



GURU PEMBELAJAR

MODUL PELATIHAN GURU

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

KELOMPOK
KOMPETENSI

C

Profesional :

SISTEM KOORDINAT GAMBAR DAN TEKNIK PENGOPERASIAN MESIN

Pedagogik :

PENGALAMAN BELAJAR DAN PEMILIHAN MATERI PEMBELAJARAN



GURU PEMBELAJAR

**MODUL PELATIHAN GURU
PROGRAM KEAHLIAN : TEKNIK MESIN
PAKET KEAHLIAN : TEKNIK GAMBAR MESIN
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK)**

KELOMPOK KEAHLIAN : C

**PROFESIONAL:
SISTEM KOORDINAT GAMBAR DAN
TEKNIK PENGOPERASIAN MESIN**

**DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**

2016

Penulis:

1. Odi Fauzi, S.T., 0811219056, email: odifauzi@yahoo.com
2. Darso, M.Pd., 082117827144, email: darso_1404@yahoo.com
3. Dr. Suryana Iskandar, M.Pd., 08122363561, email: suryanaiskandar@yahoo.com
4. Dra. Ipit Susdiani, M.Pd., 081221591998, email: dianisuska@gmail.com

Penelaah:

1. Jata Budiman, S.S.T., M.T., 081313144104, email: jata@polman_bandung.ac.id
2. Dr. Ahmad Dahlan, M.Sc., 08562473375, email: a_dahlan@yahoo.com
3. Dr. Syahril Is, M.T., 0813222017300, email: syahrilis@ymail.com
4. Dra. Kusmarini, M.Pd., 08112290061, email: k_rien61@yahoo.com

Copyright @ 2016

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan
Bidang Mesin dan Teknik Industri Bandung,
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengcopy sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan komersil tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL.....	xiii
KEGIATAN PEMBELAJARAN.....	1
KEGIATAN BELAJAR KB-1: MACAM-MACAM ALAT POTONG PADA MESIN BUBUT.....	1
A. Tujuan Pembelajaran.....	1
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK).....	1
C. Uraian Materi.....	2
D. Aktivitas Pembelajaran.....	38
Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pebelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP).....	38
<u> Aktivitas 1: Mengamati macam-macam alat potong pada mesin bubut (2 JP)....</u>	<u>39</u>
Aktivitas 2: Menganalisis penggunaan macam-macam alat potong pada mesin bubut(4 JP).....	40
E. Rangkuman.....	40
F. Test Formatif.....	42
F. Kunci Jawaban.....	46
H. Lembar Kerja KB- 1.....	47
KEGIATAN BELAJAR KB-2: MACAM-MACAM ALAT POTONG PADA MESIN FRAIS.....	52
A. Tujuan Pembelajaran.....	52
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK).....	52
C. Uraian Materi.....	53
D. Aktivitas Pembelajaran.....	69
<u> Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pebelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP).....</u>	<u>69</u>
<u> Aktivitas 1: Mengamati macam-macam alat potong pada mesin frais (2 JP).....</u>	<u>69</u>

...Aktivitas 2: Menganalisis penggunaan macam-macam alat potong pada mesin frais(4 JP)	70
E. Rangkuman	71
F. Test Formatif	73
G. Kunci Jawaban	73
H. Lembar Kerja KB- 2.....	75
KEGIATAN BELAJAR KB-3: BAHAN ALAT –ALAT POTONG DAN PENGGUNAANNYA.....	80
A. Tujuan Pembelajaran.....	80
B. Indikator Pencapaian kompetensi (IPK).....	80
C. Uraian Materi.....	80
D. Aktivitas Pembelajaran	93
Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP).....	93
Aktivitas 1: Mengamati bahan alat-alat potong pada mesin bubut dan frais (2 JP).....	94
Aktivitas 2: Menganalisis bahan alat-alat potong pada mesin bubut dan frais (4 JP).....	94
E. Rangkuman	95
F. Test Formatif	96
G. Kunci Jawaban	96
H. Lembar Kerja KB- 3	97
KEGIATAN BELAJAR KB-4: SUDUT-SUDUT MATA ALAT POTONG	101
A. Tujuan Pembelajaran.....	101
B. Indikator Pencapaian kompetensi (IPK).....	101
C. Uraian Materi.....	101
D. Aktivitas Pembelajaran	112
Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP).....	112
Aktivitas 1: Mengamati sudut-sudut alat potong pada mesin bubut dan frais (2 JP).....	112

Aktivitas 2: Menganalisis sudut-sudut alat potong pada mesin bubut dan frais (4 JP).....	113
E. Rangkuman	114
F. Test Formatif	114
G. Kunci Jawaban	116
H. Lembar Kerja KB- 4	117
KEGIATAN BELAJAR KB-5: TEKNIK PENGASAHAN ALAT POTONG	121
A. Tujuan Pembelajaran.....	121
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)	121
C. Uraian Materi.....	121
D. Aktivitas Pembelajaran	129
Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP).....	129
Aktivitas 1: Mengamati pengasahan alat potong pada mesin bubut dan frais (2 JP).....	129
Aktivitas 2: Mengasah alat potong pada mesin bubut dan frais (4 JP)	130
E. Rangkuman	131
F. Test Formatif	131
G. Kunci Jawaban	131
H. Lembar Kerja KB- 5	132
KEGIATAN BELAJAR KB-6: PEMILIHAN PARAMETER TEKNOLOGI PEMOTONGAN PADA MESIN BUBUT	136
A. Tujuan Pembelajaran.....	136
B. Indikator Pencapaian kompetensi (IPK)	136
C. Uraian Materi.....	136
D. Aktivitas Pembelajaran	141
Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP).....	141
Aktivitas 1: Mengamati pemilihan parameter teknologi pemotongan pada bubut(2 JP).....	142
Aktivitas 2: Pemilihan parameter teknologi pemotongan pada mesin bubut. (4 JP).....	143
E. Rangkuman	143

F. Test Formatif	144
G. Kunci Jawaban	144
H. Lembar Kerja KB- 6	145
KEGIATAN BELAJAR KB-7: PEMILIHAN PARAMETER TEKNOLOGI	
PEMOTONGAN PADA MESIN FRAIS	148
A. Tujuan Pembelajaran.....	148
B. Indikator Pencapaian kompetensi (IPK)	148
C. Uraian Materi	148
D. Aktivitas Pembelajaran	151
Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP).....	151
Aktivitas 1: Mengamati pemilihan parameter pemotongan pada mesin frais (2 JP).....	152
Aktivitas 2: Pemilihan parameter pemotongan pada mesin mesinfrais (4 JP).....	152
E. Rangkuman	153
F. Test Formatif	153
G. Kunci Jawaban	154
H. Lembar Kerja KB- 7	155
KEGIATAN BELAJAR KB-8: SOP PENGOPERASIAN MESIN PERKAKAS.....	
A. Tujuan Pembelajaran.....	159
B. Indikator Pencapaian kompetensi (IPK)	159
C. Uraian Materi	159
D. Aktivitas Pembelajaran	165
Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP)	165
Aktivitas 1: Mengamati pengoperasian mesin bubut dan mesin frais (2 JP)	166
Aktivitas 2: Pengoperasian mesin bubut dan mesin frais (4 JP)	167
E. Rangkuman	167
F. Test Formatif	168
G. Kunci Jawaban	168
H. Lembar Kerja KB-8	169
KEGIATAN BELAJAR KB-9: PEMBUATAN ETIKET GAMBAR DENGAN CAD 2D	
	173

A. Tujuan	173
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)	173
C. Uraian Materi	173
D. Aktivitas Pembelajaran	202
Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP).....	202
<u> Aktivitas 1: Mengamati etiket gambar 2D dengan CAD (2 JP)</u>	202
<u> Aktivitas 2: Membuat etiket gambar 2D dengan CAD (4 JP).....</u>	204
E. Rangkuman	205
F. Tes Formatif	205
G. Kunci Jawaban	206
H. Lembar Kerja KB- 9	207
KEGIATAN BELAJAR KB-10: KONSEP DASAR PENGENALAN PIRANTI	
LUNAK/SOFTWARE CAD 3D	212
A. Tujuan	212
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)	212
C. Uraian Materi	212
D. Aktivitas Pembelajaran	231
Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP).....	231
<u> Aktivitas 1: Mengamati gambar 3D dengan CAD (2 JP)</u>	231
Aktivitas 2: Menganalisis konsep dasar dan software membuat gambar model 3D dengan CAD (4 JP).....	232
E. Rangkuman	233
F. Tes Formatif	234
G. Kunci Jawaban	234
H. Lembar Kerja KB- 10	235
KEGIATAN BELAJAR KB-11: SISTEM KOORDINAT PENGGAMBARAN MODEL	
3D.....	240
A. Tujuan	240
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)	240
C. Uraian Materi	240

D. Aktivitas Pembelajaran	254
Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP).....	254
Aktivitas 1. Mengamati Gambar (2 JP)	255
Aktivitas 2: Menggambar Isometri (4 JP).....	256
E. Rangkuman	256
F. Tes Formatif	257
G. Kunci Jawaban	257
H. Lembar Kerja KB-11	258
DAFTAR PUSTAKA	262



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Jenis Pahat Bubut Standar ISO.....	7
Gambar 2 Macam-Macam Pahat Bubut Standar DIN	9
Gambar 3 Aplikasi Penggunaan Pahat Bubut Standar DIN.....	9
Gambar 4 Macam-Macam Pahat	12
Gambar 5 Contoh Macam-Macam Bentuk Pahat.....	12
Gambar 6 Pahat Bubut Sisipan (<i>Inserts Tips</i>) Klem/Dibaut.....	13
Gambar 7 Pahat Bubut Sisipan Pengikatan Diklem/ Dibaut Terpasang pPada Pemegangnya untuk Pembubutan Bagian Luar	13
Gambar 8 Pahat Bubut Sisipan Pengikatan Diklem/ Dibaut Terpasang pada Pemegangnya untuk Pembubutan Bagian Dalam.....	13
Gambar 9 Bor Senter Tipe Standar Panjang Normal	14
Gambar 10 Bor Senter Tipe Standar Ukuran Pendek	14
Gambar 11 Bor Senter Tipe Standar Ukuran Panjang	14
Gambar 12 Spesifikasi Bor Senter Tipe Standar.....	15
Gambar 13 Bor Senter Tipe Bell	15
Gambar 14 Spesifikasi Bor Senter Tipe Bell	15
Gambar 15 Bor Senter Tipe Safety (Safety Type Centre Drill)	16
Gambar 16 Bor Senter Bentuk Radius.....	16
Gambar 17 Spesifikasi Bor Senter Bentuk Radius	17
Gambar 18 Contoh Pengikatan Senter Bor pada Cekam Bor untuk Proses Pembubutan	17
Gambar 19 Mata Bor Tangkai Lurus.....	19
Gambar 20 Pengikatan Mata Bor Tangkai Lurus Pada Cekam Bor, untuk Proses Pembubutan	19
Gambar 21 Mata Bor Tangkai Tirus.....	19
Gambar 22 Pengikatan Mata Bor Tangkai Tirus pada Kepala Lepas, Saat Melakukan Pengeboran pada Mesin Bubut.....	20
Gambar 23 Sarung Pengurang Bor (<i>Drill Sleeve</i>) dan Baji.....	20
Gambar 24 Mata Bor Spiral Normal (<i>Normal Spiral</i>)	21
Gambar 25 Mata Borspiral Panjang (<i>Slow Spiral</i>).....	21

Gambar 26 Mata Bor Spiral Pendek (<i>Quick Spiral</i>)	22
Gambar 27 Pengelompokan Mata Bor Berdasarkan Sudut Mata Sayat/ Potong	22
Gambar 28 NC Spotting Drill (Point Drill)	23
Gambar 29 NC Spotting Drill dari Bahan Pejal (Solid)	23
Gambar 30 <i>NC Spotting Drill</i> dari Bahan Sisipan (Insert Tipe Carbide).....	24
Gambar 31 Beberapa Contoh <i>NC Spotting Drill</i> dari Jenis Bahan yang Berbeda	24
Gambar 32 Centre Drill for Threaded Hole Mata Sayat Sudut 60°	25
Gambar 33 Centre Drill for Threaded Hole Mata Sayat Berbentuk Radius.....	25
Gambar 34 Bagian-Bagian Mata Bor	26
Gambar 35 Geometri Mata Bor.....	26
Gambar 36 Kontersing Tangkai Lurus	27
Gambar 37 Kontersing Tangkai Tirus	27
Gambar 38 Contoh Pemasangan Kontersing Tangkai Lurus dan Penggunaanya pada Mesin Bubut.....	28
Gambar 39 Contoh Hasil Pembubutan Champer Dengan Kontersing Sudut 90°	29
Gambar 40 Konterbor Tangkai Lurus dan Tirus	29
Gambar 41 Konterbor dengan Pengarah	30
Gambar 42 Konterbor Tanpa Pengarah.....	30
Gambar 43 Contoh Pemasangan Konter Bortangkai Tirus dan Penggunaanya pada Mesin Bubut.....	31
Gambar 44 Contoh Hasil Pembubutan Lubang Bertingkat dengan Konterbor....	31
Gambar 45 Rimer Mesin dan Bagian-Bagiannya	32
Gambar 46 Reamer Pen Tirus Mata Sayat Lurus	33
Gambar 47 Reamer Pen Tirus Mata Sayat Spiral	33
Gambar 48 Reamer Pen Tirus Mata Sayat Helik	33
Gambar 49 Reamer Lurus Tangkai Lurus.....	33
Gambar 50 Reamer Lurus Tangkai Tirus.....	33
Gambar 51 Rimer Tirus untuk Pengasaran.....	34
Gambar 52 Rimer Tirus untuk Finishing.....	34
Gambar 53 Contoh Pemasangan Rimer Tangkai Tirus pada Kepala Lepas dan Penggunaannya	34
Gambar 54 Pola/ Bentuk Hasil Pengkartelan	35

Gambar 55 Macam-Macam Bentuk Gigi Pisau Kartel	35
Gambar 56 Pemegang Gigi Pisau Kartel Lurus dengan Posisi Tetap (Rigid)	36
Gambar 57 Pemegang Gigi Pisau Kartel Lurus dengan Posisi Tetap	36
Gambar 58 Pengikatan/ Pemasangan Kartel Pada Tool Post Mesin Bubut	36
Gambar 59 Contoh Beberapa Produk Hasil Pengkartelan	37
Gambar 60 Contoh Berbagai Jenis Alat Potong yang Digunakan pada Proses Pengefraisan	53
Gambar 61 Pisau Frais Mantel (<i>Plain Milling Cutter</i>) Helik Kanan.....	54
Gambar 62 Pisau Frais Mantel (<i>Plain Milling Cutter</i>) Helik Kiri.....	54
Gambar 63 Pisau Frais Sudut Tunggal	56
Gambar 64 Pisau Frais Sudut Ganda	56
Gambar 65 Pisau Frais Ekor Burung	56
Gambar 66 Pisau Frais Alur Melingkar	57
Gambar 67 Pisau Sisi dan Muka.....	57
Gambar 68 Pisau Frais Sisi dan Muka Gigi Silang.....	58
Gambar 69 Convex Milling Cutter	58
Gambar 70 Concave Milling Cutter	59
Gambar 71 Corner Rounding Milling Cutter	59
Gambar 72 Pisau Frais Alur T.....	60
Gambar 73 Macam-Macam Pisau Jari.....	60
Gambar 74 Pisau Frais Jari Radius	62
Gambar 75 Pisau Frais Jari Radius Sudut	62
Gambar 76 Pisau Frais Roda Gigi	63
Gambar 77 Contoh Beberapa Pisau Frais Muka.....	63
Gambar 78 Pisau Frais Sisi dan Muka.....	64
Gambar 79 Pisau Frais Gergaji (<i>Slitting Saw</i>).....	64
Gambar 80 Alur Proses Pembuatan Alat Potong Pahat Bubut Jenis Cabida	85
Gambar 81 Ilustrasi Pemotongan dengan Alat Potong Pahat Bubut Keras.....	87
Gambar 82 Ilustrasi Pemotongan dengan Alat Potong Pahat Bubut Ulet.....	88
Gambar 83 Ilustrasi Pemotongan dengan Alat Potong Pahat Bubut Tahan Panas	89

Gambar 84 Ilustrasi Terjadinya Keausan Alat Potong Pahat Bubut Akibat Pemotongan/ Penyayatan Atau Getaran.....	90
Gambar 85 Geometris Pahat Bubut HSS.....	102
Gambar 86 Geometris Pahat Bubut Insert	102
Gambar 87 Geometris Pahat Bubut Rata Kanan	103
Gambar 88 Geometris Pahat Bubut Rata Kiri	103
Gambar 89 Geometris Pahat Bubut Muka/Facing.....	104
Gambar 90 Pahat Bubut Ulir Metris (60°).....	106
Gambar 91 Pahat Bubut Ulir <i>Withwort</i> (55°).....	106
Gambar 92 Pahat Bubut Ulir Segi Empat.....	107
Gambar 93 Ilustrasi Bentangan Ulir	107
Gambar 94 Dimensi Ulir Segitiga.....	108
Gambar 95 Penambahan Sudut Kebebasan.....	109
Gambar 96 Contoh Bagian-Bagian dan Geometri Pisau Frais Jari (<i>Endmill Cutter</i>)	110
Gambar 97 Contoh Bagian-Bagian dan Geometri Pisau Frais Sisi dan Muka (<i>Side And Face Cutter</i>)	111
Gambar 98 Besaran Sudut-Sudut Kebebasan Untuk Jenis Pisau Frais HSS...	111
Gambar 99 Pahat HSS	122
Gambar 100 Model yang Menunjukkan Bagian yang Digerinda.....	123
Gambar 101 Langkah 1	123
Gambar 102 Setelah Proses Penggerindaan Pertama	124
Gambar 103 Hasil langkah 1.....	124
Gambar 104 Langkah 2	125
Gambar 105 Langkah 3	125
Gambar 106 Langkah 4	126
Gambar 107 Hasil Akhir.....	126
Gambar 108 Penahan Pisau Frais.....	127
Gambar 109 Bagian Pisau yang Harus Diasah.....	128
Gambar 110 Contoh Posisi Handel/Tuas On-Off Mesin Bubut Standar	161
Gambar 111 Gerakan pada Proses Pembubutan	161
Gambar 112 Bentuk Dasar Pembubutan	163

Gambar 113 Pemotongan Searah Jarum Jam.....	164
Gambar 114 Pemotongan Berlawanan Arah Jarum Jam	165
Gambar 115 Contoh Etiket Gambar dan Ukuran Arah Mendatar	174
Gambar 116 Contoh Etiket Gambar dan Ukuran Arah Tegak	175
Gambar 117 Kotak Dialog <i>Options</i>	178
Gambar 118 <i>Layout</i> Etiket Gambar Dibuat Dalam Ruang Model	179
Gambar 119 Kotak Dialog <i>Insert</i>	179
Gambar 120 Gambar Kerja yang Akan Disisipkan ke Layout Blok Judul	180
Gambar 121 Gambar Kerja dengan Blok Judul (Etiket)	181
Gambar 122 Kotak Dialog <i>Plot – Model</i>	182
Gambar 123 Menu Insert.....	183
Gambar 124 Kotak Dialog “Select Template From File”	184
Gambar 125 Tampilan <i>Layout</i> Apabila Tabulator Layout Dipilih	185
Gambar 126 Etiket Blok Judul.....	186
Gambar 127 Etiket Gambar Detail	187
Gambar 128 Etiket Gambar Susunan	189
Gambar 129 Kerangka Etiket dengan Judul Baris dan Kolom yang Sifatnya ...	192
Gambar 130 Menu tarik gulung Draw, Block, Define Attributes.....	193
Gambar 131 Kotak dialog “Attribute Definition”	193
Gambar 132 Etiket dengan Pengisian Atribut Pada Baris Paling Atas	194
Gambar 133 Etiket Dengan Pengisian Atribut Pada Baris Paling Atas.....	194
Gambar 134 Kotak Dialog “ <i>Attribute Definition</i> ” untuk Nama Gambar.....	195
Gambar 135 Kotak Dialog “ <i>Attribute Definition</i> ” untuk Nama Pemilik	196
Gambar 136 Kotak Dialog “ <i>Attribute Definition</i> ” Untuk Tanggal Digambar	197
Gambar 137 Tampilan Etiket Gambar Sebelum di Blok	197
Gambar 138 Kotak Dialog “Block Definition”	198
Gambar 139 Kotak Dialog “ <i>Block Definition</i> ” Setelah Menklik “ <i>Pick Point</i> ”	199
Gambar 140 Kotak Dialog “Edit Attributes”	199
Gambar 141 Etiket Gambar Siap Dilengkapi Dengan Data	200
Gambar 142 Kotak Dialog “Enhancec Attribute Editor”	200
Gambar 143 Pengisian Data Etiket Gambar dan Daftar Komponen.....	201
Gambar 144 View 3D	213

Gambar 145 Toolbar Modeling Pada AutoCAD	213
Gambar 146 Toolbar Solid Editing pada AutoCAD.....	213
Gambar 147 Toolbar VisualStyles pada AutoCAD	214
Gambar 148 <i>Toolbar UCS</i> pada AutoCAD.....	214
Gambar 149 <i>Toolbar View</i> pada AutoCAD.....	214
Gambar 150 <i>Toolbar Orbit</i> pada AutoCAD.....	214
Gambar 151 Gambar Piktorial	217
Gambar 152 Tiga Tipe Gambar Oblique	218
Gambar 153 Tipe Gambar Miring	219
Gambar 154 Isometris, Dimetris, dan Trimetris dengan Skala Ukur yang Berbeda	219
Gambar 155 Contoh Gambar Perspektif Dengan Satu Dan Dua Titik Hilang (TH)	220
Gambar 156 Susunan Sumbu Isometrik - Nonisometrik.....	220
Gambar 157 Kotak Dialog Drafting Setting	221
Gambar 158 Contoh Penataan Grid Isometric	222
Gambar 159 Obyek empat sisi digambar dengan Perintah LINE	223
Gambar 160 Posisi Dari Tiga Crosshairs Isometric.....	224
Gambar 161 Orientasi Lingkaran Isometrik (Elips) Pada Bidang Isometrik	225
Gambar 162 Orientasi Elips Isometrik Ditentukan Oleh Orientasi Crosshairs ..	226
Gambar 163 Fillet Atau Radius Dapat Digambar dengan Opsi Arc dari Perintah Ellips.....	227
Gambar 164 Posisi Teks.....	227
Gambar 165 Penempatan Teks Dalam Isometrik.....	228
Gambar 166 Kotak Dialog Text Style	228
Gambar 167 Kotak Dialog Text Style Untuk <i>Isoleft</i>	229
Gambar 168 New Text untuk Isoright.....	229
Gambar 169 Style Teks yang Baru (<i>Isoleft</i>)	230
Gambar 170 Format Teks.....	230
Gambar 171 Sumbu Koordinat	241
Gambar 172 Icon Sumbu UCS	242
Gambar 173 Jenis Variasi Visual Styles	243



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Posisi dan Arah Pemakanan	6
Tabel 2 Standar Ukuran Diameter Bodi dan Diameter Ujung Bor Senter Dalam Satuan (mm).....	18
Tabel 3 Standar Ketirusan Sarung Pengurang Bor Standar <i>Morse Taper (MT)</i> .	21
Tabel 4 Macam-Macam Bentuk Pemegang Gigi Pisau Kartel	38
Tabel 5 Type Pisau Frais Mantel dan Fungsinya	55
Tabel 6 Macam-Macam Pisau Jari Dilihat dari Besar Sudut Helik dan Jumlah Mata Sayatnya.....	61
Tabel 7 Ilustrasi Penggunaan Pisau Frais Sesuai Fungsinya.....	65
Tabel 8 Penggunaan Sudut Tatal dan Sudut Bebas Pahat Bubut	105
Tabel 9 Sudut Bebas Gigi Pisau Frais	128
Tabel 10 Kecepatan Potong Pahat HSS	138
Tabel 11 Daftar Kecepatan Potong Pembubutan	139
Tabel 12 Kecepatan Pemakanan untuk Pahat HSS.....	140
Tabel 13 Kecepatan Potong untuk Beberapa Jenis Bahan	149



KEGIATAN PEMBELAJARAN

KEGIATAN BELAJAR KB-1: MACAM-MACAM ALAT POTONG PADA MESIN BUBUT

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi yang ada pada modul ini, dengan melalui mengamati, menanya, pengumpulan data, mengasosiasi dan mengkomunikasikan, peserta diklat dapat:

1. Menganalisis macam-macam alat potong pada mesin bubut dengan benar.
2. Menjelaskan fungsi macam-macam alat potong pada mesin bubut dengan benar.
3. Menentukan jenis alat potong pada proses pembubutan sesuai tuntutan pekerjaan.
4. Menggunakan macam-macam alat potong pada proses pembubutan sesuai tuntutan pekerjaan.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

1. Menganalisis macam-macam alat potong pada mesin bubut dengan benar.
2. Menjelaskan fungsi macam-macam alat potong pada mesin bubut dengan benar.
3. Menentukan jenis alat potong pada proses pembubutan sesuai tuntutan pekerjaan.
4. Menggunakan macam-macam alat potong pada proses pembubutan sesuai tuntutan pekerjaan.

C. Uraian Materi

Bahan Bacaan

Macam-macam Alat Potong dan Penggunaannya pada Mesin Bubut

Pada kegiatan proses produksi menggunakan mesin perkakas, alat potong merupakan salahsatu jenis alat yang mutlak diperlukan untuk melakukan proses produksinya. Berbagai macam dan bentuk alat potong yang digunakan pada proses produksi, yang masing-masing alat potong akan berpengaruh terhadap bentuk hasil produksinya.

Alat potong berfungsi untuk menyayat/memotong benda kerja sesuai dengan tuntutan bentuk dan ukuran pada gambar kerja. Pada proses pembubutan, selain alat potong pahat bubutterdapat beberapa jenis alat potong lain yang digunakan di antaranya: senter bor (*centre drill*), mata bor(*twist drill*), konter bor(*counter bore*),rimer (*reamer*), kontersing (*counter sink*)dll.

1. Pahat Bubut

Pahat bubut merupakan salahsatu alat potong yang sangat diperlukan pada prosespembubutan, karena pahat bubut dengan berbagai jenisnya dapat membuat benda kerja dengan berbagai bentuk sesuai tututan pekerjaan misalnya, dapat digunakan untuk membubut permukaan/ facing, rata, bertingkat, alur, champer, tirus, bentuk, memperbesar lubang, ulir dan memotong

Kemampuan/performa pahat bubut dalam melakukan pemotongan sangat dipe-ngaruhi oleh beberapa faktor di antaranya, jenis bahan/ material yang digunakan, geometris pahat bubutdan teknik penggunaanya. Apabila beberapa faktor tersebut diatas dapat terpenuhi berdasarkan standar yang telah ditentukan, maka pahat bubut akan maksimal kemampuannya/performanya.

a. Macam-Macam Pahat Bubut Berdasarkan Klasifikasinya

Macam/jenis pahat bubut dapat dibedakan menurut beberapa klasifikasi ter-tentu di antaranya:

- 1) Menurut Letak Penyayatan.

Menurut letak penyayat, pahat bubut terdapat dua jenis yaitu, pahat bubut luar dan dalam.

- Pahat Bubut Luar
Pahat bubut luar digunakan untuk proses pembubutan benda kerja pada bidang bagian luar.
- Pahat Bubut Dalam
Pahat bubut dalam digunakan untuk proses pembubutan benda kerja pada bidang bagian dalam.

2) Menurut Keperluan Pekerjaan

Menurut keperluan pekerjaan, pahat bubut terdapat dua jenis yaitu, pahat bubut kasar (*roughing*) dan finishing.

- Pahat Bubut Kasar (*Roughing*)
Selama diperlukan untuk proses pengerjaan kasar, pahat harus menyayat benda kerja dalam waktu yang sesingkat mungkin. Maka digunakan pahat kasar (*roughing*) yang konstruksinya dibuat kuat.
- Pahat Bubut Finishing
Apabila diinginkan hasil permukaan yang halus, sebaiknya digunakan pahat finishing. Ada dua jenis pahat finishing, yaitu pahat finishing titik dan pahat finishing datar. Pahat finishing titik mempunyai sisi potong bulat, sedang pahat finishing datar mempunyai sisi potong rata.

Catatan: Setelah digerinda, sisi potong pahat finishing harus poles (dihoning) dengan *oil stone*.

3) Menurut Letak Sisi Potongnya

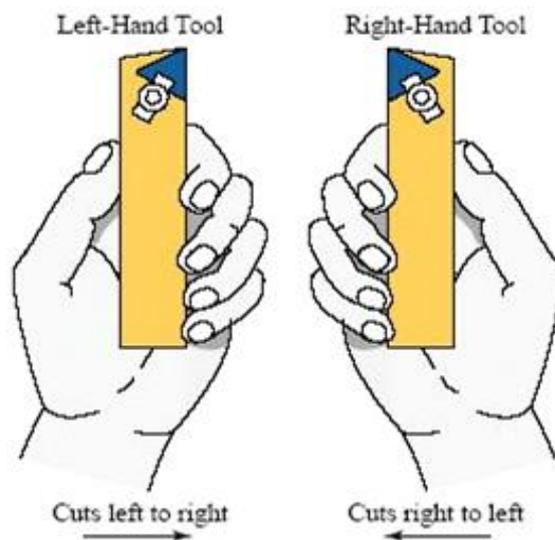
Pahat bubut menurut letak sisi potongnya, terdapat dua jenis yaitu pahat bubut kanan dan kiri (Gambar 2.1).

- Pahat Kanan
Pahat kanan adalah pahat yang mempunyai mata potong yang sisi potongnya menghadap kekanan apabila pahat mata potongnya dihadap-kan kearah kita. Penggunaannya untuk mengerjakan

benda kerja dari arah kanan ke arah kiri, atau menuju kearah kepala tetap/ cekam.

- Pahat Kiri

Pahat kiri adalah pahat yang mempunyai mata potong yang sisi potong-nya menghadap kekiri apabila pahat mata potongnya dihadapkan kearah kita. Penggunaannya untuk mengerjakan benda kerja dari arah kiri ke arah kanan, atau menuju kearah kepala lepas.



4) Menurut Fungsi

Menurut fungsinya, pahat bubut terdapat enam jenis yaitu, pahat bubut rata, sisi/ muka, potong, alur, champer dan ulir.

- Pahat Rata

Pahat bubut jenis ini digunakan untuk membubut permukaan rata pada bidang memanjang. Sistem kerjanya adalah dengan menggerakkan pahat dari ujung luar benda kerja kearah cekam atau sebaliknya tergantung pahat kanan atau kiri.

- Pahat Sisi/Muka

Pahat bubut jenis ini yang digunakan untuk membubut pada permukaan benda kerja. Sistem kerjanya adalah dengan menggerakkan dari tengah benda kerja ke arah keluar atau sebaliknya tergantung dari arah putarannya.

- Pahat Potong

Pahat jenis ini digunakan khusus untuk memotong suatu benda kerja hingga ukuran panjang tertentu.

- Pahat Alur

Pahat jenis ini digunakan untuk membentuk profil alur pada permukaan benda kerja. Bentuk tergantung dari pahat alur yang digunakan.

- Pahat Champer

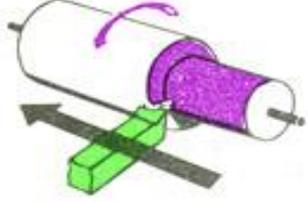
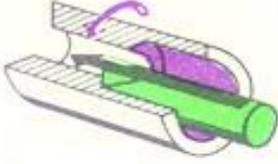
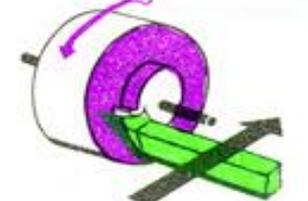
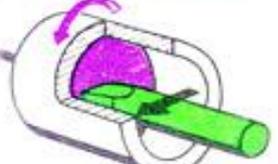
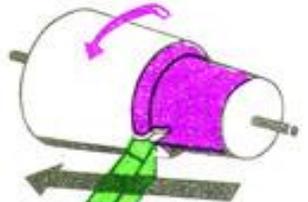
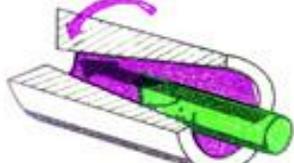
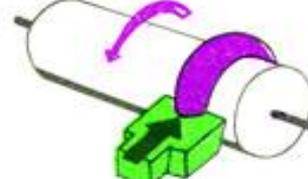
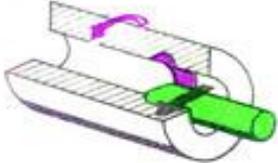
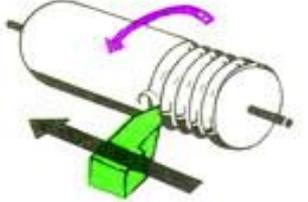
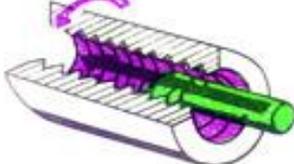
Pahat jenis ini digunakan untuk menchamper pada ujung permukaan benda kerja. Besar sudut champer pada umumnya 45° .

- Pahat Ulir

Pahat jenis ini digunakan untuk membuat ulir pada permukaan benda kerja, baik pembuatan ulir dalam maupun ulir luar.

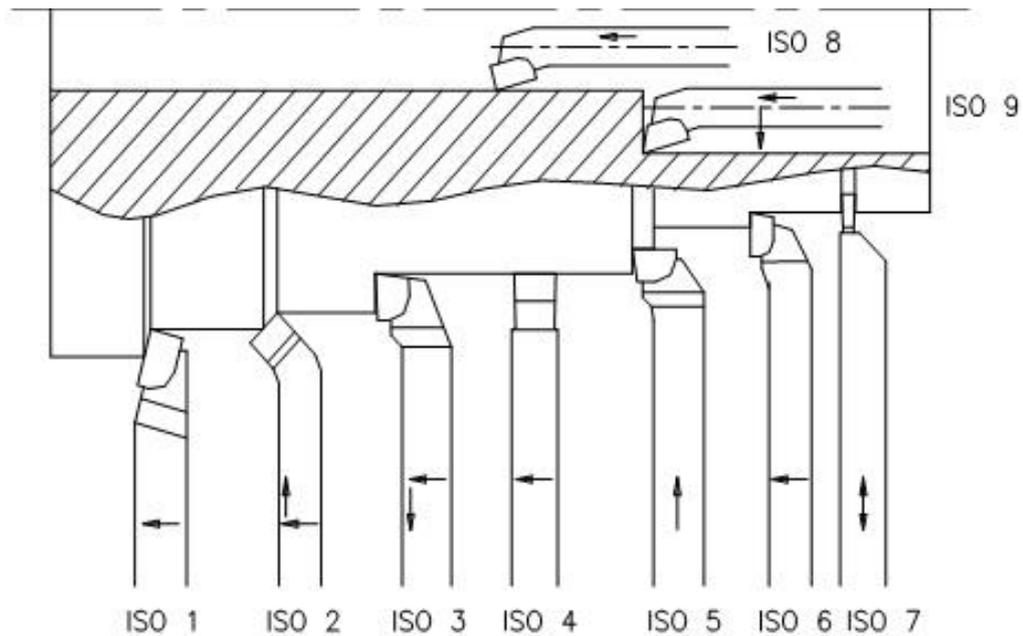
Ilustrasi penggunaan dari berbagai jenis pahat bubut, dengan berbagai posisi dan arah pemakanan dapat dilihat pada (Tabel 1)

Tabel 1 Posisi dan Arah Pemakanan

	<p>Longitudinal turning</p>	
	<p>Transversal turning</p>	
	<p>Angular turning</p>	
	<p>Profile Turning</p>	
	<p>Thread cutting</p>	

b. Pahat Bubut Standar ISO

Jenis pahat bubut menurut standar ISO, terdapat 9 (sembilan) type di antaranya: ISO 1, ISO 2, ISO 3, ISO 4, ISO 5, ISO 6, ISO 7, ISO 8 dan ISO 9. Ilustrasi penggunaan dari berbagai jenis pahat bubut standar ISO dapat dilihat pada (Gambar 1).



Gambar 1 Jenis Pahat Bubut Standar ISO

Keterangan:

- Pahat ISO 1
Pahat ISO 1 digunakan untuk proses pembubutan memanjang dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 75° . Pada umumnya pahat jenis ini digunakan untuk membubut pengasaran yang hasil sudut bidangnya tidak memerlukan siku atau 90° .
- Pahat ISO 2
Pahat ISO 2 digunakan untuk pembubutan memanjang dan melintang (pem-bubutan muka/ facing) dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 45° . Pahat jenis ini juga dapat digunakan untuk

membubut chamfer atau menghilangkan ujung bidang yang tajam (*debured*).

- Pahat ISO 3

Pahat ISO 3 digunakan untuk proses pembubutan memanjang dan melintang dengan sudut bidang samping (*plane angle*) sebesar 93° . Pada proses pembubutan melintang tujuannya adalah untuk mendapatkan hasil yang siku (90°) pada sudut bidangnya, yaitu dengan cara menggerakkan pahat menjauhi sumbu senter.

- Pahat ISO 4

Pahat ISO 4 digunakan untuk proses pembubutan memanjang dengan pemakanan relatif kecil dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 0° . Pahat jenis ini pada umumnya hanya digunakan untuk proses finising.

- Pahat ISO 5

Pahat ISO 5 digunakan untuk proses pembubutan melintang menuju sumbu center dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 0° . Jenis pahat ini pada umumnya hanya digunakan untuk meratakan permukaan benda kerja atau memfacing.

- Pahat ISO 6

Pahat ISO 6 digunakan untuk proses pembubutan memanjang dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 90° , sehingga pada proses pembubutan bertingkat yang selisih diameternya tidak terlalu besar dan hasil sudut bidangnya dikehendaki siku (90°) pahatnya tidak perlu digerakkan menjauhi sumbu senter.

- Pahat ISO 7

Pahat ISO 7 digunakan untuk proses pembubutan alur menuju sumbu center dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 0° . Pahat jenis ini dapat juga digunakan untuk memotong pada benda kerja yang memiliki diameter nominal tidak lebih dari dua kali lipat panjang mata pahatnya.

- Pahat ISO 8

Pahat ISO 8 digunakan untuk proses pembesaran lubang tembus dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 75°.

- Pahat ISO 9

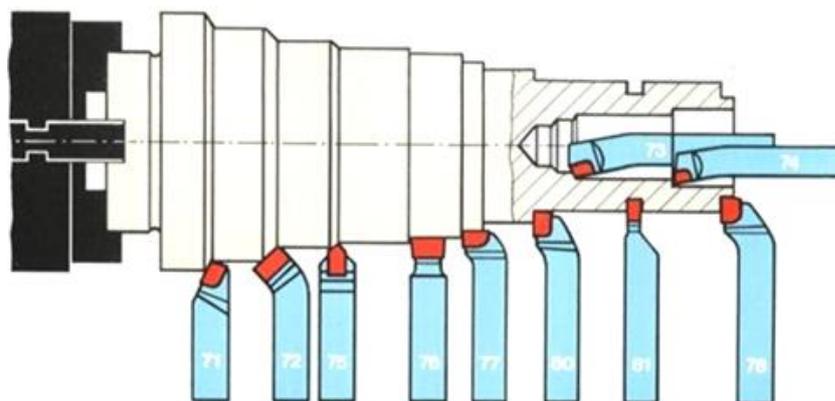
Pahat ISO 9 digunakan untuk proses pembesaran lubang tidak tembus dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 95°.

c. Pahat Bubut Standar DIN

Jenis pahat bubut menurut standar DIN, terdapat 10 (sepuluh) tipe yaitu: DIN 4971, DIN 4972, DIN 4973, DIN 4974, DIN 4975, DIN 4976, DIN 4977, DIN 4978, DIN 4980 dan DIN 4981 (Gambar 2). Aplikasi penggunaan dari berbagai jenis pahat bubut standar DIN dapat dilihat pada (Gambar 3).



Gambar 2 Macam-Macam Pahat Bubut Standar DIN



Gambar 3 Aplikasi Penggunaan Pahat Bubut Standar DIN

Keterangan:

- Pahat DIN 4971
Pahat DIN 4971 fungsinya sama dengan pahat ISO 1, yaitu digunakan untuk proses pembubutan memanjang dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 75°. Pada umumnya pahat jenis ini digunakan untuk membubut pengasaran yang hasil sudut bidangnya tidak memerlukan siku atau 90°.
- Pahat DIN 4972
Pahat DIN 4972 fungsinya sama dengan pahat ISO 2, yaitu digunakan untuk pembubutan memanjang dan melintang (pembubutan muka/*facing*) dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 45°. Pahat jenis ini juga dapat digunakan untuk membubut champer atau menghilangkan ujung bidang yang tajam (*debured*).
- Pahat DIN 4973
Pahat DIN 4973 fungsinya sama dengan pahat ISO 8, yaitu digunakan untuk proses pembesaran lubang tembus dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 75°.
- Pahat DIN 4974
Pahat DIN 4974 fungsinya sama dengan pahat ISO 9, yaitu digunakan untuk proses pembesaran lubang tak tembus dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 95 °.
- Pahat DIN 4975
Pahat DIN 4975 digunakan untuk pembubutan finising arah memanjang dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 45°. Pahat jenis ini juga dapat digunakan untuk membubut champer atau menghilangkan ujung bidang yang tajam (*debured*).
- Pahat DIN 4976
Pahat DIN 4976 fungsinya sama dengan pahat ISO 4, yaitu digunakan proses pembubutan memanjang dengan pemakanan relatif kecil dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 0°. Pahat jenis ini pada umumnya hanya digunakan untuk proses finishing.
- Pahat DIN 4977

Pahat DIN 4977 fungsinya sama dengan pahat ISO 5, yaitu digunakan untuk proses pembubutan melintang menuju sumbu center dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 0° . Jenis pahat ini pada umumnya hanya digunakan untuk meratakan permukaan benda kerja atau memfacing.

- Pahat DIN 4978

Pahat DIN 4978 fungsinya sama dengan pahat ISO 3, yaitu digunakan untuk proses pembubutan memanjang dan melintang dengan sudut bidang samping (*plane angle*) sebesar 93° . Pada proses pembubutan melintang tujuannya adalah untuk mendapatkan hasil yang siku (90°) pada sudut bidangnya, yaitu dengan cara menggerakkan pahat menjahui sumbu senter.

- Pahat DIN 4980

Pahat DIN 4980 fungsinya sama dengan pahat ISO 6, yaitu digunakan untuk proses pembubutan memanjang dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 90° , sehingga pada proses pembubutan bertingkat yang selisih diameternya tidak terlalu besar dan hasil sudut bidangnya dikehendaki siku (90°) pahatnya tidak perlu digerakkan menjahui sumbu senter.

- Pahat DIN 4981

Pahat DIN 4981 fungsinya sama dengan pahat ISO 7, yaitu digunakan untuk proses pembubutan alur menuju sumbu center dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 0° . Pahat jenis ini dapat juga digunakan untuk memotong pada benda kerja yang memiliki diameter nominal tidak lebih dari dua kali lipat panjang mata pahatnya.

d. Macam-macam Pahat Bubut Sisipan (*inserts Tips*).

Sesuai perkembangan dan kebutuhan pekerjaan dilapangan, pahat bubut sisipan (*inserts tips*) pengikatan dibrasing dan diklem/ dibaut.

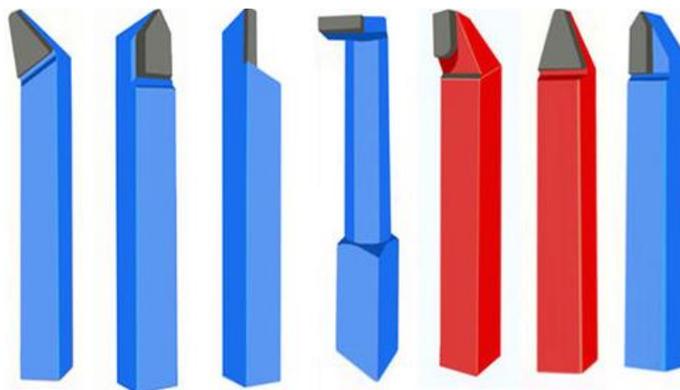
- 1) Pahat bubut sisipan (*inserts tips*) pengikatan dibrasing

Pahat bubut sisipan (*inserts Tips*) pengikatan dibrasing (Gambar 4), pembuatannya hanya pada bagian ujung yang terbuat dari pahat

bubut sisipan, kemudian diikatkan dengan cara dibrassing pada ujung badan/ bodi. Contoh macam-macam bentuk pahat bubut sisipan yang sudah dibrassing pada tangkai/ bodinya dapat dilihat pada (Gambar 5).



Gambar 4 Macam-Macam Pahat



Gambar 5 Contoh Macam-Macam Bentuk Pahat

- 2) Pahat bubut sisipan (*inserts tips*) pengikatan diklem/ dibaut
Pahat bubut sisipan (*inserts tips*) pengikatan diklem/ dibaut (Gambar 6), pengikatannya yaitu dengan cara pahat bubut sisipan klem/ dibaut diselipkan pada pemegang/*holder*. Contoh macam-macam pahat bubut sisipan peng-ikatan diklem/dibaut terpasang pada pemegangnya untuk pembubutan bidang luar dapat dilihat pada (Gambar 7) dan terpasang pada pemegangnya untuk pembubutan bidang dalam dapat dilihat pada (Gambar 8).



Gambar 6 Pahat Bubut Sisipan (*Inserts Tips*) Klem/Dibaut



Gambar 7 Pahat Bubut Sisipan Pengikatan Diklem/ Dibaut Terpasang pPada Pemegangnya untuk Pembubutan Bagian Luar



Gambar 8 Pahat Bubut Sisipan Pengikatan Diklem/ Dibaut Terpasang pada Pemegannya untuk Pembubutan Bagian Dalam

2. Bor Senter (*Centre Drill*)

Bor senter adalah salahsatu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat lubang senter pada ujung permukaan benda kerja. Jenis bor senter ada tiga yaitu: bor senter tipe standar (*standar centre driil/ plain type centre drill*), bor senter tipe *bell*(*bell type centre drill*), bor senter tipe *safety* (*safety type centre drill*) dan bor senter tiperadius (*radius form centre drill*).

a. Bor Senter Tipe Standar (*Standard Type Centre Drill*)

Bor senter tipe standar(*standard type centre drill*)terkadang juga disebut *plain type centre drill*, memiliki sudut mata sayat ujung (*point angle*) sebesar 118° dan sudut mata sayat pengarah(*countersink angle*) sebesar 60° .

Bor senter jenis ini memiliki beberapa ukuran di antaranya: bor senter tipe standarpanjang normal (Gambar 9), bor senter tipe standarukuran pendek (Gambar 10), bor senter tipe standar ukuran panjang (Gambar 11) dan spesifikasi bor senter standar dapat dilihat pada (Gambar 12)



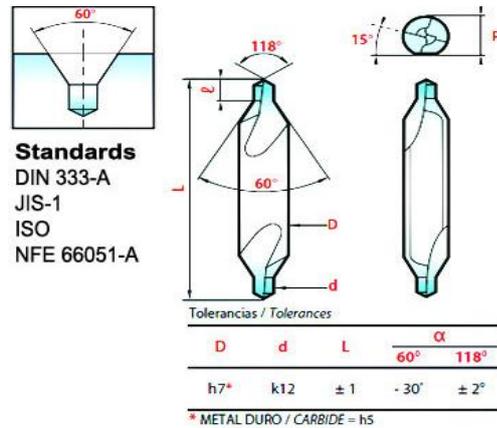
Gambar 9 Bor Senter Tipe Standar Panjang Normal



Gambar 10 Bor Senter Tipe Standar Ukuran Pendek



Gambar 11 Bor Senter Tipe Standar Ukuran Panjang



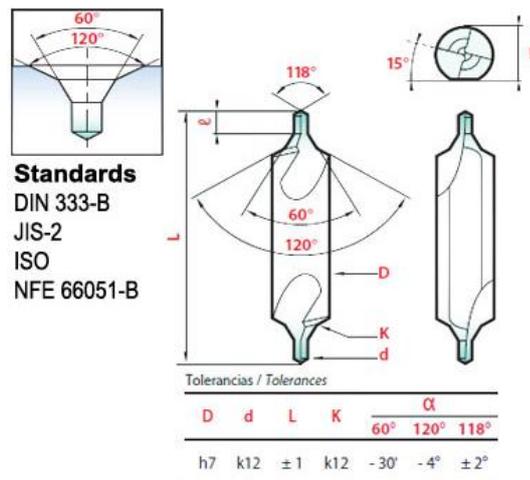
Gambar 12 Spesifikasi Bor Senter Tipe Standar

b. Bor Senter Tipe Bell (Bell Type Centre Drill)

Bor senter tipe *bell* (Gambar 13) memiliki sudut mata sayat ujung (*point angle*) sebesar 118° dan sudut mata sayat pengarah dua yaitu: pertama (*countersink angle*) sebesar 60° dan sudut mata sayat pengarah kedua sebesar 120°.



Gambar 13 Bor Senter Tipe Bell



Gambar 14 Spesifikasi Bor Senter Tipe Bell

c. Bor Senter Tipe Safety (Safety Type Centre Drill)

Bor senter tipe *safety(safety type centre drill)* - (Gambar 15) terkadang juga disebut bor senter tipe *bell type centre drill* memiliki mata sayat pengarah tirus dan rata. Alat ini pada dasarnya memiliki fungsi yang sama dengan senter bor tipe standar, yaitu untuk membuat lubang senter bor yang memiliki sudut pengarah senter 60°. Perbedaannya adalah, apabila pada saat membuat lubang senter bor diperlukan hasil lubang senternya bertingkat lurus setelah bidang tirusnya, maka dapat digunakan senter bor jenis ini.



Gambar 15 Bor Senter Tipe Safety (Safety Type Centre Drill)

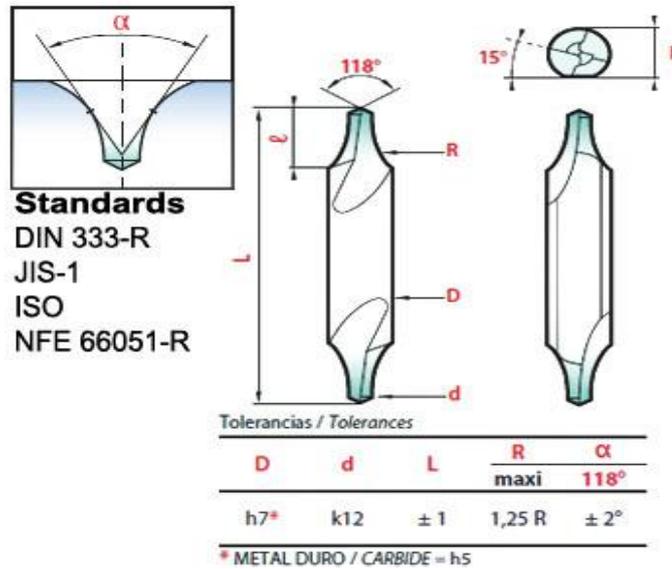
d. Bor Senter Bentuk Radius(Radius Form Centre Drill)

Bor senter bentuk radius (*radius form centre drill*) – (Gambar 16), memiliki mata sayat pengarah berbentuk radius. Sehingga sehingga hasil lubang senter yang dibuat memiliki profil yang sama dengan sudut mata sayatnya yaitu berbentuk radius.

Kelebihan lubang senter bor tipe bentuk radius ini adalah, apabila membubut di antara dua senter yang diperlukan pergeseran kepala lepas relatif besar, pada lubang senter maupun ujung senter tetap/ senter putar lebih aman karena bidang singgung pada lubang senter relatif lebih kecil bila dibandingkan dengan lubang senter bor bentuk standar. Contoh spesifikasi bor senter bentuk radius dapat dilihat pada (Gambar 17).



Gambar 16 Bor Senter Bentuk Radius



Gambar 17 Spesifikasi Bor Senter Bentuk Radius

Penggunaan senter bor pada proses pembubutan harus pasang atau diikat dengan cekam bor (*drill chuck*) yang dipasang pada kepala lepas. Contoh pengikatan senter drill pada cekam bor untuk proses pembubutan, dapat dilihat pada (Gambar 18).



Gambar 18 Contoh Pengikatan Senter Bor pada Cekam Bor untuk Proses Pembubutan

Untuk mengetahui standar ukuran diameter bodi dan diameter ujung bor senter dalam satuan (mm) dapat dilihat pada (Tabel 2).

Tabel 2 Standar Ukuran Diameter Bodi dan Diameter Ujung Bor Senter Dalam Satuan (mm)

No.	Diameter Bodi/Body Diameter (mm)	Diameter Ujung Bor Senter/Drill Point Diameter (mm)
1.	3.15	1.0
2.	4.0	1.5
3.	5.0	2.0
4.	6.3	2.5
5.	8.0	3.15
6.	10.0	4.0
7.	12.5	5.0
8.	16.0	6.3
9.	19.0	8.0

3. Mata Bor (Twist Drill)

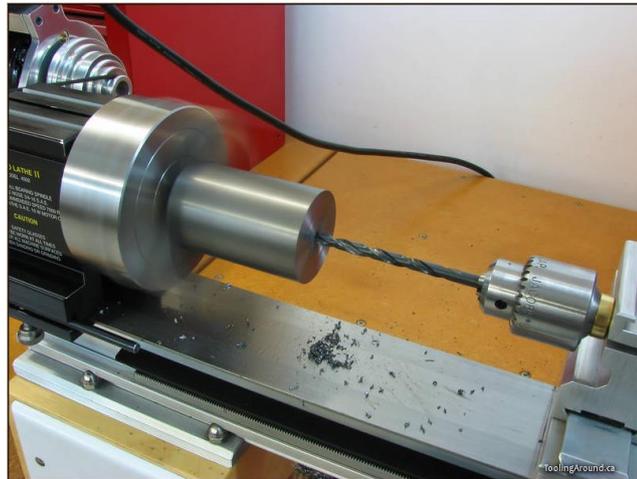
Mata bor adalah salah satu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat dan memperbesar diameter lubang pada benda kerja. Dalam membuat atau memperbesar diameter lubang dapat disesuaikan dengan kebutuhan, yaitu tergantung dari diameter mata bor yang digunakan.

a. Pengelompokan Mata Bor Berdasarkan Tangkai

Pengelompokan mata bor berdasarkan tangkai, dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu: (1). Mata bor tangkai lurus (Gambar 19), yang pengikatannya pada saat melakukan pengeboran pada mesin bubut menggunakan cekam bor (*drill chuck*) sebagaimana dapat dilihat pada (Gambar 20).



Gambar 19 Mata Bor Tangkai Lurus



Gambar 20 Pengikatan Mata Bor Tangkai Lurus Pada Cekam Bor, untuk Proses Pembubutan

Mata bor tangkai tirus (Gambar 21), yang pengikatannya pada saat melakukan pengeboran pada mesin bubut langsung dimasukkan pada lubang tirus yang ada di kepala lepas (Gambar 22).



Gambar 21 Mata Bor Tangkai Tirus



Gambar 22 Pengikatan Mata Bor Tangkai Tirus pada Kepala Lepas, Saat Melakukan Pengeboran pada Mesin Bubut

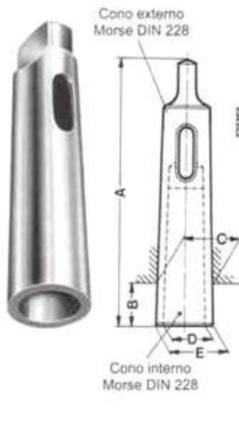
Untuk mata bor tangkai tirus, jika pada saat digunakan ukuran tangkai tirusnya lebih kecil dari pada lubang tirus pada kepala lepas, dapat ditambah dengan menggunakan sarung pengurang (*drill sleeve*). Selain itu perlu diketahui bahwa, untuk mata bor tangkai tirus pada umumnya tirus tangkainya menggunakan standar Tirus Morse/ *Morse Taper (MT)* yaitu mulai dari MT nomor 1 s.d 6 untuk bagian luarnya.



Gambar 23 Sarung Pengurang Bor (*Drill Sleeve*) dan Baji

Untuk mengetahui standar ketirusan sarung pengurang bor standar *Morse Taper (MT)* secara lengkap, dapat dilihat pada (Tabel 3).

Tabel 3 Standar Ketirusan Sarung Pengurang Bor Standar Morse Taper (MT)



CONO MORSE		A	B	C	D	E	Peso	REF.
Interior	Exterior	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	gr.	
0	1	80	19	12,065	9,045	13,0	30	B 01
1	2	92	17	17,780	12,065	18,6	95	B 12
1	3	99	5	23,825	12,065	24,1	250	B 13
2	3	112	18	23,825	17,780	24,7	190	B 23
1	4	124	6,5	31,267	12,065	31,6	550	B 14
2	4	124	6,5	31,267	17,780	31,6	480	B 24
3	4	140	22,5	31,267	23,825	32,4	360	B 34
1	5	156	6,5	44,399	12,065	44,7	1700	B 15
2	5	156	6,5	44,399	17,780	44,7	1520	B 25
3	5	156	6,5	44,399	23,825	44,7	1360	B 35
4	5	171	21,5	44,399	31,267	45,5	1020	B 45
3	6	218	8	63,348	23,825	63,8	5300	B 36
4	6	218	8	63,348	31,267	63,8	5010	B 46
5	6	218	8	63,348	44,399	63,8	4200	B 56

b. Pengelompokan Mata Bor Berdasarkan Sudut Spiral/ Helik

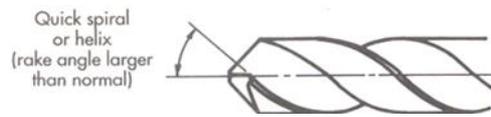
Apabila dilihat dari sudut spiralnya, mata bor terbagi menjadi tiga jenis yaitu: (1).Mata bor sudut spiral normal(*normal spiral drill*) atau juga disebut mata bor tipe "N" memiliki sudut spiral sebesar 25° - 30°, digunakan untuk mengebor jenis bahan baja lunak(Gambar 24); (2). Mata bor sudut spiral panjang (*slow spiral drill*) atau juga disebut mata bor tipe "H" memiliki sudut spiral sebesar 10° - 13° digunakan untuk mengebor jenis bahan baja keras dan rapuh (Gambar 25); (3).Mata bor sudut spiral pendek (*quick spiraldrill*)atau juga disebut mata bor tipe "W" memiliki sudut spiral sebesar 35° - 40°, digunakan untuk mengebor jenis bahan baja liat. (Gambar 26)



Gambar 24 Mata Bor Spiral Normal (Normal Spiral)



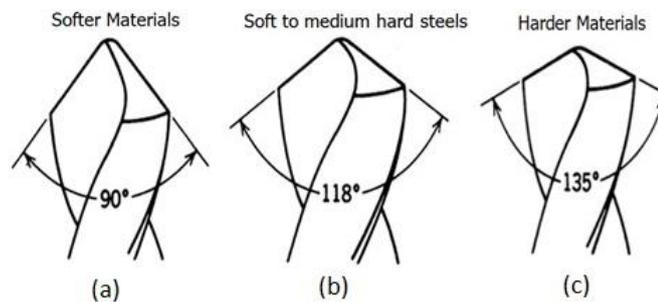
Gambar 25 Mata Borspiral Panjang (Slow Spiral)



Gambar 26 Mata Bor Spiral Pendek (*Quick Spiral*)

c. Pengelompokan Mata Bor Berdasarkan Sudut Mata Sayat/ Potong

Apabila dilihat dari sudut mata sayatnya, mata bor terbagi menjadi tiga yaitu: (1). Mata bor dengan sudut mata sayat 90° (Gambar 27a), digunakan untuk mengebor jenis bahan baja lunak (2). Mata bor dengan sudut mata sayat 118° (Gambar 27b), digunakan untuk mengebor jenis bahan baja lunak s.d sedang dan (3). Mata bor dengan sudut mata sayat 135° (Gambar 27c), digunakan untuk mengebor jenis bahan baja keras



Gambar 27 Pengelompokan Mata Bor Berdasarkan Sudut Mata Sayat/ Potong

Selain beberapa jenis mata bor (standar) yang telah diuraikan diatas, masih terdapat beberapa jenis mata bor lainnya yang juga dapat digunakan untuk proses pembubutan di antaranya:

- NC Spotting Drill (Point Drill)
NC spotting drill (Gambar 28) adalah salahsatu jenis alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat takikan awal atau lubang awal sebagai pengarah untuk proses pengeboran. Dari sisi bentuk hampir sama dengan mata bor (*twist drill*), hanya saja selain memiliki alur sudut spiral yang lebih pendek juga tidak ada *body clearance*

pada sisi potong sekundernya, karena bagian yang difungsikan untuk menyayat hanya pada bagian ujung depan yang tirus.



Gambar 28 NC Spotting Drill (Point Drill)

Alat potong *NC spotting drill* pada umumnya dibuat dari bahan pejal dan sisipan, untuk yang dari bahan pejal (*solid*) pada umumnya memiliki sudut mata sayat yaitu: 90° , 120° dan 150° (Gambar 29), digunakan pada proses pemesinan bubut konvensional. Sedangkan yang dibuat dari bahan sisipan dengan *insert tipe carbide*, sudut mata sayatnya lebih banyak variasinya yaitu: 60° , 90° , 100° , 120° dan 142° (Gambar 30), digunakan pada proses pemesinan bubut CNC. Perlu digaris bawahi bahwa, jenis alat potong jenis ini yang sering digunakan untuk proses pembubutan adalah yang memiliki sudut mata sayat 90° dan 120° .

Sedangkan bahan/ material yang digunakan ada yang terbuat dari HSS (*High Speed Steel*), HSS dilapisi (*cobalt titanium*), *solid carbide* dan sisipan dengan *insert tip carbide* yang diikat dengan baut. Beberapa contoh *NC Spotting Drill* dari jenis bahan/material yang berbeda dapat dilihat pada (Gambar 31).



Gambar 29 NC Spotting Drill dari Bahan Pejal (Solid)

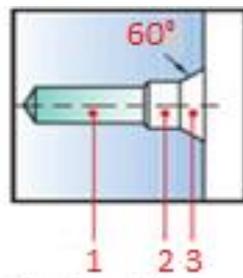


Gambar 30 NC Spotting Drill dari Bahan Sisipan (Insert Tipe Carbide)



Gambar 31 Beberapa Contoh NC Spotting Drill dari Jenis Bahan yang Berbeda

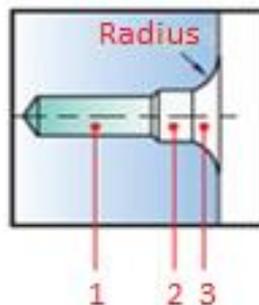
- Mata Bor Untuk Lubang Pengetapan (*Centre Drill For Threaded Hole*)
Centre drill for threaded hole adalah salahsatu jenis alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat lubang sebelum dilakukan pengetapan yang sekaligus mendapatkan tiga tingkatan lubang yaitu: 1). Lubang untuk pengetapan, 2). Lubang pengarah tap, 3). Lubang untuk menahan senter putar. Jika dilihat dari mata sayat yang terdapat pada ujung lehernya, yaitu yang berfungsi untuk membuat lubang dudukan senter putar, *centre drill for threaded hole* terdapat dua jenis yaitu: mata sayat dengan sudut 60° (Gambar 32) dan mata sayat berbentuk radius (Gambar 33).



- 3 in 1 operation**
 1. Drill pre-tap hole.
 2. Make the tap entrance.
 3. Do the centering.



Gambar 32 Centre Drill for Threaded Hole Mata Sayat Sudut 60°



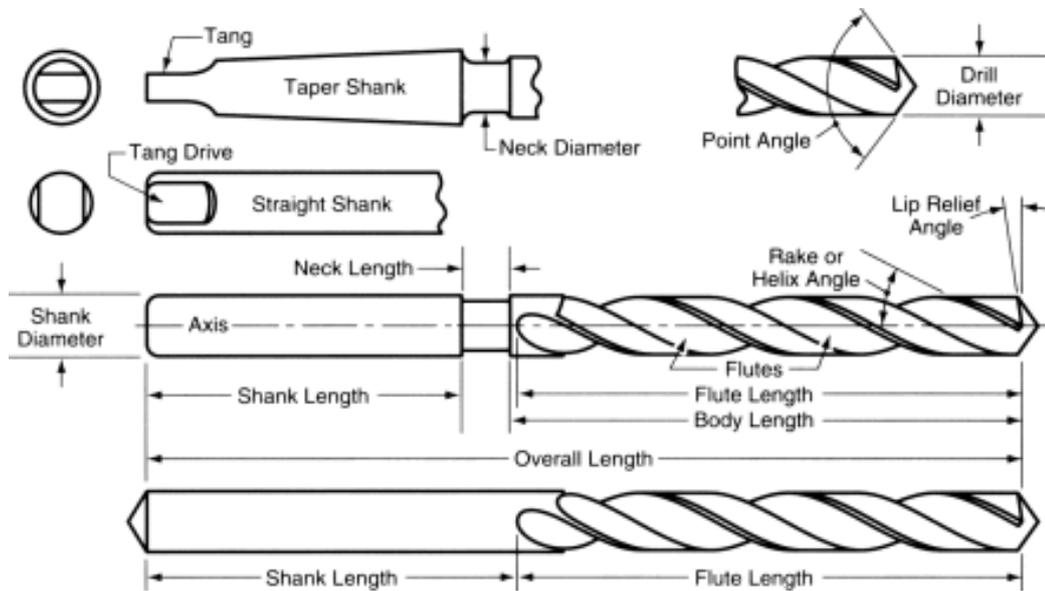
- 3 in 1 operation**
 1. Drill pre-tap hole.
 2. Make the tap entrance.
 3. Do the centering.



Gambar 33 Centre Drill for Threaded Hole Mata Sayat Berbentuk Radius

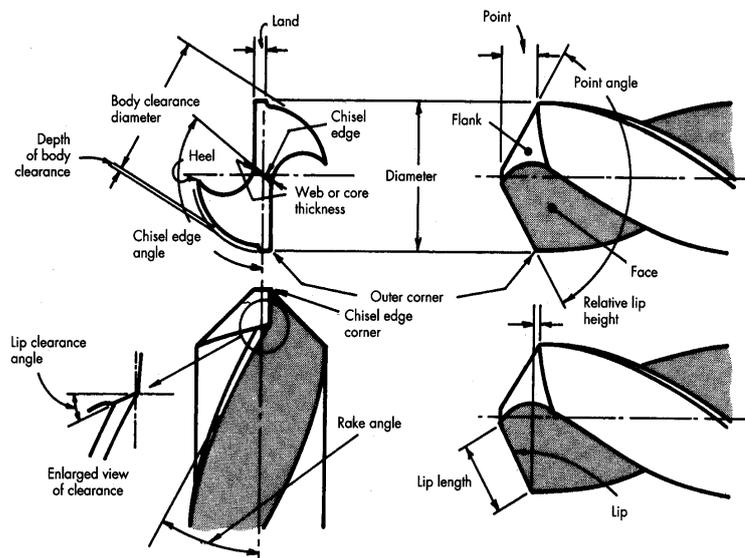
d. Bagian-Bagian dan Geometri Mata Bor

Sebuah mata bor terdiri dari beberapa bagian yang masing-masing memiliki fungsi berbeda-beda. Bagian-bagian mata bor tangkai lurus dan tirus dapat dilihat (Gambar 34).



Gambar 34 Bagian-Bagian Mata Bor

Untuk dapat menyayat dengan baik, mata bor harus memiliki geometri yang standar meliputi: sudut mata sayat/ potong, sudut baji, sudut bebas potong dan sudut helik. yang standar atau disebut geometri mata bor. Geometrinya mata bor dapat dilihat pada (Gambar 35).



Gambar 35 Geometri Mata Bor

4. Kontersing(Countersink)

Kontersing (*countersink*) adalah salahsatu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk menchamper diameter ujung lubang pada sebuah benda kerja (*debured*), dengan tujuan agar tidak tajam atau untuk membuat champer pada ujung lubang untuk membenamkan kepala baut berbentuk tirus.

Alat potong jenis ini, apabila dilihat dari tangkainya terbagi menjadi dua yaitu: kontersing tangkai lurus dan kontersing tangkai tirus..

a. Kontersing Tangkai Lurus

Kontersing tangkai lurus (Gambar 36), pada saat digunakan untuk proses pembubutan pengikatannya dipasang pada cekam bor (*drill chuck*) sebagaimana pengikatan pada proses pengeboran dengan bor tangkai lurus.



Gambar 36 Kontersing Tangkai Lurus

b. Kontersing Tangkai Tirus

Kontersing tangkai tirus (Gambar 37), pada saat digunakan untuk proses pembubutan pengikatannya dipasang pada lubang sleeve yang terdapat pada kepala lepas sebagaimana pengikatan pada proses pengeboran dengan bor tangkai tirus. Apabila tirus tangkainya terlalu kecil dapat ditambah dengan sarung pengurang. Sebagaimana mata bor tangkai tirus, kontersing tangkai tirus pada umumnya menggunakan standar tirus morse/ *morse taper* (MT) yaitu mulai dari MT 1 ÷ 6.

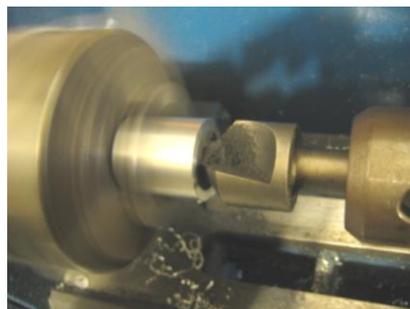


Gambar 37 Kontersing Tangkai Tirus

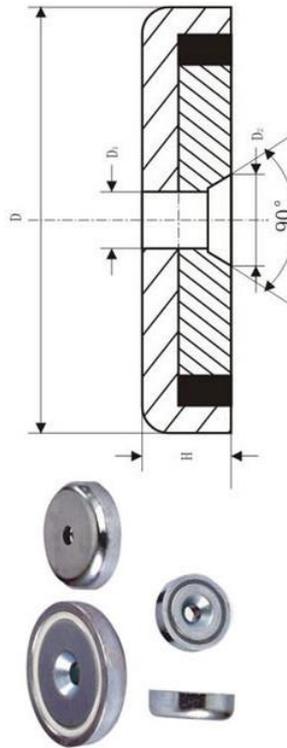
Jika dilihat dari sudut mata sayatnya kontersing terbagi menjadi enam jenis juga yaitu, kontersing dengan sudut mata sayat 60°, 82°, 90°, 100°, 110 °dan 120°. Pada proses pembubutan, untuk menghilangkan bagian ujung yang tajam (*debured*) pada umumnya menggunakan kontersing dengan sudut 90°. Sedangkan untuk keperluan lainnya, penentuan/ penetapan kontersing berdasarkan besaran sudut mata sayat tergantung dari tuntutan pada gambar kerja.

Kontersingtangkai lurus, pada saat digunakan pengikatannya dipasang pada cekam bor (*drill chuck*) sebagaimana pada proses pengeboran dengan mata bor tangkai lurus, dan yang bertangkai tirus pengikatannya dipasang pada lubang tirus kepala lepas sebagaimana pada proses pengeboran menggunakan mata bor tangkai tirus. Contoh pemasangan kontersing tangkai lurus dan penggunaannya pada mesin bubut dapat dilihat pada (Gambar 38) dan contoh hasil pembubutan champer dengan kontersing mata sayat sudut 90°, dapat dilihat pada (Gambar 39).

Selain itu perlu diketahui bahwa, kontersink tangkai tirus pada umumnya menggunakan standar tirus morse/ *morse tapper* (MT) yaitu mulai dari MT 1 ÷ 6 sebagaimana mata bor tangkai tirus.



Gambar 38 Contoh Pemasangan Kontersing Tangkai Lurus dan Penggunaannya pada Mesin Bubut



Gambar 39 Contoh Hasil Pembubutan Chamfer Dengan Kontersing Sudut 90°

b. Konter Bor(Counter Bore)

Konterbor (*Counterbore*) adalah salah satu alat potong pada mesin bubut, berfungsi untuk membuat lubang bertingkat yang sebelumnya sudah terdapat lubang sebagai pengarah. Hasil lubang bertingkat berfungsi sebagai dudukan kepala baut L(*Elen key*).Jenis alat ini apabila dilihat dari tangkainya terbagi menjadi dua yaitu konterbor tangkai lurus dan tangkai tirus (Gambar 40).



Gambar 40 Konterbor Tangkai Lurus dan Tirus

Apabila dilihat dari sisi ujung mata sayatnya, alat ini juga terbagi menjadi dua yaitu, konterbor dengan pengarah (Gambar 41) dan konterbor tanpa pengarah (Gambar 42).



Gambar 41 Konterbor dengan Pengarah



Gambar 42 Konterbor Tanpa Pengarah

Konter bor bertangkai lurus, pada saat digunakan pengikatannya dipasang pada cekam bor (*drill chuck*) sebagaimana pada proses pengeboran dengan mata bor tangkai lurus, dan yang bertangkai tirus pengikatannya dipasang pada lubang tirus kepala lepas sebagaimana pada proses pengeboran menggunakan mata bor tangkai tirus. Contoh pemasangan konter bortangkai tirus dan penggunaannya pada mesin bubut dapat dilihat pada (Gambar 43) dan contoh hasil pembuatan lubang konterbor pada mesin bubut, dapat dilihat pada (Gambar 44).



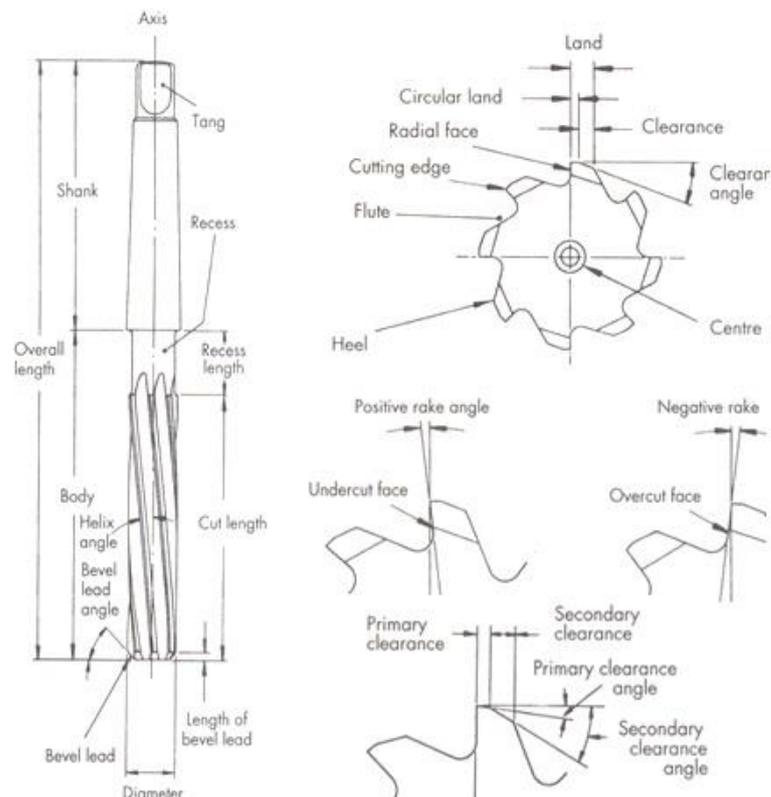
Gambar 43 Contoh Pemasangan Konter Bortangkai Tirus dan Penggunaannya pada Mesin Bubut



Gambar 44 Contoh Hasil Pembubutan Lubang Bertingkat dengan Konterbor

5. Rimer Mesin (Machine Reamer)

Rimer mesin (*reamer machine*) - (Gambar 45), adalah salah satu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk menghaluskan dan memperbesar diameter lubang dengan toleransi dan suaian tertentu, yang prosesnya benda kerja sebelumnya dibuat lubang terlebih dahulu.



Gambar 45 Rimer Mesin dan Bagian-Bagiannya

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 diameter sebelum dirimer adalah, agar hasilnya lebih maksimal dan beban pada rimer tidak terlalu berat sehingga memiliki umur lebih panjang.

Apabila dilihat dari fungsinya, rimer mesin terbagi menjadi tiga yaitu:reamer mesin untuk lubang pin, reamer untuk lubang lurus dan reamer untuk lubang tirus.

a. Rimer Mesin Untuk Lubang Pen

Rimer mesin untuk lubang pen,jika dilihat dari bentuk mata sayatnya terbagi menjadi tiga yaitu: reamer pin tirus mata sayat lurus/ *straight taper pin reamer* (Gambar 46), reamer pen tirus mata sayat spiral/ *spiral taper*

pin reamer (Gambar 47), dan reamer pen tirus mata sayat helik (*helical taper pin reamer*) - (Gambar 48). Rimer jenis ini berfungsi untuk membuat lubang pen tirus, yang memiliki ketirusan standar.



Gambar 46 Reamer Pen Tirus Mata Sayat Lurus



Gambar 47 Reamer Pen Tirus Mata Sayat Spiral



Gambar 48 Reamer Pen Tirus Mata Sayat Helik

b. Rimer Mesin Untuk Lubang Lurus

Rimer mesin untuk lubang lurus, jika dilihat dari tangkainya terbagi menjadi dua yaitu: reamer lurus tangkai lurus (Gambar 49), dan rimer lurus tangkai tirus (Gambar 50). Rimer jenis ini berfungsi untuk membuat lubang lurus yang memiliki toleransi dan suaian khusus.



Gambar 49 Reamer Lurus Tangkai Lurus



Gambar 50 Reamer Lurus Tangkai Tirus

c. Rimer mesin untuk lubang tirus

Rimer mesin untuk lubang tirus, jika dilihat dari fungsinya terbagi menjadi dua yaitu: rimer tirus untuk pengasaran (Gambar 51) dan reamer tirus untuk finishing (Gambar 52). Rimer jenis ini berfungsi untuk membuat lubang tirus standar, misalnya tirus standar morse (*Taper Morse - MT*) yaitu mulai dari MT 1 s.d 6. Contoh pemasangan rimer tangkai tirus pada

kepala lepas dan penggunaan pada mesin bubut, dapat dilihat pada (Gambar 53)



Gambar 51 Rimer Tirus untuk Pengasaran



Gambar 52 Rimer Tirus untuk Finishing

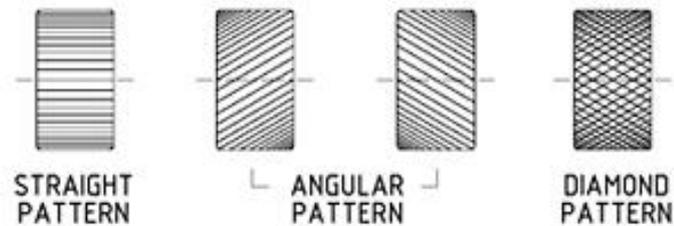


Gambar 53 Contoh Pemasangan Rimer Tangkai Tirus pada Kepala Lepas dan Penggunaannya

6. Kartel (Knurling)

Kartel (*knurling*) adalah suatu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk, membuat garis-garis/ gigi-gigimelingkar lurus sejajar atau silang menyudut/ helikpada bidang permukaan benda kerja bagian luar atau dalam. Tujuan pengkartelan bagian luar salahsatunya agar permukaan bidangnyatidak licin pada saat dipegang dengan tangan, contohnya terdapat pada batang penarik, tangkai palu besi dan pemutar dll. Sedangkan pengkartelan pada bagian dalam salahsatunya bertujuan untuk memper-kecil lubang yang sudah longgar karena aus, contohnya lubang pada dudukan bearing.

Pola/ bentuk hasil pengkartelan ada tiga jenis yaitu: belah ketupat/ intan, menyudut/ silang dan lurus(Gambar 54 Hasil pengkartelan tergantung dari bentuk gigi pisau kartel yang digunakan (Gambar 55).



Gambar 54 Pola/ Bentuk Hasil Pengkartelan



Gambar 55 Macam-Macam Bentuk Gigi Pisau Kartel

ada saat digunakan gigi pisau kartel dipasang pada pemegang/ rumahnya(*holder*). Untuk pengkartelan bentuk lurus, hanya diperlukan sebuah gigi pisau kartel bentuk lurus yang dipasang pada dudukannya dengan posisi tetap/*rigid* (Gambar 56). Pada pengkartelan bentuk menyudut dan ketupat/intan, diperlukan sepasang gigi pisau kartel bentuk menyudut/silang yang dipasang pada dudukannya. Pemegang gigi kartel menyudut/silang terdapat dua jenis yaitu, pemegang gigi kartel menyudut/silang dudukan satu dan tiga (Gambar 57).



Gambar 56 Pemegang Gigi Pisau Kartel Lurus dengan Posisi Tetap (Rigid)



Gambar 57 Pemegang Gigi Pisau Kartel Lurus dengan Posisi Tetap

Proses pengkartelan pada mesin bubut, tangkai kartel diikatkan/ dipasang pada tool post sebagaimana terlihat pada (Gambar 58). Sedangkan contoh beberapa hasil pengkartelan, dapat dilihat pada (Gambar 59)



Gambar 58 Pengikatan/ Pemasangan Kartel Pada Tool Post Mesin Bubut



Gambar 59 Contoh Beberapa Produk Hasil Pengkartelan

Konstruksi atau bentuk pemegang (*holder*) gigi pisau kartel dibuat dengan memper-timbangkan berbagai aspek termasuk posisi dan kondisi bidang yang akan dikartel, sehingga dapat dipilih sesuai kebutuhan. Beberapa macam bentuk pemegang gigi pisau kartel buatan dari salah satu pabrikan dapat dilihat pada (Tabel 4).

Tabel 4 Macam-Macam Bentuk Pemegang Gigi Pisau Kartel

 CNC Modular Knurling Tool Pages B-1 - B-6	 107ST Straight Cutting Knurling Tool Pages B-7	 CNC109 Side Mount Straddle Knurling Tool Pages B-7	 Three Swivel Head Knurling Tool Pages B-9
 Single Wheel Fixed Knurling Tool Page B-9	 Single Wheel Fixed Knurling Tool Page B-10	 Heavy Duty Single Wheel Fixed Knurling Tool Page B-10	 Fixed Knurling Tool Page B-11
 Shoulder Fixed Knurling Tool Page B-11	 Self-Centering Knurling Tool Page B-12	 Shoulder Self-Centering Knurling Tool Page B-12	 Heavy Duty Fixed Knurling Tool Page B-13
 Heavy Duty Self-Centering Knurling Tool Page B-13	 Milling Machine Knurling Tool Page B-14	 Internal Knurling Tool Page B-14	 KT109-00D Straddle Knurling Tool Page B-15
 KTW109 Straddle Knurling Tool Pages B-16 - B-17	 KT109C Compact Straddle Knurling Tool Pages B-17	 Three Wheel Square Shank Knurling Tool Page B-18 - B-19	 Knurl Wheels & Spare Parts Pages B-20- B-33

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP)

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 macam-macam alat potong dan penggunaannya pada mesin bubut? 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 dengan mengamati gambar berikut ini.

Aktivitas 1: Mengamati macam-macam alat potong pada mesin bubut (2 JP)

Lakukan pengamatan dengan seksama terhadap alat potong selain pahat bubut yang ada di bengkel, kemudian cocokkan dengan uraian materi yang telah dibaca sebelumnya

Apa yang Saudara temukan setelah mengamati macam-macam alat potong pada mesin bubut tersebut atau yang Saudara temukan di sekitar lingkungan anda untuk obyek yang sejenis? Diskusikan hasil pengamatan dengan anggota kelompok Saudara dalam menentukan macam-macam alat potong pada mesin bubut. Selanjutnya selesaikan **LK-01** dengan dipandu pertanyaan berikut

1. Mengapa pada proses pembubutan alat potong merupakan alat perkakas yang diperlukan dalam proses produksi?
2. Mengapa pada proses pembubutan alat potong harus sesuai dengan bentuk dan ukuran benda kerja?

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan, dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau

memberikan penguatan. Saudara dapat membaca Bahan Bacaan tentang macam-macam alat potong pada mesin bubut.

Aktivitas 2: Menganalisis penggunaan macam-macam alat potong pada mesin bubut(4 JP)

Setelah Saudara mencermati macam-macam alat potong pada mesin bubut pada aktivitas 1, maka pada aktivitas 2 ini Saudara akan mendiskusikan bagaimana menganalisis penggunaan macam-macam alat potong pada mesin bubut. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang bor senter?
2. Apa yang Saudara ketahui tentang mata bor?
3. Apa yang Saudara ketahui tentang kontersing?
4. Bagaimana Saudara bekerja menggunakan reamer?
5. Bagaimana Saudara bekerja menggunakan kartel?

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

Untuk memperkuat pemahaman Saudara tentang macam-macam alat potong pada mesin bubut, bacalah Bahan Bacaan tentang macam-macam alat potong pada mesin bubut, kemudian melaksanakan Tugas Praktik dengan menggunakan **LK-02.P**

E. Rangkuman

Alat potong berfungsi untuk menyayat/memotong benda kerja sesuai dengan tuntutan bentuk dan ukuran pada gambar kerja. Pada proses pembubutan, selain alat potong pahat bubut terdapat beberapa jenis alat potong lain yang digunakan di antaranya: senter bor (*centre drill*), mata bor (*twist drill*), konter bor (*counter bore*), rimer (*reamer*), kontersing (*counter sink*) dll.

Pahat Bubut

Pahat bubut merupakan salahsatu alat potong yang sangat diperlukan pada proses pembubutan, karena pahat bubut dengan berbagai jenisnya dapat membuat benda kerja dengan berbagai bentuk sesuai tuntutan pekerjaan misalnya, dapat digunakan untuk membubut permukaan/ facing, rata,

bertingkat, alur, champer, tirus, bentuk, memper-besar lubang, ulir dan memotong,

Bor senter

Bor senter adalah salahsatu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat lubang senter pada ujung permukaan benda kerja.

Mata bor

Mata bor adalah salah satu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat dan memperbesardiameter lubang pada benda kerja.

Kontersing

Kontersing (*countersink*) adalah salahsatu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk menchamper diameter ujung lubang pada sebuah benda kerja (*debured*), dengan tujuan agar tidak tajamatau untuk membuat champer pada ujung lubang untuk membenamkan kepala baut berbentuk tirus.

Konter bor

Konterbor (*Counterbore*) adalah salah satu alat potong pada mesin bubut, berfungsi untuk membuat lubang bertingkat yang sebelumnya sudah terdapat lubang sebagai pengarah.

Rimer mesin

Rimer mesin (*reamer machine*), adalah salah satu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk menghaluskan dan memperbesar diameter lubang dengan toleransi dan suaian tertentu, yang prosesnya benda kerja sebelumnya dibuat lubang terlebih dahulu.

Kartel

Kartel (*knurling*) adalah suatu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk, membuat garis-garis/ gigi-gigi melingkar lurus sejajar atau silang menyudut/ helikpada bidang permukaan benda kerja bagian luar atau dalam.

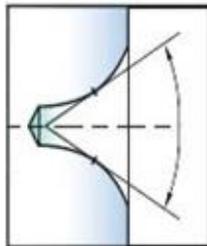
F. Test Formatif

Jawablah soal di bawah ini dengan memilih salah satu jawaban yang dianggap paling benar dengan memberi tanda (X).

1. Gambar di bawah adalah salah satu alat potong pada mesin bubut yang disebut bor senter tipe standar (*standard type centre drill*). Alat tersebut memiliki sudut...



- A. Mata sayat ujung (*point angle*) sebesar 118° dan sudut mata sayat pengarah (*countersink angle*) sebesar 45°
 - B. Mata sayat ujung (*point angle*) sebesar 118° dan sudut mata sayat pengarah (*countersink angle*) sebesar 60°
 - C. Mata sayat ujung (*point angle*) sebesar 118° dan sudut mata sayat pengarah (*countersink angle*) sebesar 90°
 - D. Mata sayat ujung (*point angle*) sebesar 118° dan sudut mata sayat pengarah (*countersink angle*) sebesar 120°
2. Kelebihan penggunaan senter bor tipe bentuk radius (*radius form centre drill*) dengan hasil sebagaimana gambar di bawah, pada saat membubut dengan cara pemasangan benda kerjanya di antara dua senter yang diperlukan pergeseran kepala lepas relatif besar, maka pada ujung senter putar lebih aman terhindar dari kerusakan karena...



- A. Bidang/ titik singgung pada lubang senter bordan ujung senter putar relatif besar dan ruang gerakanya lebih besar
- B. Bidang/ titik singgung pada lubang senter bordan ujung senter putar relatif besar dan ruang gerakanya lebih kecil

- C. Bidang/ titik singgung pada lubang senter bordan ujung senter putar relatif kecil dan ruang geraknya lebih besar
- D. Bidang/ titik singgung pada lubang senter bordan ujung senter putar relatif kecil dan ruang geraknya lebih kecil

3. Perhatikan beberapa gambar alat potong di bawah. Alat potong pada gambar nomor 4 (empat), digunakan untuk...



- A. Membuat diameter lubang bertingkat
- B. Membuat diameter luar bertingkat
- C. Membuat diameter lubang beralur
- D. Membuat diameter lubang senter

4. Perhatikan beberapa gambar alat potong. Alat potong pada gambar nomor 2 (dua), digunakan untuk...



- A. Membuat diameter lubang bertingkat
- B. Membuat diameter luar bertingkat
- C. Membuat diameter lubang beralur
- D. Membuat diameter lubang senter

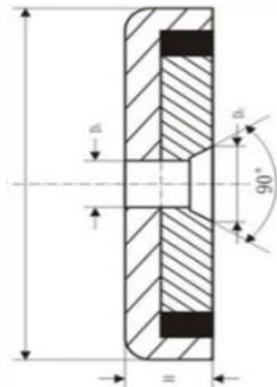
5. Perhatikan gambar salahsatu alat potong untuk proses pembubutan di bawah. Alat potong tersebut digunakan untuk....



- A. Membuat lubang senter agar proses lebih cepat
- B. Membuat lubang dengan proses lebih cepat dan akurat

- C. Membuat takikan awal atau lubang awal sebagai pengarah untuk proses pembubutan
- D. Membuat takikan awal atau lubang awal sebagai pengarah untuk proses pengeboran

6. Ilustrasi hasil proses pembubutan sebagaimana gambar di bawah, menunjukkan pada diameter lubang dichamper sebesar 90° . Alat potong yang digunakan untuk menchamper lubang tersebut adalah...



- A. Reamer
- B. Twist drill
- C. Counterbor
- D. Countersink

7. Mata bor (*Twist Drill*) dengan sudut spiral normal sebagaimana gambar di bawah, berfungsi untuk mengebor jenis bahan...



- A. Lunak
- B. Keras
- C. sedang
- D. Liat

8. Mata bor (*Twist Drill*) dengan sudut 135° sebagaimana gambar di bawah, berfungsi untuk mengebor jenis bahan...



- A. Lunak
 - B. Keras
 - C. sedang
 - D. Liat
9. Pembuatan lubang sebelum dirimer, untuk diameter sampai dengan 10 mm dianjurkan diameternya dibuat lebih kecil dari diameter nominal rimer yaitu antara..
- A. $0,35 \div 0,45$ mm
 - B. $0,25 \div 0,35$ mm
 - C. $0,15 \div 0,25$ mm
 - D. $0,05 \div 0,15$ mm
10. Untuk merimer lubang tirus, disarankan lubang yang akan dirimer sebelumnya dibuat bertingkat terlebih dahulu dengan tujuan agar....
- A. Rimer tidak menerima beban yang berat, sehingga rimer dapat menyayat dengan baik
 - B. Mesin tidak menerima beban yang berat, sehingga rimer dapat menyayat dengan baik
 - C. Benda kerja tidak menerima beban yang berat, sehingga rimer dapat menyayat dengan baik
 - D. Semua jawaban benar

F. Kunci Jawaban

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

H. Lembar Kerja KB- 1

LK - 00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran macam-macam alat potong dan penggunaannya pada mesin bubut? 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 pada proses pembubutan alat potong merupakan alat perkakas yang diperlukan dalam proses produksi?

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

2. Mengapa pada proses pembubutan alat potong harus sesuai dengan bentuk dan ukuran benda kerja?

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

LK – 02

1. Apa yang Saudara ketahui tentang pahat bubut?

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

2. Apa yang Saudara ketahui tentang bor senter?

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

3. Apa yang Saudara ketahui tentang mata bor?

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

4. Apa yang Saudara ketahui tentang kontersing?

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

5. Bagaimana Saudara bekerja menggunakan reamer?

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

6. Bagaimana Saudara bekerja menggunakan kartel?

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

LK – 02.P

TUGAS PRAKTIK:

Menganalisis macam-macam alat potong pada mesin bubut

Dengan menyelesaikan LK-02 saudara telah memahami tentang macam-macam alat potong pada mesin bubut.

Untuk keperluan latihan menganalisis macam-macam alat potong dan penggunaannya pada mesin bubut saudara kerjakan tugas sesuai petunjuk berikut:

Tugas:

Alat potong yang dipergunakan pada mesin bubut merupakan salah satu jenis perkakas yang mutlak diperlukan untuk melakukan proses produksi. Alat

potong berfungsi untuk menyayat/ memotong benda kerja sesuai dengan tuntutan bentuk dan ukuran pada gambar kerja.

Dari berbagai macam jenis alat potong mesin bubut, yang paling sering dijumpai dan dipergunakan untuk menyayat adalah pahat bubut.

1. Lakukan pengamatan dengan seksama terhadap alat potong selain pahat bubut yang ada di bengkel, kemudian cocokkan dengan uraian materi yang telah dibaca sebelumnya. Gunakan format di bawah ini untuk melakukan kegiatan pengamatan.

No.	Alat potong	Tipe	Fungsi	Prinsip Kerja
1.				
2.				
3.				
...				

2. Temukan benda-benda di sekitar yang telah dihasilkan oleh alat potong selain pahat bubut. Gunakan format di bawah ini untuk melakukan identifikasi dari benda-benda yang telah diamati!

No.	Nama Benda	Alat Potong yang digunakan	Keterangan
1.			
2.			
3.			
...			

3. Apakah ada alat potong yang masih belum dipahami secara jelas ditinjau dari fungsinya maupun prinsip kerja?. Catat dan diskusikan segala sesuatu yang belum dipahami dengan teman. Buatlah deskripsi dari masalah yang ada. Dari hasil diskusi yang telah dilakukan tentang materi yang belum dipahami secara utuh, catat hasil tersebut dalam tabel, dan diskusikan dengan teman. Buatlah identifikasi dari masalah yang ada

dengan cara menggali melalui pertanyaan-pertanyaan. Saudara dapat melakukan identifikasi menggunakan bantuan format berikut.

No.	Materi (Alat atau proses)	Identifikasi Masalah	Keterangan
1.			
2.			
3.			
...			

3. Kumpulkan informasi-informasi tentang alat potong atau proses pemotongan terkait dengan proses identifikasi masalah yang telah dibuat. Informasi yang akan diperoleh berupa beberapa informasi tambahan tentang alat potong yang dipergunakan pada mesin bubut, dan jawaban dari masalah-masalah yang ada. Informasi dikumpulkan dengan melalui diskusi, buku-buku referensi lainnya, pem-buktian, atau melalui internet yang layak dipercaya. Saudara dapat meng-gunakan bantuan dengan cara mengumpulkan informasi menggunakan format berikut.

No.	Uraian Identifikasi Masalah	Inventarisasi Informasi
1		
2		
3		

KEGIATAN BELAJAR KB-2: MACAM-MACAM ALAT POTONG PADA MESIN FRAIS

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi yang ada pada modul ini, dengan melalui mengamati, menanya, pengumpulan data, mengasosiasi dan mengkomunikasikan, peserta diklat dapat:

1. Menganalisis macam-macam alat potong pada mesin fraisdengan benar.
2. Menjelaskan fungsi macam-macam alat potong pada mesin frais dengan benar.
3. Menentukan jenis alat potong pada proses pengefraisansesuai tuntutan pekerjaan.
4. Menggunakan macam-macam alat potong pada proses pengefraisansesuai tuntutan pekerjaan.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

1. Menganalisis macam-macam alat potong pada mesin fraisdengan benar.
2. Menjelaskan fungsi macam-macam alat potong pada mesin frais dengan benar.
3. Menentukan jenis alat potong pada proses pengefraisansesuai tuntutan pekerjaan.
4. Menggunakan macam-macam alat potong pada proses pengefraisansesuai tuntutan pekerjaan.

C. Uraian Materi

Bahan Bacaan

Macam-Macam Alat Potong dan Penggunaannya pada Mesin Frais

Dalam melakukan proses pengefraisan sebuah benda kerja, terdapat berbagai macam/ jenis alat potong yang dapat digunakan untuk proses pemotongan. Bentuk/ profil sebuah benda kerja atau komponen, dan bidang hasil pengefraisan, sangat dipengaruhi oleh jenis alat potong yang digunakan. Pada materi ini akan dibahas tentang alat potong pisau frais (*milling cutter*) dan jenis alat potong lainnya yang sering digunakan untuk proses pengefraisan. Contoh berbagai jenis alat potong yang digunakan proses pengefraisan, dapat dilihat pada (Gambar 60).



Gambar 60 Contoh Berbagai Jenis Alat Potong yang Digunakan pada Proses Pengefraisan

1. Macam-Macam Pisau Frais

Terdapat beberapa macam pisau frais yang sering digunakan pada proses pengefraisan adalah sebagai berikut:

a. Pisau Frais Mantel (Plain Milling Cutter/ Helical Milling Cutter)

Pisau frais mantel pada umumnya digunakan untuk mengefrais bidang yang lebar dan rata dan pemasangannya pada *spindle* mendatar (*horizontal*). Pisau frais jenis ini jika dilihat dari arah mata sayatnya terbagi menjadi dua yaitu, pisau frais mantel helik kanan dan pisau frais mantel helik kiri. Disebut helik kanan karena arah mata sayatnya mengarah kekanan (Gambar 61) dan disebut helik kiri karena arah mata sayatnya mengarah kekiri (Gambar 62).



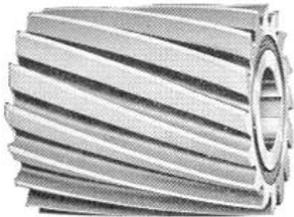
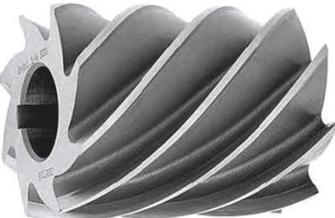
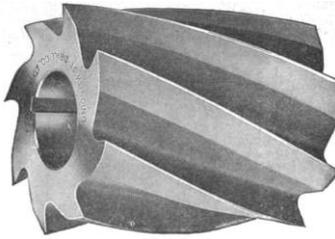
Gambar 61 Pisau Frais Mantel (*Plain Milling Cutter*) Helik Kanan



Gambar 62 Pisau Frais Mantel (*Plain Milling Cutter*) Helik Kiri

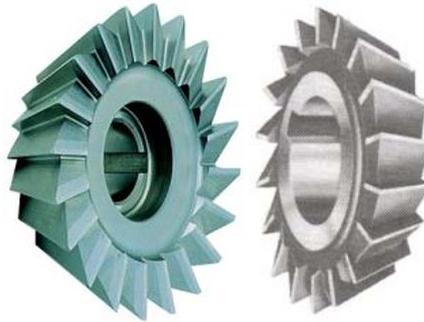
Selain itu pisau frais mantel/ pisau frais helik, terdapat beberapa type yang memiliki fungsi berbeda-beda. Beberapa tipe pisau frais mantel dan fungsinya, dapat dilihat pada (Tabel 5)

Tabel 5 Type Pisau Frais Mantel dan Fungsinya

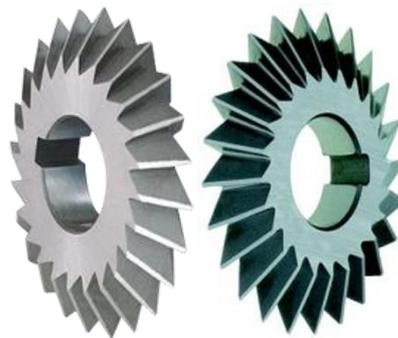
No	Type Pisau Frais Mantel	Ciri-ciri dan Fungsi	Gambar
1.	H (keras)	Memiliki sudut potong/ baji 81° dan jarak di antara gigi pisau dekat. Jenis pisau ini digunakan untuk pengefraisan baja carbon sedang	
2.	N (normal)	Memiliki sudut potong/ baji 73° dan jarak di antara gigi pisau sedang. Jenis pisau ini digunakan untuk pengefraisan baja carbon rendah/ baja lunak	
3.	W (lunak)	Memiliki sudut potong/ baji 69° dan jarak di antara gigi pisau jarang. Jenis pisau ini digunakan untuk pengefraisan logam non ferro.	

b. Pisau Frais Sudut (Angle Milling Cutter)

Pisau frais sudut pada umumnya memiliki sudut 30°, 45° , 60° dan 90°. Sedangkan apabila dilihat dari sisi sudutnya, ada yang memiliki sudut tunggal (*single angle milling cutter*) - (Gambar 63) dan ada yang memiliki sudut ganda (*double angle milling cutter*) - (Gambar 64). Pisau frais jenis ini berfungsi untuk membuat alur yang memiliki sudut sesuai dengan sudut pisau yang digunakan.



Gambar 63 Pisau Frais Sudut Tunggal



Gambar 64 Pisau Frais Sudut Ganda

c. Pisau Frais Ekor Burung (Dove Tail Milling Cutter)

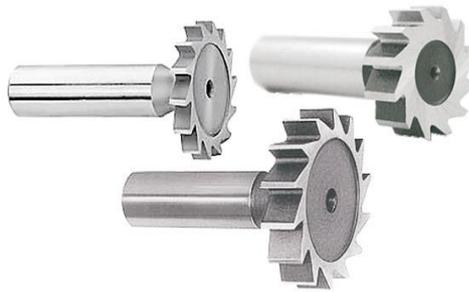
Pisau frais ekor burung (Gambar 65), pada umumnya memiliki sudut sebesar: 30° , 45° dan 60° . Pisau jenis ini digunakan untuk mengefrais alur berbentuk ekor burung yang sebelumnya dilakukan pembuatan alur terlebih dahulu dengan pisau jari.



Gambar 65 Pisau Frais Ekor Burung

e. Pisau frais Alur Melingkar (Woodruff Keyseat Milling Cutter)

Pisau frais alur melingkar(Gambar 66), digunakan untuk mengefrais alur pasak pada poros yang berbentuk bulan sabit, yang letak alurnya tidak terletak pada ujung porosnya.



Gambar 66 Pisau Frais Alur Melingkar

f. Pisau Frais Sisi dan Muka (Side and Face Milling Cutter)

Pisau sisi dan muka(Gambar 67),memiliki mata sayat pada sisi muka dan samping,digunakan untuk mengefrais alur pada permukaan benda kerja.

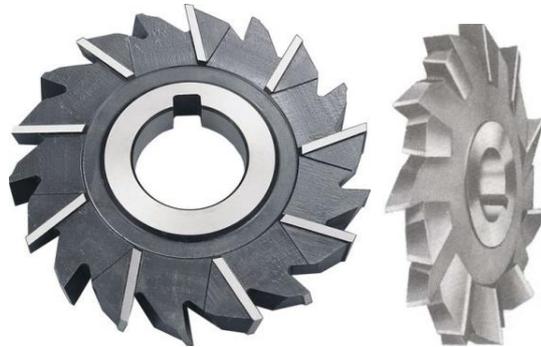


Gambar 67 Pisau Sisi dan Muka

g. Pisau Frais Sisi dan Muka Gigi Silang (Staggered Tooth Side and Face Milling Cutter)

Pisau frais sisi dan mukagigi silang(Gambar 68),memiliki mata sayat pada sisi muka dan samping bersilang, digunakan untuk mengefrais alur pada permukaan benda kerja. Perbedaan dengan pisau frais sisi dan muka

adalah pemakanannya lebih ringan, karena pemotongannya mata sayatnya bergantian.



Gambar 68 Pisau Frais Sisi dan Muka Gigi Silang

h. Pisau Frais Bentuk (Form Milling Cutter)

Pisau frais bentuk, berfungsi untuk membuat permukaan bidang bagian luar berbentuk radius. Untuk membentuk permukaan radius pada bidang bagian luar berbentuk cekung, disebut (*convex milling cutter*) - (gambar 69) dan untuk membentuk permukaan radius pada bidang bagian luar berbentuk cembung, disebut (*concave milling cutter*) - (gambar 70).

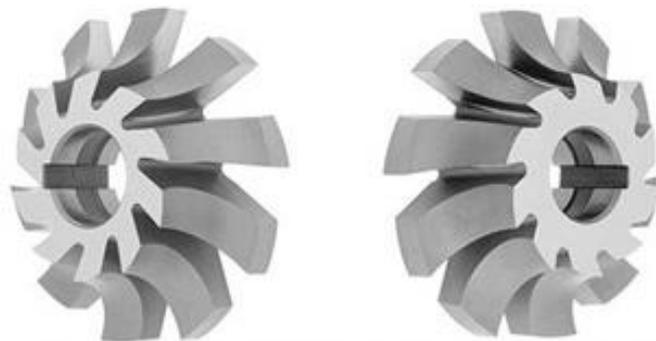
Selain itu pisau frais bentuk jenis lainnya adalah, pisau frais bentuk yang berfungsi untuk membuat sisi pada sudut bidang berbentuk radius keluar/cembung, disebut (*corner rounding milling cutter*) - (gambar 71)



Gambar 69 Convex Milling Cutter



Gambar 70 Concave Milling Cutter



Corner Rounding Milling Cutters, Right Hand Corner Rounding Milling Cutters, Left Hand

Gambar 71 Corner Rounding Milling Cutter

i. Pisau Frais Alur T (T Slot Milling Cutter)

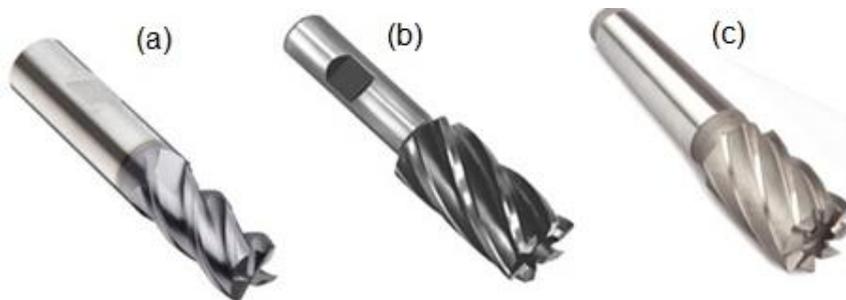
Pisau frais alur T, digunakan untuk mengefrais alur berbentuk T. sebagaimana bentuk alur T pada meja mesin frais, mesin skrap dan mesin lainnya. Contoh hasil pengefraisan alur T, di antaranya digunakan pada Alur T meja mesin frais, sekrap, bor, gerinda alat, eretan atas pada mesin bubut, blok siku beralur dll. Macam-macam bentuk pisau alur T dapat dilihat pada (Gambar 72).



Gambar 72 Pisau Frais Alur T

j. Pisau Frais Jari (*Endmill Cutter*)

Pisau jari digunakan untuk membuat alur tembus atau betingkat dan mengefrais rata untuk bidang yang lebarnya relatif kecil. Pisau frais jenis ini bentuk tangkainya terdapat tiga macam yaitu, pisau jari tangkai lurus (Gambar 73a), pisau jari tangkai bertingkat (Gambar 73b), dan pisau jari tangkai tirus (Gambar 73c).



Gambar 73 Macam-Macam Pisau Jari

Jika dilihat dari besar sudut helik dan jumlah mata sayatnya, pisau frais jari terdapat beberapa macam yang masing-masing memiliki fungsi yang berbeda-beda. Macam-macam pisau jari dilihat dari besar sudut helik dan jumlah mata sayatnya dapat dilihat pada (Tabel 6).

Tabel 6 Macam-Macam Pisau Jari Dilihat dari Besar Sudut Helik dan Jumlah Mata Sayatnya

No.	Gambar	Ciri dan Fungsi
1.		Sudut helik dan alur giginya tidak terlalu besar/ sedang, digunakan untuk pengefraisan baja normal
2.		Sudut helik kecil, gigi lebih banyak, digunakan untuk pengefraisan baja yang keras dan ulet
3.		Sudut helik dan alur gigi besar, digunakan untuk pengefraisan baja lunak
4.		Memiliki sisi mata sayat bergerigi, digunakan untuk pengefraisan dengan pemakanan kasar/ pengasaran
5.		Sudut helik dan alur gigi besar, dapat digunakan untuk pemakanan kebawah/ membuat lubang

k. Pisau Frais Jari Radius (Bull Noze Endmill Cutter)

Pisau frais jari radius (*Bull Noze Endmill Cutter*)- (Gambar 74), digunakan untuk membuat alur pada permukaan bidang berbentuk radius kedalam/cekung.



Gambar 74 Pisau Frais Jari Radius

l. Pisau Frais Jari Radius Sudut (Corner Rounding Endmill Cutter)

Pisau frais jari radius sudut (*corner rounding endmill cutter*)- (Gambar 75), digunakan untuk membuat sisi pada sudut bidang berbentuk radius keluar/ cembung.



Gambar 75 Pisau Frais Jari Radius Sudut

m. Pisau Frais Roda Gigi (Gear milling Cutter)

Pisau frais roda gigi (Gambar 76), digunakan untuk pembuatan bermacam-macam jenis roda gigi dan gigi rack. Pisau jenis ini ada dua macam yaitu, pisau frais roda gigi untuk sistem modul (mm) dan Dp (*diameter pitch*).



Gambar 76 Pisau Frais Roda Gigi

n. Pisau Frais Muka (Face Mill Cutter)

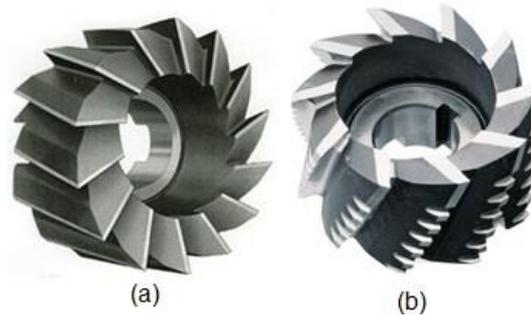
Pisau frais muka (*face mill Cutter*), digunakan untuk mengefrais pada bidang permukaan rata dan luas/lebar. Pisau frais jenis ini, pemasangan mata pisaunya (*insert tip*) diikatkan pada badan (bodi) dengan cara dilas atau dibaut. Jenis mata pisau yang umum digunakan terbuat dari bahan *cementit carbide*. Contoh beberapa pisau frais muka, dapat dilihat pada (Gambar 77).



Gambar 77 Contoh Beberapa Pisau Frais Muka

o. Pisau Frais Sisi dan Muka (Shell Endmill Cutter)

Pisau frais sisi dan muka, digunakan untuk pemakanan bagian samping dan muka, sehingga dapat digunakan untuk mengefrais bidang siku. Pisau jenis ini ada 2 (dua) macam yaitu, untuk pemakanan ringan/finishing (Gambar 78a) dan untuk pemakanan berat/pengasaran (Gambar 78b).



Gambar 78 Pisau Frais Sisi dan Muka

p. Pisau Frais Gergaji (*Slitting Saw*)

Pisau frais gergaji, adalah salahsatu alat potong pada mesin frais yang digunakan untuk memotong atau membelah benda kerja yang memiliki ukuran ketebalan tidak terlalu besar (tipis).

Jika dilihat dari mata sayatnya, jenis pisau frais ini ada tiga jenis yaitu: pisau frais gergaji mata sayat biasa/ polos (*slitting saw- plain tooth*), pisau frais gergaji mata sayat sisi lurus (*slitting saw - straight side tooth*), dan pisau frais gergaji mata sayat sisi bersilang (*slitting saw - staggered tooth*) - (Gambar 79).

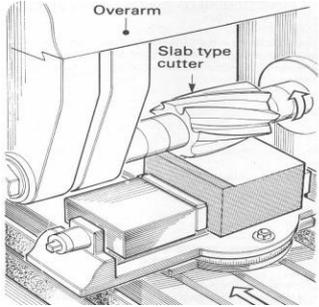
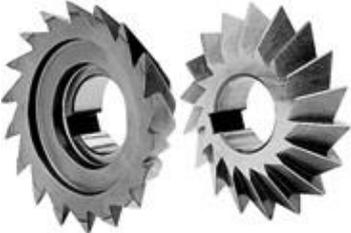
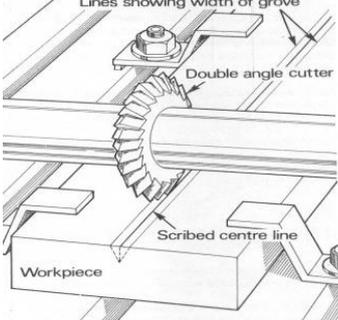
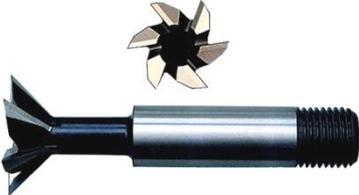
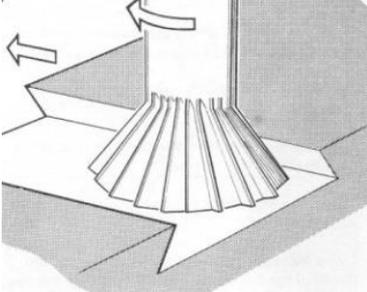
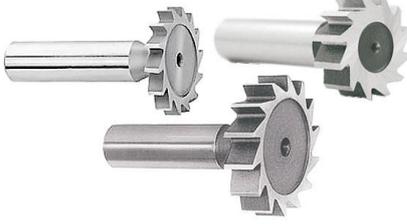
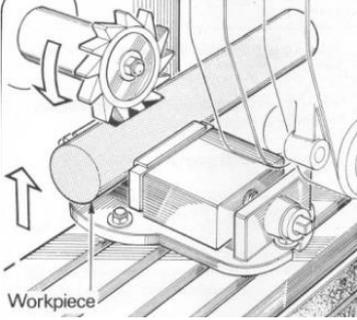


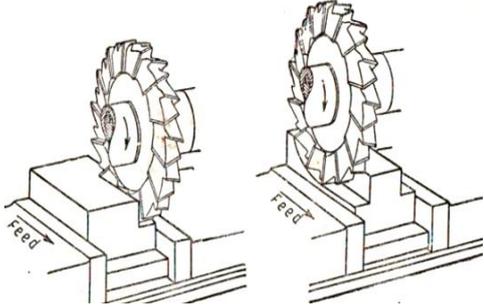
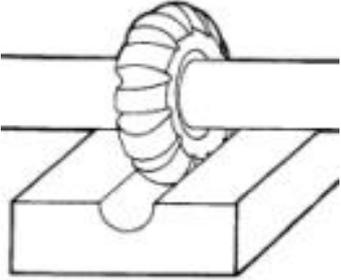
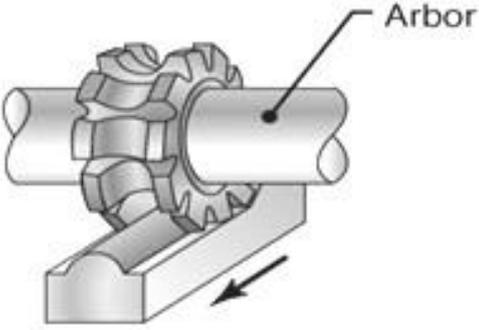
Gambar 79 Pisau Frais Gergaji (*Slitting Saw*)

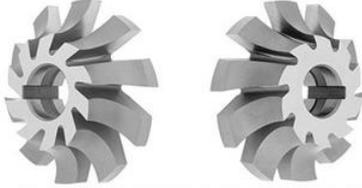
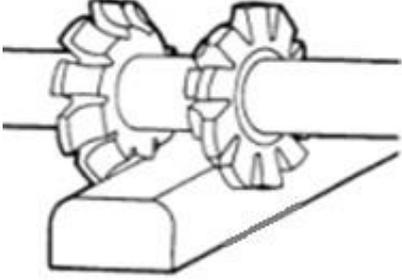
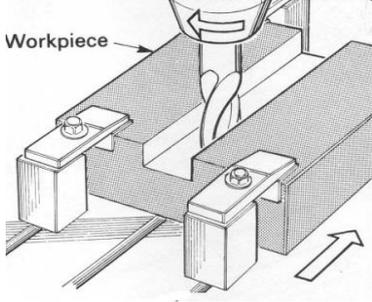
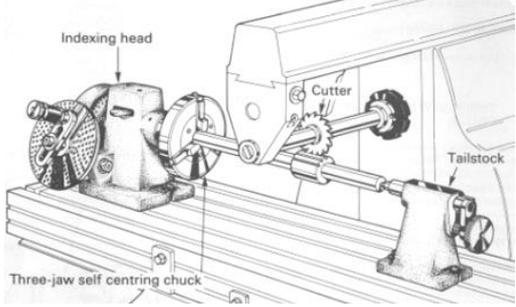
2. Penggunaan Macam-macam Pisau Frais

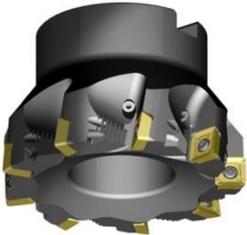
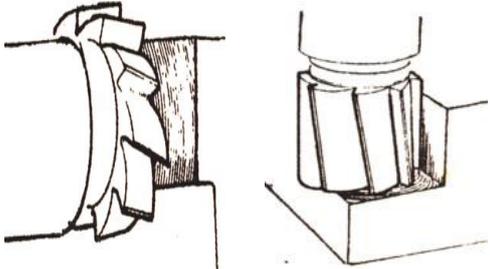
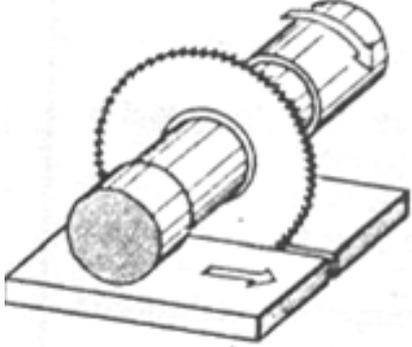
Penggunaan pisau frais tergantung dari jenis pekerjaan yang akan dilakukan pengefraisan. Ilustrasi penggunaan pisau frais sesuai fungsinya, dapat dilihat pada (Tabel 7).

Tabel 7 Ilustrasi Penggunaan Pisau Frais Sesuai Fungsinya

No.	Jenis Pisau Frais	Ilustrasi Penggunaan
1	Pisau Frais Mantel <i>(Plain Milling Cutter)</i> 	
2.	Pisau Frais Sudut <i>(Angle Milling Cutter)</i> 	
3.	Pisau Frais Ekor Burung <i>(Dove Tail Milling Cutter)</i> 	
4.	Pisau Frais Alur Melingkar <i>(Woodruff Keyseat Cutter)</i> 	

5.	Pisau Frais Sisi dan Muka <i>(Side and Face milling Cutter)</i> 	
6.	Pisau Frais Sisi Gii Silang <i>(Staggered Tooth Side and Face milling Cutter)</i> 	
7.	<i>Convex Milling Cutter</i> 	
8.	<i>Concave Milling Cutter</i> 	

8.	<p><i>Corner Rounding Milling Cutter</i></p>  <p>Corner Rounding Milling Cutters, Right Hand Corner Rounding Milling Cutters, Left Hand</p>	
8.	<p><i>Pisau Frais Alur T (T Slot Cutter)</i></p> 	
9.	<p><i>Pisau Frais Jari (Endmill Cutter)</i></p> 	
10.	<p><i>Pisau Frais Roda Gigi (Gear Cutter)</i></p> 	

<p>11.</p>	<p>Pisau Frais Muka (Face Mill Cutter)</p> 	
<p>12.</p>	<p>Pisau Frais Sisi dan Muka (Shell endmill Cutter)</p> 	
<p>13.</p>	<p>Pisau Frais Gergaji (Slitting Saw)</p> 	
<p>14.</p>	<p>Pisau Frais Jari Radius</p> 	

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP)

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 macam-macam alat potong dan penggunaannya pada mesin frais? 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 dengan mengamati gambar berikut ini.

Aktivitas 1: Mengamati macam-macam alat potong pada mesin frais (2 JP)

Lakukan pengamatan dengan seksama terhadap alat potong yang ada di bengkel, kemudian cocokkan dengan uraian materi yang telah dibaca sebelumnya

Apa yang Saudara temukan setelah mengamati macam-macam alat potong pada mesin frais tersebut atau yang Saudara temukan di sekitar lingkungan anda untuk obyek yang sejenis? Diskusikan hasil pengamatan dengan anggota kelompok Saudara dalam menentukan macam-macam alat potong pada mesin frais. Selanjutnya selesaikan **LK-01** dengan dipandu pertanyaan berikut

1. Mengapa pada proses pengefraisan alat potong merupakan alat perkakas yang diperlukan dalam proses produksi?
2. Mengapa pada proses pengefraisan alat potong harus sesuai dengan bentuk dan ukuran benda kerja?

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan, dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguat-an. Saudara dapat membaca Bahan Bacaan tentang macam-macam alat potong dan penggunaannya pada mesin frais.

Aktivitas 2: Menganalisis penggunaan macam-macam alat potong pada mesin frais(4 JP)

Setelah Saudara mencermati macam-macam alat potong pada mesin frais pada aktivitas 1, maka pada aktivitas 2 ini Saudara akan mendiskusikan bagaimana menganalisis penggunaan macam-macam alat potong pada mesin frais. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang pisau frais mantel?
2. Apa yang Saudara ketahui tentang pisau frais sudut?
3. Apa yang Saudara ketahui tentang pisau frais ekor burung?
4. Bagaimana Saudara bekerja menggunakan pisau frais alur dan pisau bentuk?
5. Bagaimana Saudara bekerja menggunakan pisau frais jari?

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

Untuk memperkuat pemahaman Saudara tentang macam-macam alat potong dan penggunaannya pada mesin frais, bacalah Bahan Bacaan tentang macam-macam alat potong pada mesin frais, kemudian melaksanakan Tugas Praktik dengan menggunakan **LK-02.P**

E. Rangkuman

Alat potong berfungsi untuk menyayat/memotong benda kerja sesuai dengan tuntutan bentuk dan ukuran pada gambar kerja. Pada proses pengefraisan, terdapat beberapa jenis alat potong yang digunakan pada proses pengefraisan benda kerja. Macam-macam pisau frais yang sering digunakan pada proses pengefraisan adalah sebagai berikut:

Pisau Frais Mantel (Plain Milling Cutter/ Helical Milling Cutter)

Pisau frais mantel pada umumnya digunakan untuk mengefraisi bidang yang lebar dan rata dan pemasangannya pada spindle mendatar (horizontal).

Pisau Frais Sudut (Angle Milling Cutter)

Pisau frais sudut pada umumnya memiliki sudut 30° , 45° , 60° dan 90° . Sedangkan apabila dilihat dari sisi sudutnya, ada yang memiliki sudut tunggal (single angle milling cutter) dan ada yang memiliki sudut ganda (double angle milling cutter). Pisau frais jenis ini berfungsi untuk membuat alur yang memiliki sudut sesuai dengan sudut pisau yang digunakan.

Pisau Frais Ekor Burung (Dove Tail Milling Cutter)

Pisau frais ekor burung, pada umumnya memiliki sudut sebesar: 30° , 45° dan 60° . Pisau jenis ini digunakan untuk mengefraisi alur berbentuk ekor burung yang sebelumnya dilakukan pembuatan alur terlebih dahulu dengan pisau jari.

Pisau frais Alur Melingkar (Woodruff Keyseat Milling Cutter)

Pisau frais alur melingkar, digunakan untuk mengefraisi alur pasak pada poros yang berbentuk bulan sabit, yang letak alurnya tidak terletak pada ujung porosnya.

Pisau Frais Sisi dan Muka (Side and Face Milling Cutter)

Pisau sisi dan muka (Gambar 3.8), memiliki mata sayat pada sisi muka dan samping, digunakan untuk mengefraisi alur pada permukaan benda kerja.

Pisau Frais Sisi dan Muka Gigi Silang (Staggered Tooth Side and Face Milling Cutter).

Pisau frais sisi dan mukagigi silang, memiliki mata sayat pada sisi muka dan samping bersilang, digunakan untuk mengefraisi alur pada permukaan benda

kerja. Perbedaan dengan pisau frais sisi dan muka adalah pemakanannya lebih ringan, karena pemotong-annya mata sayatnya bergantian.

Pisau Frais Bentuk (Form Milling Cutter)

Pisau frais bentuk, berfungsi untuk membuat permukaan bidang bagian luar berbentuk radius. Untuk membentuk permukaan radius pada bidang bagian luar berbentuk cekung, disebut (convex milling cutter) dan untuk membentuk permukaan radius pada bidang bagian luar berbentuk cekung, disebut (concave milling cutter).

Pisau Frais Alur T (T Slot Milling Cutter)

Pisau frais alur T, digunakan untuk mengefrais alur berbentuk T. sebagaimana bentuk alur T pada meja mesin frais, mesin skrap dan mesin lainnya.

Pisau Frais Jari (Endmill Cutter)

Pisau jari digunakan untuk membuat alur tembus atau betingkat dan mengefrais rata untuk bidang yang lebarnya relatif kecil. Pisau frais jenis ini bentuk tangkainya terdapat tiga macam yaitu, pisau jari tangkai lurus, pisau jari tangkai bertingkat, dan pisau jari tangkai tirus.

Jika dilihat dari besar sudut helik dan jumlah mata sayatnya, pisau frais jari terdapat beberapa macam yang masing-masing memiliki fungsi yang berbeda-beda.

Pisau Frais Jari Radius (Bull Noze Endmill Cutter)

Pisau frais jari radius (Bull Noze Endmill Cutter), digunakan untuk membuat alur pada permukaan bidang berbentuk radius kedalam/cekung.

Pisau Frais Jari Radius Sudut (Corner Rounding Endmill Cutter)

Pisau frais jari radius sudut (corner rounding endmill cutter), digunakan untuk membuat sisi pada sudut bidang berbentuk radius keluar/cembung.

Pisau Frais Roda Gigi (Gear milling Cutter)

Pisau frais roda gigi, digunakan untuk pembuatan bermacam-macam jenis roda gigi dan gigi rack. Pisau jenis ini ada dua macam yaitu, pisau frais roda gigi untuk sistem modul (mm) dan Dp (diameter pitch).

Pisau Frais Muka (Face Mill Cutter)

Pisau frais muka (face mill Cutter), digunakan untuk mengefrais pada bidang permukaan rata dan luas/lebar.

Pisau Frais Sisi dan Muka (Shell Endmill Cutter)

Pisau frais sisi dan muka, digunakan untuk pemakanan bagian samping dan muka, se-hingga dapat digunakan untuk mengefrais bidang siku. Pisau jenis ini ada 2 (dua) macam yaitu, untuk pemakanan ringan/finising dan untuk pemakanan berat/pengasaran.

Pisau Frais Gergaji (Slitting Saw)

Pisau frais gergaji, adalah salahsatu alat potong pada mesin frais yang digunakan untuk memotong atau membelah benda kerja yang memiliki ukuran ketebalan tidak terlalu besar (tipis).

F. Test Formatif

Jawablah dengan singkat beberapa pertanyaan di bawah ini.

1. Jika dilihat arah heliknya, pisau frais mantel ada yang helik kanan dan helik kiri. Jelaskan apa perbedaannya?
2. Type pisau faris mantel ada tiga, sebutkan dan jelaskan kegunaannya.
3. Pisau frais sudut ada dua jenis sebutkan dan jelaskan fungsi.
4. Jelaskan dengan singkat fungsi pisau frais dove tail cutter.
5. Jelaskan dengan singkat fungsi pisau frais woodruff keyseat cutter.

G. Kunci Jawaban

1. Perbedaannya adalah mata sayatnya, disebut helik kanan karena arah mata sayatnya mengarah kekanan dan disebut helik kiri karena arah mata sayatnya mengarah kekiri.

2. Type pisau frais mantel dan fungsinya

No	Type Pisau Frais Mantel	Ciri-ciri dan Fungsi
1.	H (keras)	Memiliki sudut potong/ baji 81° dan jarak di antara gigi pisau dekat. Jenis pisau ini digunakan untuk pengefraisan baja carbon sedang
2.	N (normal)	Memiliki sudut potong/ baji 73° dan jarak di antara gigi pisau sedang. Jenis pisau ini digunakan untuk pengefraisan baja carbon rendah/ baja lunak
3.	W (lunak)	Memiliki sudut potong/ baji 69° dan jarak di antara gigi pisau jarang. Jenis pisau ini digunakan untuk pengefraisan logam non fero.

3. Pisau frais sudut tunggal (*single angle milling cutter*) dan ada yang memiliki sudut ganda (*double angle milling cutter*). Pisau frais jenis ini berfungsi untuk membuat alur yang memiliki sudut sesuai dengan sudut pisau yang digunakan.
4. Pisau jenis ini digunakan untuk mengefraisi alur berbentuk ekor burung yang sebelumnya dilakukan pembuatan alur terlebih dahulu dengan pisau jari
5. Adalah pisau frais alur melingkar, digunakan untuk mengefraisi alur pasak pada poros yang berbentuk bulan sabit, yang letak alurnya tidak terletak pada ujung porosnya.

H. Lembar Kerja KB- 2

LK - 00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran macam-macam alat potong dan penggunaannya pada mesin frais? 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 pada proses pengefraisan alat potong merupakan alat perkakas yang diperlukan dalam proses produksi?

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

2. Mengapa pada proses pengefraisan alat potong harus sesuai dengan bentuk dan ukuran benda kerja?

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

LK – 02

1. Apa yang Saudara ketahui tentang pisau frais mantel?

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

2. Apa yang Saudara ketahui tentang pisau frais sudut?

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

3. Apa yang Saudara ketahui tentang pisau frais ekor burung?

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

4. Bagaimana Saudara bekerja menggunakan pisau frais alur dan pisau frais bentuk?

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

5. Bagaimana Saudara bekerja menggunakan pisau frais jari?

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

LK – 02.P

TUGAS PRAKTIK:

Menganalisis macam-macam alat potong dan penggunaannya pada mesin frais

Dengan menyelesaikan LK-02 saudara telah memahami tentang macam-macam alat potong dan penggunaannya pada mesin frais.

Untuk keperluan latihan menganalisis macam-macam alat potong dan penggunaannya pada mesin frais Saudara kerjakan tugas sesuai petunjuk berikut:

Tugas:

Alat potong yang dipergunakan pada mesin frais merupakan salah satu jenis perkakas yang mutlak diperlukan untuk melakukan proses produksi. Alat potong berfungsi untuk menyayat/ memotong benda kerja sesuai dengan tuntutan bentuk dan ukuran pada gambar kerja.

1. Lakukan pengamatan dengan seksama terhadap alat potong pada mesin frais yang ada di bengkel, kemudian cocokkan dengan uraian materi yang telah dibaca sebelumnya. Gunakan format di bawah ini untuk melakukan kegiatan pengamatan.

No.	Alat potong	Tipe	Fungsi	Prinsip Kerja
1.				
2.				
3.				
...				

3. Temukan benda-benda di sekitar yang telah dihasilkan oleh alat potong pada mesin frais. Gunakan format di bawah ini untuk melakukan identifikasi dari benda-benda yang telah diamati

No.	Nama Benda	Alat Potong yang digunakan	Keterangan
1.			
2.			
3.			
...			

4. Apakah ada alat potong yang masih belum dipahami secara jelas ditinjau dari fungsinya maupun prinsip kerja?. Catat dan diskusikan segala sesuatu yang belum dipahami dengan teman. Buatlah deskripsi dari masalah yang ada. Dari hasil diskusi yang telah dilakukan tentang materi yang belum dipahami secara utuh, catat hasil tersebut dalam tabel, dan diskusikan dengan teman. Buatlah identifikasi dari masalah yang ada dengan cara menggali melalui pertanyaan-pertanyaan. Saudara dapat melakukan identifikasi menggunakan bantuan format berikut:

No.	Materi (Alat atau proses)	Identifikasi Masalah	Keterangan
1.			
2.			
3.			
...			

5. Kumpulkan informasi-informasi tentang alat potong atau proses pemotongan terkait dengan proses identifikasi masalah yang telah dibuat. Informasi yang akan diperoleh berupa beberapa informasi tambahan tentang alat potong yang dipergunakan pada mesin frais, dan jawaban dari masalah-masalah yang ada. Informasi dikumpulkan dengan melalui diskusi, buku-buku referensi lainnya, pembuktian, atau melalui internet yang layak dipercaya. Saudara dapat menggunakan bantuan dengan cara mengumpulkan informasi menggunakan format berikut:

No.	Uraian Identifikasi Masalah	Inventarisasi Informasi
1		
2		
3		

KEGIATAN BELAJAR KB-3: BAHAN ALAT –ALAT POTONG DAN PENGGUNAANNYA

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi yang ada pada modul ini, dengan melalui mengamati, me-nanya, pengumpulan data, mengasosiasi dan mengkomunikasikan, peserta diklat dapat:

- Menganalisis bahan alat-alat potong pada mesin bubut dan mesin frais dengan benar

B. Indikator Pencapaian kompetensi (IPK)

- Menganalisis bahan alat potong pada mesin bubut dan mesin frais

C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1

Bahan alat-alat Potong dan Penggunaannya pada Mesin Bubut

Kemampuan/performa pahat bubut dalam melakukan pemotongan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya, jenis bahan/ material yang digunakan, geometris pahat bubut dan teknik penggunaannya. Apabila beberapa faktor tersebut diatas dapat terpenuhi berdasarkan standar yang telah ditentukan, maka pahat bubut akan maksimal kemam-punannya/ performanya.

1. Bahan/ Material Pahat Bubut

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini begitu pesat terutama dalam industri manufaktur/ permesinan, sehingga sudah banyak diproduksi berbagai variasi jenis dan sifat material, baik untuk alat potong pahat bubut atau bahan/ *row material*. Pada awalnya manusia hanya mampu membuat alat potong pahat bubut dari jenis baja karbon, kemudian ditemukan unsur atau paduan yang lebih keras sampai ditemukannya material alat potong pahat bubut yang paling keras yaitu diamond. Unsur-unsur yang berpengaruh terhadap performa alat potong/ pahat bubut di

antaranya: *Tungsten/ Wolfram (W), Chromium (Cr), Vanadium (V), Molybdenum (Mo) dan Cobalt (Co)*.

Sifat yang diperlukan untuk sebuah alat potong tidak hanya kerasnya saja, akan tetapi masih ada sifat lain yang diperlukan untuk membuat suatu alat potong memiliki performa yang baik misalnya, bagaimana ketahanan terhadap gesekan, ketahanan terhadap panas, ketahanan terhadap benturan dll.

Macam-macam pahat bubut dilihat dari jenis material/ bahan yang digunakan meliputi: Baja karbon, Baja kecepatan tinggi/ *High Speed Steels -HSS*, Paduan cor *nonferro (cast nonferrous alloys; cast carbides)*, Karbida (*cemented carbides; hardmetals*), Keramik (*ceramics*), *CBN (cubic boron nitrides)*, dan Intan (*sintered diamonds & natural diamond*)

a. Baja Karbon

Yang termasuk di dalam kelompok baja karbon adalah *High Carbon Steel(HCS)* dan *Carbon Tool Steels(CTS)*. Baja jenis ini mengandung karbon yang relative tinggi (0,7% - 1,4% C) dengan prosentasi unsur lain relatif rendah yaitu Mn, W dan Cr masing-masing 2% sehingga mampu memiliki kekerasan permukaan yang cukup tinggi. Dengan proses perlakuan panas pada suhu tertentu, struktur bahan akan bertransformasi menjadi martensit dengan hasil kekerasan antara 500 ÷ 1000 HV.

Karena martensit akan melunak pada temperatur sekitar 250°C, maka baja karbon jenis ini hanya dapat digunakan pada kecepatan potong yang rendah (10 m/menit) dan hanya dapat digunakan untuk memotong logam yang lunak atau kayu.

b. Baja Kecepatan Tinggi(High Speed Steel - HSS)

Pada sekitar tahun 1898, ditemukan jenis baja paduan tinggi dengan unsur paduan *Crom (Cr)* dan *Tungsten/Wolfram (W)* dengan melalui proses penuangan (*molten metallurgy*) selanjutnya dilakukan pengerolan atau penempaan dibentuk menjadi batang segi empat atau silinder. Pada kondisi masih bahan (*raw material*), baja tersebut diproses secara pemesinan menjadi berbagai bentuk pahat bubut.

Setelah proses perlakuan panas dilaksanakan, kekerasannya akan menjadi cukup tinggi sehingga dapat digunakan untuk kecepatan potong

yang tinggi yaitu sampai dengan tiga kali kecepatan potong pahat CTS. Baja Kecepatan Tinggi (*High Speed Steel - HSS*) apabila dilihat dari komposisinya dapat dibagi menjadi dua yaitu, Baja Kecepatan Tinggi (*High Speed Steel - HSS*) konvensional dan Baja Kecepatan Tinggi (*High Speed Steel - HSS*) spesial.

Baja Kecepatan Tinggi (HSS) konvensional, terbagi menjadi dua yaitu: Molibdenum HSS dan Tungsten HSS. Untuk Baja Kecepatan Tinggi konvensional (HSS) spesial, terbagi menjadi enam yaitu: Cobalt Added HSS, High Vanadium HSS, High Hardness Co HSS, Cast HSS, Powdered HSS dan Coated HSS

c. Paduan Cor Nonferro

Sifat-sifat paduan cor nonferro adalah di antara sifat yang dimiliki HSS dan Karbida (*Cemented Carbide*), sehingga di dalam penggunaannya memiliki karakteristik tersendiri karena karbida terlalu rapuh dan HSS mempunyai ketahanan panas (*hot hardness*) dan ketahanan aus (*wear resistance*) yang terlalu rendah. Jenis material ini dibentuk dengan cara dituang menjadi bentuk-bentuk yang tertentu, misalnya tool bit (sisipan) yang kemudian diasah menurut geometri yang dibutuhkan.

Baja paduan *nonferro* terdiri dari empat macam elemen/ unsur utama di antaranya:

- Cobalt (Co):
Unsur cobalt, berfungsi sebagai pelarut bagi unsure-unsur lainnya.
- Chrom (Cr):
Unsur chrom (10% s.d 35%), berfungsi sebagai pembentuk karbida
- Tungsten/ Wolfram (W):
Unsur tungsten/wolfram (10% s.d 25%), berfungsi sebagai pembentuk karbida dan menaikkan karbida secara menyeluruh.
- Carbon (C):
Apabila terdapat unsur karbon (1%) akan menghasilkan jenis baja yang masih relatif lunak, dan apabila terdapat unsur karbon (3%) akan menghasilkan jenis yang relatif keras serta tahan aus.

d. Karbida(Carbida)

Jenis karbida yang “disemen” (*Comented Carbides*) merupakan bahan pahat yang dibuat dengan cara menyinter (*sintering*) serbuk karbida (Nitrida, Oksida) dengan bahan pengikat yang umumnya dari Cobalt (Co). dengan cara *carburizing* masing-masing bahan dasar (serbuk) Tungsten/Wolfram (W), Tintanium (Ti), Tantalum (Ta) dibuat menjadi karbida yang kemudian digiling (ball mill) dan disaring. Salah satu atau campuran serbuk karbida tersebut kemudian dicampur dengan bahan pengikat (Co) dan dicetak tekan dengan memakai bahan pelumas (lilin). Setelah itu dilakukan presintering (1000° C) pemanasan mula untuk menguapkan bahan pelumas) dan kemudian sintering (1600° C) sehingga bentuk keeping (sisipan) sebagai hasil proses cetak tekan (Cold atau HIP) akan menyusut menjadi sekitar 80% dari volume semula.

Hot Hardness Carbida yang disemen (diikat) ini hanya akan menurun bila terjadi pelunakan elemen pengikat. Semakin besar prosentase pengikat Co maka kekerasannya menurun dan sebaliknya keuletannya membaik. Terdapat tiga jenis utama pahat karbida sisipan, yaitu:

- Karbida Tungsten:
Karbida tungsten merupakan jenis pahat karbida untuk memotong besi tuang.
- Karbida Tungsten Paduan:
Karbida tungsten paduan merupakan jenis karbida untuk pemotongan baja.
- Karbida lapis:
Karbida lapis yang merupakan jenis karbida tungsten yang di lapis (satu atau beberapa lapisan) karbida, nitride, atau oksida lain yang lebih rapuh tetapi ketahanan terhadap panasnya (*hot hardness*) tinggi.

e. Keramik (Ceramics)

Keramik menurut definisi yang sempit adalah material paduan metalik dan non-metalik. Sedangkan menurut definisi yang luas adalah semua material selain metal atau material organic, yang mencakup juga berbagai

jenis karbida, nitride, oksida, boride dan silicon serta karbon. Keramik secara garis besar dapat di bedakan menjadi dua jenis yaitu:

- Keramik tradisional
Keramik tradisional yang merupakan barang pecah belah peralatan rumah tangga.
- Keramik industry
Keramik industry digunakan untuk berbagai keperluan sebagai komponen dari peralatan, mesin dan perkakas termasuk perkakas potong atau pahat.

Keramik mempunyai karakteristik yang lain daripada metal atau polimer (plastic, karet) karena perbedaan ikatan atom-atomnya, ikatannya dapat berpaikatan *kovalen*, *ionic*, gabungan *kovalen & ionic*, atau sekunder. Selain sebagai perkakas potong, beberapa contoh jenis keramik adalah sebagai berikut:

- Keramik tradisional (dari ubin sampai dengan keramik untuk menambal gigi)
- Gelas (gelas optic, lensa, serat)
- Bahan tahan api (bata pelindung tandur/ tungku)
- Keramik oksida (pahat potong, isolator, besi, lempengan untuk mikroelektro-nik dan kapasitor)
- Keramik oksida paduan
- Karbida, nitride, boride dan silica
- Karbon

f. **Cubic Boron Nitride (CBN)**

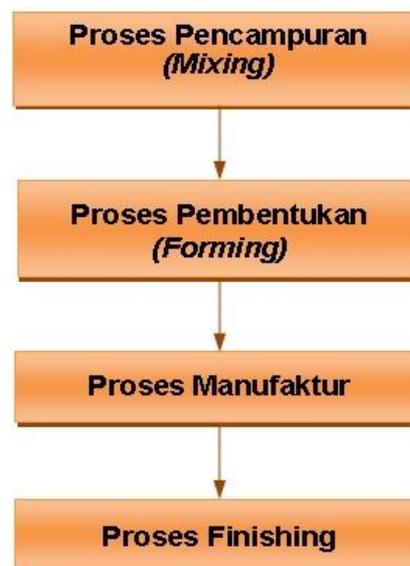
Cubic Boron Nitride(CBN) termasuk jenis keramik. Dibuat dengan penekanan panas (HIP, 60 kbar, 1500°C) sehingga bentuk grahfit putih nitride boron dengan struktur atom heksagonal berubah menjadi struktur kubik. Pahat sisipan CBN dapat dibuat dengan menyinter serbuk BN tanpa atau dengan material pengikat, TiN atau Co. Ketahanan panas (*Hot hardness*) CBN ini sangat tinggi bila dibandingkan dengan jenis pahat yang lain.

g. Intan

Sintered diamond merupakan hasil proses sintering serbuk intan tiruan dengan pengikat Co (5% - 10%). Tahan panas (*Hot hardness*) sangat tinggi dan tahan terhadap deformasi plastic. Sifat inidi ditentukan oleh besar butir intan serta prosentase dan komposisi material pengikat. Karena intan pada temperature tinggi akan berubah menjadi graphit dan mudah ter-difusi dengan atom besi, maka pahat intan tidak dapat di gunakan untuk memotong bahan yang mengandung besi (*ferros*). Cocok untuk *ultra high precision & mirror finish cutting* bagi benda kerja nonferro (*Al Alloys, Cu Alloys, Plastics dan Rubber*).

2. Proses Pembuatan Alat Potong Pahat Bubut Jenis Karbida

Untuk mendapatkan kualitas hasil produk pahat bubut jenis karbida (*carbida*) yang standar, tahapan proses pembuatannya harus sesuai prosedur yang telah ditetapkan. Berikut tahapan/ alur proses pembuatan alat potong pahat bubut jenis karbida (*carbida*) - (Gambar 80).



Gambar 80 Alur Proses Pembuatan Alat Potong Pahat Bubut Jenis Cabida

Keterangan:

- Proses pencampuran (*mixing*)
Proses *mixing*, merupakan proses pencampuran (*mixing*) antara serbuk logam dengan bahan aditif.
- Proses pembentukan (*forming*).
Proses pembentukan (*forming*), yaitu proses pemberian gaya-gaya kompaksi baik pada temperatur ruang (*cold compaction*) maupun pada temperatur tinggi (*hot compaction*). Proses *cold compaction* akan dilanjutkan dengan proses sintering, yaitu proses pemanasan yang dilakukan pada kondisi vakum sehingga diperoleh partikel-partikel yang bergabung dengan kuat.
- Proses manufaktur
Proses manufaktur adalah proses pemesinan dalam rangka membentuk produk alat potong sesuai standar yang diinginkan.
- Proses finishing
Proses finishing adalah proses mengahluskan bidang/ bagian tertentu agar kelihatan lebih menarik bila dilihat dari sisi tampilan, dengan tidak mempengaruhi spesifikasi.

3. Sifat Bahan/ Material Pahat Bubut

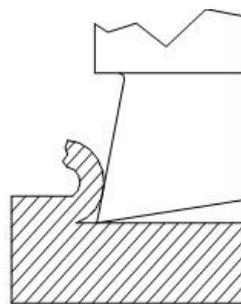
Secara garis besar ada empat sifat utama yang diperlukan untuk menjadi alat potong yang memiliki kemampuan pemotongan/ performa yang baik. Sampai saat ini belum ada material alat potong yang secara keseluruhan dapat memenuhi keempat sifat yang ada, masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangan yang dalam aplikasinya dapat disesuaikan dengan dengan kebutuhan pekerjaan. Adapun sifat-sifat yang dibutuhkan pada suatu alat potong di antaranya:

a. Keras

Sifat paling utama yang dibutuhkan oleh alat potong adalah keras. Agar dapat memotong/menyayat bahan benda kerja/ material dengan baik, alat potong harus memiliki sifat lebih keras dari benda kerja/ *row material*.

Pemotongan/ penyayat-an dengan alat potong keras, selain dapat melakukan pemotongan dengan baik juga alat potong tidak lentur/ stabil. Tingkat kekerasan material benda kerja maupun alat potong yang ada sekarang ini sudah cukup bervariasi, sehingga kita tinggal memilih material alat potong yang kita butuhkan disesuaikan dengan bahan benda kerja (*work material*) yang akan dikerjakan. Namun tidak sedikit terjadi dilapangan, pada kondisi tertentu alat potong harus digunakan untuk memotong/ menyayat benda kerja (*work material*) yang sudah mengalami proses perlakuan panas (*heattreatment*), yang mungkin kekerasannya menyamai atau bahkan melebihi kekerasan dari material alat potong yang ada, sehingga harus mengganti jenis alat potong lain yang memiliki sifat yang lebih keras dari pada bahan benda kerja.

Sifat keras suatu alat potong sangat erat kaitannya dengan unsur-unsur paduan yang ada pada bahan alat potong tersebut, sehingga apabila ingin meningkatkan kekerasannya pada saat proses pembuatan harus menambahkan unsur paduan lain yang mampu meningkatkan kekerasan. Selain itu perlu diketahui bahwa, tingkat kekerasan alat potong akan bertolak belakang dengan tingkat kelenturan atau keuletannya, yang tentunya sifat ini juga merupakan sifat yang dibutuhkan untuk menjadi alat potong yang performanya baik. Ilustrasi pemotongan dengan alat potong pahat bubut keras, dapat dilihat pada (Gambar 81).



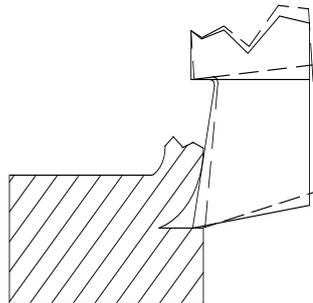
Gambar 81 Ilustrasi Pemotongan dengan Alat Potong Pahat Bubut Keras

b. Ulet/Liat

Sifat ulet sangat diperlukan pada suatu alat potong, terutama untuk mengatasi/ menetralsir adanya beban kejut dan getaran yang mungkin

muncul sewaktu pemotongan/ penyayatan terjadi. Sifat ulet ini menyebabkan pahat mampu untuk mengalami pelenturan atau defleksi yang bersifat elastis. Meskipun dapat melentur pahat diharapkan tetap stabil dan kokoh, defleksi hanya diperlukan untuk mengurangi efek dari beban kejut. Sifat ulet dan keras memang saling bertolak belakang, semakin keras material itu maka akan semakin getas, dan sebaliknya, sehingga jarang di temukan material yang mempunyai tingkat keke- rasan dan keuletan yang baik.

Untuk menanggulangi hal tersebut maka pahat dibuat dari dua material yang berbeda, yang pertama adalah material keras (material alat potong) kemudian yang kedua adalah material penyangga yang biasanya terbuat dari baja St. 60 atau EMS 45. Metode pengikatnya bisa berupa brazing, dibaut, dijepit, atau diselipkan/ disisipkan. Ilustrasi pemotongan dengan alat potong pahat bubut ulet, dapat dilihat pada (Gambar 82)



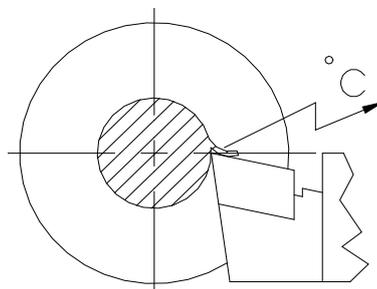
Gambar 82 Ilustrasi Pemotongan dengan Alat Potong Pahat Bubut Ulet

c. Tahan Panas

Setiap alat potong pada saat digunakan untuk melakukan pemotongan/ penyayatan akan timbul panas, hal ini terjadi karena adanya gesekan akibat pemotongan. Besarnya panas yang ditimbulkan secara dominan tergantung dari kecepatan potong (*cutting speed*), kecepatan pemakanan (*feed*), kedalaman pemakanan (*depth of cut*), putaran mesin (*Revolution per menit – Rpm*), jenis bahan benda kerja yang dikerjakan dan penggunaan air pendingin.

Panas yang timbul akibat pemotongan, akan merambat dan terdistribusi pada benda kerja maupun pada pahat. Perambatan panas pada benda kerja jenis tertentu yaitu yang termasuk baja paduan, pada suhu tertentu dapat mengakibatkan perubahan struktur sehingga tingkat kekerasannya menjadi berubah lebih keras seperti dilakukan proses pengerasan (*hardening*). Sedangkan perambatan panas pada pahat bubut, seperti dilakukan proses tempering atau normalising yang dapat mengakibatkan penurunan tingkat kekerasannya. Perlu diketahui bahwa, ketahanan suatu alat potong terhadap panas, sangat dipengaruhi oleh jenis bahan/material yang digunakan.

Bahan atau material alat potong dikatakan baik apabila mampu mempertahankan kekerasannya pada suhu tinggi, jadi meskipun ada panas yang muncul akibat pemotongan/ penyayatan tidak mempengaruhi performa dari pahat bubut. Panas yang muncul pada pahat bubut, dapat dikurangi dengan memberikan air pendingin pada saat proses pemotongan/penyayatan. Cara pemberian air pendingin hendaknya diarahkan tepat pada titik pemotongan/penyayatan, sehingga diharapkan dapat mengurangi atau menetralsir panas yang terjadi pada benda kerja maupun pahat. Selain itu perlu diketahui bahwa, pemberian air pendingin yang tidak rutin/ stabil, akan dapat menyebabkan mata sayat pahat bubut menjadi retak atau pecah dalam hal ini untuk pahat bubut yang mengandung unsur karbonnya tinggi. Ilustrasi pemotongan dengan alat potong pahat bubut tahan panas, dapat dilihat pada (Gambar 83)

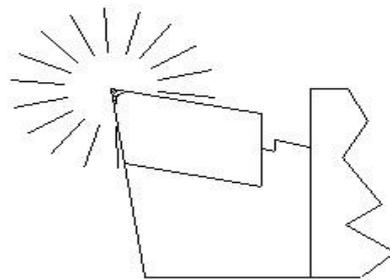


Gambar 83 Ilustrasi Pemotongan dengan Alat Potong Pahat Bubut Tahan Panas

d. Tahan Aus

Penampang ujung pahat bubut yang kecil dan runcing, mudah sekali untuk mengalami keausan. Sifat ini tidak bias terlepas/ erat kaitannya dengan sifat yang lain yaitu kekerasan, keuletan dan tahan panas, akan tetapi merupakan hal yang berdiri sendiri. Umur pakai pahat secara normal menunjukkan tingkat ketahanan terhadap keausan.

Keausan yang timbul pada mata sayat pahat bubut, dapat disebabkan terjadinya gesekan maupun getaran yang terjadi pada saat pemotongan/ penyayatan. Sifat tahan aus dapat diperbaiki dengan penambahan unsur paduan ataupun perbaikan pada geometri sudut pada pahat bubut. pemotongan dengan alat potong pahat bubut tahan panas. Ilustrasi terjadinya keausan alat potong pahat bubut akibat pemotongan/ penyayatan atau getaran, dapat dilihat pada (Gambar 84)



Gambar 84 Ilustrasi Terjadinya Keausan Alat Potong Pahat Bubut Akibat Pemotongan/ Penyayatan Atau Getaran

Bahan Bacaan 2: Bahan Alat-alat Potong pada Mesin Frais

1. Bahan Pisau Frais

Terdapat empat jenis bahan yang umum digunakan untuk membuat pisau frais yaitu: Baja karbon, Baja Kecepatan Tinggi (*High Speed Steel/ HSS*) Paduan Cor Non Ferro dan Karbida (*Cemented Carbides*). Dari keempat jenis bahan pisau frais tersebut yang sering digunakan pada proses pengefraisan adalah dari jenis bahan, Baja Kecepatan tinggi (HSS) dan karbida (*Cemented Carbides*).

a. Baja karbon

Yang termasuk di dalam kelompok baja karbon adalah *High Carbon Steel(HCS)* dan *Carbon Tool Steels(CTS)*. Baja jenis ini mengandung karbon yang relative tinggi (0,7% - 1,4% C) dengan prosentase unsur lain relatif rendah yaitu Mn, W dan Cr masing-masing 2%, sehingga mampu memiliki kekerasan permukaan yang cukup tinggi. Dengan proses perlakuan panas pada suhu tertentu, struktur bahan akan bertransformasi menjadi martensit dengan hasil kekerasan antara 500 ÷ 1000 HV.

Karena martensitik akan melunak pada temperature sekitar 250°C, maka baja karbon jenis ini hanya dapat digunakan pada kecepatan potong yang rendah (10 m/menit) dan hanya dapat digunakan untuk memotong logam yang lunak atau memotong kayu

b. Baja Kecepatan Tinggi(High Speed Steel - HSS)

Pada sekitar tahun 1898, ditemukan jenis baja paduan tinggi dengan unsur paduan *Crom (Cr)* dan *Tungsten/Wolfram (W)* dengan melalui proses penuangan (*molten metallurgy*) selanjutnya dilakukan pengerolan atau penempaan dibentuk menjadi batang segi empat atau silinder. Pada kondisi masih bahan mentah (*raw material*), baja tersebut diproses secara pemesian menjadi berbagai bentuk jenis pisau frais. Setelah proses perlakuan panas dilaksanakan, kekerasannya akan menjadi cukup tinggi sehingga dapat digunakan untuk kecepatan potong yang tinggi yaitu sampai dengan tiga kali kecepatan potong pahat CTS.

Baja Kecepatan Tinggi (*High Speed Steel - HSS*) apabila dilihat dari komposisinya dapat dibagi menjadi dua yaitu, Baja Kecepatan Tinggi (*High Speed Steel - HSS*) konvensional dan Baja Kecepatan Tinggi (*High Speed Steel - HSS*) spesial.

- Baja Kecepatan Tinggi (HSS) Konvensional, terbagi menjadi dua yaitu: Molibdenum HSS dan Tungsten HSS
- Baja Kecepatan Tinggi Konvensional (HSS) Spesial, terbagi menjadi enam yaitu: *Cobalt Added HSS, High Vanadium HSS, High Hardness Co HSS, Cast HSS, Powdered HSS dan Coated HSS.*

c. Paduan Cor Nonferro

Sifat-sifat paduan cor nonferro adalah di antara sifat yang dimiliki HSS dan Karbida (*Cemented Carbide*), sehingga di dalam penggunaannya memiliki karakteristik tersendiri karena karbida terlalu rapuh dan HSS mempunyai ketahanan panas (*hot hardness*) dan ketahanan aus (*wear resistance*) yang terlalu rendah. Jenis material ini dibentuk dengan cara dituang menjadi bentuk-bentuk yang tertentu, misalnya tool bit (sisipan) yang kemudian diasah menurut geometri yang dibutuhkan.

Baja paduan *nonferro* terdiri dari empat macam elemen/ unsur utama di antaranya:

- Cobalt (Co):
Unsur cobalt, berfungsi sebagai pelarut bagi unsure-unsur lainnya.
- Chrom (Cr):
Unsur chrom (10% s.d 35%), berfungsi sebagai pembentuk karbida
- Tungsten/ Wolfram (W):
Unsur tungsten/wolfram (10% s.d 25%), berfungsi sebagai pembentuk karbida dan menaikkan karbida secara menyeluruh.
- Carbon (C):
Apabila terdapat unsur karbon (1%) akan menghasilkan jenis baja yang masih relatif lunak, dan apabila terdapat unsur karbon (3%) akan menghasilkan jenis yang relatif keras serta tahan aus.

d. Karbida(Carbida)

Jenis karbida yang “disemen” (*Cemented Carbides*) merupakan bahan pisau frais yang dibuat dengan cara menyinter (*sintering*) serbuk karbida (*Nitrida, Oksida*) dengan bahan pengikat yang umumnya dari Cobalt (Co). Dengan cara *carburizing* masing-masing bahan dasar (serbuk) *Tungsten (Wolfram, W)* *Titanium (Ti)*, *Tantalum (Ta)* dibuat menjadi karbida yang kemudian digiling (*ball mill*) dan disaring. Salahnya atau campuran serbuk karbida tersebut kemudian dicampur dengan bahan pengikat (Co) dan dicetak tekan dengan memakai bahan pelumas (lilin). Setelah itu dilakukan presintering (1000° C) pemanasan mula untuk menguapkan bahan pelumas dan kemudian sintering (1600° C), sehingga bentuk

keeping (sisipan) sebagai hasil proses cetak tekan (*Cold atau HIP*) akan menyusut menjadi sekitar 80% dari volume semula.

Hot Hardness Carbida yang disemen (diikat) ini hanya akan menurun bila terjadi pelunakan elemen pengikat. Semakin besar prosentase pengikat (Co) maka kekerasannya menurun dan sebaliknya keuletannya membaik. Terdapat tiga jenis utama pisau frais karbida sisipan, yaitu:

- Karbida Tungsten:
Karbida tungsten merupakan jenis pahat karbida untuk memotong besi tuang.
- Karbida Tungsten Paduan:
Karbida tungsten paduan merupakan jenis karbida untuk pemotongan baja.
- Karbida lapis:
Karbida lapis yang merupakan jenis karbida tungsten yang di lapis (satu atau beberapa lapisan) karbida, nitride, atau oksida lain yang lebih rapuh tetapi ketahanan terhadap panasnya (*hot hardness*) tinggi.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP)

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 bahan alat-alat potong dan penggunaannya pada mesin bubut dan frais? 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 dengan mengamati gambar berikut ini.

Aktivitas 1: Mengamati bahan alat-alat potong pada mesin bubut dan frais (2 JP)

Lakukan pengamatan dengan seksama terhadap bahan alat potong pada mesin bubut dan frais yang ada di bengkel, kemudian cocokkan dengan uraian materi yang telah dibaca sebelumnya

Apa yang Saudara temukan setelah mengamati bahan alat-alat potong pada mesin bubut dan frais tersebut atau yang Saudara temukan di sekitar lingkungan anda untuk obyek yang sejenis? Diskusikan hasil pengamatan dengan anggota kelompok Saudara dalam menentukan bahan alat-alat potong pada mesin bubut dan frais. Selanjutnya selesaikan **LK-01** dengan dipandu pertanyaan berikut

1. Mengapa pada proses pembubutan dan pengefraisan perlu diketahui bahan alat-alat potong sebelum proses produksi?
2. Mengapa pada proses pembubutan dan pengefraisan bahan alat-alat potong harus disesuaikan dengan bahan benda kerja?

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan, dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Saudara dapat membaca Bahan Bacaan tentang bahan alat-alat potong dan penggunaannya pada mesin bubut dan frais.

Aktivitas 2: Menganalisis bahan alat-alat potong pada mesin bubut dan frais (4 JP)

Setelah Saudara mencermati bahan alat-alat potong pada mesin bubut dan frais pada aktivitas 1, maka pada aktivitas 2 ini Saudara akan mendiskusikan bagaimana menganalisis penggunaan bahan alat-alat potong pada mesin bubut

dan frais. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang baja karbon?
2. Apa yang Saudara ketahui tentang baja kecepatan tinggi?
3. Apa yang Saudara ketahui tentang paduan cor nonferro?
4. Bagaimana Saudara bekerja menentukan bahan alat potong untuk mengatasi adanya kemungkinan beban kejut pada saat proses produksi?
5. Bagaimana Saudara bekerja dalam menentukan bahan alat potong untuk memotong baja tuang?

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

Untuk memperkuat pemahaman Saudara tentang bahan alat-alat potong dan penggunaannya pada mesin bubut dan frais, bacalah Bahan Bacaan tentang bahan alat-alat potong pada mesin bubut dan frais, kemudian melaksanakan Tugas Praktik dengan menggunakan **LK-02.P**

E. Rangkuman

Alat potong berfungsi untuk menyayat/memotong benda kerja

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini begitu pesat terutama dalam industri manufaktur/ permesinan, sehingga sudah banyak diproduksi berbagai variasi jenis dan sifat material, baik untuk alat-alat potong atau bahan/ *raw material*. Pada awalnya manusia hanya mampu membuat alat potong dari jenis baja karbon, kemudian ditemukan unsur atau paduan yang lebih keras sampai ditemukannya material alat potong paling keras yaitu diamond. Unsur-unsur yang berpengaruh terhadap performa alat potong di antaranya: *Tungsten/ Wolfram (W)*, *Chromium (Cr)*, *Vanadium (V)*, *Molybdenum (Mo)* dan *Cobalt (Co)*. Sifat yang diperlukan untuk sebuah alat potong tidak hanya kerasnya saja, akan tetapi masih ada sifat lain yang diperlukan untuk membuat suatu alat potong memiliki performa yang baik misalnya, bagaimana ketahanan terhadap gesekan, ketahanan terhadap panas, ketahanan terhadap benturan dan lain-lain.

Macam-macam alat potong dilihat dari jenis material/ bahan yang digunakan meliputi: Baja karbon, Baja kecepatan tinggi/ *High Speed Steels -HSS*, Paduan cor *nonferro (cast nonferrous alloys; cast carbides)*, Karbida (*cemented*

carbides; hardmetals), Keramik (*ceramics*), CBN (*cubic boron nitrides*), dan Intan (*sintered diamonds & natural diamond*)

F. Test Formatif

1. Sebutkan lima unsur yang mempengaruhi terhadap performa pahat bubut.
2. Sebutkan lima jenis pahat bubut bila dilihat dari materialnya, dan jelaskan fungsinya.
3. Pahat bubut memiliki empat sifat, sebutkan dan jelaskan yang dimaksud sifat-sifat tersebut.
4. Sebutkan lima jenis material bahan pahat bubut!
5. Sebutkan unsur utama baja paduan nonferro yang terdapat pada pisau frais!
6. Pada pisau frais terdapat jenis karbida sisipan yaitu Karbida Tungsten Paduan, jelaskan apa yang dimaksud Karbida Tungsten Paduan,:

G. Kunci Jawaban

1. Tungsten/Wolfram (W), Chromium (Cr), Vanadium (V), Molybdenum (Mo), Cobalt (Co)
2. Baja karbon, Baja kecepatan tinggi, paduan cor nonferro, karbida, intan
3. Sifat-sifat pahat bubut:
 - a. Keras, agar dapat memotong benda kerja dengan baik, alat potong harus lebih keras dari benda kerja
 - b. Ulet, untuk mengatasi beban kejut atau getaran pada saat pemotongan terjadi, sifat ulet menyebabkan pahat mengalami lenturan yang bersifat elastis
 - c. Tahan panas, setiap alat potong pada saat pemotongan akan timbul panas
 - d. Tahan aus, keausan timbul pada mata sayat yang disebabkan terjadinya gesekan pada saat pemotongan
4. Baja karbon, Baja kecepatan tinggi, paduan cor nonferro, karbida, intan
5. *Cobalt (Co), Chrom (Cr), Tungsten, Carbon*
6. Karbida tungsten paduan merupakan jenis karbida untuk pemotongan baja

H. Lembar Kerja KB- 3

LK - 00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran bahan alat-alat potong dan penggunaannya pada mesin bubut dan frais? 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 pada proses pembubutan dan pengefraisan perlu diketahui bahan alat-alat potong sebelum proses produksi?

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

2. Mengapa pada proses pembubutan dan pengefraisan bahan alat-alat potong harus disesuaikan dengan bahan benda kerja?

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

LK – 02

1. Apa yang Saudara ketahui tentang baja karbon?

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

2. Apa yang Saudara ketahui tentang baja kecepatan tinggi?

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

3. Apa yang Saudara ketahui tentang bahan paduan cor nonferro?

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

4. Bagaimana Saudara bekerja menentukan bahan alat potong untuk mengatasi adanya kemungkinan beban kejut pada saat proses produksi?

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

5. Bagaimana Saudara bekerja dalam menentukan bahan alat potong untuk memotong baja tuang??

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

LK – 02.P

TUGAS PRAKTIK:

Menganalisis bahan alat-alat potong dan penggunaannya pada mesin bubut dan frais

Dengan menyelesaikan LK-02 saudara telah memahami tentang bahan alat-alat potong dan penggunaannya pada mesin bubut dan frais.

Untuk keperluan latihan menganalisis bahan alat-alat potong dan penggunaannya pada mesin bubut dan frais Saudara kerjakan tugas sesuai petunjuk berikut:

Tugas:

Alat potong berfungsi untuk menyayat/ memotong benda kerja sesuai dengan tuntutan bentuk dan ukuran pada gambar kerja serta bahan benda kerja.

1. Lakukan pengamatan dengan seksama terhadap pahat bubut dan pisau frais yang masih baru, kemudian identifikasi material pahat bubut dan

pisau frais tersebut. Gunakan format di bawah untuk melakukan kegiatan pengamatan.

No.	Kode pahat bubut/pisau frais	Klasifikasi penamaan	Kandungan	Ciri-ciri lain
1.				
2.				
3.				
...				

2. Amati/ perhatikan benda-benda di sekitar yang mampudan tidak mampu dikerjakan/dihasilkan menggunakan pahat bubut tersebut.
Gunakan format di bawah untuk melakukan identifikasi dari benda-benda yang telah diamati:

No.	Nama Benda	Jenis Pahat yang dapat digunakan	Jenis Pahat yang tidak dapat digunakan
1.			
2.			
3.			
...			

KEGIATAN BELAJAR KB-4: SUDUT-SUDUT MATA ALAT POTONG

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi yang ada pada modul ini, dengan melalui mengamati, menanya, pengumpulan data, mengasosiasi dan mengkomunikasikan, peserta diklat dapat menganalisis sudut berbagai alat potong pada mesin bubut dan mesin frais sesuai material yang dikerjakan

B. Indikator Pencapaian kompetensi (IPK)

Menganalisis sudut berbagai alat potong pada mesin bubut dan mesin frais sesuai material yang dikerjakan

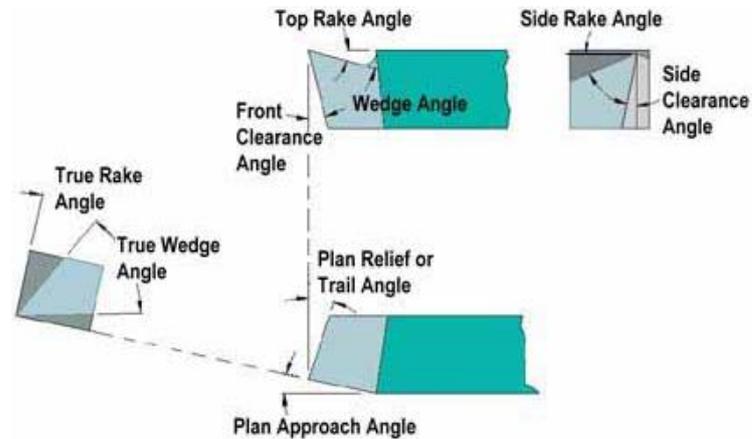
C. Uraian Materi

Bahan Bacaan

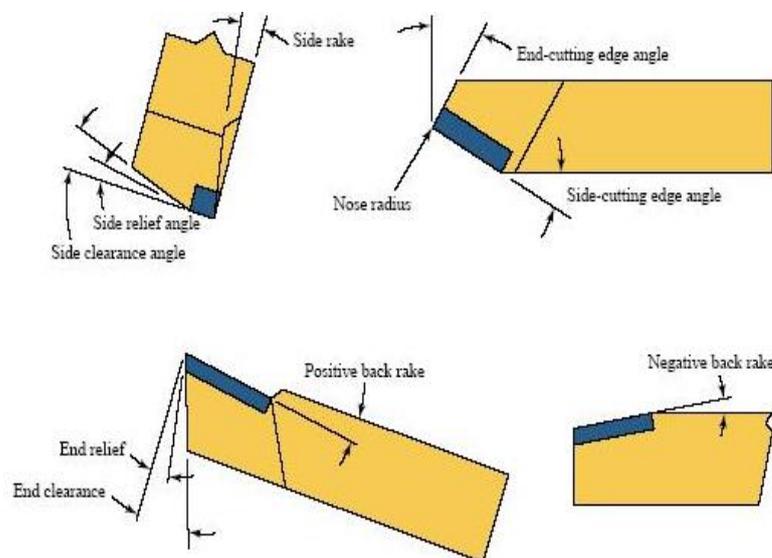
Sudut-sudut Mata Alat Potong pada Mesin Bubut dan Mesin Frais

1. Geometri Pahat Bubut

Nama-nama geometris yang terdapat pada pahat bubut meliputi: sudut potong samping (*side cutting edge angle*), sudut potong depan (*front cutting edge angle*), sudut tatal (*rake angle*), sudut bebas sisi (*side clearance angle*), dan sudut bebas depan (*front clearance angle*).



Gambar 85 Geometris Pahat Bubut HSS

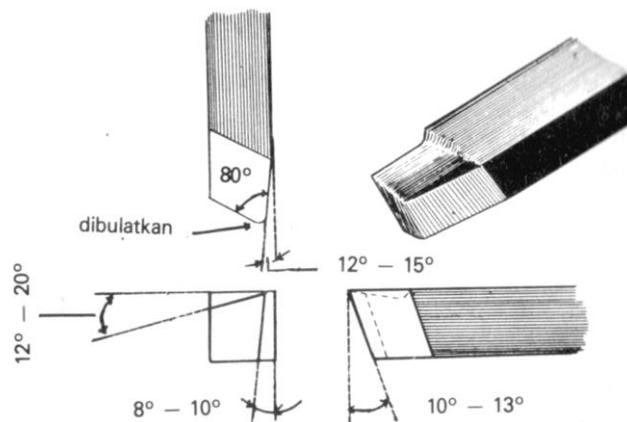


Gambar 86 Geometris Pahat Bubut Insert

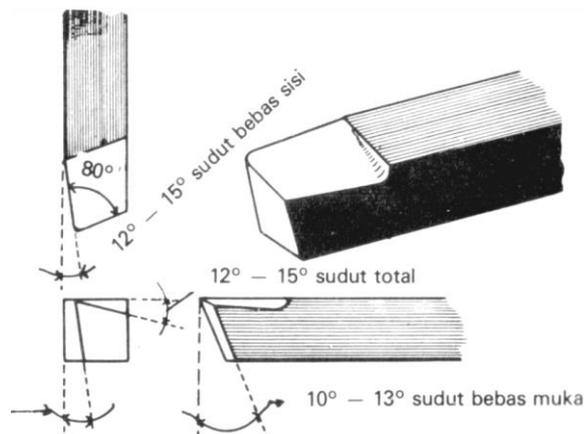
Besarnya sudut potong dan sudut-sudut kebebasan pahat tergantung dari jenis bahan/material yang akan diproses pembubutan, karena akan sangat berpengaruh terhadap hasil pemebubutan dan performa pahat. Berikut diuraikan besaran sudut potong dan sudut-sudut kebebasan pahat bubut jenis HSS.

a. Pahat Bubut Rata

Untuk proses pembubutan rata pada benda kerja dari bahan/ material baja yang lunak (*mild steel*), pahat bubut rata memiliki sudut potong dan sudut-sudut kebebasan sebagai berikut: sudut potong total 80° , sudut potong sisi samping (*side cutting edge angle*) $12^\circ \div 15^\circ$, sudut bebas total (*side rake angle*) $12^\circ \div 20^\circ$, sudut bebas muka (*front clearance angle*) $8^\circ \div 10^\circ$ dan sudut bebas samping (*side clearance angle*) $10^\circ \div 13^\circ$. Geometris pahat bubut rata kanan dapat dilihat pada (Gambar 5.3) dan pahat bubut rata kiri dapat dilihat pada (Gambar 88)



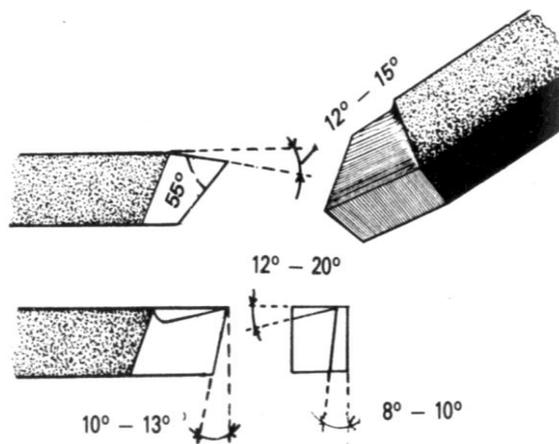
Gambar 87 Geometris Pahat Bubut Rata Kanan



Gambar 88 Geometris Pahat Bubut Rata Kiri

b. Pahat Bubut Muka/Facing

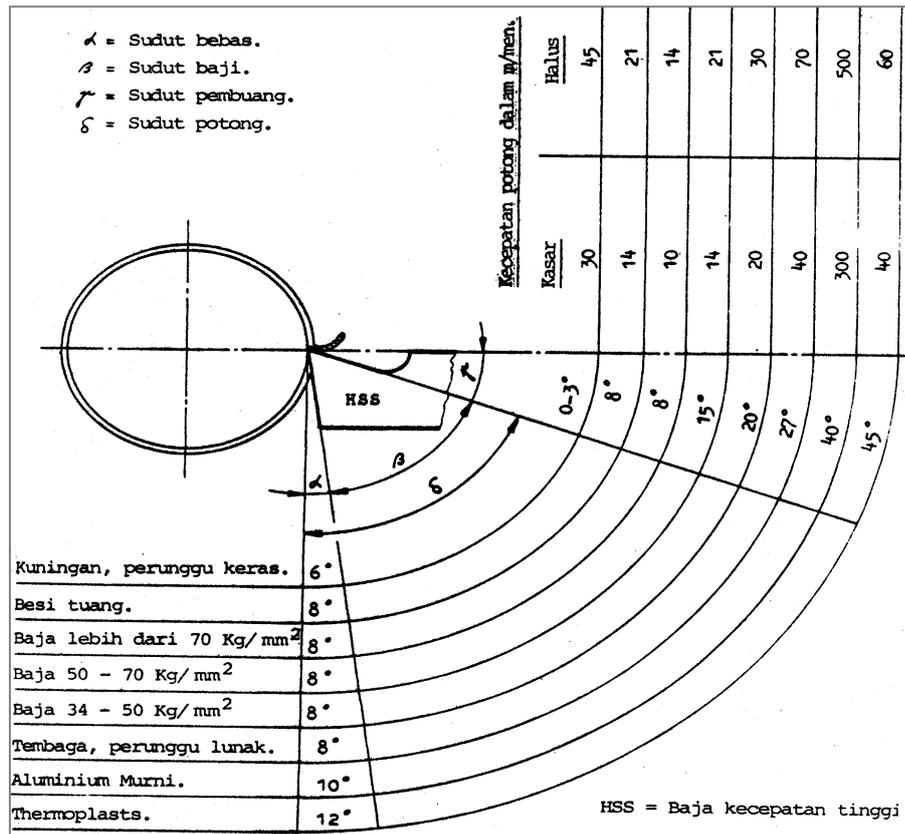
Untuk proses pembubutan muka/ facing pada benda kerja dari bahan/ material baja yang lunak (*mild steel*), pahat bubut muka memiliki sudut potong dan sudut-sudut kebebasan sebagai berikut: sudut potong 55° , sudut potong sisi samping (*side cutting edge angle*) $12^\circ \div 15^\circ$, sudut bebas total (*side rake angle*) $12^\circ \div 20^\circ$, sudut bebas muka (*front clearance angle*) $8^\circ \div 10^\circ$ dan sudut bebas samping (*side clearance angle*) $10^\circ \div 13^\circ$. Geometris pahat bubut muka/facing dapat dilihat pada (Gambar 89).



Gambar 89 Geometris Pahat Bubut Muka/Facing

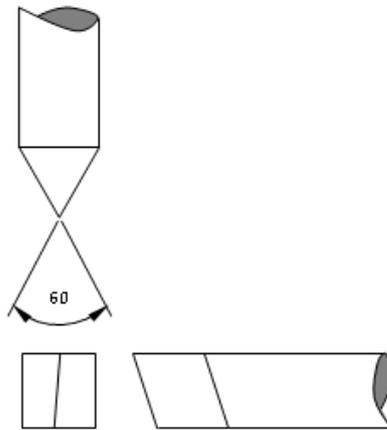
Besaran sudut potong dan sudut-sudut kebebasan lainnya yang ditunjukkan pada gambar diatas adalah berdasar pada pengalaman empiris, selain itu berikut ditampilkan tabel petunjuk penggunaan sudut potong dan sudut-sudut kebebasan lainnya berdasarkan jenis bahan/ material yang akan dikerjakan pada mesin bubut (Tabel 8).

Tabel 8 Penggunaan Sudut Tatal dan Sudut Bebas Pahat Bubut

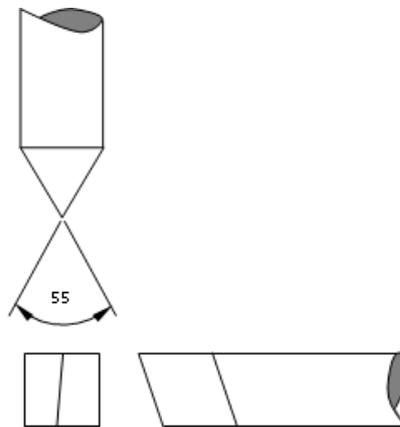


c. Pahat Bubut Ulir Segitiga

Pembuatan ulir segitiga yang sering dilakukan pada mesin bubut yang pada umumnya adalah jenis ulir metris (M) dan *withwort* (W). Jenis ulir metris memiliki sudut puncak ulir sebesar 60° (Gambar 90) dan ulir *withwort* 55° (Gambar 91). Besarnya sudut pahat bubut ulir harus disesuaikan dengan jenis ulir yang akan dibuat dan sudut-sudut kebebasan potongnya harus dihitung sesuai dengan kisar atau gangnya agar dapat melakukan pemotongan dengan baik dan awet digunakan.



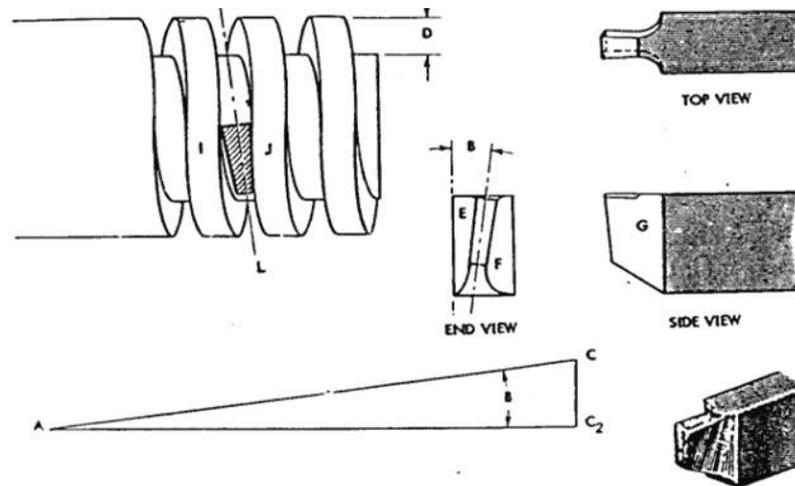
Gambar 90 Pahat Bubut Ulir Metris (60°)



Gambar 91 Pahat Bubut Ulir *Whitworth* (55°)

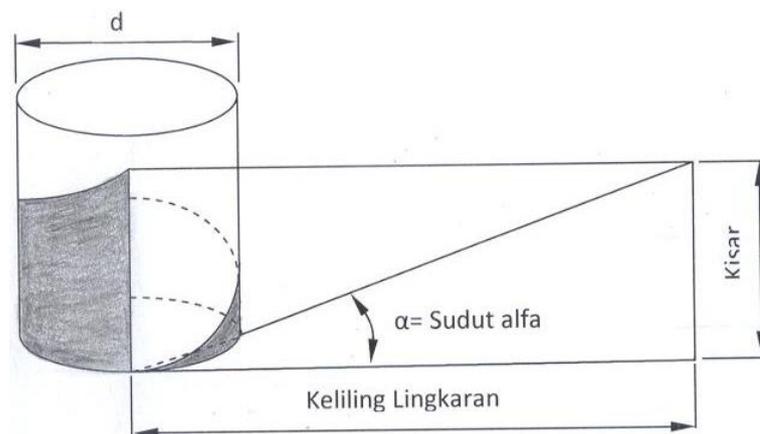
d. Pahat Bubut Ulir Segi Empat

Seperti halnya pahat bubut ulir segitiga, besaran sudut-sudut kebebasan pahat bubut ulir segi empat tergantung dari kisar/gang yang akan dibuat (Gambar 92). Lebar pahat untuk ulir yang tidak terlalu presisi penambahannya sebesar 0,5 mm. Sedangkan untuk sudut-sudut kebebasan potongnya harus dihitung sesuai dengan kisar atau gangnya.



Gambar 92 Pahat Bubut Ulir Segi Empat

Untuk mendapatkan sudut bebas sisi samping pahat bubut ulir yang standar, sebelum melakukan penggerindaan atau pengasahan sudut-sudut kebebasan-nya harus dihitung terlebih dahulu sesuai kisar/gang ulir yang dibuat agar supaya mendapatkan sisi potong dan sudut kebebasan yang baik. Sebagai ilustrasi, sebuah ulir apabila dibentangkan dari titik awalnya, maka akan membentuk sebuah segitiga siku-siku (gambar 93).



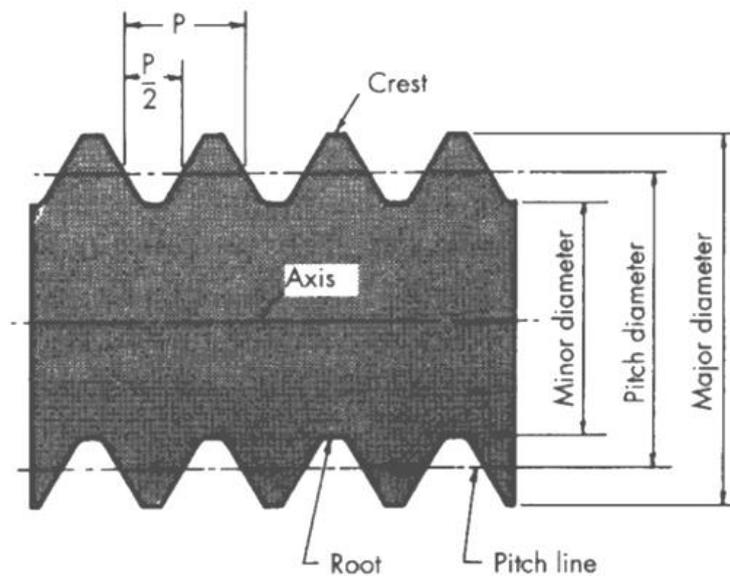
Gambar 93 Ilustrasi Bentangan Ulir

Berdasarkan gambar tersebut diatas, sudut uliran atau kisarnya dapat dicari dengan rumus:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\text{Kisar}}{\text{Keliling Lingkaran}}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{P}{\pi \cdot d}$$

Pada saat penyayatan, sisi depan pahat ulir dibatasi oleh sisi uliran pada diameter terkecil/*minor diameter* (d_1) dan sisi belakangnya dibatasi oleh sisi uliran pada diameter terbesarnya/ *mayor diameter* (d) - (Gambar 94).



Gambar 94 Dimensi Ulir Segitiga

Dengan demikian, agar pahat ulir tidak terjepit pada saat digunakan perlu adanya penambahan sudut kebebasan pada saat pengerindaan yaitu masing-masing sisi ditambah antara $1^\circ \div 3^\circ$ (Gambar 95), sehingga didapat:

Sudut bebas sisi depan (α_1)

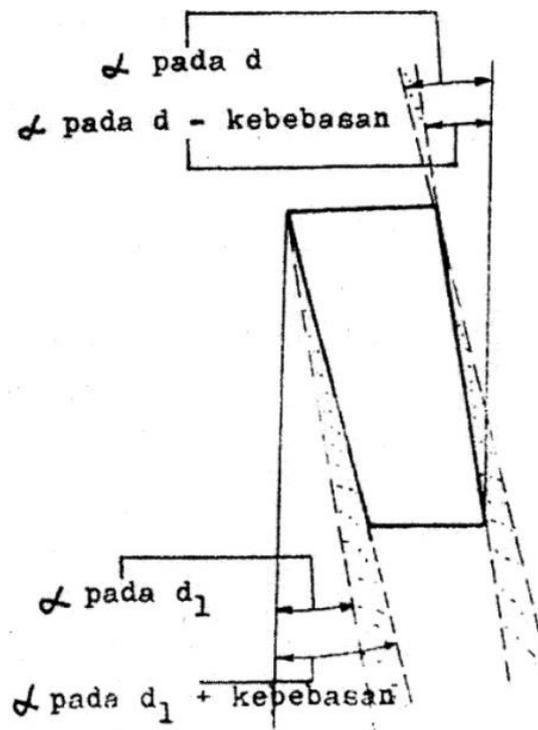
$\alpha_1 =$ Sudut kisar pada diameter terkecil (d_1) + Kebebasan

Jika, kebebasan ditetapkan 1° maka:

$\alpha_1 = \alpha$ pada $d_1 + 1^\circ$

Sudut bebas sisi belakang (α_2)

$\alpha_2 =$ Sudut kisar pada diameter terbesar (d) + Kebebasan
 Jika, kebebasan ditetapkan 1° maka
 $\alpha_2 = \alpha$ pada d - 1°



Gambar 95 Penambahan Sudut Kebebasan

Contoh:

Akan dibuat sebuah ulir Metrik M30x3. Sudut kebebasan sisi depan dan belakangnya adalah:

- Sudut kisar pada d_1 :

$$\text{tg } \alpha = \frac{P}{\pi \cdot d_1}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{3}{3,14 \cdot 27} = \frac{3}{84,78} = 0,03538$$

$$\alpha = 2^\circ 1'35,78''$$

Maka sudut kebasan sisi depan = $2^\circ 1'35,78'' + 1^\circ = 3^\circ 1'35,78'' \approx 3^\circ$

- Sudut kisar pada d :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{P}{\pi \cdot d}$$

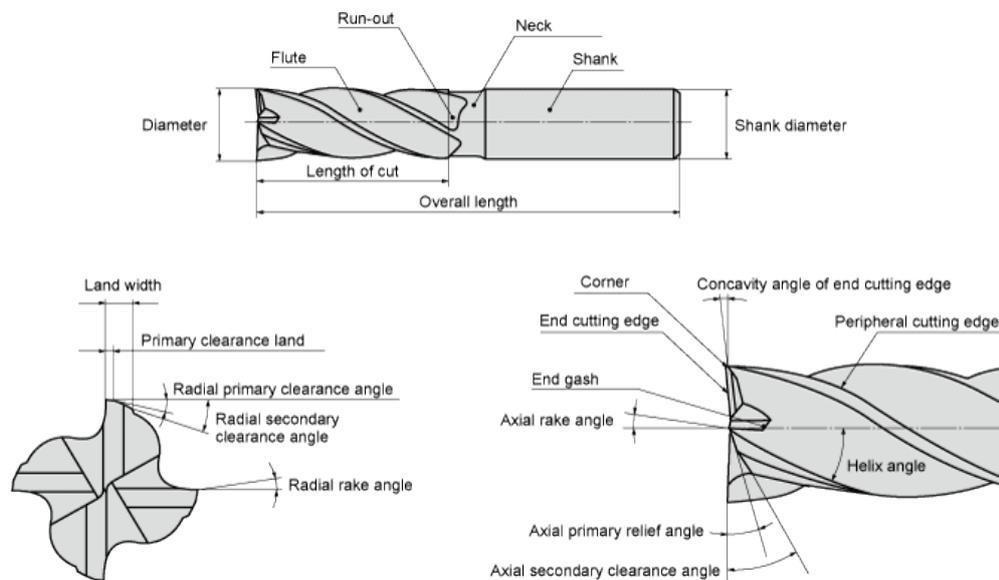
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{3,14 \cdot 30} = \frac{3}{94,2} = 0,03184$$

$$\alpha = 1^{\circ} 50' 51,4''$$

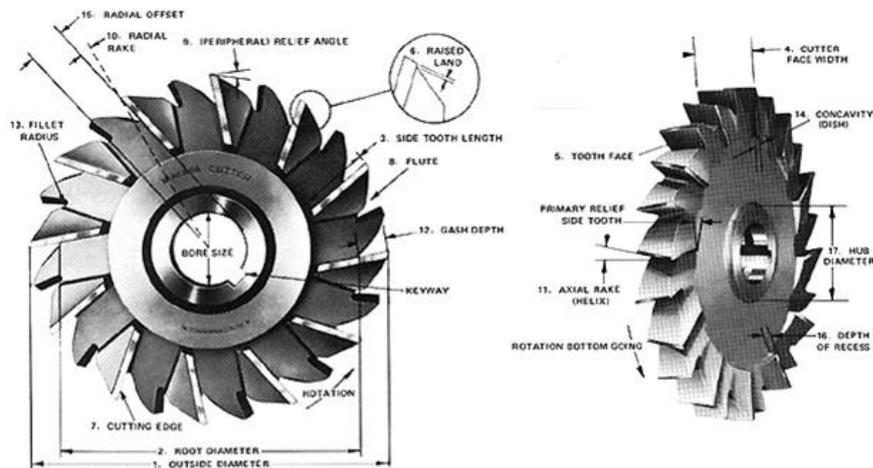
Maka sudut kebasan sisi belakang = $1^{\circ} 50' 51,4'' - 1^{\circ} = 50' \approx 1^{\circ}$

2. Geometri Alat potong Pisau Frais

Pisau frais terdiri dari beberapa nama bagian termasuk geometrinya. Yang dimaksud dengan geometri alat potong pada pisau frais adalah, sudut potong/baji dan sudut-sudut kebebasan lainnya yang terdapat pada mata sayat pisau frais. Contoh bagian-bagian dan geometri pisau frais jari (*endmill cutter*), dapat dilihat pada (Gambar 96) dan contoh bagian-bagian dan geometri pisau frais sisi dan muka (*side and face cutter*), dapat dilihat pada (Gambar 97)

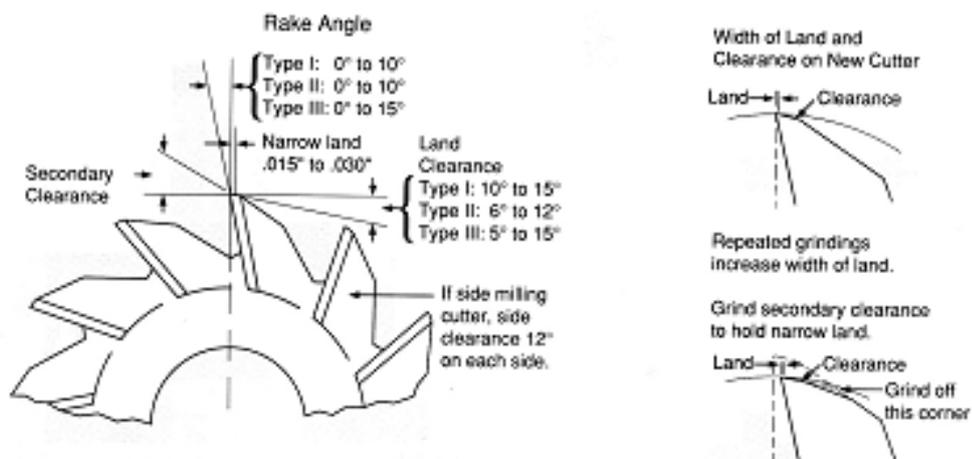


**Gambar 96 Contoh Bagian-Bagian dan Geometri Pisau Frais Jari
(Endmill Cutter)**



Gambar 97 Contoh Bagian-Bagian dan Geometri Pisau Frais Sisi dan Muka (Side And Face Cutter)

Untuk mendapatkan hasil pengefraisan yang baik dan pisau fraisnyatidak aus, tahan lama (awet), perlu ditentukan besaran sudut bebas pisau terhadap jenis material. Jadipengasahan sudut bebas pisau perlu mempertimbangkan jenis bahan/ material yang akan di frais. Besaran sudut-sudut kebebasan untuk jenis pisau frais HSS, dapat dilihat pada (Gambar 98).



Gambar 98 Besaran Sudut-Sudut Kebebasan Untuk Jenis Pisau Frais HSS

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP)

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 sudut-sudut alat potong dan penggunaannya pada mesin bubut dan frais? 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 dengan mengamati gambar berikut ini.

Aktivitas 1: Mengamati sudut-sudut alat potong pada mesin bubut dan frais (2 JP)

Lakukan pengamatan dengan seksama terhadap sudut-sudut alat potong pada mesin bubut dan frais yang ada di bengkel, kemudian cocokkan dengan uraian materi yang telah dibaca sebelumnya

Apa yang Saudara temukan setelah mengamati sudut-sudut alat potong pada mesin bubut dan frais tersebut atau yang Saudara temukan di sekitar lingkungan anda untuk obyek yang sejenis? Diskusikan hasil pengamatan dengan anggota kelompok Saudara dalam menentukan sudut-sudut alat potong pada mesin bubut dan frais. Selanjutnya selesaikan **LK-01** dengan dipandu pertanyaan berikut

1. Mengapa pada proses pembubutan dan pengefraisan perlu diketahui sudut-sudut alat potong sebelum proses produksi?
2. Mengapa pada proses pembubutan dan pengefraisan sudut-sudut alat potong harus disesuaikan dengan bahan benda kerja?

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan, dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Saudara dapat membaca Bahan Bacaan tentang sudut-sudut alat potong dan penggunaannya pada mesin bubut dan frais.

Aktivitas 2: Menganalisis sudut-sudut alat potong pada mesin bubut dan frais (4 JP)

Setelah Saudara mencermati sudut-sudut alat potong pada mesin bubut dan frais pada aktivitas 1, maka pada aktivitas 2 ini Saudara akan mendiskusikan bagaimana menganalisis penggunaan sudut-sudut alat potong pada mesin bubut dan frais. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang sudut potong?
2. Apa yang Saudara ketahui tentang sudut tatal?
3. Apa yang Saudara ketahui tentang sudut bebas sisi?
4. Apa yang Saudara ketahui tentang sudut bebas depan?
5. Bagaimana Saudara bekerja menentukan sudut potong dan sudut tatal pada saat proses produksi?

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

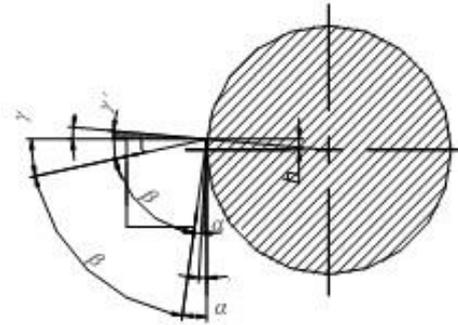
Untuk memperkuat pemahaman Saudara tentang sudut-sudut alat potong dan penggunaannya pada mesin bubut dan frais, bacalah Bahan Bacaan tentang sudut-sudut alat potong pada mesin bubut dan frais, kemudian melaksanakan Tugas Praktik dengan menggunakan **LK-02.P**

E. Rangkuman

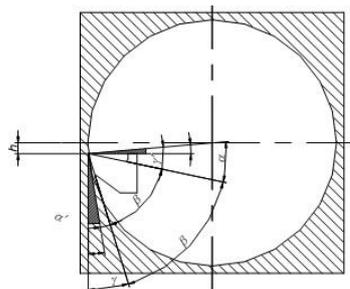
Salah satu faktor yang menentukan baik buruknya kualitas hasil pengerjaan proses bubut dan frais adalah bentuk/geometri permukaan atau bidangbidang utama dari alat potong/pisau itu sendiri. Untuk pekerjaanpekerjaan khusus,pahat/pisau yang digunakan juga harus dipersiapkan secara khusus pula. Permukaan pahat/pisau yang harus diperhatikan pada waktu menggerinda/mengasah adalah sudut tatal, sudut bebas sisi, sudut bebas depan, sudut bebas mata potong, dan sudut bebas belakang.

F. Test Formatif

1. Jenis pahat bubut metris memiliki sudut sebesar.....
 - A. 30°
 - B. 45°
 - C. 55°
 - D. 60°
2. Jenis pahat bubut whitwort memilki sudut.....
 - A. $27,5^\circ$
 - B. 30°
 - C. 55°
 - D. 60°
3. Pemasangan pahat bubut diatas pusat senter benda kerja pada proses pengerjaan diameter luar sebagaimana gambar di bawah, akan berdampak pada perubahan sudut yaitu....



- A. Sudut bebas (γ) menjadi lebih kecil dan sudut garuk (β) menjadi lebih besar
 - B. Sudut bebas (α) menjadi lebih kecil dan sudut garuk (γ) menjadi lebih besar
 - C. Sudut bebas (β) menjadi lebih besar dan sudut garuk (γ) menjadi lebih kecil
 - D. Sudut bebas (α) menjadi lebih besar dan sudut garuk (γ) menjadi lebih kecil
4. Pemasangan pahat bubut diatas pusat senter benda kerja pada proses pengerjaan diameter dalam sebagaimana gambar di bawah, akan berdampak pada perubahan sudut yaitu....



- A. Sudut bebas (γ) menjadi lebih kecil dan sudut garuk (β) menjadi lebih besar
- B. Sudut bebas (α) menjadi lebih besar dan sudut garuk (γ) menjadi lebih kecil

- C. Sudut bebas (α) menjadi lebih kecil dan sudut garuk (γ) menjadi lebih besar
- D. Sudut bebas (β) menjadi lebih besar dan sudut garuk (γ)
5. Pisau frais mantel tipe N (normal) sebagaimana gambar di bawah, memiliki sudut potong/ baji 73° dan jarak di antara gigi pisau sedang. Jenis pisau frais ini, digunakan untuk mengefrais jenis logam....



- A. Baja dengan unsur carbon rendah/ baja lunak
- B. Baja dengan unsur carbon tinggi/ baja keras
- C. Baja paduan
- D. Baja non fero

G. Kunci Jawaban

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

H. Lembar Kerja KB- 4

LK - 00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran sudut-sudut alat potong dan penggunaannya pada mesin bubut dan frais? 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 pada proses pembubutan dan pengefraisan perlu diketahui sudut-sudut alat potong sebelum proses produksi?

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

2. Mengapa pada proses pembubutan dan pengefraisan sudut-sudut alat potong harus disesuaikan dengan bahan benda kerja?

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

LK – 02

1. Apa yang Saudara ketahui tentang sudut potong?

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

2. Apa yang Saudara ketahui tentang sudut tatal?

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

3. Apa yang Saudara ketahui tentang sudut bebas sisi?

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

4. Apa yang Saudara ketahui tentang sudut bebas depan?

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

5. Bagaimana Saudara bekerja dalam menentukan sudut potong dan sudut tatal pada saat proses produksi?

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

LK – 02.P

TUGAS PRAKTIK:

Menganalisis sudut-sudut alat potong dan penggunaannya pada mesin bubut dan frais

Dengan menyelesaikan LK-02 saudara telah memahami tentang sudut-sudut alat potong dan penggunaannya pada mesin bubut dan frais.

Untuk keperluan latihan menganalisis sudut-sudut alat potong dan penggunaannya pada mesin bubut dan frais Saudara kerjakan tugas sesuai petunjuk berikut:

Tugas:

1. Amati/ perhatikan sudut/ geometris pahat bubut.

Gunakan format di bawah untuk melakukan identifikasi dari geometris pahat bubut yang telah diamati

No.	Nama pahat bubut	Jenis pekerjaan yang dapat dilakukan	Pengukuran sudut pahat (α , β , dan γ)
1.			
2.			
3.			
...			

2. Lakukan pengamatan dengan seksama terhadap geometris dari macam-macam alat potong frais yang ada di bengkel, kemudian cocokkan dengan uraian materi yang telah dibaca sebelumnya.

Gunakan format di bawah untuk melakukan kegiatan pengamatan.

No.	Nama Alat potong	Nama Geometris (sudut) alat potong	Besar sudut yang dibentuk
1.			
2.			
3.			
...			

Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan, digunakan sebagai bahan untuk langkah pembelajaran berikutnya.

KEGIATAN BELAJAR KB-5: TEKNIK PENGASAHAN ALAT POTONG

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi yang ada pada modul ini, dengan melalui mengamati, menanya, pengumpulan data, mengasosiasi dan mengkomunikasikan, peserta diklat dapat melakukan pengasahan berbagai sudut alat potong yang dipergunakan pada pembubutan dan pengefraisan dengan benar sesuai SOP.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

Melakukan pengasahan berbagai sudut pada alat potong yang dipergunakan pada pembubutan dan pengefraisan.

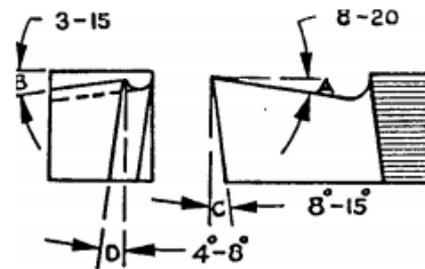
C. Uraian Materi

Bahan Bacaan

Teknik Pengasahan Alat Potong

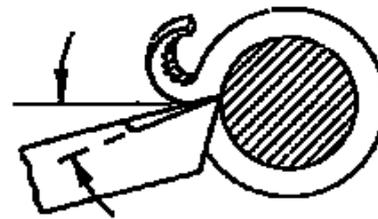
1. Mengasah pahat bubut

Pahat bubut atau alat potong bubut berbentuk batangan yang ujungnya dibentuk pisau dan dapat digunakan untuk memotong benda kerja sesuai dengan tujuan kerja bubut. Sudut-sudut yang dibentuk pada ujung pahat bubut dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Sudut sudut pahat bubut

Posisi pahat menyayat / memotong benda kerja



A = sudut rake atas

C = sudut bebas depan

B = sudut rake sisi

D = sudut bebas sisi

Mengasah pahat adalah bagian dari teknik dan juga seni. Seorang operator mesin bubut harus dapat membentuk ataupun mengasah pahat bubut, karena pahat bubut biasanya dijual dalam keadaan blank (belum dibuat sisi potongnya). Ukuran yang tersedia biasanya mulai dari 5/16", 3/8", dan seterusnya (penampang) dan panjangnya 2", 4", 6", dan seterusnya.

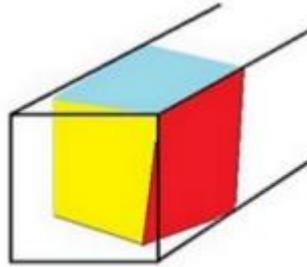


Gambar 99 Pahat HSS

Sebagai contoh kita akan mengasah pahat bubut muka kanan HSS. Ada empat langkah yang harus ditempuh untuk membuat sebuah pahat bubut muka kanan, yaitu:

- Menggerinda di bagian ujung

- Menggerinda sisi kirinya
- Menggerinda sisi atasnya
- Membulatkan ujungnya



Gambar 100 Model yang Menunjukkan Bagian yang Digerinda

Langkah pertama menggerinda bagian depan batang HSS, (bagian yang berwarna kuning dari gambar model di atas) seperti pada gambar 101. Gunakan batu gerinda kasar, posisikan pahat agak miring ke kiri 10 – 15 derajat. Hal ini akan membuat sudut pembebas, agar tidak semua bagian pahat bersentuhan dengan benda kerja nantinya.



a



b

Gambar 101 Langkah 1

Proses penggerindaan mengakibatkan pahat menjadi panas, maka perlu pendinginan dengan cara mencelupkannya kedalam cairan pendingin selama kurang lebih 15 detik (Gambar 102).

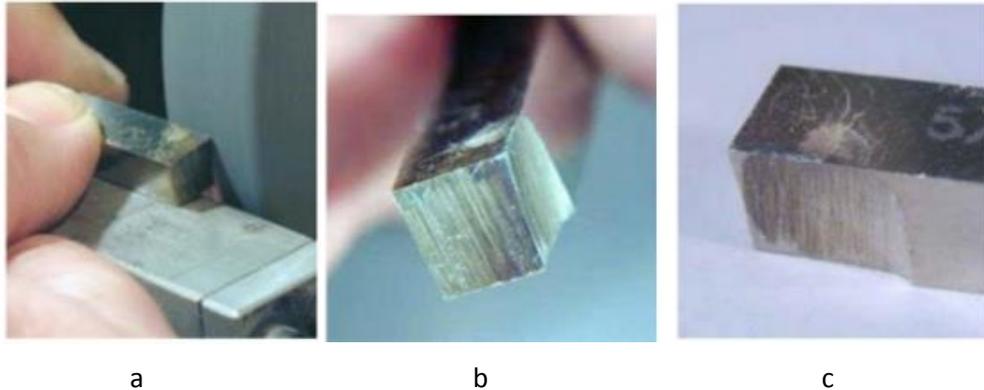


Gambar 102 Setelah Proses Penggerindaan Pertama



Gambar 103 Hasil langkah 1

Langkah kedua, menggerinda sisi potongnya, karena pahat yang kita buat pahat kanan maka sisi potongnya ada di sebelah kiri (ditunjukkan warna merah pada model). Prosedur dasarnya sama, kecuali bahwa kita memegang alat dengan sisi sekitar sudut 10 derajat ke roda gerinda.



Gambar 104 Langkah 2

Langkah ketiga adalah membuat sudut tatal pada sisi atas (pada model ditunjukkan warna biru). Pada langkah ini harus lebih hati-hati jangan sampai bagian sisi potongnya yaitu pertemuan sisi kiri dan atas ikut tersapu batu gerinda. Jika terjadi maka ketinggian sisi potongnya akan berkurang dari badan pahat, memang masih bisa dipakai tetapi membutuhkan plat ganjal tambahan pada saat menyetel.



Gambar 105 Langkah 3

Langkah keempat atau terakhir adalah membulatkan ujung sisi potongnya. Untuk tugas membubut normal, ujung sisi potong yang terlalu tajam tidak akan bertahan lama, sehingga harus memiliki radius kecil agar bisa

digunakan dalam pemakanan yang cukup dalam. Seperti terlihat pada Gambar 106a dan 106b.



a

b

Gambar 106 Langkah 4



Gambar 107 Hasil Akhir

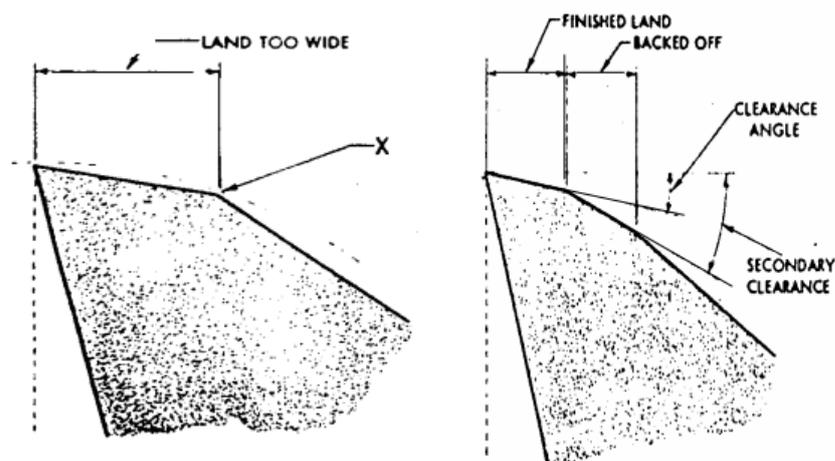
2. Mengasah Pisau Frais

Pisau frais perlu diasah agar dapat digunakan dengan baik. Pisau frais baru sudah siap digunakan, pengasahan dilakukan setelah pisau tersebut berkali-kali digunakan. Pengasahan pisau frais dilakukan pada mesin gerinda universal, roda gerinda yang digunakan biasanya ada tiga bentuk, 1) roda gerinda rata, 2) roda gerinda berbentuk piring, dan 3) roda gerinda berbentuk mangkuk.

Pengasahan pisau frais dibagi menjadi dua grup yaitu,

- Pisau frais yang diasah pada bidang depan atau sudut bebasnya dan lengkung-annya dari ujung pisau adalah plain mills, helical mills, reamers. Sedangkan yang diasah bagian sampingnya adalah face mills, shell mills, dan end mills.
- Pisau frais yang diasah hanya pada permukaan bagian sisi buang atau cutting face agar bentuknya tidak berubah adalah pisau untuk membentuk sesuatu, misalnya pisau roda gigi, pisau hobbing, pisau ukir, dan pisau bentuk yang lain.

Alat bantu yang sangat diperlukan dalam gerinda alat adalah penahan gigi pisau frais (lihat gambar).



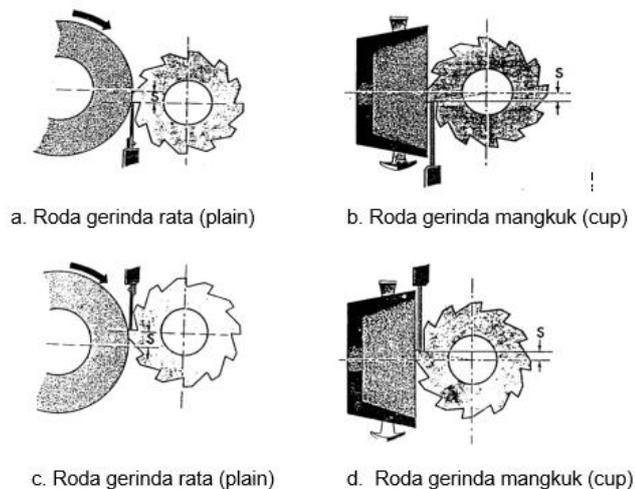
Gambar 108 Penahan Pisau Frais

3. Langkah Pengasahan

Ada dua cara menggerinda pisau frais, kedua cara tersebut tergantung pada arah putar roda gerinda yang berhubungan dengan arah ujung pisau frais.

- Pilih roda gerinda yang akan digunakan.
- Tempatkan pisau frais pada tempatnya.
- Lakukan langkah penyetelan roda gerinda untuk pemotongan.
- Langkah penyetelan penahan gigi pisau frais.
- Pastikan posisi siap untuk menggerinda.
- Pengasahan dapat dimulai.

Pemeriksaan hasil gerindaan perlu dilakukan agar mendapatkan ujung pisau yang tajam dan benar. Di bawah ini merupakan gambar bagian pisau yang harus diasah pada bagian ujung atau depannya. Sudut bebas harus benar sesuai dengan bahan benda kerja yang akan dipotong. Di bawah merupakan tabel sudut bebas utama yang disesuaikan dengan material atau bahan benda kerja yang akan digerinda.



Gambar 109 Bagian Pisau yang Harus Diasah

Tabel 9 Sudut Bebas Gigi Pisau Frais

Bahan Benda Kerja	Sudut bebas
Aluminium	10 – 12
Bronze, cast	10 – 15
Brass and Soft bronze	10 – 12
Cast iron	3 – 7
Copper	12 – 15
High carbon and alloy steels	3 – 5
Low carbon steels	0 – 7
Stell casting	6 – 7
Tobin bronze, Very tough	4 – 7

Arah pengasahan dan posisi pisau frais dapat dilihat pada gambar di bawah, yaitu pengasahan menggunakan roda gerinda rata (plain), dan roda gerinda mangkuk (cup). Perhatikan posisi penahan gigi pisau frais dan arah sisi potong pisau frais.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP)

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 mengasah alat potong pada mesin bubut dan frais? 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 dengan mengamati gambar berikut ini.

Aktivitas 1: Mengamati pengasahan alat potong pada mesin bubut dan frais (2 JP)

Lakukan pengamatan dengan seksama terhadap pengasahan alat potong pada mesin bubut dan frais yang ada di bengkel, kemudian cocokkan dengan uraian materi yang telah dibaca sebelumnya

Apa yang Saudara temukan setelah mengamati pengasahan alat potong pada mesin bubut dan frais tersebut atau yang Saudara temukan di sekitar lingkungan anda untuk obyek yang sejenis? Diskusikan hasil pengamatan dengan anggota kelompok Saudara dalam mengasah alat potong pada mesin bubut dan frais. Selanjutnya selesaikan **LK-01** dengan dipandu pertanyaan berikut

1. Mengapa pada proses pengasahan alat potong sebelumnya perlu menentukan jenis mesin dan roda gerinda yang akan digunakan?

2. Mengapa pada proses pengasahan alat potong harus memperhatikan sudut alat potong?

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan, dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguat-an. Saudara dapat membaca Bahan Bacaan tentang cara mengasah alat potong pada mesin bubut dan frais.

Aktivitas 2: Mengasah alat potong pada mesin bubut dan frais (4 JP)

Setelah Saudara mencermati cara mengasah sudut-sudut alat potong pada mesin bubut dan frais pada aktivitas 1, maka pada aktivitas 2 ini Saudara akan mendiskusikan bagaimana mengasah alat potong pada mesin bubut dan frais. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang mengasah sudut potong?
2. Apa yang Saudara ketahui tentang mengasah sudut tatal?
3. Apa yang Saudara ketahui tentang bentuk roda gerinda untuk mengasah alat potong?
4. Apa yang Saudara ketahui tentang sudut bebas gigi pisau frais?
5. Bagaimana Saudara bekerja dalam pengasahan alat potong untuk menentukan sudut bebas gigi pisau frais?

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

Untuk memperkuat pemahaman Saudara tentang mengasah alat potong pada mesin bubut dan frais, bacalah Bahan Bacaan tentang mengasah alat potong pada mesin bubut dan frais, kemudian melaksanakan Tugas Praktik dengan menggunakan **LK-02.P**

E. Rangkuman

Mengasah pahat bubut menggunakan mesin gerinda biasa. Ketajaman dan ketepatan sudut pahat sangat tergantung pada keterampilan tangan pengasahnya

Mengasah pisau frais menggunakan mesin gerinda universal. Bagian depan atau sisi potongnya yang perlu diasah. Untuk pisau bentuk, hanya bagian sisi buangnya yang diasah.

F. Test Formatif

1. Pahat bubut yang digerinda akan menghasilkan beberapa permukaan, sebutkan permukaan yang dihasilkan tersebut
2. Jelaskan cara mengasah pahat bubut rata kanan!
3. Jelaskan langkah-langkah mengasah pisau frais

G. Kunci Jawaban

1. Permukaan atas, sisi, dan muka
2. Cara mengasah pahat bubut rata kanan:
 - Mengasah permukaan pertama dengan kemiringan sudut 14 derajat (bidang pembuangan) panjangnya 1,5 dari lebar pahat
 - Putar kekanan dengan sudut 8 derajat, untuk menggerinda sisi potong pahat
 - Pengasahan bidang berikutnya dengan kemiringan sudut 6 derajat ke bawah dan 10 derajat ke sisi
 - Penggerindaan terakhir adalah dengan sudut dimiringkan ke samping 45 derajat ke bawah 6 derajat dan panjangnya kurang lebih 2/3 dari bidang ujung mata pahat
3. Langkah-langkah mengasah pisau frais:
 - Pasang pisau frais pada cekam
 - Pasang gerinda pada tollpost
 - Mulailah pengasahan
 - Gerindalah sisi depan pisau frais satu persatu
 - Pastikan penggerindaan tepat pada gigi pisau frais

H. Lembar Kerja KB- 5

LK - 00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran mengasah alat potong pada mesin bubut dan frais? 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. Mengapa pada proses pengasahan alat potong sebelumnya perlu menentukan jenis mesin dan roda gerinda yang akan digunakan?

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

2. Mengapa pada proses pengasahan alat potong harus memperhatikan sudut alat potong?

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

LK – 02

1. Apa yang Saudara ketahui tentang mengasah sudut potong?

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

2. Apa yang Saudara ketahui tentang mengasah sudut tatal?

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

3. Apa yang Saudara ketahui tentang bentuk roda gerinda untuk mengasah alat potong?

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

4. Apa yang Saudara ketahui tentang sudut bebas gigi pisau frais?

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

5. Bagaimana Saudara bekerja dalam mengasah alat potong untuk menentukan sudut bebas gigi pisau frais?

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

LK – 02.P

TUGAS PRAKTIK:

Mengasah alat potong pada mesin bubut dan frais

Dengan menyelesaikan LK-02 saudara telah memahami tentang mengasah alat potong pada mesin bubut dan frais.

Untuk keperluan latihan mengasah alat potong pada mesin bubut dan frais Saudara kerjakan tugas sesuai petunjuk berikut:

Tugas:

1. Amati berbagai bentuk pahat bubut dan pisau frais yang ada di bengkel
2. Catat masing-masing kegunaannya.
3. Pisahkan alat potong yang sudah tumpul.

Gunakan format di bawah untuk melakukan identifikasi yang telah diamati

No.	Nama alat potong	Jenis pekerjaan yang dapat dilakukan
1.		
2.		
3.		
...		

1. Lakukan pengasahan pahat bubut untuk bubut kasar
2. Lakukan pengasahan pisau frais plain mills untuk mengefrais benda kerja Aluminium

KEGIATAN BELAJAR KB-6: PEMILIHAN PARAMETER TEKNOLOGI PEMOTONGAN PADA MESIN BUBUT

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi yang ada pada modul ini, dengan melalui mengamati, menanya, pengumpulan data, mengasosiasi dan mengkomunikasikan, peserta diklat dapat:

1. Menetapkan *cutting speed* pada pembubutan untuk berbagai jenis material dengan benar
2. Menetapkan kecepatan putaran mesin (*revolution per minute*) pada proses pem-bubutan dengan benar
3. Menerapkan kecepatan pemakanan (*feeding*) pada proses pembubutan dengan benar
4. Menganalisis waktu pada proses pembubutan dengan benar

B. Indikator Pencapaian kompetensi (IPK)

1. Menetapkan *cutting speed* pada pembubutan untuk berbagai jenis material
2. Menetapkan kecepatan putaran mesin (*revolution per minute*) pada proses pembubutan
3. Menerapkan kecepatan pemakanan (*feeding*) pada proses pembubutan
4. Menganalisis waktu pada proses pembubutan

C. Uraian Materi

Bahan Bacaan

Parameter pada mesin bubut

Pada proses pembubutan yang perlu diperhatikan di antaranya yaitu kecepatan putar spindel (*speed*), gerak makan (*feed*), kedalaman potong (*dept of cut*), jenis pahat dan bahan benda yang dikerjakan.

1. Kecepatan Potong (*Cutting Speed*) C_s .

Yang dimaksud dengan kecepatan potong (C_s) adalah kemampuan alat potong menyayat bahan dengan aman menghasilkan tatal dalam satuan

panjang/waktu. Pada gerak putar seperti mesin bubut, kecepatan potong adalah keliling kali putaran.

Karena nilai kecepatan potong untuk setiap jenis bahan sudah ditetapkan secara baku (Tabel 8.1), maka komponen yang bisa diatur dalam proses penyayatan adalah putaran mesin/benda kerja. Dengan demikian untuk menghitung putaran menjadi sebagai berikut:

$$N = \frac{Cs}{\pi \cdot d} \dots \text{rpm}$$

Spindel speed ini berhubungan dengan dengan putaran spindel atau sumbu utama dan benda kerja. Didefinisikan putaran per menit, yaitu banyaknya putaran yang dilakukan spindel dalam satu menit. Besarnya putaran spindel ditentukan berdasar-kan besarnya kecepatan potong (cutting speed) yang nilainya sudah ditentukan. Cutting speed pada mesin bubut adalah panjang dalam meter yang dapat dipotong dalam satu menit. Besarnya kecepatan potong tergantung pada bahan pahat, bahan benda kerja dan jenis pemakanan. Satuan untuk kecepatan potong adalah m/menit.

Karena satuan untuk kecepatan potong (Cs) dalam meter/menit, sedangkan satuan untuk diameter benda kerja dalam millimeter maka rumus menjadi:

$$n = \frac{Cs \times 1000}{\pi \times d} \text{ (rpm)}$$

Keterangan:

Cs = Kecepatan potong (m/menit)

d = Diameter benda kerja (mm)

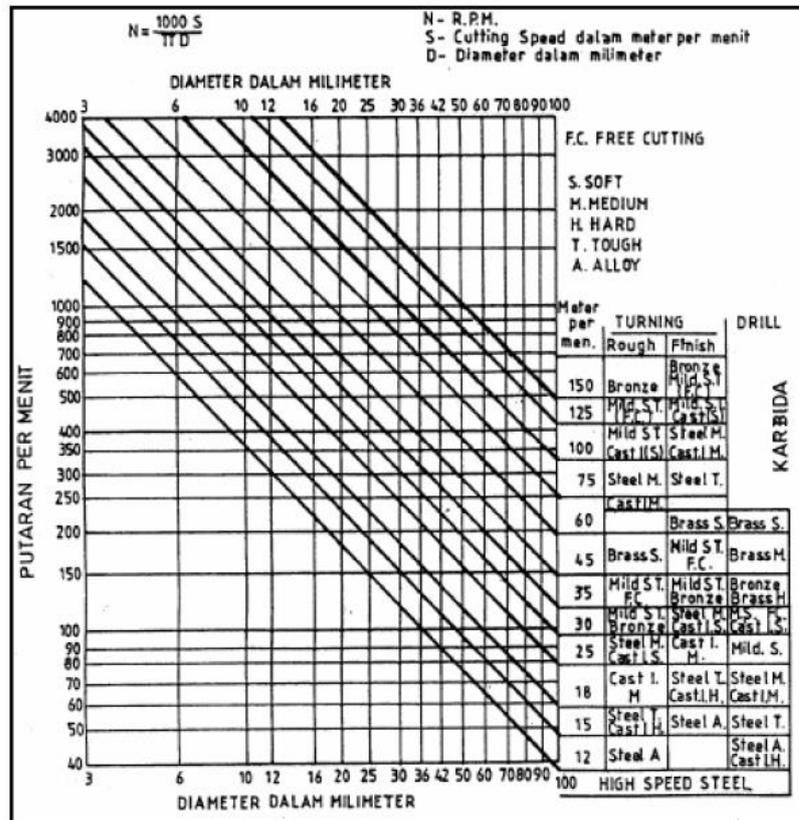
n = Putaran poros utama (benda kerja) (rpm)

Dalam menentukan besarnya kecepatan potong dan putaran mesin, selain dapat dihitung dengan rumus di atas juga dapat dicari pada tabel kecepatan potong pembubutan (table 7.2) yang hasil pembacaannya mendekati dengan angka hasil perhitungan.

Tabel 10 Kecepatan Potong Pahat HSS

KECEPATAN POTONG YANG DIANJURKAN UNTUK PAHAT HSS						
MATERIAL	PEMBUBUTAN DAN PENGEBORAN				PENGULIRAN	
	PEKERJAAN KASAR		PEKERJAAN PENYELESAIAN			
	m/m enit	ft/mi n	m/mi n	ft/min	m/min	ft/min
Baja mesin	27	90	30	100	11	35
Baja perkakas	21	70	27	90	9	30
Besi tuang	18	60	24	80	8	25
Perunggu	27	90	30	100	8	25
Aluminium	61	200	93	300	18	60

Tabel 11 Daftar Kecepatan Potong Pembubutan



2. Waktu Pengerjaan

Yang dimaksud dengan waktu pengerjaan adalah durasi waktu (lamanya waktu) yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan. Durasi ini sangat penting untuk diperhatikan sehubungan dengan efisiensi pengerjaan. Hal-hal yang berkaitan dengan waktu pengerjaan adalah:

a. Gerak Makan/Kecepatan pemakanan (*Feed*)

Feed atau kecepatan pemakanan adalah jarak yang ditempuh oleh pahat setiap benda kerja berputar satu kali dalam satuan millimeter permenit. Gerak makan ditentukan berdasarkan kekuatan mesin, material benda kerja, material pahat, bentuk pahat, dan jenis pemakanan terutama kehalusan permukaan yang diinginkan.

Rumus:

$$vf = f \cdot n \text{ (mm/menit);}$$

Keterangan:

vf = Kecepatan pemakanan (mm/menit)

f = Gerak makan (mm/r)

n = Putaran poros utama (benda kerja) (r/ min)

Besarnya kecepatan pemakanan dipengaruhi oleh:

- Jenis bahan pahat yang digunakan
- Jenis pekerjaan yang dilakukan, misalnya bubut rata, mengulir, memotong, mengkartel dan lain-lain.
- Menggunakan pendinginan atau tidak
- Jenis bahan yang akan dibubut
- Kedalaman pemakanan

Pada mesin bubut tabel kecepatan pemakanan dinyatakan dalam satuan milli-meter perputaran. Sebagai pedoman umum untuk mengetahui besarnya kecepatan pemakanan dapat dilihat pada table 7.3

Tabel 12 Kecepatan Pemakanan untuk Pahat HSS

Pemakanan yang disarankan untuk pahat HSS				
Material	Pekerjaan kasar		Pekerjaan penyelesaian	
	Milimeter permenit	Inch permenit	milimeter permenit	inch permenit
Baja mesin	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

b. Frekwensi pemakanan (i)

Yang dimaksud frekwensi pemakanan adalah jumlah pengulangan penyayatan mulai dari penyayatan pertama sampai selesai. Frekwensi pemakanan tergantung pada kemampuan mesin, jumlah bahan yang harus dibuang, system penjepitan benda kerja dan tingkat *finishing* yang diminta.

c. Panjang benda kerja/jarak tempuh alat potong (L)

Pada proses pembubutan, jarak tempuh pahat sama dengan panjang benda kerja yang harus dibubut ditambah kebebasan awal.

d. Waktu Pemotongan

Waktu pemotongan adalah panjang benda kerja total yang akan diproses dibagi dengan kecepatan pemakanan benda kerja. Setelah panjang pemakanan ditentukan, waktu pemotongan dapat diperoleh. Rumus:

$$t_c = \frac{l_t}{v_f} \text{ (min)}$$

Keterangan:

t_c = Waktu pemotongan (min)

l_t = Panjang benda kerja total/ keseluruhan (mm)

v_f = Kecepatan makan (mm/r) = $f \cdot n$

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP)

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 pemilihan parameter teknologi pemotongan pada mesin bubut? 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 dengan mengamati proses pemilihan parameter teknologi pemotongan pada mesin bubut yang ada di bengkel atau gambar-gambar yang berkaitan dengan pemilihan parameter teknologi pemotongan pada mesin bubut.

Aktivitas 1: Mengamati pemilihan parameter teknologi pemotongan pada bubut(2 JP)

Lakukan pengamatan dengan seksama terhadap pekerjaan pada mesin bubut yang ada di bengkel, kemudian lakukan pemilihan parameter teknologi pemotongan pada mesin bubut, cocokkan dengan uraian materi yang telah dibaca sebelumnya

Apa yang Saudara temukan setelah mengamati pemilihan parameter teknologi pemotongan pada mesin bubut tersebut atau yang Saudara temukan di sekitar lingkungan anda untuk obyek yang sejenis? Diskusikan hasil pengamatan dengan anggota kelompok Saudara dalam pemilihan parameter teknologi pemotongan pada mesin bubut. Selanjutnya selesaikan **LK-01** dengan dipandu pertanyaan berikut

1. Mengapa pada proses pengoperasian mesin bubut sebelumnya perlu menentukan parameter-parameter yang akan digunakan?
2. Mengapa pada proses pengoperasian mesin bubut perlu memperhatikan gambar kerja?

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan, dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Saudara dapat membaca Bahan Bacaan tentang pemilihan parameter teknologi pemotongan pada mesin bubut.

Aktivitas 2: Pemilihan parameter teknologi pemotongan pada mesin bubut. (4 JP)

Setelah Saudara mencermati pemilihan parameter teknologi pemotongan pada mesin bubut pada aktivitas 1, maka pada aktivitas 2 ini Saudara akan mendiskusikan bagaimana pemilihan parameter teknologi pemotongan pada mesin bubut. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang kecepatan potong?
2. Apa yang Saudara ketahui tentang kecepatan putar spindle?
3. Apa yang Saudara ketahui tentang gerakan makan pada mesin bubut?
4. Apa yang Saudara ketahui tentang panjang pembubutan?
5. Bagaimana Saudara bekerja untuk menghitung waktu pemotongan pada mesin bubut?

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

Untuk memperkuat pemahaman Saudara tentang pemilihan parameter teknologi pemotongan pada mesin bubut, bacalah Bahan Bacaan tentang pemilihan parameter teknologi pemotongan pada mesin bubut, kemudian melaksanakan Tugas Praktik dengan menggunakan **LK-02.P**

E. Rangkuman

Kecepatan potong (Cutting speed – Cs)

Yang dimaksud kecepatan potong adalah kemampuan alat potong menyayat bahan dengan aman menghasilkan tatal dalam satuan panjang/waktu (m/menit)

Kecepatan putar

Kecepatan putaran mesin adalah kemampuan kecepatan putar mesin untuk melakukan pemotongan atau penyayatan dalam putaran/menit

Kecepatan Pemakanan

Kecepatan pemakanan atau insutun ditentukan dengan mempertimbangkan kekerasan bahan, kedalaman pemakanan, sudut sayat alat potong, ketajaman alat potong dan kesiapan mesin yang akan digunakan

Frekwensi pemakanan

Yang dimaksud frekwensi pemakanan adalah jumlah pengulangan penyayatan mulai dari penyayatan pertama sampai selesai.

Panjang benda kerja/jarak tempuh alat potong

Pada proses pembubutan, jarak tempuh pahat sama dengan panjang benda kerja yang harus dibubut ditambah kebebasan awal

F. Test Formatif

1. Sebuah baja lunak berdiameter 60 mm, akan dibubut dengan kecepatan potong (Cs) 25 m/menit. Hitung putaran mesinnya!
2. Apa yang dimaksud dengan waktu pengerjaan
3. Mengapa durasi atau waktu pengerjaan perlu diperhatikan pada proses produksi?

G. Kunci Jawaban

1.
$$n = \frac{1000 C_s}{\pi \cdot d} \text{rpm}$$
$$n = \frac{1000 \times 25}{3,14 \times 60}$$
$$n = 132,696 \text{ rpm}$$
2. Yang dimaksud dengan waktu pengerjaan adalah durasi waktu (lamanya waktu) yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan
3. Karena durasi atau waktu pengerjaan berhubungan dengan efisiensi pengerjaan

H. Lembar Kerja KB- 6

LK - 00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pemilihan parameter teknologi pemotongan pada mesin bubut? 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 pada proses pengoperasian mesin bubut perlu menentukan parameter-parameter yang akan digunakan?

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

2. Mengapa pada proses pengoperasian mesin bubut perlu memperhatikan gambar kerja?

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

LK – 02

1. Apa yang Saudara ketahui tentang kecepatan potong?

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

2. Apa yang Saudara ketahui tentang kecepatan putar spindel?

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

3. Apa yang Saudara ketahui tentang kecepatan pemakanan pada mesin bubut?

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

4. Apa yang Saudara ketahui tentang panjang pembubutan?

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

5. Bagaimana Saudara bekerja untuk menghitung waktu pemotongan pada mesin bubut?

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

LK – 02.P

TUGAS PRAKTIK:

Pemilihan parameter pemotongan pada mesin bubut

Dengan menyelesaikan LK-02 saudara telah memahami tentang pemilihan parameter teknologi pemotongan pada mesin bubut. Untuk keperluan latihan pemilihan parameter teknologi pemotongan pada mesin bubut Saudara kerjakan tugas sesuai petunjuk berikut:

Tugas:

1. Tentukan parameter yang diperlukan pada pengoperasian pada mesin bubut, jika Saudara akan membubut benda kerja diameternya 30 mm, panjangnya 60 mm dengan kecepatan potong 25 m/menit
2. Jika Saudara akan membubut benda kerja dari bahan alumunium dengan diameter 40 mm, panjang 75 mm, tentukan parameter pemotongan yang diperlukan untuk pengerjaan benda tersebut

KEGIATAN BELAJAR KB-7: PEMILIHAN PARAMETER TEKNOLOGI PEMOTONGAN PADA MESIN FRAIS

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi yang ada pada modul ini, dengan melalui mengamati, menanya, pengumpulan data, mengasosiasi dan mengkomunikasikan, peserta diklat dapat:

1. Menetapkan *cutting speed* pada pembubutan dan pengefraisan untuk berbagai jenis material dengan benar
2. Menetapkan kecepatan putaran mesin (*revolution per minute*) pada proses pembubutan dan pengefraisan dengan benar
3. Menerapkan kecepatan pemakanan (*feeding*) pada proses pembubutan dan pengefraisan dengan benar
4. Menganalisis waktu pada proses pembubutan dan pengefraisan dengan benar

B. Indikator Pencapaian kompetensi (IPK)

1. Menetapkan *cutting speed* pada pembubutan dan pengefraisan untuk berbagai jenis material
2. Menetapkan kecepatan putaran mesin (*revolution per minute*) pada proses pembubutan dan pengefraisan
3. Menerapkan kecepatan pemakanan (*feeding*) pada proses pembubutan dan pengefraisan
4. Menganalisis waktu pada proses pembubutan dan pengefraisan

C. Uraian Materi

Bahan Bacaan

Pemilihan parameter pemotongan pada proses pengefraisan

1. Kecepatan Potong

Kemampuan mesin menghasilkan panjang sayatan tiap menit dinamakan kecepatan potong (sayat) yang diberi simbol V atau C_s (*cutting speed*). Jika

pisau frais mempunyai ukuran diameter (mm), spindel dengan putaran (rpm), maka kecepatan potong dapat dihitung dengan rumus:

$$Cs = V = \frac{\pi d n}{1000} \text{ (m/min)}$$

Keterangan:

Cs=V = Kecepatan potong (m/min)

d = Diameter luar pisau frais (mm)

n = Putaran poros utama (rpm atau r/min)

1/1000 = didapat dari 1 mm = 1/1000 m

Pada prinsipnya kecepatan pemotongan suatu material tidak dapat dihitung secara matematis, karena setiap material memiliki kecepatan potong sendiri-sendiri berdasarkan karakteristiknya. Harga kecepatan potong dari tiap material dapat dilihat pada tabel yang terdapat di dalam buku atau referensi. Sehingga rumus di atas hanya digunakan untuk menghitung kecepatan putar spindel utama mesin frais.

Tabel 13 Kecepatan Potong untuk Beberapa Jenis Bahan

Bahan	Cutter HSS		Cutter Karbida	
	Halus	kasar	Halus	kasar
Baja Perkakas	75 - 100	25 - 45	185 - 230	110 - 140
Baja Karbon Rendah	70 - 90	25 - 40	170 - 215	90 - 120
Baja karbon Menengah	60 - 85	20 - 40	140 - 185	75 - 110
Besi Cor Kelabu	40 - 45	25 - 30	110 - 140	60 - 75
Kuningan	85 - 110	45 - 70	185 - 215	120 - 150
Alumunium	70 - 110	30 - 45	140 - 215	60 - 90

2. Kecepatan Putaran Spindel

Kecepatan spindel utama dapat dihitung apabila kecepatan penyayatan telah diketahui. Untuk itu langkah pertama yang harus dilakukan untuk menghitung kecepatan spindel utama adalah melihat tabel harga kecepatan potong dari bahan yang akan disayat. Kecepatan spindel dapat dihitung dengan rumus:

$$n = \frac{1000 C_s}{\pi \cdot d} \text{rpm}$$

Keterangan:

n = kecepatan putar spindel (rpm)

C_s = kecepatan potong (m/menit)

D = diameter pisau frais (mm)

1000 diperoleh dari 1m = 1000 mm

3. Kecepatan Pemakanan

Kecepatan pemakanan dapat dihitung dengan rumus:

$$V_f = f_z \cdot n \cdot z (\text{mm/menit})$$

Keterangan:

V_f = Kecepatan pemakanan (mm/ menit)

f_z = Gerak makan pergigi (mm/ gigi)

z = Jumlah gigi (mata potong).

n = Putaran poros utama (r/ min)

a. Panjang Pengefraisan

Rumus:

$$l_t = l_v + l_w + l_n (\text{mm})$$

Keterangan:

l_t = Panjang pengefraisan (mm)

l_v = Panjang awalan (mm)

l_w = Panjang bahan (mm)

l_n = Panjang akhiran (mm)

b. Waktu Pematangan

Rumus:

$$t_c = \frac{l_t}{V_f} (\text{menit})$$

Keterangan:

t_c = Waktu pemotongan (min)

l_t = Panjang pengefraisan (mm)

V_f = kecepatan makan (mm/menit)

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP)

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 pemilihan parameter pemotongan pada mesin frais.? 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 dengan mengamati pemilihan parameter pemotongan pada mesin frais yang ada di bengkel atau gambar-gambar yang berkaitan dengan pemilihan parameter pemotongan pada mesin frais.

Aktivitas 1: Mengamati pemilihan parameter pemotongan pada mesin frais (2 JP)

Lakukan pengamatan dengan seksama terhadap pemilihan parameter pemotongan pada mesin frais yang ada di bengkel, kemudian cocokkan dengan uraian materi yang telah dibaca sebelumnya

Apa yang Saudara temukan setelah mengamati pemilihan parameter pemotongan pada mesin frais tersebut atau yang Saudara temukan di sekitar lingkungan anda untuk obyek yang sejenis? Diskusikan hasil pengamatan dengan anggota kelompok Saudara dalam pemilihan parameter pemotongan pada mesin frais. Selanjutnya selesaikan **LK-01** dengan dipandu pertanyaan berikut

1. Mengapa pada proses pengoperasian frais sebelumnya perlu menentukan parameter-parameter yang akan digunakan?
2. Mengapa pada proses pengoperasian mesin frais perlu memperhatikan gambar kerja?

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan, dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguat-an. Saudara dapat membaca Bahan Bacaan tentang pemilihan parameter pemotongan pada mesin frais.

Aktivitas 2: Pemilihan parameter pemotongan pada mesin mesinfrais (4 JP)

Setelah Saudara mencermati pengoperasian mesin bubut dan frais pada aktivitas 1, maka pada aktivitas 2 ini Saudara akan mendiskusikan bagaimana pemilihan parameter pemotongan pada mesin frais. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang kecepatan potong?
2. Apa yang Saudara ketahui tentang kecepatan putar spindle?
3. Apa yang Saudara ketahui tentang gerakan makan pada mesin frais?
4. Apa yang Saudara ketahui tentang panjang pengefraisan?

5. Bagaimana Saudara bekerja untuk menghitung waktu pemotongan pada mesin frais?

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

Untuk memperkuat pemahaman Saudara tentang pengoperasian mesin bubut dan frais, bacalah Bahan Bacaan tentang pemilihan parameter pemotongan pada mesin frais, kemudian melaksanakan Tugas Praktik dengan menggunakan **LK-02.P**

E. Rangkuman

Untuk menentukan parameter pemotongan tergantung pada bahan yang akan disayat, bahan alat potong, geometri pisau frais, dan putaran spindel.

Kecepatan potong (Cutting speed – Cs)

Yang dimaksud kecepatan potong adalah kemampuan alat potong menyayat bahan dengan aman menghasilkan tatal dalam satuan panjang/waktu (m/menit)

Kecepatan putar

Kecepatan putaran mesin adalah kemampuan kecepatan putar mesin untuk melakukan pemotongan atau penyayatan dalam putaran/menit

Kecepatan Pemakanan

Kecepatan pemakanan atau insutuan ditentukan dengan mempertimbangkan kekerasan bahan, kedalaman pemakanan, sudut sayat alat potong, ketajaman alat potong dan kesiapan mesin yang akan digunakan

F. Test Formatif

1. Pada saat akan mengefrais benda kerja menggunakan pisau frais slub, apa yang mempengaruhi kecepatan putar spindel utama?
2. Jika akan mengefrais benda kerja dari bahan aluminium dengan diameter pisau frais 40 mm. Hitunglah kecepatan putar sumbu utama mesin!

G. Kunci Jawaban

1. Diameter pisau frais slub
2. Kecepatan potong alumunium diambil dari tabel 30 m/menit, maka kecepatannya adalah:

$$n = \frac{1000 Cs}{\pi.d} \text{rpm}$$

$$n = \frac{1000 \times 30}{\pi \times 40} =$$

$$3,14 \times 40$$

$$n = 239 \text{ rpm}$$

Jika pada mesin tidak terdapat kecepatan 239 rpm, maka dicari kecepatan di bawahnya yaitu 225 rpm.

H. Lembar Kerja KB- 7

LK - 00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran materi pemilihan parameter pemotongan pada mesin frais? 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. Mengapa pada proses pengoperasian mesin frais perlu menentukan parameter-parameter yang akan digunakan?

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

2. Mengapa pada proses pengoperasian frais perlu memperhatikan gambar kerja?

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

LK – 02

1. Apa yang Saudara ketahui tentang kecepatan potong?

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

2. Apa yang Saudara ketahui tentang kecepatan putar spindel?

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

3. Apa yang Saudara ketahui tentang kecepatan pemakanan pada mesin bubut dan mesin frais?

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

4. Apa yang Saudara ketahui tentang panjang pengefraisan?

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

5. Bagaimana Saudara bekerja untuk menghitung waktu pemotongan pada mesin bubut dan mesin frais?

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

TUGAS PRAKTIK:**Pemilihan parameter pemotongan pada frais**

Dengan menyelesaikan LK-02 saudara telah memahami tentang pemilihan parameter teknologi pemotongan pada mesin frais. Untuk keperluan latihan pemilihan parameter pemotongan pada mesin frais saudara kerjakan tugas sesuai petunjuk berikut:

Tugas:

1. Tentukan parameter yang diperlukan pada pengoperasian pada mesin frais, jika saudara akan mengefrais benda kerja dengan diameter pisau frais 30 mm, dengan kecepatan potong 25 m/menit.
2. Jika saudara akan mengefrais benda kerja dari bahan aluminium dengan diameter pisau 40 mm, panjang 75 mm, tentukan parameter pemotongan yang diperlukan untuk pengerjaan benda tersebut.

KEGIATAN BELAJAR KB-8: SOP PENGOPERASIAN MESIN PERKAKAS

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi yang ada pada modul ini, dengan melalui mengamati, menanya, pengumpulan data, mengasosiasi dan mengkomunikasikan, peserta diklat dapat:

1. Menerapkan prosedur menghidupkan dan mematikan mesin bubut dengan benar
2. Menerapkan prosedur menghidupkan dan mematikan mesin frais dengan benar

B. Indikator Pencapaian kompetensi (IPK)

1. Menerapkan prosedur menghidupkan dan mematikan mesin bubut
2. Menerapkan prosedur menghidupkan dan mematikan mesin frais

C. Uraian Materi

Bahan Bacaan

Pengoperasian Mesin Bubut dan Frais

1. Pengoperasian mesin bubut

Prosedur pengoperasian mesin bubut standar, pada dasarnya sama dengan prosedur pengoperasian mesin bubut jenis lainnya. Prosedur tersebut di antaranya bagaimana cara: menghidupkan dan mematikan sumber utama listrik (*power supply*) mesin, menghidupkan dan mematikan mesin, mengatur putaran mesin dan arah putaran mesin, mengoperasikan eretan memanjang/lintang secara manual/ otomatis, dan mengatur feeding dan arah pemakanan mesin untuk keperluan pembubutan rata dan ulir secara

otomatis. Berikut urian prosedur pengoperasian mesin bubut, dengan mengambil salah satu contoh jenis mesin bubut standar produk dari pabrikan tertentu.

a. Menghidupkan dan mematikan sumber arus listrik (*Power supply*) mesin

Pada setiap mesin yang ada motor penggeraknya, selalu dilengkapi dengan panel kelistrikan yang dipasang switch on-off yang berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan sumber arus listrik.

Menghidupkan sumber arus listrik (*power supply*) pada switch on-off mesin bubut, merupakan kegiatan paling awal yang dilakukan sebelum mengopersikan mesin bubut. Karena dengan menghidupkan sumber utama listrik, berarti motor penggerak mesin siap untuk dioperasikan.

Sedangkan untuk mematikan sumber utama listrik (*power supply*) pada switch on-off mesin bubut, merupakan kegiatan paling akhir yang dilakukan setelah mengoperasikan mesin bubut. Karena dengan mematikan sumber arus listrik, berarti motor penggerak mesin tidak ada lagi sumber arus listrik sehingga aman dari hal-hal yang tidak diinginkan.

Posisi/ letak switch on-off pada mesin bubut, masing-masing pabrikan dapat ber-beda-beda. Namun yang pasti ditempatkan pada tempat yang parktis dan aman.

b. Menghidupkan dan Mematikan Mesin

Menghidupkan mesin, adalah kegiatan menghidupkan motor penggerak mesin untuk memutar spindel utama mesin bubut/ benda kerja, agar terjadi pemo-tongan pada proses pembubutan. Sedangkan mematikan mesin, adalah kegiatan mematikan motor penggerak mesin untuk menghentikan spindel utama mesin bubut/ benda kerja, jika proses pembubutan sudah selesai.

Untuk melakukan kegiatan menghidupkan dan mematikan mesin bubut, dapat dilakukan dengan menggunakan tuas/ handel atau tombol yaitu tergantung dari jenis mesin bubutnya. Jika menggunakan tuas/ handel, dalam menghidupkan cara menaikkan dan mematikan yaitu dengan cara menurunkan handel/tuas. Sedang-kan jika menggunakan tombol on-off

cukup hanya menekan tombolnya saja, yang pada umumnya jika tombol berwarna hijau untuk menghidupkan mesin dan tombol berwarna merah untuk mematikan mesin. Contoh posisi handel/ tuas on-off mesin bubut standar, dapat dilihat pada (Gambar 110)

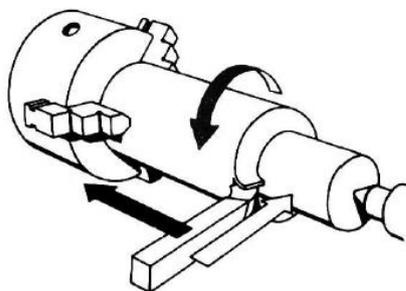


Gambar 110 Contoh Posisi Handel/Tuas On-Off Mesin Bubut Standar

Dalam mengoperasikan mesin bubut terdapat beberapa hal yang harus dikuasai oleh seorang operator, antara lain:

c. Cara Kerja Mesin Bubut

Mesin bubut menggunakan prinsip gerak putar untuk mengerjakan benda kerja yang sedang dikerjakan, benda kerja ini dijepit oleh cekam dan terhubung dengan spindel utama, sedangkan pahat bergerak memotong sepanjang benda kerja.



Gambar 111 Gerakan pada Proses Pembubutan

Gerakan pemakanan pada mesin bubut dapat dilakukan dengan tiga gerakan yaitu:

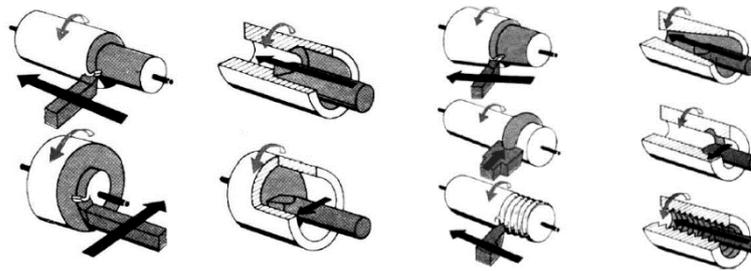
- (1) Gerakan dengan eretan memanjang
- (2) Gerakan dengan eretan melintang
- (3) Gerakan dengan eretan atas

Prinsip kerja mesin bubut adalah:

1. Benda kerja berputar pada sumbunya
2. Gerakan pahat bubut:
 - Pahat bubut bergerak sejajar sumbu utama disebut pembubutan memanjang
 - Pahat bubut bergerak tegak lurus terhadap sumbu utama disebut pembubutan muka
 - Pahat bubut bergerak bersudut terhadap sumbu utama disebut pembubutan konis atau pembubutan tirus.

Bentuk dasar benda kerja yang dapat dikerjakan dengan mesin bubut antara lain:

- | | |
|----------------------------------|------------------------|
| 1. Bentuk poros/lubang silindris | 5. Bentuk bulat/profil |
| 2. Bentuk permukaan rata | 6. Bentuk ulir luar |
| 3. Bentuk tirus/konis luar | 7. Bentuk ulir dalam |
| 4. Bentuk tirus/konis dalam | 8. Bentuk alur dalam |



Gambar 112 Bentuk Dasar Pembubutan

d. Persiapan Kerja Mesin Bubut

Sebelum melakukan pembubutan operator harus menyiapkan peralatan kesela-matan kerja dan melakukan penyetingan terhadap mesin. Adapun setting atau pengaturan pada mesin bubut meliputi:

- 1) Kecepatan putaran mesin
- 2) Posisi kepala lepas harus satu sumbu dengan cekam (sebagai titik nol mesin). Pemasangan tinggi mata pahat, dimana tinggi mata pahat harus sama dengan tinggi sumbu benda kerja.

2. Pengoperasian Mesin Frais

a. Langkah-langkah pengoperasian mesin frais

Pengoperasian mesin frais pada dasarnya sama dengan pengoperasian mesin perkakas lainnya. Mesin frais digunakan untuk membuat benda-benda kerja dengan berbagai bentuk tertentu dengan penyayatan. Dalam pengoperasian mesin frais diperlukan langkah-langkah sistematis yang perlu dipertimbangkan sebelum mengoperasikan mesin frais. Langkah-langkah tersebut antara lain:

- 1) Mempelajari gambar kerja untuk menentukan langkah kerja yang efektif dan efisien.
- 2) Menentukan karakteristik bahan, untuk menentukan jenis pisau frais dan media pendingin yang akan digunakan
- 3) Menetapkan kualitas hasil penyayatan yang diinginkan
- 4) Menentukan geometri pisau frais
- 5) Menentukan alat bantu yang dibutuhkan

- 6) Menentukan roda gigi pengganti apabila dikehendaki adanya pengerjaan khusus
- 7) Menentukan parameter-parameter pemotongan yang berpengaruh dalam proses pengerjaan (kecepatan potong, kecepatan sayat, kedalaman pema-kanan, waktu pemotongan dan lain-lain)

Untuk melaksanakan langkah-langkah di atas, terlebih dahulu harus dapat menghidupkan mesin. Setiap mesin mempunyai bagian sendiri-sendiri yang digunakan untuk menghidupkan mesin. Untuk menghidupkan mesin harus meng-aktifkan saklar aliran listrik, kemudian menekan swit “on” untuk mengalirkan arus listrik, sedangkan untuk memutuskan atau mematikan mesin cukup menekan swit “off” maka putaran mesin akan berhenti.

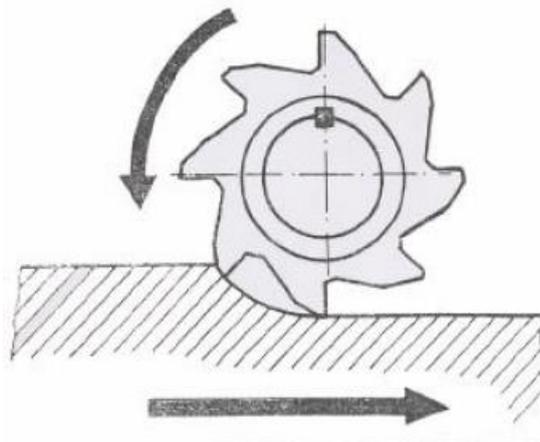
b. Metode pemotongan

Ada tiga metode pemotongan pada kerja mesin frais, yaitu:

- 1) Metode pemotongan searah jarum jam

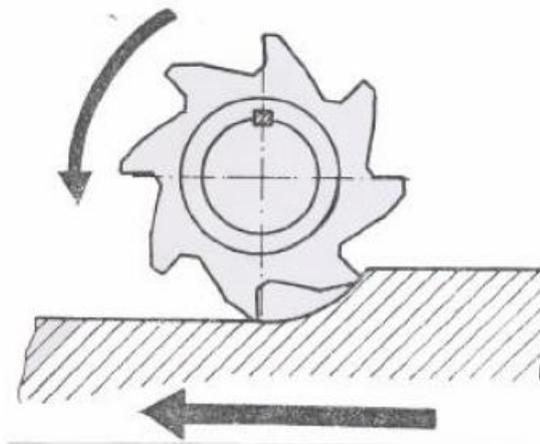
Yaitu pemotongan yang datangnya benda kerja seiring dengan putaran sisi potong pisau frais.

Pada pemotongan ini hasilnya kurang baik karena meja (benda kerja) cenderung tertarik oleh pisau frais.



Gambar 113 Pemotongan Searah Jarum Jam

- 2) Metode pemotongan berlawanan arah jarum jam
Yaitu pemotongan yang datangnya benda kerja berlawanan dengan putaran sisi potong pisau frais.
Pada pemotongan ini hasilnya dapat maksimal karena meja (benda kerja) tidak tertarik oleh pisau frais.



Gambar 114 Pemotongan Berlawanan Arah Jarum Jam

- 3) Metode pemotongan netral
Yaitu pemotongan yang terjadi apabila lebar benda yang disayat lebih kecil dari ukuran diameter pisau frais.
Pemotongan ini hanya berlaku untuk mesin frais vertical.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP)

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 pengoperasian mesin bubut dan frais.? 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 dengan mengamati pengoperasian mesin bubut dan frais yang ada di bengkel atau gambar-gambar yang berkaitan dengan pengoperasian mesin bubut dan frais.

Aktivitas 1: Mengamati pengoperasian mesin bubut dan mesin frais (2 JP)

Lakukan pengamatan dengan seksama terhadap pengoperasian mesin bubut dan frais yang ada di bengkel, kemudian cocokkan dengan uraian materi yang telah dibaca sebelumnya

Apa yang Saudara temukan setelah mengamati pengoperasian mesin bubut dan frais tersebut atau yang Saudara temukan di sekitar lingkungan anda untuk obyek yang sejenis? Diskusikan hasil pengamatan dengan anggota kelompok Saudara dalam pengoperasian mesin bubut dan frais. Selanjutnya selesaikan **LK-01** dengan dipandu pertanyaan berikut

1. Mengapa pada proses pengoperasian mesin bubut dan frais, terlebih dahulu harus menentukan parameter-parameter yang akan digunakan?
2. Mengapa pada proses pengoperasian mesin bubut dan frais perlu memperhatikan gambar kerja?

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan, dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguat-an. Saudara dapat membaca Bahan Bacaan tentang pengoperasian mesin bubut dan frais.

Aktivitas 2: Pengoperasian mesin bubut dan mesin frais (4 JP)

Setelah Saudara mencermati pengoperasian mesin bubut dan frais pada aktivitas 1, maka pada aktivitas 2 ini Saudara akan mendiskusikan bagaimana pengoperasian mesin bubut dan frais. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang pengoperasian mesin bubut?
2. Apa yang Saudara ketahui tentang pengoperasian mesin frais?
3. Apa yang Saudara ketahui tentang menghidupkan dan mematikan mesin perkakas (mesin bubut dan frais)?
4. Bagaimana Saudara melakukan persiapan bekerja mesin bubut?
5. Bagaimana Saudara melakukan persiapan bekerja pada mesin frais?

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

Untuk memperkuat pemahaman Saudara tentang pengoperasian mesin bubut dan frais, bacalah Bahan Bacaan tentang pengoperasian mesin bubut dan frais, kemudian lakukan Tugas Praktik dengan menggunakan **LK-02.P**

E. Rangkuman

Yang dimaksud prosedur pengoperasian mesin perkakas adalah bagaimana cara pengoperasian mesin dengan menerapkan prosedur dan tata cara yang dibenarkan oleh dasar-dasar teori pendukung yang disertai penerapan kesehatan, keselamatan kerja dan lingkungan (K3L).

Pada setiap mesin yang ada motor penggerakannya, selalu dilengkapi dengan panel kelistrikan yang dipasang switch on-off yang berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan sumber arus listrik.

Menghidupkan mesin, adalah kegiatan menghidupkan motor penggerak mesin untuk memutar spindel utama mesin/benda kerja, agar terjadi pemotongan pada proses pembubutan atau pengefraisan. Sedangkan mematikan mesin, adalah kegiatan memati-kan motor penggerak mesin untuk menghentikan spindel utama mesin/benda kerja, jika proses pemotongan sudah selesai.

Pengoperasian mesin frais pada dasarnya sama dengan pengoperasian mesin perkakas lainnya. Mesin frais digunakan untuk membuat benda-benda kerja dengan berbagai bentuk tertentu dengan penyayatan. Dalam pengoperasian

mesin frais diperlukan langkah-langkah sistematis yang perlu dipertimbangkan sebelum mengoperasikan mesin frais. Langkah-langkah tersebut antara lain:

- Mempelajari gambar kerja untuk menentukan langkah kerja yang efektif dan efisien.
- Menentukan karakteristik bahan, untuk menentukan jenis pisau frais dan media pendingin yang akan digunakan.
- Menetapkan kualitas hasil penyayatan yang diinginkan.
- Menentukan geometri pisau frais.
- Menentukan alat bantu yang dibutuhkan.
- Menentukan roda gigi pengganti apabila dikehendaki adanya pengerjaan khusus.
- Menentukan parameter-parameter pemotongan yang berpengaruh dalam proses pengerjaan (kecepatan potong, kecepatan sayat, kedalaman pemakanan, waktu pemotongan dan lain-lain).

F. Test Formatif

1. Apa yang dimaksud prosedur pengoperasian mesin perkakas?
2. Apa yang dimaksud menghidupkan mesin?
3. Apa yang dimaksud mematikan mesin?
4. Sebutkan empat langkah sebelum pengoperasian mesin frais!

G. Kunci Jawaban

1. Yang dimaksud prosedur pengoperasian mesin perkakas adalah bagaimana cara pengoperasian mesin dengan menerapkan prosedur dan tata cara yang dibenarkan oleh dasar-dasar teori pendukung yang disertai penerapan kesehatan, keselamatan kerja dan lingkungan (K3L).
2. Adalah kegiatan menghidupkan motor penggerak mesin untuk memutar spindel utama mesin/benda kerja, agar terjadi pemotongan pada proses pemotongan
3. Mematikan mesin, adalah kegiatan mematikan motor penggerak mesin untuk meng-hentikan spindel utama mesin/benda kerja, jika proses pemotongan sudah selesai.

4. Mempelajari gambar kerja, menentukan karakteristik bahan, menentukan geometri pisau frais, menentukan parameter-parameter pemotongan

H. Lembar Kerja KB-8

LK - 00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran materi pengoperasian mesin bubut dan frais? 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 pada proses pengoperasian mesin bubut dan frais, terlebih dahulu harus menentukan parameter-parameter yang akan digunakan?

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

2. Mengapa pada proses pengoperasian mesin bubut dan frais perlu memperhatikan gambar kerja?

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

LK – 02

1. Apa yang Saudara ketahui tentang pengoperasian mesin bubut?

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

2. Apa yang Saudara ketahui tentang pengoperasian mesin frais?

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

3. Apa yang Saudara ketahui tentang menghidupkan dan mematikan mesin perkakas (mesin bubut dan frais)?

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

4. Bagaimana Saudara melakukan persiapan bekerja pada mesin bubut?

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

5. Bagaimana Saudara melakukan persiapan bekerja pada mesin frais?

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

LK – 02.P

TUGAS PRAKTIK:

Pengoperasian mesin bubut dan mesin frais

Dengan menyelesaikan LK-02 saudara telah memahami tentang pengoperasian mesin bubut dan frais. Untuk keperluan latihan pengoperasian mesin bubut dan mesin frais Saudara kerjakan tugas sesuai petunjuk berikut:

Tugas:

Pengoperasian mesin bubut

1. Siapkan peralatan dan perlengkapan yang akan digunakan
2. Cek kondisi/kesiapan mesin
3. Masukkan sumber utama arus
4. Atur putaran spindel yang akan digunakan (ditentukan melalui perhitungan atau tabel)
5. Pasang senter putar pada kepala lepas
6. Pasang pahat dengan ujung sayat pahat setinggi senter

7. Pasang cekam/benda kerja
8. Dekatkan pahat pada ujung benda kerja yang akan disayat
9. Hidupkan mesin dengan tombol/saklar pengendali dan lakukan penyayatan

Pengoperasian mesin frais

Lakukan pengoperasian mesin frais sesuai prosedur yang telah Saudara pelajari!

KEGIATAN BELAJAR KB-9: PEMBUATAN ETIKET GAMBAR DENGAN CAD 2D

A. Tujuan

Setelah mempelajari materi yang ada pada modul ini, dengan melalui mengamati, me-nanya, pengumpulan data, mengasosiasi dan mengkomunikasikan, peserta diklat dapat:

1. Menggunakan fungsi perintah untuk membuat etiket gambar dengan benar sesuai tuntutan gambar
2. Membuat etiket gambar sesuai dengan standar dan tuntutan gambar

B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

1. Menggunakan fungsi perintah untuk membuat etiket gambar
2. Membuat etiket gambar sesuai dengan standar

C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1:

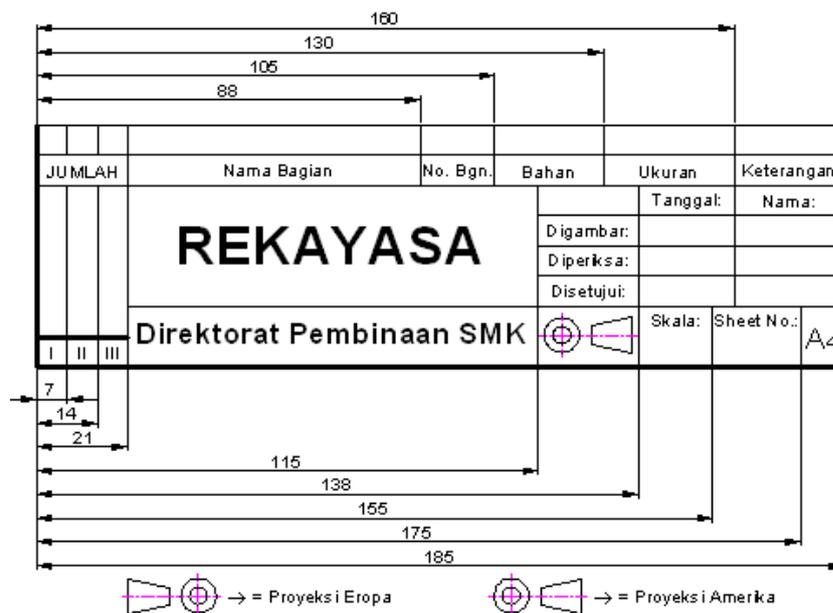
Etiket Gambar

Gambar Kerja adalah satu set lengkap gambar terstandarisasi yang menentukan kualitas manufaktur dan perakitan dari suatu produk berbasis desain. Tingkat kerumitan gambar menentukan jumlah dan tipe gambar yang akan diproduksi. Gambar kerja bisa saja lebih dari satu lembar yang dilengkapi dengan instruksi-instruksi tertulis yang disebut dengan spesifikasi.

Jadi, gambar kerja adalah cetakbiru (blueprint) yang digunakan untuk tujuan produksi. Oleh karena itu, satu set gambar haruslah (a) menguraikan bagian-bagian secara lengkap, (b) menunjukkan bagian (part) dalam susunan (*Assembly*), (c) mengidentifikasi semua bagian, dan (d) menentukan bagian-bagian standar. Informasi grafik dan teks harus cukup lengkap dan akurat disampaikan kepada jajaran produksi dan perakitan, tanpa sesuatu kesalahan.

Di dalam dunia teknik penggunaan *software*, yang difungsikan untuk mempermudah suatu desain penggambaran sangatlah bervariasi. Orang teknik

tidak asing dengan program klasik seperti AutoCAD. Khusus mengenai etiket, pengguna perangkat lunak memilih jenis etiket yang telah disediakan oleh pembuat (Autodesk), baik menurut sistem ISO, JIS, dan lain sebagainya. Namun demikian, untuk menambah pemahaman tentang fungsi etiket itu sendiri, juga harus dapat membuatnya sesuai dengan format yang digunakan di industri, sebagai contoh, lihat Gambar 115.

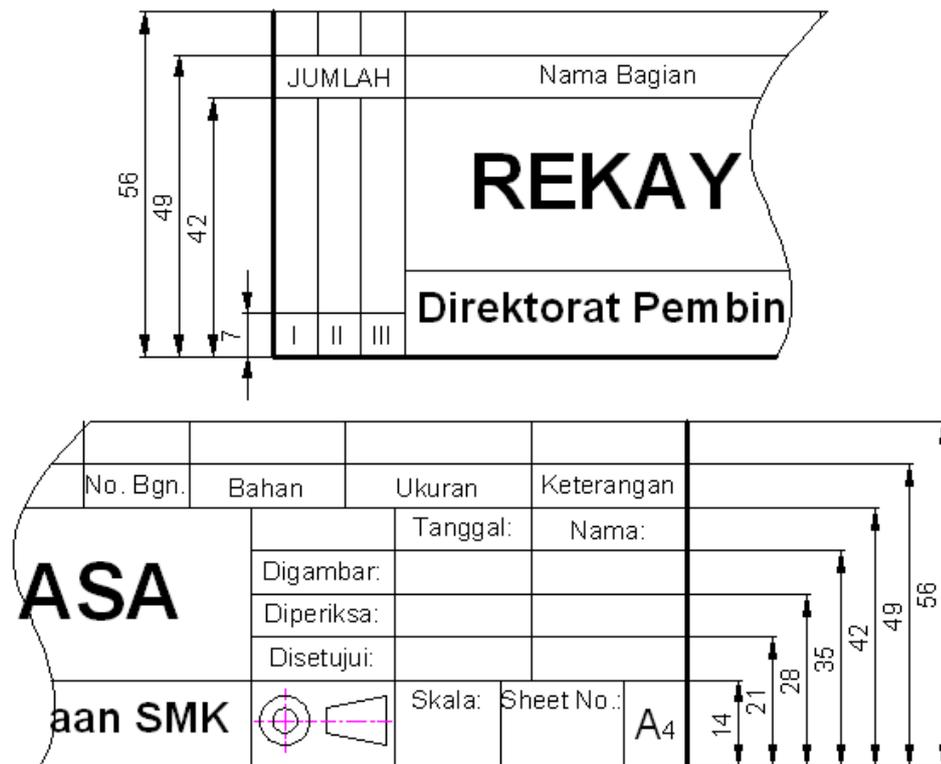


Gambar 115 Contoh Etiket Gambar dan Ukuran Arah Mendatar

Setiap gambar kerja harus selalu mempunyai Etiket, sebagai pencantuman, antara lain:

- Nama penggambar;
- Nama gambar
- Nama Instansi, Departemen, Lembaga atau Institusi penggambar,
- Nama bagian, nomor bagian, ukuran, jumlah bagian,
- Nomor Gambar,
- Tanggal penggambaran, Pemeriksaan, dan Persetujuan berikut dengan Nama.
- Ukuran Kertas Gambar,
- Skala Gambar,

- Proyeksi yang dipakai,
- Satuan Ukuran yang digunakan,
- Bahan, dan
- Data lain yang diperlukan sebagai kelengkapan Gambar.



Gambar 116 Contoh Etiket Gambar dan Ukuran Arah Tegak

Ada dua bidang ruang gambar dalam sebuah gambar AutoCAD, yaitu Ruang Model (*Model Space*) dan Ruang *LAYOUT/Kertas (LAYOUT/Paper Space)* Sebelum membuat etiket, hal yang penting dimengerti adalah terminologi yang digunakan dalam mendiskusikan *model space*, *paper space*, *layouts*, dan *plotting* (pencetakan). Oleh karena itu, pada kegiatan belajar ini akan disajikan tinjauan singkat dari perintah-perintah dan fungsi-fungsi untuk meningkatkan pemahaman tentang menata ruang gambar dan mencetak gambar.

Model space: *Model space* ini adalah lingkungan penggambaran di mana suatu obyek dapat dibangun/digambar. Model space akan aktif bila Model Tab dipilih.

Paper space: *Paper space* adalah lingkungan gambar yang digunakan untuk membuat *layout* cetak gambar yang digunakan sebagai pengaturan beberapa obyek (seperti viewport mengambang, etiket dan keterangan atau catatan tambahan pada halaman yang akan dicetak. *Paper space* akan aktif ketika *layout tab* dipilih.

Layouts: *Layout* adalah cara penempatan gambar pada *paper space*. Suatu *layout* dapat berisi blok judul (etiket), satu atau lebih viewports, dan keterangan tambahan. Setiap gambar mempunyai *layouts* majemuk dan masing-masing *layout* ditunjukkan sebagai suatu tab (tabulator) sepanjang bagian bawah daerah gambar. Masing-masing *layout* bisa dengan *page setup* dan *plotting setting* yang berbeda.

Page setups: *Page setups* adalah cara di mana gambar ditayangkan pada selembar kertas kerja yang ditetapkan di dalam *page setup*, dari peralatan cetak hingga penskalaan. Pengaturan ini dapat disimpan dalam file gambar yang dapat dipanggil ulang setiap kali gambar akan dicetak.

Layout Settings: *Pengaturan yang dilakukan melalui kotak dialog Page Setup*, termasuk ukuran kertas, satuan gambar, orientasi kertas, bidang pencetakan, skala cetak, *offset* cetak, dan opsi pencetakan.

Plotter Window: *Jendela pencetakan memperbolehkan Anda untuk menambah, meng-hapus, mengkonfigurasi, dan mengkonfigurasi ulang plotter. Plotter Window dapat dimasuki melalui pemilihan Plotter Manager... dari menu tarik gulung File.* Jika peralatan telah selesai dikonfigurasi, pengaturan akan tersimpan dalam file PC3.

Plot Styles: *Plot Style* berisi pengaturan yang dapat diaplikasikan terhadap obyek ketika akan dicetak. *Color-dependent plot style* diaplikasikan terhadap semua obyek dengan warna khusus, sementara *named-plot style* ditetapkan pada suatu obyek atau layer.

Plot Style Tables: *Plot Style Tabel* merupakan kumpulan dari *plot styles*. Ada dua jenis *plot style tables*: *color-dependent style* dan *named-dependent style*. *Plot-style table* hanya dapat memuat model cetak dari suatu mode *plot style* tunggal. **Model tab** dan masing-masing *layout* bisa menyatukan *plot-style table*

tersendiri. Hanya plot style yang disatukan (*attached*) pada plot style table yang digunakan melalui tabulator.

Plot style Window: Melalui jendela *plot style*, Anda dapat mengatur semua file *plot style table*. Melalui jendela ini, Anda dapat membuka dan mengedit plot styles yang terdapat di dalam plot style tabel, atau membuat plot style table yang baru.

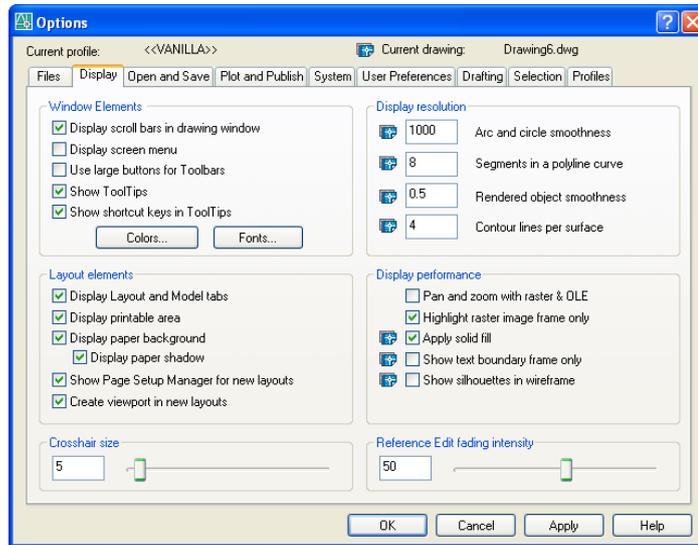
Plot Setting: Pengaturan ini dilakukan melalui kotak dialog **Plot** termasuk semua hal yang sama yang terdapat di dalam kotak dialog **Page Setup**. Melalui pengaturan ini, komputer dapat mengontrol bagaimana gambar dapat dicetak di atas kertas. Walaupun hal ini kelihatannya seperti langkah proses penggambaran terakhir, pengaturan pencetakan ini dapat dilakukan di awal, lalu disimpan untuk digunakan kembali.

Batch Plotting: Jika file gambar telah dirancang melalui *layout*, *page setup*, dan parameter pencetakan, file tersebut dapat digrupkan di dalam file daftar *batch* (*batch list*) menggunakan **Batch Plot Utility**. Dan disimpan dengan ekstensi.BP3.

1. Bekerja Dalam Layout Tab

Suatu layout terdiri dari beberapa jenis obyek, seperti viewports mengambang, blok judul, dan catatan. Merakit semua item tersebut di dalam suatu layout memungkinkan dapat melihat dengan tepat obyek yang akan dicetak.

Beberapa pengaturan yang mempengaruhi tampilan *layout* termuat dalam bidang elemen *layout* dari **Display tab** yang terdapat dalam kotak dialog **Options...** dalam menu tarik gulung **Tools**, atau dengan mengetikkan **Options** dan **Enter** pada baris perintah: prompt. lihat Gambar 117. Gunakan pengaturan bawaan (**default**) sampai Anda betul-betul memahaminya dengan baik.

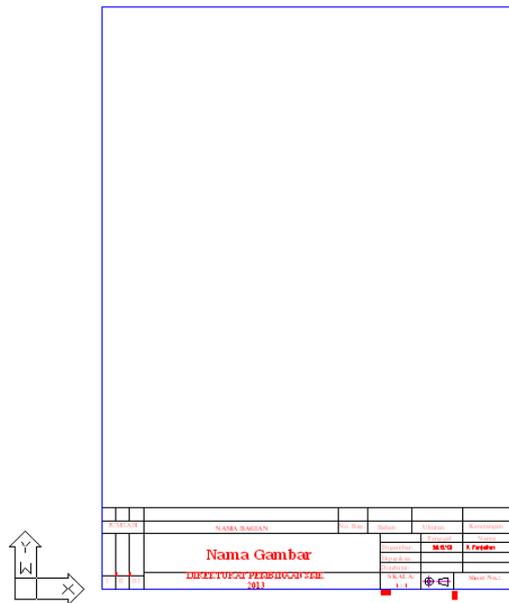


Gambar 117 Kotak Dialog *Options*

2. Menyisipkan Gambar ke dalam Layout Blok Judul (Etiket)

Pada umumnya *layout* berisi suatu blok judul. Blok judul biasanya tersimpan di dalam suatu *template file* yang dapat disisipkan sebagai suatu blok ketika diperlukan. Suatu blok adalah suatu obyek tunggal yang merupakan sekumpulan dari kelipatan obyek-obyek tunggal.

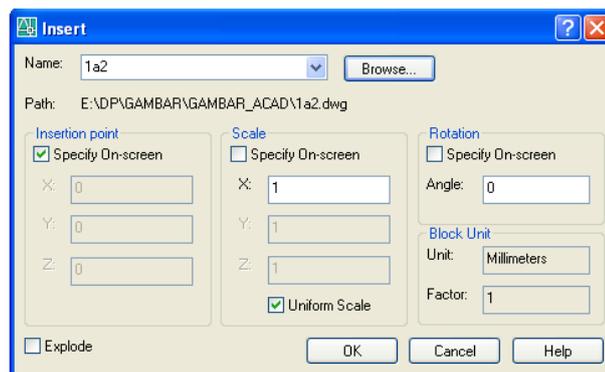
Blok judul dapat juga dibuat dalam ruang model (*model tab*), lalu di simpan sebagai file *template* untuk layout. Selanjutnya, format *layout* ini dapat dipanggil dan gambar kerja yang dibuat disisipkan ke dalamnya. Di samping itu, Anda juga dapat memulai suatu gambar berdasarkan template, dan layout dengan blok judul sudah disiapkan, lihat Gambar 118. Simpanlah *Layout* blok judul dengan nama "A4_P".



Gambar 118 Layout Etiket Gambar Dibuat Dalam Ruang Model

Setelah blok judul selesai dibuat, sisipkan gambar kerja ke dalam *layout* seperti Gambar 119 dengan menggunakan perintah *Insert*.

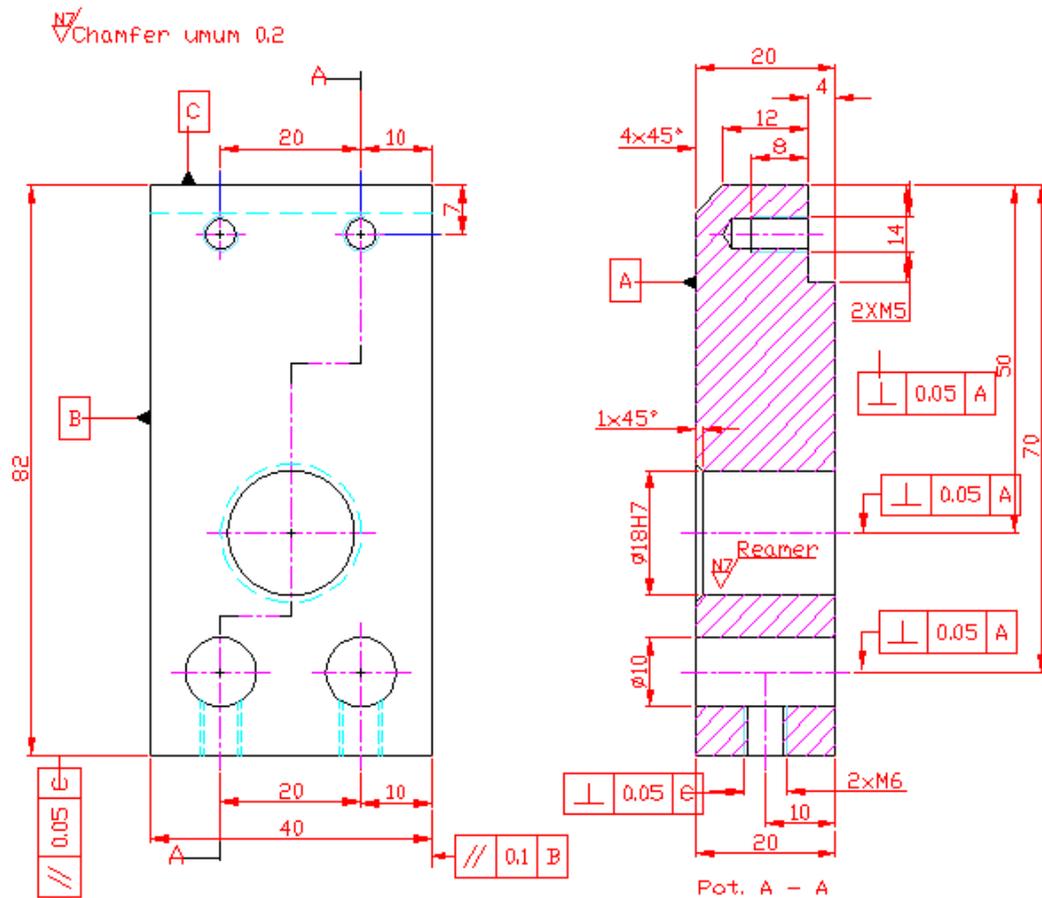
Untuk menyisipkan gambar, pilih **Block...** dari menu tarik gulung **Insert** untuk masuk ke kotak dialog *Insert*, Gambar 10.5. Klik tombol **Browse...** lalu pilih gambar kerja yang akan disisipkan.



Gambar 119 Kotak Dialog *Insert*

Melalui kotak dialog *Insert* ini, gambar yang akan disisipkan dapat diskala sesuai dengan kebutuhan. Bila skalanya sama untuk semua sumbu, klik kotak isian "*uniform scale*", lalu masukkan nilai skala pada baris alamat X,

lihat Gambar 119. Bila nama file gambar telah ditemukan melalui "Browse", klik tombol OK.



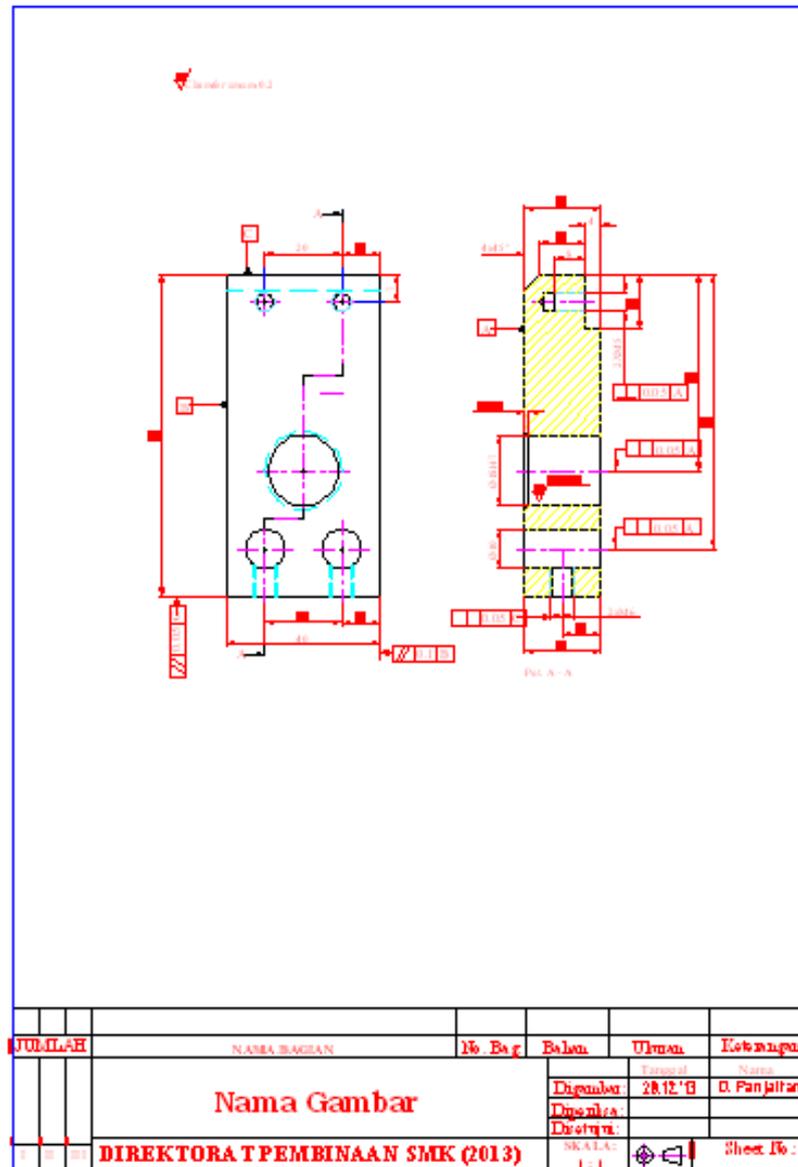
Gambar 120 Gambar Kerja yang Akan Disisipkan ke Layout Blok Judul

Gambar kerja seperti yang terlihat pada Gambar 10.6 akan disimpan dengan nama file misalnya "1a2.dwg"

Tahap berikutnya adalah dengan memanggil *file layout* dengan blok judul "a4_P". Selanjutnya kita akan menggunakan *Block... Insert* seperti disebut di atas untuk menyisipkan Gambar kerja "1a2.dwg" ke dalam *layout* "A4_P".

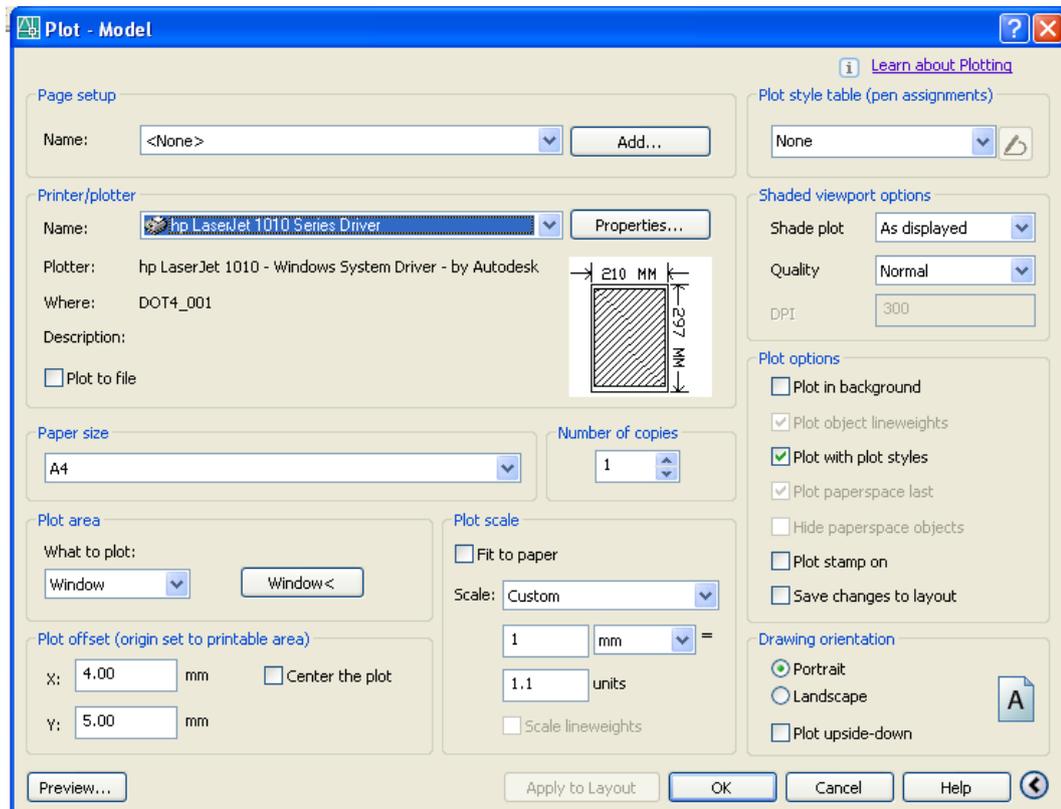
Perintah **Insert** juga dapat dilakukan dengan mengetikkan **Insert** pada baris perintah: *prompt*.

Command: Insert ↵, akan tertayang seperti terlihat pada Gambar 121



Gambar 121 Gambar Kerja dengan Blok Judul (Etiket)

Sekarang Anda dapat melakukan pencetakan, yakni dengan menggunakan perintah "Plot". Ketikkan kata *Plot* pada baris perintah: *prompt*, lalu tetapkan dengan *Enter*, atau dengan menekan tombol **CTRL + P** secara bersamaan akan tertayang kotak dialog seperti Gambar 122.



Gambar 122 Kotak Dialog Plot – Model

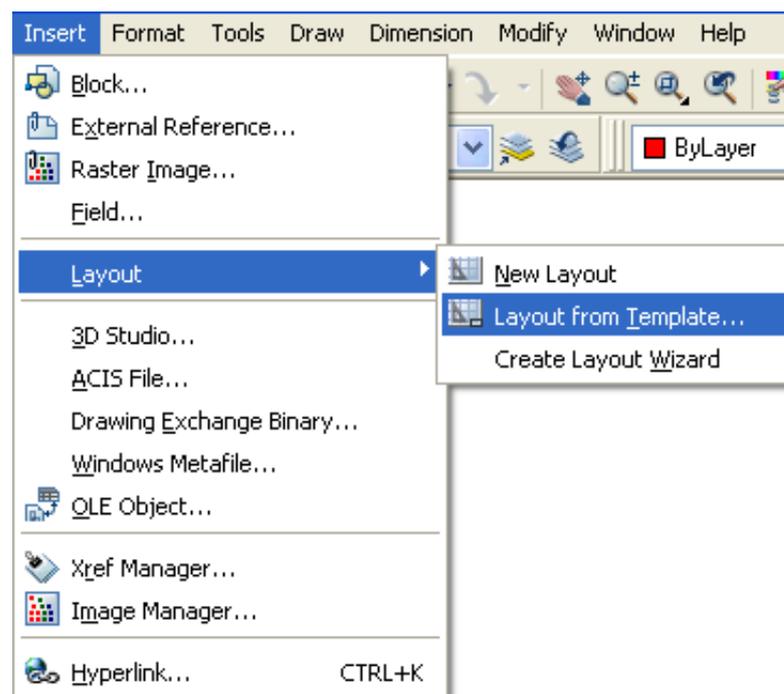
Melalui kotak dialog ini, pilih jenis *Printer/Plotter* yang akan digunakan, Ukuran kertas yang akan digunakan, lalu untuk *Plot Area*, gunakan *Window*, lihat gambar 10.8. Setelah pemilihan "*Window*" ini, komputer akan masuk ke ruang model (*Model Tab*). Klik sisi kiri atas yang mau dicetak, geserkan kursor ke kanan bawah, sehingga semua bagian gambar dan blok judul yang akan dicetak masuk dalam ruang Jendela ("*Window*"). Klik tombol radio *Preview* untuk melihat apakah gambar yang akan dicetak sudah terposisi dengan baik, bila belum, atur nilai koordinat X dan Y sedemikian rupa yang terdapat pada sisi kanan bawah kotak dialog *Plot – model*. Bila sudah sesuai, tekan tombol Batang *Spasi*, lalu lakukan pencetakan dengan menekan tombol **OK**.

Di samping Anda melakukan pencetakan dari ruang Model (***Model tab***), juga dapat dilakukan dari ruang kertas (*layout tabs*). Prosedur yang umum untuk

kedua hal tersebut adalah sama. Berikut ini adalah beberapa tahapan yang harus anda lakukan:

- a. Menggambar obyek dalam *tab Model* (ruang model);
- b. Mengkonfigurasi peralatan cetak jika belum
- c. Mengaktifkan kotak dialog *Page Setup* atau *Plot* dan menentukan nilai-nilai *setting* alat cetak. Masing-masing tab (*Model* dan *layout*) bisa memiliki *setting* tersendiri, sehingga setiap *layout* dapat menghasilkan cetakan yang berbeda.
- d. Cetak gambar.

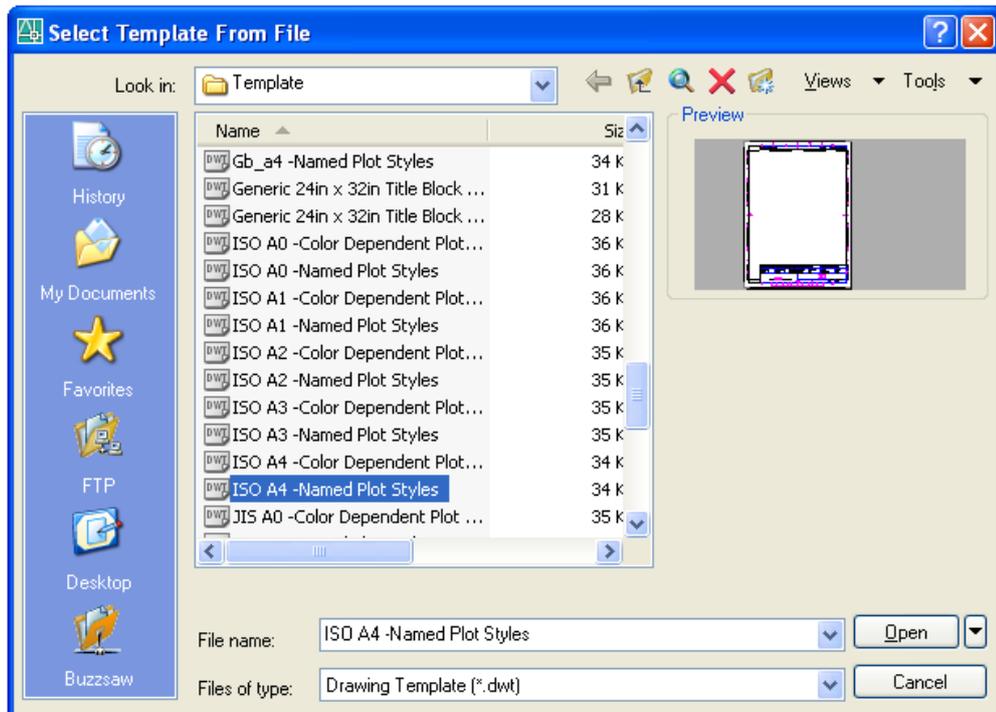
Untuk memanggil *layout* yang ada, Klik *Insert* yang terdapat pada menu tarik gulung, di sana terdapat *layout*, kemudian salah satu subnya *Layout* adalah "*Layout from template*" dan akan tertayang seperti terlihat pada Gambar 123.



Gambar 123 Menu Insert

Setelah mengklik "*layout from template*" ini, akan tertayang kotak dialog "*Select Template from File*" lihat Gambar 124 Selanjutnya Anda tinggal memilih jenis *layout* yang Anda inginkan sesuai dengan jenis dan kapasitas

printer/plotter yang akan Anda gunakan. Bila sudah klik tombol radio “Open” dan sekarang Anda sudah mempunyai *layout* ”ISO A4”.



Gambar 124 Kotak Dialog “Select Template From File”

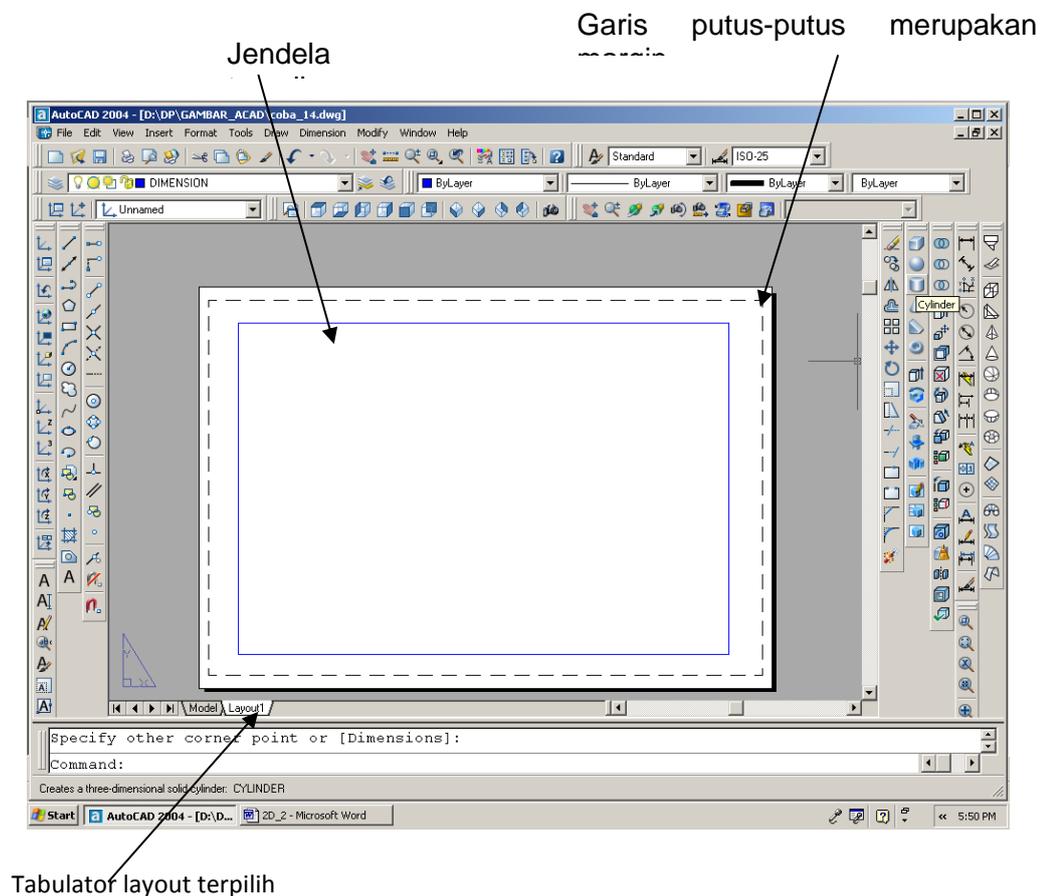
Klik *layout* bernama ISO A4 (*Portrait*) yang terdapat pada *layout tab*. Gambar kerja yang Anda gambar pada ruang model sudah ada di dalam *layout*. Bila terlalu besar atau terlalu kecil, bawa kursor ke ruang *layout*, lalu klik ganda, sekarang Anda bisa memperkecil atau memperbesar tampilan gambar pada ruang *layout*. Selanjutnya Anda dapat melakukan pencetakan.

3. Penataan Rancangan (Layout Setting)

Layout adalah tata letak gambar pada kertas gambar. *Layout* menunjukkan penempatan obyek pada lembaran kertas untuk tujuan pencetakan. *Layout* bisa meliputi blok judul, jendela tampilan (*viewport*), catatan tambahan atau anotasi.

Suatu gambar tunggal dapat mempunyai *layout* majemuk. *Layout-layout* tersebut dapat diberi nama dan ditampilkan sebagai tabulator sepanjang

bagian bawah daerah gambar, lihat Gambar 125. Masing-masing *tabulator layout* menampilkan konfi-gurasi ruang kertas yang berbeda.



Gambar 125 Tampilan *Layout* Apabila Tabulator *Layout* Dipilih

4. Pengaturan *Layout* (Managing *Layout*)

Perintah **LAYOUT** digunakan untuk mengatur *layout*. Untuk mengaktifkan perintah ini, ketikkan **LO** atau **LAYOUT** pada baris perintah (*Command: Prompt*).

Command: LO atau LAYOUT ↵

Enter layout option [Copy/Delete/New/Template/Rename/SAveas/Set/?]
<set>:

Anda diminta untuk memilih opsi perintah **LAYOUT**. Beberapa opsi tersebut juga tersedia dalam toolbar **Layouts** atau menu *cascading Layout* dari menu *pull-down Insert*, lihat Gambar 10.11, atau juga dapat ditampilkan dengan mengklik tombol kanan mouse pada tabulator *layout*.

5. Etiket gambar susunan dan gambar detail

Pada umumnya, suatu gambar kerja untuk gambar susunan dikatakan komplit (lengkap) adalah jika mengandung unsur berikut:

- gambar detail (rinci) dari komponen non-standar,
- Suatu gambar susunan harus menunjukkan semua komponen standar maupun non-standar dalam bentuk gambar tunggal.
- Adanya daftar nama komponen, nomor bagian, dan lainnya
- Etiket atau blok judul. (Gambar 126)

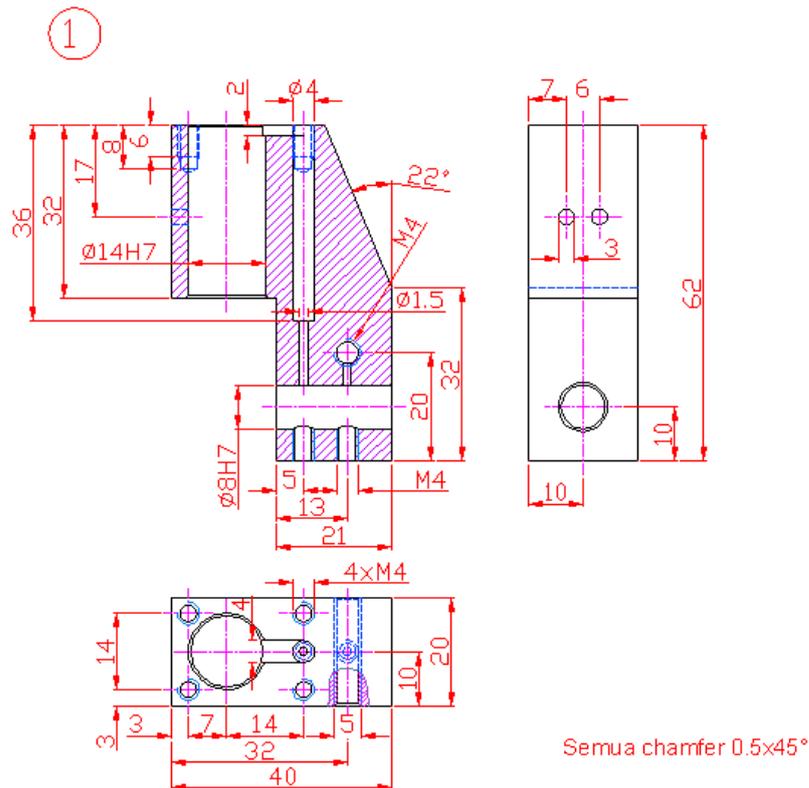
		1	Roda Gigi Z2	2			
		1	Roda Gigi Z1	1			
<i>Jumlah</i>		<i>Nama Bagian</i>		<i>No. Bag</i>	<i>Bahan</i>	<i>Ukuran</i>	<i>Keterangan</i>
<i>III</i>	<i>II</i>	<i>I</i>	<i>Perubahan:</i>		<i>Pengganti dari:</i>		
					<i>Diganti dengan:</i>		
			RODA GIGI LURUS	<i>Skala 1: 1</i>	<i>Digambar</i>	5.12.15	<i>Darso</i>
					<i>Diperiksa</i>	6.12.15	<i>Panjaitan</i>
					<i>Disetujui</i>		
					<i>Dilihat</i>		
			DIREKTORAT PSMK	A4 - 001	TGM - 14		

Gambar 126 Etiket Blok Judul

a. Gambar Detail

Gambar detail adalah suatu gambar yang dilengkapi dengan ukuran, dengan beberapa tampak untuk masing-masing komponen, yang menjelaskan bentuk, ukuran, bahan dan jenis pengerjaan yang diperlukan untuk gambar tersebut, lihat Gambar 127. Biasanya gambar detail dihasilkan dari sketsa atau pengembangan dari model 3-dimensi.

Komponen standar yang tidak harus digambar sebagai detil karena biasanya komponen-komponen tersebut tidak diproduksi tetapi dapat dibeli langsung, seperti baut, mur, bantalan, tetapi harus terlihat pada gambar susunan.



Gambar 127 Etiket Gambar Detail

Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
1	Blok Silinder	1	Alumunium	45x65	
III	II	I	Perubahan:		
			Pengganti dari: Diganti dengan:		
	SISTEM PNEUMATIK	Skala 1: 1	Digambar	5.12.15	Darso
			Diperiksa	6.12.15	Panjaitan
			Disetujui		
			Dilihat		
	DIREKTORAT PSMK	A4 - 001	TGM - 14		

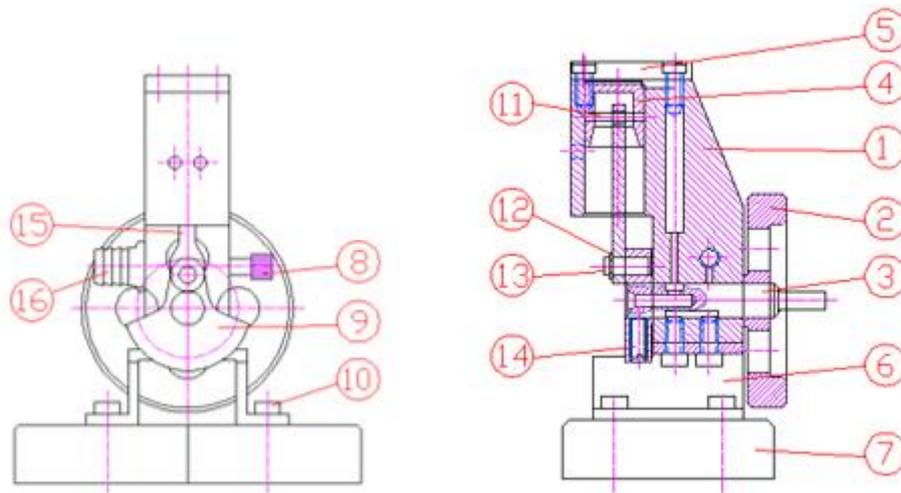
b. Gambar Susunan

Suatu gambar susunan menunjukkan bagaimana masing-masing komponen dari suatu rancangan dipasangkan menyatu. Jika gambar rancangan hanya bagian-bagian dari total susunan, itu disebut dengan gambar *sub-assembly*. Gambar susunan biasanya terdiri dari:

- 1) Semua komponen, di gambar dalam posisi operasi.
- 2) Suatu daftar komponen di tempatkan di bagian bawah kertas gambar, di sebelah kiri blok judul., menunjukkan nomor detail masing-masing kompo-nen, jumlah yang diperlukan untuk gambar susunan tunggal, uraian atau nama komponen, nomor katalog, dan nomor komponen perusahaan khusus untuk kertas ukuran A4, daftar komponen dapat ditempatkan di atas etiket gambar, lihat gambar 128.
- 3) Garis *Leader* dengan **balloon**, menunjukkan masing-masing komponen seba-gai nomor detil, berurutan dan disesuaikan pada daftar komponen.
- 4) Pemesinan dan operasi perakitan dan ukuran-ukuran kritis merupakan fungsi-fungsi yang sangat berkaitan satu dengan lainnya.

Ukuran tidak ditunjukkan dalam gambar susunan, kecuali perlu untuk mem-berikan ukuran menyeluruh atau untuk membantu operasi pemesinan untuk tujuan *assembly*. Di samping itu, garis tersembunyi (*hidden lines*) tidak diper-kenankan dalam gambar susunan, kecuali untuk tujuan perakitan.

Dengan CAD-2D, gambar susunan piktorial dapat dilakukan dengan menggunakan teknik tradisional. Suatu model CAD-3D juga dapat digunakan untuk membuat gambar susunan piktorial dengan menempatkan masing-masing komponen dalam tampak piktorial. Garis sumbu dan daftar bagian ditambahkan untuk melengkapi gambar. Oleh karena itu, pembahasan lebih mendalam tentang Gambar Susunan akan diulas lagi dalam menggambar teknik 3D dengan CAD pada modul yang lain. Sementara pada kegiatan belajar ini, akan disajikan metoda tradisional.



Gambar 128 Etiket Gambar Susunan

Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
1	Blok Silinder	1	Alumunium	45x65	
III	II	I	Perubahan:		
			Pengganti dari: Diganti dengan:		
	SISTEM PNEUMATIK	Skala 1: 1	Digambar	5.12.15	Darso
			Diperiksa	6.12.15	Panjaitan
			Disetujui		
			Dilihat		
	DIREKTORAT PSMK	A4 - 001			TGM - 14

c. Nomor Komponen (Part)

Setiap bagian di dalam gambar susunan diperlukan nomor bagian (komponen) merupakan satu seri kode yang dapat mencerminkan sesuatu pabrik, ada juga dengan kode yang lebih rumit pembuat. Namun semuanya itu dapat dilakukan dengan baik dengan menggunakan perangkat lunak *Product Data Management (PDM)*.

d. Nomor Gambar

Setiap gambar yang digunakan di industri dilengkapi dan ditandai dengan suatu nomor. Masing-masing perusahaan mengembangkan sendiri sistem

penomorannya berdasarkan beberapa kriteria, seperti nomor berurutan, kombinasi angka dan huruf, ukuran kertas, jumlah komponen dalam susunan, nomor model, fungsi dan lain sebagainya. Baik nomor komponen maupun nomor gambar biasanya menggunakan nama file CAD dan informasi kode sebagai *data base* perusahaan. Koordinasi antara gambar dan informasi elektronik memudahkan perbaikan dan pembaharuan informasi gambar.

e. Blok Judul

Blok judul digunakan mencatat semua informasi penting untuk melengkapi gambar kerja. Blok judul biasanya ditempatkan di pojok kanan bawah kertas gambar. Khusus untuk ukuran kertas A4, ditempatkan di bagian bawah kertas gambar, lihat Gambar 10.14. Blok judul lanjutan digunakan untuk lembar kerja majemuk dan tidak sedetil (serinci) judul blok pada lembar pertama. Banyak industri menggunakan format blok judul sesuai dengan bentukan mereka. Yang penting diketahui adalah bahwa blok judul harus mengandung unsur berikut:

- 1) Nama dan alamat perusahaan,
- 2) Judul gambar,
- 3) Nomor Gambar,
- 4) Nama Penggambar dan Pemeriksa, masing-masing dilengkapi dengan tanggal digambar dan diperiksa. Tanggal dicetak (*issue date*), nomor kontrak, dan lain-lain,
- 5) Tanggal persetujuan gambar, bila menggunakan *sub-contractor*.
- 6) Blok persetujuan tambahan,
- 7) Skala gambar,
- 8) Kode *suplly* untuk nomor pabrik,
- 9) Ukuran Kertas,
- 10) Bobot perkiraan atau sesungguhnya dari komponen (*item*)
- 11) Jumlah halaman, jika menggunakan kertas kerja majemuk untuk satu unit gambar. Misalnya 1 dari 5, artinya lembar (halaman) 1 dari total 5 lembar (halaman), Gambar 10.14.

Informasi lainnya yang dapat dimasukkan ke dalam suatu blok judul adalah per-mukaan penyelesaian (*Surface finish*), kekerasan material, dan perlakuan panas).

Huruf yang digunakan dalam blok judul boleh tegak, boleh miring, tetapi dalam bentuk huruf besar. Tingginya teks bervariasi sesuai dengan kepentingan informasi. Contohnya, nomor gambar harus paling besar, diikuti dengan nama komponen dan nama perusahaan.

f. Daftar Komponen

Satu set gambar kerja yang lengkap harus memiliki daftar komponen terinci). Menurut Standar ANSI, suatu daftar komponen ditempatkan pojok kanan bawah di atas blok judul. Daftar komponen tambahan dapat ditempatkan pada sebelah kiri, bersebelahan dengan blok judul (ANSI Y14.1 – 1980). Suatu daftar komponen harus mengandung sejumlah informasi yang diperlukan untuk membuat dan merakit komponen. Biasanya informasi tersebut meliputi unsur berikut:

- Nama komponen,
- Nomor detil untuk komponen rakitan,
- Bahan komponen, misalnya Aluminium, Besi tuang dan Tembaga,
- Jumlah atau banyaknya komponen yang digunakan dalam rakitan.
- Nomor komponen perusahaan pelaksana, dan
- Informasi lainnya, seperti bobot, ukuran bahan, dan lain-lain.

1) Pembuatan Daftar Komponen

Daftar komponen ada yang sudah tersedia dalam perangkat lunak CAD, tetapi dapat juga dirancang (dibuat) sesuai dengan kebutuhan daftar komponen di tempat kerja. Pada kegiatan belajar ini, akan dipelajari cara membuat daftar komponen sederhana dengan CAD dengan prosedur sebagai berikut:

Pertama, gambar terlebih dahulu sejumlah baris dan kolom sesuai dengan kebutuhan, buat terlebih dahulu garis dan kolom seperti

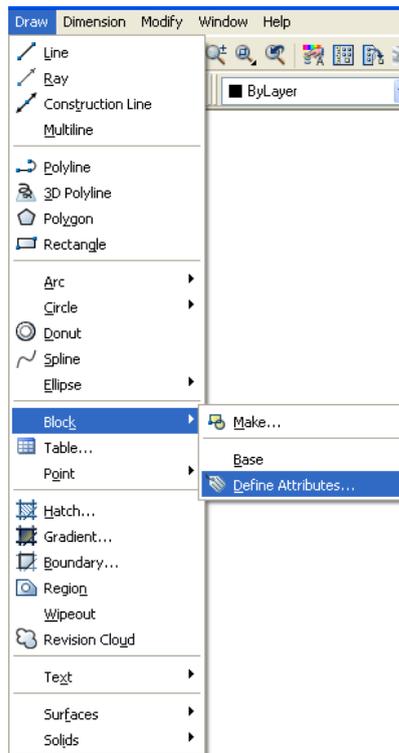
Gambar 129 di bawah ukuran-ukurannya bisa mengacu pada aturan yang berlaku:

JUMLAH			Nama Bagian	No. Bag.	Bahan	Ukuran	Keterangan
						Tanggal:	Nama:
						Digambar:	
						Diperiksa:	
						Disetujui:	
I	II	III			SKALA:		Lembar Kerja:

Gambar 129 Kerangka Etiket dengan Judul Baris dan Kolom yang Sifatnya

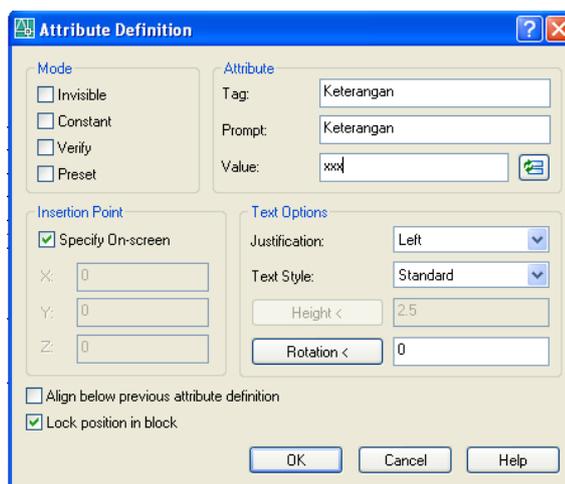
Kemudian pada kolom atas, akan diisikan format data keterangan dengan prosedur berikut:

Masuk ke menu tarik gulung "DRAW", klik "Block", lalu pilih "Define Attribute..." (lihat Gambar 130).



Gambar 130 Menu tarik gulung Draw, Block, Define Attributes.

Selanjutnya akan tertayang kotak dialog , gambar 131.



Gambar 131 Kotak dialog "Attribute Definition"

Pada kotak dialog "Attribute Definition" pada baris isian masing-masing untuk "Tag:", "Prompt:", dan "Value:" data yang sesuai. Pada baris "Tag:" isi dengan "Keterangan", baris "Prompt:" isi dengan "Keterangan", dan baris "Value:" isi dengan "xxx".

Dengan cara yang sama lakukan juga pada kolom ukuran, baris paling atas di mana: pada kotak dialog "Attribute Definition" pada baris isian masing-masing untuk "Tag:", "Prompt:", dan "Value:" dengan data yang sesuai juga. Pada baris "Tag:" isi dengan "Ukuran", baris "Prompt:" isi dengan "Ukuran", dan baris "Value:" isi dengan "xxx". (xxx = nantinya akan diisi dengan data ukuran sesungguhnya dari bahan benda kerja pada etiket gambar)

Demikian seterusnya hingga kolom ke-3 dari kolom jumlah (JLH.) baris teratas selesai, lihat Gambar 132.

	JLH	NAMA BAGIAN:	NO. BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
	JUMLAH	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
					Tanggal:	Nama:
					Digambar:	
					Diperiksa:	
					Disetujui:	
					SKALA:	Lembar Kerja:
I	II	III				

Gambar 132 Etiket dengan Pengisian Atribut Pada Baris Paling Atas

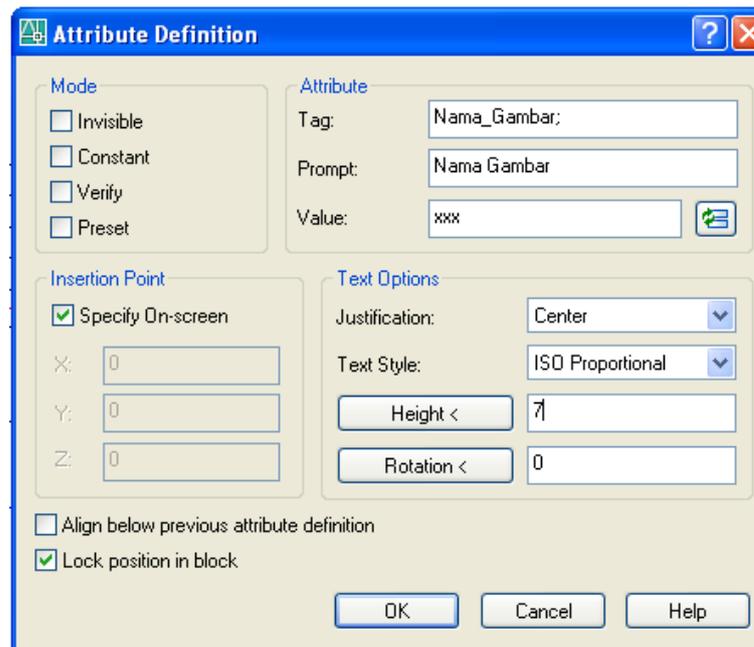
Selanjutnya kopy semua teks atribut yang terdapat pada semua kolom baris paling atas, ke ketiga baris kosong di bawahnya, sehingga akan terlihat seperti Gambar 133.

	JLH	NAMA BAGIAN:	NO. BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
		JLH NAMA BAGIAN:	NO. BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
		JLH NAMA BAGIAN:	NO. BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
		JLH NAMA BAGIAN:	NO. BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
	JUMLAH	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
					Tanggal:	Nama:
					Digambar:	
					Diperiksa:	
					Disetujui:	
					SKALA:	Lembar Kerja:
I	II	III				

Gambar 133 Etiket Dengan Pengisian Atribut Pada Baris Paling Atas

Selanjutnya, untuk baris kosong di bawah nama bagian, buat atribut untuk nama gambar dengan cara seperti berikut;

Draw→*Block*→*Define Attribute...* akan muncul kotak dialog "*Attribute Definition*" dan pada kotak ini ketikkan dan isikan data yang sesuai.

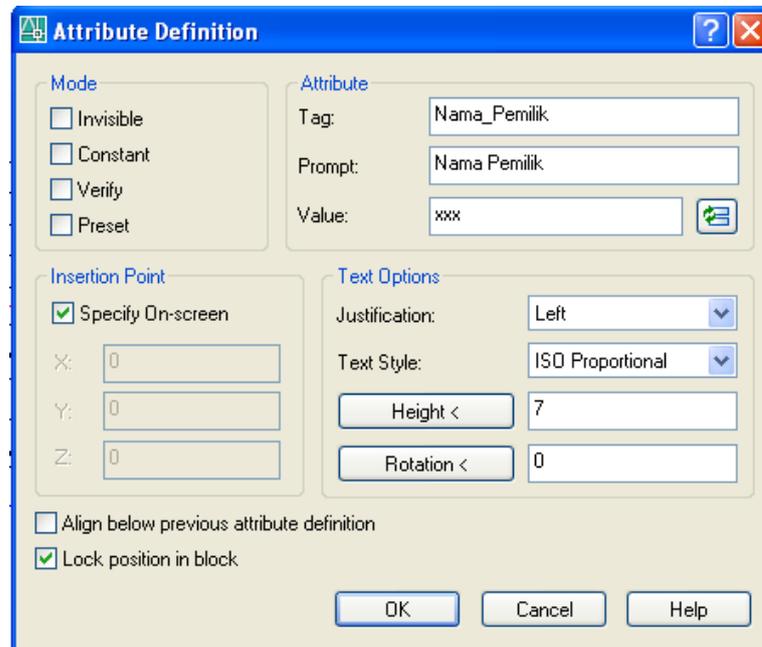


Gambar 134 Kotak Dialog "*Attribute Definition*" untuk Nama Gambar

Melalui kotak dialog "*Attribute Definition*", pada baris "*Tag*" ketikkan Nama_Gambar, dan pada baris *prompt* ketikkan Nama Gambar, lalu pada baris *Value* ketikkan xxx. Perhatikan isi dari baris "*Tag*", bila isinya terdiri dari dua atau lebih suku kata, maka antara masing-masing suku kata harus diberi "*underscore*" = garis bawah, lihat Gambar 134. Kemudian pada daerah "*Text Options*" → "*Justification*" dipilih **Center** melalui tombol panah gulung, dan *text style*, dengan "*Isoproportional*", dengan tinggi huruf (*Height* <) = 7, kemudian tetapkan dengan mengklik tombol **OK**.

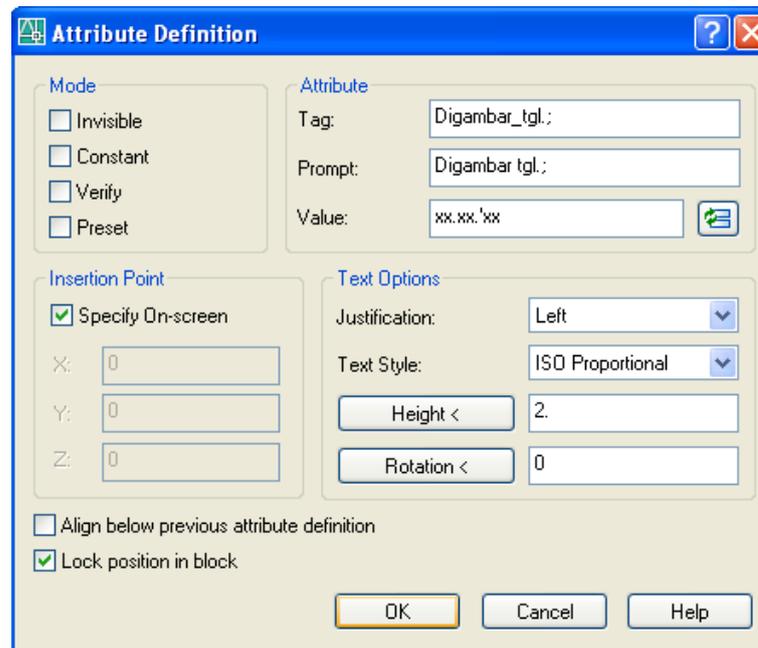
Demikian juga kotak di bawah nama gambar, melalui kotak dialog *Attribute definition* isikan data dengan mengetikkan pada baris "*Tag*" Nama_Pemilik, dan pada baris *prompt* ketikkan Nama Pemilik, lalu pada baris *Value* ketikkan xxx, dan pada daerah "*Text Options*" → "*Justification*"

dipilih **Center** melalui tombol panah gulung, dan *text style*, dengan **"Isoproportional"**, dengan tinggi huruf (*Height <*) = 7, lihat Gambar 135, kemudian tetapkan dengan mengklik tombol **OK**.



Gambar 135 Kotak Dialog **"Attribute Definition"** untuk Nama Pemilik

Untuk persiapan pembuatan tanggal digambar, dilakukan dengan mengisi data yang diperlukan melalui kotak dialog **"Attribute definition"** seperti terlihat pada Gambar 136.



Gambar 136 Kotak Dialog "Attribute Definition" Untuk Tanggal Digambar

Lakukan hal yang sama untuk membuat tanggal diperiksa dan tanggal disetujui. Demikian juga untuk mempersiapkan daftar komponen yang berkaitan dengan nama penggambar, nama pemeriksa, nama yang menyetujui, skala, dan lembar kerja, seperti terlihat seperti Gambar 137.

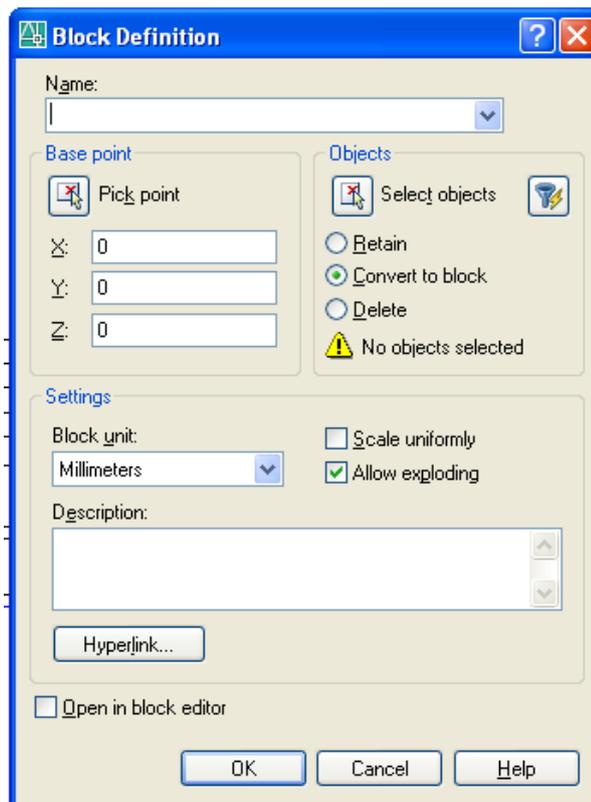
JUMLAH	NAMA BAGIAN:	NO. BAGIAN	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
	JLH NAMA BAGIAN:	NO. BAGIAN	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
	JLH NAMA BAGIAN:	NO. BAGIAN	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
	JLH NAMA BAGIAN:	NO. BAGIAN	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
	JLH NAMA BAGIAN:	NO. BAGIAN	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
	Nama Bagian	No. Bag.	Bahan	Ukuran	Keterangan
	NAMA_GAMBAR			Tanggal:	Nama:
				Digambar:	DIGAMBAR_TGL; DIGAMBAR_OLEH;
				Diperiksa:	DIPERIKSA_TGL; DIPERIKSA_OLEH;
				Disetujui:	DISETUJUI_TGL; DISETUJUI_OLEH;
	NAMA_PEMILIK			SKALA:	Lembar Kerja:
I	II	III	SKALA:		LEMBAR_KERJA_NO.

Gambar 137 Tampilan Etiket Gambar Sebelum di Blok

Selanjutnya adalah mengubah gambar 137 menjadi "BLOCK" melalui perintah block pada baris perintah; promot

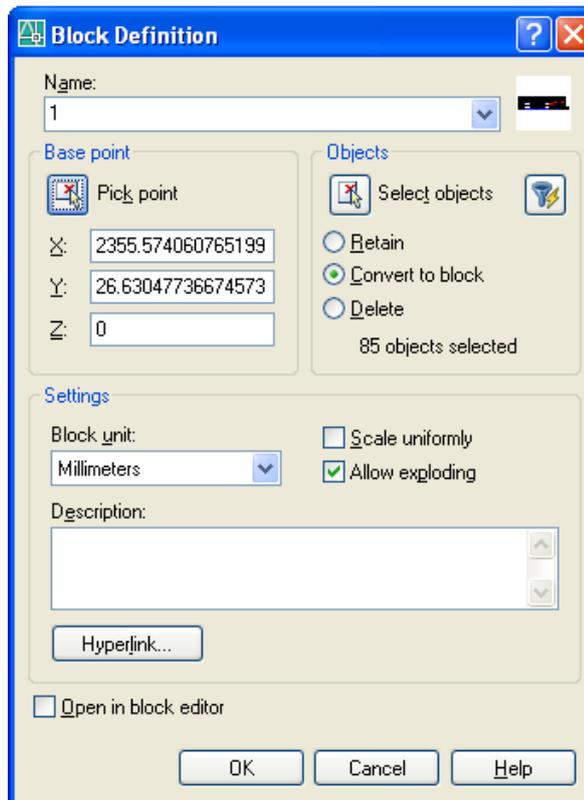
Command: Block ↵, akan tertayang kotak dialog "Block Definition",

seperti terlihat pada Gambar 138.



Gambar 138 Kotak Dialog "Block Definition"

Melalui kotak dialog "*Block Definition*" tersebut isikan untuk baris nama: angka 1, lalu klik *Select Objects*, untuk *select object* ini blok semua "etiket Gambar" (semua teks harus terblok), lalu tetapkan dengan menekan tombol [ENTER], sehingga akan tertayang kotak dialog berikutnya, lihat Gambar 139.



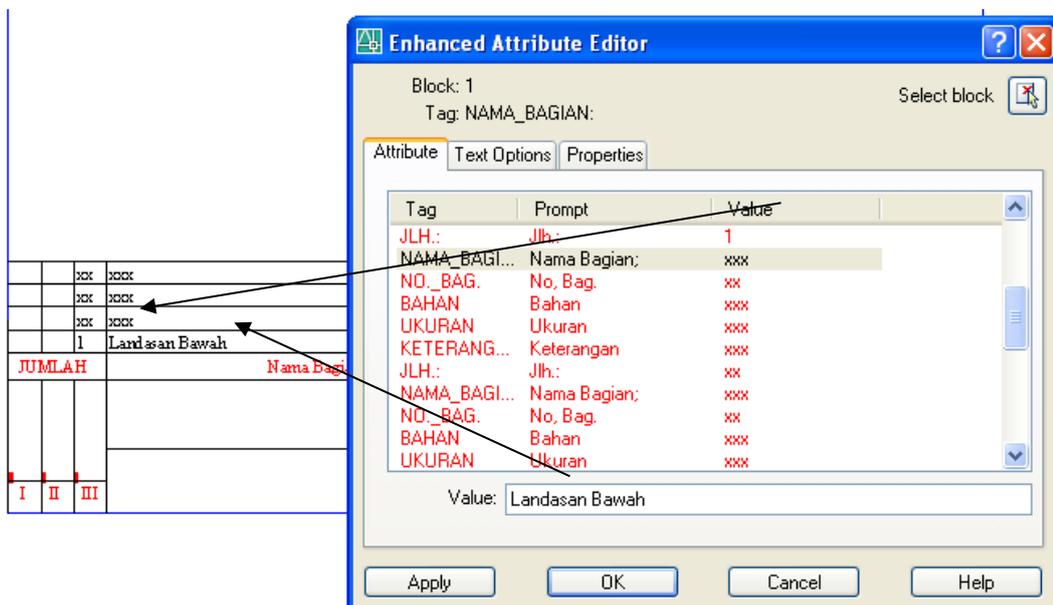
Gambar 139 Kotak Dialog "*Block Definition*" Setelah Menklik "*Pick Point*"

Selanjutnya anda tinggal mengklik tombol "OK", lalu akan tertayang Kotak dialog "Edit Attribute" seperti terlihat pada Gambar 140..



Gambar 140 Kotak Dialog "*Edit Attributes*"

Melalui kotak dialog "Enhanced Attribute Editor" ini, Anda tinggal memblok tanda "xxx" pada baris Value sesuai dengan data yang dibutuhkan, misalnya: klik tanda "xx" pada baris "Jlh.", lalu blok xxx pada baris Value dan ganti dengan mengetikkan angka "1", lalu klik tanda "xxx" pada nama bagian, blok "tanda "xxx" pada baris value dengan kata Landasan Bawah, lihat Gambar 143..



Gambar 143 Pengisian Data Etiket Gambar dan Daftar Komponen

Bila pengisian data sudah lengkap, tetapkan dengan mengklik tombol "OK".

Jumlah baris daftar komponen yang masih kurang dapat ditambahkan dengan terlebih dahulu memecah blok etiket dengan perintah "Explode", lalu mengcopy baris yang kurang ke atas baris yang ada, atau bila jumlah baris daftar komponen terlalu banyak, tinggal dihapus yang berlebihan. Kemudian lakukan lagi pemblokian etiket dan daftar komponen dengan perintah "BLOCK" pada baris perintah; prompt.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP)

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 membuat etiket gambar 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 dengan mengamati gambar berikut ini.

Aktivitas 1: Mengamati etiket gambar 2D dengan CAD (2 JP)

Saudara diminta untuk mengamati etiket gambar 2D dengan CAD pada gambar berikut:

Apa yang Saudara temukan setelah mengamati etiket pada gambar 2D tersebut atau yang Saudara temukan di sekitar lingkungan anda untuk obyek yang sejenis? Diskusikan hasil pengamatan dengan anggota kelompok Saudara dalam menentukan etiket gambar 2D dengan CAD. Selanjutnya selesaikan **LK-01** dengan dipandu pertanyaan berikut.

1. Mengapa pada proses menggambar 2D dengan CAD perlu membuat etiket gambar?
2. Mengapa dalam etiket gambar 2D dengan CAD harus ada blok judul?
3. Mengapa dalam etiket gambar 2D dengan CAD harus ada nama gambar, nama penggambar, dan instansi?
4. Mengapa dalam etiket gambar 2D dengan CAD harus ada nama bagian, nomor bagian, ukuran dan jumlah bagian?
5. Mengapa dalam etiket gambar 2D dengan CAD harus ada skala, proyeksi yang digunakan dan data lainnya?

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan, dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Saudara dapat membaca Bahan Bacaan tentang etiket gambar 2D dengan CAD

Aktivitas 2: Membuat etiket gambar 2D dengan CAD (4 JP)

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

1. Apa yang Saudara ketahui tentang paper space?
 2. Apa yang Saudara ketahui tentang Layouts?
 3. Apa yang Saudara ketahui tentang layout setting?
 4. Bagaimana Saudara bekerja menggunakan layout tab?
 5. Bagaimana saudara menyisipkan gambar ke dalam layout blok judul (etiket)?
- Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan **LK-02**.

Untuk memperkuat pemahaman Saudara tentang membuat etiket gambar 2D dengan CAD, bacalah Bahan Bacaan tentang membuat etiket gambar 2D, kemudian melaksanakan Tugas Praktik dengan menggunakan **LK-02.P**.

E. Rangkuman

Setiap gambar kerja harus selalu mempunyai Etiket, sebagai pencantuman, antara lain:

- Nama penggambar;
- Nama gambar
- Nama Instansi, Departemen, Lembaga atau Institusi penggambar,
- Nama bagian, nomor bagian, ukuran, jumlah bagian
- Nomor Gambar
- Tanggal penggambaran, Pemeriksaan, dan Persetujuan berikut dengan Nama.
- Ukuran Kertas Gambar,
- Skala Gambar,
- Proyeksi yang dipakai,
- Satuan Ukuran yang digunakan,
- Bahan, dan
- Data lain yang diperlukan sebagai kelengkapan gambar.

Pembuatan etiket CAD 2D, pengguna perangkat lunak dapat memilih jenis etiket yang telah disediakan oleh pembuat (Autodesk), baik menurut sistem ISO, JIS, dan lain sebagainya. Namun demikian, untuk menambah pemahaman tentang fungsi etiket itu sendiri, juga dapat membuatnya sesuai dengan format yang digunakan di industri.

F. Tes Formatif

1. Apa fungsi etiket gambar?
2. Apa yang dimaksud layout setting?
3. Apakah yang dimaksud dengan ruang kertas gambar (paper space)?
4. Lingkungan gambar (space) mana yang aktif bila **Model** tab dipilih?
5. Jelaskan apa yang dimaksudkan dengan layout!

G. Kunci Jawaban

1. Untuk menuliskan informasi yang berkaitan dengan gambar, dan belum tercantum pada gambar tersebut
2. Pengaturan yang dilakukan melalui kotak dialog Page Setup, termasuk ukuran kertas, satuan gambar, orientasi kertas, bidang pencetakan, skala cetak, offset cetak, dan opsi pencetakan.
3. Paper space adalah lingkungan gambar yang digunakan untuk membuat layout cetak gambar yang digunakan sebagai pengaturan beberapa obyek seperti viewport mengambang, etiket dan keterangan atau catatan tambahan pada halaman yang akan dicetak.
4. Paper space
5. Layout adalah cara penempatan gambar pada *paper space*. Suatu layout dapat berisi blok judul (etiket), satu atau lebih viewports, dan keterangan tambahan.

H. Lembar Kerja KB- 9

LK - 00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran membuat etiket gambar 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 pada proses menggambar 2D dengan CAD perlu membuat etiket gambar?

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

2. Mengapa dalam etiket gambar 2D dengan CAD harus ada blok judul?

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

3. Mengapa dalam etiket gambar 2D dengan CAD harus ada nama gambar, nama penggambar, dan instansi?

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

4. Mengapa dalam etiket gambar 2D dengan CAD harus ada nama bagian, nomor bagian, ukuran dan jumlah bagian?

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

5. Mengapa dalam etiket gambar 2D dengan CAD harus ada skala, proyeksi yang digunakan dan data lainnya?

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

LK – 02

1. Apa yang Saudara ketahui tentang paper space?

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

2. Apa yang Saudara ketahui tentang Layouts?

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

3. Apa yang Saudara ketahui tentang layout setting?

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

4. Bagaimana Saudara bekerja menggunakan layout tab?

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

5. Bagaimana saudara menyisipkan gambar ke dalam layout blok judul (etiket)?

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

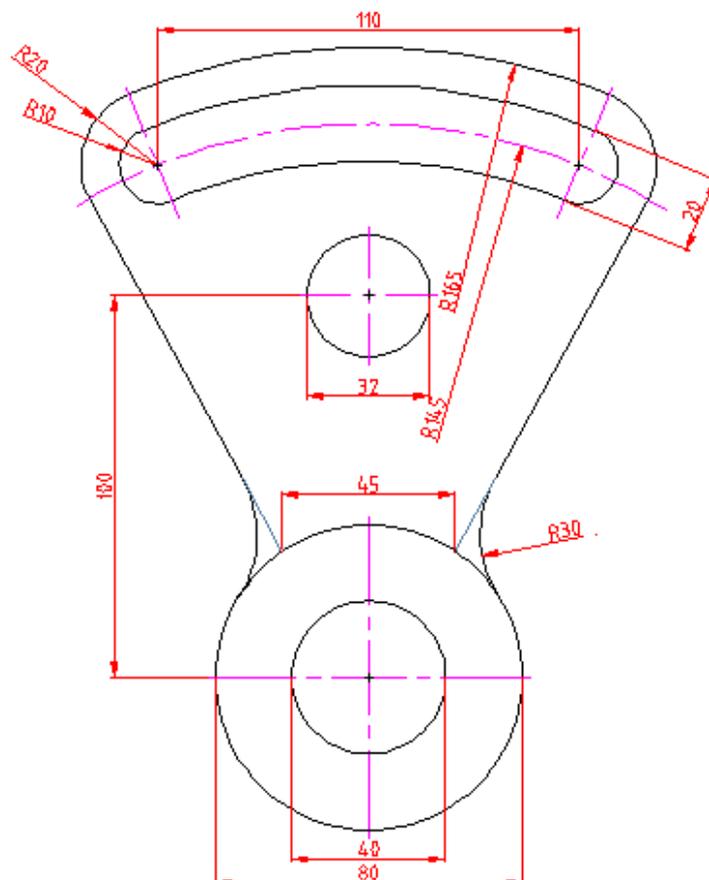
TUGAS PRAKTIK:**Membuat Etiket Gambar 2 D dengan CAD**

Dengan menyelesaikan LK-02 saudara telah memahami tentang pembuatan etiket gambar 2D dengan CAD.

Untuk keperluan latihan membuat etiket gambar 2D dengan CAD saudara kerjakan tugas sesuai petunjuk berikut:

Tugas

Gambar kembali gambar berikut ini pada kertas A4 lengkap dengan etiket seperti contoh serta data data yang diperlukan:



JML.	NAMA BAGIAN							NO.BAG.	BAHAN	UKURAN JADI	UKURAN KASAR	KET.
>	0,5	3	6	30	120	315	1000	Pengerjaan Lanjut	NO.ORDER	PROYEKSI 		
s.d.	3	6	30	120	315	1000	2000					
TOL.	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2					
SMK NEGERI BANDUNG									SKALA	DIGAMBAR	26.06.2013	WMS
										DIPERIKSA		
										DISAHKAN		
									FORMAT	KELAS-NO.ABSEN-NO.GBR.		
									A4			

KEGIATAN BELAJAR KB-10: KONSEP DASAR PENGENALAN PIRANTI LUNAK/SOFTWARE CAD 3D

A. Tujuan

Setelah mempelajari materi yang ada pada modul ini, dengan melalui mengamati, menanya, pengumpulan data, mengasosiasi dan mengkomunikasikan, peserta diklat dapat:

1. Menganalisis konsep dasar pembuatan model 3D dan penginstalan piranti dengan benar
2. Memilih system pendukung CAD sesuai dengan SOP

B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

1. Menganalisis konsep dasar pembuatan model 3D dan penginstalan piranti
2. Memilih system pendukung CAD sesuai dengan SOP

C. Uraian Materi

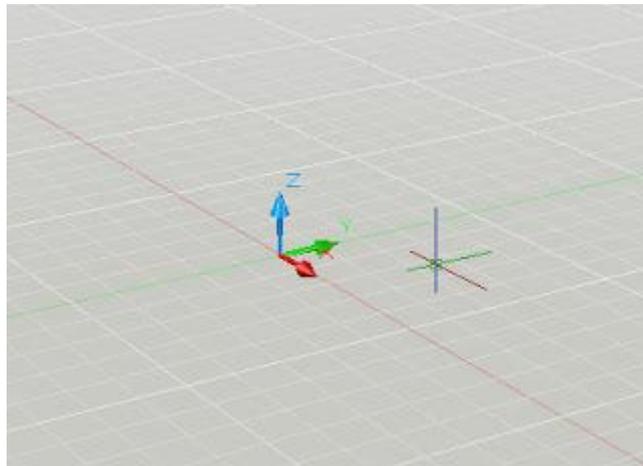
Bahan Bacaan:

Pemodelan 3 dimensi di dalam suatu teknik rancang bangun, sangat diperlukan. Dengan melihat suatu hasil desain, maka seorang juru gambar dapat membayangkan apa saja yang akan diaplikasikan dalam suatu bentuk nyata nantinya.

1. Pengenalan Pemodelan Solid 3D

Dengan pemodelan benda padat, kita dapat membuat benda 3 dimensi secara cepat dan lebih efisien. Pemodelan benda padat (*solid modeling*) dan penyuntingan benda padat (*solid editing*) cukup sederhana. AutoCAD dapat digunakan untuk membuat beragam bentuk obyek 3 dimensi, bahkan bisa membuatnya tampak realistis seperti tampilan foto. Seseorang yang bergerak di teknik mesin yang mampu menggambar 3D akan memiliki nilai tambah tersendiri.

Apabila kita pilih *3D Modelling*, maka area gambar pada AutoCAD akan tampak seperti gambar di bawah ini:



Gambar 144 View 3D

Dalam program AutoCAD terdapat beberapa *Toolbar* untuk melakukan perintah-perintah dalam proses pengerjaan suatu gambar. *Toolbar-toolbar* tersebut dapat kita lihat pada *Menubar* atau *Menu Toolbar*. *Toolbar-toolbar* tersebut antara lain:

Toolbar Modeling digunakan sebagai perintah untuk membuat 3D pada AutoCAD. Dapat dilihat riilnya apabila kita menggunakan *View 3D*.



Gambar 145 Toolbar Modeling Pada AutoCAD

Toolbar Solid Editing digunakan untuk mengedit *objek solid* pada AutoCAD



Gambar 146 Toolbar Solid Editing pada AutoCAD

Toolbar Visual Styles digunakan apabila kita ingin melihat gambar 3D secara tembus pandang ataupun tidak. Ingat *Visual Style* hanya berlaku untuk gambar 3D dan tidak untuk 2D.



Gambar 147 Toolbar VisualStyles pada AutoCAD

UCS digunakan untuk merubah sumbu X,Y,Z sesuai dengan yang kita inginkan, sumbu UCS terletak pada bagian sebelah pojok kiri paling bawah



Gambar 148 Toolbar UCS pada AutoCAD

Toolbar View digunakan untuk melihat pandang objek dari depan, belakang, samping kanan- kiri, atas-bawah dan pandangan isometrik.



Gambar 149 Toolbar View pada AutoCAD

Toolbar Orbit digunakan untuk memutar pandangan dari segala sudut untuk melihat suatu gambar 3D tetapi objek tersebut tidak bergerak/diam. Jadi objeknya yang diam, tetapi pandangan yang bergerak.



Gambar 150 Toolbar Orbit pada AutoCAD

Keuntungan gambar 3D antara lain:

- Gambar 3D dapat dilampirkan dengan gambar 2D, sehingga memudahkan operator pembuat benda untuk membayangkan benda yang akan dibuat sesuai gambar. Dengan demikian maka kemungkinan terjadi kesalahan dalam proses pembuatan semakin kecil.

- Bisa digunakan untuk menjelaskan atau mempresentasikan suatu komponen mesin atau produk, sehingga lebih menarik dan mudah dipahami. Kemampuan menggambar dan menampilkan bentuk tiga dimensi merupakan keterampilan yang harus dimiliki setiap Ahli atau Juru Gambar, Perencana, dan Ahli Teknik. Hal ini sangat penting, khususnya dalam pemodelan 3D.

Suatu model dapat diputar pada layar tampilan untuk dapat dilihat dari setiap sudut. Komputer akan menghitung semua titik, garis, dan permukaan obyek. Dalam modul pembelajaran dengan AutoCAD ini, akan membahas pembuatan tampilan yang memperlihatkan bentuk tiga-dimensi, dengan menggunakan beberapa fungsi khusus AutoCAD koordinat dua dimensi yang disebut dengan **isometrik** (tampilan 3 D dalam bidang gambar 2 dimensi). Berikut ini standar dari benda padat/*solid toolbar* pada AutoCAD:

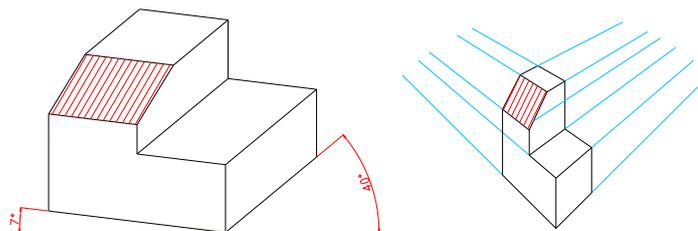
No	Icon	Contoh Eksekusi
1		<p>Command: box Specify corner of box or [Center] <0,0> (klik sembarang tempat) Specify corner or [Cube/Length]:c(kubus) Specify length:20 (panjang sisi 20)</p> <p>Command: box Specify corner of box or [Center] <0,0> (klik sembarang tempat) Specify corner or [Cube/Length]:l(balok) Specify length:20 (panjang) Specify width:40 (lebar) Specify height:30 (tinggi)</p>
2		<p>Command: sphere Current wire frame density: ISOLINES=4 Specify center of sphere <0,0,0> (klik sembarang tempat) Specify radius of sphere or [Diameter]:20(bola dengan radius 20 mm)</p> <p>Command: sphere Current wire frame density: ISOLINES=4 Specify center of sphere <0,0,0> (klik sembarang tempat) Specify radius of sphere or [Diameter]:d Specify Diameter:40 (bola dengan diameter 40 mm)</p>

3		<p>Command: cylinder Current wire frame density: ISOLINES=4 Specify center point for base of cylinder or [Elliptical] <0,0,0>: Specify radius for base of cylinder or [Diameter]:20 Specify height of cylinder or [Center of other end]:40 Command: cylinder Current wire frame density: ISOLINES=4 Specify center point for base of cylinder or [Elliptical] <0,0,0>: Specify radius for base of cylinder or [Diameter]: d Specify diameter for base of cylinder:40 Specify height of cylinder or [Apex]:40</p>
4		<p>Command: cone Current wire frame density: ISOLINES=4 Specify center point for base of cone or [Elliptical] <0,0,0>: Specify radius for base of cone or [Diameter]:10 Specify height of cone or [Apex]:30 Command: cone Current wire frame density: ISOLINES=4 Specify center point for base of cone or [Elliptical] <0,0,0>: Specify radius for base of cone or [Diameter]: d Specify diameter for base of cone:20 Specify height of cone or [Apex]:30</p>
5		<p>Command: wedge Specify first corner of wedge or [CEnter] <0,0>: Specify corner or [Cube/Length]:c Specify length:20 Command: wedge Specify first corner of wedge or [CEnter] <0,0>: Specify corner or [Cube/Length]:l Specify length:20 Specify width:30 Specify height:50</p>

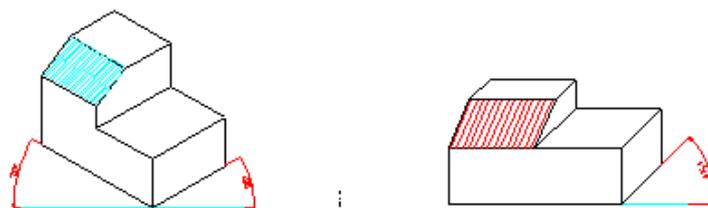
6		<p>Command: torus Current wire frame density: ISOLINES=4 Specify center of torus <0,0,0>: Specify radius of torus or [Diameter]:10 Specify radius of tube or [Diameter]:5 Command: torus Current wire frame density: ISOLINES=4 Specify center of torus <0,0,0>: Specify radius of torus or [Diameter]: d Specify diameter:20 Specify radius of tube or [Diameter]:d Specify diameter:10</p>
---	-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2. Proyeksi Piktorial

Penampilan gambar 3-D pada suatu bidang 2D, dilakukan dengan beberapa cara sesuai dengan aturan gambar yang ada, antara lain adalah:



1). Proyeksi Piktorial Dimetri 3). Proyeksi Piktorial Miring



2). Proyeksi Piktorial Isometri 4). Perspektif

Gambar 151 Gambar Piktorial

3. Proyeksi Ortogonal

Proyeksi Orthogonal adalah gambar proyeksi yang bidang proyeksinya mempunyai sudut tegak lurus terhadap proyektornya. Garis-garis yang memproyeksikan benda terhadap bidang proyeksi disebut proyektor, selain

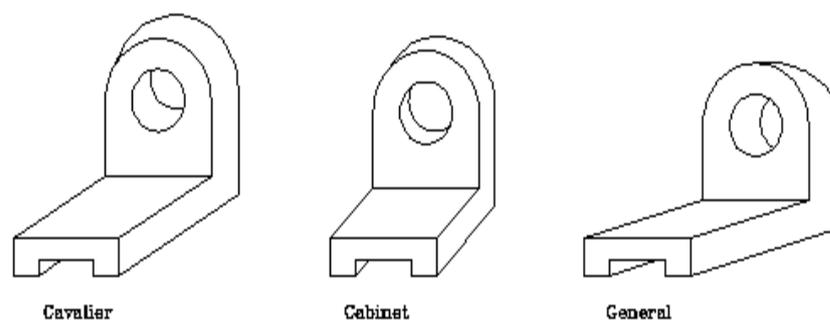
tegak lurus terhadap bidang proyeksi, garis-garis proyektornya juga sejajar satu sama lain.

Tinjauan Gambar Piktorial

Kata **piktorial** memiliki arti “*like a picture*”. Pengertian ini berkaitan dengan bentuk realistis gambar. Gambar Piktorial menunjukkan ketinggian, ketebalan, dan kedalam-an. Beberapa bentuk gambar piktorial akan sering ditemukan di industri, khususnya isometrik. Jenis gambar ini merupakan jenis yang paling sederhana. Jenis yang paling realistis, tetapi juga sekaligus yang paling rumit adalah “perspektif”. Oleh karena itu, gambar isometrik hanya diperlukan sejauh hal itu realistis dan tidak terlalu rumit.

a. Gambar *Oblique*

Suatu gambar *oblique* (miring) menunjukkan obyek-obyek dengan satu atau lebih permukaan sejajar yang mempunyai ukuran dan bentuk yang benar. Skala ditentukan terlebih dahulu untuk orthografik (orthographic), atau tampak muka, lalu untuk kedalaman, ditentukanlah suatu sudut. Ada tiga tipe gambar *oblique* yakni *cavalier*, *cabinet*, dan *general*, Gambar 152.

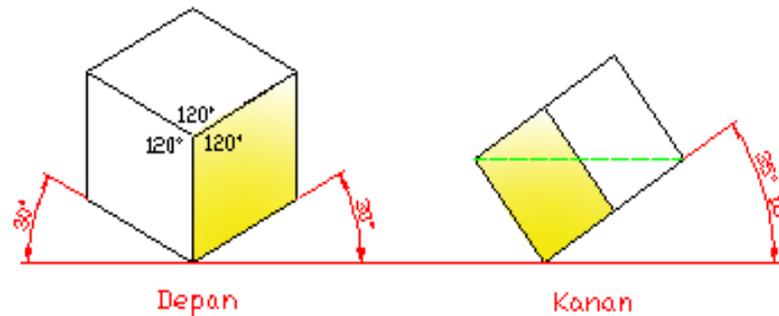


Gambar 152 Tiga Tipe Gambar *Oblique*

b. Gambar Isometrik

Gambar isometrik merupakan gambar yang lebih realistis dibandingkan dengan gambar miring. Keseluruhan obyek terlihat sama seperti ketika obyek tersebut diputar. Kata isometrik artinya adalah ukurannya sama. Ukuran yang sama ini berkaitan dengan sudut antara ketiga sumbu (120°)

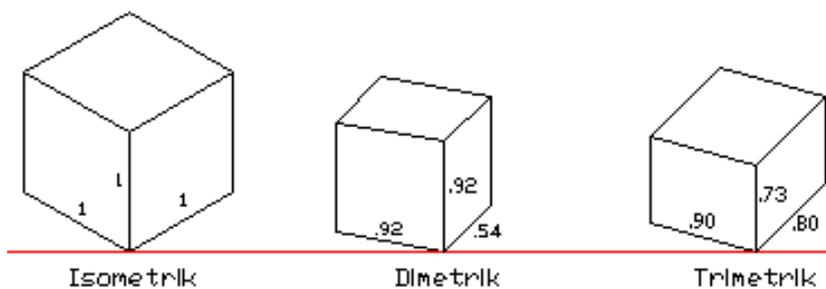
setelah obyek dimiringkan. Sudut kemiringan adalah $35^{\circ} 16'$, Gambar 153 Sudut 120° berhubungan dengan sudut 30° dari horizontal.



Gambar 153 Tipe Gambar Miring

Aspek yang paling menarik dari gambar isometrik adalah bahwa ketiga garis sumbu dapat diukur dengan skala yang sama.

Yang berhubungan dekat dengan gambar isometrik adalah dimetris dan trimetris. Skala yang digunakan untuk mengukur gambar-gambar tersebut berbeda untuk setiap sumbu. Gambar dimetris menggunakan dua skala yang berbeda, sementara gambar trimetris menggunakan tiga skala, Gambar 154..

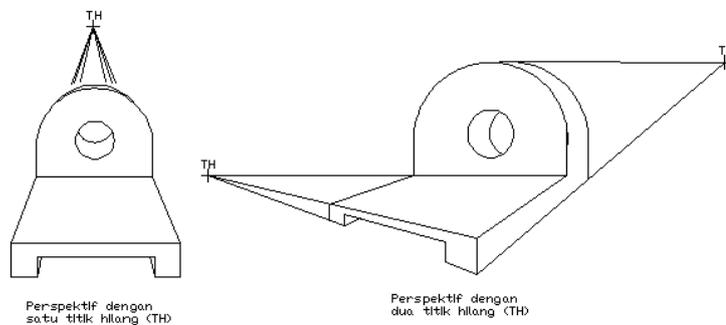


Gambar 154 Isometris, Dimetris, dan Trimetris dengan Skala Ukur yang Berbeda

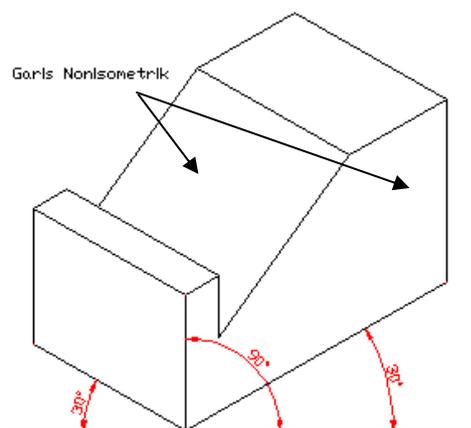
Bentuk gambar piktorial yang paling realistis adalah perspektif. Mata telanjang dapat melihat obyek dalam perspektif. Jenis yang paling umum dari gambar perspektif adalah satu titik hilang dan dua titik hilang, Gambar 155.

Bentuk gambar piktorial ini sangat sering digunakan oleh arsitektur, tetapi juga dalam industri otomotif dan pesawat terbang.

Oleh karena itu metoda gambar piktorial yang paling umum digunakan dalam industri adalah isometrik. Gambar-gambar jenis ini memberikan suatu tampak tunggal yang sekaligus menunjukkan tiga sisi yang dapat diukur dengan skala yang sama. Setiap garis yang sejajar dengan garis sumbu, dapat diukur dan garis itu disebut dengan *garis isometrik*. Garis yang tidak sejajar dengan sumbu yang tidak dapat diukur disebut dengan *garis nonisometrik*, Gambar 156.



Gambar 155 Contoh Gambar Perspektif Dengan Satu Dan Dua Titik Hilang (TH)

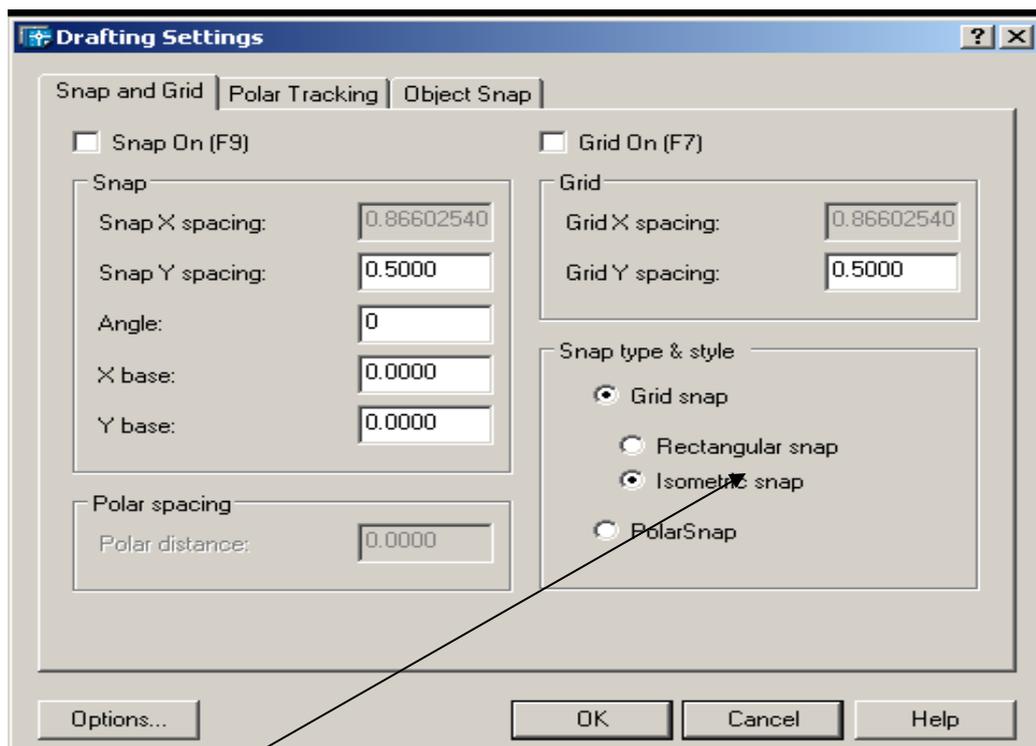


Gambar 156 Susunan Sumbu Isometrik - Nonisometrik

Pada gambar isometrik, lingkaran terlihat sebagai suatu ellips. Diameter kecil (minor axis) dari ellips harus selalu sejajar dengan sumbu lingkaran. Perhatikan bahwa sumbu garis pusat lubang (Gambar 11.12) adalah sejajar dengan salah satu bidang isometrik.

4. Penataan Gambar Isometrik

Variable isometrik dapat diset dengan cepat melalui kotak dialog **Drafting Setting**. Untuk memasuki kotak dialog ini, enter DS, SE, DSETTING, RM, atau DDRMODES pada baris perintah (Command: prompt), atau pilih **Drafting Setting...** dari menu pull-down **Tools**. Kotak dialog ini dapat juga diakses dengan mengklik tombol kanan mouse pada tombol batang status Snap atau Grid, lalu memilih **Setting...** dari menu shortcut. Tab Snap dan



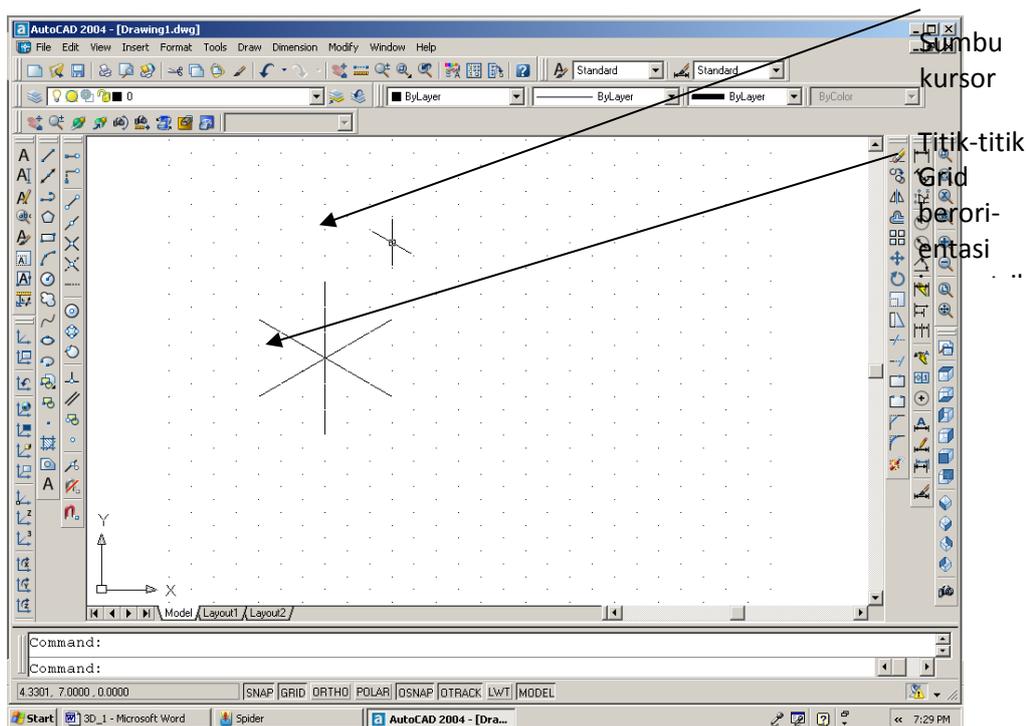
Klik untuk mengaktifkan snap grid isometrik

Gambar 157 Kotak Dialog Drafting Setting

Untuk mengaktifkan snap grid isometrik, klik tombol radio **Isometric snap** pada daerah **Snap type & style**.

Perhatikan bahwa kotak edit Grid X spacing dan Snap X spacing berwarna kelabu. Karena spasi X berkaitan dengan ukuran horizontal, maka tidak akan digunakan dalam mode isometrik. Hanya spasi Y yang dapat diset untuk grid dan snap dalam isometrik. Pastikan, bahwa Snap (F9) dan Grid (F7) pada kondisi **ON**. Pilih tombol **OK**, sehingga titik-titik grid aktif dengan orientasi isometrik, Gambar 158.

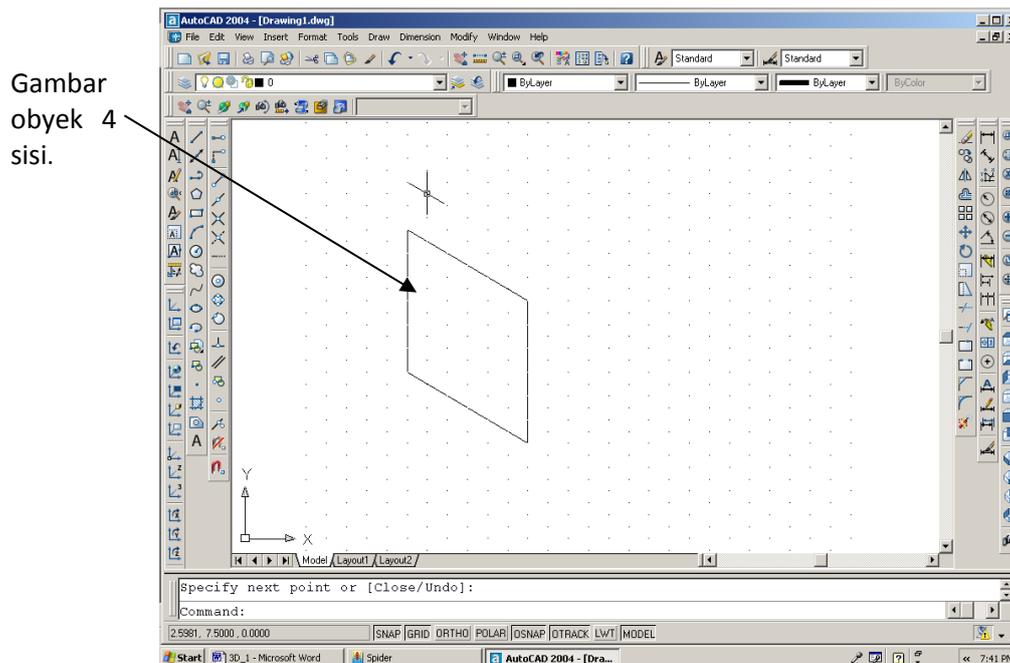
Perhatikan crosshairs (garis sumbu kursor) berubah dan terlihat menyudut. Hal ini akan membantu anda dalam menggambar garis pada sudut yang benar.



Gambar 158 Contoh Penataan Grid Isometric

Coba gambarkan suatu permukaan empat sisi menggunakan perintah **LINE**. Gambar permukaan tersebut hingga kelihatan permukaan sisi kiri sebuah kotak dalam layout isometrik, Gambar 159. Untuk menggambar permukaan

yang tidak sejajar, ubah sudut crosshairs untuk memudahkan penggambaran. Untuk mematikan mode isometrik, klik tombol **Rectangular snap** yang terdapat dalam daerah **Snap type & style**. Mode isometrik mati dan anda kembali ke daerah gambar ketika anda mengklik tombol **OK**.



Gambar sisi kiri (*isoplane left*) dari suatu kotak isometris

Gambar 159 Obyek empat sisi digambar dengan Perintah LINE

5. Perubahan Orientasi **Crosshairs** Isometrik.

Menggambar suatu bentuk isometrik dimungkinkan tanpa harus selalu mengubah sudut crosshairs. Namun demikian, proses penggambaran akan lebih mudah dan lebih cepat jika sudut crosshairs disejajarkan dengan sumbu isometrik.

Kapan saja *style snap isometris* diaktifkan, tekan tombol [F5] atau kombinasi tombol [Ctrl] + [E] dan crosshairs akan segera berganti ke bidang berikutnya. AutoCAD berkaitan dengan posisi isometrik sebagai **isoplanes**. *Isoplanes* ditampilkan pada baris prompt sebagai suatu referensi. Tiga bentuk orientasi crosshairs dan nilai sudutnya ditunjukkan pada Gambar 160.



Gambar 160 Posisi Dari Tiga Crosshairs Isometric

Perintah lainnya untuk mengaktifkan posisi *crosshairs* adalah melalui perintah **ISOPLANE**. Enter **ISOPLANE** pada baris perintah, dengan prosedur seperti:

Command: **ISOPLANE** ↵

Specify first point: Right

Enter isometric plane setting [Left/Top/Right/]<current>: ↵

Tekan [Enter] untuk mengaktifkan *crosshairs* ke posisi berikutnya. Baris perintah menampilkan *isoplane* yang baru.

Perintah **ISOPLANE** juga dapat diaktifkan sementara perintah lainnya masih aktif, seperti ditunjukkan berikut ini:

Command: **LINE**

Specify first point: **ISOPLANE**

Current isoplane: Top

>>Enter isometric plane setting [Left/Top/Right/]<current.: R ↵

Current isoplane: Right

Resuming **LINE** command.

Specify first point: (lanjutkan dengan perintah)

6. Ellips Isometris

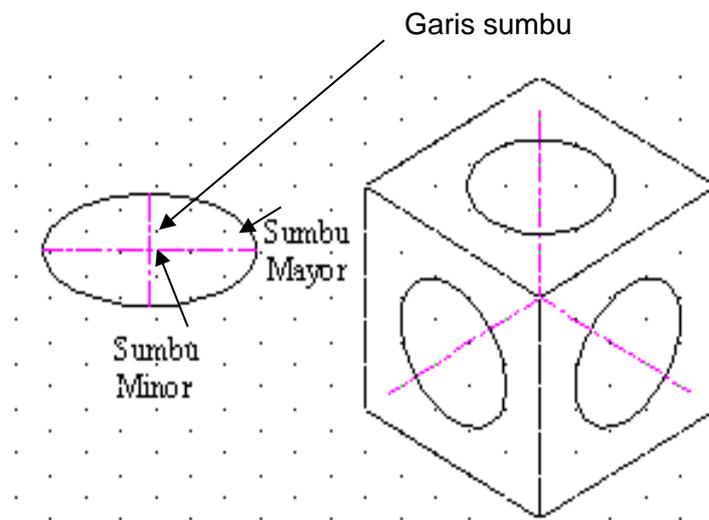
Penempatan suatu ellips isometrik pada suatu obyek sangat mudah dalam AutoCAD. Suatu ellips ditempatkan secara otomatis pada bidang *isoplane* aktif. Untuk menggunakan perintah **ELLIPSE**, klik tombol **Ellipse** pada

toolbar **DRAW**, pilih **Axis**, **End** dari menu **Ellipse** yang terdapat dalam menu pull-down **Draw**, atau Enter **EL** atau **ELLIPSE** pada baris perintah. Pertama ketika perintah **Ellipse** diawali, prompt berikut akan tertayang:

Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center/Isocircle]: I ↵

Specify center of isocircle: (klik suatu titik)

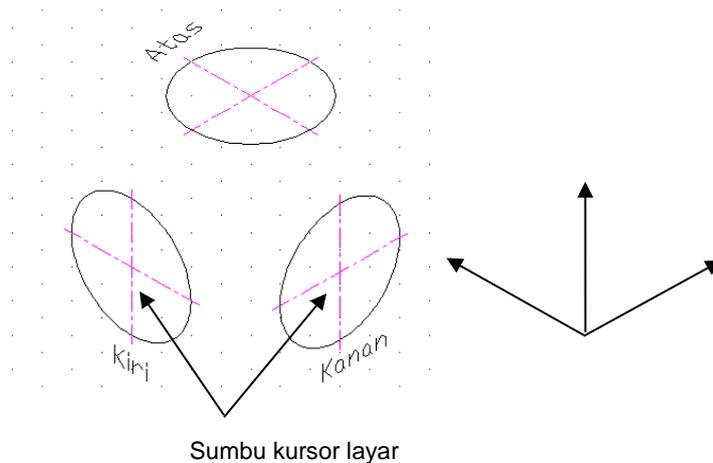
Specify radius of isocircle or [Diameter]:



Gambar 161 Orientasi Lingkaran Isometrik (Elips) Pada Bidang Isometrik

Jangan pilih opsi Center; metoda ini tidak akan mengijinkan anda menggambar isocircle. Untuk memilih isocircle, klik titik tengah, lalu pilih radius atau diameter.

Selalu periksa posisi *isoplane* sebelum penempatan suatu ellips pada gambar. Ada tiga posisi yang dapat ditampilkan dalam penggambaran ellips. Enter perintah ELLIPSE, klik opsi Isocircle, lalu tekan [F5] untuk mengaktifkan orientasi crosshairs, Gambar 161 dan 162.



Gambar 162 Orientasi Elips Isometrik Ditentukan Oleh Orientasi Crosshairs

7. Menggambar Busur Isometrik

Perintah **ELLIPSE** dapat juga digunakan untuk menggambar busur isometrik pada setiap sudut dalam. Untuk menggambar suatu busur isometrik, gunakan pilihan **Arc** pada perintah **ELLIPSE**. Untuk masuk ke pilihan **Arc**, klik tombol **Ellipse** pada Toolbar **Draw**, kemudian enter **A**, enter **EL** atau **ELLIPSE** pada baris perintah (Command: prompt) lalu enter **A**, atau pilih **Arc** dari Menu cascade **Ellipse** yang terdapat dalam pull-down menu **Draw**. Ketika pilihan **Arc** diawali, berikut ini akan tertayang:

Specify axis endpoint of elliptical arc or [Center/Isocircle]: I ↵

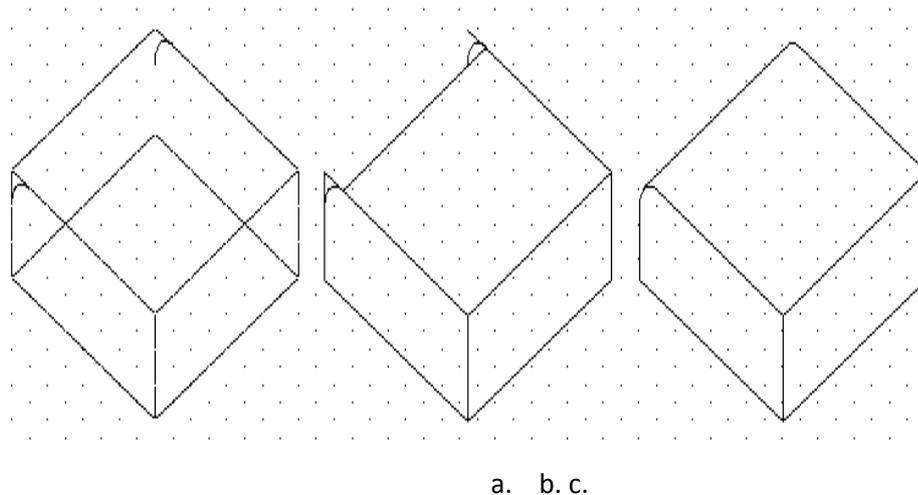
Specify center of isocircle: (klik sumbu dari busur)

Specify radius of isocircle or [Diameter]: (klik radius atau ketikkan suatu harga dan tekan [Enter])

Specify start angle or [Parameter]: (klik sudut awal atau ketikkan suatu harga dan tekan [Enter])

Specify end angle or [Parameter/Included angle]: (klik sudut akhir atau ketikkan suatu harga sudut dalam dan tekan [Enter])

Command:



Gambar 163 Fillet Atau Radius Dapat Digambar dengan Opsi Arc dari Perintah Ellips

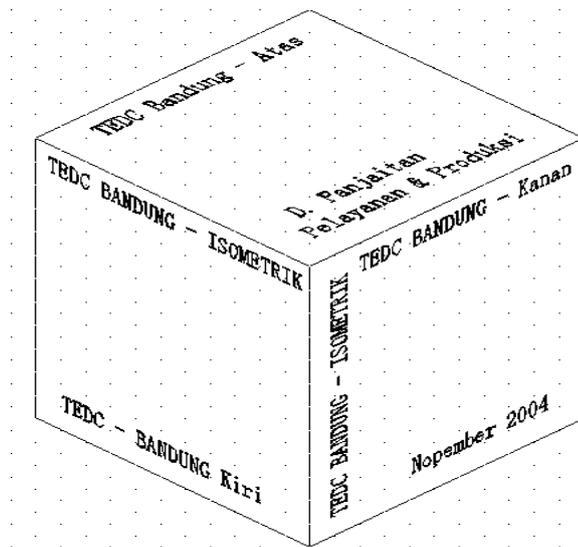
Aplikasi yang paling umum dari busur isometrik adalah penggambaran *fillet* dan *radius*, Gambar 163. Aktifkan Ortho mode untuk memudahkan penggambaran busur 90° dengan cepat.

8. Menggambar *Style* (model) Teks Isometrik

Teks isometrik harus terlihat duduk sesuai dengan kemiringan bidang isometrik. Sering para Juru Gambar, bahkan para artis mengabaikan aspek ini dalam gambar piktorial. Gambar 164 dan Gambar 165, menunjukkan kemungkinan pengaturan orientasi teks pada gambar isometrik. Contoh ini digambar hanya dengan menggunakan dua style teks. Style teks ini didasarkan pada style dengan sudut miring, baik 30° atau -30°. Perhatikan perubahan perputaran (rotate) dan kemiringan (oblique) teks di bawah:

Normal Teks
Oblique -30 rotate 0
Oblique 30 rotate 0

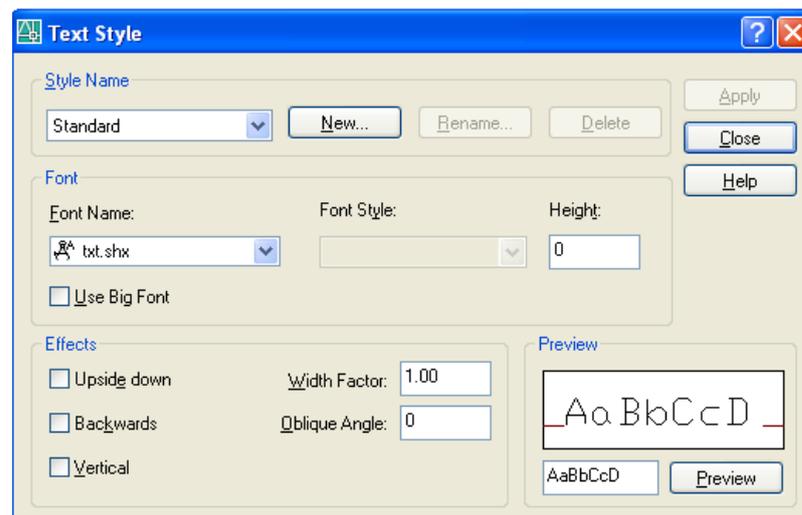
Gambar 164 Posisi Teks



Gambar 165 Penempatan Teks Dalam Isometrik

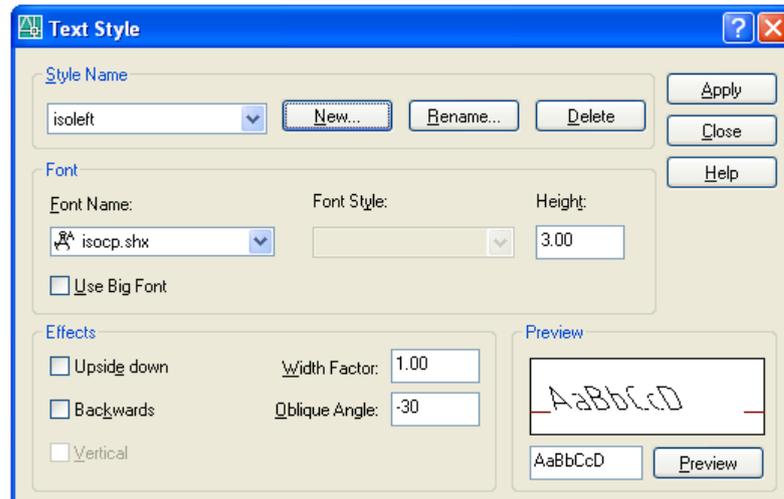
Untuk memulai pengaturan teks tersebut, ikutilah langkah-langkah berikut:
Buka kotak dialog text style dengan:

Command: `st` ↵ atau masuk melalui menu Format pada menu pull-down toolbar, lalu aktifkan **Text Style ...**, sehingga kotak dialog text style akan tertayang, Gambar 166.



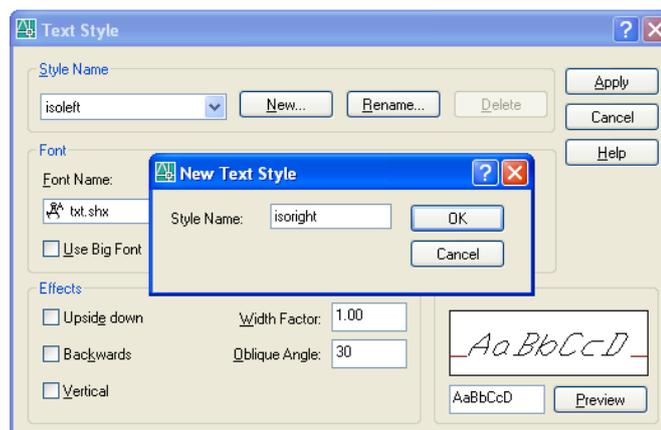
Gambar 166 Kotak Dialog Text Style

Pada baris "Height" ketikkan angka 3 dan pada *obliq angle* ketikkan – 30 (untuk sudut kemiringan 30°), lihat Gambar 167. Perhatikan, tampilan huruf miring ke kiri.

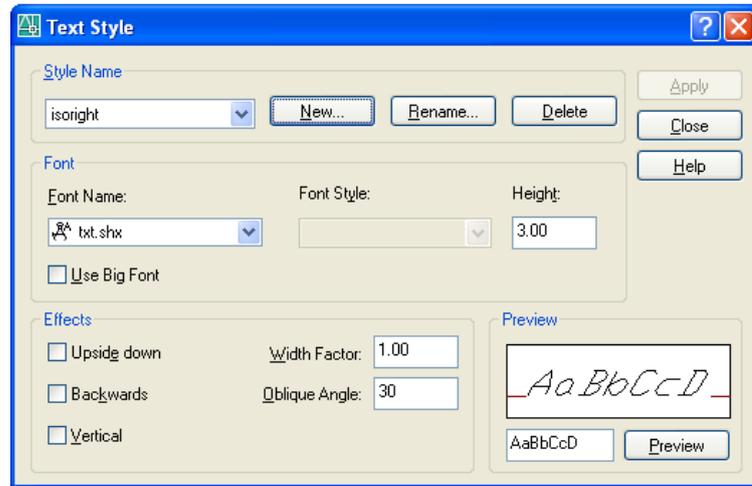


Gambar 167 Kotak Dialog Text Style Untuk Isoleft

Selanjutnya, dari kotak dialog Text Style, klik New (Gambar 167), akan muncul kembali nama kotak dialog *New Text Style* yang baru dengan *style name*: **style1**. Ganti Style Name dari "style1" menjadi Isoright, dan nilai baris sudut miring (*oblique angle*) dari – 30 menjadi 30, Gambar 168. Kemudian klik OK dan selanjutnya klik "Close", lihat Gambar 169.



Gambar 168 New Text untuk Isoright

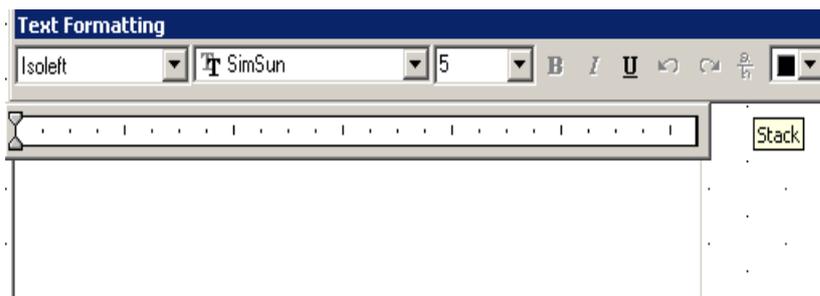


Gambar 169 Style Teks yang Baru (Isoleft)

Untuk membuat teks, klik icon **A** atau dengan mengenter T pada baris perintah.

Command: t ↵.

Command: _mtext Current text style: "isoleft" Text height: 5 dan rotation: -30°. Specify first corner: (klik batas pertama, lalu tekan H untuk menentukan tinggi huruf, dan R untuk menetapkan sudut kemiringan, kemudian klik batas kedua, maka akan tertayang kotak dialog Multiline Text Editor, Gambar 170.



Gambar 170 Format Teks

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP)

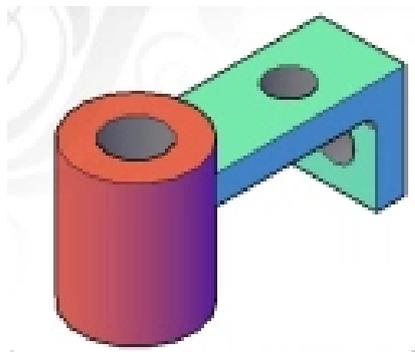
Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran konsep dasar dan software gambar model 3D 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 dengan mengamati gambar berikut ini.

Aktivitas 1: Mengamati gambar 3D dengan CAD (2 JP)

Saudara diminta untuk mengamati gambar model 3D dengan CAD berikut ini:



Apa yang Saudara temukan setelah mengamati gambar 3D tersebut atau yang Saudara temukan di sekitar lingkungan anda untuk obyek yang sejenis? Diskusikan hasil pengamatan dengan anggota kelompok Saudara dalam kaitanan dengan konsep dasar dan piranti lunak/software untuk membuat gambar model 3D dengan CAD. Selanjutnya selesaikan **LK-01** dengan dipandu pertanyaan berikut.

1. Mengapa pada proses pembuatan gambar model 3D dengan CAD perlu menentukan software untuk penggambaran yang lebih rinci?
2. Mengapa dalam penggambaran model 3D dengan CAD perlu memahami dahulu gambar proyeksi?
3. Mengapa dalam membuat gambar model 3D dengan CAD, proyeksi Isometri mampu-nyai kemampuan menggambarkan suatu bentuk 3D dalam media gambar 2D? Bagaimana melakukannya?
4. Mengapa dengan membuat gambar model 3D dengan CAD, dapat dibayangkan bagaimana aplikasinya dalam bentuk nyata?

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan, dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguat-an. Saudara dapat membaca Bahan Bacaan tentang konsep dasar dan piranti lunak/ *software* membuat gambar model 3D dengan CAD

Aktivitas 2: Menganalisis konsep dasar dan software membuat gambar model 3D dengan CAD (4 JP)

Setelah Saudara mencermati gambar model 3D dengan CAD pada aktivitas 1, maka pada aktivitas 2 ini Saudara akan mendiskusikan bagaimana konsep dasar dan piranti lunak/ *software* untuk membuat gambar model 3D dengan CAD. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara lakukan untuk penataan gambar model 3D dengan CAD?
2. Bagaimana langkah pertama Saudara dalam menggambar Isometri?
3. Apa yang Saudara lakukan untuk mengetahui perintah membuat gambar model 3D dengan CAD?

4. Apa yang saudara lakukan dalam memodifikasi gambar 3D dengan menggunakan 3D sketch?

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

Untuk memperkuat pemahaman Saudara tentang membuat gambar model 3D dengan CAD, bacalah Bahan Bacaan tentang membuat gambar 3D dengan CAD, kemudian melaksanakan tugas praktik dengan menggunakan **LK-02.P**.

E. Rangkuman

Gambar isometrik adalah gambar 2 dimensi dalam bentuk 3 D. Dengan isometrik, orang yang membacanya dapat lebih mudah menangkap dan mengetahui bentuk sesungguhnya.

Isometrik mempunyai sudut yang sama dari bidang datar, yakni 30° dari bidang datar ke sumbu X dan 30° dari bidang datar ke sumbu Y.

Gambar isometrik biasanya hanya diperlukan sebagai gambar bantu, yang utama adalah gambar 2 D dengan proyeksi ortogonal. Oleh karena itu, lazimnya ukuran pun ditempatkan pada pandangan depan, kanan, atau atas. Meskipun demikian, bisa juga di buat ukuran gambar kerja pada gambar isometrik.

Untuk bisa menggambar isometrik, pertama harus diubah terlebih dahulu orientasi kursor melalui kotak dialog Drafting Settings. Pada kotak dialog ini, pada lokasi Snap type & style, klik "Isometric Snap", kemudian klik tombol lunak OK. Selanjutnya sudah siap bekerja untuk menggambar isometrik

Dengan menggunakan 3D sketch, bisa secara bebas membuat sketsa pada ruang 3D dan tidak hanya terpaku untuk membuat sketsa hanya pada satu bidang kerja saja, tetapi bisa membuat geometri dengan garis/Line dan Spline secara langsung dan bebas pada ruang 3D, kemudian memodifikasinya. Selain itu memodifikasi 3D sketch dapat juga dengan memindahkan lokasi vertex dengan tool Move 3D, atau menambahkan bending/ lengkungan antara dua segmen garis menggunakan tool Bend.

F. Tes Formatif

1. Bila kita akan menggambar iso metrik, langkah pertama yang harus kita lakukan adalah mengubah tipe dan model snap yang terdapat dalam kotak dialog Drafting Settings, maka pada baris perintah: prompt anda cukup mengetikkan... ↵.
2. Di dalam kotak dialog Drafting Settings, tombol pilihan.....*diklik* untuk dapat menggambar Isometric dapat dilakukan?
3. Untuk menggambar lingkaran, perintah yang dilakukan adalah dengan mengklik ikon.... dan mengetikkan huruf... untuk dapat menggambar lingkaran pola isometrik.
4. Untuk mengubah orientasi kursor, kita dapat menekan tombol fungsi...
5. Untuk masuk ke kotak dialog Text Style, kita cukup mengetikkan... ↵, pada baris perintah: prompt.
6. Apa fungsi perintah 3D sketch?

G. Kunci Jawaban

1. enter DS, SE, DSETTING, RM, atau DDRMODES
2. mengklik tombol kanan mouse pada tombol batang status Snap atau Grid, lalu memilih **Setting...** dari menu shortcut.
3. klik titik tengah, lalu pilih radius atau diameter.
4. **ISOPLANE.**
5. **Command: st** ↵
6. Penggunaan 3D sketch, untuk membuat sketsa pada ruang 3D dan tidak hanya terpaku untuk membuat sketsa hanya pada satu bidang kerja saja, tetapi bisa membuat geometri dengan garis/Line dan Spline secara langsung dan bebas pada ruang 3D, kemudian memodifikasinya.

H. Lembar Kerja KB- 10

LK - 00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran konsep dasar dan software gambar model 3D 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 pada proses pembuatan gambar model 3D dengan CAD perlu menentukan software untuk penggambaran yang lebih rinci?

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

2. Mengapa dalam penggambaran model 3D dengan CAD perlu memahami dahulu gambar proyeksi?

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

3. Mengapa dalam membuat gambar model 3D dengan CAD, proyeksi Isometri mempunyai kemampuan menggambarkan suatu bentuk 3D dalam media gambar 2D? Bagaimana melakukannya?

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

4. Mengapa dengan membuat gambar model 3D dengan CAD, dapat dibayangkan bagaimana aplikasinya dalam bentuk nyata?

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

LK - 02

1. Apa yang Saudara lakukan untuk penataan gambar model 3D dengan CAD?

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

2. Bagaimana langkah pertama Saudara dalam menggambar Isometri?

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

3. Apa yang Saudara lakukan untuk mengetahui perintah membuat gambar model 3D dengan CAD?

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

4. Apa yang saudara lakukan dalam memodifikasi gambar 3D dengan menggunakan 3D sketch?

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

LK – 02.P

TUGAS PRAKTIK:

Menggunakan perintah perintah Gambar Model 3D dengan CAD

Dengan menyelesaikan LK-02 saudara telah memahami tentang konsep dasar pembuatan gambar model 3D dengan CAD.

Untuk keperluan latihan memahami perintah dalam pembuatan gambar model 3D dengan CAD saudara dapat mengikuti petunjuk berikut:

Tugas

Gunakan perintah-perintah pada toolbar modeling seperti di bawah ini

No	Icon	Contoh Eksekusi
1		<p>Command: box Specify corner of box or [Center] <0,0> (klik sembarang tempat) Specify corner or [Cube/Length]:c(kubus) Specify length:20 (panjang sisi 20)</p> <p>Command: box Specify corner of box or [Center] <0,0> (klik sembarang tempat) Specify corner or [Cube/Length]:l(balok) Specify length:20 (panjang) Specify width:40 (lebar) Specify heigth:30 (tinggi)</p>
2		<p>Command: sphere Current wire frame density: ISOLINES=4 Specify center of sphere <0,0,0> (klik sembarang tempat) Specify radius of sphere or [Diameter]:20(bola dengan radius 20 mm)</p> <p>Command: sphere Current wire frame density: ISOLINES=4 Specify center of sphere <0,0,0> (klik sembarang tempat) Specify radius of sphere or [Diameter]:d Specify Diameter:40 (bola dengan diameter 40 mm)</p>
3		<p>Command: cylinder Current wire frame density: ISOLINES=4 Specify center point for base of cylinder or [Elliptical] <0,0,0>: Specify radius for base of cylinder or [Diameter]:20 Specify height of cylinder or [Center of other end]:40</p> <p>Command: cylinder Current wire frame density: ISOLINES=4 Specify center point for base of cylinder or [Elliptical] <0,0,0>: Specify radius for base of cylinder or [Diameter]: d Specify diameter for base of cylinder:40 Specify height of cylinder or [Apex]:40</p>
4		<p>Command: cone Current wire frame density: ISOLINES=4 Specify center point for base of cone or [Elliptical] <0,0,0>: Specify radius for base of cone or [Diameter]:10 Specify height of cone or [Apex]:30</p> <p>Command: cone Current wire frame density: ISOLINES=4 Specify center point for base of cone or [Elliptical] <0,0,0>:</p>

		<p>Specify radius for base of cone or [Diameter]: d Specify diameter for base of cone:20 Specify height of cone or [Apex]:30</p>
5		<p>Command: wedge Specify first corner of wedge or [CEnter] <0,0>: Specify corner or [Cube/Length]:c Specify length:20 Command: wedge Specify first corner of wedge or [CEnter] <0,0>: Specify corner or [Cube/Length]:l Specify length:20 Specify width:30 Specify height:50</p>
6		<p>Command: torus Current wire frame density: ISOLINES=4 Specify center of torus <0,0,0>: Specify radius of torus or [Diameter]:10 Specify radius of tube or [Diameter]:5 Command: torus Current wire frame density: ISOLINES=4 Specify center of torus <0,0,0>: Specify radius of torus or [Diameter]: d Specify diameter:20 Specify radius of tube or [Diameter]:d Specify diameter: 10</p>

KEGIATAN BELAJAR KB-11: SISTEM KOORDINAT PENGGAMBARAN MODEL 3D

A. Tujuan

Dengan menggunakan modul sebagai salah satu sumber belajar, peserta diklat dapat:

1. Menganalisis system koordinat penggambaran model 3D sesuai dengan standar kerja.
2. Menggunakan system koordinat penggambaran model 3D sesuai dengan SOP dan standar kerja

B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

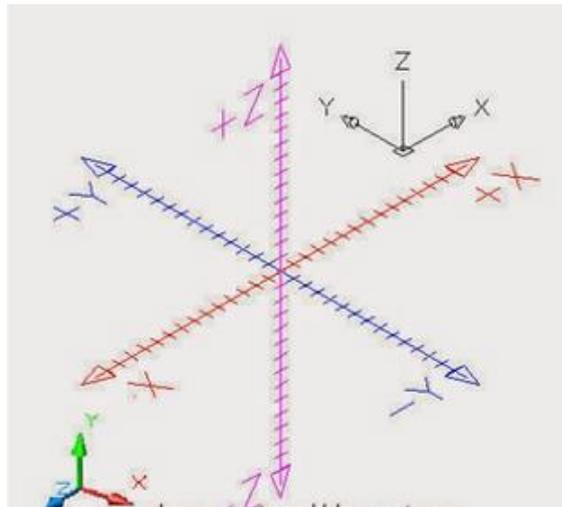
1. Menganalisis system koordinat penggambaran model 3D sesuai dengan standar kerja.
2. Menggunakan system koordinat penggambaran model 3D sesuai dengan SOP dan standar kerja

C. Uraian Materi

Bahan Bacaan:

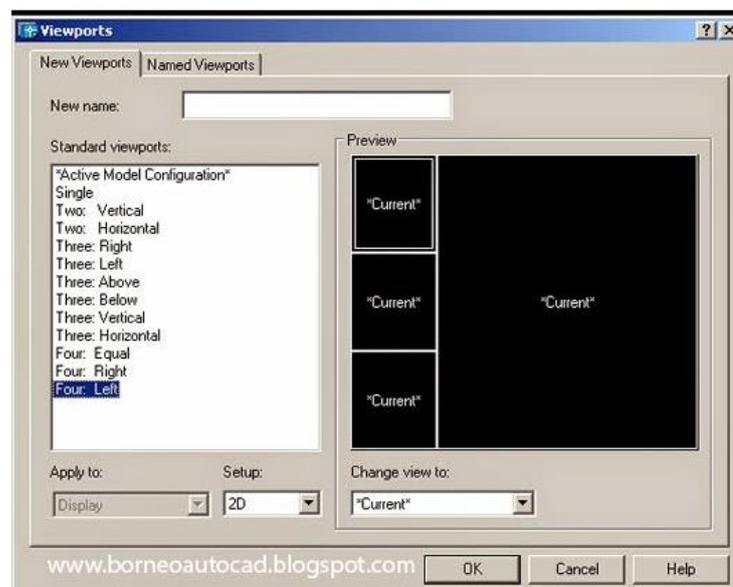
Sistem koordinat adalah cara atau bagaimana menggunakan koordinat dalam meng-gambar suatu obyek pada AutoCAD. Kegunaan koordinat ini adalah untuk menggambar bagian tertentu yang sulit dijangkau. Umumnya AutoCAD pada saat menjalankan aplikasi tersebut akan tampil pilihan apakah akan menampilkan model 3D atau model 2D.

Pada Sistem koordinat 3D, yang digunakan meletakkan titik untuk menggambar obyek adalah berdasarkan masukan nilai X, Y, dan Z. Ciri khusus dalam penggambaran 3D adalah terdapatnya ruang ketinggian. dalam hal ini sumbu X dan sumbu Y adalah bagian yang mendatar, sedangkan sumbu Z adalah sumbu yang menampung nilai tinggi ruang 3D.



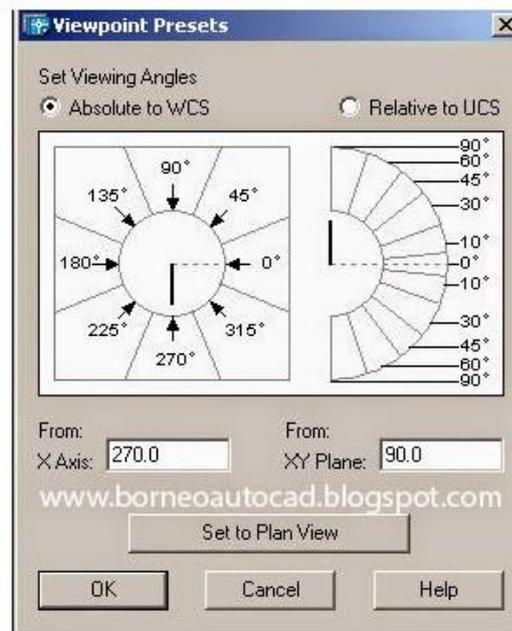
Gambar 171 Sumbu Koordinat

AutoCAD mempunyai beberapa model tampilan 3 dimensi, dimana bisa menampilkan dalam tampilan sesuai yang diinginkan. Perintah untuk menampilkan model tersebut dari menu *View> 3D Views* kemudian memilih satu model satu model (*SE isometric, SW isometric, NE isometric, NW isometric*). Selain itu AutoCAD juga mempunyai model tampilan 3 dimensi dalam beberapa model yang ditampilkan dalam satu layar (Tampak depan, atas, bawah, kiri, kanan dan belakang).



Pilih dari menu View > Viewport > New Viewport

Selain itu juga bisa mengatur tampilan 3D menurut keinginan yang dapat memudahkan dalam menggambar yaitu melalui menu view > 3D Views > Viewpoint Presents.

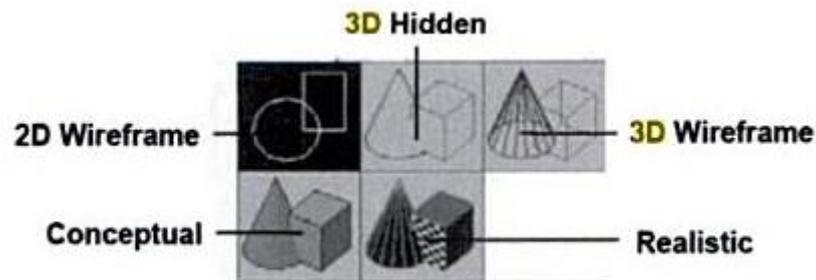


Apabila diperlukan dalam penggambaran desain tertentu, terutama penggambaran model 3D, maka sumbu koordinat bisa didefinisikan sendiri sesuai dengan keperluan berdasarkan bidang koordinat yang akan ditempati. Kategori sistem koordinat yang ditentukan berdasarkan kebutuhan pemakai AutoCAD (*user*) dikenal dengan nama UCS (*User Coordinate System*)



Gambar 172 Icon Sumbu UCS

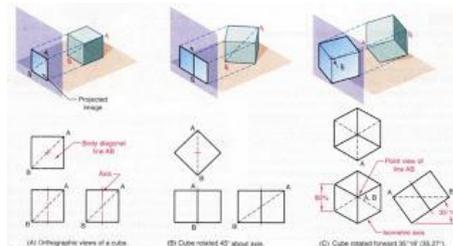
Ikon sumbu koordinat UCS pada gambar di atas merupakan lambang yang digunakan pada bidang 2D, untuk bidang 3D, variasi lambangnya bisa disesuaikan berdasarkan model tampilan gambar (*Visual styles*) yang akan ditampilkan.

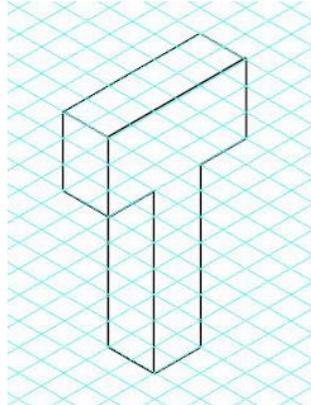


Gambar 173 Jenis Variasi Visual Styles

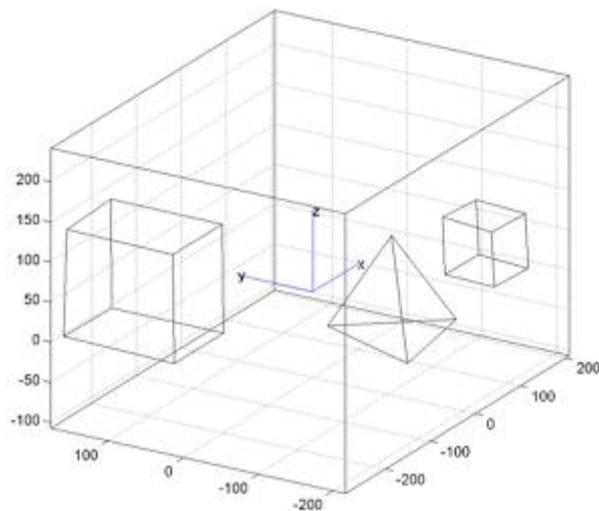
Untuk mengatur model UCS bisa mengetikkan perintah di baris command: UCS dimana nanti model UCS dapat diatur berdasarkan sumbu X, Y atau Z.

Dalam gambar proyeksi gambar piktorial merupakan gambar 3D, ialah gambar dimana gambar yang awalnya 2 dimensi, seolah-olah nampak seperti gambar 3 dimensi. Sudut untuk kemiringan yang umum digunakan adalah 30° .





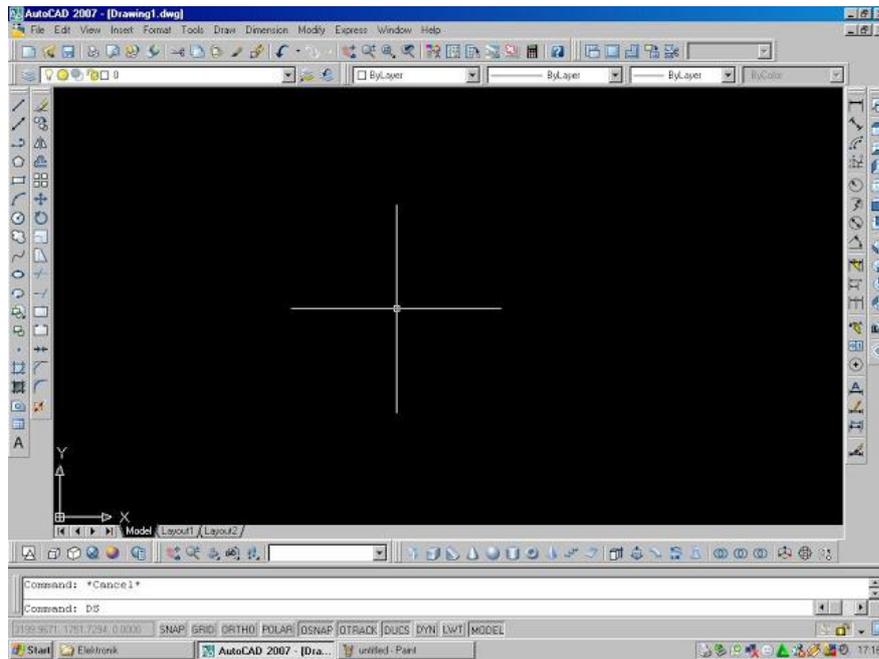
Jika menggambar dengan metode 3 D, yakni terdapat sumbu X, Y dan Z, tidak perlu lagi menggambar pandangan isometri, sebab dengan sedikit modify secara otomatis dapat dilihat semua pandangan atas, bawah, depan, samping serta Isometri secara bersamaan. Namun jika dasar penggambaran hanya menggunakan gambar 2 dimensi yaitu hanya menggunakan sumbu X dan Y, maka harus menggambar lagi jika ingin menampilkannya dalam metode gambar Isometri.



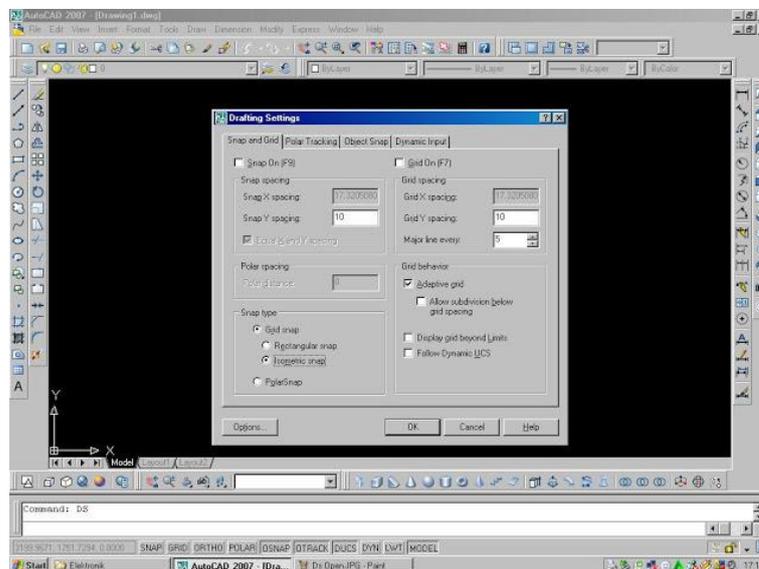
Berikut ini adalah paparan proses menggambar secara ISOMETRI.

Buka Program Autocad.

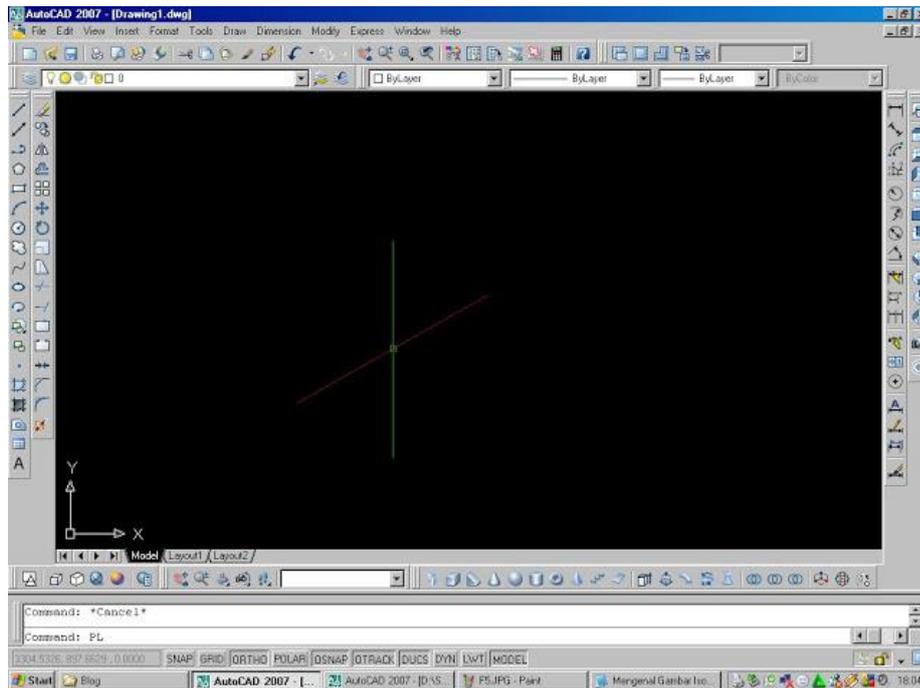
Masukan Command "DS" di dalam command.



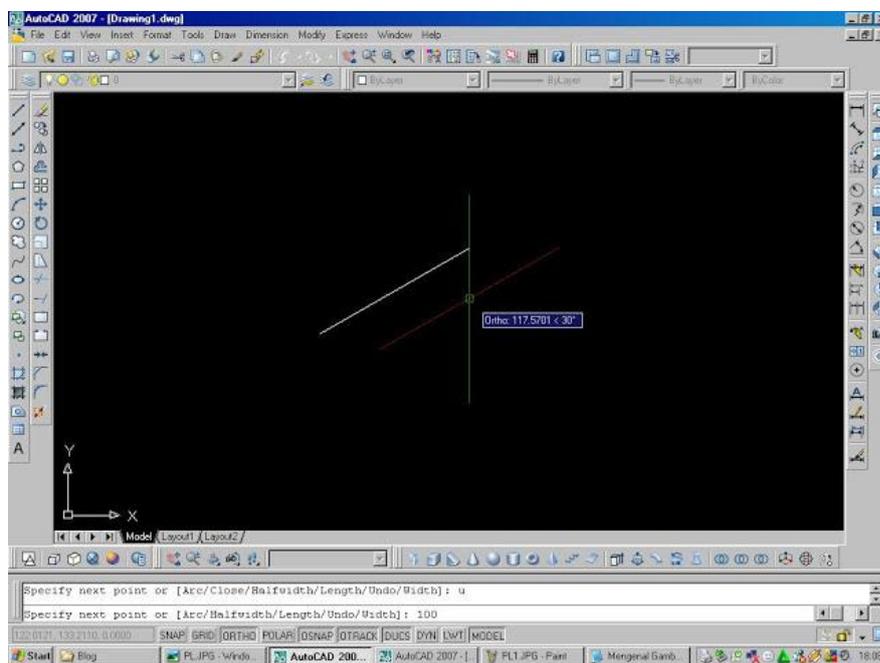
Pilihan "Snap and Grid" pada Drafting Settings
 Pilih "Isometric Snap" pada pilihan Snap Type.
 Lalu tekan "OK".



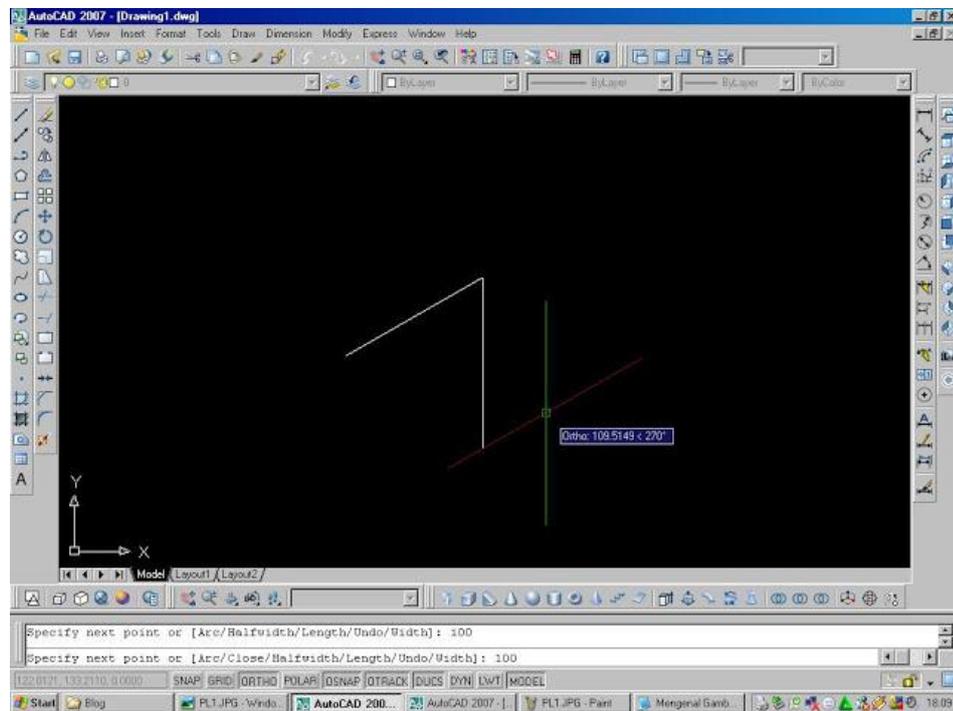
Sekarang sudah bisa untuk menggambar dalam mode Isometri.
 Masukkan perintah "PL" lalu enter.
 Klik dimana saja.



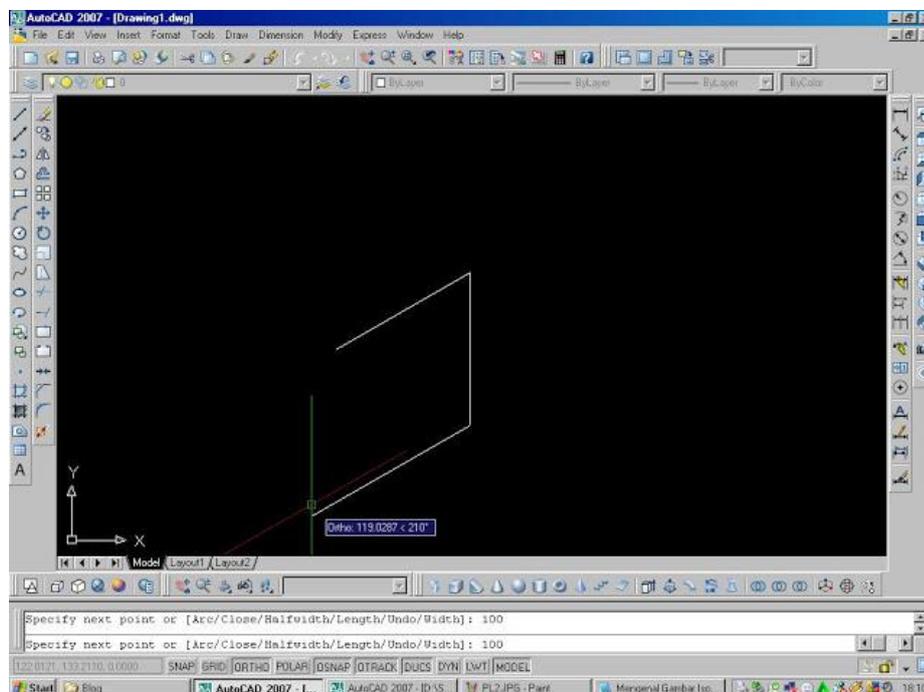
Tarik ke arah kanan atas, ketik angka 100, enter.



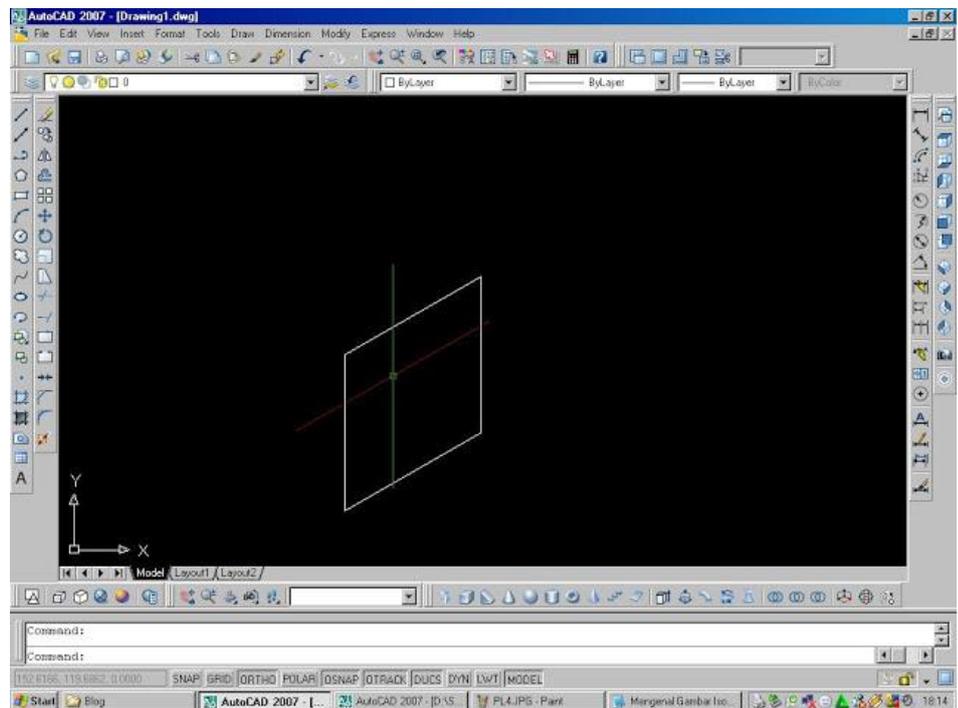
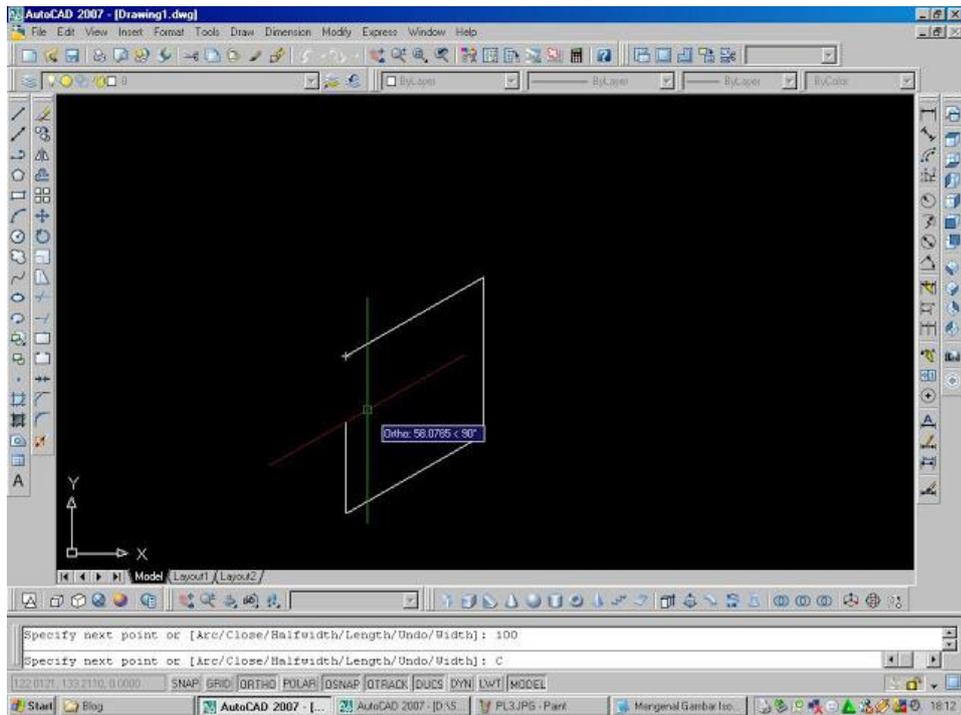
Arahkan mouse ke bawah, ketik angka 100. enter



Tarik mouse kearah kiri, masukkan angka 100, lalu enter.

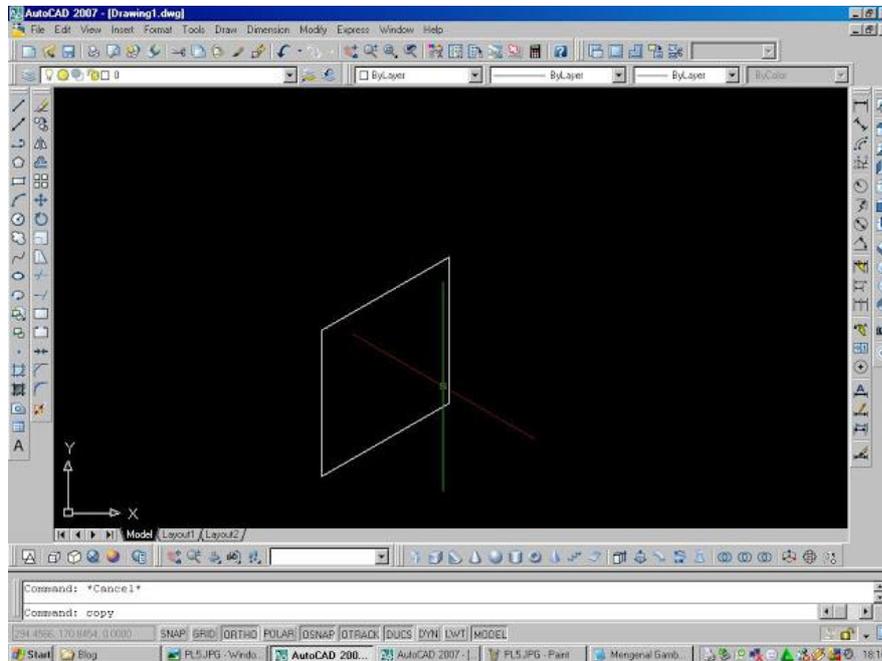


Ketik "C", Enter.

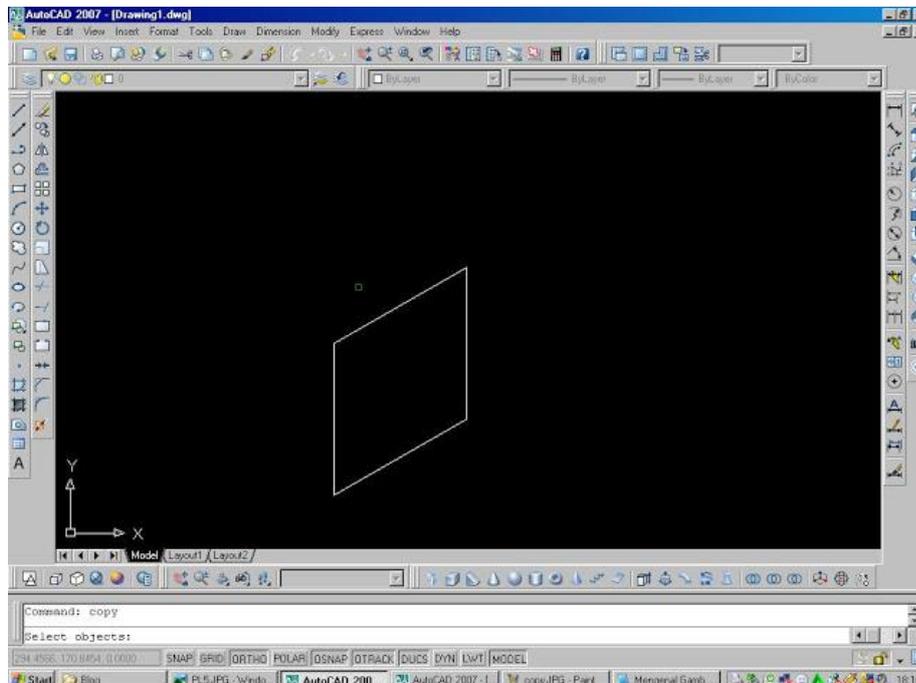


Setelah gambar kotak selesai, sekarang kita coba copy objek tersebut ke sebelah kiri.

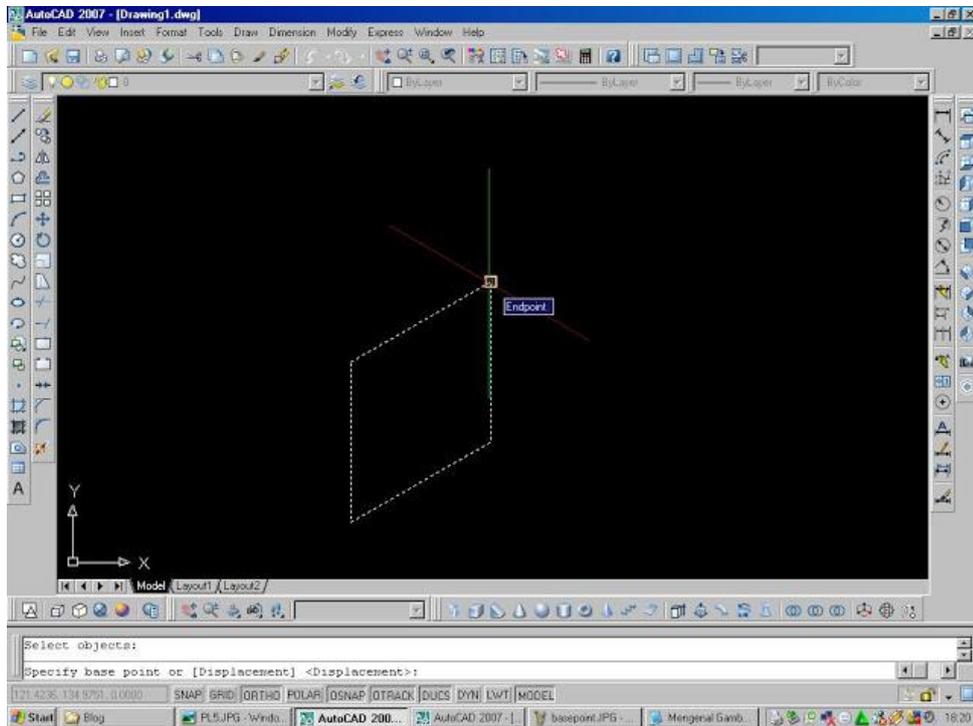
Caranya, ketik Command "copy", Enter.



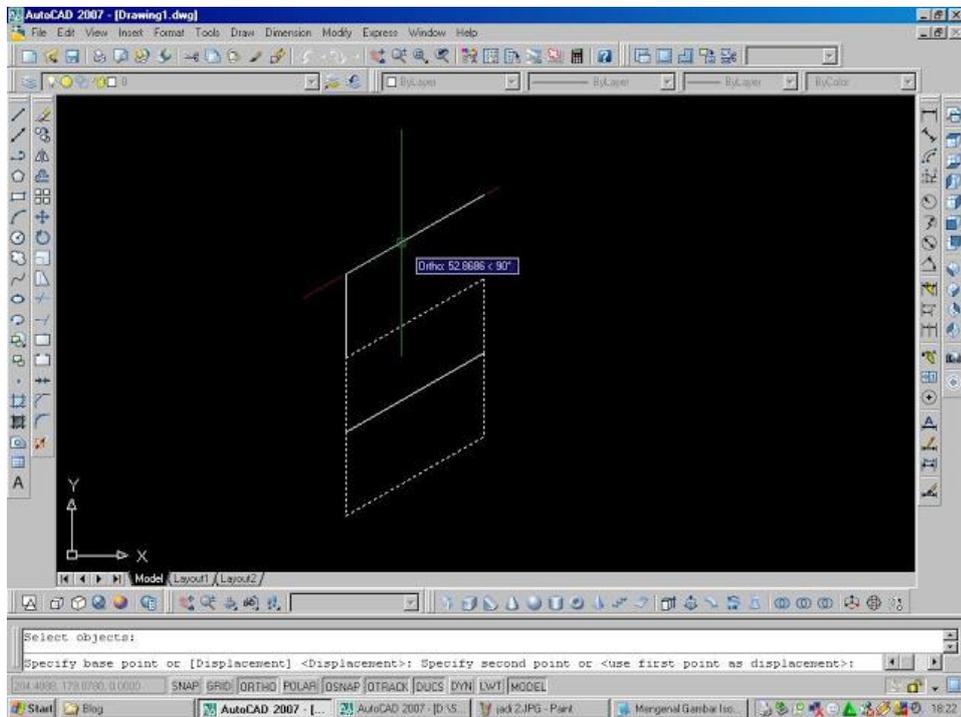
Pilih object tersebut, klik satu kali. Enter.



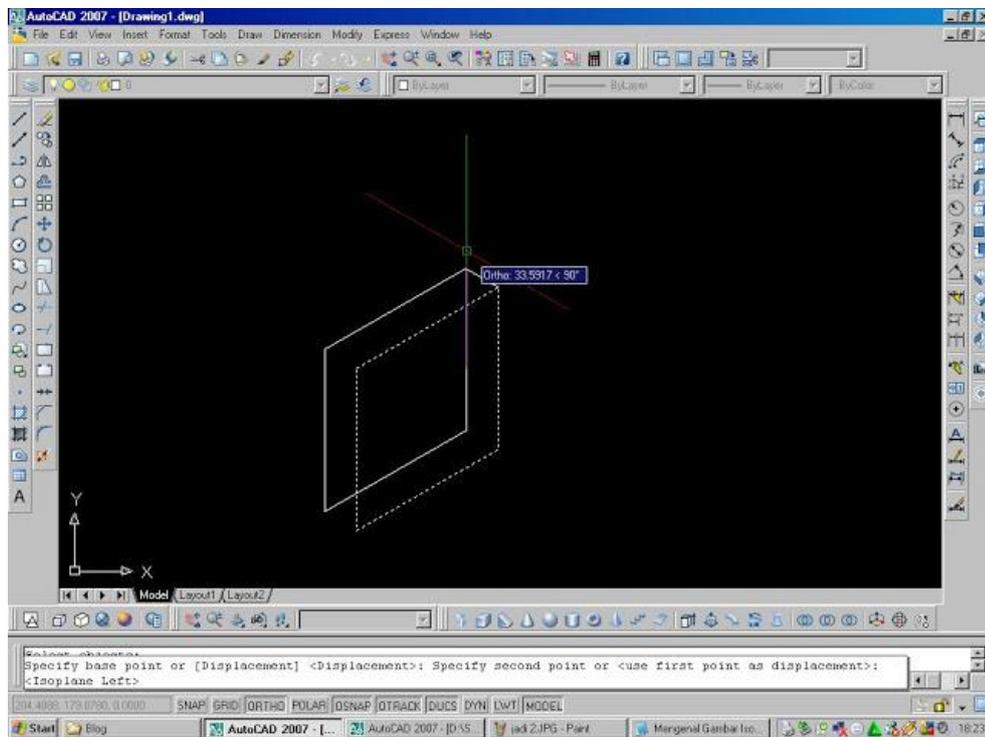
Pilih/klik basepoint object kanan atas.



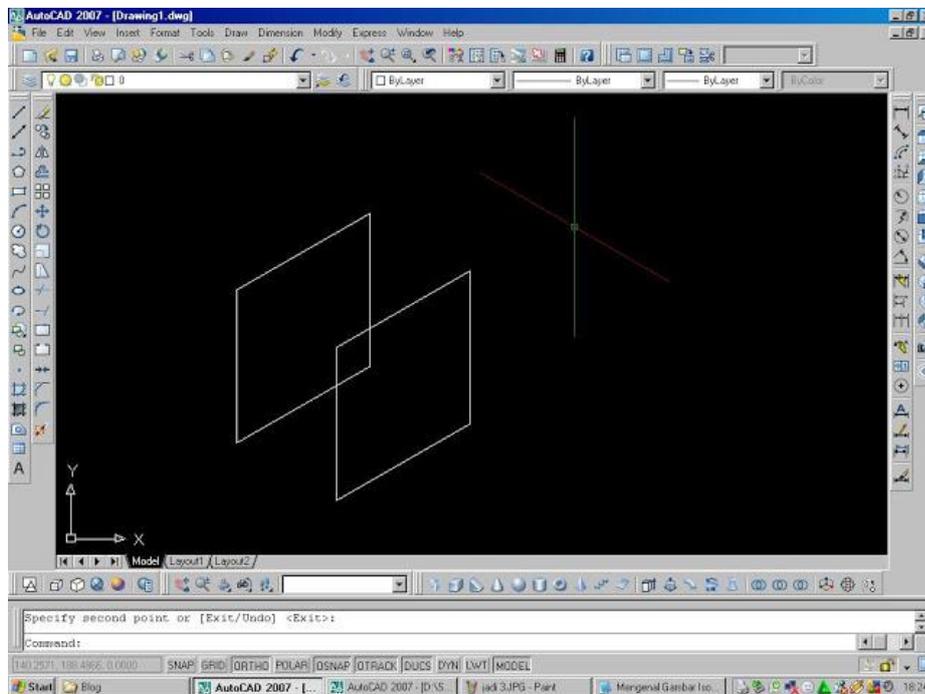
Tarik ke Kiri, Jika tidak bisa Tarik Ke atas.



Tekan tombol F5 satu kali, tarik ke kiri.



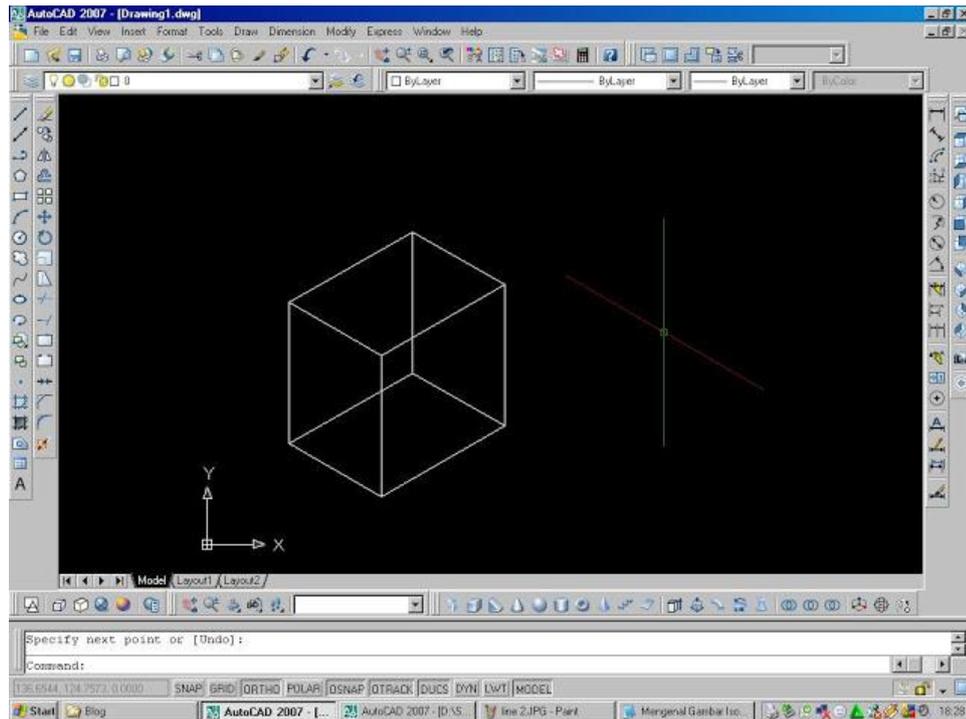
Masukan angka 75, enter.



Ketik (PL). seperti langkah paling atas. Enter.

Satukan setiap sudut dengan satu garis. caranya klik sudut 1 lalu arahkan ke sudut kotak yang berada disampingnya, klik lagi. Enter.

Lakukan hingga 4 kali. sehingga sebuah balok yang terbuat dari garis 2 dimensi seolah terlihat seperti 3 dimensi.



Gambar isometri sederhana selesai.

Tombol yang sering dipakai dalam penggambaran Isometri ialah F3, F5, F8, dimana fungsi:

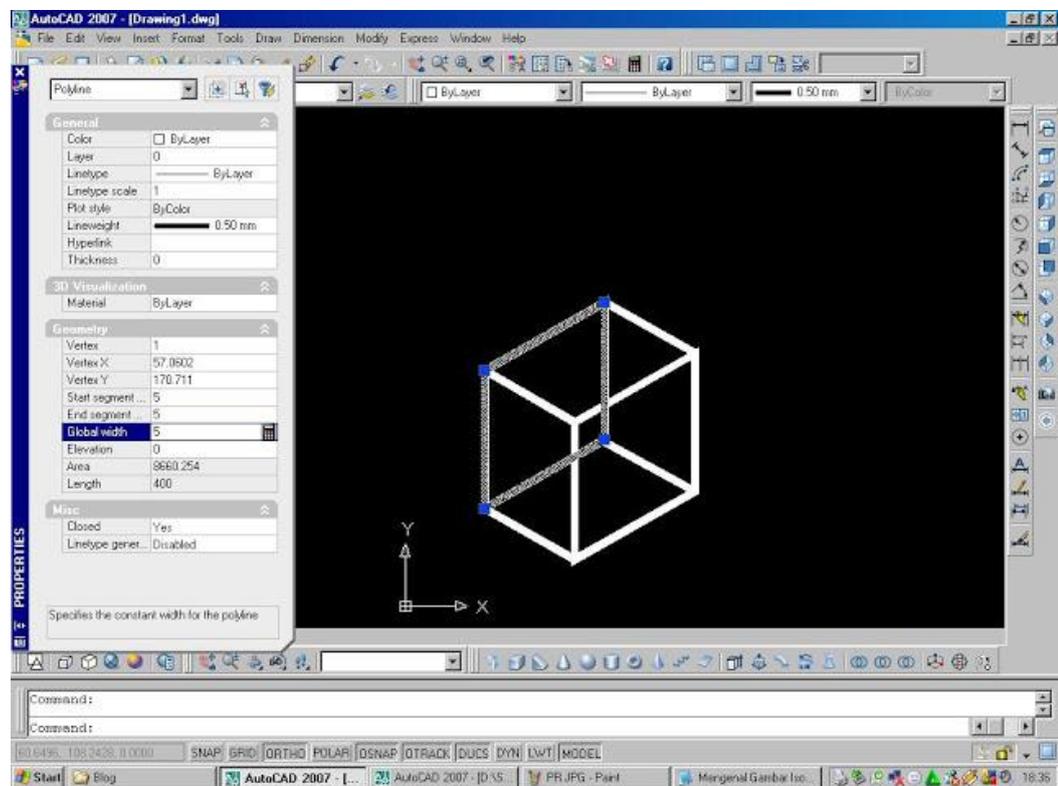
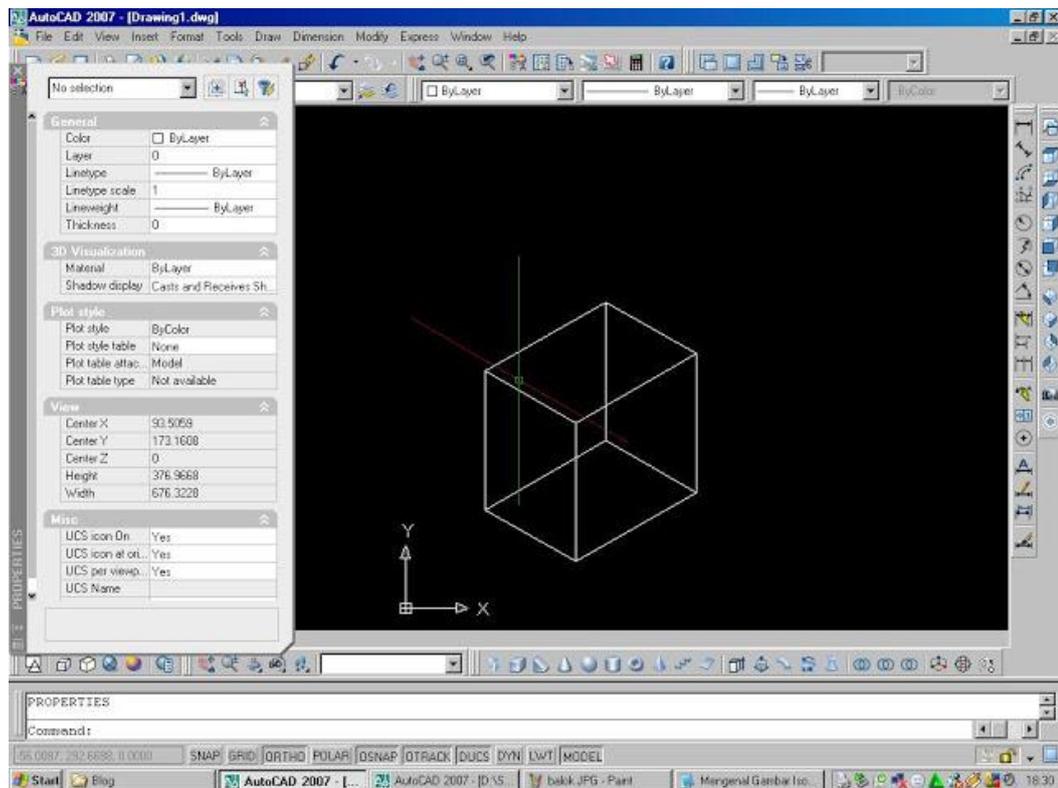
F3 untuk menghidup dan mematikan Snap

F5 untuk merubah Isoplane Top, Right atau Left.

F8 untuk menghidup dan mematikan Ortho

Untuk memodifikasi tipe garis, tebal tipis garis, layer, dll. ketik perintah (PR).

Sehingga modifikasi dapat dilakukan sesuai keinginan.



Catatan:

- Biasakan menggunakan Command Polyline (PL) dari pada Command Line (L), karena akan lebih menguntungkan dan memudahkan untuk merubah style tiap masing-masing objek polyline nantinya.
- Selalu perhatikan perintah yang berada di barisan command paling bawah.
- Jenis garis yang dapat dirubah ketebalannya hanya garis dengan type Polyline, bukan Line.
- Untuk memodifikasi objek, caranya pilih/blok dulu objek yang akan dimodif lalu ketik "PS", Enter atau sebaliknya.
- Untuk merubah ketebalan, ubah "Global width" pada perintah PR. masukan angka 5.

<http://ilmudrafter.blogspot.co.id/2012/12/cara-menggambar-isometrik.html>

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP)

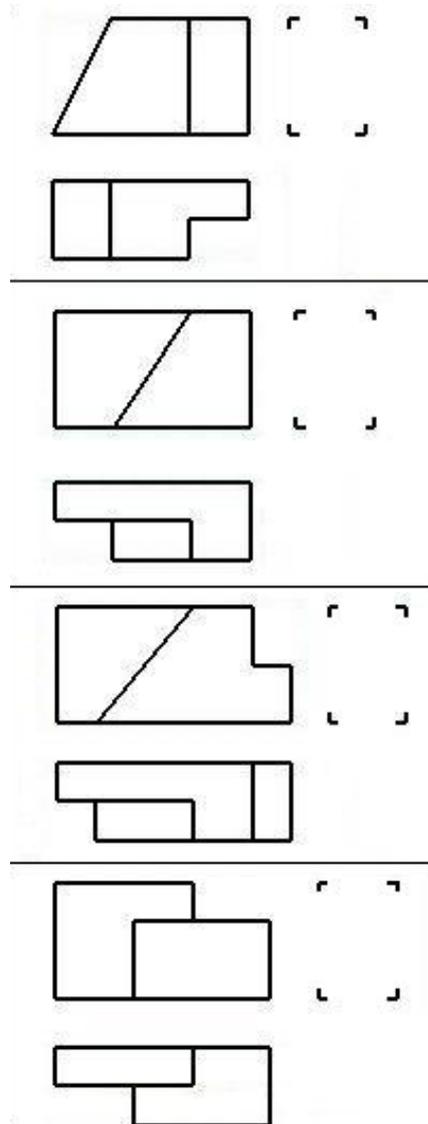
Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran tersebut di atas? 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 diunjukkerjakan 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 dengan mengamati gambar berikut ini.

Aktivitas 1. Mengamati Gambar (2 JP)

Saudara diminta untuk mengamati gambar berikut ini:



Saudara mungkin mempunyai pandangan yang berbeda dari teman-teman lain tentang gambar di atas. Apa yang Saudara temukan setelah mengamati gambar tersebut? Apakah ada hal-hal yang Saudara temukan? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Selanjutnya selesaikan **LK-01** dengan dipandu pertanyaan berikut.

1. Gambarkan secara sketsa bentuk isometri dari gambar 2D di atas, gambar di atas menggunakan proyeksi metode E!

2. Sebutkan langkah penggambaran isometrinya!

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguat-an.

Aktivitas 2: Menggambar Isometri (4 JP)

Setelah Saudara mencermati gambar pada aktivitas 1, maka pada aktivitas 2 ini Saudara akan mendiskusikan bagaimana membuat gambar isometri untuk gambar di atas. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui tentang penggambaran isometri dengan AutoCad 2D?
2. Mengapa penggambaran isometri dengan AutoCad 2D lebih lama waktunya jika dibandingkan dengan penggambaran AutoCad 3D? Jelaskan!

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

E. Rangkuman

Gambar isometri ialah gambar dimana gambar yang awalnya 2 dimensi, seolah-olah nampak seperti gambar 3 dimensi. Sudut untuk kemiringan yang umum digunakan adalah 30° .

Jika menggambar dengan metode 3 D, yakni terdapat sumbu X, Y dan Z, tidak perlu lagi menggambar pandangan isometri, sebab dengan sedikit modify secara otomatis dapat dilihat semua pandangan atas, bawah, depan, samping serta Isometri secara bersamaan.

Jika dasar penggambaran hanya menggunakan gambar 2 dimensi yaitu hanya menggunakan sumbu X dan Y, maka harus menggambar lagi jika ingin menampilkannya dalam metode gambar Isometri.

Tombol yang sering dipakai dalam penggambaran Isometri ialah F3, F5, F8, dimana fungsi:

1. F3 untuk menghidup dan mematikan Snap
2. F5 untuk merubah Isoplane Top, Right atau Left.
3. F8 untuk menghidup dan mematikan Ortho

Biasakan menggunakan Command Polyline (PL) dari pada Command Line (L), karena akan lebih menguntungkan dan memudahkan untuk merubah style tiap masing-masing objek polyline nantinya.

F. Tes Formatif

1. Apakah yang dimaksud dengan gambar isometri?
2. Apakah perbedaan antara menggambar dengan metode 3D dan isometri 2D?
3. Sebutkan fungsi tombol F3!
4. Sebutkan fungsi tombol F5!
5. Sebutkan fungsi tombol F8!

G. Kunci Jawaban

1. Gambar isometri ialah gambar dimana gambar yang awalnya 2 dimensi, seolah-olah nampak seperti gambar 3 dimensi. Sudut untuk kemiringan yang umum digunakan adalah 30° .
2. Jika menggambar dengan metode 3 D, yakni terdapat sumbu X, Y dan Z, tidak perlu lagi menggambar pandangan isometri, sebab dengan sedikit modify secara otomatis dapat dilihat semua pandangan atas, bawah, depan, samping serta Isometri secara bersamaan. Sedangkan jika dasar penggambaran hanya menggunakan gambar 2 dimensi yaitu hanya menggunakan sumbu X dan Y, maka harus menggambar lagi jika ingin menampilkannya dalam metode gambar Isometri.
3. Tombol F3 untuk menghidup dan mematikan Snap.
4. Tombol F5 untuk merubah Isoplane Top, Right atau Left.
5. Tombol F8 untuk menghidup dan mematikan Ortho.

H. Lembar Kerja KB-11

LK-00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran tersebut di atas? 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. Gambarkan secara sketsa bentuk isometri dari gambar 2D di atas, gambar di atas menggunakan proyeksi metode E!

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

2. Sebutkan langkah penggambaran isometrinya!

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

1. Apa yang Saudara ketahui tentang penggambaran isometri dengan AutoCad 2D?

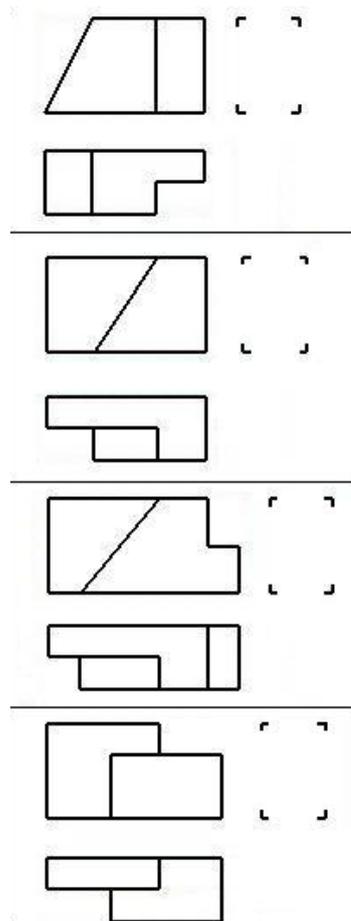
.....
.....
.....
.....
.....

2. Mengapa penggambaran isometri dengan AutoCad 2D lebih lama waktunya jika dibandingkan dengan penggambaran AutoCad 3D? Jelaskan!

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

TUGAS PRAKTIK:

Buatlah gambar di bawah ini menjadi gambar model 3D dengan menggunakan AutoCad 2D.





DAFTAR PUSTAKA

- BM. Surbakty, Kasman Barus (1983). *Membubut*
- C.Van Terheijden, Harun (1985). *Alat-alat Perkakas 2*.
- C.Van Terheijden, Harun. *Alat-alat Perkakas 3*.
- Daryanto (1987). *Mesin Pengerjaan Logam*, Bandung: Tarsito
- Daryanto (1987). *Mesin Pengerjaan Logam*, Bandung: Tarsito.
- Fitting and Machining Volume 2*: Education Department Victoria
- Jhon Gain,(1996). *Engenering Whorkshop Practice*. An International Thomson Publishing Company. National Library of Australia
- Modul Melakukan Pekerjaan dengan Mesin Frais, direktorat PSMK Jakarta, 2004
-(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 Immigration.
-(1975). *Thread Cutting 3-6*, Canberra: Department of Labour and Immigration.
- Widarto, (2088), Teknik Pemesinan Juilid 1, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Direktirat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen 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.

