaran 0,1
- C. ketegaklurusan 0,1
- D. konsentrisitas 0,1

8. Perhatikan gambar di bawah ini, penunjukan simbol toleransi geometri pada gambar diatas adalah penunjukan toleransi



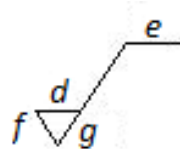
- A. kerataan 0,05
- B. kesejajaran 0,05
- C. ketegaklurusan 0,05
- D. konsentrisitas 0,05

9. Perhatikan gambar berikut ini, Huruf d pada simbol menunjukkan



- A. ukuran yang dilebihkan
- B. arah alur bekas pengerjaan
- C. harga kekasaran
- D. cara pengerjaan

10. Perhatikan gambar berikut ini, Huruf g pada simbol menunjukkan



- A. ukuran yang dilebihkan
- B. arah alur bekas pengerjaan
- C. harga kekasaran
- D. cara pengerjaan

F. Rangkuman

1. Perintah khusus yang digunakan untuk memudahkan kita menempatkan area kerja tersebut yaitu dengan menggunakan perintah *Plane* yang terdapat dalam menu *work feature*.
2. Perintah *rib* biasanya digunakan pada bidang gambar untuk memperkuat fitur cetakan *molding* dan bagian-bagiannya, tapi dapat juga digunakan untuk memperkuat dan menahan beban pada sebuah part.
3. Perintah *sweep* memerlukan 2 bentuk sketsa sebagai *profile* dan sebuah *path* sebagai *profile* yang akan berfungsi sebagai jalur dari *sweep* tersebut.
4. Penggunaan perintah *shell* pada prinsipnya adalah membuang material *solid* sesuai dengan bentuk permukaan bentuk *solid* itu sendiri dengan ketebalan yang sama.

G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Pada Kegiatan Belajar 4 (empat) ini materi yang dipelajari adalah konsep penggunaan perintah *plane*, *rib*, penggunaan *3Dsketch*, *sweep*, *shell* dalam membuat 3D model. Rencana pembelajaran untuk kegiatan belajar ini adalah dengan melalui penguasaan materi dengan membaca materi bacaan dan melakukan latihan dengan mengerjakan lembar kerja berupa teori dan praktek. Selanjutnya peserta disarankan untuk mempelajari materi menentukan titik berat model (*center of gravity*).

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4 (KB-4) : PERANCANGAN GAMBAR 2D DENGAN CAM

A. Tujuan

Setelah melaksanakan kegiatan belajar ini, peserta diharapkan mampu:

1. Mengidentifikasi menu Create pada MasterCAM Lathe.
2. Mengidentifikasi dan menggunakan menu Line untuk menggambar garis dengan sistem CAM pada MasterCAM Lathe.
3. Mengidentifikasi dan menggunakan menu Arc untuk menggambar busur atau lingkaran dengan sistem pada *MasterCAM Lathe*.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menganalisis ikon-ikon penggambaran 2 D
2. Menggunakan ikon-ikon perintah penggambaran 2D
3. Menganalisis status gambar sesuai prosedur
4. Menggunakan menu status dalam menggambar 2 D
5. Membuat gambar 2 D sesuai SOP
6. Mengedit gambar 2 D sesuai SOP
7. Menyajikan gambar dan atau menyimpan gambar sesuai SOP

C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1:

1. Konsep Dasar CAM

Computer Aided Design (CAD) dan Computer Aided Manufacturing (CAM) berperan sangat besar dalam proses perencanaan dan produksi. Persamaan-persamaan matematis, seperti persinggungan, perpotongan, posisi sumbu atau permukaan-permukaan yang rumit dikerjakan dengan mudah dan dengan waktu yang singkat. Program menggunakan computer untuk perencanaan geometri dan untuk menu-runkan numerical control (NC) dapat dengan cepat diperoleh. Oleh karena itu, CAM/CAM menghemat waktu, resources, dan biaya produksi dengan hasil efisien dan akurat.

2. MasterCam

MasterCAM adalah seperangkat perangkat lunak CAD/CAM yang terintegrasi, dapat digunakan untuk menggambar geometri, mempersiapkan detail gambar, menghasilkan cetak-biru, grafik lintasan alat potong (toolpath), dan kode NC.

MasterCam Manufacture merupakan modul CAM dari perangkat lunak CNC (*CNC Software, Inc.'s*) yang dapat digunakan untuk pembuatan program pemrosesan dua-dimensi dan tiga-dimensi.

MasterCam disiapkan untuk perencanaan kerja pada mesin bubut dan frais, 2 hingga 5 sumbu, mesin *wire EDM* 2 dan 4 sumbu, sheet metal punching and unfolding, plasma cutting, dan laser.

MasterCam Manufacture dapat digunakan untuk membuat label, catatan, dimensi pada segala bidang termasuk isometrik. Ketika sedang merencana, anda dapat melakukan pemutaran, pan, zoom, dan menggambar tampak yang baru. Sistem memiliki kemampuan menggambar geometri secara lebih luas, seperti titik, garis, busur, *spline*, *surfaces*, *ellipses* dan huruf.

a. Computer Aided Design (CAD)

Editor gambar dalam MasterCam adalah suatu modeler 3D wireframe dan mempunyai konstruksi geometri 3D dan kemampuan mengedit termasuk titik, garis busur, spline, ellipse, lettering, fillet, trim, break, dan lain-lain.

Karena model geometri dapat dibangun dengan MasterCam, pengguna juga dapat mengimport file-file gambar yang dibuat dengan system CAD lain ke MasterCam melalui interface CAD/CAMnya yang tersedia dalam format standar berikut:

- 1) **ASCII** : American Standard Code for Information Interchange
- 2) **DXF** : Drawing Interchange files
- 3) **CAML** : CADkey Advanced Manufacture Language
- 4) **IGES** : Initial Graphics Exchange Specifications
- 5) **NFL** : Neutral File Format
- 6) **VDA** : Verband der Automobilindustrie

b. Computer Aided Manufacturing (CAM)

Fungsi CAM dalam MasterCam mengijinkan pengguna untuk menetapkan lintasan alat potong untuk 2D dan 3D dengan geometri atau permukaan yang berbeda. Fungsi dasar meliputi:

- 1) Defenisi gerak alat potong
 - a) Urutan operasi: metoda pemotongan, arah pemotongan dan urutan operasi.
 - b) Parameter: data pemesinan, seperti diameter alat potong, kompensasi alat potong, kecepatan pemakanan, dan lain-lain.
- 2) Penurunan file lokasi pisau (alat potong)

Dalam menetapkan gerak alat potong untuk lintasan 3D, pertama sekali MasterCam akan menghitung dan menampilkan permukaan *offset* dan menyimpan data dalam suatu file berekstensi .IND, sementara file lokasi pisau terakhir berekstensi . NCI.

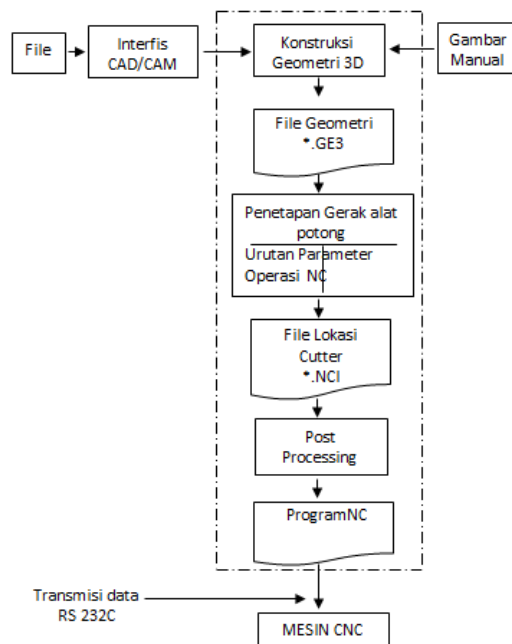
Ketika file NCI dibuat, anda dapat menggunakan fungsi animasi (yang disebut dengan *BACKPLOT* dalam MasterCam) untuk memeriksa lintasan alat potong pada layar komputer.
- 3) Post Processing

Post Processor berfungsi untuk menerjemahkan file NCI ke program NC YANG dapat dibaca (readable) melalui suatu jenis pengendali spesifik (controller) NC. Dalam hal ini, program NC berekstensi .NC. Generik (Universal) *post processor* dan *specific post processor*, keduanya terdapat dalam MasterCAM
- 4) Pemindahan Data

Program NC dapat dipindahkan (ditransfer) ke msin NC melalui interfis RS232C

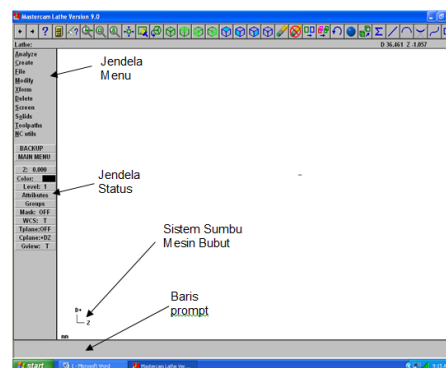
c. Diagram Alir (Flow Chart)

Fungsi yang diuraikan dalam butir b) dapat disimpulkan dalam bentuk *flow chart* berikut:

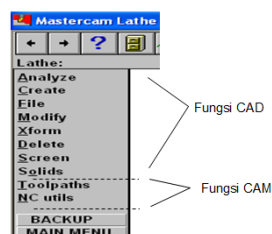


3. Layar *MasterCam* mesin Bubut (*Lathe*)

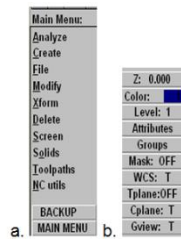
Layar MasterCAM mesin bubut (*Lathe*) dapat dibagi ke dalam beberapa bagian:



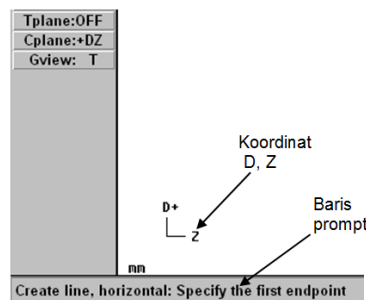
Gambar 4.1 Tampilan layar MasterCAM Lathe



Gambar 4.2 Tampilan pembagian jendela MenuMasterCAM Lathe



Gambar 4.3 Jendela menu dan b. Jendela status



Gambar 4.4 Tampilan baris prompt (baris dialog perintah)

Pada *MasterCAM Lathe*, sistem sumbu ditandai dengan alamat D dan Z.. D adalah diameter benda kerja (gambar kerja), sementara Z adalah panjang benda kerja (gambar kerja)

a. Jendela Menu

Jendela Menu ditempatkan di bagian sebelah kiri atas layar monitor. Jendela menu ini dibagi dalam 2 (dua) bagian:

1) Fungsi CAD

Bagian ini merupakan kumpulan perintah untuk pemodelan geometri dan manajemen file.

2) Fungsi CAM

Bagian ini merupakan kumpulan perintah untuk lintasan alat potong 2D, lintasan alat potong 3D, file lokasi pengeditan alat potong dan post processing.

b. Jendela Status

Jendela ini menunjukkan status pengaturan parameter terkini. Melalui jendela ini, penyettingan dapat dilakukan dengan cepat, yakni dengan mengklik parameter yang dikehendaki, misalnya, anda diminta untuk

memilih salah satu warna dari 16/256 jenis warna yang tersedia, klik parameter *COLOR* yang terdapat dalam jendela status, selanjutnya akan tertayang kotak dialog warna dan selanjutnya anda tinggal memilih warna yang dikehendaki.

c. Baris Prompt

Pada baris ini merupakan baris interaksi antara programmer atau designer dengan komputer, baik berupa pertanyaan maupun instruksi kepada anda untuk mengetahui apa yang harus dilakukan berikutnya

d. Jendela Gambar

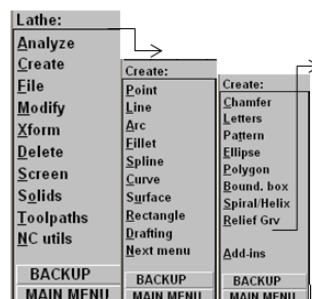
Jendela gambar hampir mencakup seluas layar monitor yang berfungsi untuk menampilkan gambar/model geometri dan lintasan alat potong.

Bahan Bacaan 2: Konstruksi Geometri Gambar 2D Untuk Mesin Bubut

Geometri komponen dari bagian pekerjaan *finishing* dan bentuk bahan baku harus ditentukan dalam program. File geometri ini akan digunakan dalam program CAM ketika akan menurunkan lintasan alat potong (*toolpath*) untuk menghasilkan bagian. Model geometri CAM yang lengkap dan akurat merupakan hal yang mendasar dalam penerapan perangkat lunak CAM/CAM untuk menghasilkan suatu program bagian (benda kerja). Oleh karena itu, dalam Unit ini akan dijelaskan tentang bagaimana menggunakan CAM membuat geometri 2 D benda kerja dalam bentuk gambar.

1. Menu Create

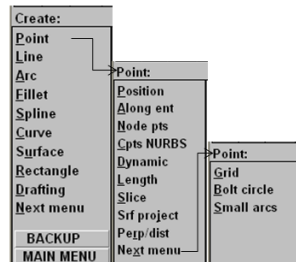
Untuk menggambar entiti, kita harus mengetahui urutan-urutan menu. Gambar 2.1 menunjukkan menu Create dan subnya.



Gambar 4.5 Menu dan Sub-Menu Create

2. Menu dan Submenu Point

Perintah Point (titik): Perintah ini menandai titik-titik pada gambar dengan tanda plus (+). Titik-titik tersebut digunakan sebagai titik-titik referensi untuk menggambar geometri lainnya bila diperlukan. Klik Create → Point dari menu utama, sehingga akan tertayang sejumlah opsi, seperti berikut:



Gambar 4.6 Menu dan Sub0-Menu Point

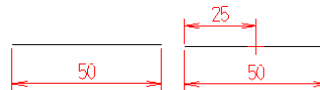
Uraian singkat dari opsi Point.

Opsi <u>P</u> oint	Uraian
<u>P</u> osition:	Menggambar suatu titik melalui penetapan dari sub menu berikut: <u>O</u> igin: <u>C</u> enter: <u>E</u> ndpoint: <u>I</u> ntersec: <u>M</u> idpoint: <u>L</u> ast: <u>R</u> elative: <u>Q</u> uadrant: <u>s</u> ketch:
<u>A</u> long ent:	Menggambar sejumlah titik sepanjang entiti pada jarak yang sama.
<u>N</u> ode Pts:	Memanggil <i>node points</i> yang digunakan untuk menggambar kurva <i>spline</i> parametrik.
<u>C</u> pts	Memanggil titik-titik kendali dari kurva <i>NURBS</i> atau permukaan 3-D.
<u>N</u> URBS:	Membuat titik-titik sepanjang entiti yang ada menggunakan <i>pointing device</i> .
<u>D</u> ynamic:	Menggambar suatu titik pada suatu entiti dengan memberikan jarak dari titik ujung endpoint.
<u>L</u> ength:	Menggambar titik di dalam lingkaran baut.
<u>B</u> oltcir	Menggambar titik di dalam lingkaran baut

Create → Point → Length

Menggambar satu titik pada entiti pada jarak tertentu dari titik ujung (*endpoint*), sebagai berikut:

Misalnya ada sebuah garis yang panjangnya = 50 (Gambar 4.7). Create → Point → Length: klik garis, kemudian pada *prompt* baris perintah isikan “Length” = 25↵, lalu tekan tombol **Esc** untuk keluar dari perintah.

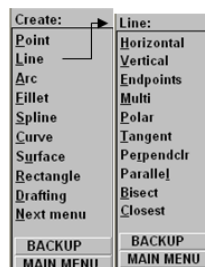


Gambar 4.7 Perintah point

3. Menu dan Submenu *Line*

Perintah **Line** digunakan untuk menggambar garis pada layar gambar. Garis yang dimaksud bisa horisontal, vertikal, atau dengan orientasi sudut.

Create → Line dari menu utama dan akan tertayang opsi submenu berikut:



Gambar 4.8 Pilihan submenu Line

a. Create → Line → Horizontal → Origin

Menggambar garis horizontal (Gambar 4.9) dengan cara mengklik menu-menu berikut::

Create → Line → Horizontal → Create line, horizontal, specify the first endpoint: → klik menu Origin, → Create line specify the second endpoint: 0,-100↵. Enter the D coordinate: 0↵



Gambar 4.9 Perintah *Line*

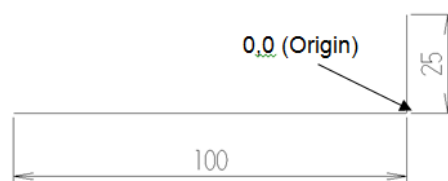
Tekan menu *Backup* untuk kembali ke menu utama LINE.

b. Create → Line → Vertical → Origin

Menggambar garis vertical (Gambar 4.10) dengan cara:

Create → Line → Vertical → Create line, horizontal, specify the first endpoint: → klik menu Origin, → Create line specify the second endpoint: 50,0↵. Enter the Z coordinate: 0↵

Tekan menu *Backup* untuk kembali ke menu utama LINE.



Gambar 4. 10 Perintah *Line - vertical*

Catatan:

Nilai 50 adalah nilai koordinat D (nilai diameter). Karena nilai masukan adalah nilai diameter, maka garis vertikal yang tergambar adalah sebesar jari-jari (nilai R)

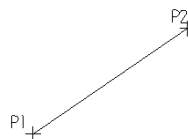
c) Create → Line → Endpoints

Menggambar garis dengan menetapkan dua titik ujung (*endpoints*), lihat Gambar 2.7, dengan cara:

Specify the first endpoint <menggunakan menu posisi> klik pada titik P₁.

Specify the second endpoint <menggunakan menu posisi> klik pada titik P₂.

(**Catatan:** *Length*= 90.17, coba ketikkan angka 50,-50↵)



Gambar 4. 11 Perintah *Line - endpoints*

d. Create → Line → Tangent

Menggambar garis Singgung (*tangent*) terhadap busur (Gambar 4.12) dengan cara:

1) Create → Line → Tangent → Angle

Menggambar suatu garis dengan sudut dan panjang tertentu yang tangen (bersinggungan) dengan suatu busur/lingkaran:

Gambarlah suatu busur atau lingkaran seperti terlihat pada Gambar 4.12.

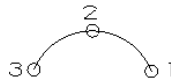
Menggambar busur:

Create → Arc → 3point

Arc, 3points: Enter the first point: klik 1

Enter the first point: klik 2

Enter the first point: klik 3



Gambar 4. 12 Perintah *Arc 3 points*

Menggambar garis bersinggungan (tangen) ke busur yang ada:

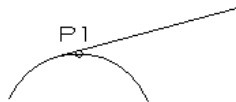
Create → Line → Tangent → Angle

Select an arc or Spline: klik pada P₁

Enter the angle in degree: 15 ↵

Enter the line length (def val): 25 ↵

Select line to keep: klik garis di sebelah kanan busur.



Gambar 4.13 Perintah *Line - tangent*

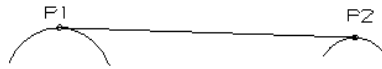
2) Create → Line → Tangent → 2Arc

Menggambar suatu garis dengan panjang tertentu yang tangen (bersinggungan) dengan dua busur/lingkaran:

Gambarlah dua busur atau lingkaran seperti terlihat pada Gambar 4.14.

Create → Line → Tangent → 2Arc

Select an arc: klik pada P₁ dan P₂



Gambar 4.14 Perintah *Line - tangent 2arc*

3) Create → Line → Tangent → Point

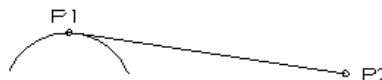
Menggambar suatu garis dengan panjang tertentu yang tangen (bersing-gungan) dengan suatu busur/lingkaran:

Gambarlah suatu busur atau lingkaran seperti terlihat pada Gambar 4.15.

Create → Line → Tangent → Point

Select an arc: klik pada P₁ dan P₂

Enter the line length (def val): 41.9 ↵



Gambar 4.15 Perintah *Line - tangent - point*

e. Create → Line → Multi

Menggambar segmen garis majemuk dengan menetapkan titik-titik ujung segmennya, lihat Gambar 4.16, dengan cara:

Select endpoint 1 <menggunakan menu posisi> klik titik P₁.

Select endpoint 2 <menggunakan menu posisi> klik titik P₂.

Select endpoint 3 <menggunakan menu posisi> klik titik P₃.

Select endpoint 4 <menggunakan menu posisi> klik titik P₄.

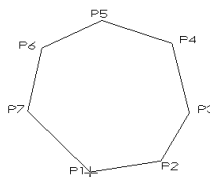
Select endpoint 5 <menggunakan menu posisi> klik titik P₅.

Select endpoint 6 <menggunakan menu posisi> klik titik P₆.

Select endpoint 7 <menggunakan menu posisi> klik titik P₇.

Select endpoint 1 <menggunakan menu posisi> klik titik P₁.

Select BACKUP atau tekan tombol **Esc** untuk keluar dari pilihan.



Gambar 4.16 Perintah *Line - multi*

f. **Create → Line → Polar**

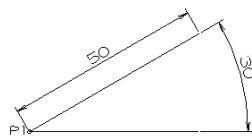
Menggambar garis menggunakan koordinat polar (Gambar 4.17) dengan cara:

Specify an endpoint<menggunakan menu posisi> klik titik P₁.

Enter an angle in degree (def val): 30.↵

Enter the line length (def val): 50.↵

Select BACKUP atau tekan tombol **Esc** untuk keluar dari pilihan.



Gambar 4.17 Perintah *Line - polar*

g. **Create → Line → Perpendiclr**

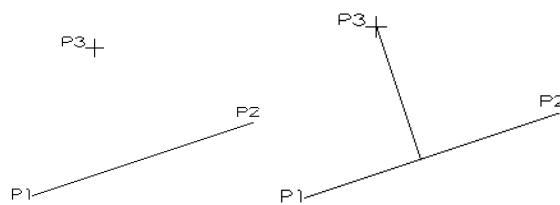
Menggambar garis tegak lurus terhadap suatu garis atau busur dengan cara:

1) **Create → Line → Perpendiclr → Point**

Menggambar garis tegak lurus: dari suatu garis ke suatu titik.

Select line, arc, or spline: Klik garis P₁ – P₂, kemudian klik titik P₃, (Gambar 4.18)

Enter the line length: 25 ↵



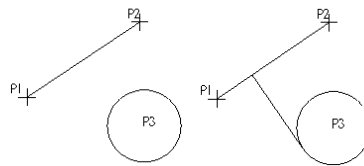
Gambar 4.18 Perintah *Line - perpendicular*

2) **Create → Line → Perpendiclr → Arc**

Menggambar garis tegak lurus dari suatu busur ke suatu garis.

Select line, arc, or spline: Klik garis P₁ – P₂, kemudian klik busur/lingkaran P₃ (Gambar 4.19)

Enter the line length: ↵, selanjutnya klik garis yang diinginkan.

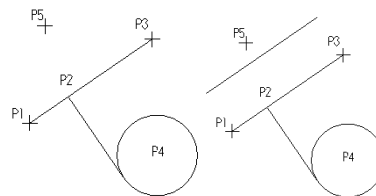


Gambar 4.19 Perintah *Line - perpendicular - arc*

3) Create → Line → Parallel

Menggambar garis sejajar terhadap suatu garis atau busur dengan cara:

4) Create → Line → Parallel → Side/dist



Gambar 4.20 Perintah *Line - parallel*

Menggambar garis sejajar dengan jarak dan arah tertentu: dari suatu garis ke suatu posisi.

Select line: klik garis P₁ - P₃, (Gambar 4.20)

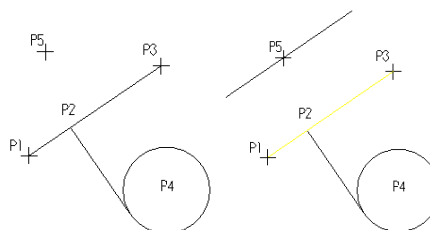
Indicate the offset direction: klik titik P₅

Parallel Line Distance = 25 ↙

5) Create → Line → Parallel → Point

Menggambar garis sejajar ke suatu titik tertentu:

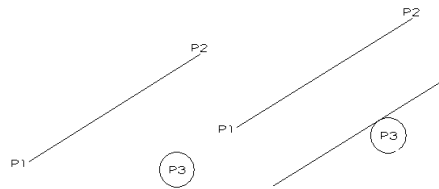
Select line: Klik garis P₁ - P₃, kemudian klik titik P₅, (Gambar 4.21)



Gambar 4. 21 Perintah *Line - parallel - point*

6) Create → Line → Parallel → Arc

Menggambar garis sejajar ke suatu busur tertentu:



Gambar 4. 22 Perintah *Line - parallel - arc*

Select line: Klik garis P₁ – P₃, (Gambar 4.22)

Select an arc to place a parallel line tangent to: klik busur P₃, *Select which line to keep:* klik garis yang diinginkan.

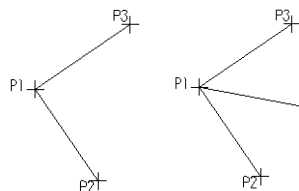
7) Create → Line → Bisect

Menggambar garis berdasarkan perpotongan dua garis pada sudut yang sama, dengan cara:

Select two line to bisect: klik garis P₁ – P₂, dan garis P₁ – P₃ (Gambar 4.23)

Enter the length of the line from the intersection point: 50 ↵

Select which line to keep: klik garis yang dikehendaki



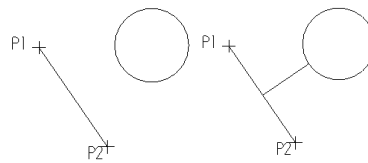
Gambar 4. 23 Perintah *Line - bisect*

8) Create → Line → Closest

Menggambar garis dari suatu titik pada obyek ke titik suatu obyek terdekat, lihat Gambar 4.24, dengan cara:

Select line, arc, or spline: klik garis P₁ – P₂,

Select point, line, arc, or spline: klik busur, akan tergambar garis yang menghubungkan garis dengan busur.

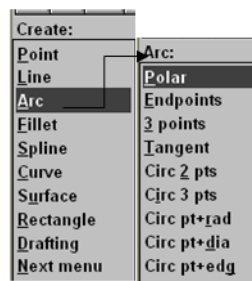


Gambar 4. 24 Perintah *Line - closest*

4. Menu dan Submenu Arc

Perintah **Arc** digunakan untuk menggambar busur dan lingkaran pada layar gambar. *MasterCam* dapat digunakan untuk menggambar busur dan lingkaran dengan beberapa opsi

Create → Arc dari menu utama dan akan tertayang opsi submenu berikut:



Gambar 4.25 Pilihan submenu Arc

a. Create → Arc → Polar

Menggambar busur berdasarkan koordinat polar (Gambar 4.26) dilakukan dengan 4 cara yakni:

1) Create → Arc → Polar → Centerr pt

Menggambar suatu busur dengan terlebih dahulu menetapkan (memberikan) nilai koordinat titik pusat lingkaran, nilai radius, sudut awal dan sudut akhir. Nilai sudut dimasukkan melalui papan ketik.

Contoh:

Arc, polar, Enter the center point: 0,0 ↵

Enter the radius: 25 ↵

Enter the initial angle: 0 ↵

Enter the final angle: 180 ↵

2) Create → Arc → Polar → Skeetch

Menggambar suatu busur dengan terlebih dahulu menetapkan (memberikan) nilai koordinat titik pusat lingkaran, nilai radius, sudut awal dan sudut akhir. Nilai sudut ditetapkan dengan mouse.

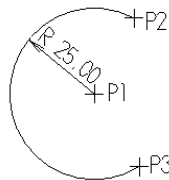
Contoh: lihat Gambar 4.26

Arc, polar, Enter the center point: Klik pada titik P₁

Enter the radius: 25 ↵

Enter the initial angle: Klik pada titik P₂

Enter the final angle: Klik pada titik P₃



Gambar 4.26 Arc – polar - skeetch

3) Create → Arc → Polar → Start pt

Menggambar suatu busur dengan terlebih dahulu menetapkan titik awal, nilai radius, sudut awal dan sudut akhir. Nilai sudut dimasukkan melalui papan ketik.

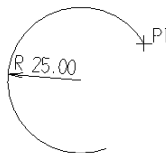
Contoh: lihat Gambar 4.27

Arc, polar, Enter the Start point: Klik pada titik P₁

Enter the radius: 25 ↵

Enter the initial angle: 30 ↵

Enter the final angle: 290 ↵



Gambar 4. 27 Arc – polar - start pt

4) Create → Arc → Polar → End pt

Menggambar suatu busur dengan terlebih dahulu menetapkan titik awal, nilai radius, sudut awal dan sudut akhir. Nilai sudut dimasukkan melalui papan ketik.

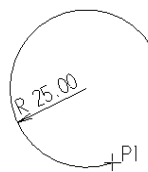
Contoh: lihat Gambar 4.28

Arc, polar, Enter the End point: Klik pada titik P₁

Enter the radius: 25 ↵

Enter the initial angle: 30 ↵

Enter the final angle: 290 ↵



Gambar 4. 28 Arc – polar - end pt

b. Create → Arc → Endpoints

Menggambar busur di mana dua titik ujung dan radius diketahui (Gambar 4.29). Secara umum ada lebih dari satu kemungkinan pilihan untuk pembuatan busur, juga ada kesempatan untuk mengklik busur yang diinginkan.

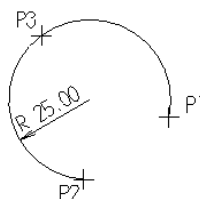
Specify the first endpoint <menggunakan menu posisi> klik pada titik P₁.

Specify the second endpoint <menggunakan menu posisi> klik pada titik P₂.

Enter the radius: 25 ↵

Klik pada P₃ untuk memilih busur yang dikehendaki. Dalam hal ini, ada 4 busur yang dapat dipilih, dan untuk mengklik busur yang diinginkan, gunakan mouse untuk memilih satu titik terdekat ke busur.

Tekan tombol **Esc** untuk keluar dari perintah aktif.



Gambar 4.29 Arc – endpoint

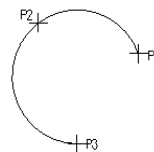
c. **Create → Arc → 3 points**

Menggambar busur melalui tiga titik. Titik pertama dan ketiga menjadi kedua titik ujung busur, lihat Gambar 4.30, dengan cara:

Enter the first endpoint<menggunakan menu posisi> klik pada titik P₁.

Enter the second endpoint<menggunakan menu posisi> klik pada titik P₂.

Enter the second endpoint<menggunakan menu posisi> klik pada titik P₃.



Gambar 4.30 Arc – 3points

d. **Create → Arc → Tangent**

Menggambar busur tangen terhadap satu atau tiga entiti. Ada lima opsi di bawah tangen, yakni:

1 entiti : menggambar busur 180° yang bersinggungan dengan ke suatu entiti terpilih.

2 entiti : menggambar busur yang bersinggungan dengan dua entiti terpilih.

3 entiti : menggambar busur yang bersinggungan dengan tiga entiti terpilih.

Center line : menggambar busur dengan mengambil garis tengah pada suatu entiti dan bersinggungan dengan entiti lainnya.

Point : menggambar busur melalui suatu titik yang bersinggungan pada suatu entiti.

Dynamic : menggambar busur secara dinamis, yang bersinggungan dengan suatu entiti terpilih.

1) **Create → Arc → Tangent → 1 entity**

Menggambar suatu busur 180° bersinggungan (tangen) dengan suatu entiti:

Gambarlah suatu garis seperti terlihat pada Gambar 4.31.

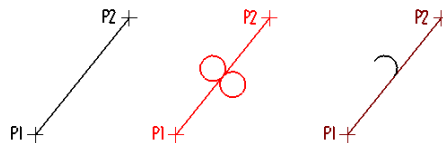
Create → Arc → Tangent → 1 entity.

Arc, tangent to 1 entity. Select the entity that the arc is to be tangent to: Klik garis $P_1 - P_2$.

Arc, tangent to 1 entity. Specify the tangent point tangent: Klik Mid point dari garis $P_1 - P_2$.

Enter the radius: 10 ↵

Arc, tangent to 1 entity. Klik **Backup**



Gambar 4.31 Arc – tangent - 1entity

2) Create → Arc → Tangent → 2 entities

Menggambar suatu busur yang bersinggungan dengan dua entiti:

Gambarlah dua garis miring (lihat Gambar 4.32), lalu

Create → Arc → Tangent → 2 entities

Create arc, tangent to 2 entities, Enter radius: 15

Select entities: klik ke dua garis miring, sehingga akan tertayang hasil seperti terlihat dalam Gambar 4.32.



Gambar 4.32 Arc – tangent - 2entities

3) Create → Arc → Tangent → 3 entities

Menggambar suatu busur melalui tiga titik tangent (singgung) dari tiga entiti terpilih, dengan cara:

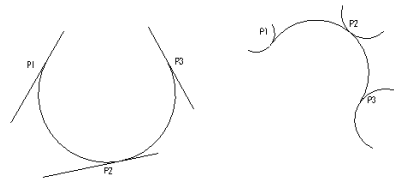
Gambarlah terlebih dahulu tiga garis atau tiga busur seperti terlihat pada Gambar 4.33.

Create → Arc → Tangent → 3 entities

Select the first entities: klik pada P_1

Select the second entities: klik pada P_2

Select the third entities: klik pada P_3

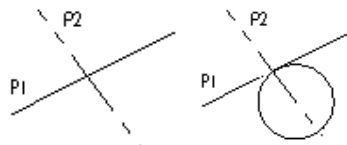


Gambar 4.33 Arc – tangent - 3entities

4) Create → Arc → Tangent → Centerline

Menggambar suatu busur dengan garis sumbu pada salah satu entiti yang ada, dengan cara:

Gambarlah terlebih dahulu dua garis, satu untuk persinggungan, dan satu lagi untuk garis sumbu lingkaran, seperti terlihat pada Gambar 4.34.



Gambar 4.34 Arc – tangent - centerline

Create → Line → Tangent → Centerline

Select the line to be tangent to the circle: klik garis P_1

Select the line to put the center of the circle on: klik garis P_2

Enter the radius of the circle: 15.↵

Select which arc to keep: (klik lingkaran di bawah garis P_1).

5) Create → Arc → Tangent → Point

Menggambar suatu busur yang tangen terhadap suatu entiti dan melalui satu titik, dengan cara:

Gambarlah terlebih dahulu suatu garis (P_1) dan atau suatu busur (P_2), seperti terlihat pada Gambar 4.35.

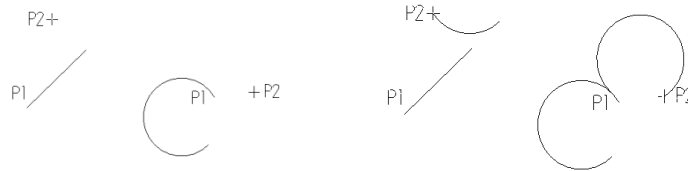
Create → Arc → Tangent → Point

Select the entity that the arc is to be tangent to: klik garis/busur P_1

Enter the through point: Klik P_2

Enter the radius: 15.↵

Select an arc: (klik lingkaran sebelah atas).



Gambar 4.35 Arc – tangent - point

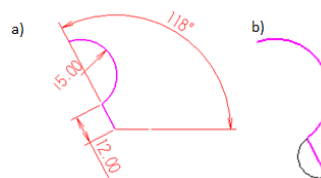
6) Create → Arc → Tangent → Dynamic

Menggambar busur secara dinamis, bersinggungan dengan suatu entiti terpilih, dengan cara:

Gambarlah terlebih dahulu suatu garis (P_1) dan atau suatu busur (P_2), seperti terlihat pada Gambar 4.36a.

Create → Arc → Tangent → Dynamic

Select the entity that the arc is to be tangent to: klik busur dan geser tanda panah dinamik ke ujung sebelah bawah busur, lalu klik ujung titik (*endpoint*) ujung bawah garis miring, sehingga akan tertayang hasil seperti terlihat dalam Gambar 4.36b.



Gambar 4.36 Arc – tangent - dynamic

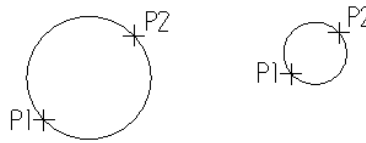
f. Create → Arc → Circ 2 pts

Menggambar lingkaran dengan menetapkan dua titik yang terletak 180° di sekitar keliling atau dengan kata lain mengklik titik ujung dari diameter lingkaran, lihat Gambar 4.37.

Create → Arc → Circ 2 pts

Circle, 2 points: Enter the first point: Klik P1

Enter the second point: Klik P2.



Gambar 4.37 Arc – cir 2 pts

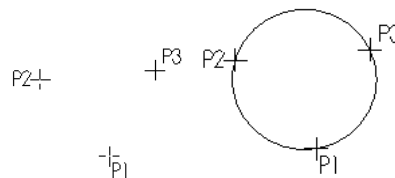
g. Create → Arc → C_irc 3 pts

Menggambar lingkaran dengan menetapkan tiga titik sebagai dasar keliling lingkaran. Oleh karena itu, ketiga titik tidak boleh pada posisi garis lurus, lihat Gambar 4.38.

Create → Arc → C_irc 3 pts

Circle, 3 points: Enter the first point: Klik PP₁

Enter the second point: Klik P₂, Enter the third point: Klik P₂,



Gambar 4.38 Arc – cir 3 pts

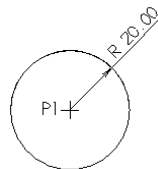
g. Create → Arc → C_irc pt rad

Menggambar lingkaran dengan memberikan terlebih dahulu nilai radius, nilai koordinat titik pusat radius, dengan cara:

Create → Arc → C_irc pt rad

Enter the radius: 20 ↵

Enter the center point: Klik Point yang terdapat pada menu, lalu klik P₁, akan tertayang Gambar 4.39



Gambar 4.39 Arc – cir pt rad

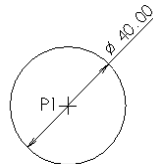
h. Create → Arc → C_irc pt dia

Menggambar lingkaran dengan memberikan terlebih dahulu nilai diameter, titik pusat radius, dengan cara:

Create → Arc → Circ pt dia

Enter the diameter: 40 ↵

Enter the center point: klik P₁



Gambar 4.40 Arc – cir pt dia

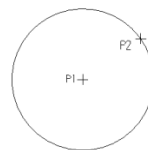
i. **Create → Arc → Circ pt edg**

Menggambar lingkaran dengan memberikan terlebih dahulu nilai diameter, titik pusat radius, dengan cara:

Create → Arc → Circ pt edg

Circle, with center/edge: Enter the center point: klik P₁

Enter the edge point: klik P₂



Gambar 4.41 Arc – cir pt edg

5. Menu dan Submenu Fillet

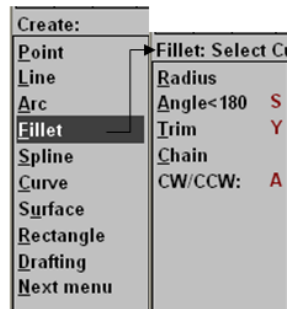
Urutan menu untuk perintah **Fillet** adalah Create → Fillet

Menggambar satu atau lebih fillet untuk dua atau lebih entiti dengan menetapkan empat parameter berikut:

<i>Radius</i>	:	Mengubah ke suatu radius baru
<i>Angle</i>	:	Menetapkan pilihan sudut. Pilihan sudut bisa < 180°, >180° atau full.
<i>Trim</i>	:	Menetapkan opsi trim, baik untuk mempertahankan atau menghilangkan / membuang garis yang ditrim.

<i>Chain</i> :	Menggambar satu atau lebih fillet dengan merantai (chaining) beberapa entiti sekaligus.
<i>CW/CCW</i> :	

a. **Create → Fillet** dari menu utama, akan tertayang opsi submenu berikut:



Gambar 4. 42 Pilihan submenu Fillet

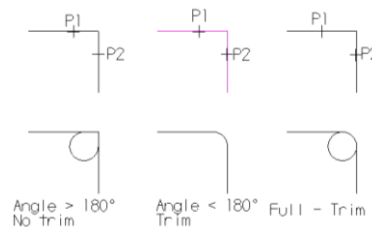
b. **Create → Fillet → Radius**

Menggambar suatu fillet dengan nilai radius tertentu.

Create → Fillet → Radius

Enter the fillet radius: 5 ↵

Klik P₁ dan P₂



Gambar 4.43 Fillet – radius

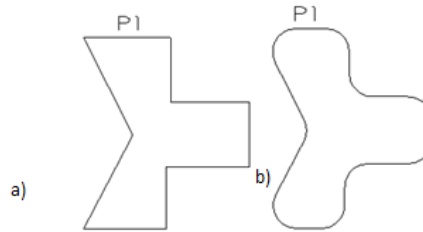
c. **Menggambar Fillet berantai**

Gambar terlebih dahulu beberapa garis dengan menggunakan **Create → Line → Multi**, lihat Gambar 4. 44a. Jika perlu, pilih dan ubah parameter fillet.

Create → Fillet

Enter the fillet radius: 5 ↵

Pilih Chain: klik P₁, Done→ akan tertayang Gambar 4.44b

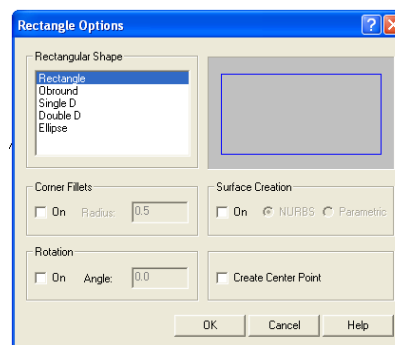


Gambar 4.44 Fillet berantai

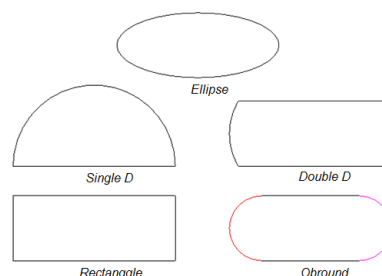
6. Menu dan Submenu Rectangle

Urutan menu rectangle adalah Create →Rectangle

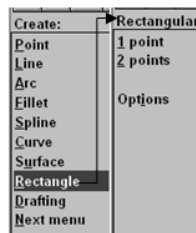
- 1 point* : Menggambar jajarangenjang dengan memberikan titik sudut, yakni lebar dan tinggi.
- 2 points* : Menggambar jajarangenjang dengan memberikan dua titik sudut.
- Options* : Menggambar jajarangenjang dengan pilihan bentuk *rectangle*, *Obround*, *single D*, *double D*, dan *ellipse*, lihat Gambar 4.45.



Gambar 4. 45 Kotak dialog Rectangle Options



Gambar 4. 46 Rectanggle Shape

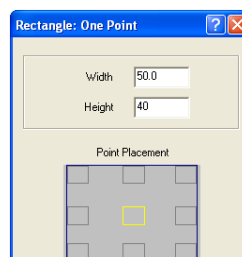


Gambar 4.47 Pilihan submenu Rectangle

a. Create → Rectangle → 1 point

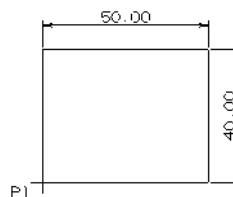
Menggambar suatu persegipanjang dengan memberikan satu nilai titik pojok yakni lebar dan tinggi.

Create → Rectangle → 1 point, akan tertayang kotak dialog seperti terlihat pada Gambar 4.48.



Gambar 4.48 Kotak dialog Rectangle: One Point

Sementara posisi penempatan dapat disesuaikan dengan *Point Entry*, dan memilih bagian persegi panjang dengan mengklik titik posisi pada daerah *Point Placement* (Gambar 4.49)



Gambar 4.49 Persegipanjang dengan 1 titik.

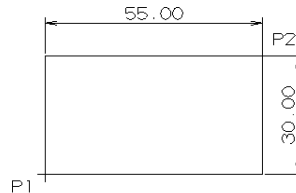
b. Create → Rectangle → 2 point

Menggambar suatu persegipanjang dengan memberikan dua nilai titik pojok yakni lebar dan tinggi.

Create → Rectangle → 2 point.

Enter the left lower corner: 20,20 ↵ (P₁)

Enter the upper right corner: 75,50 ↵ (P₂)



Gambar 4.50 Persegipanjang dengan dua titik

Catatan: Titik koordinat P₂ bisa ditetapkan terlebih dahulu, baru titik koordinat P₁.

7. Menu dan Submenu **Chamfer**

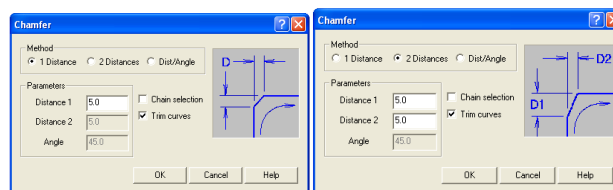
Urutan menu *Chamfer* (pinggulan) adalah:

Create → Next menu → Chamfer. Perintah ini digunakan untuk menggambar suatu pinggulan antara dua garis tak sejajar dengan dua jarak yang diberikan. Ada pilihan di bawah perintah *chamfer* untuk mengubah jarak pinggulan:

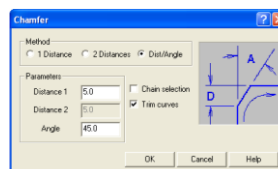
Distance: Berfungsi untuk mengubah jarak *default* pinggulan. Secara umum, ada dua jarak yang dapat diganti. Jarak pertama berkaitan dengan titik klik pertama P₁ dan jarak kedua berkaitan dengan titik klik kedua P₂.

a). 1 Distance

b). 2 Distances

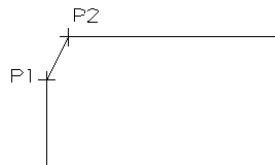


c). *Dist/Angle*



Gambar 4.51 Kotak dialog Chamfer

Dari Gambar 4.51b) pilih tombol lunak 2 *Distances*, lalu *Distance 1* isi dengan nilai 10 dan *distances 2* isi dengan 5, lalu Ok. Selanjutnya, klik titik P1, kemudian titik P2, akan tertayang seperti Gambar 4.52.



Gambar 4.52 Gambar dengan Pinggulan

8. Menu dan Submenu *Letter*

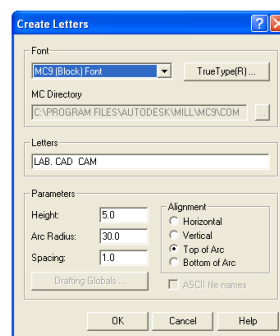
Geometri *letter* dapat digunakan untuk pemotongan huruf pada lapisan tipis (*plagues*). Dengan *MasterCam*, ada beberapa metoda yang dapat digunakan untuk menggambar huruf yang dimaksud. Metoda pertama adalah menggambar geometri dengan menggunakan font sistem *MasterCam*, tetapi hanya dengan geometri huruf-huruf besar (*upper case*). Metoda kedua adalah lebih fleksibel, dapat bekerja baik geometri huruf besar maupun huruf kecil. Pertama-tama, gambarkan kalimat atau satu suku kata, lalu ubah atributnya.

a. Metoda I

Urutan perintah penggambaran huruf adalah:

Create → *Next menu* → *Letters*.

Dengan prosedur ini akan tertayang kotak dialog



Gambar 4.53 Kotak dialog *Create Letters*

Selanjutnya melalui kotak dialog *Create Letters*, pilih font style: *MC9[Block] Font*. Lalu ketikkan *Letters* yang dikehendaki, misalnya: LAB. CAM CAM.

Selanjutnya isi data parameter, seperti:

Height: **5** untuk Gambar 4.54a atau **4** untuk Gambar 4.54b

Arc Radius: **30**

Spacing: **1**

Klik tombol lunak “*Top of Arc*” (Gambar 4.54a) atau *Bottom of Arc* (Gambar 4.54b)

Dan tetapkan dengan mengklik tombol **Ok**. Klik pada titik P_1 untuk penempatan *letter* tersebut, sehingga akan tertayang seperti berikut:



Gambar 4.54 Arc – letter

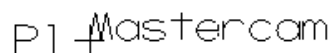
b. Metoda II

Metoda kedua, gambarlah suatu *string* huruf dengan menggunakan perintah “*Note*” yang terdapat dalam Submenu Drafting dari menu Create, seperti diuraikan berikut ini:

- 1) Gambar satu *string* huruf menggunakan perintah “*Note*”
- 2) Ganti atribut termasuk *height*, *aspect ratio*, *font type* dan *spacing*, jika perlu
- 3) Konversikan *Note* ke *chains* dari entiti geometri dengan menggunakan:
Modify → Break → Draft/Line → Entity → Done

Prosedur:

Create → Drafting → Note → akan tertayang kotak dialog *Note*, lalu ketikkan *Mastercam* dan tetapkan dengan tombol **Ok**. Selanjutnya akan tertayang:



Gambar 4.55 Hasil perintah Note

Create → Drafting → Edit texts “Y” → Note → akan tertayang kotak dialog Note, lalu klik tombol “Properties”, sehingga akan tertayang kotak dialog “Drafting Global”.

Melalui kotak dialog ini, ganti *font* teks menjadi *European font* dan *text height* = 5. Kemudian lakukan perintah berikut:

Modify → Break → Draft/Line

Klik Entiti dan Done, akan tertayang:



Gambar 4.56 Setelah Teks diedit dan dipecah (break)

Dengan prosedur di atas, berarti teks “Mastercam” telah diubah menjadi geometri.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran perancangan gambar 2D dengan CAM? Sebutkan!
2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-00**.

Aktivitas 1: Membuat Gambar 2D dengan CAM

Setelah Saudara mencermati gambar 3D kompleks pada aktivitas 1, maka pada aktivitas 2 ini Saudara akan mendiskusikan bagaimana membuat gambar 3D kompleks. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang cara membuat kurva dengan arc dengan CAM?
2. Apa yang Saudara ketahui tentang cara membuat kurva dengan CAM?
3. Apa yang Saudara ketahui tentang cara membuat rectangle dengan CAM?
4. Apa yang Saudara ketahui tentang cara membuat tulisan (letters) dengan CAM?

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan **LK-01**.

Untuk memperkuat pemahaman Saudara tentang cara membuat gambar 2D dengan CAM, bacalah Bahan Bacaan pada kegiatan pembelajaran ini, kemudian melaksanakan Tugas Praktek dengan menggunakan **LK-01.P**

LEMBAR KERJA KB-5

LK - 00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran perancangan gambar 2D dengan CAM? Sebutkan!

.....
.....
.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini?Jelaskan!

.....
.....
.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....
.....
.....

LK – 01

1. Apa yang Saudara ketahui tentang cara membuat kurva dengan arc dengan CAM?

.....
.....
.....

2. Apa yang Saudara ketahui tentang cara membuat kurva dengan CAM?

.....
.....
.....

3. Apa yang Saudara ketahui tentang cara membuat rectangle dengan CAM?

.....
.....
.....

4. Apa yang Saudara ketahui tentang cara membuat tulisan (letters) dengan CAM?

.....
.....
.....

LK – 01.P

TUGAS PRAKTIK:

Membuat gambar 2D dengan CAM

Dengan menyelesaikan LK-01 saudara telah memahami fungsi dari perintah untuk membuat gambar 2D dengan CAM

Di bawah ini ada lima proyek dengan menggunakan kombinasi beberapa perintah. Setelah masing-masing proyek selesai dikerjakan, simpanlah gambar yang sudah selesai dengan nama tertentu, yang nantinya akan ditampilkan ketika akan menurunkan lintasan alat potong dalam pemesinan CNC (program CNC)

Proyek 1

Menggambar geometri suatu komponen seperti terlihat pada Gambar berikut.

Langkah 1: Menggambar 2 segiempat (rectangle)

Pilih MAIN MENU → Create → Rectangle → 2 points

 segiempat II

Enter the lower left corner: 60,-20 ↵

Enter the upper right corner: 100,-5 ↵ (segiempat I)

Enter the lower left corner: 0,120 ↵

Enter the upper right corner: 30,100 ↵ (segiempat II)

 segiempat I

Tekan Alt dan F1 secara bersamaan, kemudian tekan F2 untuk mengepaskan geometri pada layar.

Langkah 2: Menggambar 2 busur (Arc)

Pilih MAIN MENU → Create → Arc → Polar → Center pt

Enter the center point: 0,0 ↵

Enter the radius: 100 ↵

Enter the initial angle: 0 ↵

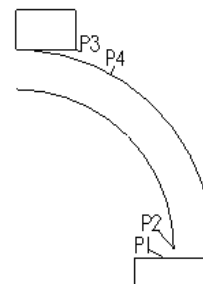
Enter the final angle: 90 ↵ ... (busur I)

Enter the center point: 0,0 ↵

Enter the radius: 80 ↵

Enter the initial angle: 0 ↵

Enter the final angle: 90 ↵ ... (busur II)



Langkah 3: Menggambar Fillet

Pilih MAIN MENU → Create → Fillet → Radius

Enter the fillet radius: 10 ↵

Select an entity: Klik pada titik P_1

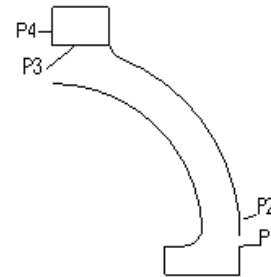
Select another entity: Klik pada titik P_2

Select Radius

Enter the radius: 15 ↵

Select an entity: Klik pada titik P_3

Select another entity: Klik pada titik P_4



Langkah 4: Trim dan menghapus garis yang tak perlu

Pilih MAIN MENU → Modify → Trim → 1 Entity

Select the entity to trim: klik pada titik P_1

Select the entity to trim to: klik pada titik P_2

Select MAIN MENU → Delete

Select an entity or: klik pada titik P_3

Select an entity or: klik pada titik P_4

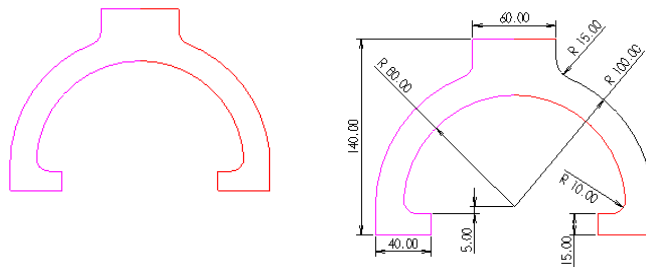


Langkah 5: Mirror pada sumbu Y

Pilih MAIN MENU → Xform → Mirror → All Entities → Done → Y axis → Copy

→ Ok

Gambar hasil akan tertayang seperti di bawah ini.



Langkah 6: Simpan gambar ke dalam suatu file

Pilih MAIN MENU → File → Save

Enter file name: **Kontur1**

Proyek 2

Menggambar geometri suatu komponen seperti terlihat pada dibawah ini.

Langkah 1: Menggambar dua segiempat (rectangle)

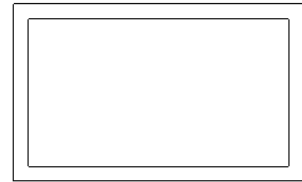
Pilih MAIN MENU → Create → Rectangle → 2 points

Enter the lower left corner: 0,0 ↵

Enter the upper right corner: 200,120 ↵ (segiempat I)

Enter the lower left corner: 10,10 ↵

Enter the upper right corner: 190,110 ↵ (segiempat II)



Tekan Alt dan F1 secara bersamaan, kemudian tekan F2 untuk mengepaskan geometri pada layar.

Langkah 2: Menggambar enam lingkaran (dari P3 – P8)

Pilih MAIN MENU → Create → Arc → Circ pt + rad

Enter the radius: 20 ↵

Enter the center point: 10,10 ↵

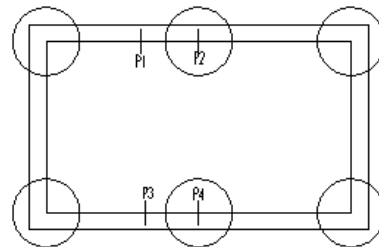
Enter the center point: 100,10 ↵

Enter the center point: 190,10 ↵

Enter the center point: 10,110 ↵

Enter the center point: 100,110 ↵

Enter the center point: 190,110 ↵



Langkah 3: Memutuskan dua garis horizontal segiempat bagian dalam menjadi dua bagian.

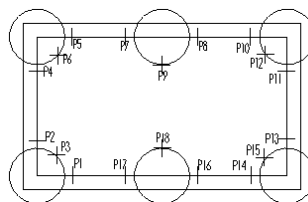
Pilih MAIN MENU → Modify → Break → 2 pieces

Select an entity: klik pada titik P₁

Enter the break point: klik pada titik P₂ untuk memutus garis pertama

Select an entity: klik pada titik P₃

Enter the break point: klik pada titik P₄ untuk memutus garis kedua



Langkah 4: Memangkas (trim) keenam lingkaran

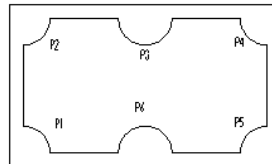
Pilih MAIN MENU → Modify → Trim → 3 entities

Select the first entity to trim: klik pada titik P₁

Select the second entity to trim: klik pada titik P₂

Select the entity to trim to: klik pada titik P₃ untuk melengkapi pemangkasan (trim) lingkaran pertama.

Secara berurutan, klik dengan cara yang sama, mulai dari titik P_4 sampai dengan P_{18} untuk memangkas kelima lingkaran lainnya, sehingga gambar hasil tertayang seperti terlihat dalam Gambar di bawah.



Langkah 5: Menyimpan file

Pilih MAIN MENU → File → Save

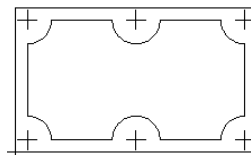
Simpan file gambar anda dengan nama: **Kantong_1**

Langkah 6: Menggambar enam titik pada pusat setiap lingkaran

Pilih MAIN MENU → Create → Point → Position → Center:

Specify a point: klik pada titik P_1 untuk menggambar titik I.

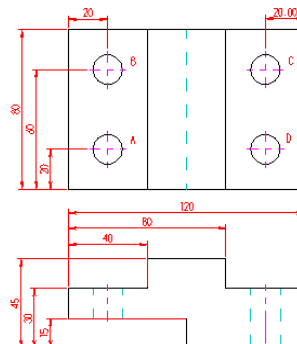
Secara berurutan, lakukan hal yang sama untuk menggambar titik pusat mulai dari P_2 sampai dengan P_6 .



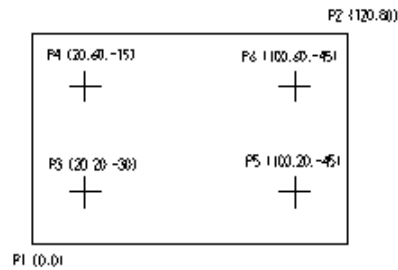
Simpan file gambar dengan nama file berbeda, yakni: “**Drill_2**”

Proyek 3

Menggambar suatu persegipanjang dan empat titik, lihat Gambar di bawah



Geometri di atas terdiri dari sebuah persegipanjang dengan empat titik, dengan koordinat seperti terlihat pada Gambar di bawah.



Langkah 1: Menggambar dua segiempat (rectangle)

Pilih MAIN MENU → Create → Rectangle → 2 points

Enter the lower left corner: 0,0 ↵

Enter the upper right corner: 120,800 ↵

Langkah 2: Menggambar empat titik

Pilih MAIN MENU → Create → Point → Position

Specify a point: 20,20,-30 ↵

Specify a point: 20,60,-30 ↵

Specify a point: 100,20,-45 ↵

Specify a point: 100,60,-45 ↵

Langkah 3: Simpan Gambar ke suatu file

Pilih MAIN MENU → File → Save

Beri nama file: **Drill_3**

E. Latihan

Soal Uraian

1. Jelaskan 4 fungsi dasar dari perangkat lunak MasterCam!
2. Sebutkan opsi submenu untuk membuat garis dengan perintah *line*!
3. Jelaskan 2 metoda untuk membuat huruf dengan MasterCam!

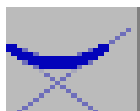
Soal Pilihan Ganda

1. Pengalamatan pada sistem sumbu mesin bubut CAM adalah
 - A. X dan Z
 - B. D dan Z
 - C. X dan Y
 - D. X dan D
2. Pengalamatan pada sistem sumbu mesin frais CAM – 2D adalah
 - A. D dan Z
 - B. X dan Z
 - C. Y dan Z
 - D. X dan Y
3. Nilai masukan pada alamat D dari sitem sumbu pada mesin Bubut CAM adalah nilai
 - A. Nilai diameter
 - B. Nilai radius
 - C. Nilai absolut
 - D. Nilai relatif
4. Ikon berikut ini digunakan untuk menggambar ...



- A. Garis berpotongan
- B. Garis sumbu
- C. Titik
- D. Penambahan nilai alamat

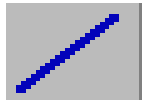
5. Ikon berikut ini digunakan untuk menggambar / membuat



- A. Lingkaran
- B. Dua garis berpotongan

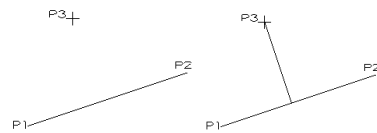
- C. Fillet
- D. Garis tangen terhadap lingkaran

6. Ikon berikut ini digunakan untuk menggambar



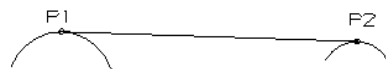
- A. Garis miring
- B. Garis
- C. Garis bagi
- D. Polyline

7. Perhatikan gambar dibawah ini, perintah untuk membuat garis seperti gambar tersebut adalah...



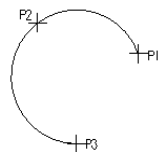
- A. Create → Line → Perpendclr → Point
- B. Create → Line → Perpendclr → Arc
- C. Create → Line → Parallel
- D. Create → Line → Parallel → Side/dist

8. Perhatikan gambar dibawah ini, perintah untuk membuat garis seperti gambar tersebut adalah...



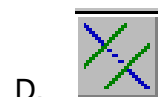
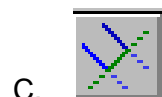
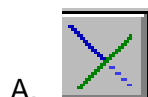
- A. Create → Line → Tangent → Angle
- B. Create → Line → Tangent → 2Arc
- C. Create → Line → Tangent → Point
- D. Create → Line → Multi

9. Perhatikan gambar dibawah ini, perintah untuk membuat arc seperti gambar tersebut adalah...





- A. Create → Arc → 3 points
- B. Create → Arc → Polar → Start pt
- C. Create → Arc → Polar → End pt
- D. Create → Arc → Polar → Sketch

10. Bila dua garis berpotongan akan dipangkas salah satu garis dari yang berpotongan tersebut, maka ikon yang digunakan adalah ikon....



11. Bila dua garis berpotongan akan dipangkas langsung kedua garis pada perpotongannya, maka ikon yang digunakan adalah ikon

- A.  B.  C.  D. 

12. Untuk memotong tiga garis sekaligus pada perpotongannya, ikon yang digunakan ialah ikon

- A.  B.  C.  D. 

F. Rangkuman

- Computer Aided Design (CAD) dan Computer Aided Manufacturing (CAM) berperan sangat besar dalam proses perencanaan dan produksi karena dapat menghemat waktu, resources, dan biaya produksi dengan hasil efisien dan akurat.
- *MasterCam Manufacture* merupakan modul CAM dari perangkat lunak CNC (*CNC Software, Inc.'s*) yang dapat digunakan untuk pembuatan program pemrosesan dua-dimensi dan tiga-dimensi.
- *MasterCam Manufacture* dapat digunakan untuk membuat label, catatan, dimensi pada segala bidang termasuk isometrik. Ketika sedang merencana, anda dapat melakukan pemutaran, pan, zoom, dan menggambar tampak yang baru. Sistem memiliki kemampuan menggambar geometri secara lebih luas, seperti titik, garis, busur, *spline*, *surfaces*, *ellipses* dan huruf.
- *Editor* gambar dalam MasterCam adalah suatu modeler 3D wireframe dan mempunyai konstruksi geometri 3D dan kemampuan mengedit termasuk titik, garis busur, *spline*, ellipse, lettering, fillet, trim, break, dan lain-lain.
- Fungsi CAM dalam MasterCam memungkinkan pengguna untuk menetapkan lintasan alat potong untuk 2D dan 3D dengan geometri atau permukaan yang berbeda. Fungsi dasar meliputi:
 - 1) Defenisi gerak alat potong
 - 2) Penurunan file lokasi pisau (alat potong)
 - 3) Post Processing

4) Pemindahan Data

G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Pada Kegiatan Belajar 5 (lima) ini materi yang dipelajari adalah konsep dasar CAM, penggunaan perintah-perintah menggambar 2D dengan CAM, membuat huruf dengan CAM. Rencana pembelajaran untuk kegiatan belajar ini adalah dengan melalui penguasaan materi dengan membaca materi bacaan dan melakukan latihan dengan mengerjakan lembar kerja berupa teori dan praktek. Selanjutnya peserta disarankan untuk mempelajari materi menerapkan toolpath pada *layer* CAM.

Upaya menyiapkan tenaga guru sekolah menengah kejuruan untuk memenuhi kebutuhan akan tenaga profesional, dalam kenyataannya sekarang ini sangat dipengaruhi oleh perkembangan dunia kerja yang dihadapkan pada persaingan yang sangat ketat baik di dalam negeri maupun di luar negeri. Karena setiap pengusaha akan bersaing dalam kualitas produksinya yang dilaksanakan sehingga menghasilkan barang berdasarkan kebutuhan pasar dengan harga yang bersaing.

Dalam hal ini maka untuk menjawab tantangan tersebut setiap lulusan SMK yang akan terlibat di dalam proses produksi harus mampu dan mempunyai kompetensi yang dikuasai, diakui, sedangkan untuk memperoleh kompetensi tersebut harus melalui pendidikan dan pelatihan di institusi/sekolah kejuruan yang memiliki guru dan pelatih yang kompeten dan profesional.

Salah satu perangkat pembelajaran diklat kompetensi guru adalah melalui program Guru Pembelajar dengan menyediakan sumber belajar yang aktual berupa modul/ bahan ajar. Diharapkan dengan mempelajari modul ini peserta diklat akan dibekali dengan pengetahuan dan keterampilan yang cukup yang harus dikuasai untuk melaksanakan tugasnya lebih profesional lagi.

Modul ini dimaksudkan untuk membantu sekaligus memandu para peserta diklat dalam pembelajaran berbasis aktivitas untuk mencapai kompetensi salah satu paket keahlian bidang Teknik Gambar Mesin untuk Level F atau yang berhubungan dengan pekerjaan –pekerjaan tersebut diatas, semoga buku modul ini bermanfaat bagi yang memerlukannya.

Kegiatan Pembelajaran 1

Soal Uraian

1. Jawab: Pada bagian lingkaran ulir terdapat gang (*pitch-P*) dan kisar (*lead-L*). Bila dilihat dari jumlah ulirnya, jenis ulir dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu: ulir tunggal (*Single thread*) dan ulir ganda/majemuk (*Multiple thread*). Jika dilihat dari arah ulirnya, jenis ulir dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu: ulir kanan (*right hand screw thread*) dan ulir kiri (*left hand screw thread*).
2. Jawab:
Standar ulir untuk keperluan umum:
 - *Metrik V Thread Standard*: Jenis ulir *metrik v thread standard* atau biasa disebut ulir segitiga metrik, adalah salah satu jenis ulir dengan satuan milimeter (mm) dengan total sudut ulir sebesar 60°. Selain itu ulir segitiga metrik memiliki kedalaman ulir baut (luar) $0,61343 P$ dengan radius pada dasar ulirnya $0,1 P$ dan kedalaman ulir murnya (dalam) $0,54127 P$ dengan radius pada dasar ulirnya $0,07 P$. Untuk operasional di lapangan, penulisan ulir metrik diberi lambang M yang disertai diameter nominal dan gang/kisar ulirnya. Misalnya M 12x1,75 artinya: standar ulir metrik dengan diameter nominal 12 mm dan gang/kisarnya 1,75 mm.
 - *British Standard Whitworth (BSW) Thread*: Jenis ulir *British Standard Whitworth* (BSW) Thread atau biasa disebut ulir standar whitworth, adalah salah satu jenis ulir dengan satuan inci (1 inci = 25,4 mm) dengan total sudut ulir sebesar 55°, kedalaman ulir total $0,96 P$, kedalaman ulir riil $0,64 P$ dan pada dasar dan puncak ulirnya memiliki radius $0,137$ inci. Untuk operasional di lapangan, penulisan ulir whitworth diberi lambang BSW atau W yang disertai diameter nominal dan gang/ kisar ulirnya. Misalnya W 1/2x14 artinya: standar ulir whitworth dengan diameter nominal 1/2 inci dan jumlah gang/ kisarnya 14 sepanjang satu inci.
 - *British Standard Fine Thread (BSF)*: Jenis ulir *British standard Fine Thread* (BSF), memiliki satuan dan profil yang sama dengan jenis ulir standar

whitworth yaitu memiliki total sudut ulir sebesar 55° , kedalaman ulir total $0,96 P$, kedalaman ulir riil $0,64$ dengan pada dasar dan puncak ulirnya $0,1$.

- *Unified National Coarse Thread (UNC)*: Jenis ulir *Unified National Coarse Thread (UNC)*, memiliki total sudut 60° dengan kedalaman ulir baut (luar) $0,614 P$ dan kedalaman ulir murnya (dalam) $0,54 P$. d). *Unified National Fine Thread (UNF)*: Jenis ulir *Unified National Fine Thread (UNC)* memiliki profil yang sama dengan Jenis ulir *Unified National Coarse Thread (UNC)*, perbedaannya kisar ulirnya lebih halus.
- *British Association Thread (BA)*: Jenis ulir *British Association Thread (BA)* atau bisa disebut ulir bola, memiliki total sudut $47,5^\circ$ dengan kedalaman ulir $0,6 P$ dan radius pada ujung ulir memiliki radius $0,18 P$.

Standar ulir untuk penggunaan transmisi berat dan gerak:

- *Square Thread Form*: Jenis ulir *Square Thread Form* atau biasa disebut ulir segi empat, adalah salah satu jenis ulir dengan bentuk ulirnya segi empat dengan bentuk sudut yang siku.
- *Acme Thread Form*: Jenis ulir *acme thread form* atau biasa disebut ulir *acme*, adalah salah satu jenis ulir dengan bentuk ulirnya trapesium dan sudut ulirnya 29° dan lebar puncak ulirnya $0,37 P$.
- *Metrik ISO Trapezoidal Tread*: Jenis ulir *metrik iso trapezoidal tread* atau biasa disebut ulir trapesium, adalah salah satu jenis ulir dengan bentuk ulirnya trapesium dan sudut ulirnya 30° .
- *Batres Tread*: Jenis ulir *Batres Tread* atau biasa disebut ulir gergaji terdapat dua jenis yaitu, **pertama**: ulir gergaji dengan sudut total ulirnya 45° dan kedalaman ulirnya $0,75 P$, **kedua**: ulir gergaji dengan sudut total ulirnya 50° dan kedalaman ulirnya sama yaitu $0,75 P$

3. Jawab:

- a). Pemotongan ulir dengan cara tegak lurus terhadap sumbu adalah, proses pembubutan ulir pemakanannya dilakukan dengan cara posisi pahat ulir maju terus tegak lurus terhadap sumbu sehingga pahat bubut mendapatkan beban yang lebih besar karena ketiga sisi mata sayat melakukan pemotongan bersama-sama.
- b). Proses pembubutan ulir pemakanannya dilakukan dengan cara pahat dimiringkan sebesar setengah sudut ulir dengan memiringkan

dudukan pada eretan atas. c). Proses pembubutan ulir dilakukan dengan cara pemakanan zig-zag (bervariasi) yaitu pemakanan sampai pada kedalaman ulir tidak hanya tegak lurus menggunakan eretan lintang saja, melainkan pemakanan divariasi dengan menggeser eretan atas sebagai dudukan pahat ulir arah kekanan atau kekiri

4. Jawab:

M : Jenis ulir metrik
12 : Diameter nominal ulir 12 mm
1,75 : Kisar ukir

5. Jawab:

W : Jenis ulir withwort
15/8 : Diameter nominal ulir 15/8 inchi
16 : Sepanjang satu inchi ulirnya terdapat 16 gang

6. Jawab: Segitiga, segi empat, trapesium, bola dan batres

7. Jawab: Kedalaman ulir luar (H) = $0,61 \times 1,5 = 0,915$ mm

8. Jawab: Kedalaman ulir dalam (h) = $0,54 \times 1,75 = 0,945$ mm

9. Jawab: Pembubutan diameter dalam atau memperbesar lubang, diawali dengan melakukan pengeboran terlebih dahulu yang diameternya mendekati diameter terbesar yang diinginkan. Cara pembubutannya dilakukan secara bertahap hingga tercapai diameter dan kehalusan sesuai tuntutan pada gambar kerja.

Jelaskan dengan singkat cara merimer pada mesin bubut!

Jawab: Merimer pada mesin bubut, diawali dengan melakukan pembuatan lubang/ pengeboran terlebih dahulu yang diameternya mendekati diameter terbesar yang diinginkan. Pembuatan lubang sebelum dirimer, untuk diameter sampai dengan 10 mm dianjurkan diameternya dibuat lebih kecil dari diameter nominal rimer yaitu antara $0,15 \div 0,25$ mm dan untuk lubang diameter 10 mm keatas, dianjurkan diameternya dibuat lebih kecil dari diameter nominal rimer yaitu antara $0,25 \div 0,60$ mm.

Soal Pilihan Ganda

- | | | |
|------|------|-------|
| 1. B | 5. A | 9. A |
| 2. D | 6. B | 10. A |
| 3. A | 7. D | |
| 4. C | 8. C | |

Kegiatan Pembelajaran 2

Soal Uraian

1. Gambar Assembly adalah gambar yang terdiri lebih dari satu part atau bagian yang digabungkan sehingga mempunyai suatu fungsi yang lain.
2. Multileader style adalah fasilitas yang digunakan untuk membuat petunjuk keterangan pada sebuah gambar part dan assembly berupa garis dan tanda panah serta keterangan lainnya dan biasanya berupa nomor.
3. Parameter pada Multileader style antara lain:
 - Ukuran garis
 - Ukuran balon
 - Ukuran teks
 - Ukuran panah

Soal Pilihan Ganda

- | | | |
|------|------|------|
| 1. C | 4. A | 7. B |
| 2. C | 5. B | 8. D |
| 3. A | 6. D | |

Kegiatan Pembelajaran 3

Soal Uraian

1. Fungsi dari perintah plane adalah untuk membuat dan menentukan area kerja dalam membuat sketsa dari bentuk profile yang diinginkan.
2. Fungsi dari perintah rib adalah untuk memperkuat fitur cetakan molding dan bagian-bagiannya, tapi dapat juga digunakan untuk memperkuat dan menahan beban pada sebuah part membuat bidang penguat
3. Fungsi dari perintah sweep adalah untuk membuat sebuah bentuk tertentu yang diinginkan sepanjang garis sketsa yang diminta

4. Fungsi dari perintah shell adalah untuk membuang/menghilangkan bagian dalam sebuah bentuk solid mengikuti bentuk permukaannya sehingga bentuk solid tersebut menjadi berongga dengan ketebalan yang sama.

Soal Pilihan Ganda

- | | |
|------|-------|
| 1. B | 6. B |
| 2. A | 7. D |
| 3. C | 8. A |
| 4. A | 9. C |
| 5. D | 10. B |

Kegiatan Pembelajaran 4

Soal Uraian

1. Fungsi dasar dari perangkat lunak MasterCam:
 - 1) Defenisi gerak alat potong
Urutan operasi: metoda pemotongan, arah pemotongan dan urutan operasi.
Parameter: data pemesinan, seperti diameter alat potong, kompensasi alat potong, kecepatan pemakanan, dan lain-lain.
 - 2) Penurunan file lokasi pisau (alat potong)
Dalam menetapkan gerak alat potong untuk lintasan 3D, pertama sekali MasterCam akan menghitung dan menampilkan permukaan *offset* dan menyimpan data dalam suatu file berekstensi .IND, sementara file lokasi pisau terakhir berekstensi . NCI.
Ketika file NCI dibuat, anda dapat menggunakan fungsi animasi (yang disebut dengan *BACKPLOT* dalam MasterCam) untuk memeriksa lintasan alat potong pada layar komputer.
 - 3) Post Processing
Post Processor berfungsi untuk menerjemahkan file NCI ke program NC YANG dapat dibaca (readable) melalui suatu jenis pengendali spesifik (controller) NC. Dalam hal ini, program NC berekstensi .NC. Generik (Universal) *post processor* dan *specific post processor*, keduanya terdapat dalam MasterCAM

4) Pemindahan Data

Program NC dapat dipindahkan (ditransfer) ke mesin NC melalui interfis RS232C

2. Opsi Submenu untuk membuat garis dengan perintah line:

- a. Create → Line → Horizontal → Origin
- b. Create → Line → Vertical → Origin
- c. Create → Line → Endpoints
- d. Create → Line → Tangent
 - 1) Create → Line → Tangent → Angle
 - 2) Create → Line → Tangent → 2Arc
 - 3) Create → Line → Tangent → Point
- e. Create → Line → Multi
- f. Create → Line → Polar
- g. Create → Line → Perpendclr
 - 1) Create → Line → Perpendclr → Point
 - 2) Create → Line → Perpendclr → Arc
 - 3) Create → Line → Parallel
 - 4) Create → Line → Parallel → Side/dist
 - 5) Create → Line → Parallel → Point

3. Metoda pertama adalah *menggambar geometri dengan menggunakan font sistem* MasterCam, tetapi hanya dengan geometri huruf-huruf besar (*upper case*). Metoda kedua adalah lebih fleksibel, dapat bekerja baik geometri huruf besar maupun huruf kecil.

Soal Pilihan Ganda

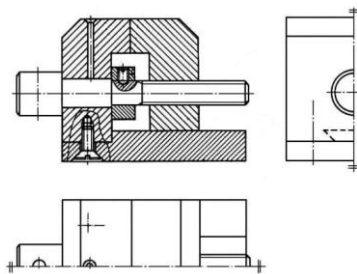
- | | | |
|------|------|-------|
| 1. B | 5. C | 9. A |
| 2. D | 6. B | 10. A |
| 3. A | 7. A | 11. C |
| 4. C | 8. B | 12. D |

Soal Pilihan Ganda

1. Standar kode penulisan ulir sudah distandarkan secara internasional. Jika pada sebuah gambar ulir tertulis W 5/8x11 pengertian adalah
 - A. Jenis ulir whitworth, diameter dasar ulir 5/8 inchi dan jumlah gangnya 11 buah sepanjang satu inchi
 - B. Jenis ulir whitworth, diameter nominal ulir 5/8 inchi dan jumlah gangnya 11 buah sepanjang satu inchi
 - C. Jenis ulir whitworth, diameter nominal ulir 5/8 mm dan jumlah kisarnya 11 buah sepanjang satu inchi
 - D. Jenis ulir whitworth, diameter tusuk ulir 5/8 inchi dan jumlah gangnya 11 buah sepanjang satu inchi
2. Standar kode penulisan ulir sudah distandarkan secara internasional. Jika pada sebuah gambar ulir tertulis M 16x2, pengertian adalah
 - A. Jenis ulir metrik, diameter nominal ulir 16 dan kisarnya 2 mm
 - B. Jenis ulir metrik, diameter tusuk ulir 16 dan kisarnya 2 mm
 - C. Jenis ulir metrik, diameter dasar ulir 16 dan kisarnya 2 mm
 - D. Jenis ulir metrik, diameter nominal ulir 16 dan kedalaman ulir 2 mm
3. Standar kode penulisan ulir sudah distandarkan secara internasional. Jika pada sebuah gambar ulir tertulis M 12x1,75, adalah
 - A. Jenis ulir metrik, diameter nominal ulir 12 dan kisarnya 1,75 mm
 - B. Jenis ulir metrik, diameter tusuk ulir 12 dan kisarnya 1,75 mm
 - C. Jenis ulir metrik, diameter dasar ulir 12 dan kisarnya 1,75 mm
 - D. Jenis ulir metrik, diameter nominal ulir 12 dan kedalaman ulir 1,75 mm
4. Membubut ulir luar (baut) M 10x1,5; maka kedalaman ulirnya (h) adalah sebesar
 - A. $h = 0,81$ mm
 - B. $h = 0,85$ mm
 - C. $h = 0,91$ mm
 - D. $h = 0,75$ mm
5. Membubut ulir luar (baut) M 16x2; maka kedalaman ulirnya (h) adalah sebesar

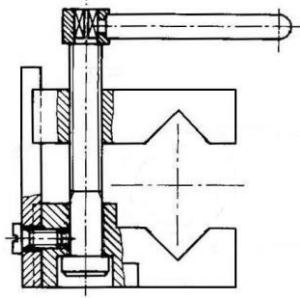
- A. $h = 1,22 \text{ mm}$
B. $h = 1,12 \text{ mm}$
C. $h = 1,08 \text{ mm}$
D. $h = 1,00 \text{ mm}$
6. Membubut ulir luar (baut) M 20x3; maka kedalaman ulirnya (h) adalah sebesar
A. $h = 1,50 \text{ mm}$
B. $h = 1,83 \text{ mm}$
C. $h = 1,73 \text{ mm}$
D. $h = 1,98 \text{ mm}$
7. Membubut ulir dalam (mur) M 10x1,5, maka kedalaman ulirnya (h) adalah sebesar....
A. $h = 0,91 \text{ mm}$
B. $h = 0,75 \text{ mm}$
C. $h = 0,88 \text{ mm}$
D. $h = 0,81 \text{ mm}$
8. Membubut ulir dalam (mur) M 16x2, maka kedalaman ulirnya (h) adalah sebesar....
A. $h = 1,12 \text{ mm}$
B. $h = 1,00 \text{ mm}$
C. $h = 1,08 \text{ mm}$
D. $h = 1,22 \text{ mm}$
9. Membubut ulir dalam (mur) M 20x3, maka kedalaman ulirnya (h) adalah sebesar....
A. $h = 1,62 \text{ mm}$
B. $h = 1,50 \text{ mm}$
C. $h = 1,66 \text{ mm}$
D. $h = 1,72 \text{ mm}$
10. Yang termasuk salah satu jenis standar ulir untuk penggunaan transmisi berat dan gerak adalah...

- A. Square Thread Form
 - B. Unified National Fine Thread (UNC)
 - C. British Association Thread (BA)
 - D. Unified National Coarse Thread (UNC)
11. Perintah untuk menggabungkan part menjadi sebuah gambar assembly adalah...
- A. Copy
 - B. Change
 - C. Move
 - D. Rotate
12. Perintah untuk menyalin gambar part kedalam gambar assembly adalah...
- A. Move
 - B. Change
 - C. Copy
 - D. Rotate
13. Perintah untuk mengubah jenis garis setelah gambar part digabung kedalam gambar assembly adalah...
- A. Rotate
 - B. Move
 - C. Change
 - D. Copy
14. Perhatikan gambar berikut, jumlah bagian dari gambar di atas adalah...



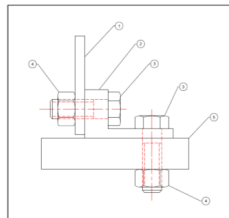
- A. 7
- B. 8
- C. 9
- D. 10

15. Perhatikan gambar berikut ini, jumlah bagian dari gambar di atas adalah



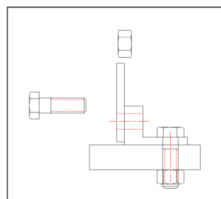
- A. 6
- B. 7
- C. 8
- D. 9

16. Untuk membuat ballons seperti pada gambar assembly berikut, perintah yang digunakan adalah...



- A. createleaders
- B. ballons
- C. leaders
- D. mleaderstyle

17. Perhatikan gambar proses assembly berikut, garis pada bidang batang baut setelah diassembly harus diubah menjadi garis...

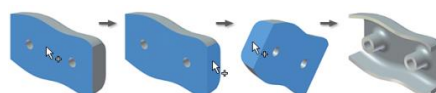


- A. Garis nyata
- B. Garis putus-putus
- C. Garis sumbu
- D. Garis zig-zag

18. Bill of Materials merupakan daftar yang menyajikan part-part dalam sebuah gambar assembly, yang harus ada dalam daftar tersebut adalah...

- A. Nomor Part, Kode Produk, Nama Part
- B. Nomor Part, Nama Part, Tanggal Produksi
- C. Nomor Part, Kode Part, Jenis Material
- D. Nomor Part, Nama Part, Jenis Material

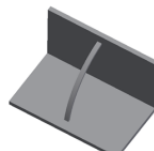
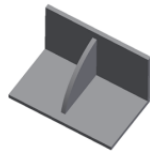
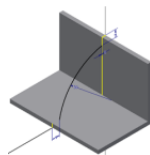
19. Perintah yang digunakan untuk mendapatkan hasil akhir seperti pada alur gambar yang adalah ...



- A. Loft

- B. *Shell*
- C. *Rib*
- D. *Sweep*

20. Perhatikanlah gambar berikut, perintah yang digunakan untuk memperoleh hasil gambar seperti di atas adalah....



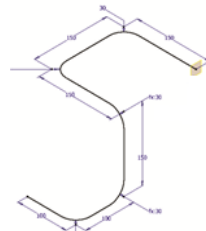
- A. *Rib*
- B. *Loft*
- C. *Shell*
- D. *Sweep*

21. Perintah yang digunakan untuk membuat gambar seperti berikut adalah....



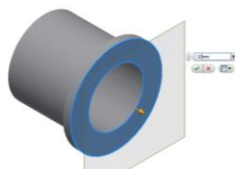
- A. *Loft*
- B. *Shell*
- C. *Sweep*
- D. *Rib*

22. Perintah untuk membuat gambar seperti berikut adalah dengan menggunakan...



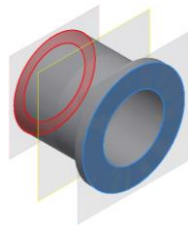
- A. *2DSketch*
- B. *3DSketch*
- C. *Sweep*
- D. *Rib*

23. Dalam membuat plane ada beberapa cara, salah satu cara adalah seperti gambar berikut. Cara yang digunakan berdasarkan gambar tersebut adalah...



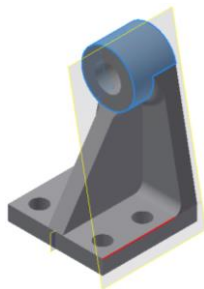
- A. *Offset from plane*
- B. *Three points*
- C. *Midplane between two parallel*
- D. *Tangent to surface*

24. Dalam membuat plane ada beberapa cara, salah satu cara adalah seperti gambar berikut. Cara yang digunakan berdasarkan gambar tersebut adalah..



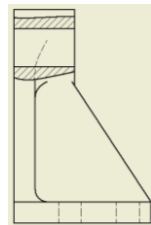
- A. *Offset from plane*
- B. *Three points*
- C. *Tangent to surface*
- D. *Midplane between two parallel*

25. Dalam membuat plane ada beberapa cara, salah satu cara adalah seperti gambar berikut. Cara yang digunakan berdasarkan gambar tersebut adalah..



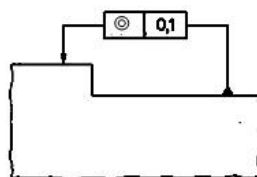
- A. *Midplane between two parallel*
- B. *Tangent to surface*
- C. *Offset from plane*
- D. *Three points*

26. Untuk membuat gambar potongan setempat (irisan) seperti gambar berikut, perintah yang digunakan adalah...



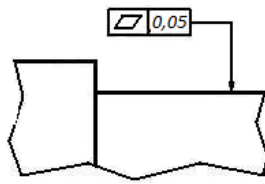
- A. *Section view*
- B. *Break view*
- C. *Break out view*
- D. *Detail view*

27. Perhatikan gambar di bawah ini, penunjukan simbol toleransi geometri pada gambar diatas adalah penunjukan toleransi



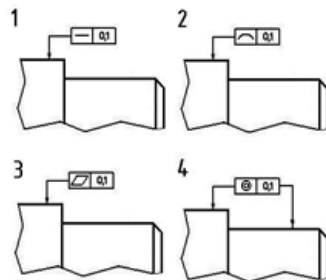
- A. kelurusan 0,1
- B. kesejajaran 0,1
- C. ketegaklurusan 0,1
- D. konsentrisitas 0,1

28. Perhatikan gambar di bawah ini, penunjukan simbol toleransi geometri pada gambar diatas adalah penunjukan toleransi



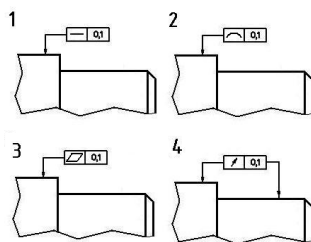
- A. kerataan 0,05
- B. kesejajaran 0,05
- C. ketegaklurusan 0,05
- D. konsentrisitas 0,05

29. Perhatikan gambar berikut ini, simbol toleransi untuk penyimpangan konsentrisitas adalah



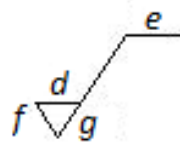
- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

30. Perhatikan gambar berikut ini, simbol toleransi untuk penyimpangan konsentrisitas adalah



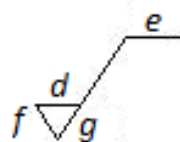
- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

31. Perhatikan gambar berikut ini, Huruf d pada simbol menunjukkan



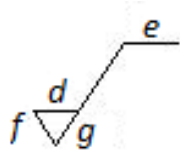
- A. ukuran yang dilebihkan
- B. arah alur bekas pengerjaan
- C. harga kekasaran
- D. cara pengerjaan

32. Perhatikan gambar berikut ini, Huruf d pada simbol menunjukkan



- E. ukuran yang dilebihkan
- F. arah alur bekas pengerjaan
- G. harga kekasaran
- H. cara pengerjaan

33. Perhatikan gambar berikut ini, Huruf g pada simbol menunjukkan



- A. ukuran yang dilebihkan
- B. arah alur bekas pengerjaan
- C. harga kekasaran
- D. cara pengerjaan

34. Pengalamatan pada sistem sumbu mesin bubut CAM adalah

- A. D dan Z
- B. X dan Z
- C. X dan Y
- D. X dan D

35. Pengalamatan pada sistem sumbu mesin frais CAM – 2D adalah

- A. X dan Y
- B. X dan Z
- C. Y dan Z
- D. D dan Z

36. Nilai masukan pada alamat D dari sitem sumbu pada mesin Bubut CAM adalah nilai

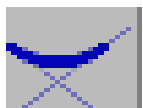
- A. Nilai diameter
- B. Nilai radius
- C. Nilai absolut
- D. Nilai relatif

37. Ikon berikut ini digunakan untuk menggambar ...



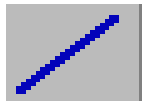
- A. Titik
- B. Garis berpotongan
- C. Garis sumbu
- D. Penambahan nilai alamat

38. Ikon berikut ini digunakan untuk menggambar / membuat



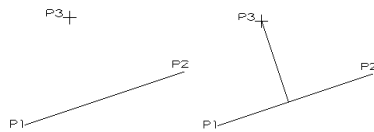
- A. Fillet
- B. Lingkaran
- C. Dua garis berpotongan
- D. Garis tangen terhadap lingkaran

39. Ikon berikut ini digunakan untuk menggambar



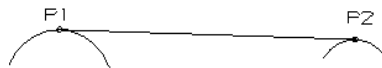
- A. Garis
- B. Garis miring
- C. Garis bagi
- D. Polyline

40. Perhatikan gambar dibawah ini, perintah untuk membuat garis seperti gambar tersebut adalah...



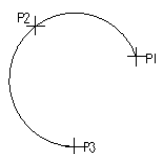
- A. Create → Line → Perpendclr → Point
- B. Create → Line → Perpendclr → Arc
- C. Create → Line → Parallel
- D. Create → Line → Parallel → Side/dist

41. Perhatikan gambar dibawah ini, perintah untuk membuat garis seperti gambar tersebut adalah...



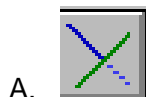
- A. Create → Line → Tangent → Angle
- B. Create → Line → Tangent → 2Arc
- C. Create → Line → Tangent → Point
- D. Create → Line → Multi

42. Perhatikan gambar dibawah ini, perintah untuk membuat arc seperti gambar tersebut adalah...



- A. Create → Arc → 3 points
- B. Create → Arc → Polar → Start pt
- C. Create → Arc → Polar → End pt
- D. Create → Arc → Polar → Sketch

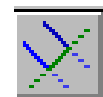
43. Bila dua garis berpotongan akan dipangkas salah satu garis dari yang berpotongan tersebut, maka ikon yang digunakan adalah ikon....



A.



B.



C.



D.

44. Bila dua garis berpotongan akan dipangkas langsung kedua garis pada perpotongannya, maka ikon yang digunakan adalah ikon

- A.  B.  C.  D. 

45. Untuk memotong tiga garis sekaligus pada perpotongannya, ikon yang digunakan ialah ikon

- A.  B.  C.  D. 

Kunci Jawaban Soal Evaluasi

- | | | |
|-------|-------|-------|
| 1. B | 16. D | 31. C |
| 2. A | 17. B | 32. C |
| 3. A | 18. D | 33. B |
| 4. C | 19. B | 34. B |
| 5. A | 20. A | 35. D |
| 6. B | 21. C | 36. A |
| 7. D | 22. B | 37. C |
| 8. C | 23. A | 38. C |
| 9. A | 24. D | 39. B |
| 10. A | 25. B | 40. A |
| 11. C | 26. C | 41. B |
| 12. C | 27. D | 42. A |
| 13. A | 28. A | 43. A |
| 14. A | 29. D | 44. C |
| 15. B | 30. C | 45. D |



DAFTAR PUSTAKA

- Widarto, (2088), Teknik Pemesinan Juilid 1, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Direktirat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Depar-temen Pendidikan Nasional.
- Wirawan Sumbodo dkk, (2008). *Teknik Produksi Mesin Industri jilid II*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Direktirat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- BM. Surbaky, Kasman Barus (1983). *Membubut*
- C.Van Terheijden, Harun (1985). *Alat-alat Perkakas 2*.
- Daryanto (1987). *Mesin Pengerjaan Logam*, Bandung: Tarsito
- Jhon Gain,(1996). *Engenering Whorkshop Practice*. An International Thomson Publishing Company. National Library of Australia
-(1975). *Machining in a chuck or with a faceplate 3-5*, Canberra: Department of Labour and Immigration.
-(1975). *Turning Between Centres, 3-3*, Canberra: Department of Labour and Immi-gration.
-(1975). *Thread Cutting 3-6*, Canberra: Department of Labour and Immigration.
- C.Van Terheijden, Harun . *Alat-alat Perkakas 3*.
- Daryanto (1987). *Mesin Pengerjaan Logam*, Bandung: Tarsito.
- Fitting and Machining Volume 2*: Education Department Victoria.
- Yatin Ngadiyono. *Modul Pembelajaran Autodesk Inventor* , Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.



GLOSARIUM

<i>Pitch</i>	: jarak puncak ulir terdekat
<i>Pitch diameter</i>	: diameter tusuk
<i>Steady rest</i>	: penahan benda kerja
<i>Gambar assembli</i>	: gambar rakitan yang terdiri dari beberapa bagian
<i>Bill of Materials</i>	: daftar dari keseluruhan komponen yang diperlukan untuk membangun sebuah alat atau mesin
<i>Command prompt</i>	: kolom perintah
<i>Balloons</i>	: symbol untuk mengidentifikasi part
<i>Workplane</i>	: area kerja
<i>Sketch</i>	: gambar untuk membuat profil
<i>Projected view</i>	: tampilan gambar proyeksi
<i>Auxiliary View</i>	: pandangan tambahan
<i>Section view</i>	: gambar potongan
<i>Toolpath</i>	: lintasan alat potong



LAMPIRAN

LAMPIRAN MATERI

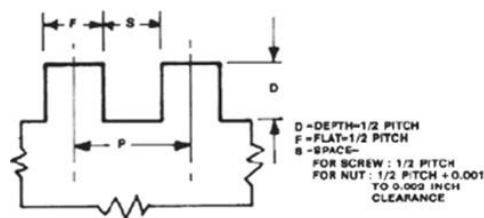
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

- Standar Ulir Untuk Penggunaan Transmisi Berat dan Gerak

Dalam melakukan pembubutan ulir untuk penggunaan transmisi berat dan gerak harus mengacu pada standar yang telah ditetapkan pada gambar kerja. Terdapat macam-macam standar ulir yang dapat dijadikan acuan, sehingga hasil penguliran sesuai dengan tuntutan pekerjaan. Macam-macam standar ulir untuk penggunaan umum di antaranya:

a. Square Thread Form

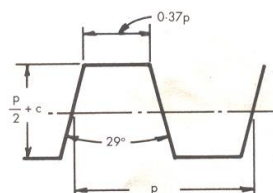
Jenis ulir *Square Thread Form* atau biasa disebut ulir segi empat, adalah salah satu jenis ulir dengan bentuk ulirnya segi empat dengan sudut yang siku.



Gambar 2.1 Dimensi ulir *square thread form*

b. Acme Thread Form

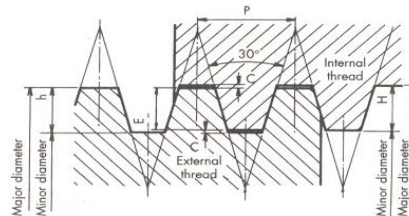
Jenis ulir *acme thread form* atau biasa disebut ulir *acme*, adalah salah satu jenis ulir dengan bentuk ulirnya trapesium dan sudut ulirnya 29° dan lebar puncak ulirnya $0,37 P$.



Gambar 2.2 Dimensi ulir *acme thread form*

c. Metrik ISO Trapezoidal Tread

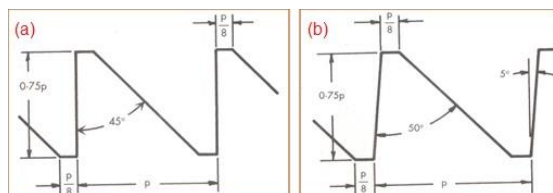
Jenis ulir *metrik iso trapezoidal tread* atau biasa disebut ulir trapesium, adalah salah satu jenis ulir dengan bentuk ulirnya trapesium dan sudut ulirnya 30° .



Gambar 2.3 Dimensi ulir metrik iso trapezoidal tread

d. Batres Tread

Jenis ulir *Batres Tread* atau biasa disebut ulir gergaji terdapat dua jenis yaitu, **pertama:** ulir gergaji dengan sudut total ulirnya 45° dan kedalaman ulirnya $0,75 P$ (Gambar 2.14a), **kedua:** ulir gergaji dengan sudut total ulirnya 50° dan kedalaman ulirnya sama yaitu $0,75 P$.



Gambar 2.4 Dimensi ulir metrik iso trapezoidal tread

TABEL ULIR METRIS

Ulir Metris	Diameter Nominal (mm)	Diameter Dasar Ulir(mm)	Kisar Ulir (mm)
M3	3	2,29	0,5
M4	4	3,14	0,7
M5	5	4,02	0,8
M6	6	4,77	1
M8	8	6,47	1,25
M10	10	8,16	1,5
M12	12	9,85	1,75
M16	16	13,55	2
M20	20	16,93	2,5
M24	24	20,32	3
M30	30	25,71	3,5
M36	36	31,09	4
M42	42	36,48	4,5
M48	48	41,87	5
M56	56	49,52	5,5
M60	60	65,31	6
M64	64	56,61	6
M68	68	59,61	6

(Drs. Daryanto “Bagian-bagian Mesin” Halaman 19)

Table revolution per minute for turning and drilling
(Education Department of Victoria. 1979. Halaman 129)

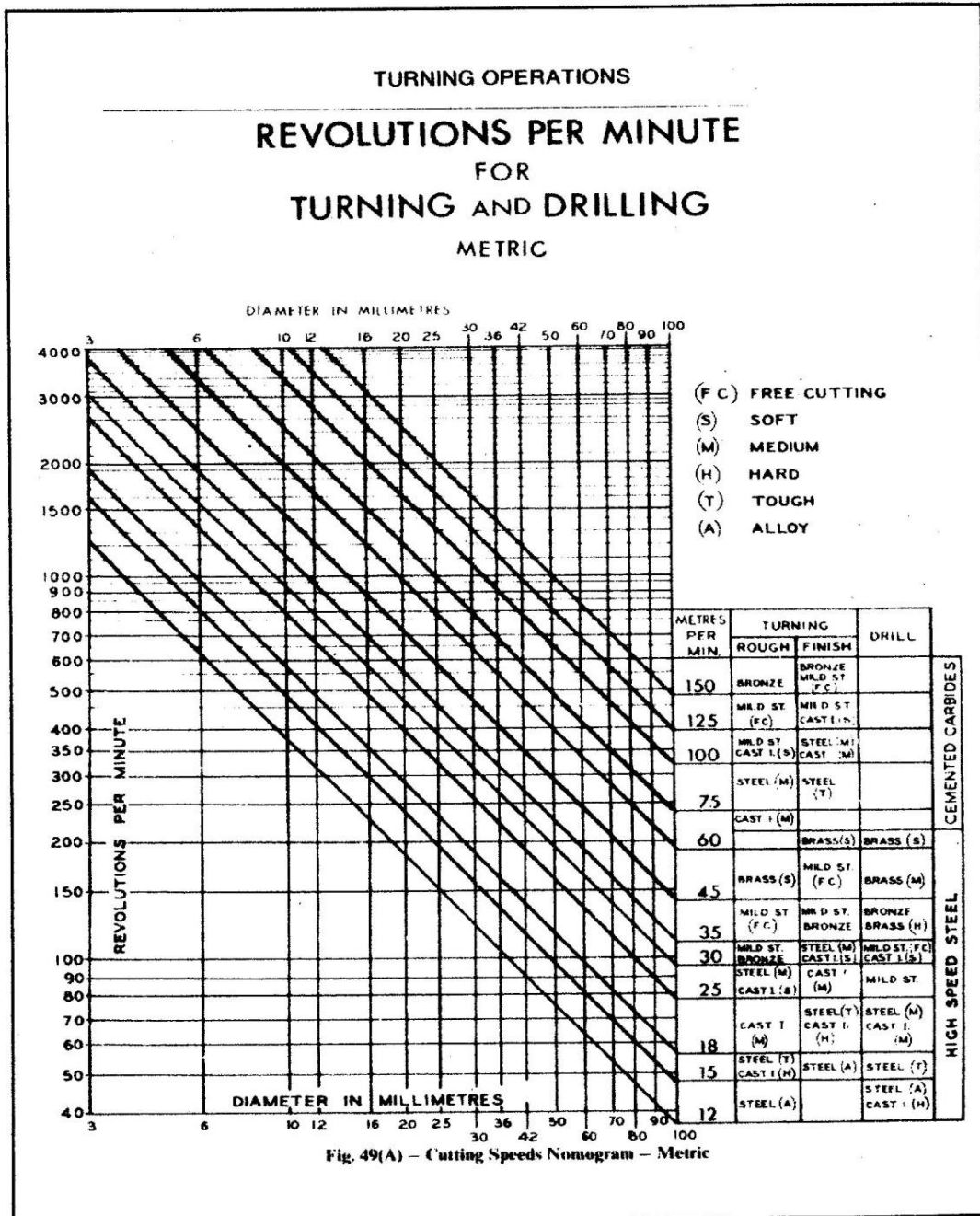


Fig. 49 (A) – cutting speed nomogram - metric

TABEL KECEPATAN PEMAKANANPAHAT BUBUT HSS.

PE MAKANAN YANG DISAR ANKAN UNTUK PAHAT BUBUT HSS				
Material	Pekerjaan Ka sar		Pekerjaan Finising	
	Milimeter/ putaran	Inch/ putaran	Milimeter/ putaran	Inch/ putaran
Baja lunak	0,25-0,50	0,010-0,020	0,07-0,25	0,003-0,010
Baja perkakas	0,25-0,50	0,010-0,020	0,07-0,25	0,003-0,010
Besi tuang	0,40-0,65	0,015-0,025	0,13-0,30	0,005-0,012
Perunggu	0,40-0,65	0,015-0,025	0,07-0,25	0,003-0,010
Aluminium	0,40-0,75	0,015-0,030	0,13-0,25	0,005-0,010

Sumbodo Dkk, "Teknik Produksi Mesin Industri". Halaman 293)

TABLE RELATIONSHIP SPEED TO FEED

DEPTH OF CUT mm	FEED	CUTTING SPEED m/min
0,8	0,2	85
	0,4	65
1,5	0,2	67
	0,4	53
	0,8	36
3,2	0,2	54
	0,4	42
	0,8	30
	1,6	21
4,8	0,2	48
	0,4	36
	0,8	27
	1,6	18
6,5	0,2	45
	0,4	33
	0,8	24
	1,6	15

(Education Department Of Victoria, 1979, halaman 133)

TABEL KECEPATAN PEMAKANAN UNTUK PROSES BOR

Kecepatan Pemakanan (mm/putaran)	Diameter Mata Bor (mm)
0,02 ÷ 0,05	< 3
0,05 ÷ 0,1	3 ÷ 6
0,1 ÷ 0,2	6 ÷ 12
0,2 ÷ 0,4	12 ÷ 25

(Education Departemen Of Victoria, 1979, 132)

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4 :

Peralatan Masukan (Input Devices)

a. Mouse

Tombol kiri pada mouse dapat digunakan untuk memilih item yang terdapat dalam jendela menu atau jendela status, atau memilih suatu entiti geometri yang terdapat dalam jendela gambar. Sementara, tombol kanan dari mouse dapat digunakan untuk menggantikan fungsi tombol **ENTER** yang ada pada papan ketik.

b. Papan Ketik

1) Tombol Alphanumerik

Tombol-tombol ini digunakan untuk memasukkan data alphanumerik atau item-item pilihan dari menu (tetapi bukan dari jendela status). Masing-masing item yang terdapat dalam menu MasterCam diawali dengan sebuah huruf besar. Oleh karena itu, di samping item (sub-menu) dipilih dengan mouse, juga dapat dipilih dengan mengetikkan huruf pertama dari item (sub-menu) melalui papan ketik.

2) Tombol Fungsi

Tombol fungsi berikut terdapat pada papan ketik yang dalam MasterCam berfungsi untuk mengeksekusi perintah dengan segera:

TOMBOL FUNGSI	PERINTAH	ALT + Tombol FUNGSI
F1	<i>Zoom</i>	<i>Fit</i>
F2	<i>Unzoom</i>	<i>Scale by 0.8</i>
F3	<i>Repaint</i>	<i>Undefined</i>
F4	<i>Analysis</i>	<i>Analisis Cursor position</i>
F5	<i>Delete</i>	<i>Delete Window</i>
F6	<i>File</i>	<i>Edit</i>
F7	<i>Modify</i>	<i>Undefined</i>
F8	<i>Create</i>	
F9	<i>Display Info</i>	<i>Drawing Axis</i>
F10	<i>Help</i>	<i>Undefined</i>
T	<i>Undefined</i>	<i>Toggle toolpath display</i>
V		<i>Version number</i>
Esc	<i>Backup one screen</i>	<i>Undefined</i>

1. Menu dan Submenu Spline

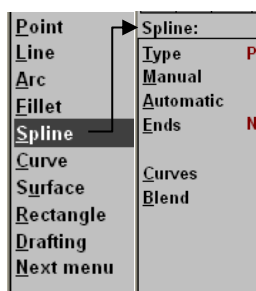
Dalam MasterCam, perintah Spline dapat menggambar kurva spline dengan mulus, melalui semua titik terpilih dengan dua pilihan, yakni Parameter spline (klik Type untuk P) dan NURBS spline (klik Type untuk N).

Kurva spline parameter adalah garis fleksibel yang dapat ditahan melalui bobot yang dilewatkan melalui masing-masing titik yang dikehendaki. Baik kemiringan maupun lengkungan (*curvature*) harus sama pada kedua sisi titik-titik simpul (*node points*).

NURBS adalah singkatan dari **Non-Uniform Rational B-spline curve or surface**. Pada umumnya **NURBS** lebih halus dari kurva spline biasa dan dapat diedit dengan lebih mudah melalui penarikan titik-titik kontrolnya. **NURBS** ini merupakan suatu tool yang berfungsi untuk kurva dan permukaan yang sering ditemukan dalam industri otomotif.

Urutan menu untuk perintah Fillet adalah Create → Spline.

Create → Spline dari menu utama dan akan tertayang opsi submenu berikut:



Gambar 4.1 Pilihan submenu Spline

Pilihan **Ends** berfungsi untuk menetapkan pilihan yang memungkinkan anda untuk memodifikasi kemiringan **spline** pada titik awal dan titik akhir. Default value adalah N.

Catatan: Maksimum nilai default adalah 250 node points yang dapat diubah dalam file **MILLS.CFG**

Untuk mendapatkan kurva spline tertutup, klik titik yang sama untuk *node point* pertama dan terakhir.

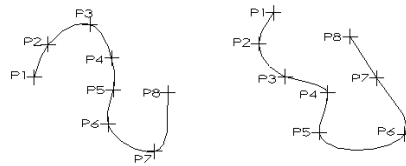
a. Create → Spline → Manual

Secara manual, pilih semua titik untuk kurva spline. Semua titik harus dipilih dengan urutan yang benar.

Prosedur:

Pilih semua *node points*: klik P₁, P₂, P₃, P₄, dan seterusnya.

Pilih **BACKUP** untuk mengakhiri pilihan dan penggambaran *spline*,
Gambar 2.42

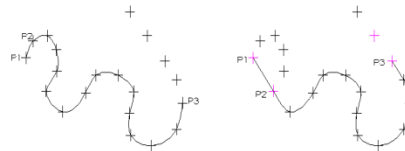


Gambar 4.2 Spline - manual

b. Create → Spline → Automatic

Pemilihan titik-titik kurva *spline* dilakukan secara otomatis. Dalam hal ini, pilih titik pertama.

Pilih semua *node points*: klik P₁, P₂, P₃, Gambar 2.43

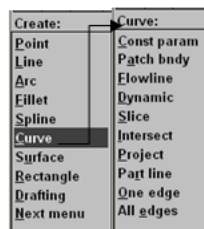


Gambar 4.57 Spline – automatic

7. Menu dan Submenu KURVA

Dalam MasterCam, tipe kurva untuk aplikasi 2D adalah elips. Urutan perintah kurva adalah *Create → Curve*

Create → Curve dari menu utama dan akan tertayang opsi submenu berikut:



Gambar 4.4 Pilihan *submenu* Curve

