



GURU PEMBELAJAR

MODUL PELATIHAN GURU

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

KELOMPOK
KOMPETENSI

A

Profesional :

PENERAPAN ATURAN GAMBAR TEKNIK MESIN DAN BAGIAN-BAGIAN

Pedagogik :

KARAKTERISTIK PESERTA DIDIK & KESULITAN BELAJAR

Penulis:

1. Dr. Mumu Komaro, 081220022002, email: mumukomaro@yahoo.com
2. Dr. Jamisten Situmorang, M.Pd., 08122347389, email: jsitumorang2003@yahoo.com
3. Dra. Ida Rosmawati, M.Pd., 08156030756, email: idarosmawati@yahoo.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. Sulipan, M.Pd., 085222339999, email: sulipan@yahoo.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



KATA SAMBUTAN

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui program Guru Pembelajar (GP) merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui uji kompetensi guru (UKG) untuk kompetensi pedagogik dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG melalui program Guru Pembelajar. Tujuannya untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program guru pembelajar dilaksanakan melalui pola tatap muka, daring (online), dan campuran (blended) tatap muka dengan online.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK), dan Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Kepala Sekolah (LP2KS) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut adalah modul untuk program Guru Pembelajar (GP) tatap muka dan GP online untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program GP memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program GP ini untuk mewujudkan Guru Mulia karena Karya.

Jakarta, Februari 2016
Direktur Jenderal
Guru dan Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D
NIP. 19590801 198503 2 001



KATA PENGANTAR

Undang–Undang Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen mengamanatkan adanya pembinaan dan pengembangan profesi guru secara berkelanjutan sebagai aktualisasi dari profesi pendidik. Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) dilaksanakan bagi semua guru, baik yang sudah bersertifikat maupun belum bersertifikat. Untuk melaksanakan PKB bagi guru, pemetaan kompetensi telah dilakukan melalui Uji Kompetensi Guru (UKG) bagi semua guru di Indonesia sehingga dapat diketahui kondisi objektif guru saat ini dan kebutuhan peningkatan kompetensinya.

Modul ini disusun sebagai materi utama dalam program peningkatan kompetensi guru mulai tahun 2016 yang diberi nama diklat PKB sesuai dengan mata pelajaran/paket keahlian yang diampu oleh guru dan kelompok kompetensi yang diindikasikan perlu untuk ditingkatkan. Untuk setiap mata pelajaran/paket keahlian telah dikembangkan sepuluh modul kelompok kompetensi yang mengacu pada kebijakan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan tentang pengelompokan kompetensi guru sesuai jabatan Standar Kompetensi Guru (SKG) dan indikator pencapaian kompetensi (IPK) yang ada di dalamnya. Sebelumnya, soal UKG juga telah dikembangkan dalam sepuluh kelompok kompetensi. Sehingga diklat PKB yang ditujukan bagi guru berdasarkan hasil UKG akan langsung dapat menjawab kebutuhan guru dalam peningkatan kompetensinya.

Sasaran program strategi pencapaian target RPJMN tahun 2015–2019 antara lain adalah meningkatnya kompetensi guru dilihat dari *Subject Knowledge* dan *Pedagogical Knowledge* yang diharapkan akan berdampak pada kualitas hasil belajar siswa. Oleh karena itu, materi yang ada di dalam modul ini meliputi kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional. Dengan menyatukan modul kompetensi pedagogik dalam kompetensi profesional diharapkan dapat mendorong peserta diklat agar dapat langsung menerapkan kompetensi pedagogiknya dalam proses pembelajaran sesuai dengan substansi materi yang diampunya. Selain dalam bentuk *hard-copy*, modul ini dapat diperoleh juga dalam bentuk digital, sehingga guru dapat lebih mudah mengaksesnya kapan saja dan dimana saja meskipun tidak mengikuti diklat secara tatap muka.

Kepada semua pihak yang telah bekerja keras dalam penyusunan modul diklat PKB ini, kami sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Jakarta, Februari 2016
Direktur Jenderal
Guru dan Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D
NIP. 19590801 198503 2 001



DAFTAR ISI

KATA SAMBUTAN	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	1
1. Kompetensi Dasar	1
2. Indikator Keberhasilan.....	1
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup	3
E. Saran Cara Penggunaan Modul	4
BAB II KEGIATAN PEMBELAJARAN	5
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1: BAGIAN-BAGIAN UTAMA MESIN BUBUT, FRAIS DAN PERLENGKAPANNYA	5
A. Tujuan	5
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	5
C. Uraian Materi.....	5
MESIN BUBUT	5
1. Bagian-Bagian Utama Mesin Bubut	6
2. Perlengkapan Mesin Bubut	14
MESIN FRAIS	25

1.	Bagian-bagian Utama Mesin Frais	26
2.	Perlengkapan Mesin Frais	30
D.	Aktivitas Pembelajaran	34
	Aktivitas Pengantar:.....	34
	Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1JP)	34
	Aktivitas 1: Mempelajari Bagian-bagian Utama Mesin Bubut. (2 JP).....	35
	Aktivitas 2: Mempelajari Perlengkapannya Mesin Frais (2 JP).....	37
E.	Test Formatif	38
F.	Rangkuman.....	40
G.	Lembar Kerja.....	42
	KEGIATAN PEMBELAJARAN 2: TOLERANSI DAN SUAIAN	45
A.	Tujuan	45
B.	Indikator Pencapaian Kompetensi	45
C.	Uraian Materi.....	45
	1. Pengertian Toleransi	45
	2. Istilah-istilah pada Toleransi	47
	3. Toleransi Khusus dan Toleransi Umum.....	48
	4. Diagram Daerah Toleransi	51
	5. Menghitung Ukuran Maksimum, Minimum dan Toleransi	53
	6. Toleransi pada Gambar Kerja.....	54
	7. Penulisan Toleransi pada Gambar Susunan	56
	8. Tingkat Suaian	57
	9. Toleransi Geometris	64
D.	Aktivitas Pembelajaran	78

Aktivitas Pengantar: Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok 1 JP).....	78
Aktivitas 1: Menghitung Ukuran Maksimum, Minimum dan Toleransi (2 JP)	79
Aktivitas 2: MengkajiToleransi Pada Gambar Kerja(2 JP).....	79
Aktivitas 3: Mempelajari Tingkat Suaian(2 JP).....	80
E. Tes Formatif	80
Pilihan Ganda:.....	80
F. Rangkuman	83
G. Lembar Kerja.....	84
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3: NILAI KEKASARAN, TANDA Pengerjaan DAN SIMBOL LAS	87
A. Tujuan	87
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	87
C. Uraian Materi.....	87
NILAI KEKASARAN.....	87
1. Tingkat Kekasaran Permukaan	87
2. Tanda Pengerjaan	96
3. Simbol Las.....	99
D. Aktivitas Pembelajaran	103
Aktivitas Pengantar:.....	103
Aktivitas 1: Mempelajari Nilai Kekasaran (3 JP).....	104
Aktivitas 2: Mempelajari Tanda Pengerjaan Gambar Teknik (3 JP)	105
Aktivitas 3: Mempelajari Simbol Las (2 JP).....	105
E. Tes Formatif	108
Pilihan Ganda:.....	108

F. Rangkuman	112
G. Lembar Kerja.....	112
KEGIATAN PEMBELAJARAN 4: OPERASI DASAR AutoCAD 2D	116
Mengatur Ruang Gambar	116
A. Tujuan	116
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	116
C. Uraian Materi.....	116
Operasi Dasar AutoCAD 2D.....	116
1. Membuka Program AutoCAD	116
2. Memilih Satuan	118
3. Memilih warna layar gambar (<i>background</i>).....	118
4. Bagian-bagian Layar AutoCAD.....	120
5. Menyimpan Gambar	122
6. Keluar dari AutoCAD	123
Mengatur Ruang Gambar.....	124
1. Menentukan Besarnya <i>Limits</i>	124
2. Huruf dan Angka	130
D. Aktivitas Pembelajaran	131
Aktivitas pengantar:.....	131
Aktivitas 1: Mempelajari Operasi Dasar AutoCad (3 JP).....	132
Aktivitas 2: Mempelajari Dasar MemulaiAutoCAD (3 JP).....	133
E. Tes Formatif	133
F. Rangkuman.....	137
H. Lembar Kerja.....	139
Kunci Jawaban Tes Formatif	142

Evaluasi.....	143
DAFTAR PUSTAKA	156
GLOSARIUM.....	157

Kunci Jawaban Tes Formatif

Evaluasi

Penutup

Daftar Pustaka

Glosarium

Lampiran



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Mesin bubut	6
Gambar 2.	Kepala Tetap, Tampak Spindel Utama Mesin	7
Gambar 3.	Kepala Tetap, Terpasang Cekam (<i>Chuck</i>)	7
Gambar 4.	Sistem Penggerak dan Pengatur Putaran Mesin/Kecepatan Pemakan dengan Roda Pully dan Sabuk V	8
Gambar 5.	<i>Gear Box</i> pada Kepala Tetap	8
Gambar 6.	Kepala Lepas dan Fungsinya	9
Gambar 7.	Roda Putar pada Kepala Lepas	9
Gambar 8.	Alas/Meja Mesin (<i>Bed Machine</i>)	10
Gambar 9.	Eretan (<i>Carriage</i>) Memanjang, Melintang dan Atas	10
Gambar 10.	Nonius Pada Roda Pemutar Eretan Memanjang dan Melintang ...	11
Gambar 11.	Poros Transporter dan Poros Pembawa Eretan	11
Gambar 12.	Contoh Posisi Tuas-Tuas Pengatur Kecepatan Putar, <i>Feeding</i> , Penguliran dan Pengubah Arah Pemakanan	12
Gambar 13.	Contoh Dudukan Pahat Standar, dengan Rumah Penjepit/Pengikat Pahat Bubut Satu dan Empat	13
Gambar 14.	Beberapa Contoh Dudukan Pahat Bubut Dapat Disetel dengan Rumah Penjepit/Pengikat Pahat Bubut Satu Buah	14
Gambar 15.	Beberapa Contoh Dudukan Pahat Dapat Disetel dengan Rumah Penjepit/Pengikat Pahat Bubut Lebih dari Satu	14
Gambar 16.	Cekam Rahang Tiga, Empat dan Enam Sepusat (<i>Self Centering Chuck</i>)	15
Gambar 17.	Beberapa Contoh Cekam Rahang Empat Tidak Sepusat (<i>Independent Chuck</i>)	16

Gambar 18. Cekam dengan Rahang Dapat Dibalik Posisinya	16
Gambar 19. Cekam dengan Rahang Bentuk Khusus.....	17
Gambar 20. Dudukan Spindle Mesin Bubut Bentuk Ulir dan Tirus	17
Gambar 21. Contoh Cekam Sepusat dan Tidak Sepusat Terpasang Pada Spindle Mesin	18
Gambar 22. Beberapa Contoh Cekam Kolet dengan Batang Penarik.....	18
Gambar 23. Beberapa Contoh Bentuk Kolet.....	19
Gambar 24. Pelat Pembawa Permukaan Bertangkai dan Pelat Pembawa Permukaan Rata	19
Gambar 25. Contoh Penggunaan Pelat Pembawa Bertangkai dan Permukaan Rata	20
Gambar 26. Contoh Pengikatan Benda Kerja Pada Pelat Pembawa	20
Gambar 27. Contoh Beberapa Macam Pembawa Berekor Lurus.....	21
Gambar 28. Contoh Beberapa Macam Pembawa Berekor Bengkok.....	21
Gambar 29. Beberapa Macam Bentuk Penyangga/Penahan Tetap	22
Gambar 30. Contoh Penggunaan Penyangga Tetap	22
Gambar 31. Beberapa Macam Bentuk Penyangga Jalan.....	23
Gambar 32. Contoh Penggunaan Penyangga Jalan	23
Gambar 33. Contoh Beberapa Jenis Senter Tetap (<i>Dead Centre</i>)	24
Gambar 34. Contoh Beberapa Jenis Senter Putar (<i>Rotary Centre</i>)Contoh Beberapa Jenis Senter Putar (<i>Rotary Centre</i>).....	24
Gambar 35. Cekam Bor Pengunci	24
Gambar 36. Cekam Bor Tanpa Pengunci (<i>Keyless Chuck Drill</i>).....	25
Gambar 37. Mesin Frais	25
Gambar 38. Bagian-Bagian Mesin Frais	26
Gambar 39. Meja Mesin Frais.....	28

Gambar 40. Sadel Mesin Frais	29
Gambar 41. Knee/Lutut.....	29
Gambar 42. Alas Mesin	30
Gambar 43. Arbor.....	31
Gambar 44. Stub Arbor.....	31
Gambar 45. Collet Chuck.....	32
Gambar 46. Ragum/Catok.....	32
Gambar 47. Meja Putar (Rotary Table)	33
Gambar 48. Macam-Macam Klem	33
Gambar 49. Kepala Pembagi.....	34
Gambar 50. Toleransi Poros dan Toleransi Lubang.....	47
Gambar 51. Daerah Toleransi.....	51
Gambar 52. Gambar Daerah Toleransi.....	52
Gambar 53. Komponen yang Diberi Ukuran dengan Toleransi	54
Gambar 54. Penusan Toleransi pada Komponen	54
Gambar 55. Contoh Penulisan Toleransi	55
Gambar 56. Penulisan Toleransi Besar Penyimpangan.....	55
Gambar 57. Penulisan Toleransi Ukuran Nominal dan Penyimpangannya	55
Gambar 58. Penulisan Toleransi Simetris.....	55
Gambar 59. Penulisan Toleransi dengan Mencantumkan Ukuran Maksimum dan Ukuran Minimum	55
Gambar 60. Penulisan Toleransi pada Gambar Susunan	56
Gambar 61. Penulisan dengan Lambang dan Nilai Penyimpangan pada Gambar Susunan.....	56

Gambar 62. Penulisan Toleransi dengan Ukuran Dasar dan Penyimpangannya Pada Ambar Susunan	57
Gambar 63. Daerah Toleransi Suaian.....	58
Gambar 64. Kelonggaran.....	61
Gambar 65. Kelonggaran maksimum.....	61
Gambar 66. Kesesakan	63
Gambar 67. Kesesakan Maksimum	63
Gambar 68. Sumbu Idealnya	66
Gambar 69. Simbol Toleransi Kelurusan	66
Gambar 70. Toleransi Kebulatan	67
Gambar 71. Toleransi Keselindrisan	67
Gambar 72. Toleransi Bentuk Permukaan	68
Gambar 73. Toleransi Kerataan.....	68
Gambar 74. Toleransi Profil Garis.....	69
Gambar 75. Toleransi Kesejajaran	69
Gambar 76. Toleransi Ketegaklurusan.....	70
Gambar 77. Gambar 2.28 Toleransi Kemiringan.....	70
Gambar 78. Gambar Pekerjaan Pengeboran.....	71
Gambar 79. Penulisan Toleransi Pekerjaan Bor	71
Gambar 80. Penulisan Toleransi Posisi	72
Gambar 81. Toleransi Konsentrisitas dan Koaksialitas	72
Gambar 82. Toleransi Kesimetrisan.....	73
Gambar 83. Toleransi Putar Tunggal	74
Gambar 84. Toleransi Putar Total.....	74
Gambar 85. Toleransi Bidang Patokan	75

Gambar 86. Hubungan dengan Sumbunya.....	76
Gambar 87. Hubungan dengan Dindingnya.....	76
Gambar 88. Contoh Simbol Dasar Kekasaran	90
Gambar 89. Simbol Permukaan yang Dimesin	91
Gambar 90. Simbol Permukaan yang Dicor	91
Gambar 91. Contoh Simbol Arah Pengerjaan	93
Gambar 92. Contoh Simbol Nilai Kekasaran Lain	93
Gambar 93. Contoh Gambar dengan Simbol Angka Kekasaran Ra.....	94
Gambar 94. Penulisan Tanda Pengerjaan (N)	94
Gambar 95. Penulisan Tanda Pengerjaan Utama.....	95
Gambar 96. Penulisan Tanda Pengerjaan Utama dan Khusus	95
Gambar 97. Simbol Dasar Tanda Pengerjaan	96
Gambar 98. Simbol Pengerjaan Bebas dan Tidak Dikerjakan.....	97
Gambar 99. Simbol Tanda Pengerjaan dan Keterangan.....	97
Gambar 100. Bentuk Sambungan Las	99
Gambar 101. Bentuk-Bentuk Alur Las.....	100
Gambar 102. Membuka Program AutoCAD	117
Gambar 103. Layar AutoCAD	117
Gambar 104. Dekstop Option	119
Gambar 105. Memilih Warna <i>Background</i>	119
Gambar 106. Bagian-Bagian Layar AutoCad.....	120
Gambar 107. Menu-Bar	122
Gambar 108. Menu-Bar	122
Gambar 109. Batas <i>limits</i>	125
Gambar 110. Bujur Sangkar	125

Gambar 111. Tampilan Grid Tampilan <i>Grid</i>	126
Gambar 112. <i>Text Editor</i>	131



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Besarnya Toleransi (<i>Micron</i>)	49
Tabel 2. Variasi Penyimpangan Umum (dalam mm)	51
Tabel 3. Simbol Toleransi Bentuk Tunggal dan Berpasangan.....	77
Tabel 4. Hubungan antara Ra, Rz, Rmaks, N, IT dan Panjang Sampel	88
Tabel 5. Proses Pengerjaan dan Kualitas Kekasaran	89
Tabel 6. Harga dan Kelas Kekasaran	97
Tabel 7. Lambang Arah Pengerjaan Permukaan	98
Tabel 8. Penggunaan Lambang-Lambang Las	101
Tabel 9. Hubungan antara <i>Grid</i> dan <i>Limits</i>	127
Tabel 10. Hubungan Ukuran Kertas Gambar Skala dan <i>Limits</i>	128



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Modul yang anda pelajari ini berjudul “Penerapan Aturan Gambar Teknik Mesin dan Bagian-Bagian Utama Mesin Bubut dan Frais”.

Hasil belajar yang akan dicapai oleh peserta didik setelah mempelajari modul ini yaitu; (1) dapat menentukan bagian-bagian utama mesin bubut, frais dan perlengkapannya untuk berbagai jenis pekerjaan, (2) dapat menerapkan aturan dan tanda pengerjaan gambar teknik mesin sesuai standar ISO, dan (3) dapat memahami konsep dasar gambar CAD 2D.

Gambar merupakan bahasa teknik yang memuat tentang informasi lengkap tentang data dan keterangan dalam pelaksanaan kerja di lapangan atau di bengkel, hal ini untuk memenuhi pengetahuan dan ketrampilan dalam mengembangkan teknologi. Kajian dan penerapan gagasan dalam bentuk simbol dan notasi yang dilakukan sehingga gambar teknik mempunyai fungsi yaitu; pedoman pelaksanaan kerja, dokumen dan Informasi lengkap.

B. Tujuan

1. Kompetensi Dasar

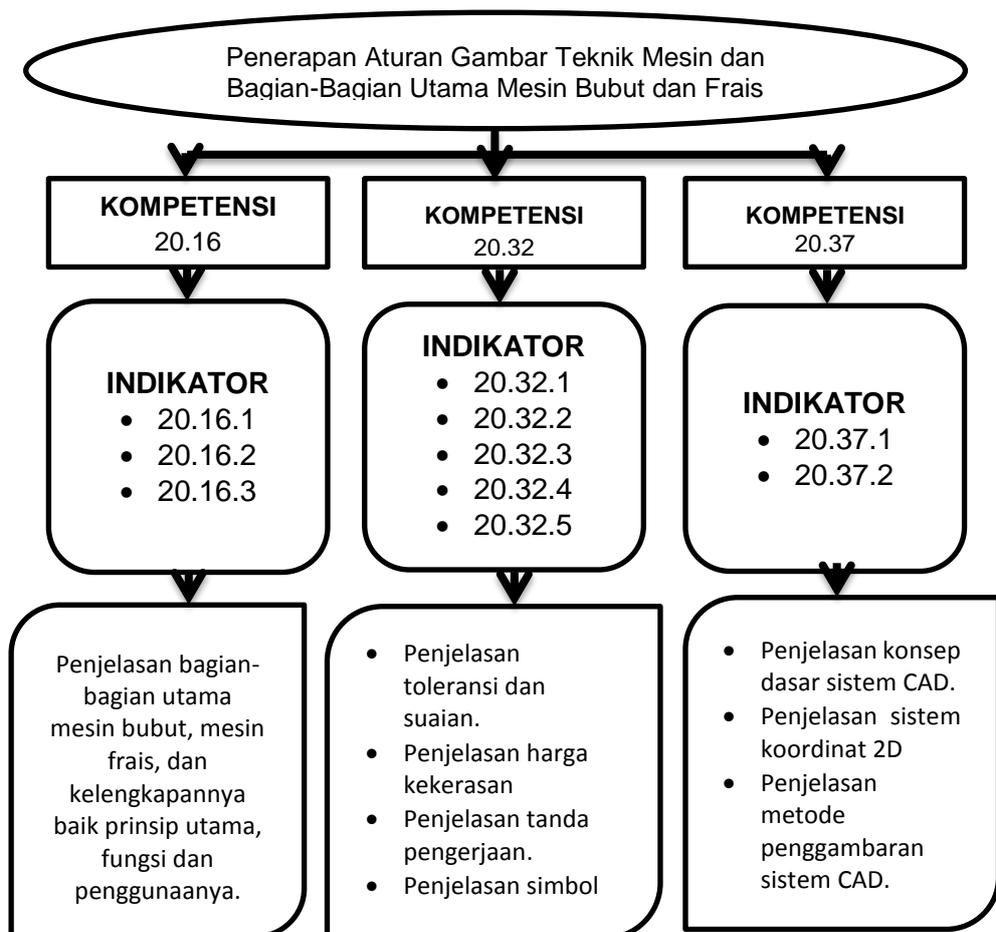
- a. Dapat menentukan bagian-bagian utama mesin bubut, frais dan perlengkapannya untuk berbagai jenis pekerjaan.
- b. Dapat menerapkan aturan dan tanda pengerjaan gambar teknik mesin sesuai standar ISO.
- c. Dapat memahami konsep dasar gambar CAD 2D.

2. Indikator Keberhasilan

- a. Peserta dapat menganalisis bagian-bagian utama mesin bubut, frais dan perlengkapannya.
- b. Peserta dapat menganalisis fungsi dan prinsip kerja bagian-bagian utama mesin bubut, frais dan perlengkapannya.

- c. Peserta dapat menggunakan bagian-bagian utama mesin bubut, frais dan per-lengkapannya sesuai tuntutan pekerjaan.
- d. Peserta dapat memilih toleransi sesuai kebutuhan.
- e. Peserta dapat memilih suaian sesuai kebutuhan.
- f. Peserta dapat memilih nilai kekasaran permukaan sesuai kebutuhan.
- g. Peserta dapat memilih tanda pengerjaan sesuai kebutuhan.
- h. Peserta dapat memilih simbol pekerjaan las sesuai kebutuhan.
- i. Peserta dapat menyajikan aturan gambar teknik mesin dan tanda pengerjaan dengan benar.
- j. Peserta dapat menganalisis konsep dasar sistem CAD sesuai kebutuhan.
- g. Peserta dapat menganalisis sistem koordinat dalam penggambaran 2D sesuai keperluan.

C. Peta Kompetensi



- Keterangan gambar:
- 20.16 = Menganalisis Bagian-Bagian Utama Mesin Bubut, Frais Dan Perlengkapannya.
- 20.32 = Menerapkan Aturan Dan Tanda Pengerjaan Gambar Teknik Mesin Sesuai Standar ISO
- 20.37 = Memahami Konsep Dasar Gambar CAD 2D.
- 20.16.1 = Menganalisis Bagian-Bagian Utama Mesin Bubut, Frais Dan Perlengkapannya.
- 20.16.2 = Menganalisis Fungsi Dan Prinsip Kerja Bagian-Bagian Utama Mesin Bubut, Frais Dan Perlengkapannya.
- 20.16.3 = Menggunakan Bagian-Bagian Utama Mesin Bubut, Frais Dan Perlengkapannya Sesuai Tuntutan Pekerjaan.
- 20.32.1 = Memilih Toleransi Sesuai Kebutuhan
- 20.32.2 = Memilih Suaian Sesuai Kebutuhan
- 20.32.3 = Memilih Nilai Kekasaran Permukaan Sesuai Kebutuhan.
- 20.32.4 = Memilih Tanda Pengerjaan Sesuai Kebutuhan.
- 20.32.5 = Memilih Simbol Pekerjaan Las Sesuai Kebutuhan
- 20.32.6 = Menyajikan Aturan Gambar Teknik Mesin Dan Tanda Pengerjaan Dengan Benar
- 20.37.1 = Menganalisis Konsep Dasar Sistem CAD Sesuai Kebutuhan
- 20.37.2 = Menganalisis Sistem Koordinat Dalam Penggambaran 2D Sesuai Keperluan.

D. Ruang Lingkup

Modul ini berisi materi; penjelasan bagian-bagian utama mesin bubut, mesin frais, dan kelengkapannya baik prinsip utama, fungsi dan penggunaannya,, penjelasan

toleransi dan suaian, penjelasan harga kekerasan, penjelasan tanda pengerjaan, penjelasan simbol pekerjaan las, penjelasan konsep dasar sistem CAD, penjelasan sistem koordinat 2D dan penjelasan metode penggambaran sistem CAD.

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Setelah selesai mempelajari modul ini, peserta diklat mampu (1) menentukan bagian-bagian utama mesin bubut, frais dan perlengkapannya untuk berbagai jenis pekerjaan, (2) menerapkan aturan dan tanda pengerjaan gambar teknik mesin sesuai standar ISO dan (3) menyajikan konsep dasar gambar CAD 2D. Langkah-langkah yang harus diperhatikan dan dilakukan antara lain:

1. Urutan sub kompetensi sesuai urutan modul.
2. Baca dan pahami perintah pada modul.
3. Kerjakan setelah ada penjelasan dari fasilitator.
4. Bekerja dengan teliti, cermat, tepat dan cepat.



BAB II KEGIATAN PEMBELAJARAN

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1: BAGIAN-BAGIAN UTAMA MESIN BUBUT, FRAIS DAN PERLENGKAPANNYA

A. Tujuan

1. Memahami fungsi dan prinsip bagian-bagian utama dan perlengkapannya mesin bubut
2. Memahami fungsi dan prinsip bagian-bagian utama dan perlengkapannya mesin frais.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

- 20.16.1 Menganalisis bagian-bagian utama mesin bubut, frais dan perlengkapannya.
- 20.16.2 Menganalisis fungsi dan prinsip bagian-bagian utama mesin bubut, frais dan perlengkapannya.
- 20.16.3 Menggunakan bagian-bagian utama mesin bubut, frais dan perlengkapannya sesuai dengan tuntutan pekerjaan.

C. Uraian Materi

MESIN BUBUT

Mesin bubut, merupakan salah satu jenis mesin yang paling banyak digunakan pada bengkel-bengkel pemesinan baik itu di industri manufaktur, lembaga pendidikan kejuruan dan lembaga diklat atau pelatihan. Contoh salah satu model mesin bubut standar yang umum digunakan, dapat dilihat pada (Gambar 1.1).



Gambar 1. Mesin bubut

Mesin bubut, pada dasarnya memiliki fungsi yaitu, untuk melakukan pembubutan: muka (*facing*), rata/lurus, bertingkat, tirus, profil, alur, memotong, mengulir, mengebor, mem-perbesar lubang, mengkartel dll.

1. Bagian-Bagian Utama Mesin Bubut

Bagian utama mesin bubut memiliki nama dan fungsi masing-masing. Beberapa nama bagian utama mesin bubut dan fungsinya adalah sebagai berikut:

1.1. Kepala Tetap (*Head Stock*)

Kepala tetap merupakan bagian utama mesin bubut yang letaknya di sebelah kiri dari badan mesin yang di dalamnya terdapat poros utama yang berputar pada suatu bantalan perunggu. Kepala tetap (*head stock*), terdapat spindle utama mesin (Gambar 2). Alat-alat perlengkapan tersebut dipasang pada spindle mesin berfungsi sebagai pengikat atau penahan benda kerja yang akan dikerjakan pada mesin bubut (Gambar 3).



Gambar 2. Kepala Tetap, Tampak Spindel Utama Mesin



Gambar 3. Kepala Tetap, Terpasang Cekam (*Chuck*)

Konstruksi kepala tetap di dalamnya terdapat beberapa susunan sistem mekanik, pada bagian sisi samping kiri kepala tetap pada umumnya terdapat sistem mekanik penggerak utama mesin berupa roda pully dan sabuk V (*V belt*) yang dihubungkan dengan motor penggerak untuk memutar poros spindel. Selain itu juga terdapat sistem mekanik pengatur putaran mesin dan kecepatan pemakanan (*feeding*) berupa beberapa roda pully dan sabuk V (*V belt*) atau berupa susunan beberapa buah roda gigi (Gambar 4).



Gambar 4. Sistem Penggerak dan Pengatur Putaran Mesin/Kecepatan Pemakan dengan Roda Pully dan Sabuk V

Selain itu pada kepala tetap, terdapat *gear box* yang berisi susunan sistem transmisi mekanik berupa beberapa komponen di antaranya: roda gigi berikut poros tumpuannya, lengan penggeser posisi roda gigi dan susunan mekanik lainnya yang berfungsi atau digunakan sebagai pengatur kecepatan putaran mesin, kecepatan pemakanan dan arah pemakanan (Gambar 5).



Gambar 5. Gear Box pada Kepala Tetap

1.2. Kepala Lepas (*Tail Stock*)

Kepala lepas (*tail stock*) - (Gambar 1.6), digunakan sebagaiudukan senter putar (*rotary centre*), senter tetap, cekam bor (*chuck drill*) dan mata bor bertangkai tirus yang pemasanganya dimasukkan pada lubang tirus (*sleeve*) kepala lepas. Setelah kepala lepas dikencangkan, untuk dapat melakukan

dorongan senter tetap/senter putar pada saat digunakan untuk menahan benda kerja atau melakukan pengeboran pada kedalaman tertentu, kepala lepas dilengkapi roda putar (Gambar 7) yang disertai sekala garis ukur (*nonius*) dengan ketelitian tertentu, yaitu antara 0,01 s.d 0,05 mm.



Gambar 6. Kepala Lepas dan Fungsinya

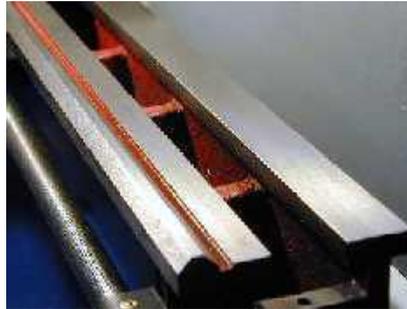


Gambar 7. Roda Putar pada Kepala Lepas

Kepala lepas memiliki ketinggian sumbu senter yang sama dengan sumbu senter kepala tetap dan dalam penggunaannya dapat digeser sepanjang alas (*bed*) dengan cara mengendorkan baut pengikatnya.

1.3. Alas/Meja Mesin (*Bed Machine*)

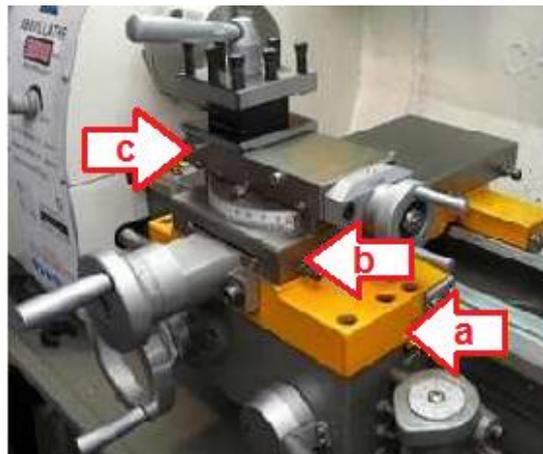
Alas/meja mesin bubut (Gambar 8), digunakan sebagai tempat kedudukan kepala lepas, eretan, penyangga diam (*steady rest*) dan merupakan tumpuan gaya pemakanan pada waktu pembubutan.



Gambar 8. Alas/Meja Mesin (*Bed Machine*)

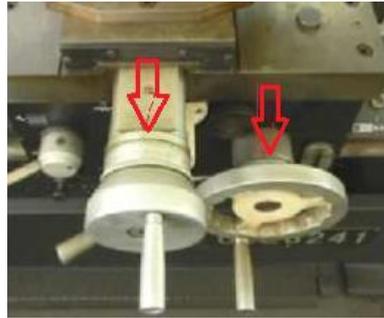
1.4. Eretan (*Carriage*)

Eretan (*carriage*), terdiri dari tiga bagian/ elemen di antaranya: (1). Eretan memanjang (*longitudinal carriage*) terlihat pada (Gambar 9a), berfungsi untuk melakukan gerakan pemakanan arah memanjang mendekati atau menjauhi spindle mesin, secara manual atau otomatis sepanjang meja/alas mesin dan sekaligus sebagaiudukan eretan melintang. (2). Eretan melintang (*cross carriage*) terlihat pada (Gambar 9b), berfungsi untuk melakukan gerakan pemakanan arah melintang mendekati atau menjauhi sumbu senter, secara manual/otomatis dan sekaligus sebagaiudukan eretan atas. (3). Eretan atas (*top carriage*) terlihat pada (Gambar 9c), berfungsi untuk melakukan pemakanan secara manual kearah sudut yang dikehendaki sesuai penyetelannya.



Gambar 9. Eretan (*Carriage*) Memanjang, Melintang dan Atas

Untuk melakukan dan mengatur besarnya pemakanan dan mengatur panjang pemakanan pada saat melakukan proses pembubutan, dapat diatur menggunakan skala garis ukur (*nonious*) yang memiliki ketelitian tertentu yang terdapat pada roda pemutarnya (Gambar 10).



Gambar 10. Nonius Pada Roda Pemutar Eretan Memanjang dan Melintang

1.5. Poros Transportir dan Poros Pembawa

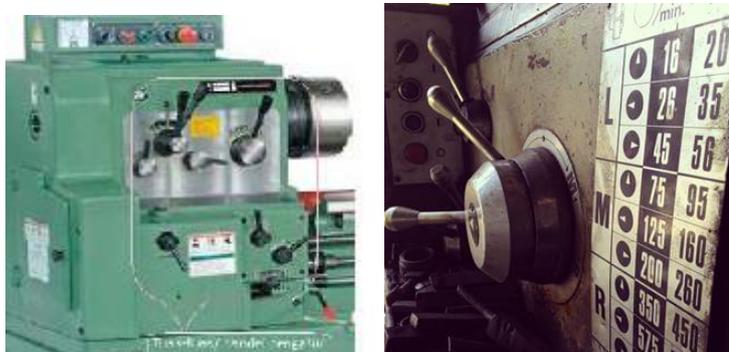
Poros transportir (Gambar 11a) adalah sebuah poros berulir berbentuk segi empat atau trapesium dengan jenis ulir *withworth* (inchi) atau metrik (mm), berfungsi untuk membawa eretan pada waktu pembubutan secara otomatis misalnya pembubutan arah memanjang/melintang dan ulir. Poros transporter untuk mesin bubut standar pada umumnya kisar ulirnya antara dari 6 ÷ 8 mm. Poros pembawa (Gambar 11b) adalah poros yang selalu berputar untuk membawa atau mendukung jalannya eretan dalam proses pemakanan secara otomatis.



Gambar 11. Poros Transporter dan Poros Pembawa Eretan

1.6. Tuas (*Handle*)

Tuas (*handle*) pada setiap mesin bubut dengan merk atau pabrikan yang berbeda, pada umumnya memiliki posisi/ letak dan cara penggunaan berbeda. Maka dari itu, di dalam mengatur tuas pada setiap melakukan proses pembubutan harus berpedoman pada tabel-tabel petunjuk pengaturan yang terdapat pada mesin bubut tersebut. Contoh posisi tuas-tuas pengatur kecepatan putar, *feeding*, penguliran dan pengubah arah pemakanan, dapat dilihat pada (Gambar 12).



Gambar 12. Contoh Posisi Tuas-Tuas Pengatur Kecepatan Putar, *Feeding*, Penguliran dan Pengubah Arah Pemakanan

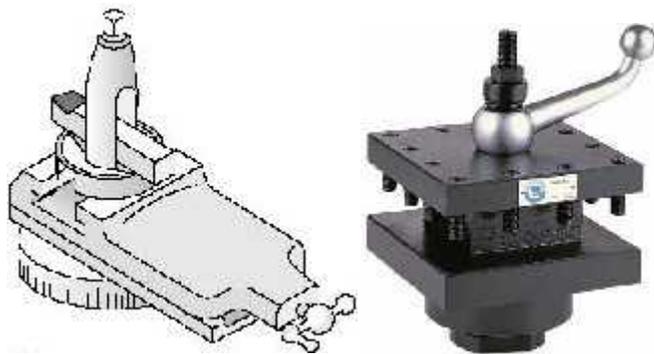
1.7. Dudukan Pahat (*Tool Post*)

Dudukan atau penjepit pahat bubut (*tools post*), digunakan untuk memegang atau menjepit pahat bubut pada saat melakukan proses pembubutan. Bentuknya atau modelnya secara garis besar ada dua macam yaitu, pemegang pahat bubut standar dan pemegang pahat bubut dapat disetel (*justable tool post*).

- Dudukan Pahat Bubut Standar (*Standar Tools Post*)

Pengertian dudukan pahat bubut standar adalah, di dalam mengatur ketinggian pahat bubut harus dengan memberi ganjal sampai dengan ketinggiannya tercapai dan pengencangan pahat bubut dilakukan dengan dengan cara yang standar, yaitu dengan mengencangkan baut-baut yang terdapat pada bagian atas pemegang pahat.

Dudukan pahat bubut standar, jika dilihat dari jumlah rumah penjepit/ pengikat pahatnya terdapat dua jenis yaitu, dudukan pahat bubut standar dengan rumah penjepit/pengikat pahat bubut satu dan empat. Contoh dudukan pahat bubut standar dengan rumah penjepit/pengikat pahat bubut satu dan empat, dapat dilihat pada (Gambar 13). Dengan demikian, dalam proses pembubutan yang membutuhkan beberapa bentuk pahat bubut, akan lebih cepat dan praktis proses pembubutannya jika menggunakan dudukan pahat bubut standar dengan rumah penjepit/pengikat pahat bubut empat.



Gambar 13. Contoh Dudukan Pahat Standar, dengan Rumah Penjepit/Pengikat Pahat Bubut Satu dan Empat

- Dudukan Pahat Bubut dapat disetel (*Justable Tool Post*)

Pengertian dudukan pahat bubut dapat disetel adalah, di dalam mengatur ketinggian pahat bubut dapat disetel ketinggiannya tanpa harus memberi ganjal pada bagian bawahnya, karena pada bodinya sudah terdapat rumah penjepit/pengikat pahat bubut yang konstruksinya disertai kelengkapan mekanik yang dengan mudah dapat disetel atau diatur ketinggian pahat bubutnya, dengan cara mengendorkannya. Jenis dudukan pahat bubut dapat disetel, jika dilihat dari konstruksi rumah penjepit/ pengikat pahatnya terdapat dua jenis yaitu, dudukan pahat bubut dapat disetel dengan rumah penjepit/pengikat pahat bubut satu dan dudukan pahat bubut dapat disetel dengan rumah penjepit/ pengikat pahat bubut lebih dari satu.



Gambar 14. Beberapa Contoh Dudukan Pahat Bubut Dapat Disetel dengan Rumah Penjepit/Pengikat Pahat Bubut Satu Buah



Gambar 15. Beberapa Contoh Dudukan Pahat Dapat Disetel dengan Rumah Penjepit/Pengikat Pahat Bubut Lebih dari Satu

2. Perlengkapan Mesin Bubut

Untuk mendukung berbagai proses pembubutan, mesin bubut standar terdapat beberapa jenis alat perlengkapan di antaranya: alat pengecam/pengikat, alat pem-bawa, alat penahan/penyangga dan alat bantu pada saat melakukan proses mengebor.

2.1. Alat Pencengkam/Pengikat Benda Kerja.

Alat pecekam benda kerja digunakan untuk mencekam atau mengikat benda kerja agar posisinya tepat dan kuat, sehingga pada saat dilakukan proses pemo-tongan posisinya tidak berubah dan stabil. Alat jenis ini terdapat beberapa macam di antaranya:

- Cekam (*Chuck*)

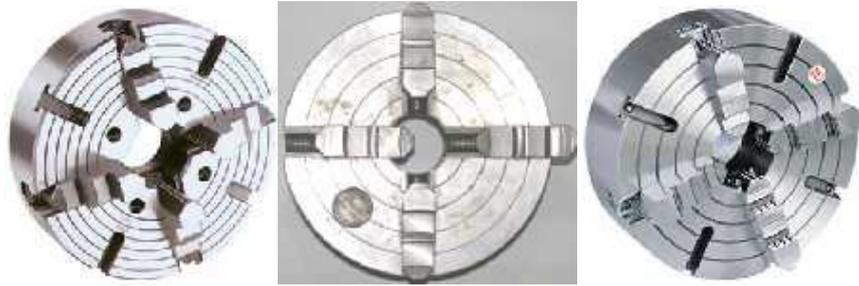
Cekam adalah salah satu alat perlengkapan mesin bubut yang fungsinya untuk menjepit/mengikat benda kerja pada proses pembubutan. Jenis alat ini apabila dilihat dari gerakan rahangnya dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu, cekam sepusat (*self centering chuck*) dan cekam tidak sepusat (*independent chuck*).

Pengertian cekam sepusat adalah, apabila salah satu rahang digerakkan maka keseluruhan rahang yang terdapat pada cekam akan bergerak bersama-sama menuju atau menjahui pusat sumbu. Maka dari itu, cekam jenis ini sebaiknya hanya digunakan untuk mencekam bend kerja yang benar-benar sudah silindris. Cekam jenis ini rahangnya ada yang berjumlah tiga (*3 jaw chuck*), empat (*4 jaw chuck*) dan enam (*6 jaw chuck*) seperti yang terlihat pada (Gambar 1.16).



Gambar 16. Cekam Rahang Tiga, Empat dan Enam Sepusat (*Self Centering Chuck*)

Sedangkan pengertian cekam tidak sepusat adalah, masing-masing rahang dapat digerakkan menuju/menjauhi pusat dan rahang lainnya tidak mengikuti. Maka jenis cekam ini hanya digunakan untuk mencekam benda-benda yang tidak silindris atau tidak beraturan, karena lebih mudah disetel kesentrisannya dan juga dapat digunakan untuk mencekam benda kerja yang akan dibubut eksentrik atau sumbu senternya tidak sepusat. Jenis cekam ini pada umumnya memiliki rahang empat, dan beberapa contoh cekam rahang empat tidak sepusat (*independent chuck*) dapat dilihat pada (Gambar 17).



Gambar 17. Beberapa Contoh Cekam Rahang Empat Tidak Sepusat (*Independent Chuck*)

Untuk jenis cekam yang lain, rahangnya ada yang berjumlah dua buah yang diikatkan pada rahang satu dengan yang lainnya, tujuannya agar rahang pada bagian luar dapat dirubah posisinya/ dibalik sehingga dapat mencekam benda kerja yang memiliki diameter relatif besar (Gambar 18). Caranya yaitu dengan melepas baut pengikatnya, baru kemudian dibalik posisinya dan dikencangkan kembali. Hati-hati dalam memasang kembali rahang ini, karena apabila pengarahnya tidak bersih, akan mengakibatkan rahang tidak sepusat dan kedudukannya kurang kokoh/kuat.



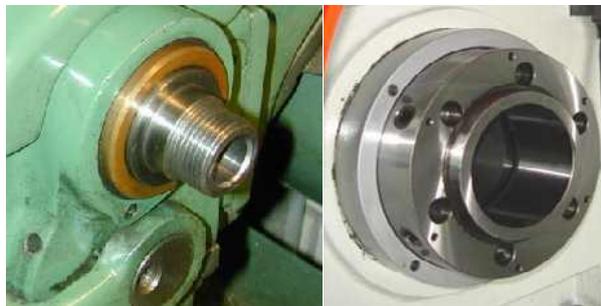
Gambar 18. Cekam dengan Rahang Dapat Dibalik Posisi Rahangnya

Selain jenis cekam yang telah disebutkan di atas masih terdapat jenis cekam lain yang juga sering digunakan pada proses pembubutan yaitu, cekam yang memiliki rahang dengan bentuk khusus. Cekam jenis ini, digunakan untuk mengikat benda kerja yang memerlukan pengikatan dengan cara yang khusus (gambar 19).



Gambar 19. Cekam dengan Rahang Bentuk Khusus

Sebagaimana telah diuraikan di atas, cekam pada saat digunakan harus dipasang pada spindel mesin. Cara pemasangannya tergantung dari bentuk dudukan/ pengarah pada spindel mesin dan cekam. Keduanya harus memiliki bentuk yang sama, sehingga jika dipasangkan akan stabil dan presisi kedudukannya. Bentuk dudukan/pengarah pada spindel pada umumnya ada dua jenis yaitu, berbentuk ulir dan tirus (Gambar 20). Contoh cekam sepusat dan cekam tidak sepusat terpasang pada spindle mesin, dapat dilihat pada (Gambar 21).



Gambar 20. Dudukan Spindle Mesin Bubut Bentuk Ulir dan Tirus



Gambar 21. Contoh Cekam Sepusat dan Tidak Sepusat Terpasang Pada Spindle Mesin

- Cekam Kolet (*Collet Chuck*)

Cekam kolet adalah salah satu kelengkapan mesin bubut yang berfungsi untuk menjepit/mencekam benda kerja yang memiliki permukaan relative halus dan berukuran kecil. Pada mesin bubut standar, alat ini terdapat tiga bagian yaitu: kolet (*collet*), dudukan/rumah kolet (*collet adapter*) dan batang penarik (*draw bar*) terlihat pada (Gambar 22). Bentuk lubang pengecam pada kolet ada tiga 1macam di antaranya, bulat, segi empat dan segi enam (Gambar 23).



Gambar 22. Beberapa Contoh Cekam Kolet dengan Batang Penarik



Gambar 23. Beberapa Contoh Bentuk Kolet

2.2. Alat Pembawa

Alat pembawa pada mesin bubut, digunakan untuk membawa benda kerja agar ikut berputar bersama spindel mesin. Yang termasuk alat pembawa pada mesin bubut adalah pelat pembawa dan pembawa (*lathe dog*).

- Pelat Pembawa

Jenis pelat pembawa ada dua yaitu, pelat pembawa permukaan bertangkai (*driving plate*) dan pelat pembawa permukaan rata (*face plate*)-(gambar 24). Konstruksi pelat pembawa berbentuk bulat dan pipih, berfungsi untuk memutar pembawa (*lathe-dogs*) sehingga benda kerja yang terikat akan ikut berputar bersama spindel mesin (Gambar 25).

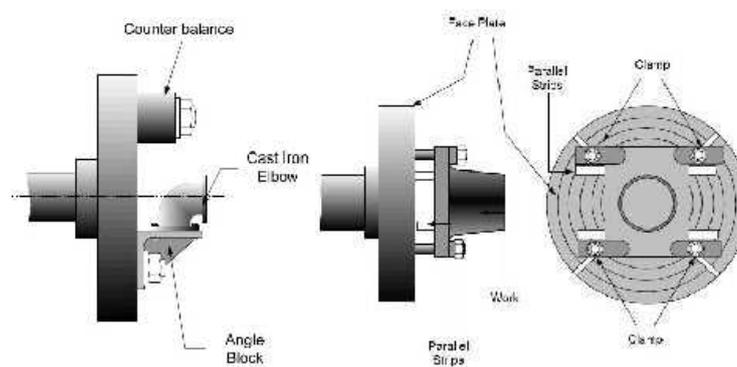


Gambar 24. Pelat Pembawa Permukaan Bertangkai dan Pelat Pembawa Permukaan Rata



Gambar 25. Contoh Penggunaan Pelat Pembawa Bertangkai dan Permukaan Rata

Untuk jenis pembawa permukaan rata (face plate) selain digunakan sebagai pembawa *lathe dogs*, alat ini juga dapat digunakan untuk mengikat/mencekam benda kerja yang memerlukan pengikatan dengan cara khusus (Gambar 1.26).



Gambar 26. Contoh Pengikatan Benda Kerja Pada Pelat Pembawa

- Pembawa (Lathe Dogs)

Pembawa (*lathe dog*) pada mesin bubut secara garis besar ada dua jenis yaitu, pembawa berekor lurus (*straight tail lathe dogs*) dan pembawa berekor bengkok (*bent tail lathe dogs*). Fungsi alat ini adalah untuk membawa benda kerja agar ikut berputar bersama spindel mesin.



Gambar 27. Contoh Beberapa Macam Pembawa Berekor Lurus



Gambar 28. Contoh Beberapa Macam Pembawa Berekor Bengkok

2.3. Alat Penyangga/Penahan Benda Kerja

Penyangga/penahan benda kerja adalah salah satu alat pada mesin bubut yang digunakan untuk menyangga atau menahan benda kerja yang memiliki ukuran relatif panjang. Benda kerja yang berukuran panjang, pada saat dilakukan proses pembubutan jika tidak dipasang alat penyangga, kemungkinan hasil diameternya akan menjadi elips/oval, tidak silindris dan tidak rata karena terjadi getaran akibat lenturan benda kerja. Penyangga/penahan pada mesin bubut standar ada dua macam yaitu, penyangga tetap (*steady rest*) dan penyangga jalan (*follow rest*).

- Penyangga/Penahan Tetap (*Steady Rest*)

Penggunaan penyangga/penahan tetap, dipasang atau diikat pada alas/meja mesin, sehingga kedudukannya dalam keadaan tetap tidak mengikuti gerakan eretan. Contoh beberapa macam bentuk penyangga/penahan tetap dapat

dilihat pada (Gambar 29) dan contoh penggunaannya dapat dilihat pada (Gambar 30).



Gambar 29. Beberapa Macam Bentuk Penyangga/Penahan Tetap



Gambar 30. Contoh Penggunaan Penyangga Tetap

- Penyangga/Penahan Jalan (*Follower Rest*)

Penggunaan penyangga jalan, pemasangannya diikatkan pada eretan memanjang sehingga pada saat eretannya digerakkan maka penyangga jalan mengikuti gerakan eretan tersebut. Contoh beberapa macam bentuk penyangga/penahan jalan dapat dilihat pada (Gambar 31) dan contoh penggunaannya dapat dilihat pada (Gambar 32).



Gambar 31. Beberapa Macam Bentuk Penyangga Jalan



Gambar 32. Contoh Penggunaan Penyangga Jalan

2.4. Senter Mesin Bubut

Senter mesin bubut adalah salah satu perlengkapan mesin bubut yang berfungsi untuk mendukung benda kerja dengan tujuan agar mendapatkan kesepusatan dan kesumbuan yang baik, di antaranya digunakan pada saat proses pembubutan benda kerja yang berukuran panjang dan pembubutan di antara dua senter. Posisi pemasangan alat ini, yaitu dimasukkan/ditempatkan ke dalam lubang sleeve yang terdapat pada kepala lepas. Bahan/ material senter mesin bubut terbuat dari bahan baja paduan yang dikeraskan dan bahkan pada ujung senter-nya ada yang disisipkan dari bahan jenis carbida agar lebih tahan terhadap gesekan.

Terdapat dua jenis senter mesin bubut, yaitu senter tetap/mati (*dead centre*) yang posisi ujung senternya diam tidak berputar pada saat digunakan dan senter putar (*rotary centre*) yang posisi ujung senternya selalu berputar pada saat digunakan. Contoh beberapa jenis senter tetap dapat dilihat pada (Gambar 33) dan Contoh beberapa jenis senter putar dapat dilihat pada (Gambar 34).



Gambar 33. Contoh Beberapa Jenis Senter Tetap (*Dead Centre*)



Gambar 34. Contoh Beberapa Jenis Senter Putar (*Rotary Centre*) Contoh Beberapa Jenis Senter Putar (*Rotary Centre*)

2.5. Cekam Bor (Drill Chuck)

Cekam bor (*drill chuck*) adalah salah satu alat bantu pengecam/ pengikat alat potong pada proses pembubutan di antaranya untuk mencekam/ mengikat: senter bor (*centre drill*), mata bor (*twist drill*), rimer (*reamer*), konterbor (*counter bore*), dan kontersing (*counter sink*). Jika dilihat dari sistem pecekaman/ pengunciannya, alat tersebut ada dua jenis yaitu, cekam bor dengan kunci (Gambar 35) dan cekam bor tanpa kunci (*keyless chuck drill*) (Gambar 36).



Gambar 35. Cekam Bor Pengunci



Gambar 36. Cekam Bor Tanpa Pengunci (*Keyless Chuck Drill*)

MESIN FRAIS

Mesin frais adalah salah satu jenis mesin perkakas yang dapat digunakan untuk mengerjakan suatu bentuk benda kerja dengan mempergunakan pisau frais sebagai alat potong-nya. Dilihat dari cara kerjanya, mesin frais termasuk mesin perkakas yang mempunyai gerak utama berputar. Pisau dipasang pada sumbu/arbor mesin yang didukung dengan alat pendukung arbor. Jika arbor mesin diputar oleh motor, maka pisau frais ikut berputar.



Gambar 37. Mesin Frais

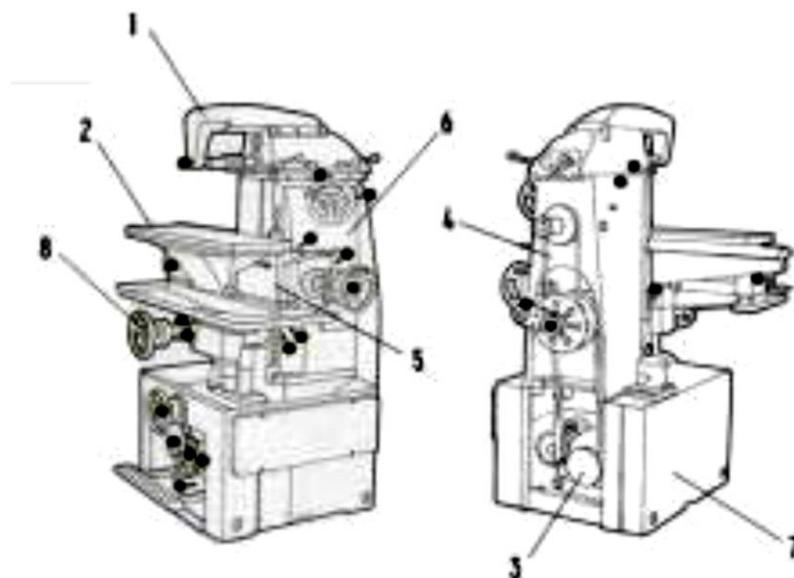
Dengan berbagai kemungkinan gerakan meja mesin frais, dapat digunakan untuk mem-bentuk bidang-bidang pada benda kerja di antaranya: bidang rata datar, bidang rata miring menyudut, bidang siku, bidang sejajar, alur lurus atau melingkar dan segi banyak beraturan atau tidak

Selain benda kerja tersebut di atas, ada beberapa bentuk lain dari benda-benda yang lebih banyak dipakai, bentuk benda ini bergantung kepada bentuk pisaunya

dan gerakan-gerakan yang diberikan kepada benda tersebut dan juga peralatan yang dipergunakan untuk mengerjakan pekerjaan tersebut, di antaranya yaitu: roda gigi lurus, roda gigi helik, roda gigi payung, roda gigi cacing, nok/eksentrik, ulir scolor (ulir pada bidang datar) dan ulir cacing yang mempunyai kisar besar dan tidak mampu dikerjakan di mesin bubut

1. Bagian-bagian Utama Mesin Frais

Mesin frais konstruksinya berbeda-beda, tetapi pada prinsipnya mesin ini mempunyai beberapa komponen utama, yaitu, kolom mesin/badan mesin, *Arm*/lengan mesin, *Table*/meja mesin, *Sadel*/dudukan meja, *Knee*/Lutut dan Alas mesin.



Gambar 38. Bagian-Bagian Mesin Frais

Keterangan gambar:

1. Spindle utama
2. Meja (*table*)
3. *Motor drive*
4. Transmisi
5. *Knee*
6. *Column*

7. *Base*

8. *Control*

1.1. Kolom/Badan Mesin

Badan mesin ini adalah berdiri tegak dan kokoh karena ia dipakai sebagai patokan dan merupakan dudukan dan rumah dari roda gigi. Selain dari itu juga akan jadi dudukan dari sumbu utama, bahkan untuk jadi dudukan motor dan puli-pulinya itulah ditempatkan. Bagian depan yang dikerjakan secara maksimal, adalah berbentuk ekor burung tegak yaitu untuk gerak turun naiknya knee yang membawa sadel dan meja. Pada bagian sebelah atas kolom ini dipasang sumbu utama/spindel untuk dudukan dan membawa arbor sebagai pemegang dari pisau frais itu sendiri, sehingga dapat berputar.

1.2. Lengan (*Arm*)

Seperti dikatakan di atas bahwa lengan itu letaknya di bagian paling atas dari badan mesin dan bawahnya mempunyai bentuk ekor burung yang pas kepada alur ekor burung pada badan mesin, lengan ini dapat dikunci dan dilepas untuk kebutuhan tertentu. Pada lengan ini dapat dipasang dukungan arbor (suport arbor) yang mempunyai alur ekor burung pas kepada lengan tadi dan ia dapat dikunci pada posisi tertentu, sehingga cocok untuk kebutuhan pekerjaan tertentu. Pada beberapa jenis mesin, pendukung arbor ini jumlahnya ada yang satu ada yang dua buah untuk lebih kokohnya dukungan terhadap arbor.

1.3. Meja Mesin Frais

Meja ini letaknya adalah di atas sadel, bentuknya segi empat panjang dan mempunyai alur-alur T yang berfungsi untuk penempatan baut dan mur T yang berfungsi sebagai pengikat. Untuk jenis mesin tertentu meja ini dapat diatur 0 samapai 45 derajat, miring ke kiri atau ke kanan. Pergerakan ke kiri atau ke kanan dari meja ini dengan bantuan memutar sumbu transportir yang mempunyai kisar tertentu, yaitu ada yang 5 atau 6 mm ada juga yang berukuran inchi. Apabila perlu meja ini dapat dikunci kepada sadel dan untuk pengefraisan dengan pemakanan menurun/Climb milling, maka pada meja

mesin ini dipasang backlash eliminator untuk menahan loncatan dari meja karena pemakanan.



Gambar 39. Meja Mesin Frais

1.4. Dudukan Meja (*Sadel*)

Sadel ini bentuknya persegi artinya mempunyai ukuran lebar sama dengan ukuran panjangnya, dan sadel ini mempunyai alur ekor burung yang pas kepada lutut, sehingga sadel ini dapat bergerak mundur maju searah dan sejajar dengan gerakan lengan tadi, jadi sadel ini gerakannya tidak bisa kearah kiri atau kearah kanan, artinya hanya dua arah saja yaitu mundur maju dan sadel ini dapat dikunci kepada lutut apabila diperlukan. Pada bagian atas dari sadel ini dibuat alur T melingkar 360 derajat, dengan tujuan untuk membautkan meja kepada sadel agar kokoh, dan alur bentuk melingkar ini yang memungkinkan meja diputar beberapa derajat menurut kebutuhan tertentu. Dan penunjukan besarnya derajat terdapat pada permukaan sadel itu sendiri. Di atas permukaan sadel itu juga dipasang handel pembalik arah gerakan otomatis dari meja.



Gambar 40. Sadel Mesin Frais

1.5. Lutut (Knee)

Lutut ini adalah mempunyai dua alur ekor burung yang saling tegak lurus, yaitu satu alur dipaskan kepada kolom dan satunya lagi dipaskan kepada sadel itu tadi. Lutut ini berbentuk rongga, dan dalam rongga itulah dipasang roda-roda gigi untuk gerakan otomatis, mundur maju, naik turun dan kiri kanan. Gerakan dari lutut ini hanya dua arah yaitu turun dan naik saja, lutut ini juga dapat dikuncikan kepada kolom, agar kukuh pada waktu pengefraisan.



Gambar 41. Knee/Lutut

1.6. Alas Mesin

Alas mesin ini letaknya sama dengan namanya yaitu alas, artinya bagian paling bawah dari mesin, alas ini berfungsi untuk menumpu seluruh beban yang ada pada mesin, seperti berat mesin ditambah berat bahan yang dikerjakan dan berat perlengkapan yang dipakai serta berat dari alas itu sendiri. Pada alas mesin ini dibuat rongga sebagai bak penampung, yaitu untuk menampung cairan pen-dingin. Pompa air untuk mengalirkan cairan pendingin kepada cutter dan benda kerja, juga dipasang pada alas ini untuk membuat sirkulasi air pendingin itu tadi.



Gambar 42. Alas Mesin

1.7. Motor Drive

Merupakan bagian mesin yang berfungsi menggerakkan bagian-bagian mesin yang lain seperti spindle utama, meja (*feeding*) dan pendingin (*cooling*).

1.8. Transmisi

Merupakan bagian mesin yang menghubungkan motor penggerak dengan yang digerakan.

1.9. Control

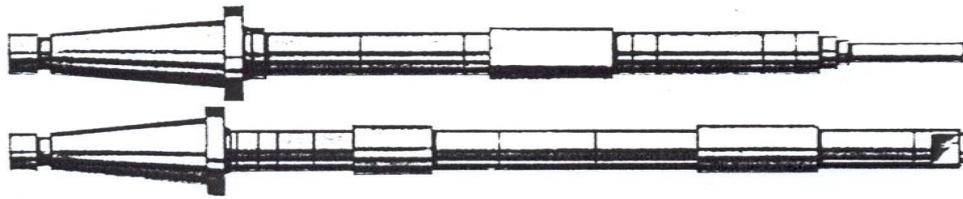
Merupakan pengatur dari bagian-bagian mesin yang bergerak.

2. Perlengkapan Mesin Frais

Untuk menunjang berbagai macam jenis pekerjaan pada mesin frais, mesin ini dilengkapi beberapa perlengkapan di antaranya:

2.1. Arbor

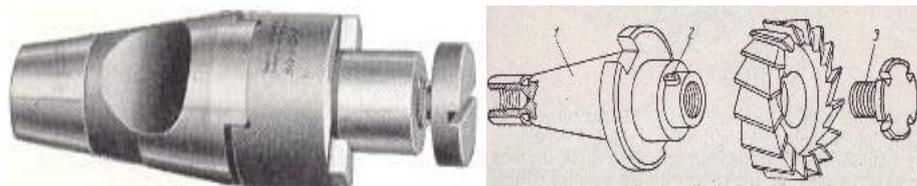
Arbor digunakan sebagaiudukan alat potong/pisau (*mantel, side and face, slitting saw* dll.) yang dipasang pada spindle utama pada posisi mendatar (*horisontal*).



Gambar 43. Arbor

2.2. Stub Arbor

Stub arbor digunakan sebagaiudukan alat potong/pisau (*Face mill, Shell endmill dll*), yang dipasang pada spindel utama atau tegak. Jadi posisinya dapat dipasang dalam posisi mendatar (*horisontal*) atau tegak vertikal.



Gambar 44. Stub Arbor

2.3. Collet Chuck

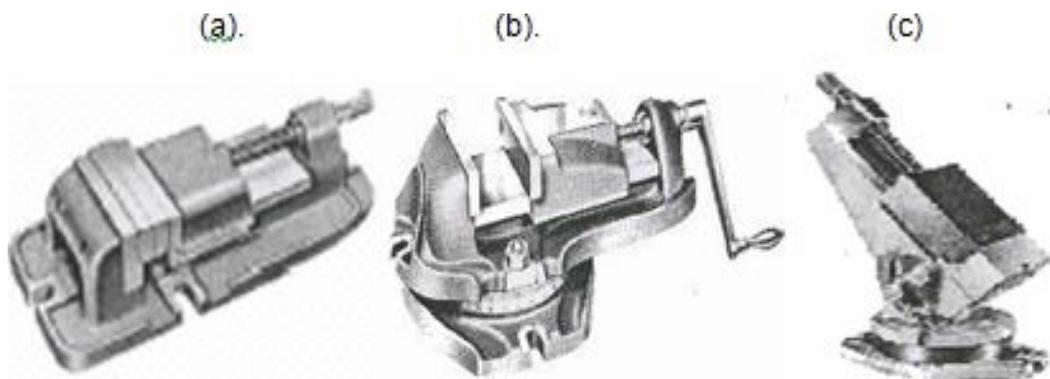
Collet Chuck digunakan sebagai pengikat alat potong/pisau (*End mill, Slot drill dll*), yang dipasang pada spindel utama atau tegak. Jadi posisinya dapat dipasang dalam posisi mendatar (*horisontal*) atau tegak vertikal. (Gambar 45)



Gambar 45. Collet Chuck

2.4. Ragum/Catok (*Vice*)

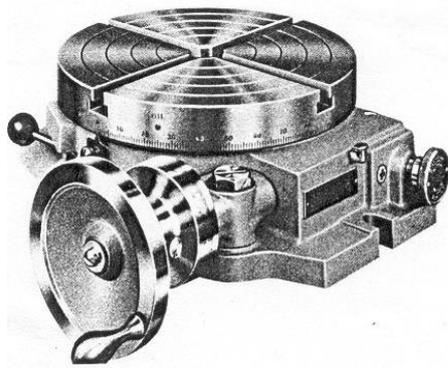
Ragum digunakan untuk mengikat benda kerja pada saat pengefraisan. Pemasangan ragum diikatkan pada meja/bed mesin. Jenis ragum ini ada beberapa jenis, di antaranya: Ragum rata (*Vice plate*) (Gambar 46a), Ragum putar (*Swivel Vice*) (Gambar 46b) dan Ragum Universal (*Universal vice*) (Gambar 46c).



Gambar 46. Ragum/Catok

2.5. Meja Putar (*Rotary Table*)

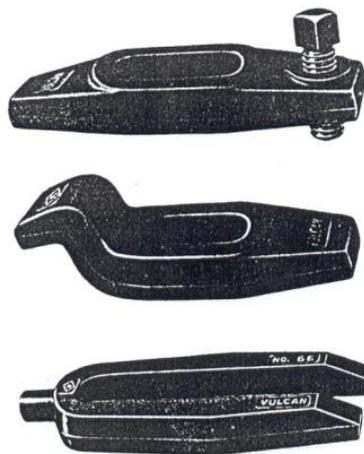
Meja putar (*rotary table*) digunakan untuk membagi jarak-jarak lubang, alur, radius dan bentuk-bentuk segi.



Gambar 47. Meja Putar (Rotary Table)

2.6. Penjepit/Klem

Klem Mesin ini digunakan untuk memegang/menjepit benda kerja yang tidak dapat dijepit pada ragum, yang umumnya benda panjang atau lebar. Penjepitan langsung benda kerja itu ditaruh di meja mesin frais bila silindris ditaruh pada alur meja, bila lebih ditempatkan sesuai dengan kemampuan langkah kerja sehubungan dengan jangkauan pisau frais (*cutter*). Berbagai bentuk klem mesin dapat dilihat pada gambar berikut ini.

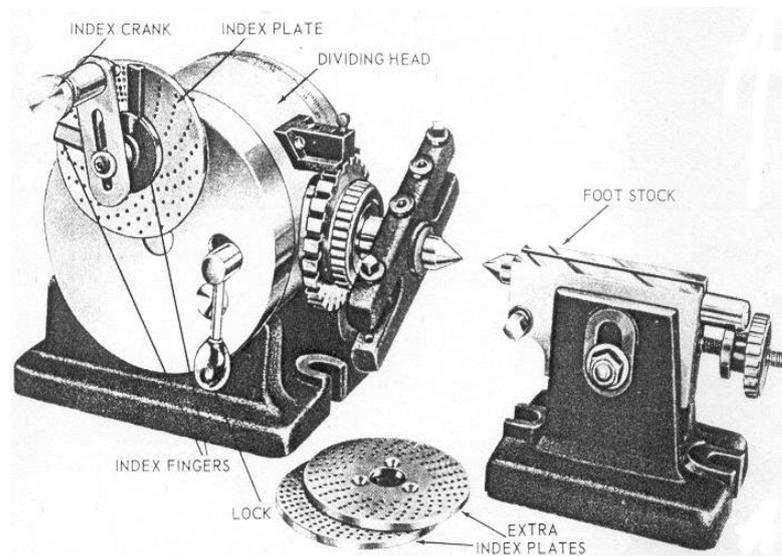


Gambar 48. Macam-Macam Klem

2.7. Kepala Pembagi (Dividing Head)

Kepala pembagi (*dividing head*) adalah peralatan mesin frais yang digunakan untuk membentuk segi-segi yang beraturan pada poros benda kerja. Peralatan ini biasanya dilengkapi dengan plat pembagi yang berfungsi untuk membantu

pembagian yang tidak dapat dilakukan dengan pembagian langsung. (Gambar 49).



Gambar 49. Kepala Pembagi

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar:

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1JP)

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 bagian-bagian utama mesin bubut, frais dan perlengkapannya? Sebut-kan!
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: Mempelajari Bagian-bagian Utama Mesin Bubut. (2 JP)

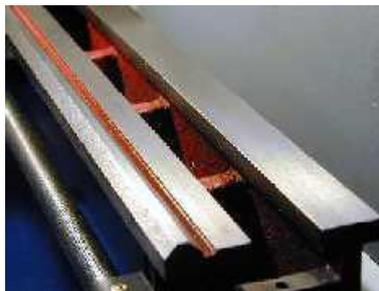
Saudara diminta untuk mengamati bagian-bagian utama mesin bubut pada gambar berikut ini:



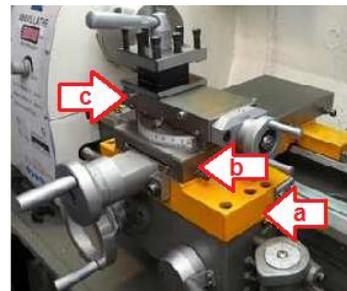
Gambar 1



Gambar 2



Gambar 3



Gambar 4



Gambar 5



Gambar 6



Gambar 7

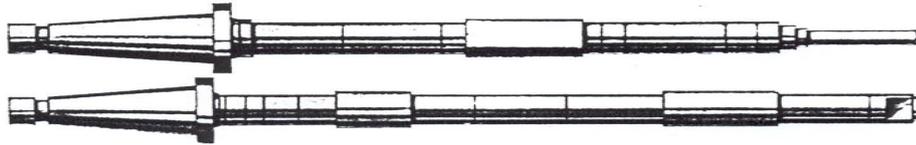
Saudara mungkin mempunyai pandangan yang berbeda dari teman-teman lain tentang bagian utama mesin bubut pada gambar. Apa yang Saudara temukan setelah mengamati bagian utama mesin bubut pada gambar tersebut? Apakah ada hal-hal yang baik atau sebaliknya yang Saudara temukan? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Selanjutnya selesaikan **LK-01** dengan dipandu pertanyaan berikut.

1. Mengapa pada gambar di atas termasuk kedalam bagian utama mesin bubut? Tuliskan alasannya!
2. Menurut Saudara bagian utama mesin bubut mana yang paling penting dalam proses pembubutan?
3. Apa yang harus Saudara lakukan selaku guru kejuruan apabila salah satu mesin bubut tidak terdapat satu bagian pada gambar di atas?

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

Aktivitas 2: Mempelajari Perengkapannya Mesin Frais (2 JP)

Saudara diminta untuk mengamati perlengkapan mesin frais pada gambar berikut ini:



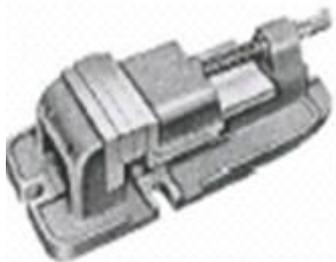
Gambar 1



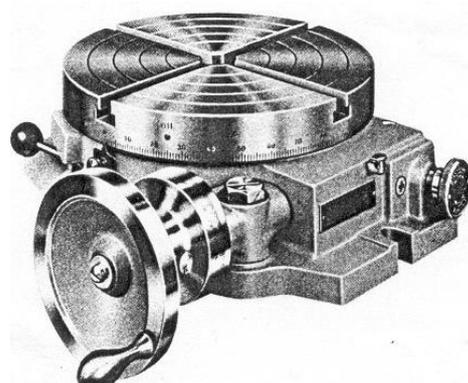
Gambar 2



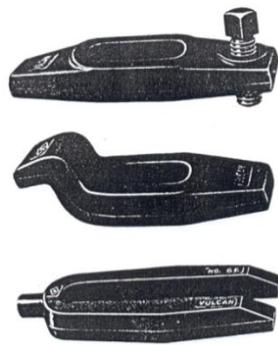
Gambar 3



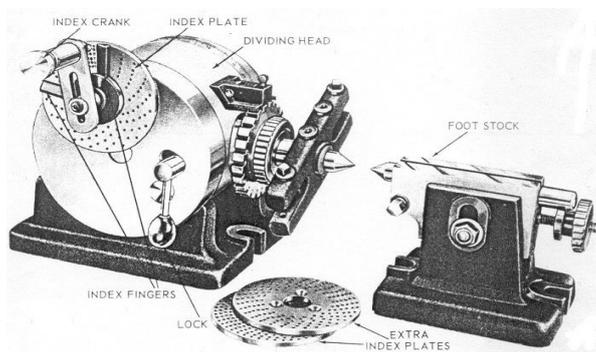
Gambar 4



Gambar 5



Gambar 6



Gambar 7

Saudara mungkin mempunyai pandangan yang berbeda dari teman-teman lain tentang kelengkapan mesin frais pada gambar. Apa yang Saudara temukan setelah mengamati kelengkapan mesin frais pada gambar tersebut? Apakah ada hal-hal yang baik atau sebaliknya yang Saudara temukan? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Selanjutnya selesaikan **LK-02** dengan dipandu pertanyaan berikut.

1. Mengapa pada gambar di atas termasuk kedalam kelengkapan mesin frais? Tuliskan alasannya!
2. Menurut Saudara selaku guru kejuruan kelengkapan mesin frais mana yang paling penting dalam proses pengefraisan disekolah kejuruan?

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

E. Test Formatif

Pilihan Ganda:

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

1. Yang bukan termasuk fungsi mesin bubut standar adalah ...
 - a. Menchamper
 - b. Memfacing

- c. Mengulir
 - d. Membelah
2. Yang bukan termasuk bagian utama mesin bubut adalah....
- a. Kepala lepas
 - b. Kepala tetap
 - c. *Lathe dog*
 - d. Eretan
3. Yang bukan termasuk perlengkapan mesin bubut adalah....
- a. Pelat pembawa
 - b. Kolet
 - c. Eretan memanjang
 - d. Cekam
4. Perlengkapan mesin bubut yang berfungsi sebagai pengikat bendakerja yang ber-ukuran relatif kecil dan permukaannya halus adalah....
- a. Pelat pembawa
 - b. Kolet
 - c. Eretan penyangga
 - d. Cekam
5. *Follow rest* pada mesin bubut berfungsi sebagai ...
- a. Penahan benda kerja yang dipasang diam pada meja
 - b. Penahan benda kerja yang bergerak mengikuti eretan melintang
 - c. Penahan benda kerja yang dipasang pada ujung benda kerja
 - d. Penahan benda kerja yang bergerak mengikuti eretan memanjang
6. Yang bukan termasuk bagian utama mesin frais adalah
- a. *Kaki/Foot*
 - b. *Tangan/Arm*
 - c. Meja mesin
 - d. *Lutut/Knee*
7. Yang bukan fungsi mesin frais adalah
- a. Membentuk bidang rata datar.

- b. Membentuk bidang siku.
 - c. Membentuk bidang bulat.
 - d. Membentuk bidang sejajar.
8. Fungsi dari *arbor* sebagaiudukan alat potong/pisau, alat potong yang dimaksud adalah, kecuali ...
- a. Mantel
 - b. *Side and face*
 - c. *Slitting saw*
 - d. Pahat
9. Yang bukan termasuk ragam mesin frais adalah
- a. Ragum rata
 - b. Ragum putar
 - c. Ragum horizontal
 - d. Ragum universal
10. Yang bukan termasuk fungsi dari meja putar adalah
- a. Membagi jarak-jarak lubang
 - b. Membagi panjang
 - c. Membagi radius
 - d. Membagi bentuk-bentuk segi banyak

F. Rangkuman

Mesin bubut memiliki fungsi yaitu, untuk melakukan pembubutan: muka (*facing*), rata/lurus, bertingkat, tirus, profil, alur, memotong, mengulir, mengebor, memperbesar lubang, mengkartel.

Bagian-bagian utama mesin bubut:

- Kepala tetap,
- Kepala lepas,
- Alas/meja mesin,

- Eretan,
- Poros transportir dan poros pembawa
- Tuasterdiri pada mesin bubut standar terdiri dari beberapa di antaranya, tuas pengatur putaran mesin, kecepatan pemakanan dan pembalik arah putaran.
- Penjepit/pemegang pahat (*tools Post*) digunakan untuk menjepit atau memegang pahat.
- Perlengkapan mesin bubut yaitu:
 - Alat pencekam
 - Alat pembawa
 - Alat penyangga/penahan jalan.
 - Cekam bor,

Mesin frais adalah salah satu jenis mesin perkakas yang dapat digunakan untuk mengerjakan suatu bentuk benda kerja dengan mempergunakan pisau frais sebagai alat potongnya.

Bagian-bagian utama mesin frais

- Kolom/badan mesin,.
- Lengan/arm,
- Meja mesin frais,
- Dudukan meja,
- Lutut/knee,
- Alas mesin,
- *Motor Drive*
- Transmisi
- *Control*

Perlengkapan mesin frais

- Arbor,
- Stub arbor,
- Collet chuck,
- Ragum/catok,
- Meja putar,
- Kepala Pembagi,
- Penjepit/klem,

G. Lembar Kerja

LK-00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran bagian-bagian urama mesin bubut, frais dan perlengkapannya? 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 gambar di atas termasuk kedalam bagian utama mesin bubut? Tuliskan alasannya!

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

2. Menurut Saudara bagian utama mesin bubut mana yang paling penting dalam proses pembubutan?

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

3. Apa yang harus Saudara lakukan selaku guru kejuruan apabila salah satu mesin bubut tidak terdapat satu bagian pada gambar di atas?

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

LK-03

1. Mengapa pada gambar di atas termasuk kedalam kelengkapan mesin frais?
Tuliskan alasannya!

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

2. Menurut saudara selaku guru kejuruan kelengkapan mesin frais mana yang paling penting dalam proses pengefraisan disekolah?

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

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2: TOLERANSI DAN SUAIAN

A. Tujuan

1. Memahami toleransi gambar teknik sesuai standar ISO.
2. Memahami suaian gambar teknik sesuai standar ISO.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

20.32.1 Memilih toleransi sesuai kebutuhan

20.32.2 Memilih suaian sesuai kebutuhan.

C. Uraian Materi

1. Pengertian Toleransi

Tidaklah mudah untuk mencapai ukuran yang tepat, sesuai dengan yang tercantum dalam gambar. Banyak faktor yang mempengaruhinya, misal:

- Faktor alat (alat potong).
- Faktor mesin (presisi tidaknya mesin yang digunakan).
- Faktor alat ukur.
- Faktor temperatur dan faktor lainnya yang dapat mempengaruhi ketepatan ukuran dari benda kerja tersebut.

Untuk mencapai ukuran yang tepat, merupakan hal yang sulit. Selalu terjadi penyimpangan dari ukuran-ukuran dasarnya. Misalnya: lebih besar, lebih kecil atau mungkin sama dengan ukuran dasarnya. Ukuran dasar yaitu ukuran yang tercantum dalam gambar kerja. Selama penyimpangan tersebut dalam kategori memenuhi syarat, maka produk yang menyimpang dari ukuran dasarnya tersebut dapat diterima. Sebaliknya, jika penyimpangan ukuran di luar kategori memenuhi syarat maka produk tersebut tidak dapat diterima, karena ukurannya terlalu besar atau terlalu kecil dari ukuran yang diminta. Sebagai batasan kategori memenuhi syarat, kita harus memberikan dua batasan ukuran yang diperbolehkan yaitu:

- Batasan ukuran maksimum yang diperbolehkan.
- Batasan ukuran minimum yang diperbolehkan atau diizinkan.

Perbedaan dua batasan ukuran yang diperbolehkan atau diizinkan disebut toleransi. Contoh: Para siswa yang sedang praktek kerja bangku atau mesin, ditugaskan untuk membuat benda kerja berbentuk poros sesuai dengan petunjuk-petunjuk yang diberikan oleh bapak guru, dengan bentuk dan ukuran yang tersedia dalam job (gambar kerja). Setelah para siswa selesai melaksanakan praktek, benda kerja dikumpulkan dan diperiksa. Sekarang timbul pertanyaan:

- Apakah benda kerja berbentuk poros satu dengan benda kerja lainnya mempunyai bentuk dan ukuran yang sama? Tentu tidak sama, ada yang terlalu kecil ada pula yang tepat.
- Bagaimana benda kerja yang mempunyai ukuran-ukuran terlalu besar dan terlalu kecil tersebut dapat diterima?

Untuk diterima atau tidaknya, bapak guru telah memberikan toleransi yang telah dicantumkan dalam gambar kerjanya, misalnya ukuran poros yang tercantum dalam gambar kerjanya adalah $[\text{Ø } 40]^{(\pm 0,5)}$, artinya ukuran yang maksimum yang diperbolehkan atau yang dapat diterima adalah $40 + 0,5 = 40,5$ mm, sedangkan ukuran minimum yang diperbolehkan adalah $40 - 0,5 = 39,5$ mm. Jadi, ukuran-ukuran antara 39,5 sampai dengan 40,5 merupakan ukuran-ukuran yang dapat diterima. Ukuran-ukuran di luar ketentuan tersebut, belum dapat diterima. Misalnya ukuran yang masih besar, masih dapat dikerjakan lagi sampai batas ukuran yang diinginkan; tetapi ukuran-ukuran yang kurang dari 39,5 mm, dianggap gagal atau pekerjaannya harus diganti.

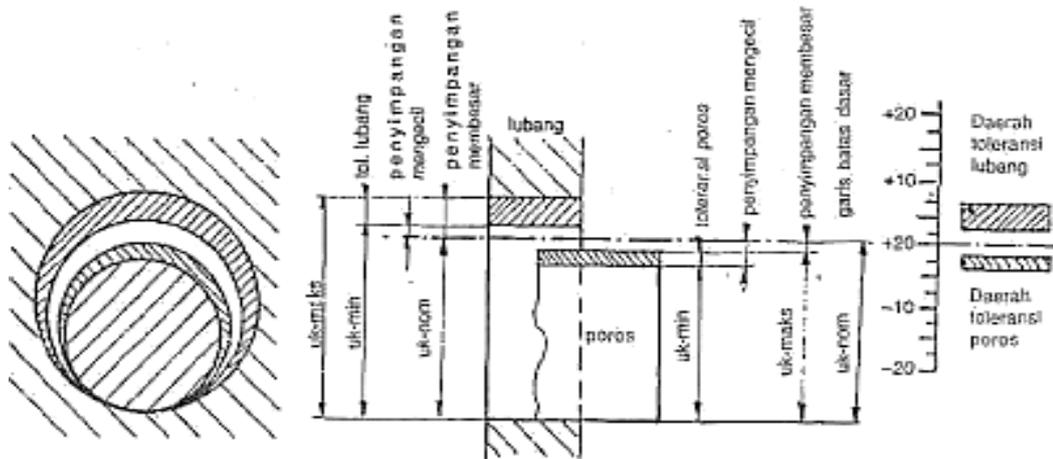
Berapa toleransi poros yang diberikan oleh guru tersebut?

Toleransi dapat dihitung sebagai berikut:

Ukuran maksimum yang diizinkan	= 40,5 mm
Ukuran minimum yang diizinkan	= 39,5 mm
Toleransinya	= 1,0 mm

2. Istilah-istilah pada Toleransi

Toleransi meliputi toleransi poros dan toleransi lubang. Untuk jelasnya, dapat kita lihat pada gambar 50 berikut:



Gambar 50. Toleransi Poros dan Toleransi Lubang

Keterangan:

- Ukuran nominal (uk.nom.)

Ukuran nominal yaitu ukuran benda yang dibulatkan sampai dengan ukuran mm dan merupakan ukuran patokan yang dijadikan batas-batas ukuran yang diizinkan.

- Ukuran minimum (uk.min.)

Ukuran minimum adalah ukuran terkecil yang diizinkan, baik untuk poros maupun untuk lubang.

- Ukuran maksimum (uk.maks.)

Ukuran maksimum adalah ukuran terbesar yang diizinkan, baik untuk poros maupun untuk lubang.

- Penyimpangan membesar

Penyimpangan membesar yaitu perbedaan ukuran antara ukuran nominal dan ukuran maksimumnya yang diizinkan (baik untuk poros maupun untuk lubang).

- Penyimpangan mengecil

Penyimpangan mengecil yaitu perbedaan ukuran antara ukuran nominal dan ukuran minimumnya yang diizinkan (baik untuk poros maupun untuk lubang).

- Toleransi umum

Untuk gambar-gambar dengan ukuran tanpa persyaratan ketelitian khusus atau ukuran tanpa keterangan dan kita dapat memberikan catatan secara umum, nilai-nilai penyimpangan yang diizinkan disebut toleransi umum. Sesuai dengan ISO 2786, ukuran-ukuran tanpa keterangan terikat oleh toleransi umum.

3. Toleransi Khusus dan Toleransi Umum

3.1. Toleransi Khusus

Untuk gambar-gambar yang memerlukan ketelitian khusus, dalam pencantuman ukurannya harus diberi toleransi khusus sesuai dengan standar ISO/R286. Toleransi ini disebut juga toleransi standar internasional(IT).

- 1) Simbol kualitas toleransi standar

Dalam sistem toleransi standar internasional (IT), kualitas toleransi dibagi menjadi 18 macam kualitas, yaitu: IT 01; IT 00; IT 1; IT 2; IT 3;.....; IT 16. Kualitas toleransi tersebut meliputi toleransi untuk pekerjaan yang sangat teliti, misalnya pekerjaan-pekerjaan pada instrumen, alat ukur, optik dan semacamnya; pada pekerjaan seperti ini dipakai kualitas IT 01 sampai dengan IT 4. untuk IT 5 sampai dengan IT 11 adalah kualitas internasional untuk pekerjaan-pekerjaan permesinan yang sangat teliti dan biasanya serta untuk pekerjaan-pekerjaan mampu tukar; dipasang satu sama lain (dirakit). Sedangkan IT 12 sampai dengan IT 16 diperuntukan bagi pekerjaan-pekerjaan yang

kasar seperti pekerjaan pengecoran, pemotongan dengan gas dan pekerjaan kasar sejenisnya.

2) Simbol toleransi lubang dan poros

Sebagaimana telah dijelaskan pada pasal yang terdahulu, toleransi ada dua macam: toleransi untuk lubang dan toleransi untuk poros. Untuk membedakan, kedua macam toleransi tersebut diberi symbol masing-masing dengan huruf besar untuk lubang dan huruf kecil untuk poros. Angka nominal yang diikuti huruf besar beserta angka kualitasnya menunjukkan besarnya lubang dengan toleransinya, sedangkan angka nominal yang diikuti huruf kecil beserta angka kualitasnya menunjukkan besarnya poros dengan toleransinya.

Contoh:

$\varnothing 40 H7$, artinya suatu lubang (H-nya huruf besar) dengan daerah toleransi H dan kualitasnya 7.

$\varnothing 40 h7$, artinya suatu poros (h-nya huruf kecil), dengan daerah toleransi h dan kualitasnya 7.

Huruf-huruf yang dipakai untuk simbol lubang yaitu huruf A, B, C,..... sampai Z, kecuali huruf I, L, O, Q dan W; sedangkan huruf a, b, c,..... sampai z dipakai untuk simbol toleransi poros, kecuali huruf i, l, o, q dan w.

3) Nilai toleransi khusus

Untuk keseragaman dalam menentukan besarnya toleransi, maka dibuat suatu standar secara internasional (IT). Besarnya nilai IT tersebut ditetapkan dengan ISO 286. Besarnya nilai toleransi disesuaikan dengan besar kecilnya ukuran, baik lubang maupun poros, seperti terlihat pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Besarnya Toleransi (*Micron*)

Sifat penggunaan toleransi	KW.IT	Besarnya Toleransi (<i>micron</i>)
<ul style="list-style-type: none"> • Untuk alat ukur • Optik • Instrumen 	IT 01	$0,3 + 0,008 \cdot D$
	IT 00	$0,5 + 0,012 \cdot D$
	IT 1	$0,8 + 0,020 \cdot D$
	IT 2	Antara IT 1 sampai dengan IT 5

Sifat penggunaan toleransi	KW.IT	Besarnya Toleransi (micron)
(untuk pekerjaan-pekerjaan sangat teliti)	IT 3	
	IT 4	
<ul style="list-style-type: none"> Untuk pekerjaan pemesinan Pekerjaan sangat teliti dan biasa. 	IT 5	7.i
	IT 6	10i
	IT 7	16i
	IT 8	25i
	IT 9	40i
	IT 10	64i
	IT 11	100i
<ul style="list-style-type: none"> Untuk pekerjaan-pekerjaan kasar. Misalnya pemotongan, pengecoran dan semcamnya. 	IT 12	160i
	IT 13	250i
	IT 14	400i
	IT 15	640i
	IT 16	1000i

Harga i dapat dihitung dengan rumus:

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

i dalam micron D dalam mm

Contoh:

Suatu poros mempunyai diameter 27 mm. Jika poros tersebut dikerjakan pada mesin bubut dengan kualitas IT 9, berapakah toleransinya?

Jawab:

Untuk ukuran \varnothing 27 mm dengan kualitas IT 9, maka toleransinya = 40.i (lihat tabel 1.1).

$$\begin{aligned}
 i &= 0,45 \cdot \sqrt[3]{D + 0,001 \cdot D} \\
 &= 0,45 \cdot \sqrt[3]{27 + 0,001 \cdot 27} \\
 &= 1,35 + 0,027 \\
 &= 1,377 \text{ micron}
 \end{aligned}$$

Jadi toleransinya 40. 1,377 = 55,08 micron atau dibulatkan = 55 micron.

3.2. Toleransi Umum

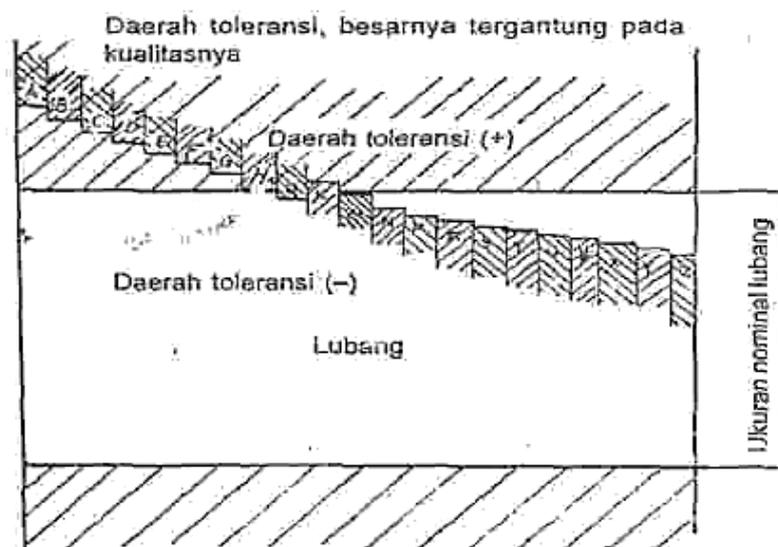
Jika ukuran tanpa keterangan maka ukuran tersebut terikat oleh toleransi umum. Besarnya toleransi umum ini merupakan tanggung jawab perencana dan dapat kita pilih salah satu macam variasi dari tabel 2 berikut:

Tabel 2. Variasi Penyimpangan Umum (dalam mm)

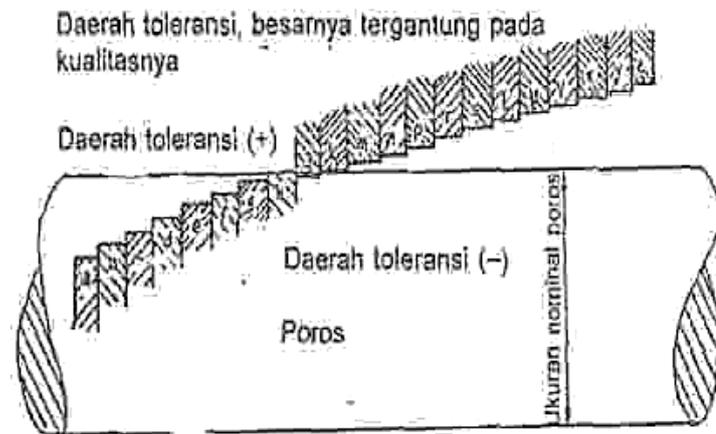
Ukuran nominal dalam satuan mm	Jenis Pekerjaan		
	Teliti	Sedang	Kasar
0,5 sampai dengan 3	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	-
3 sampai dengan 6	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$
6 sampai dengan 30	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$
30 sampai dengan 120	$\pm 0,15$	$\pm 0,3$	$\pm 0,8$
120 sampai dengan 315	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 1,2$
315 sampai dengan 1000	$\pm 0,3$	$\pm 0,8$	± 2
1000 sampai dengan 2000	$\pm 0,5$	$\pm 1,2$	± 3

4. Diagram Daerah Toleransi

Daerah kedudukan toleransi lubang dan poros dapat dilihat seperti pada gambar 51 dan gambar 52 berikut.



Gambar 51. Daerah Toleransi



Gambar 52. Gambar Daerah Toleransi

- Keterangan gambar:
- Jika daerah toleransi lubang berada pada daerah A, B, C, D, E dan G, maka daerah toleransi berada di atas ukuran nominalnya dan toleransinya adalah positif (+) (lihat gambar 51).
- Jika daerah toleransi lubang berada pada daerah toleransi H, maka ukuran minimum lubang adalah sama dengan ukuran nominalnya dan toleransinya bertanda (0) dan (+).
- Jika daerah toleransi berada pada daerah toleransi JS maka daerah toleransinya simetris (penyimpangan atas sama dengan penyimpangan bawahnya) dan toleransinya bertanda (\pm).
- Jika daerah toleransi lubang berada pada daerah toleransi K, maka penyimpangan atasnya bertanda (+) dan penyimpangan bawahnya bertanda (-). Misalnya $\varnothing 6 K 5$ mempunyai penyimpangan atas 0 dan penyimpangan bawahnya -5 micron; sedangkan untuk 40 K 5, penyimpangan atas bertanda (+) yaitu +2 micron dan penyimpangan bawahnya bertanda (-) yaitu -9 micron. Kedudukan daerah toleransi lubang K adalah berada di antara (+) dan (-).

- Jika daerah toleransi lubang berada pada daerah toleransi M, N, P, R, S, T, U, V, X, Y dan Z, maka daerah toleransinya berada di bawah ukuran nominalnya. Oleh karena itu, penyimpangannya bertanda negatif (-).
- Jika daerah toleransi poros berada pada daerah toleransi a, b, c, d, e, f dan g, maka daerah toleransinya berada di bawah ukuran nominalnya dan penyimpangannya bertanda negatif (-).
- Jika daerah toleransi poros berada pada daerah toleransi h, maka ukuran maksimumnya sama dengan ukuran nominalnya, sehingga penyimpangan atas bertanda (0) dan penyimpangan bawah bertanda (-).
- Jika daerah toleransi poros berada pada daerah toleransi js, maka daerah toleransinya adalah simetris, sehingga tanda penyimpangannya bertanda (\pm).
- Jika toleransi poros berada pada daerah toleransi k, m, n, p, r, s, u, v, x dan z, maka daerah toleransinya berada di atas ukuran nominalnya, sehingga penyimpangan bertanda (+).

5. Menghitung Ukuran Maksimum, Minimum dan Toleransi

Ukuran maksimum sama dengan ukuran nominal ditambah dengan penyimpangan atas (baik untuk poros maupun untuk lubang). Ukuran minimum sama dengan ukuran nominal ditambah dengan penyimpangan bawah (baik untuk poros maupun untuk lubang). Toleransi adalah perbedaan ukuran maksimum dengan ukuran minimum.

Contoh:

$$\phi 40 \text{ D 9} = \phi 40 \begin{matrix} +0,142 \\ +0,080 \end{matrix}$$

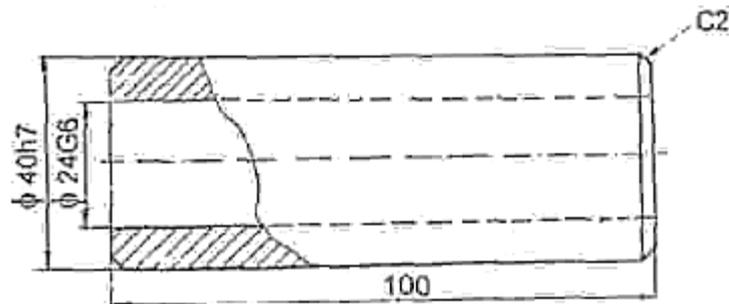
$$\text{Ukuran maksimum } 40 + 0,142 = 40,142 \text{ mm}$$

$$\text{Ukuran minimum } 40 + 0,080 = 40,080 \text{ mm} \quad \text{—}$$

$$\text{Toleransinya adalah } = 0,062 \text{ mm}$$

6. Toleransi pada Gambar Kerja

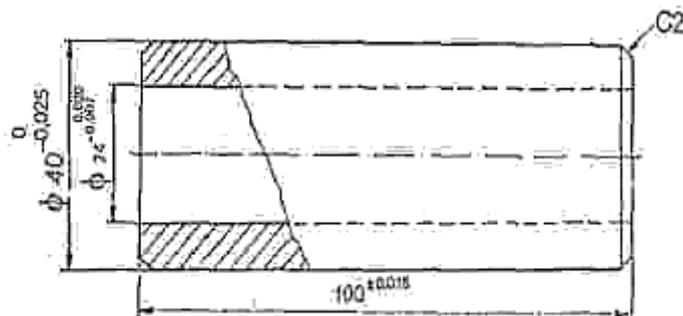
Komponen yang diberi ukuran dengan toleransi adalah komponen yang mempunyai fungsi dan kualitas tertentu, lihat gambar 53 berikut (penulisan dengan sistem ISO)!



Gambar 53. Komponen yang Diberi Ukuran dengan Toleransi

Komponen yang diberi ukuran $\phi 40 h 7$ adalah: ukuran nominal poros 40 mm, berada pada daerah toleransi h dengan kualitas 7.

Untuk $\phi 40 h 7 = \phi 40^{+0}_{-0,025}$. Komponen yang tidak diberi toleransi, ukurannya terikat oleh toleransi umum, yaitu 100 mm pada ukuran panjang poros di atas. Bila poros tersebut dikerjakan dengan teliti maka toleransi umumnya adalah $100 \pm 0,15U$ untuk selanjutnya, penulisan toleransi dapat dilakukan seperti gambar 54 berikut.



Gambar 54. Penusan Toleransi pada Komponen

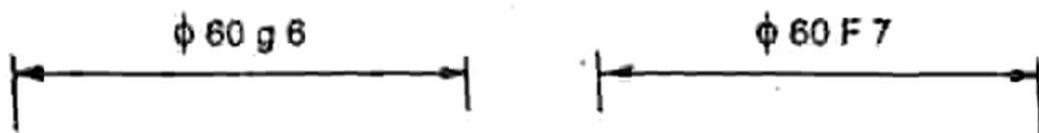
6.1. Penulisan Toleransi dengan Simbol ISO

Hal yang perlu diperhatikan untuk mencantumkan atau menuliskan toleransi pada gambar kerja dengan simbol ISO, antara lain:

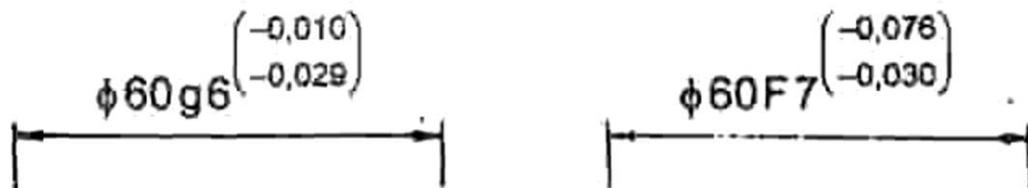
- ukuran dasar (nominal).

- lambang (poros atau lubang) dan daerah toleransi.
- kualitas toleransi.

Lihat gambar berikut!



Gambar 55. Contoh Penulisan Toleransi



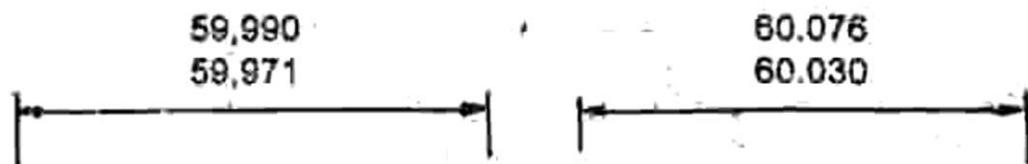
Gambar 56. Penulisan Toleransi Besar Penyimpangan



Gambar 57. Penulisan Toleransi Ukuran Nominal dan Penyimpangannya



Gambar 58. Penulisan Toleransi Simetris



Gambar 59. Penulisan Toleransi dengan Mencantumkan Ukuran Maksimum dan Ukuran Minimum

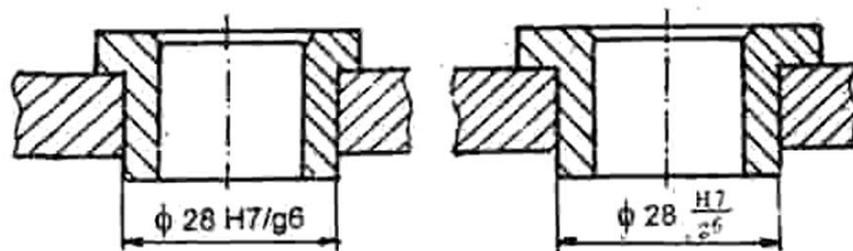
6.2. Satuan dan Urutan Penyimpangan

Satuan penyimpangan harus sama dengan satuan ukuran nominal (dasar). Jika satuan nominal dalam mm maka penyimpangannya harus dalam mm. Penyimpangan atas dan penyimpangan bawah harus mempunyai desimal yang sama,

kecuali salah satu penyimpangan mempunyai nilai 0 (nol). Penyimpangan atas mempunyai nilai lebih besar daripada penyimpangan bawahnya dan diurutkan dari nilai penyimpangan atas kemudian (di bawahnya) penyimpangan bawah

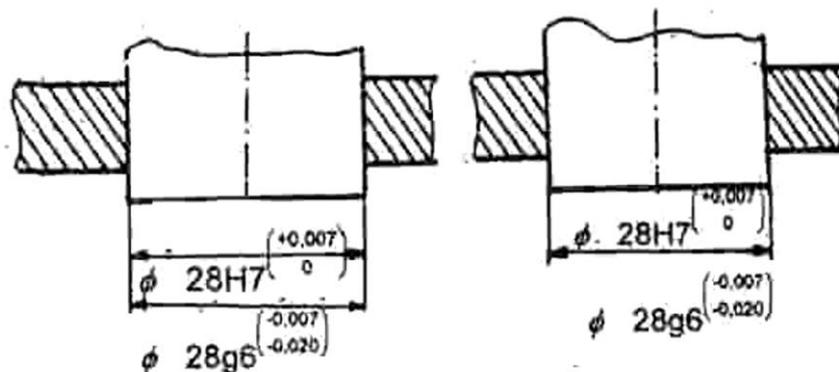
7. Penulisan Toleransi pada Gambar Susunan

Untuk menuliskan toleransi pada gambar susunan dapat dilaksanakan sebagai berikut (lihat gambar 60).

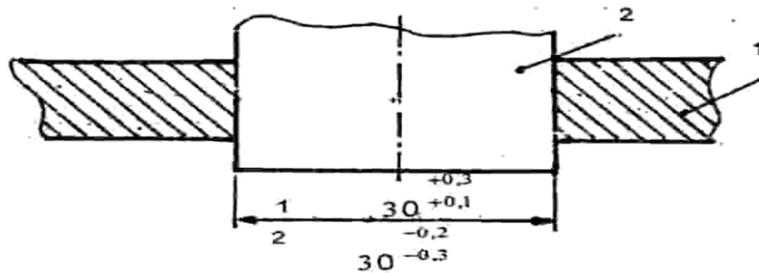


Gambar 60. Penulisan Toleransi pada Gambar Susunan

Hal yang perlu diperhatikan untuk menuliskan toleransi pada gambar susunan, antara lain lambang toleransi lubang ditempatkan di depan atau di atas lambang toleransi poros.



Gambar 61. Penulisan dengan Lambang dan Nilai Penyimpangan pada Gambar Susunan



Gambar 62. Penulisan Toleransi dengan Ukuran Dasar dan Penyimpangannya Pada Ambar Susunan

8. Tingkat Suaian

Dalam suatu industri mesin, banyak sekali suku cadang atau onderdil dibuat dan dirakit sehingga menjadi suatu mesin yang berfungsi. Suku cadang-suku cadang yang dirakit tersebut mungkin dipasang atau distel dengan fungsi dapat bergerak, misalnya poros dengan bantalannya; mungkin juga dipasangkan dengan jalan dipres, misalnya blok silinder dengan blok mesin, jari-jari roda dengan nafnya dan sejenisnya.

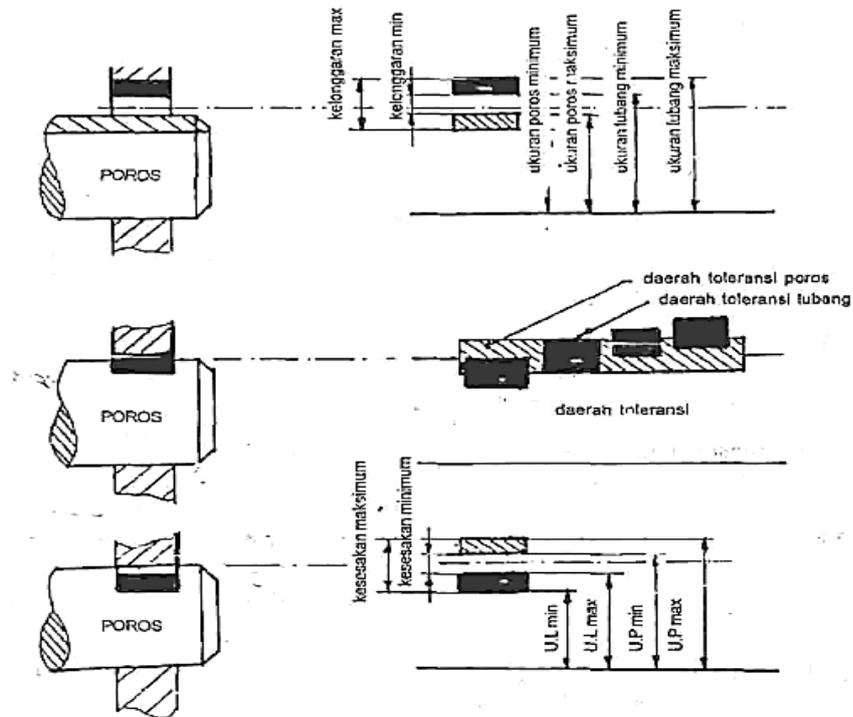
Untuk pembuatan suku cadang yang dapat bergerak (poros dengan bantalannya), ukuran poros harus dibuat sedikit lebih kecil daripada ukuran lubangnya, sehingga jika dipasang maka poros dan bantalan dalam keadaan longgar. Jika pembuatan ukuran poros sedikit lebih besar daripada lubangnya (diameter luar lebih daripada diameter dalam), maka pemasangannya dapat dilakukan dengan jalan dipres atau dipaksa dan suaian ini disebut suaian paksa.

8.1. Macam-macam suaian

Dilihat dari perbedaan ukuran diameter luar dan diameter dalam (ukuran poros dan lubang) maka ada tiga macam suaian sebagai berikut:

- Jika ukuran poros lebih kecil daripada ukuran lubang maka suaianya disebut suaian longgar.
- Jika ukuran poros dibuat lebih besar daripada ukuran lubang maka suaianya disebut suaian sesak (paksa).
- Jika ukuran poros dan lubang hampir sama antar longgar dan sesak (tak tentu) maka suaianya disebut suaian pas.

Untuk ketiga macam suaian tersebut, dapat kita lihat pada diagram toleransi (daerah toleransinya), seperti tampak gambar 63 berikut.



Gambar 63. Daerah Toleransi Suaian

8.2. Sistem Basis

Dalam sistem ISO, sistem basis terbagi menjadi:

- Sistem basis lubang
- Sistem basis poros.

1) Sistem basis lubang

Pada sistem basis lubang, daerah toleransi lubang berada pada daerah toleransi "H". Jika poros dan lubang saling berpapasan, maka sebagai dasar untuk menetapkan suaian (longgar, pas dan paksa) digunakan ukuran lubangnya, sedangkan poros menyesuaikan terhadap

lubangnya. Pada sistem basis lubang, terdapat tiga macam suaian sebagai berikut.

- Suaian longgar

Jika pasangan toleransi lubang “H” dengan daerah toleransi poros a, b, c, d, e, f dan g maka akan didapat suaian longgar.

- Suaian pas.

Jika pasangan toleransi lubang “H” dengan daerah toleransi poros h, js, k, m dan n, maka akan didapat suaian pas.

- Suaian paksa.

Jika pasangan toleransi lubang “H” dengan daerah toleransi poros p, r, ..., dan z, maka akan didapat suaian paksa.

Contoh:

- H8/e8 (suaian longgar) Ukuran Ø 60 H7/g6; 45
- H6/k8 (suaian pas) Ukuran Ø 65 H7/h7; 20
- H7/t6 (suaian paksa) Ukuran Ø 30 H7/p6; 80

2) Sistem basis poros

Pada sistem basis poros, daerah toleransi poros berada pada daerah toleransi “h”, ukuran poros digunakan sebagai ukuran dasar untuk menentukan suaian dan ukuran lubangnya menyesuaikan terhadap ukuran porosnya. Pada sistem basis poros, terdapat tiga macam suaian sebagai berikut.

- Suaian longgar

Jika pasangan toleransi poros “h” berpasangan dengan daerah toleransi lubang A, B, C, D, E, F dan G, maka suaian yang didapat adalah suaian longgar.

- Suaian pas

Jika pasangan toleransi lubang “h” berpasangan dengan daerah toleransi lubang H, JS, K, M dan N, maka suaian yang didapat adalah suaian pas.

- Suaian paksa

Jika pasangan toleransi lubang “h” berpasangan dengan daerah toleransi P, R, ..., dan Z, maka akan didapat suaian paksa.

Contoh:

- h8 (suaian longgar) Ukuran Ø 60 G7/h6; 45 E8/
- K6/h6 (suaian pas) Ukuran Ø 65 H7/h7; 20
- h6 (suaian paksa) Ukuran Ø 30 P6/h7; 80 T7/

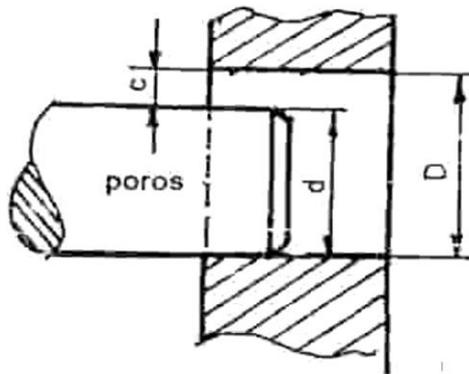
8.3. Perhitungan Suaian

Jika ukuran lubang dibuat lebih besar daripada ukuran poros atau sebaliknya ukuran poros dibuat lebih besar daripada lubangnya, maka akan terjadi suaian longgar dan suaian sesak (paksa).

1) Kelonggaran

Kelonggaran ialah selisih ukuran lubang dengan porosnya. Kelonggaran dibagi tiga macam, yaitu:

- kelonggaran maksimum;
- Kelonggaran minimum,
- Kelonggaran pertengahan.



Gambar 64. Kelonggaran

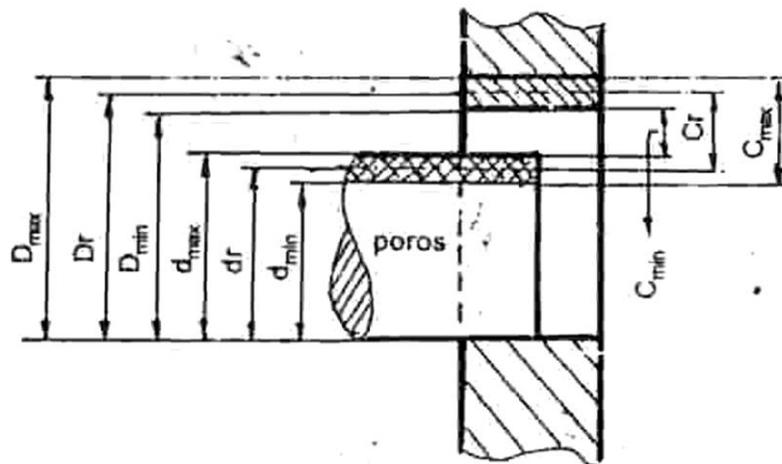
$$C = D - d \text{ (mm)}$$

Keterangan:

C = Kelonggaran (mm)

D = Diameter lubang (mm)

d = Diameter poros (mm)



Gambar 65. Kelonggaran maksimum

Keterangan gambar 65

Dmaks = Diameter lubang maksimum (mm)

D_{min} = Diameter lubang minimum (mm)

D_r = Diameter rata-rata lubang (mm)

d_{maks} = Diameter poros maksimum (mm)

d_{min} = Diameter poros minimum (mm)

d_r = Diameter rata-rata poros (mm)

kelonggaran maksimum.

C_{maks} = D_{maks}-d_{min} (mm)

Kelonggaran minimum:

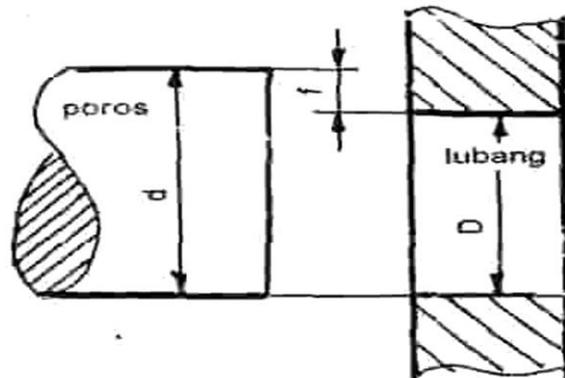
C_{min} = D_{min}-d_{maks} (mm)

$$\begin{aligned}C_r &= \frac{D_{\max} + D_{\min}}{2} - \frac{d_{\max} + d_{\min}}{2} \\&= \frac{1}{2} [(D_{\max} + D_{\min}) - (d_{\max} + d_{\min})] \\&= \frac{1}{2} (D_{\max} + D_{\min} - d_{\max} - d_{\min}) \\C_r &= \frac{1}{2} (C_{\max} + C_{\min}) \text{ (mm) } \dots\dots\dots\end{aligned}$$

2) Kesesakan (interference)

Kesesakan adalah selisih ukuran poros dengan lubangnya. Kesesakan dibagi menjadi tiga macam, yaitu:

- kesesakan maksimum;
- kesesakan minimum;
- kesesakan pertengahan (rata - rata).



Gambar 66. Kesesakan

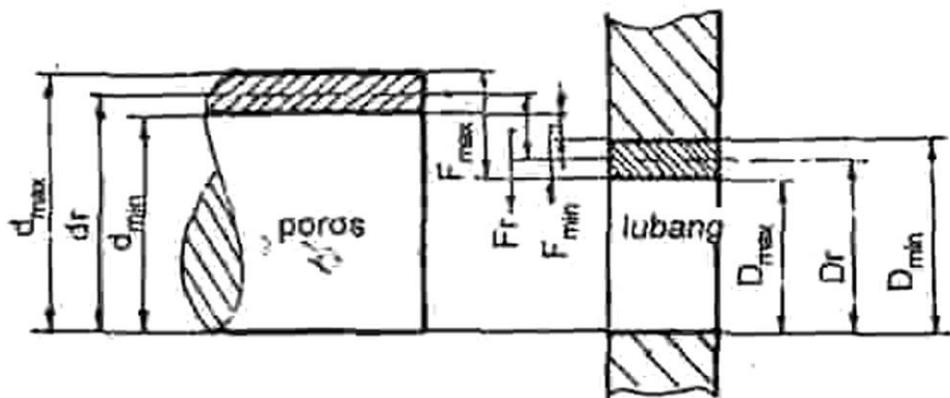
$$F = d - D \text{ (mm)}$$

Keterangan:

F = Kesesakan (mm)

d = Diameter poros (mm)

D = Diameter lubang (mm)



Gambar 67. Kesesakan Maksimum

Keterangan:

Dmaks = Diameter lubang maksimum (mm)

Dmin = Diameter lubang minimum (mm)

- Dr = Diameter rata-rata lubang (mm)
- dmaks = Diameter poros maksimum (mm)
- dmin = Diameter poros minimum (mm)
- dr = Diameter rata-rata poros (mm)
- Fmaks = Kesesakan maksimum (mm)
- Fmin = Kesesakan minimum (mm)
- Fr = Kesesakan rata-rata (mm)

Kesesakan maksimum

$$F_{maks} = d_{maks} - D_{min} \text{ (mm)}$$

Kesesakan minimum:

$$F_{min} = d_{min} - D_{maks} \text{ (mm)}$$

Kesesakan rata-rata:

$$Fr = dr$$

$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{d_{maks} + d_{min}}{2} \right) - \left(\frac{D_{maks} + D_{min}}{2} \right) \\
 &= \frac{1}{2} (d_{maks} + d_{min} - D_{maks} - D_{min}) \\
 &= \frac{1}{2} \{ (d_{maks} - D_{min}) + (d_{min} - D_{maks}) \} \\
 &= \frac{1}{2} (F_{maks} + F_{min}) \text{ (mm)} \dots\dots\dots
 \end{aligned}$$

9. Toleransi Geometris

Gambar kerja harus dapat memberikan informasi yang jelas, agar benda atau produk dibuat tidak menyimpang dari gambar yang direncanakannya. Gambar kerja yang dibuat merupakan ide teknik yang ditampilkan dalam bentuk gambar pandangan, gambar proyeksi atau dalam bentuk gambar potongan, baik potongan sebagian,

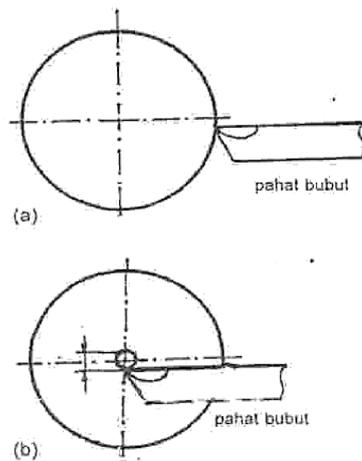
potongan penuh maupun gambar potongan-potongan lainnya yang sesuai dengan aturan-aturan menggambar.

Untuk membuat produk sesuai dengan gambar, tidaklah mudah. Apalagi pada suatu industri, produk dibuat dengan jumlah yang banyak, dikerjakan dengan mesin-mesin yang berbeda pada situasi dan kondisi yang berbeda pula. Walaupun mesin, perkakas potong, alat ukur dan personilnya berbeda, tetapi produk yang dibuat harus dapat memenuhi syarat-syarat bentuk atau posisi yang ditetapkan. Dalam hal ini, bentuk boleh menyimpang dari bentuk idealnya dengan batas-batas penyimpangan yang diperbolehkan, atau dengan kata lain memenuhi toleransi geometrisnya.

Toleransi geometris ini meliputi kelurusan, kedataran, kebulatan, keselindrisan, profil garis, profil permukaan, kesejajaran, ketegaklurusan, ketirusan, posisi konsentrisitas, koaksialitas atau kesamaan sumbu, kesimetrisan, putar tunggal dan putar total.

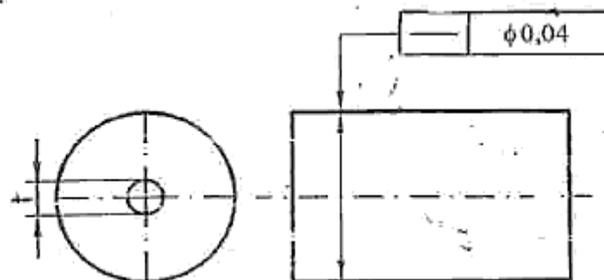
9.1. Toleransi Kelurusan

Bila kita membuat benda-benda berbentuk silinder, misalnya poros yang dikerjakan dengan mesin bubut, maka letak kepala lepas dari mesin bubut dan gerakan eretan yang mengantarkan pahat akan mempengaruhi hasil bubutan, apalagi pemasangan pahat di bawah sumbu porosnya. Hal ini karena keterbatasan ketebalan ganjal pahat bubut dan tekanan baut pengikat tidak merata, sehingga sumbu produk terletak di luar sumbu idealnya (lihat gambar 68 !). Oleh karena itu, bentuk kelurusan sumbu perlu diberi toleransi kelurusan. Simbol toleransi kelurusan adalah strip mendatar yang diletakkan pada kotak toleransi diikuti besarnya toleransi (lihat gambar 69 berikut!).



Gambar 68. Sumbu Idealnya

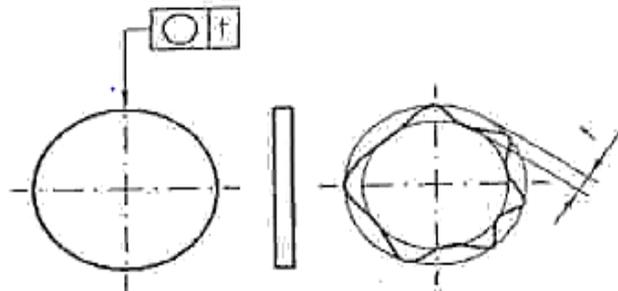
Sumbu bagian yang silinder, kelurusannya boleh menyimpang dalam batas daerah silinder sebesar t (t = besarnya toleransi, yaitu $\varnothing 0,04$ mm), lihat gambar 69 !



Gambar 69. Simbol Toleransi Kelurusan

9.2. Toleransi kebulatan

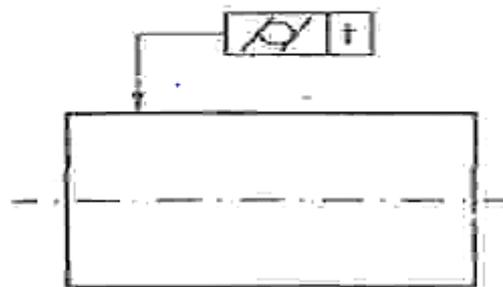
Keliling lingkaran harus terletak di antara dua lingkaran yang sebidang dan mempunyai titik pusat sama dengan perbedaan jari-jarisebesar t (t = toleransi), lihat gambar 701!



Gambar 70. Toleransi Kebulatan

9.3. Toleransi Keselindrisan

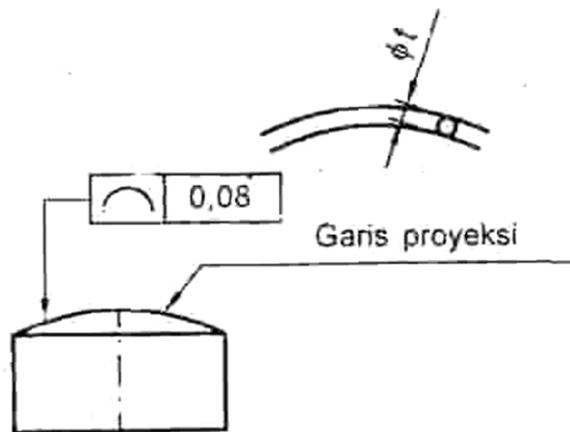
Toleransi keselindrisan ditujukan untuk permukaan silinder yang harus terletak di antara dua silinder yang sepusat dengan perbedaan jari-jari t (t = toleransi), lihat gambar 71!



Gambar 71. Toleransi Keselindrisan

9.4. Toleransi bentuk permukaan

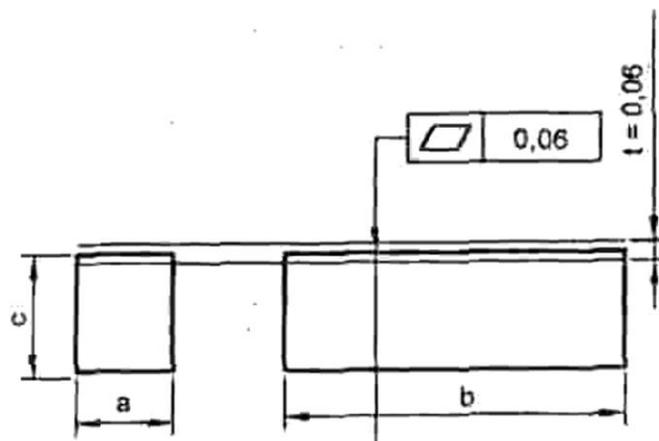
Toleransi bentuk permukaan yaitu permukaan yang diharapkan boleh menyimpang antara dua permukaan yang sejajar mengikuti bentuk dengan jarak $\varnothing t$ (t = toleransi), lihat gambar 72!



Gambar 72. Toleransi Bentuk Permukaan

9.5. Toleransi Kerataan

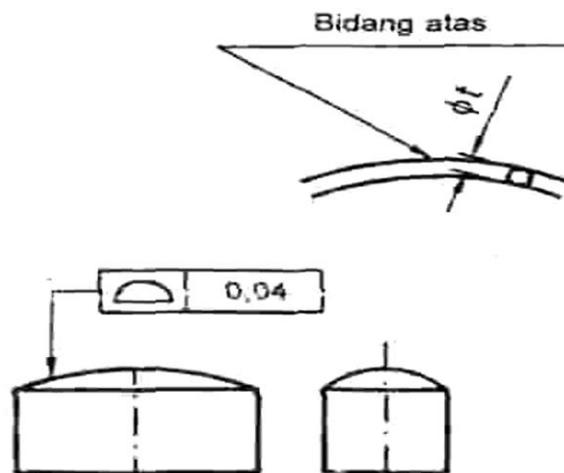
Toleransi kerataan yaitu permukaan bidang harus terletak di antara dua bidang yang sejajar yang terletak t (t = toleransi), Gambar 73



Gambar 73. Toleransi Kerataan

9.6. Toleransi Profil Garis

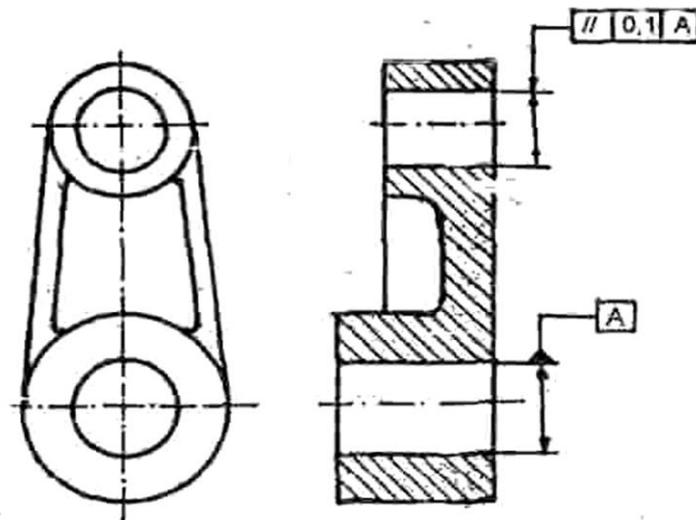
Toleransi ketepatan profil garis yaitu toleransi yang diberikan pada suatu garis proyeksi yang harus terletak di antara dua garis proyeksi yang menyinggung lingkaran-lingkaran yang berdiameter $\varnothing t$ (t = toleransi), lihat gambar 74!



Gambar 74. Toleransi Profil Garis

9.7. Toleransi Kesejajaran

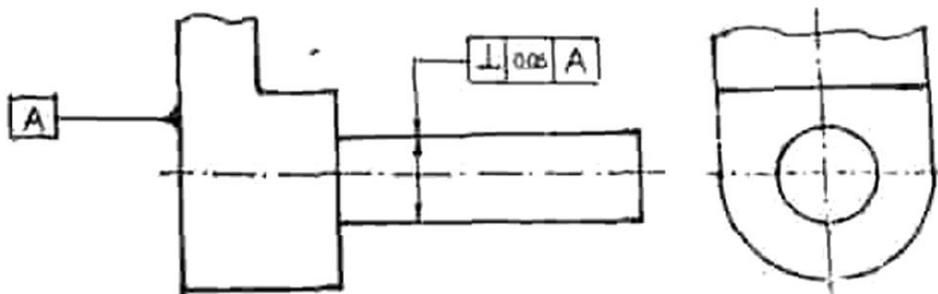
Kesejajaran garis sumbu atau permukaan terhadap garis atau bidang dasar diberi simbol garis miring sejajar ($//$), lihat gambar 75 di bawah!



Gambar 75. Toleransi Kesejajaran

9.8. Toleransi Ketegaklurusan

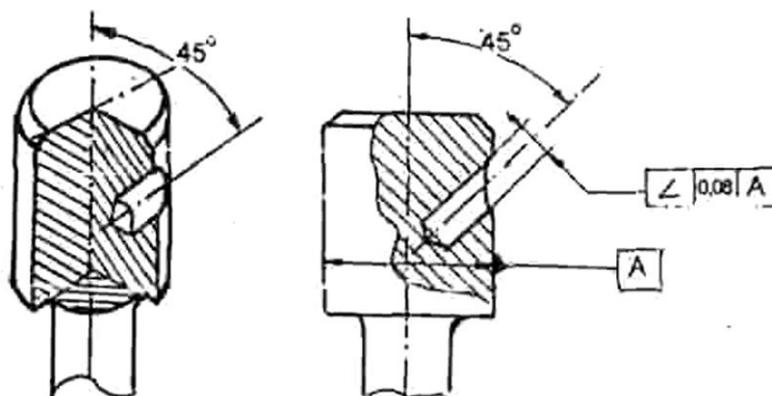
Ketegaklurusan garis atau permukaan terhadap bidang dasar diberi simbol (r), lihat gambar 76 ! Suatu batang atau poros yang tegak lurus terhadap bloknya, yaitu sumbu silinder yang sebenarnya, harus terletak di antara dua bidang datar yang sejajar dengan jarak $t = 0,05$ dan tegak lurus terhadap bidang dasar (A).



Gambar 76. Toleransi Ketegaklurusan

9.9. Toleransi Kemiringan

Garis sumbu atau bidang miring ditoleransi terhadap suatu garis atau bidang dasar diberi simbol (s) pada kotak toleransi dan diikuti dengan besarnya toleransi serta bidang dasarnya. Contoh, lihat gambar 77.



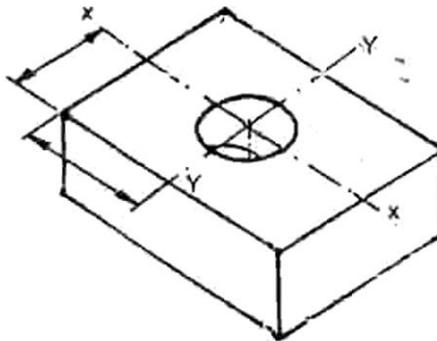
Gambar 77. Gambar 2.1 Toleransi Kemiringan

Keterangan:

Sumbu dari lubang harus terletak di antar dua garis sejajar berjarak $t = 0,08$ mm dan membuat sudut 45° dengan sumbu dasar (vertikal A).

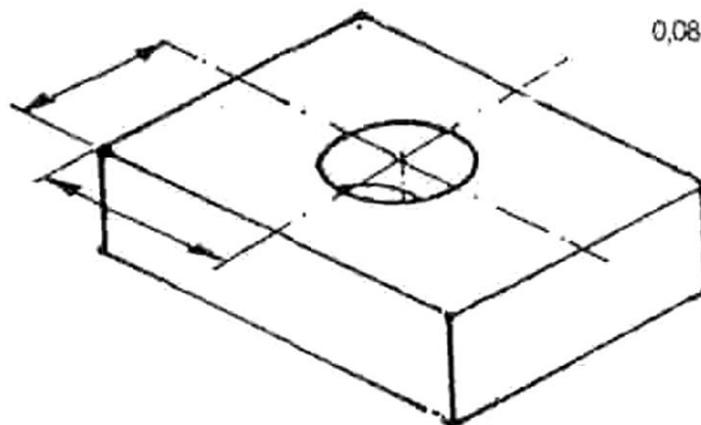
9.10. Toleransi Posisi

Kedudukan sumbu, sisi atau bidang yang berpasangan satu sama lainnya terhadap bidang patokan disebut toleransi posisi, diberi simbol (\perp). Misalnya, dari satu macam pekerjaan pengeboran dapat kita berikan toleransi sebagai berikut (lihat gambar 78, 79 dan 80!).



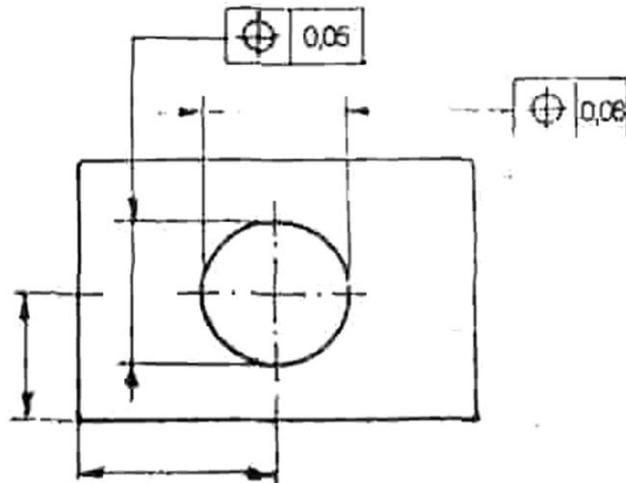
Gambar 78. Gambar Pekerjaan Pengeboran

Jika suatu sumbu lubang dari gambar di atas harus terletak dalam silinder ber-diameter $t = 0,08$ mm dengan sumbu yang tepat dan benar maka penulisan toleransinya dapat dilakukan seperti gambar 2.30 berikut.



Gambar 79. Penulisan Toleransi Pekerjaan Bor

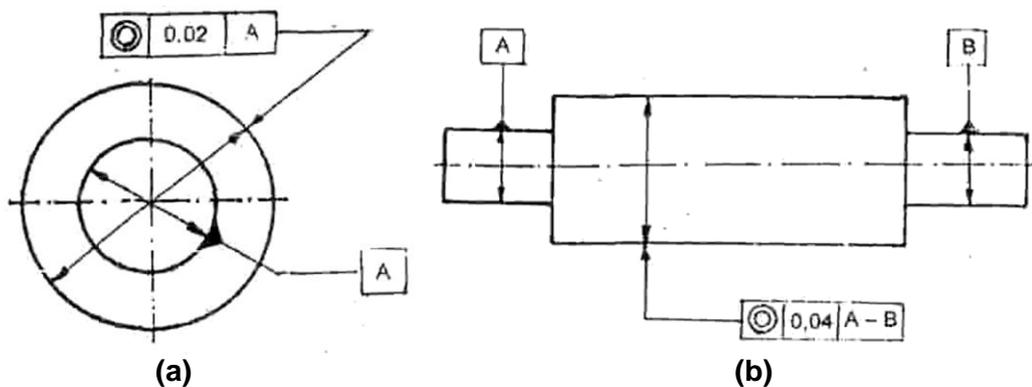
Jika sumbu lubang dari gambar 79 di atas harus terletak pada paralelipedum dengan lebar $0,05$ mm pada arah sumbu x dan $0,08$ pada arah sumbu yang tepat maka penulisannya dapat dilakukan seperti gambar 80.



Gambar 80. Penulisan Toleransi Posisi

9.11. Toleransi Konsentrisitas dan Koaksialitas (Kesamaan Sumbu)

Jika ada dua buah lingkaran lainnya dan mempunyai sumbu sama (berimpit) dan sumbu lingkaran satu dijadikan sumbu patokan lingkaran lainnya maka toleransi-nya diberi simbol (\odot). Contoh, lihat gambar 81!



Gambar 81. Toleransi Konsentrisitas dan Koaksialitas

Keterangan:

- Gambar 81a

Menunjukkan bahwa pusat dari lingkaran yang ditunjukkan oleh kotak toleransi pada lingkaran luar, harus terletak pada lingkaran yang

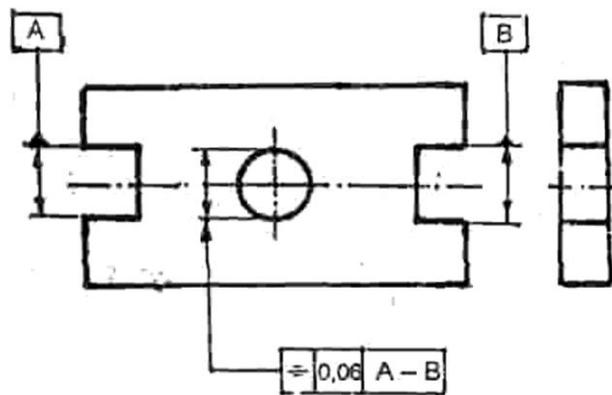
berdiameter $t = 0,02$ mm dan titik pusatnya berimpit dengan titik pusat lingkaran dasar A pada lingkaran dalam.

- Gambar 81b

Menunjukkan bahwa sumbu dari silinder yang ditunjukkan oleh kotak toleransi pada silinder tengah, harus terletak di dalam silinder yang berdiameter 0,04 mm yang.

9.12. Kesimetrisan

Kesimetrisan yaitu kesamaan bentuk atau kesamaan ukuran dan diberi simbol (\Rightarrow) lihat gambar 2.33 berikut!

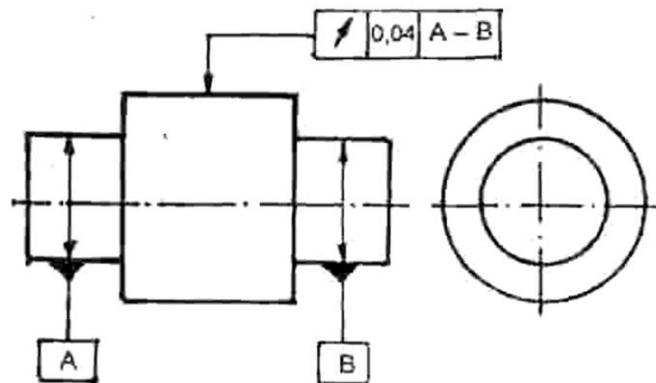


Gambar 82. Toleransi Kesimetrisan

Sumbu dari lubang harus terletak di kolom dua bidang sejajar dengan jarak 0,06 mm dan simetris terhadap sumbu alur A dan B sebagai sumbu dasarnya.

9.13. Toleransi Putar Tunggal

Lambang dari toleransi putar tunggal adalah ujung garis yang beranak panah (\curvearrowright) yaitu toleransi pada tiap putaran terhadap sumbu dasar dan berlaku untuk tiap letak pengukuran (lihat gambar 83 berikut!).



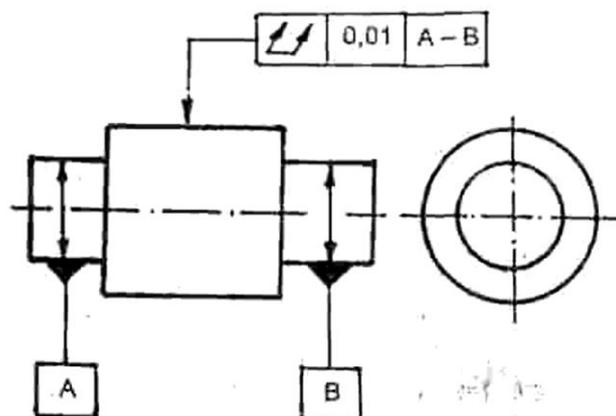
Gambar 83. Toleransi Putar Tunggal

Keterangan:

Pada tiap putaran terhadap sumbu dasar A-B, toleransi putar untuk tiap penam-pang tidak boleh melebihi $t = 0,04$ mm.

9.14. Toleransi Putar Total

Lambang dari toleransi putar total atau putar ganda adalah dua garis yang beranak panah sejajar () yaitu toleransi untuk beberapa kali putaran terhadap sumbu dasarnya, baik ke arah aksial maupun radial (lihat gambar 84!).



Gambar 84. Toleransi Putar Total

Keterangan:

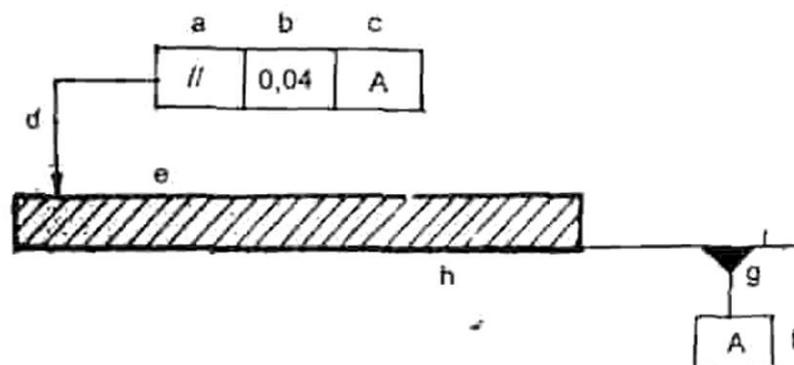
Pada beberapa kali putaran terhadap sumbu dasar A-B maka toleransi putar total pada setiap titik pada permukaan yang telah ditentukan tidak boleh melebihi $t = 0,01$ mm. Disamping itu, titik permukaan tidak boleh bergeser ke arah aksial antara dua bidang yang sejajar yang berjarak $t = 0,01$ mm.

9.15. Kotak Toleransi pada Gambar Kerja

Untuk menempatkan toleransi bentuk pada gambar kerja sebagaimana telah diperlihatkan pada contoh-contoh gambar di atas, perlu dijelaskan kembali mengenai kotak toleransi dan elemen yang ditoleransikan.

1) Kotak toleransi dan bidang patokan

Kotak toleransi adalah bujur sangkar atau segi panjang yang dibuat untuk menempatkan toleransi bentuk (sifat toleransi), besarnya toleransi dan patokan dasar. Garis yang dipakai untuk membuat kotak toleransi ini adalah garis tipis sama dengan garis bantu atau garis ukur (lihat gambar di bawah!).



Gambar 85. Toleransi Bidang Patokan

Keterangan:

a = sifat toleransi bentuk

b = besar toleransi

c = huruf bidang patokan

d = garis petunjuk mengarah pada elemen yang ditoleransi

e = elemen yang ditoleransi

f = bidang patokan

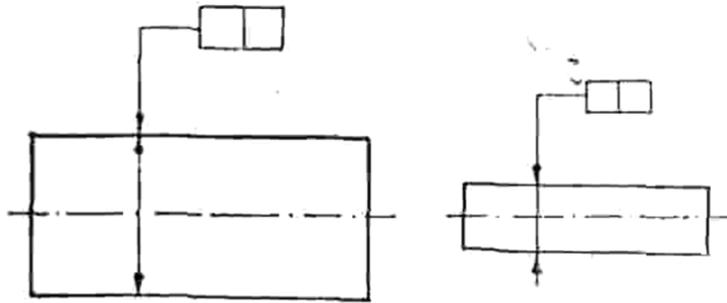
g = segitiga dasar

h = bidang atau garis atau elemen yang digunakan, sebagai dasar patokan

2) Hubungan antara toleransi dengan elemen yang ditoleransi

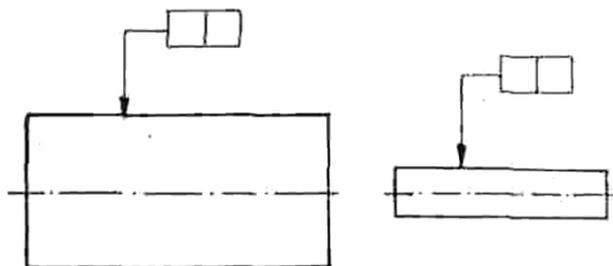
Ada dua macam hubungan antara toleransi bentuk dengan elemen yang ditoleransi, yaitu hubungan dengan sumbunya dan hubungan dengan dindingnya.

- Hubungan dengan sumbunya.



Gambar 86. Hubungan dengan Sumbunya

- Hubungan dengan dindingnya.

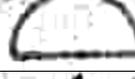


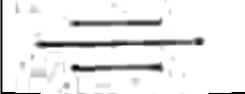
Gambar 87. Hubungan dengan Dindingnya

- Tingkat ukuran tunggal dan berpasangan

Untuk simbol toleransi bentuk ukuran tunggal dan posisi ukuran berpasangan, dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Simbol Toleransi Bentuk Tunggal dan Berpasangan

	Kelurusan	Bentuk ukuran tunggal
	Kerataan/Kedataran	Posisi ukuran berpasangan (arah)
	Kebulatan/lingkaran	
	Keselindrisan	
	Profil garis	
	Bentuk permukaan	
	Kesejajaran	
	Ketegaklurusan	
	Kemiringan	
	Posisi	
	Konsentrisitas-Koaksialitas (kesaam sumbu)	

	Kesimetrisan	
	Putar/arah tunggal	Posisi berpasangan (bergerak)
	Putar/arah ganda	

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 Toleransi dan Suaian? 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: Menghitung Ukuran Maksimum, Minimum dan Toleransi (2 JP)

Saudara diminta untuk mempelajari perhitungan ukuran maksimum, minimum dan toleransi. Saudara mungkin mempunyai pandangan yang berbeda dari teman-teman lain tentang mempelajari perhitungan ukuran maksimum, minimum dan toleransi. Apa yang Saudara temukan setelah mempelajari mempelajari perhitungan ukuran maksimum, minimum dan toleransi? Apakah ada hal-hal yang baik atau sebaliknya yang Saudara temukan? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Selanjutnya selesaikan **LK-01** dengan dipandu pertanyaan berikut.

2. Saudara hitung ukuran maksimum dan ukuran minimum toleransi berikut!

$$\varnothing 40 \text{ h } 7 = \varnothing 40^{+0,025}$$

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

Aktivitas 2: Mengkaji Toleransi Pada Gambar Kerja (2 JP)

Saudara diminta untuk mempelajari toleransi pada gambar kerja. Saudara mungkin mempunyai pandangan yang berbeda dari teman-teman lain tentang mempelajari toleransi pada gambar kerja. Apa yang Saudara temukan setelah mempelajari mempelajari toleransi pada gambar kerja? Apakah ada hal-hal yang baik atau sebaliknya yang Saudara temukan? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Selanjutnya selesaikan **LK-02** dengan dipandu pertanyaan berikut.

1. Mengapa dibutuhkan penulisan toleransi dengan simbol ISO pada gambar kerja? Jelaskan!
2. Menurut Saudara pentingkah penulisan dengan simbol ISO pada gambar kerja? Jelaskan alasannya!

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

Aktivitas 3: Mempelajari Tingkat Suaian(2 JP)

Saudara diminta untuk mempelajari tingkat suaian. Saudara mungkin mempunyai pandangan yang berbeda dari teman-teman lain tentang mempelajari tingkat suaian. Apa yang Saudara temukan setelah mempelajari tingkat suaian? Apakah ada hal-hal yang baik atau sebaliknya yang Saudara temukan? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Selanjutnya selesaikan **LK-03** dengan dipandu pertanyaan berikut.

1. Mengapa terdapat tingkat suaian? jelaskan!
2. Dalam sistem basis apakah menurut Saudara selaku guru kejuruan dibutuhkan sistem ISO? Jelaskan!

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

E. Tes Formatif

Pilihan Ganda:

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

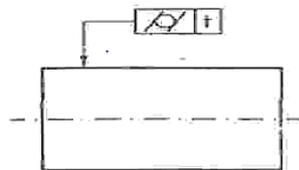
1. Faktor-faktor yang mempengaruhi ukuran tidak tepat,kecuali adalah
 - a. Faktor alat tulis
 - b. Faktor mesin
 - c. Faktor alat ukur
 - d. Faktor alat potong

2. Yang bukan termasuk istilah pada toleransi adalah
- uk.nom
 - uk.z
 - uk.maks
 - uk.min



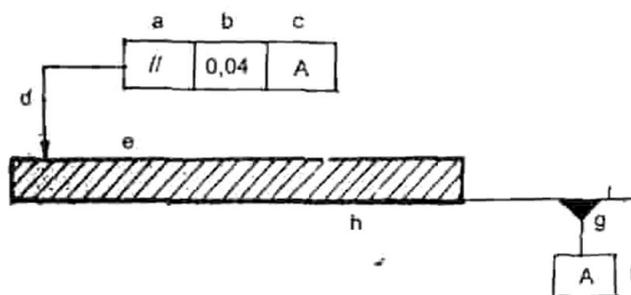
3. Pada gambar di atas contoh dari penulisan toleransi ...
- Toeransi simetris
 - Toleransi ukuran nominal dan penyimpangannya
 - Toleransi ukuran maksimum dan minimum
 - Toleransi besar penyimpangannya
4. H8/e8Ukuran $\text{Ø } 60$ H7/g6; 45 adalah penulisan suaian dari suaian
- Suaian pas
 - Suaian longgar
 - Suaian paksa
 - Suaian sempit
5. Penulisan sistem basis poros suaian pas adalah ...
- h8Ukuran $\text{Ø } 60$ G7/h6; 45 E8/
 - K6/h6 Ukuran $\text{Ø } 65$ H7/h7; 20
 - h6Ukuran $\text{Ø } 30$ P6/h7; 80 T7/
 - H7/t6Ukuran $\text{Ø } 30$ H7/p6; 80
6. Yang bukan termasuk toleransi geometris adalah
- Toleransi keovalan
 - Toleransi kebulatan

- c. Toleransi keselindrisan
- d. Toleransi bentuk permukaan



7. Toleransi pada gambar di atas adalah
- a. Toleransi kebulatan
 - b. Toleransi keselindrisan
 - c. Toleransi bentuk permukaan
 - d. Toleransi kelurusan
8. simbol () yaitu simbol dari toleransi
- a. Toleransi bentuk permukaan
 - b. Toleransi kelurusan
 - c. Toleransi putar tunggal
 - d. Toleransi putar total

9. Perhatikan gambar di bawah ini, keterangan dari (b) adalah ...



- a. sifat toleransi bentuk
- b. besar toleransi
- c. huruf bidang patokan
- d. garis petunjuk mengarah pada elemen yang ditoleransi

10. Simbol dari toleransi ketegaklurusan adalah

- a. 
- b. 
- c. 
- d. 

F. Rangkuman

Toleransi adalah perbedaan dua batas ukuran yang diijinkan, katakanlah kita akan membuat suatu poros atau suatu lubang dengan ukuran yang telah ditentukan, maka ukuran tersebut adalah ukuran dasar atau ukuran nominal yang digunakan sebagai pedoman di dalam pembuatannya.

Istilah-istilah pada toleransi yaitu:

- Ukuran nominal (uk.nom.)
- Ukuran minimum (uk.min.)
- Ukuran maksimum (uk.maks.)
- Penyimpangan membesar
- Penyimpangan mengecil
- Toleransi umum.

Hal yang perlu diperhatikan untuk mencantumkan atau menuliskan toleransi pada gambar kerja dengan simbol ISO, antara lain:

- Ukuran dasar (nominal).
- Lambang (poros atau lubang) dan daerah toleransi.
- Kualitas toleransi.

Macam-macam suaian:

- Suaian longgar
- Suaian sesak
- Suaian pas

Sistem basis terbagi menjadi

- Sistem basis lubang
- Sistem basis poros

Toleransi geometris ini meliputi kelurusan, kedataran, kebulatan, keselindrisan, profil garis, profil permukaan, kesejajaran, ketegaklurusan, ketirusan, posisi konsentrisitas, koaksilitas atau kesamaan sumbu, kesimetrisan, putar tunggal dan putar total..

G. Lembar Kerja

LK-00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran Toleransi dan Suaian? 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. Saudara hitung ukuran maksimum dan ukuran minimum toleransi berikut!

$$\text{Ø } 40 \text{ h } 7 = \text{Ø } 40^{+0}_{-0,025}$$

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

LK-02

1. Mengapa dibutuhkan penulisan toleransi dengan simbol ISO pada gambar kerja?
Jelaskan!

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

2. Menurut Saudara pentingkah penulisan dengan simbol ISO pada gambar kerja?
Jelaskan alasannya!

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

LK-03

1. Mengapa terdapat tingkat suaian? Jelaskan!

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

2. Dalam sistem basis apakah menurut Saudara selaku guru kejuruan dibutuhkan sistem ISO? Jelaskan!

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

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3: NILAI KEKASARAN, TANDA Pengerjaan DAN SIMBOL LAS

A. Tujuan

1. Memahami nilai kekasaran
2. Memahami tanda pengerjaan pada gambar
3. Memahami simbol las pada gambar

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

20.32.3 Memilih Nilai Kekasaran Permukaan Sesuai Kebutuhan

20.32.4 Memilih Tanda Pengerjaan Sesuai Kebutuhan

20.32.5 Memilih Simbol Las Sesuai Kebutuhan

20.32.6 Menyajikan Aturan Gambar Teknik Mesin dan Tanda Pengerjaan dengan Benar.

C. Uraian Materi

NILAI KEKASARAN

1. Tingkat Kekasaran Permukaan

Suatu produk mempunyai tingkat kekasaran yang bermacam-macam. Tingkat kekasaran ini tergantung pada kualitas pengerjaan. Misalnya produk yang dipotong dengan gas akan berbeda hasilnya dengan produk yang dipotong dengan gergaji, begitu juga produk yang dibuat dengan cara dituang akan berbeda permukaannya dengan produk yang dibuat atau dikerjakan dengan mesin. Pada gambar teknik mesin, kekasaran pada gambar kerja diberi lambang atau simbol sesuai dengan tingkat kekasarannya dan dijelaskan menurut ISO R468 dan ISO 1302, masing-masing untuk menyatakan kekasaran permukaan dan menerapkannya pada gambar kerja.

Kekasaran permukaan menurut ISO R 468-1966 adalah sebagai berikut.

- Penyimpangan rata-rata aritmetik dan garis rata-rata profil (Ra).
- Ketidakrataan ketinggian sepuluh titik (Rz)
- Ketidakrataan maksimum (Rmaks).

a. Hubungan antara Ra, Rz dan Rmaks

Tingkat kekasaran ini digunakan sesuai dengan perkembangan alat ukur, permesinan dan tuntutan dari persyaratan rencana produk yang akan dibuat. Harga kekasaran sangat erat hubungannya dengan kualitas pengerjaan atau kualitas toleransi. Sebagai pengendalian mutu produk, harus diambil sampel untuk diperiksa dan panjang sampel pun harus disesuaikan pula dengan tingkat kekasaran maupun tingkat toleransinya.

Hubungan antara tingkat kekasaran (Ra, Rz dan Rmaks), kelas kekasaran (N), kualitas toleransi (IT) dan panjang sampel dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hubungan antara Ra, Rz, Rmaks, N, IT dan Panjang Sampel

Ra (micron)	Rz (micron)	Rmaks (micron)	N	Kualitas toleransi (IT)	Panjang sampel (mm)
0,025	0,1	0,1	N1	IT 00 IT 01	0,8
0,05	0,2	0,2	N2	IT 1 – IT 2	0,25
0,10	0,4	0,4	N3	IT 3 IT 4	
0,20	0,8	0,8	N4	IT 5	
0,40	1,6	1,6	N5	IT 6 – IT 7	0,8
0,80	3,2	3,2	N6	IT 8	
1,6	6,3	6,3	N7	IT 9 – IT 10	
3,2	12,5	12,5	N8	IT 11	
6,3	25	25	N9	IT 12 – IT 13	2,5
12,5	50	50	N10	IT 14	
25	100	100	N11	IT 15	8
50	200	200	N12	IT 16	
100	400	400			

Keterangan:

Ra = Penyimpangan rata-rata aritmetik garis rata-rata profil (dalam satuan mikron).

Rz = Ketidakrataan ketinggian sepuluh titik (dalam satuan mikron).

Rmaks = Ketidakrataan maksimum (dalam satuan mikron).

N = Kelas kekasaran (kualitas pekerjaan).

IT = Kualitas toleransi internasional.

Panjang Sampel = Panjang sampel yang digunakan untuk proses pengukuran dalam pemeriksaan produk (dalam satuan mm).

b. Hubungan antara proses produksi dengan kualitas pekerjaan

Kualitas pekerjaan yang dapat dicapai oleh pekerjaan pemesinan atau bukan pemesinan, dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Proses Pengerjaan dan Kualitas Kekasaran

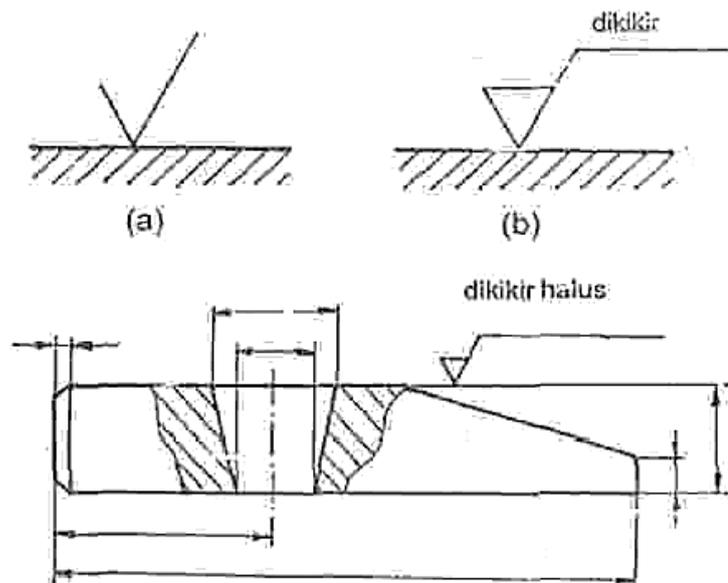
Sand blasting									
Ball blasting									
Turning									
Superfine turning									
Planning, shaping									
Drilling, boring									
Counter sinking									
Reaming									
Face milling									
Peripheral milling									
Broaching									
Scraping									
Face grinding									
Peripheral grinding									
Plain grinding									
Honing									
Superfinish									
Plain lapping									
Round lapping									
Polishing									
Spark erosion									
Keterangan									
	Halus	Normal	Kasar						

	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	
	0,025	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5	25	50	100
Flame cutting													
Sawing													
Abrasive cutting													
Shearing, fine blanking													

c. Simbol Kekasaran Permukaan

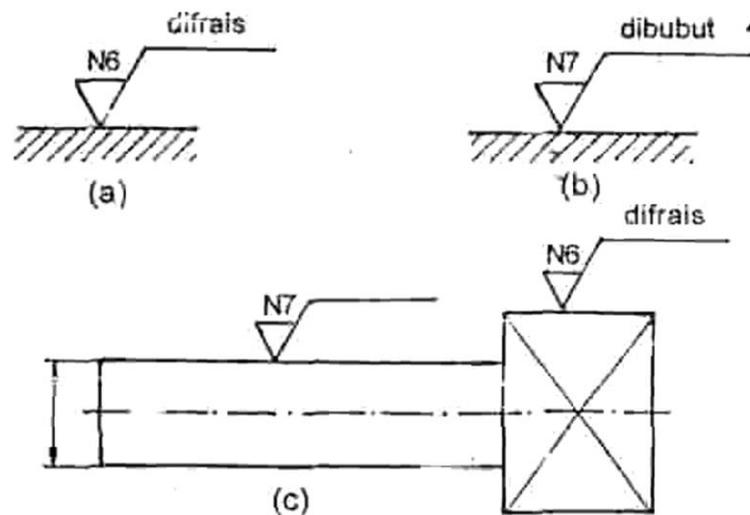
Simbol kekasaran permukaan dalam gambar kerja (mesin) terbagi menjadi empat macam.

- 1) Simbol dasar kekasaran permukaan, yaitu suatu bentuk garis yang menyudut (60°) yang menyerupai akar (lihat gambar 3.1a!). simbol ini belum mempunyai arti apa-apa jika tidak diikuti tanda-tanda yang lainnya.
- 2) Simbol kekasaran permukaan yang dikerjakan dengan tangan, yaitu suatu permukaan benda kerja (produk) yang dikerjakan dengan tangan. Maka pada gambar kerjanya diberi simbol pengerjaan, misalnya dikikir, diampelas dan semacamnya (lihat gambar 3.1b!).



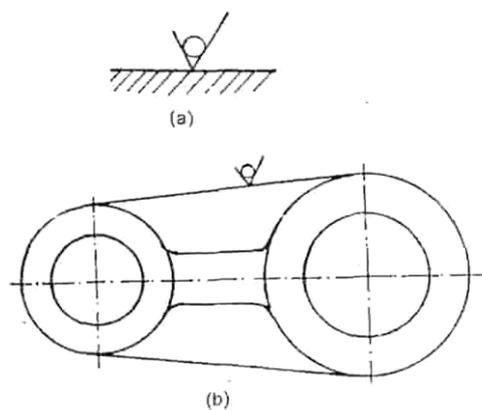
Gambar 88. Contoh Simbol Dasar Kekasaran

- 3) Simbol permukaan yang dimesin, yaitu pekerjaan-pekerjaan pemesinan menge-bor, membubut, scraf atau frais, tanda pengerjaannya dapat diletakkan pada garis proyeksi permukaan yang dikerjakannya dan diikuti dengan tingkat kekasaran atau kelas kekasaran permukaannya (lihat gambar 89!). Simbol pengerjaan yang dimesin.



Gambar 89. Simbol Permukaan yang Dimesin

- 4) Simbol permukaan yang dicor, yaitu simbo permukaan yang tidak dikerjakan lagi (misalnya, hasil dar pengecoran) maka simbol permukaanya sama denga simbol dasar dengan lingkaran (lihat gambar 90!).



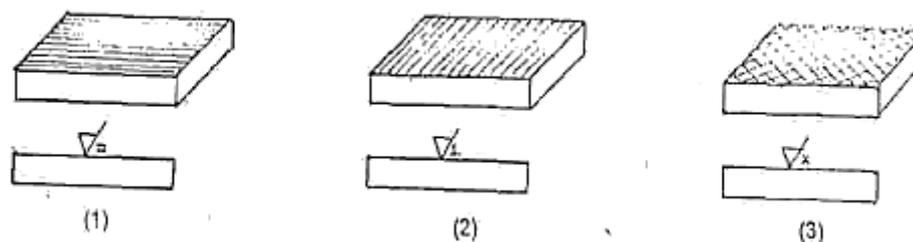
Gambar 90. Simbol Permukaan yang Dicor

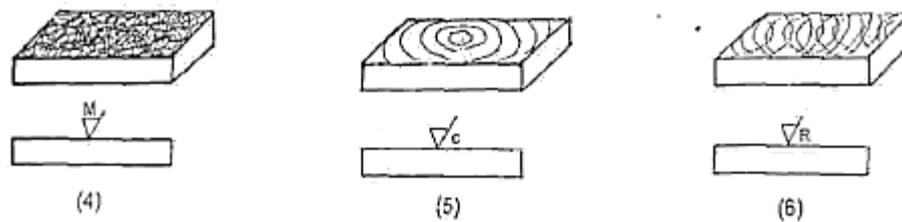
d. Penempatan informasi pada tanda pengerjaan

Informasi yang dapat dicantumkan pada tanda pengerjaan meliputi hal-hal sebagai berikut:

- 1) Angka kualitas kekasaran permukaan (R_a) atau kualitas pengerjaan (N).
- 2) Proses produksi atau proses pemesinan, misalnya dibor, dibubut, difrais dan sebagainya.
- 3) Panjang sampel, jika tidak dicantumkan maka panjang sampel yang digunakan sebagai pengukuran untuk penentuan kualitas dapat dilihat pada tabel 2.1.
- 4) Arah pengerjaan, maksudnya arah sayatan dari pisau atau pahat terhadap permukaan benda kerja. Untuk arah pengerjaan ini terbagi menjadi:
 - searah dengan bidang proyeksi, diberi simbol \parallel ,
 - tegak lurus terhadap bidang proyeksi, diberi simbol \perp .
 - dalam dua arah yang berpotongan, diberi simbol \times .
 - dalam segala arah, diberi simbol m .
 - arah relatif bulat terhadap titik pusat, diberi simbol c .
 - arah relatif radian, diberi simbol r .

Untuk arah pengerjaan ini, dapat dilihat pada gambar 91

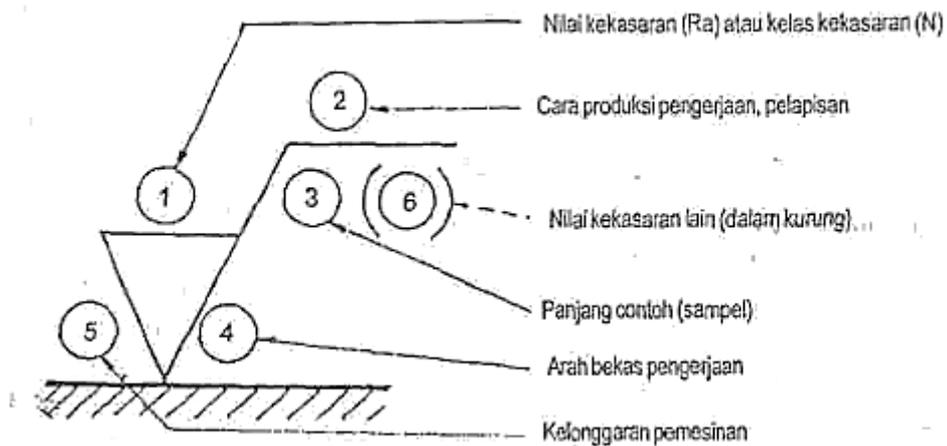




Gambar 91. Contoh Simbol Arah Pengerjaan

1) Nilai kekasaran lain

Posisi penempatan informasi tanda pengerjaan tersebut dapat dilihat pada gambar 92 berikut:

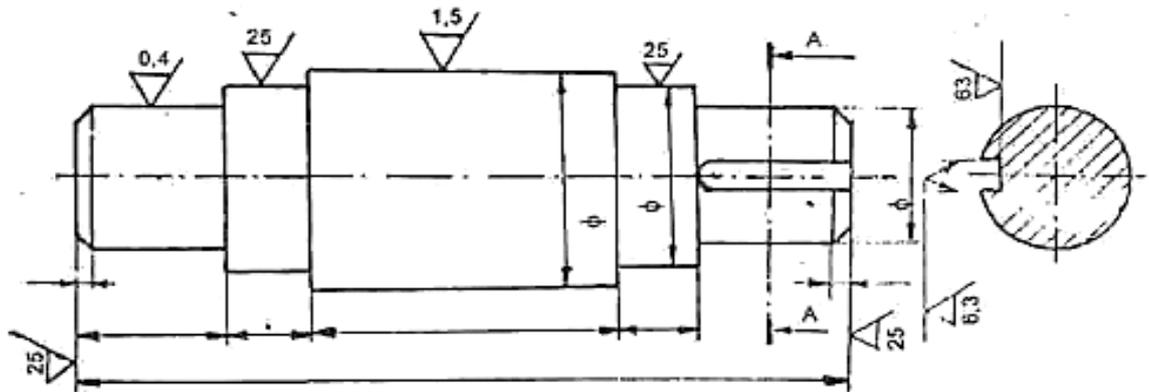


Gambar 92. Contoh Simbol Nilai Kekasaran Lain

e. Menempatkan Tanda Pengerjaan pada Gambar Kerja

Untuk penulisan tanda pengerjaan sesuai dengan aturan menggambar menurut ISO/R129, yaitu penunjukkan lambing pada gambar dan arah tulisan dalam lambang, dapat dilihat pada contoh berikut.

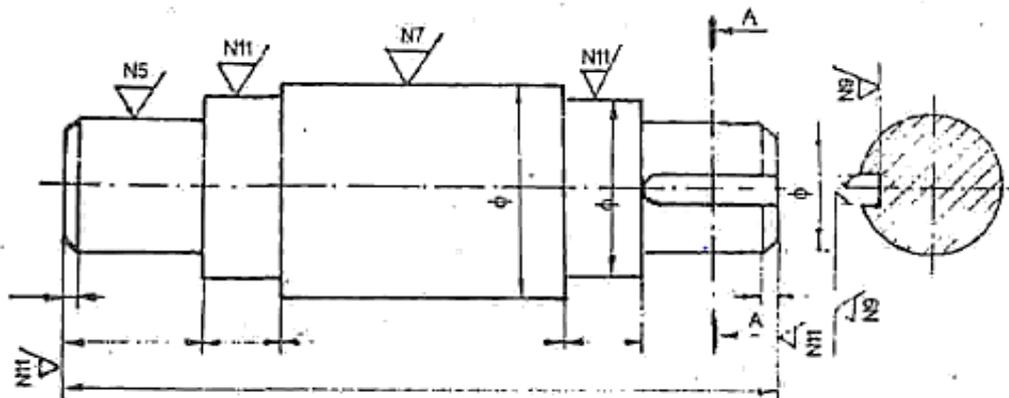
1) Penulisan dengan angka kekasaran Ra



Gambar 93. Contoh Gambar dengan Simbol Angka Kekasaran Ra

2) Penulisan dengan kelas kualitas pengerjaan (N)

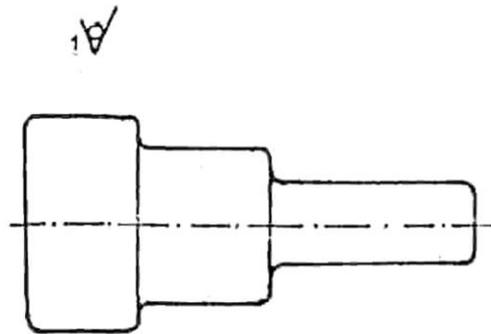
Angka kekasaran Ra dapat pula diganti dengan kelas kualitas pengerjaan (N), dengan melihat tabel, sehingga menunjukkan kekasaran permukaannya dapat ditulis seperti gambar 94 berikut.



Gambar 94. Penulisan Tanda Pengerjaan (N)

3) Tanda pengerjaan utama

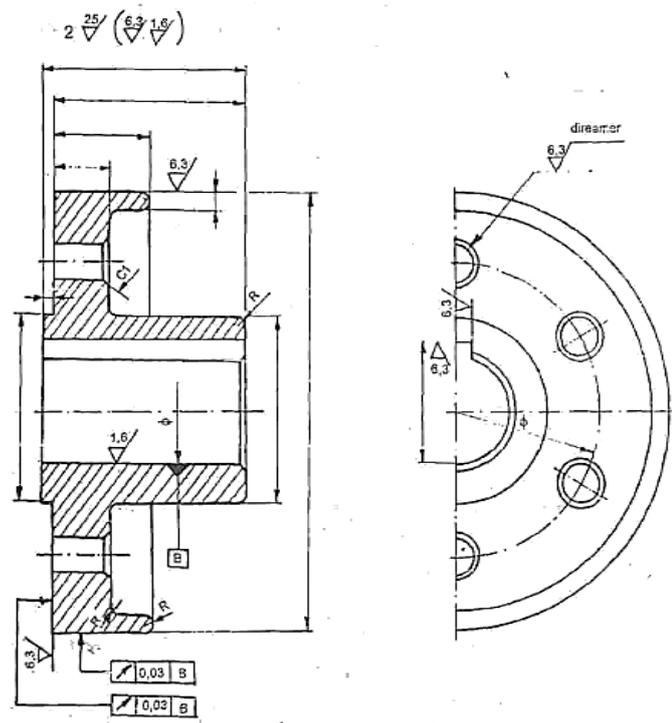
Jika suatu produk terdiri atas satu macam pekerjaan, misalnya dituang saja, maka tanda pengerjaannya cukup diletakkan pada bagian atas dari gambar atau setelah nomor bagian, kemudian diikuti tanda pengerjaannya (lihat gambar 95 berikut!).



Gambar 95. Penulisan Tanda Pengerjaan Utama

4) Tanda pengerjaan utama dan tanda pengerjaan khusus

Jika suatu produk dikerjakan dengan beberapa mesin dan beberapa macam persyaratan yang harus dipenuhi maka pada gambar kerjanya harus dicantumkan tanda pengerjaan khusus dan utamanya (lihat gambar 96 berikut!).



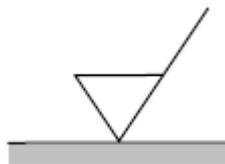
Gambar 96. Penulisan Tanda Pengerjaan Utama dan Khusus

2. Tanda Pengerjaan

2.1. Fungsi Tanda Pengerjaan

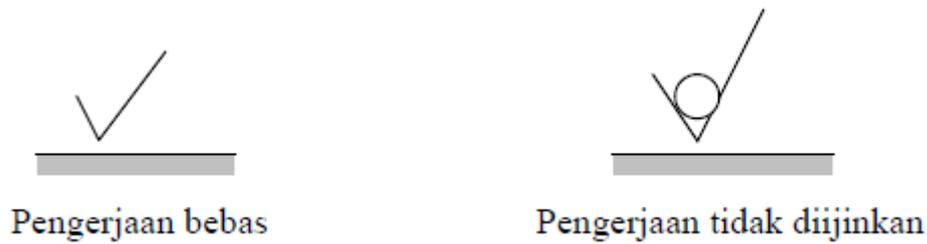
Permukaan benda kerja memegang peran yang penting dalam perencanaan mesin, terutama untuk memperhitungkan gesekan, pelumasan, keausan, dan sebagainya. Untuk itu teknisi harus memenuhi syarat permukaan yang dikehendaki oleh perencana atau pemesan. Agar teknisi dapat memenuhi permukaan yang sesuai, maka karakteristik permukaan harus tercantum dalam gambar teknik mesin, sehingga teknisi bisa mengerti permukaan apa yang diinginkan.

Untuk menghasilkan permukaan yang sesuai, maka pada gambar kerja perlu adanya tanda-tanda pengerjaan yang dinormalisasi yang diletakkan pada bagian-bagian dikehendaki permukaannya. Pelaksanaan penempatan tanda pengerjaan ini juga mengharuskan perpanjangan pada sebelah kanan sebagaimana gambar dibaca. Simbol dasar dari tanda pengerjaan ini terdiri dari dua garis dengan ketinggian yang tidak sama dengan perbandingan 1: 2 yang membentuk sudut 60° satu sama lain (lihat Gambar 97).



Gambar 97. Simbol Dasar Tanda Pengerjaan

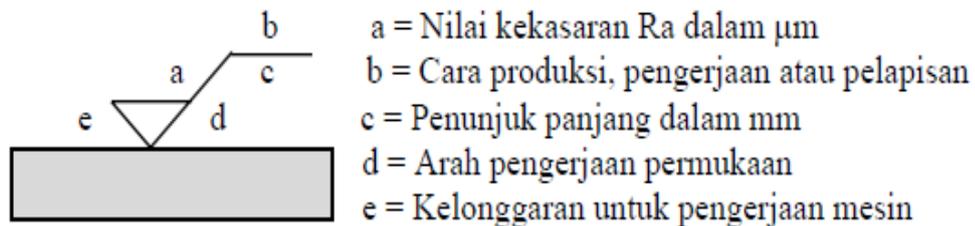
Tidak semua permukaan benda dikerjakan dengan mesin. Ada kalanya karena sesuatu hal permukaan tersebut tidak dikerjakan, atau dibiarkan saja dan juga bisa permukaan tersebut tidak boleh dibuang, karena ukurannya sudah sangat pas. Konfigurasi permukaan yang bebas dikerjakan dengan mesin apapun dan permukaan yang tidak diijinkan untuk dikerjakan adalah seperti terlihat pada Gambar 98.



Gambar 98. Simbol Pengerjaan Bebas dan Tidak Dikerjakan

2.2. Penulisan Tanda Pengerjaan

Pengerjaan permukaan yang mendapat pengerjaan mesin harus dicantumkan dengan keterangan pada simbol dasar yang berbentuk segi tiga. Adapun pengembangan spesifikasi dari penulisan simbol yang telah diberi keterangan adalah seperti terlihat pada Gambar 99 di bawah ini.



Gambar 99. Simbol Tanda Pengerjaan dan Keteranganannya

Arah pengerjaan permukaan benda kerja sangat tergantung pada selera dan kehalusan (kekasaran) yang diinginkan. Harga kekasaran dan kelas kekasaran untuk beberapa nilai adalah seperti terlihat pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Harga dan Kelas Kekasaran

Harga kekasaran (Ra) (μm)	Kelas kekasaran
0,025	N1
0,05	N2
0,1	N3
0,2	N4
0,4	N5

Harga kekasaran (Ra) (μm)	Kelas kekasaran
0,8	N6
1,6	N7
3,2	N8
6,3	N9
12,5	N10
25	N11
50	N12

Berkaitan dengan arah pengerjaan mesin, dibedakan menjadi enam bentuk arah. Adapun simbol simbol (lambang) arahnya adalah seperti terlihat pada Tabel 7 di bawah ini:

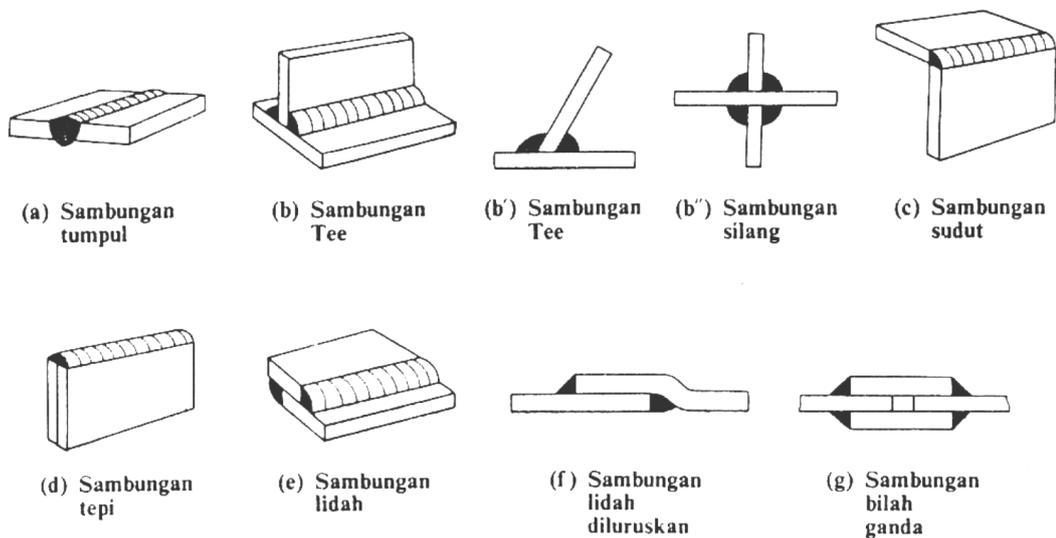
Tabel 7. Lambang Arah Pengerjaan Permukaan

Simbol	Arah serat yang diinginkan	Gambar
=	Sejajar terhadap bidang proyeksi	
⊥	Tegak lurus terhadap bidang proyeksi	
X	Diagonal (menyilang) terhadap bidang proyeksi	
M	Saling membelit dari segala arah	
C	Melingkar terhadap titik pusat permukaan	
R	Radial terhadap titik pusat permukaan	

3. Simbol Las

3.1 Bentuk Sambungan dan Alur Las

Sebagai alat penyambung yang bersifat permanen pada bagian-bagian mesin atau konstruksi, pengelasan merupakan sambungan yang lebih ringan dan kuat bila dibandingkan dengan sambungan paku keling. Kemajuan teknologi menyebabkan penggunaan penyambungan dengan las semakin luas dalam industri kecil maupun besar. Bentuk sambungan las dapat digolongkan seperti terlihat pada Gambar 100 di bawah ini:



Gambar 100. Bentuk Sambungan Las

Untuk mengisi cairan las pada benda yang akan disambung dibutuhkan alur las. Alur las inilah yang nantinya akan menyatukan benda-benda yang akan disambung. Bentuk alur las yang biasa digunakan pada sambungan las adalah seperti terlihat pada gambar 101 di bawah ini.

Jenis lasan Jenis alur	Lasan dengan alur		
	Lasan Penetrasi penuh tanpa pelat penahan	Lasan penetrasi penuh dengan pelat penahan	Lasan penetrasi sebagian
Persegi (I)			
V tunggal (V)			
Tirus tunggal (V)			
U tunggal (U)		—	
V ganda (X)		—	
Tirus ganda (K)		—	
U ganda (H) (DU)		—	
J tunggal (J)		—	
J ganda (DJ)		—	

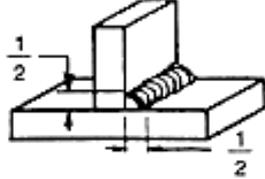
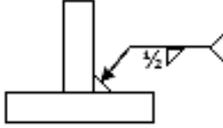
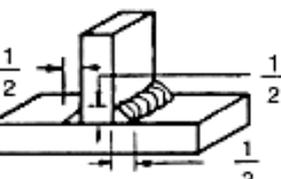
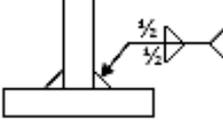
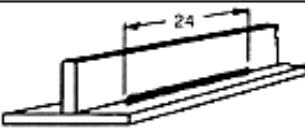
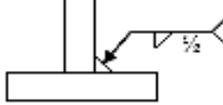
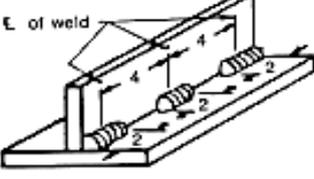
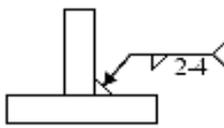
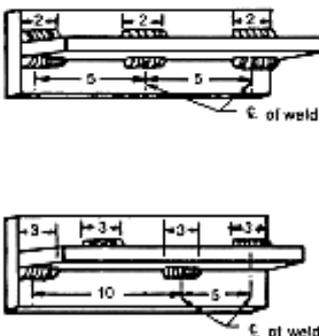
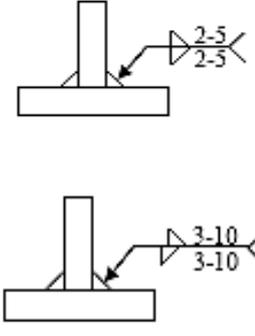
Gambar 101. Bentuk-Bentuk Alur Las

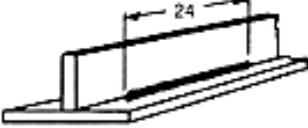
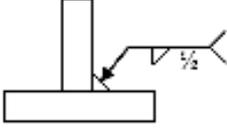
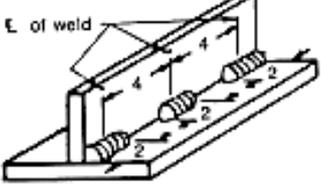
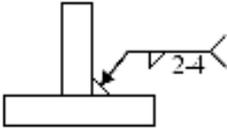
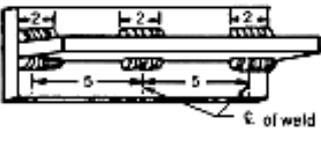
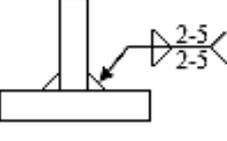
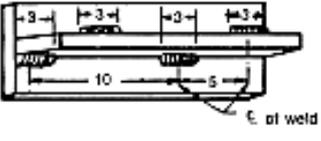
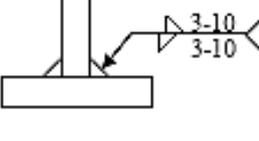
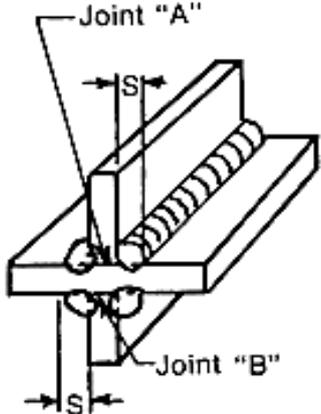
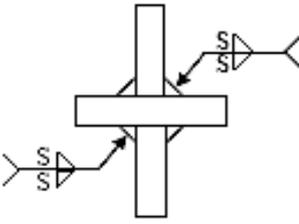
3.2 Lambang Las

Perencana maupun pemesan yang menginginkan suatu bentuk pengelasan tertentu pada tukang las harus menyampaikannya dalam bentuk gambar dan dilakukan dengan bentuk-bentuk lambang khusus untuk lebih menyederhanakan gambar. Bentuk lambang yang biasa digunakan baik untuk tunggal maupun ganda (dua sisi). Untuk menjelaskan penggunaan dari lambang-lambang las, berikut ini

disajikan beberapa contoh penggunaannya. Tabel 8 menyajikan penggunaan lambang-lambang las tersebut.

Tabel 8. Penggunaan Lambang-Lambang Las

Gambar	Tanda Pengelasan	Keterangan
		<p>Menunjukkan tanda penge lasan fillet pada satu sisi dengan ukuran panjang kaki $\frac{1}{2}$ mm (seperti yang ditunjuk gbr).</p>
		<p>Menunjukkan tanda penge lasan fillet pada dua sisi dengan ukuran panjang kaki $\frac{1}{2}$ mm (seperti yang ditunjuk gbr).</p>
		<p>Menunjukkan tanda penge lasan fillet pada satu sisi dengan ukuran panjang pengelasan 24 mm (seperti yang ditunjuk gbr).</p>
		<p>Menunjukkan tanda lasan fillet intermitten (loncat) pada satu sisi dgn ukuran panjang pengelasan 2 mm kemudian loncat dgn jarak pusat lasan satu ke yang lainnya 4 mm (seperti yang ditunjuk gbr).</p>
		<p>Menunjukkan tanda lasan fillet intermitten (loncat) pada dua sisi dgn ukuran panjang pengelasan 2 mm kemudian loncat dgn jarak pusat lasan satu ke yang lainnya 5 mm (seperti yang ditunjuk gbr). Menunjukkan tanda lasan fillet intermitten (loncat) pada dua sisi dgn ukuran panjang pengelasan 3 mm kemudian loncat dgn jarak pusat lasan satu ke yang lainnya 10 mm demikian juga lawannya (seperti yang ditunjuk gbr).</p>

		<p>Menunjukkan tanda penge lasan fillet pada satu sisi dengan ukuran panjang pengelasan 24 mm (seperti yang ditunjuk gbr).</p>
		<p>Menunjukkan tanda lasan fillet intermitten (loncat) pada satu sisi dgn ukuran panjang pengelasan 2 mm kemudian loncat dgn jarak pusat lasan satu ke yang lainnya 4 mm (seperti yang ditunjuk gbr).</p>
		<p>Menunjukkan tanda lasan fillet intermitten (loncat) pada dua sisi dgn ukuran panjang pengelasan 2 mm kemudian loncat dgn jarak pusat lasan satu ke yang lainnya 5 mm (seperti yang ditunjuk gbr).</p>
		<p>Menunjukkan tanda lasan fillet intermitten (loncat) pada dua sisi dgn ukuran panjang pengelasan 3 mm kemudian loncat dgn jarak pusat lasan satu ke yang lainnya 10 mm demikian juga lawannya (seperti yang ditunjuk gbr).</p>
		<p>Menunjukkan tanda lasan fillet pada dua sisi dgn ukuran panjang kaki pengelasan S mm dimana pengelasan dilakukan pada bagian atas dan bawah (seperti yang ditunjuk gbr).</p>

		<p>Menunjukkan tanda penge lasan tumpul dengan kedalaman penetrasi $\frac{1}{2}$ mm (tidak full penetrasi), bentuk sambungan "V" groove (seperti yang ditunjuk gbr).</p>
		<p>Menunjukkan tanda penge lasan tumpul dengan kedalaman penetrasi yang ditunjuk $\frac{7}{8}$ mm dan sisi lainnya $\frac{1}{4}$ mm, bentuk sambungan Single "V" groove (seperti yang ditunjuk gbr).</p>
		<p>Menunjukkan tanda penge lasan tumpul dengan kedalaman penetrasi yang ditunjuk $\frac{1}{2}$ mm dan sisi lainnya $\frac{1}{2}$ mm, (tidak full penetrasi) bentuk sambungan double "V" groove (seperti yang ditunjuk gbr).</p>
		<p>Menunjukkan tanda penge lasan tumpul dengan kedalaman penetrasi yang ditunjuk $\frac{3}{4}$ mm dan sisi lainnya $\frac{3}{4}$ mm, (full penetrasi) bentuk sambungan double "V" groove (seperti yang ditunjuk gbr).</p>
		<p>Menunjukkan tanda penge lasan tumpul dengan (full penetrasi) bentuk sambungan single "V" groove (seperti yang ditunjuk gbr).</p>

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar:

Mengidentifikasi Isi Materi (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 nilai kekasaran, tanda pengerjaan, dan simbol las? 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: Mempelajari Nilai Kekasaran (3 JP)

Saudara diminta untuk mempelajari pengertian nilai kekasaran. Saudara mungkin mempunyai pandangan yang berbeda dari teman-teman lain tentang nilai kekasaran. Apa yang Saudara temukan setelah mempelajari pengertian dari nilai kekasaran? Apakah ada hal-hal yang baik atau sebaliknya yang Saudara temukan? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Selanjutnya selesaikan **LK-01** dengan dipandu pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui mengenai nilai kekasaran?
2. Apa yang Saudara ketahui mengenai hubungan antara proses produksi dengan kualitas pekerjaan? Jelaskan!
3. Apa yang harus Saudara lakukan selaku guru kejuruan apabila melihat siswa melakukan praktek mengikir, pada gambar kerja yang dikikir tidak terdapat nilai kekasaran?

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

Aktivitas 2: Mempelajari Tanda Pengerjaan Gambar Teknik (3 JP)

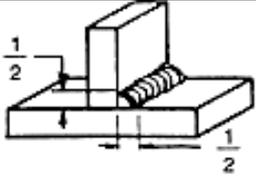
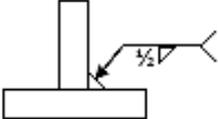
Saudara diminta untuk mempelajari pengertian tanda pengerjaan pada gambar teknik. Saudara mungkin mempunyai pandangan yang berbeda dari teman-teman lain tentang tanda pengerjaan pada gambar teknik. Apa yang Saudara temukan setelah mempelajari pengertian dari tanda pengerjaan pada gambar teknik? Apakah ada hal-hal yang baik atau sebaliknya yang Saudara temukan? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Selanjutnya selesaikan **LK-02** dengan dipandu pertanyaan berikut.

1. Menurut Saudara apakah fungsi dari tanda pengerjaan? Jelaskan!
2. Apa yang harus Saudara lakukan selaku guru kejuruan apabila melihat siswa meng-gambar tanda pengerjaan pada gambar kerja tidak sesuai dengan pengerjaan yang dilakukan?

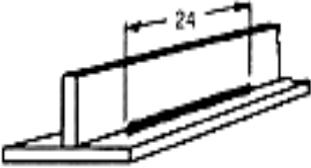
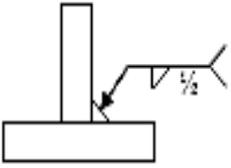
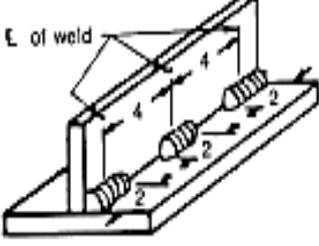
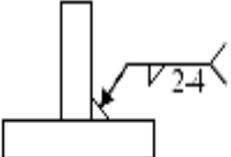
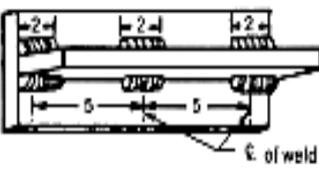
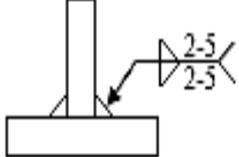
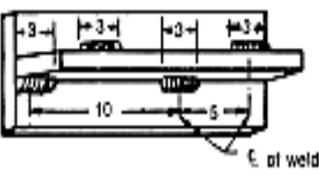
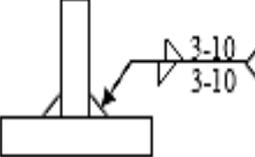
Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan pada kertas plano dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan

Aktivitas 3: Mempelajari Simbol Las (2 JP)

Saudara diminta untuk mengamati penggunaan lambang-lambang las pada gambar berikut ini:

Gambar	Tanda Pengelasan	Keterangan
		<p>Menunjukkan tanda penge lasan fillet pada satu sisi dengan ukuran panjang kaki $\frac{1}{2}$ mm (seperti yang ditunjuk gbr).</p>

		<p>Menunjukkan tanda penge lasan fillet pada dua sisi dengan ukuran panjang kaki $\frac{1}{2}$ mm (seperti yang ditunjuk gbr).</p>
		<p>Menunjukkan tanda penge lasan fillet pada satu sisi dengan ukuran panjang pengelasan 24 mm (seperti yang ditunjuk gbr).</p>
		<p>Menunjukkan tanda lasan fillet intermitten (loncat) pada satu sisi dgn ukuran panjang pengelasan 2 mm kemudian loncat dgn jarak pusat lasan satu ke yang lainnya 4 mm (seperti yang ditunjuk gbr).</p>
		<p>Menunjukkan tanda lasan fillet intermitten (loncat) pada dua sisi dgn ukuran panjang pengelasan 2 mm kemudian loncat dgn jarak pusat lasan satu ke yang lainnya 5 mm (seperti yang ditunjuk gbr).</p>
		<p>Menunjukkan tanda lasan fillet intermitten (loncat) pada dua sisi dgn ukuran panjang pengelasan 3 mm kemudian loncat dgn jarak pusat lasan satu ke yang lainnya 10 mm demikian juga lawannya (seperti yang ditunjuk gbr).</p>
		<p>Menunjukkan tanda lasan fillet pada dua sisi dgn ukuran panjang kaki pengelasan S mm dimana pengelasan dilakukan pada bagian atas dan bawah (seperti yang ditunjuk gbr).</p>

		<p>Menunjukkan tanda penge lasan fillet pada satu sisi dengan ukuran panjang pengelasan 24 mm (seperti yang ditunjuk gbr).</p>
		<p>Menunjukkan tanda lasan fillet intermitten (loncat) pada satu sisi dgn ukuran panjang pengelasan 2 mm kemudian loncat dgn jarak pusat lasan satu ke yang lainnya 4 mm (seperti yang ditunjuk gbr).</p>
		<p>Menunjukkan tanda lasan fillet intermitten (loncat) pada dua sisi dgn ukuran panjang pengelasan 2 mm kemudian loncat dgn jarak pusat lasan satu ke yang lainnya 5 mm (seperti yang ditunjuk gbr).</p>
		<p>Menunjukkan tanda lasan fillet intermitten (loncat) pada dua sisi dgn ukuran panjang pengelasan 3 mm kemudian loncat dgn jarak pusat lasan satu ke yang lainnya 10 mm demikian juga lawannya (seperti yang ditunjuk gbr).</p>

Saudara mungkin mempunyai pandangan yang berbeda dari teman-teman lain tentang lambang las pada gambar. Apa yang Saudara temukan setelah mengamati penggunaan lambang las pada gambar tersebut? Apakah ada hal-hal yang baik atau sebaliknya yang Saudara temukan? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Selanjutnya selesaikan **LK-03** dengan dipandu pertanyaan berikut.

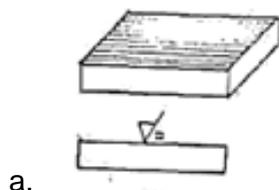
1. Menurut Saudara praktik pengelasan apa yang paling penting dalam proses pengelasan pada tingkat sekolah kejuruan? Tuliskan nama simbol las dan alasannya!
2. Menurut Saudara apa fungsi dari simbol las pada gambar di atas? Jelaskan!
3. Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan pada kertas plano dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan.

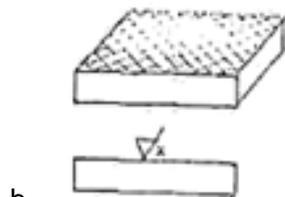
E. Tes Formatif

Pilihan Ganda:

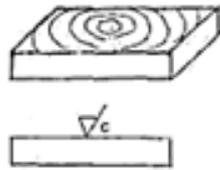
Jawablah soal di bawah ini dengan memilih salah satu jawaban yang dianggap paling benar dengan memberi tanda (x).

1. Kekasaran permukaan menurut ISO R 468-1966 adalah ...
 - a. Ketidakrataan maksimum
 - b. Ketidakrataan minimum
 - c. Ketidakrataan minimal
 - d. Ketidakrataan universal
2. Simbol kekasaran permukaan dalam gambar kerja yang benar adalah, kecuali
 - a. Simbol dasar kekasaran
 - b. Simbol kekasaran permukaan yang dikerjakan dengan tangan
 - c. Simbol permukaan yang dimesin
 - d. Simbol kekasaran lanjut
3. Gambar arah pengerjaan yang searah dengan bidang proyeksi adalah

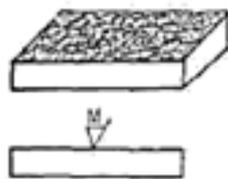




b.

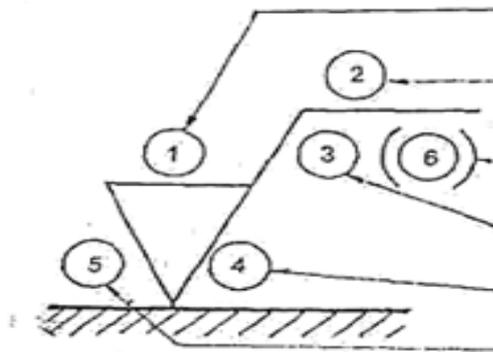


c.



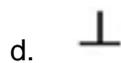
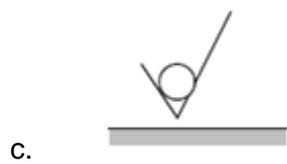
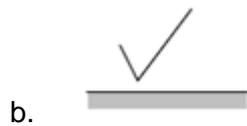
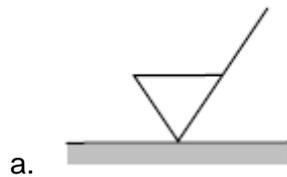
d.

4. Yang dimaksud dari angka 6 pada gambar di bawah ini adalah



- a. Panjang contoh
- b. Arah bebas pengerjaan
- c. Nilai kekasaran lain
- d. Kelonggaan pemesinan

5. Simbol dari dasar tanda pengerjaan adalah ...



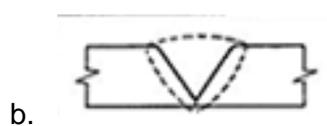
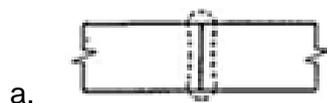
6. Diketahui harga kekasaran 0,1, kelas kekasarannya adalah

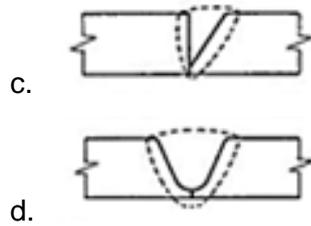
- a. N1
- b. N2
- c. N3
- d. N4

7. Yang dimaksud dari simbol  adalah

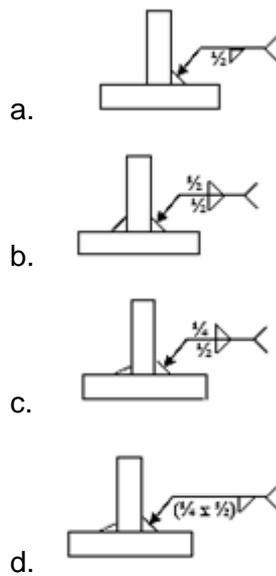
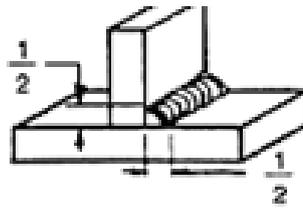
- a. Sejajar terhadap bidang proyeksi
- b. Tegak lurus terhadap bidang proyeksi
- c. Saling membelit dari segala arah
- d. Radial terhadap titik pusat permukaan

8. Gambar yang tepat untuk jenis pengelasan v tunggal adalah





9. Tanda pengelasan yang tepat untuk gambar di bawah ini adalah



10. Fungsi tanda pengerjaan adalah,kecuali

- a. Memperhitungkan gesekan
- b. Memperhitungkan pelumasan
- c. Memperhitungkan keausan
- d. Memperhitungkan ketirusan

F. Rangkuman

Pada gambar teknik mesin, kekasaran pada gambar kerja diberi lambang atau simbol sesuai dengan tingkat kekasarannya dan dijelaskan menurut ISO R468 dan ISO 1302, masing-masing untuk menyatakan kekasaran permukaan dan menerapkannya pada gambar kerja. Kekasaran permukaan menurut ISO R 468-1966 adalah sebagai berikut.

- Penyimpangan rata-rata aritmetik dan garis rata-rata profil (Ra).
- Ketidakrataan ketinggian sepuluh titik (Rz)
- Ketidakrataan maksimum (Rmaks).

Fungsi tanda pengerjaan terutama untuk memperhitungkan gesekan, pelumasan, keausan dan sebagainya.

Tanda pengelasan dibagi menjadi dua yaitu bentuk tunggal maupun ganda.

G. Lembar Kerja

LK-01

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh Saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran nilai kekasaran, tanda pengerjaan, dan simbol las? Sebutkan!

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

2. Bagaimana Saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

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

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

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

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

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

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

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

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

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

LK-01

1. Apa yang Saudara ketahui mengenai nilai kekasaran?

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

2. Apa yang Saudara ketahui mengenai hubungan antara proses produksi dengan kualitas pekerjaan? Jelaskan!

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

3. Apa yang harus Saudara lakukan selaku guru kejuruan apabila melihat siswa melakukan praktek mengikir, pada gambar kerja yang dikikir tidak terdapat nilai kekasaran?

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

LK-02

1. Menurut Saudara apakah fungsi dari tanda pengerjaan? Jelaskan!

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

2. Apa yang harus Saudara lakukan selaku guru kejuruan apabila melihat siswa menggambar tanda pengerjaan pada gambar kerja tidak sesuai dengan pengerjaan yang dilakukan?

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

LK-03

1. Menurut Saudara praktik pengelasan apa yang paling penting dalam proses pengelasan pada tingkat sekolah kejuruan? Tuliskan nama simbol las dan alasannya!

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

2. Menurut saudara apa fungsi dari simbol las pada gambar di atas?Jelaskan!

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

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4: OPERASI DASAR AutoCAD 2D

Mengatur Ruang Gambar

A. Tujuan

1. Dapat memahami operasi dasar AutoCad
2. Dapat memahami dasar memulai AutoCad.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

20.37.1 Menganalisis Konsep Dasar sistem CAD sesuai kebutuhan.

C. Uraian Materi

Operasi Dasar AutoCAD 2D

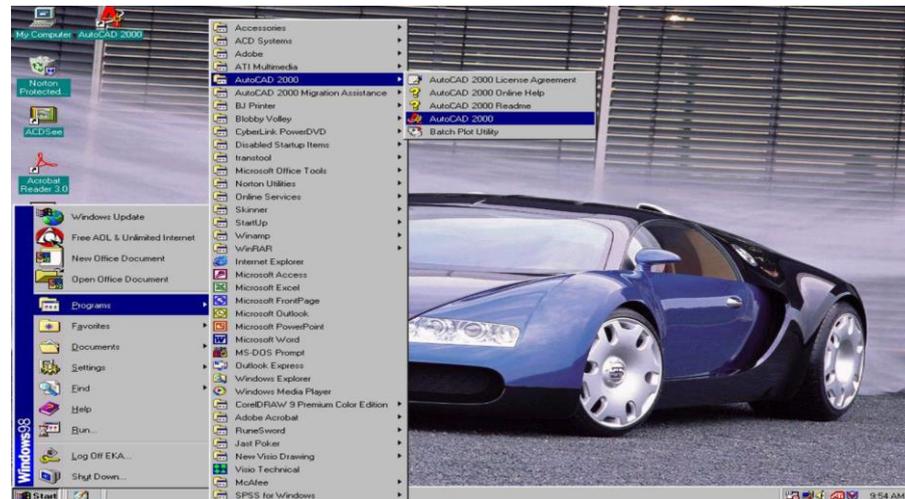
1. Membuka Program AutoCAD

Auto-CAD merupakan perangkat lunak yang menyediakan fasilitas atau program untuk bermacam-macam keperluan menggambar di layar komputer sesuai dengan disiplin ilmu yang dikehendakinya, Misalnya, untuk keperluan menggambar teknik mesin, arsitektur, elektro dan sebagainya. AutoCAD dapat dioperasikan dengan cara membuka program AutoCAD, dengan cara mengklik program AutoCAD (klik program, AutoCAD) atau dengan cara double klik pada ikon AutoCAD yang telah tersedia, tunggu beberapa detik, terbukalah layar atau monitor program AutoCAD tersebut.

Prosedur/langkah-langkah untuk membuka program/layar Auto CAD adalah sebagai berikut:

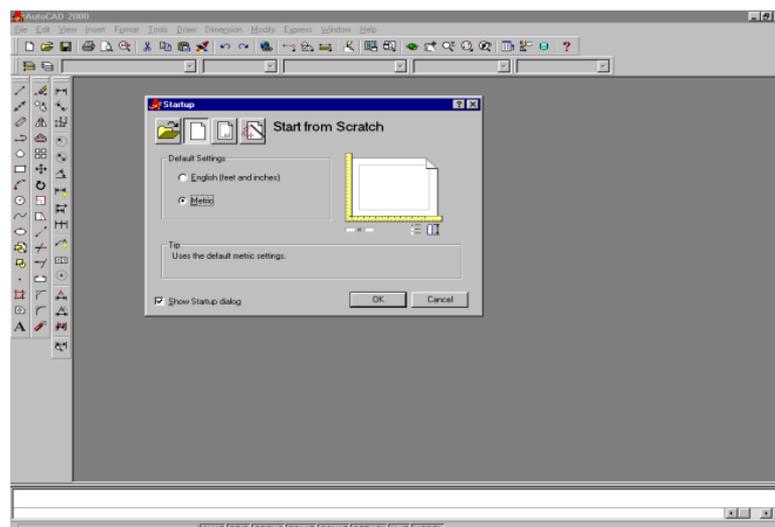
- a. Geserkan mouse dan arahkan kursor pada start (Klik start)
- b. Geserkan kursor keatas klik program.
- c. Geserkan kursor kekanan klik AutoCAD 2000

- d. Geserkan kursor ke kanan dan ke bawah klik AutoCAD, tunggu beberapa saat maka, akan terbukalah program/layar AutoCad tersebut Lihat gambar 102 berikut!



Gambar 102. Membuka Program AutoCAD

Untuk membuka program AutoCAD, selain dengan cara di atas dapat juga dilakukan dengan cara *double* klik pada ikon AutoCAD yang telah tersedia, tunggu beberapa saat, maka akan terbukalah layar/program AutoCAD tersebut, seperti terlihat pada gambar 103 berikut:



Gambar 103. Layar AutoCAD

2. Memilih Satuan

Setelah program/layar AutoCAD terbuka, muncul desktop yang memberikan pilihan satuan yang akan digunakan yaitu satuan Britis atau Metris. Jika kita Teknik Gambar Mesin akan menggunakan satuan metris, maka kliklah lingkaran pilihan metrik sampai terdapat titik di tengah-tengah lingkaran tersebut. Kemudian klik OK dan terbukalah layar gambar AutoCAD tersebut.

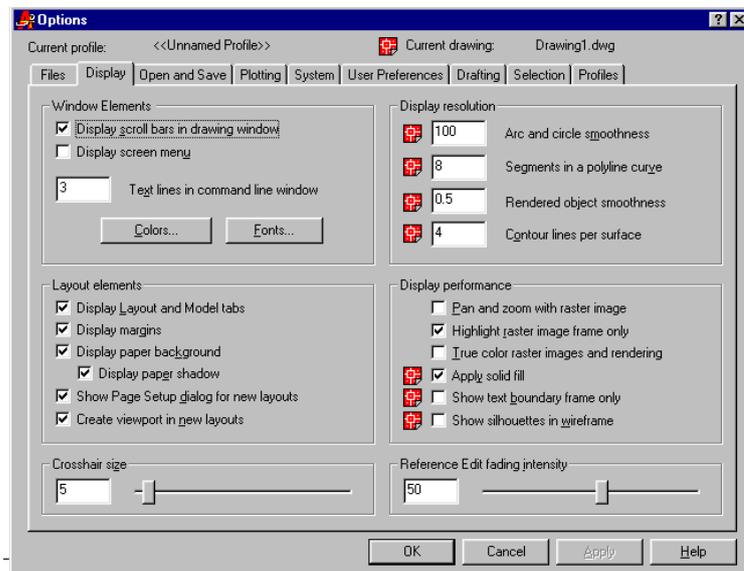
Layar AutoCAD adalah tampilan layar atau monitor, mulai dari sudut kiri bawah sampai dengan sudut kanan atas monitor yang terdiri atas

- a. Layar gambar;
- b. *Command line/text-bar*;
- c. *Status line*;
- d. *Screen menu*;
- e. Kursor;
- f. *Desktop/jendela pilihan*

3. Memilih warna layar gambar (*background*)

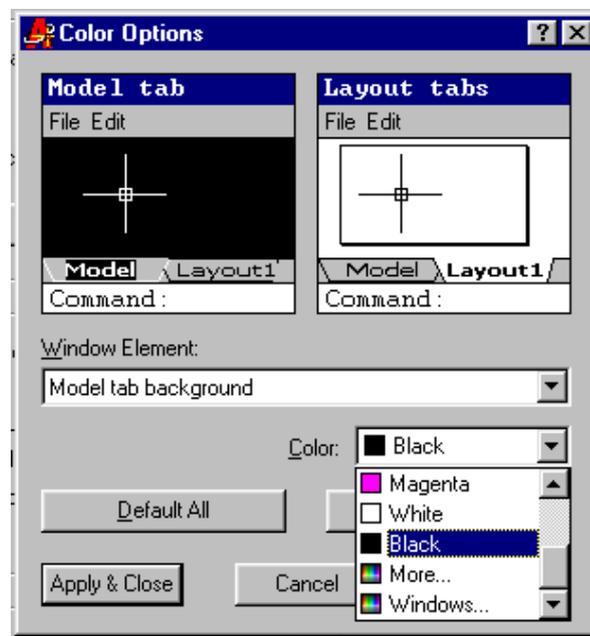
Layar gambar atau *background* Auto CAD dengan penampilan standar mempunyai warna hitam, tetapi kita dapat memilih warna lain, misalnya putih, magenta atau *background* yang lainnya sesuai dengan selera kita untuk menggunakannya. Cara memilih warna *background* tersebut adalah sebagai berikut

- a. Geserkan mouse, sorotkan kursor pada *menu/tools bar* di sebelah atas dan pilih *tools (klik tools)*
- b. Geserkan kursor kebawah pilih *options ... (Klik options.)*
- c. Setelah *options ..* diklik maka akan muncul *desktop* seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 104. Dekstop Option

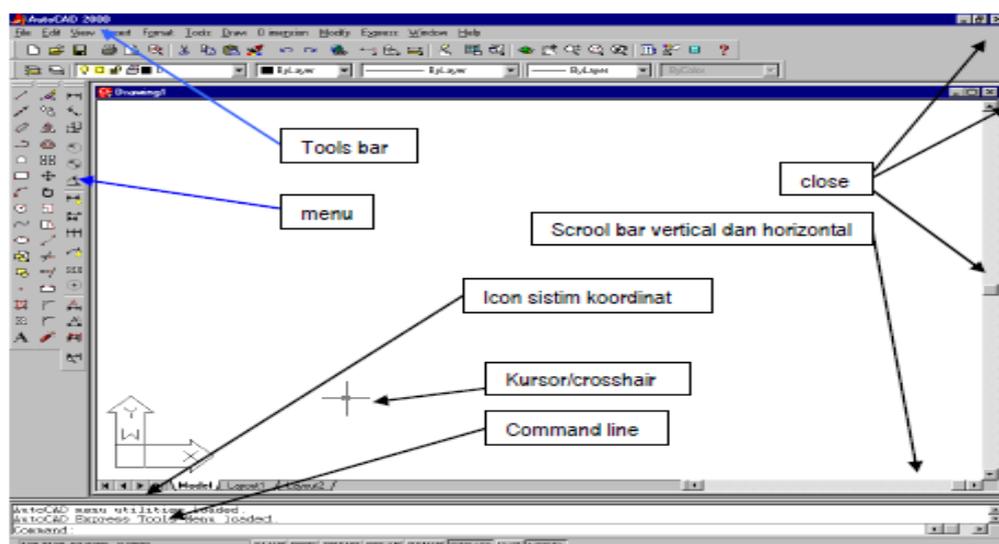
- d. Selanjutnya, pilih *display* yang berada di sisi kiri atas (klik *display*)
- e. Kemudian, klik *colour* yang berada di tengah sebelah kiri sehingga muncul *desktop* pilkihan warna seperti terlihat pada gambar 105 berikut



Gambar 105. Memilih Warna *Background*

Jika kita akan menggunakan warna lain, misalnya warna putih atau lainnya, klik knop color/warna sehingga muncul pilihan warna tersebut sebagai mana terlihat pada gambar di atas yang terdiri atas: warna hitam, magenta, putih dll. Jika kita akan memilih warna putih (klik *White*) kemudian klik *apply & close*, maka terbuka layar gambar dengan *background* warna putih tersebut. Layar gambar adalah tempat untuk menggambar.

4. Bagian-bagian Layar AutoCAD



Gambar 106. Bagian-Bagian Layar AutoCad

Keterangan gambar:

- Ikon Sistem Koordinat

Ikon sistem koordinat merupakan panduan saat kita menggambar. Sistem koordinat pada AutoCAD adalah sistem koordinat x,y,z. Layar merupakan bidang rata dengan arah sumbu x ke arah horizontal dan sumbu y ke arah vertical, sedangkan sumbu z mengarah pada kita berupa sebuah titik. Icon sistem koor-dinat berada pada posisi (0,0,0) atau dapat kita pindah-pindah saat menggambar atau memerlukannya.

- **Kursor**

Kursor berupa anak panah sebagai pemandu yang dapat digerak-gerakkan melalui mouse. Pada layar yang aktif, kursor berubah menjadi *crosshair*/bujursangkar kecil yang bergaris silang.

- **Scrool-bar**

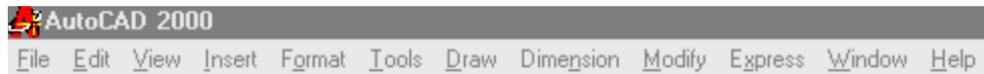
Scroll-bar pada layar gambar terdiri atas dua macam, yaitu *scroll bar* vertical dan *scroll bar* horizontal. *Scroll-bar* vertical dan *scroll bar* horizontal berfungsi untuk menggeser-geserkan layar gambar ke arah vertikal (naik dan turun) atau ke arah horizontal (ke kiri dan kanan). *Scroll bar* terdiri atas tiga buah knop, yaitu dua buah knop berada pada ujung-ujung berupa gambar segitiga dan satu knop tengah yang berupa gambar segi empat. Knop ujung dapat digunakan untuk menggerakkan layar secara bertahap atau cepat, yaitu dengan cara diklik. Layar bergeser satu unit. Jika knopnya disorot dan ditekan maka layar akan bergerak atau bergeser secara cepat. Knop tengah digunakan untuk menggeser layar dengan cara di-drag (sorot atau arahkan kursor, tekan dan geser) sampai layar gambar berpindah ke tempat yang diinginkan. Pada layar yang kosong (tanpa gambar) pergeseran layar tidak tampak. Jika layar gambar sudah terisi dengan gambar, pergeseran tersebut terlihat.

- **Command line**

Command line adalah kolom yang berada di bawah layar yang berfungsi untuk melakukan perintah-perintah pada AutoCAD dengan cara mengetikkan pada keyboard.

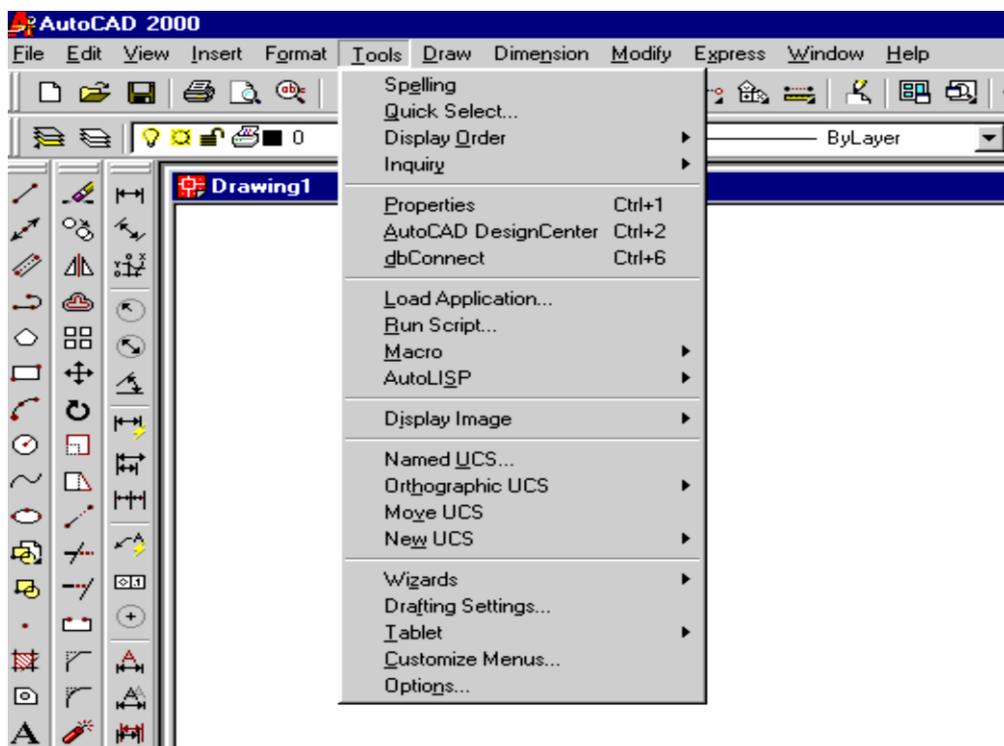
- **Screen Menu atau Menu**

Screen menu berada di atas layar gambar yang berisi menu yang terdiri atas *file, edit, view, insert, format, tools, draw, dimension, modify, express, windows* dan *help*. (lihat gambar 107) berikut.



Gambar 107. Menu-Bar

Jika salah satu menu diklik, akan tampil submenu/pilihan. Misalnya, kita klik *menu tools*, maka terbukalah jendela pilihan gambar, seperti gambar 108. *Tools-bar* sebagai sub menu dapat ditampilkan berupa ikon-ikon sebagai tombol pilihan menu, dapat dipindah-pindahkan ke layar gambar, ke kiri, ke atas atau ke kanan, bahkan dapat ditiadakan atau dipanggil kembali saat *tools-bar* diperlukan.



Gambar 108. Menu-Bar

5. Menyimpan Gambar

Gambar yang sudah kita buat dapat kita simpan pada *hard disk* dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Klik Menu file

- Klik submenu save maka akan muncul desktop
- Ketikkan nama file nya misalnya dengan nama sendiri.
- Tekan enter atau klik tools-bar save () maka tersimpanlah gambar atau dokumen tersebut dalam file tersebut. Jika kita akan menyimpan dengan nama lain dari dokumen yang ada malah dapat kita lakukan dengan langkah langkah berikut:
 - klik menu file
 - .klik submenu save as
 - .Ketik nama file yang kita inginkan, dan klik OK

Untuk menghindari hal-hal yang tidak kita inginkan misalnya tiba-tiba listrik mati sehingga gambar yang sudah kita buat berjam-jam lamanya menjadi hilang, pada saat-saat tertentu secara periodik misalnya setiap setengah jam sekali gambar itu kita simpan/save dengan cara menyorot dan menekan menu save () atau dapat juga dengan cara menekan (CTRL+C), tersimpanlah data atau gambar yang telah kita buat tersebut dengan aman pada nama file yang sedang kita kerjakan tersebut.

6. Keluar dari AutoCAD

Apabila kita sudah selesai menggambar dan telah di save, untuk keluar dari Auto CAD, dapat dilakukan langkah langkah seperti berikut;

- a. klik menu file
- b. Klik exit, maka keluarlah dari AutoCAD.

Atau untuk keluar dapat juga dilakukan dengan cara klik tanda silang  (*close*) yang berada pada sudut kanan atas *window/monitor*, atau dapat pula dengan cara menekan (Alt+F4) pada keyboard.

Mengatur Ruang Gambar

1. Menentukan Besarnya *Limits*

Gambar teknik mesin bukan merupakan gambar bebas, tetapi sebagai alat komunikasi teknik, gambar yang memerlukan ketelitian dan harus memenuhi standar yang berlaku. Oleh karena itu, sebelum menggambar dengan menggunakan AutoCAD terlebih dahulu kita harus mempersiapkan hal-hal sebagai berikut:

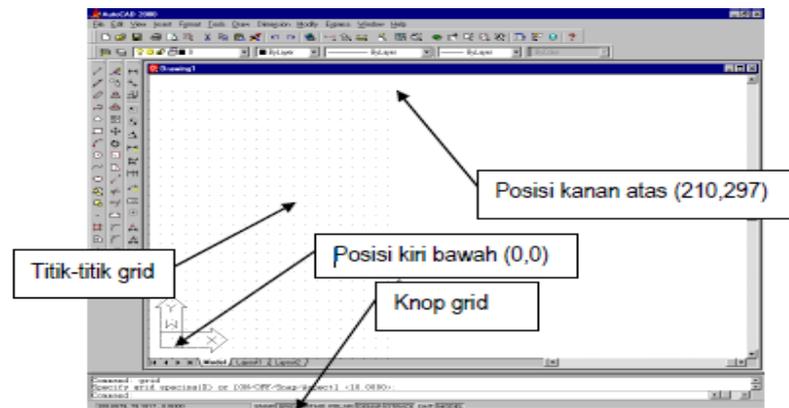
- sistem satuan yang digunakan.
- ukuran kertas gambar yang akan digunakan.
- skala gambar.
- *limits dan grid*.

a. Sistem satuan

Sistem satuan pada AutoCAD adalah satuan unit yang dapat dikonversikan menjadi satuan Britis (Inchi, Feet) atau satuan Metris (m, cm, atau mm). Untuk memenuhi standar (ISO), satuan yang digunakan adalah satuan metris, yaitu meter, cm, atau mm. Pada bab sebelumnya telah dibicarakan bahwa setelah kita membuka program AutoCAD, terbukalah kotak dialog, Auto-CAD memberikan dua pilihan satuan yang digunakan, yaitu satuan Britis atau Metris. Kemudian kita pilih Metris (klik Metric) dan klik OK, maka terbukalah layar gambar dengan sistem satuan Metrik.

b. Ukuran kertas gambar yang akan digunakan

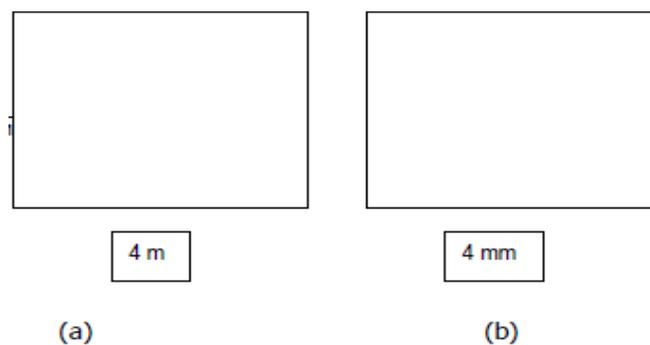
Ukuran garis tepi pada kertas gambar merupakan batasan kertas bidang cetak dengan koordinat pada tepi kiri bawah (0,0) dan tepi kanan atas $(x,y) = (210,297)$, untuk kertas gambar A4 tegak, sedangkan untuk kertas gambar A3 mendatar adalah (0,0) pada kiri bawah dan (420,297) untuk koordinat tepi kanan atau (lihat gambar 4.8 berikut).



Gambar 109. Batas *limits*

c. Skala gambar

Jika kita akan mengecilkan gambar dari ukuran sebenarnya maka ukuran gambar tersebut harus diskala pengecilan, misalnya: Gambar diperkecil dua kali skalanya 1: 2 Gambar diperkecil sepuluh kali skalanya 1: 10 Gambar diperkecil seratus kali skalanya 1: 100 Angka 2, 10 dan 100 disebut *Scale-factor* (faktor skala) Pada gambar yang diskala, ukuran yang tercantum dalam gambar kerja adalah ukuran sebenarnya, sedangkan ukuran tampilan pada gambar adalah ukuran yang sesuai dengan skala. Contoh gambar bujursangkar yang diskala berikut ini. Pada gambar (a), gambar diskala dengan skala 1: 100 Pada gambar (b), gambar diskala dengan skala 1: 1 (ukuran gambar sesuai dengan ukuran sebenarnya).

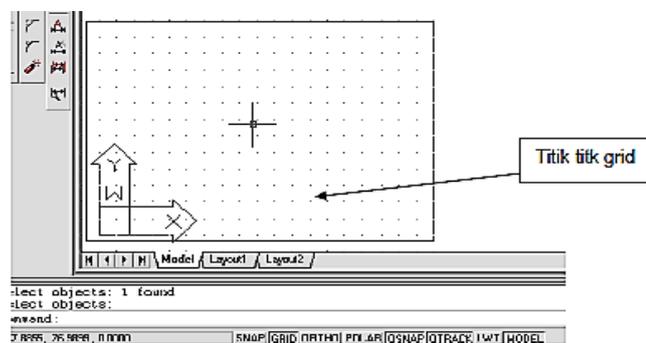


Gambar 110. Bujur Sangkar

d. *Limits dan Grid*

Setelah kita memilih satuan panjang yang digunakan untuk menggambar, kita perlu memberi batasan-batasan ukuran gambar yang dapat dicetak dengan batas-batas *limits* tersebut..Limits adalah batas-batas ukuran yang dibentuk oleh dua titik dan pilih dalam arah diagonal, titik pertama berada pada sisi kiri bawah layar atau monitor pada koordinat 0,0 ($x=0$ dan $y=0$), sedangkan titik kedua berada pada sisi kanan atas yang dipilih berdasarkan kebutuhan. AutoCAD memberikan default untuk sisi kiri bawah 0,0 dan sisi kanan atas 12.0000,9.0000, jika dipilih satuan Britis. Jika dipilih satuan Metris, maka limitsnya adalah 0.0000,0.0000 untuk limits kiri-bawah dan 420.0000,297.0000 untuk sisi-kanan atas. Batas limits tersebut dapat kita lihat dengan cara mengaktifkan grid, sehingga tampak titik-titik pada monitor sebagai batas limits tersebut. Jika kita tidak mengaktifkan *grid* maka batas-batas limits tersebut tidak terlihat.

Untuk mengaktifkan *grid*, kita harus melakukannya dengan cara mengarahkan kursor pada knop-*GRID* yang berada pada bagian bawah layar kemudian klik, maka tampaklah titik-titik pada layar gambar. Untuk menghilangkan grid (titik-titik), kita arahkan kembali kursor pada knop *GRID* dan klik kembali, sehingga grid menjadi hilang. Jarak antara titik yang satu dengan titik yang lainnya, dapat ditentukan sesuai dengan kebutuhan kita. Misalnya grid dengan jarak antara 5 atau 10 unit untuk satuan Metris atau 0,5 sampai 1 untuk satuan Britis. *Grid* dan *limits* dapat dilihat pada gambar 111 berikut.



Gambar 111. Tampilan Grid Tampilan *Grid*

Grid tidak akan tampak saat kita mencetak gambar. Jika keadaan *grid* dapat mengganggu penglihatan kita saat kita menggambar, *grid* tersebut dapat dihilangkan dengan cara menyorot *grid* yang ada di bawah layar gambar dan diklik atau dengan cara mengetikkan off pada *command line* yaitu:

- *Command* : *Grid* (enter).
- (*on/off/snap/aspect*) : *off* (enter)

Maka lenyaplah *grid* (titik-titik) dari layar gambar. Di samping dapat digunakan sebagai pemandu batas *limit*, *grid* juga dapat digunakan sebagai pemandu jarak atau ukuran saat menggambar. Misalnya, kita menggunakan *limits* 0.0000,0.0000 dan 12.0000,9.0000 dengan *grid* 1 unit maka jarak antara titik satu dengan titik lainnya adalah 1 unit. Membuat gambar 2 dimensi dengan sistem Cad 2-4 Hubungan antara *grid* dan *limits* dapat dilihat pada table 9 berikut:

Tabel 9. Hubungan antara *Grid* dan *Limits*

Limits	Grid	Jumlah jarak grid		Jarak antara titik
		Sumbu x	Sumbu y	
0.0000,0.0000	1	12	9	1 unit
Dan	0.5	24	18	0.5 unit
12.0000,9.0000	0,2	60	45	0,2 unit
0.0000,0.0000	10	42	29.7	10 unit
420.0000,297.0000				
210,297	5	42	60	5 unit

keterangan:

Satuan unit dapat dikonverskan menjadi satuan inchi, feet, meter, cm, atau mm sesuai dengan satuan yang kita gunakan saat menggunakan batas *limits*. Pada AutoCAD besarnya limit yang harus diprogram bergantung pada satuan, faktor skala dan ukuran dari kertas gambar. Hubungan dari ketiga faktor tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 10. Hubungan Ukuran Kertas Gambar Skala dan *Limits*

Ukuran kertas gambar	Skala gambar	LIMITS *)	
		Posisi tegak	Posisi mendatar
A4 (satuan mm) (gambar diperkecil)	1 : 1	210,297	297,210
	1 : 2	420,594	594,420
	1 : 10	2100,2970	2970,2100
	1 : 100	21000,29700	29700,21000
A4 (satuan mm) (gambar diperbesar)	2 : 1 atau 1 : 0.5	105,148.5	148.5,105
	4 : 1 atau 1 : 0.25	5.25,74.25	74.25,5.25

*) Batas/limits sisi kiri bawah 0.000,0.000

Besarnya limits tersebut dapat juga dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{LIMITS} = \text{UKURAN GARIS TEPI} \times \text{SKALA FAKTOR}$$

e. Mengeset *limits* dan *grid*

Setelah kita menghitung besarnya limits yang akan kita gunakan, limits tersebut harus kita program, harus kita set, yaitu dengan langkah-langkah sebagai berikut

- Command : Limits (enter)
- On/off/(lower leftcorner) (0.0000,0.0000) : 00 (enter)
- Uper right corner (12.0000,9.0000): *)

*) Jika kita setuju dengan batas diagonal pada titik kanan atas (12.0000,9.0000) maka kita enterkan saja. Jika kita perlu mengubah limitsnya sesuai dengan skala dan garis tepi yang telah dihitung misalnya 21,29.7 maka kita ketikkan angka tersebut pada keyboard dan enter.

Grid dapat diset sesuai dengan keinginan kita dengan spasi atau jarak antara titik-titik yaitu dengan menyetikkan grid pada keyboard atau

- Command: Grid (enter)
- Specify grid spacing (x) or (on/off/snap/aspect) (0.5): *)

*) Jika jarak antara titik pada *grid* sangat rapat dan kita perlu mengubahnya menjadi 1 unit, maka ketiklah angka 1 (sesuai dengan keinginan kita), kemudian kita enter. Gridnya mengeset ke arah sumbu x = 10 unit dan ke arah sumbu y = 5 unit maka grid kita set sebagai berikut:

Command: Grid (enter)

-: *Aspect* atau ketikkan A (enter)
- *specify the horizontal spacing (x) (0.00):* 10 (enter)
- (y) (0.00): 5 (enter)

Maka *Grid* tersebut sudah berubah (terprogram) Untuk menampilkan limits dan grid dapat kita *zoom* yaitu:

- Command: Zoom (enter)
- Zoom.....: all (enter)

Jika *grid* dipandang sebagai titik-titik yang mengganggu penglihatan kita saat menggambar maka *grid* dapat di off, yaitu

- *Command: Grid* (enter)
-: *off* (enter)

Atau dapat juga kita dengan menyorot *grid*, kemudian klik, begitu juga menghidupkan kembali *grid*, sorot *grid*, kemudian klik.

f. Sistem Koordinat

Sistem koordinat kartesian yang terdiri atas sumbu x, y, z digunakan sebagai pemandu arah saat kita menggambar. Jika kita menggambar pada layar 2D maka arah dari koordinat tersebut adalah

x positif arahnya ke kanan; x negatif arahnya ke kiri;

y positif arahnya ke atas; y negatif arahnya ke bawah;

z positif arahnya mendekati kita (karena berupa titik); z negatif arahnya menjauhi kita.

Jika sistem koordinat berada pada posisi (0,0,0) maka yang digunakan pada AutoCAD disebut Word Coordinate Sistem (WCS). System koordinat tersebut dapat dipindah-pindahkan, baik pada saat menggambar dilayar 2D maupun dilayar 3D. Sistem koordinat itu (yang dipindahkan) disebut User Coordinate System (UCS). Untuk memindahkan WCS menjadi UCS adalah sebagai berikut:

- *Command:* UCS (enter)
- *Origin/Zaxis/3point/Entuty/View/x/y/z/Prev/Restore/Save/Del/(word):*
- Ketikan 0 (untuk memilih Origin), (enter)

Origin point (0,0,0): 20,40,0 Maka WCS berubah menjadi UCS dengan posisi 20 unit pada arah sumbu x, 40 unit pada sumbu y dan 0 pada sumbu z. Untuk mengembalikan UCS menjadi WCS (kembali pada posisi semula).

- *Command:* UCS (enter),
- kemudian pilih W (enter),
- maka kembali UCS ke WCS.

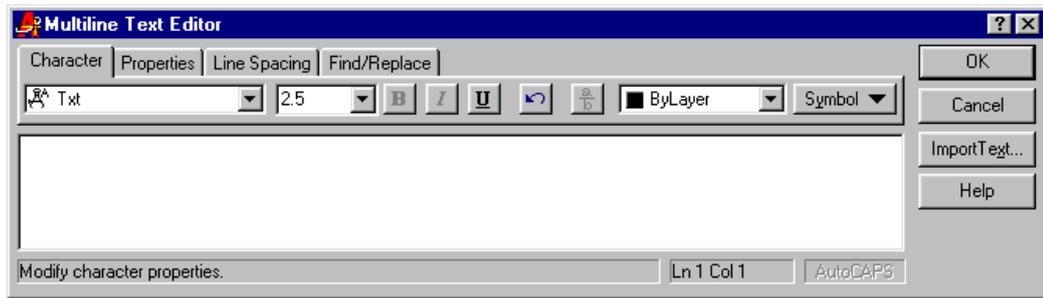
2. Huruf dan Angka

Persiapan menggambar lainnya adalah menampilkan huruf dan angka. Maksudnya adalah untuk memberikan tanda atau keterangan lainnya pada gambar dalam bentuk teks. Membuat teks pada layar gambar banyak pilihan. Untuk menampilkannya kata dapat memilih di antaranya sebagai berikut:

a. Dengan memilih (klik) icon A pada *tools-bar*

Klik Ikon A, *Specify fist corner*: tempat yang akan diberikan teksnya dicorner, yaitu dibuat jendela, klik kiri atas dan klik lagi kanan bawah dengan jarak sesuai dengan batas teksnya. Setelah dicorner, akan muncul kotak isian teks yang memuat:

- tinggi teks
- bentuk teks
- tebal teks dan lainnya lihat gambar berikut:



Gambar 112. Text Editor

Jika kita ingin mengubahnya, misalnya dari tinggi huruf 2.5 menjadi 5 kita dapat mengubahnya pada kotak isian ini. Setelah teks diset, kita ketikkan teks tersebut dan klik OK maka teks sudah pindah ke layar gambar pada posisi yang dicorner tadi.

b. Menampilkan teks langsung

- Command: Dtext (enter)
- Specify height of text or (justify/style): (enter)
- *Specify height (2.5):* 2.5, jika kita ingin mengubah teksnya menjadi 5, ketiklah 5 dan enter. S
- *Specify rotation angle of text (0):* (enter) jika dipilih teks yang mendatar, dan ketikkan 90 untuk teks dengan arah tegak lurus ke atas.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pengantar:

Mengidentifikasi Isi Materi. (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 memulai AutoCAD dan operasi dasar AutoCAD? 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: Mempelajari Operasi Dasar AutoCad (3 JP)

Saudara diminta untuk mempelajari operasi dasar AutoCAD. Saudara mungkin mempunyai pandangan yang berbeda dari teman-teman lain tentang operasi dasar AutoCAD. Apa yang Saudara temukan setelah mempelajari pengertian dari operasi dasar AutoCAD. Apakah ada hal-hal yang baik atau sebaliknya yang Saudara temukan? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Selanjutnya selesaikan **LK-01** dengan dipandu pertanyaan berikut.

1. Apa yang Saudara ketahui mengenai AutoCAD? Jelaskan!
2. Menurut Saudara lakukan selaku guru kejuruan apakah penting program AutoCAD diajarkan pada sekolah kejuruan? Jelaskan alasannya!

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

Aktivitas 2: Mempelajari Dasar Memulai AutoCAD (3 JP)

Saudara diminta untuk mempelajari dasar memulai AutoCAD. Saudara mungkin mempunyai pandangan yang berbeda dari teman-teman lain tentang dasar memulai AutoCAD. Apa yang Saudara temukan setelah mempelajari pengertian dari dasar memulai AutoCAD. Apakah ada hal-hal yang baik atau sebaliknya yang Saudara temukan? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Selanjutnya selesaikan **LK-02** dengan dipandu pertanyaan berikut.

- 1) Apa yang Saudara ketahui mengenai dasar memulai AutoCAD? Jelaskan!
- 2) Apa yang Saudara lakukan dan persiapkan selaku guru kejuruan untuk memulai penggunaan AutoCAD? Jelaskan!

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

E. Tes Formatif

Pilihan Ganda:

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



1. Gambar di atas adalah
 - a. Toolbars
 - b. Layar
 - c. Menu
 - d. Background

2. Icon untuk menyimpan file adalah ...

- a. 
- b. 
- c. 
- d. 

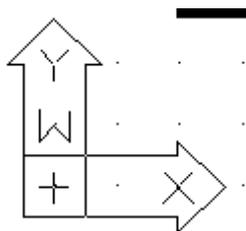
3. Menu pada *tools bar* di bawah ini yang benar kecuali

- a. File
- b. Edit
- c. Tools
- d. Exit

4. Icon untuk keluar dari AutoCAD adalah

- a. 
- b. 
- c. 
- d. 

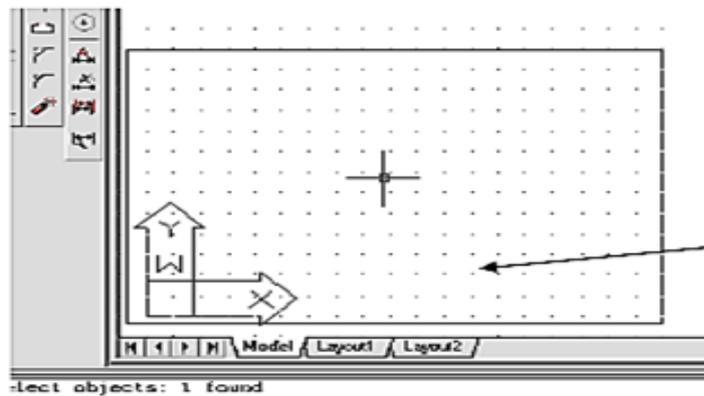
5. Nama dari gambar di bawah ini adalah



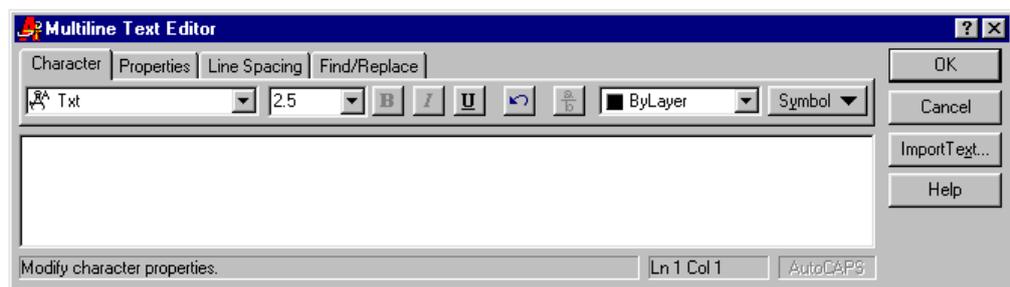
- a. Save
- b. Dose
- c. Knop scroll bar
- d. Sistem koordinat (UCS atau UCW)

6. Hal-hal yang harus disiapkan untuk mempersiapkan menggambar menggunakan AutoCAD adalah
 - a. Skala gambar
 - b. Laptop
 - c. Komputer
 - d. Televisi

7. Yang ditunjukkan oleh panah pada gambar adalah ...



- a. Titik-titik *grid*
 - b. *Limits*
 - c. Skala
 - d. Ukuran kertas
8. Gambar di bawah ini adalah



- a. Style
- b. Justify
- c. Text editor
- d. Multiline

9. Sistem kordinat terdiri dari sumbu,kecuali

- a. X
- b. U
- c. Y
- d. Z

10. UKURAN GARIS TEPI x SKALA FAKTOR adalah rumus dari

- a. Grid
- b. Limits
- c. Skala
- d. Kordinat

F. Rangkuman

Langkah-langkah membuka layar AutoCAD

- 1) Klik *start*
- 2) Klik *program*
- 3) Klik AutoCad

Atau klik dua kali pada icon 

Untuk memilih satuan

- 1) Klik pilihan *metric* pada *desktop start up*
- 2) Klik *ok*

Memilih warna *background*

- 1) Klik *tools*
- 2) klik *option*
- 3) klik *display*
- 4) klik *colour*
- 5) klik *colour* pada *colour option*
- 6) pilih warna *background* yang di inginkan
- 7) klik *apply & close*
- 8) klik *OK*

Bagian-bagian layar AutoCAD

- 1) Commad line
- 2) Icon sistem koordinat
- 3) menu
- 4) tools bar
- 5) scroll bar

6) close

Menyimpan gambar

- 1) Memilih menu file
- 2) klik sub menu save
- 3) Ketik nama file
- 4) klik save

Keluar dari AutoCAD

- 1) Klik file
- 2) klik exit atau klik dua kali pada icon Close yang berada pada sisi kiri atas monitor

Limits adalah batas ukuran yang dibentuk oleh dua titik yang dibentuk oleh dalam arah diagonal, titik pertama berada pada sisi kiri bawah dengan koordinat 0,0 ($x_1=0$; dan $y_1=0$), titik kedua diklik pada posisi (x_2, y_2) sesuai dengan ukuran bidang gambar, satuan yang digunakan serta skala gambarnya. *Limits* dapat dihitung dengan persamaan: $Limits = \text{ukuran garis} \times \text{skala factor}$

Untuk mengeset *limits*: Ukuran bidang gambar A4 tegak, skala 1:1 satuan mm

Command: Limits (diketik pada keyboard) *On/Off/Lower left corner*(0.0000,0.0000): (enter) yaitu untuk batas koordinat terbawah dengan $x_1=0$ dan $y_1 = 0$ *Upper right corner* (12.0000,9.0000) = 210,297 (enter).

Menampilkan *grid*: *grid* diset 10 unit (jarak antara titiknya 10 unit atau mm)

Command: grid (enter) Specify grid spacing (x) or (on/off/snap/aspect) (0,5): 10 (enter) Specify grid spacing (y) or (on/off/snap/aspect) (0,5): 10 (enter)

Menampilkan *grid*

Specify grid spacing (x) or (on/off/snap/aspect) (10): On (enter)

Meniadakan *grid*:

Command: grid

Specify grid spacing (x) or (on/off/snap/aspect) (10): Off (enter)

Memindahkan sistem koordinat: ke posisi 20,40,0

Command: UCS (Enter)

Origin/2axis/3point/Entity/View/x/y/z/Prev/Restore/elev/ word): Origin atau ketikkan huruf O; -Origin point (0,0,0): 20,40,0 (enter)

Menampilkan huruf dan angka

Klik di icon A

Corner posisi tempat untuk membuat text (huruf atau angka 0

Atur; tinggi text, jenis text

Ketik kata atau kalimat pada keyboard

Klik OK

Menampilkan langsung: tinggi huruf 3 mm dengan arah mendatar (angle) 0°

Command: text

Specify height of text or (Justify/style): (enter)

Specify height (2.5): 3 (enter) untuk membuat huruf dengan ukuran tinggi 3 mm

Specify rotation angle of text (0): (enter) atau klik pada posisi yang akan kita buat kata atau kalimat tersebut mendatar

Enter *text*: Ketikkan *text* yang akan kita buat.

H. Lembar Kerja

LK-00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh Saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran memulai AutoCAD dan operasi dasar AutoCAD? Sebutkan!

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

2. Bagaimana Saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

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

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

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

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

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

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

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

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

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

LK-01

1. Apa yang Saudara ketahui mengenai AutoCAD 2D? Jelaskan!

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

2. Menurut Saudara lakukan selaku guru kejuruan apakah penting program AutoCAD diajarkan pada sekolah kejuruan? Jelaskan alasannya!

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

LK-02

1. Apa yang Saudara ketahui mengenai dasar-dasar menggambar AutoCAD 2D? Jelaskan!

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

2. Apa yang Saudara lakukan dan persiapkan selaku guru kejuruan untuk memulai penggunaan AutoCAD? Jelaskan!

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

Kunci Jawaban Tes Formatif

Kegiatan Pembelajaran 1

- | | |
|------|-------|
| 1. d | 6. a |
| 2. c | 7. c |
| 3. d | 8. d |
| 4. b | 9. c |
| 5. d | 10. B |

Kegiatan Pembelajaran 2

- | | |
|------|-------|
| 1. a | 6. a |
| 2. b | 7. b |
| 3. b | 8. c |
| 4. b | 9. b |
| 5. b | 10. a |

Kegiatan Pembelajaran 3

- | | |
|------|-------|
| 1. a | 6. c |
| 2. d | 7. b |
| 3. a | 8. b |
| 4. c | 9. a |
| 5. a | 10. d |

Kegiatan Pembelajaran 4

- | | |
|------|-------|
| 1. a | 6. a |
| 2. a | 7. a |
| 3. d | 8. c |
| 4. a | 9. b |
| 5. d | 10. b |

Evaluasi

Pilihan Ganda:

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

1. Lurus, bertingkat, tirus, profil, alur, memotong, mengulir, mengebor, memperbesar lubang, mengkartel, adalah pekerjaan yang bisa digunakan oleh
 - a. Mesin bubut
 - b. Mesin frais
 - c. Mesin gerinda
 - d. Las listrik

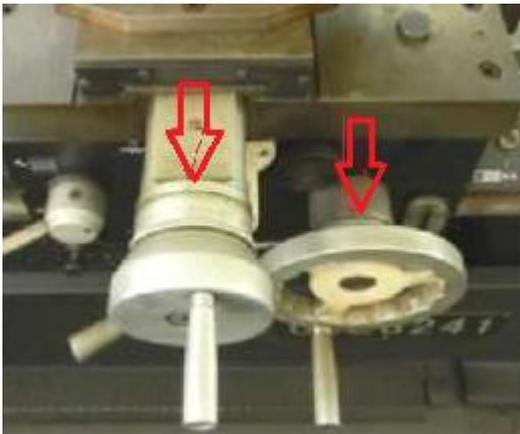
2. Letaknya di sebelah kiri dari badan mesin yang di dalamnya terdapat poros utama yang berputar pada suatu bantalan, bagian mesin bubut yang dimaksud adalah
 - a. Chuck
 - b. Cekam
 - c. Kepala tetap
 - d. Kepala lepas



3. Gambar di atas adalah
 - a. Kepala tetap
 - b. Kepala lepas

- c. Roda putar
- d. Eretan

4.



Yang ditunjukkan oleh tanda panah adalah

- a. Eretan
- b. *Nonius*
- c. Roda pemutar
- d. Poros

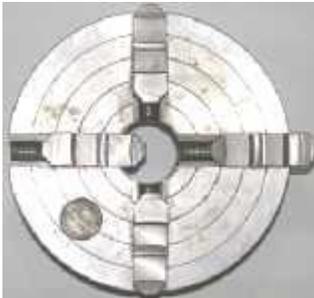
5. Untuk mengatur kecepatan mesin bubut digunakan

- a. Dudukan pahat/*toolpost*
- b. Tuas/*handle*
- c. Kepala lepas
- d. Cekam

6. mencekam atau mengikat benda kerja agar posisinya tepat dan kuat, sehingga pada saat dilakukan proses pemotongan posisinya tidak berubah dan stabil, fungsi dari

- a. Cekam
- b. Pahat bubut
- c. Alat pembawa
- d. Penyangga

7.



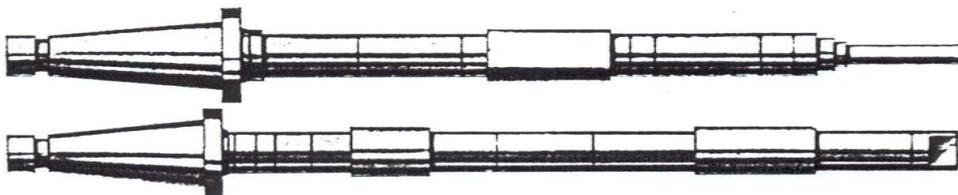
Gambar di atas adalah

- a. Cekam rahang empat
- b. Cekam rahang tiga
- c. Cekam rahang khusus
- d. Cekam kolet

8. Menjepit/ mencekam benda kerja yang memiliki permukaan relative halus dan berukuran kecil adalah fungsi dari

- a. Cekam rahang empat
- b. Cekam rahang tiga
- c. Cekam rahang khusus
- d. Cekam kolet

9.



Gambar di atas adalah

- a. Arbor
- b. Collet
- c. Ragum

d. Klem

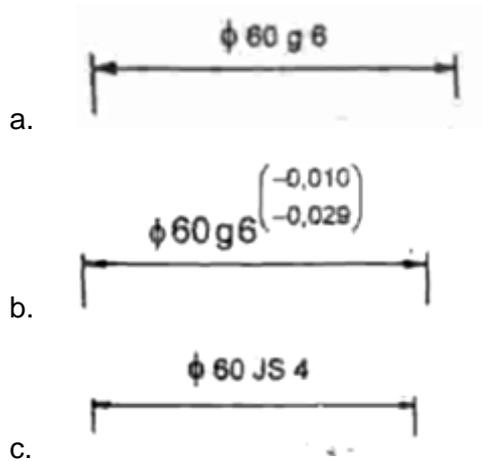
10.

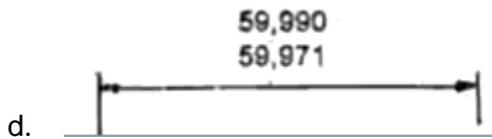


Gambar di atas adalah

- a. Arbor
- b. Collet
- c. Ragum
- d. Klem

11. Penulisan toleransi dengan mencantumkan ukuran maksimum dan ukuran minimum adalah

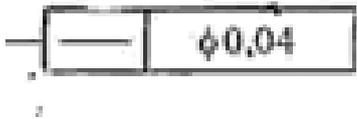




12. Permukaan yang diharapkan boleh menyimpang antara dua permukaan yang sejajar mengikuti bentuk dengan jarak, pengertian dari

- a. Toleransi kelurusan
- b. Toleransi bulat
- c. Toleransi bentuk permukaan
- d. Toleransi kerataan

13.



Simbol di atas adalah simbol dari ...

- a. Toleransi kelurusan
- b. Toleransi bulat
- c. Toleransi bentuk permukaan
- d. Toleransi kerataan

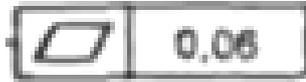
14.



Simbol di atas adalah simbol dari ...

- a. Toleransi kelurusan
- b. Toleransi bulat
- c. Toleransi bentuk permukaan
- d. Toleransi kerataan

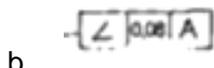
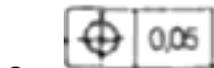
15.



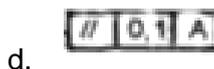
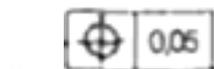
Simbol di atas adalah simbol dari ...

- a. Toleransi kelurusan
- b. Toleransi bulat
- c. Toleransi bentuk permukaan
- d. Toleransi kerataan

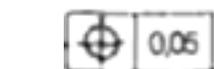
16. Simbol dari toleransi posisi ditunjukkan oleh



17. Simbol dari toleransi kemiringan ditunjukkan oleh



18. Simbol dari toleransi kesejajaran ditunjukkan oleh





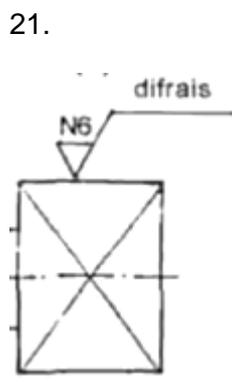
Simbol dari toleransi

- a. Kesimetrisan
- b. Putar/arah tunggal
- c. Putar/arah ganda
- d. Posisi



Simbol dari toleransi

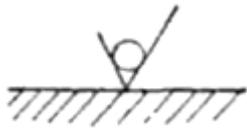
- a. Kesimetrisan
- b. Putar/arah tunggal
- c. Putar/arah ganda
- d. Posisi



Maksud dari simbol kekasaran tersebut adalah

- a. pekerjaan pemesinan mengebor,
- b. pekerjaan pemesinan membubut,
- c. pekerjaan pemesinan craf,
- d. pekerjaan pemesinan frais,

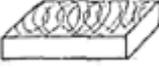
22.



Maksud dari simbol kekasaran tersebut adalah

- a. pekerjaan mengecor,
- b. pekerjaan membubut,
- c. pekerjaan craf,
- d. pekerjaan frais,

23. Arah pengerjaan relatif radian, diberi simbol r. ditunjukkan oleh gambar

- a. 
- b. 
- c. 
- d. 

24. Arah pengerjaan segala arah, diberi simbol m. ditunjukkan oleh gambar

- a. 
- b. 



25. Arah pengerjaan relatif bulat terhadap titik pusat, diberi simbol c. ditunjukkan oleh gambar



26. Simbol dari sejajar terhadap bidang proyeksi adalah

a. =

b. ⊥

c. X

d. M

27. Simbol dari saling membelit dari segala arah adalah

a. =

b. ⊥

c. X

d. M

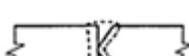
28.



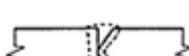
Gambar di atas adalah

- a. Bentuk sambungan alur las
- b. Bentuk pengecoran
- c. Bentuk sambungan pematrian
- d. Bentuk sambungan pengelingan

29. Lasan dari v ganda adalah

- a. 
- b. 
- c. 
- d. 

30. Lasan dari tirus ganda adalah

- a. 
- b. 
- c. 
- d. 

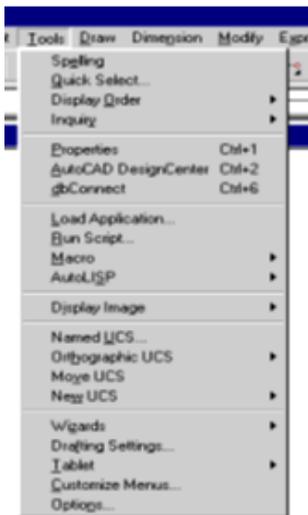
31.



Gambar di atas bagian dari AutoCAD adalah

- a. Cursor
- b. Menu
- c. Tools bar
- d. Command line

32.



Gambar di atas bagian dari AutoCAD adalah

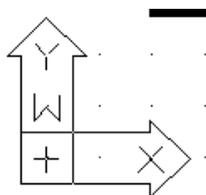
- a. Cursor
- b. Sub menu

- c. Tools bar
- d. Command line

33. UKURAN GARIS TEPI x SKALA FAKTOR adalah rumus dari

- a. Grid
- b. limits
- c. Skala
- d. Kordinat

34.



Gambar di atas adalah

- a. Save
- b. Dose
- c. Knop scroll bar
- d. Sistem koordinat (UCS atau UCW)

35. Perintah untuk membuat lingkaran adalah pengertian dari

- a. Circle
- b. Polygon
- c. Rectangle
- d. Arsir

36. Suatu perintah untuk menghapus gambar baik dengan cara satu per satu (*select-object*) maupun secara keseluruhan (*all*) adalah fungsi dari ...

- a. Erase
- b. Explode
- c. Undo
- d. Extend

37. Untuk menggambar dengan bentuk sama dapat dilakukan dengan perintah...

- a. Erase
- b. Explode
- c. Copy
- d. Move

38. Untuk memindahkan gambar dapat dilakukan dengan perintah....

- a. Erase
- b. Explode
- c. Copy
- d. Move

39. Di bawah ini simbol dari *array* adalah

- a. 
- b. 
- c. 
- d. 

40. Di bawah ini simbol dari *mirror* adalah ...

- a. 
- b. 
- c. 
- d. 



DAFTAR PUSTAKA

Anonim (2005) *Modul Cad 2d*. Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknikuniversitas Negeri Yogyakarta

Daryanto (1987). *Mesin Pengerjaan Logam*, Bandung : Tarsito

Mursidi, H. (2013) *Teknik Pemesinan Bubut 1* . Direktorat Pembinaan Sekolah Menengan Kejuruan Direktorat Jenderal Pendidikan Menengah Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan.

Kristanto, Yudhi. 2007. *Belajar Cepat Auto CAD*. Yogyakarta: Andi Offset.

Rohim, Taufiq, (1993). *Teori & Tekonologi Proses Pemesinan*, Penerbit ITB. Bandung

Rizal Sani, (2006). *Dasar Fabrikasi Logam*. PPPG Teknologi Bandung.

Santoso, J (2013). *Gambar Teknik Mesin 1* . Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan. Jakarta

Sato,T dan Sugiarto. (2008) *Menggambar Mesin*. Pradnya Paramita, Jakarta:

Warren J. Luzadder. (1999). *Menggambar Teknik*. Erlangga. Jakarta.

Warsis (2013) *Macam-macam mesin frais*,
<http://warsisgurubandung.blogspot.co.id/2015/07/modul-mesin-frais-lengkap.html>

Widarto, (2008), *Teknik Pemesinan Jilid 1*, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Direktirat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.



GLOSARIUM

3D : Suatu obyek yang mempunyai volume..

Aligned : Sejajar.

Back View : Tampak Belakang.

Break : Memutus.

Carriage : Untuk melakukan gerakan pemakanan arah memanjang mendekati atau menjauhi spindle mesin, secara manual atau otomatis sepanjang meja/alas mesin

Center Lines : Garis sumbu ini merupakan garis tipit yang terdiri dari garis panjang dan garis pendek yang tersusun secara bergantian, yang berfungsi sebagai penunjuk lokasi dari pusat lingkaran atau busur dan menunjukkan sumbu silinder atau bentuk-bentuk yang simetris.

Cutting Plane Lines : Garis bidang potong merupakan garis tebal yang digunakan untuk mengidentifikasi lokasi suatu penampang.

Dimension Lines : Garis dimensi/ukuran.

Divide : Membagi.

Drawing Limits : Batas terendah dan tertinggi berdasarkan ukuran kertas, misalnya A4 (210 x 297). Batas terendahnya = 0,0 dan batas tertinggi = 210,297 mm.

Erase : Menghapus obyek.

Extend : Memperpanjang obyek.

Extension Lines : Garis tipis yang digunakan untuk menunjukkan perpanjangan dari garis ukuran.

Follower Rest : Penyangga/Penahan Jalan.

Head Stock : Bagian utama mesin bubut yang letaknya di sebelah kiri dari badan mesin.

I S O : Kependekan dari International Standardization for Organization yang berkedudukan di Swiss yang mengatur dan mengawasi standart, ukuran, manajemen dan kualitas produk seluruh anggotanya di seluruh dunia.

J I S : Kependekan dari Japan International Standard, yaitu standart Jepang yang digunakan dinegaranya dan kelompoknya.

Koordinat Absolut : Jarak yang didasarkan pada titik origin.

Koodinat Cylindrical : Jarak posisi yang ditentukan oleh panjang pada bidang datar sumbu X dan Y dengan sudut antara sumbu Z dengan bidang datar.

Koordinat Polar : Jarak yang didasarkan pada jarak dari suatu titik tertentu ke titik lainnya pada suatu sudut tertentu.

Koordinat Relatif : Jarak yang didasarkan pada titik akhir obyek terdahulu.

Koordinat Spherical : Jarak posisi yang ditentukan oleh panjang antara bidang datar sumbu X dan Y dengan sumbu Z pada suatu sudut antara sumbu X dengan sumbu Y dan sudut antara sumbu Z dengan bidang datar.

Linier : Lurus.

Mirror : Mencerminkan.

Move : Memindahkan

Object Lines : Disebut juga garis nyata atau solid yang digunakan untuk menunjukkan outline atau kontur dari suatu obyek

Rotate : Memutarakan

Sadel : Bentuknya persegi artinya mempunyai ukuran lebar sama dengan ukuran panjangnya

Section Lines : Garis tipis digunakan untuk mengidentifikasi penampang, yang menunjukkan pada bagian mana material dipotong

Solid : Pejal

Steady Rest : Penahan Tetap

Tail Stock : Dudukan senter putar , senter tetap, cekam bor dan mata bor

Textstyle : Jenis/tipe huruf

Thickness : Ketebalan

Top View : Tampak Atas

Trim : Merapikam/memengkas obyek

UCS : User Coordinate System, system koordinat yang dibuat oleh pemakai

Vice: Untuk mengikat benda kerja pada saat pengefraisan.

WCS : World Coordinate System, ditetapkan oleh pembuat perangkat lunak AutoCAD, dimana posisinya berada di pojok kiri bawah layar monitor.

Zoom : Memperbesar / memperkecil tampilan obyek.

Kunci Jawaban Uji Kompetensi

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

