



Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Modul

Belajar Mandiri

CALON GURU

Aparatur Sipil Negara (ASN)

Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kerja (PPPK)

Program Keahlian

Teknik Perkapalan



MODUL BELAJAR MANDIRI CALON GURU

Aparatur Sipil Negara (ASN)

Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kerja (PPPK)

Program Keahlian Teknik Perkapalan

Penulis:

Tim GTK DIKMEN DIKSUS

Desain Grafis dan Ilustrasi:

Tim Desain Grafis

Copyright © 2021

Direktorat GTK Pendidikan Menengah dan Pendidikan Khusus
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

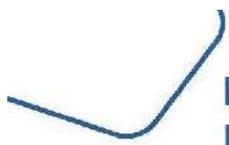
Kata Sambutan

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar peserta didik. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas dan berkarakter Pancasila yang prima. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen utama dalam pendidikan sehingga menjadi fokus perhatian Pemerintah maupun Pemerintah Daerah dalam seleksi Guru Aparatur Sipil Negara (ASN) Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kontrak (PPPK).

Seleksi Guru ASN PPPK dibuka berdasarkan pada Data Pokok Pendidikan. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan mengestimasi bahwa kebutuhan guru di sekolah negeri mencapai satu juta guru (di luar guru PNS yang saat ini mengajar). Pembukaan seleksi untuk menjadi guru ASN PPPK adalah upaya menyediakan kesempatan yang adil bagi guru-guru honorer yang kompeten agar mendapatkan penghasilan yang layak. Pemerintah membuka kesempatan bagi: 1). Guru honorer di sekolah negeri dan swasta (termasuk guru eks-Tenaga Honorer Kategori dua yang belum pernah lulus seleksi menjadi PNS atau PPPK sebelumnya. 2). Guru yang terdaftar di Data Pokok Pendidikan; dan Lulusan Pendidikan Profesi Guru yang saat ini tidak mengajar.

Seleksi guru ASN PPPK kali ini berbeda dari tahun-tahun sebelumnya, dimana pada tahun sebelumnya formasi untuk guru ASN PPPK terbatas. Sedangkan pada tahun 2021 semua guru honorer dan lulusan PPG bisa mendaftar untuk mengikuti seleksi. Semua yang lulus seleksi akan menjadi guru ASN PPPK hingga batas satu juta guru. Oleh karenanya agar pemerintah bisa mencapai target satu juta guru, maka pemerintah pusat mengundang pemerintah daerah untuk mengajukan formasi lebih banyak sesuai kebutuhan.

Untuk mempersiapkan calon guru ASN PPPK siap dalam melaksanakan seleksi guru ASN PPPK, maka Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan melalui Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan (Ditjen GTK) mempersiapkan modul-modul pembelajaran setiap bidang studi yang digunakan sebagai bahan belajar mandiri, pemanfaatan komunitas pembelajaran menjadi hal yang sangat



Modul Belajar Mandiri

penting dalam belajar antara calon guru ASN PPPK secara mandiri. Modul akan disajikan dalam konsep pembelajaran mandiri menyajikan pembelajaran yang berfungsi sebagai bahan belajar untuk mengingatkan kembali substansi materi pada setiap bidang studi, modul yang dikembangkan bukanlah modul utama yang menjadi dasar atau satu-satunya sumber belajar dalam pelaksanaan seleksi calon guru ASN PPPK tetapi dapat dikombinasikan dengan sumber belajar lainnya. Peran Kemendikbud melalui Ditjen GTK dalam rangka meningkatkan kualitas lulusan guru ASN PPPK melalui pembelajaran yang bermuara pada peningkatan kualitas peserta didik adalah menyiapkan modul belajar mandiri.

Direktorat Guru dan Tenaga Kependidikan Pendidikan Dasar (Direktorat GTK Dikdas) bekerja sama dengan Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) yang merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan modul belajar mandiri bagi calon guru ASN PPPK. Adapun modul belajar mandiri yang dikembangkan tersebut adalah modul yang di tulis oleh penulis dengan menggabungkan hasil kurasi dari modul Pendidikan Profesi Guru (PPG), Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB), Peningkatan Kompetensi Pembelajaran (PKP), dan bahan lainnya yang relevan. Dengan modul ini diharapkan calon guru ASN PPPK memiliki salah satu sumber dari banyaknya sumber yang tersedia dalam mempersiapkan seleksi Guru ASN PPPK.

Mari kita tingkatkan terus kemampuan dan profesionalisme dalam mewujudkan pelajar Pancasila.

Jakarta, Februari 2021

Direktur Jenderal Guru dan Tenaga
Kependidikan,

Iwan Syahril

Kata Pengantar

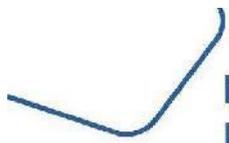
Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Belajar Mandiri bagi Calon Guru Aparatur Sipil Negara (ASN) Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kontrak (PPPK) untuk 25 Bidang Studi (berjumlah 39 Modul). Modul ini merupakan salah satu bahan belajar mandiri yang dapat digunakan oleh calon guru ASN PPPK dan bukan bahan belajar yang utama.

Seleksi Guru ASN PPPK adalah upaya menyediakan kesempatan yang adil untuk guru-guru honorer yang kompeten dan profesional yang memiliki peran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar peserta didik. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas dan berkarakter Pancasila yang prima.

Sebagai salah satu upaya untuk mendukung keberhasilan seleksi guru ASN PPPK, Direktorat Guru dan Tenaga Kependidikan Pendidikan Dasar pada tahun 2021 mengembangkan dan mengkurasi modul Pendidikan Profesi Guru (PPMenmbangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB), Peningkatan Kompetensi Pembelajaran (PKP), dan bahan lainnya yang relevan sebagai salah satu bahan belajar mandiri.

Modul Belajar Mandiri bagi Calon Guru ASN PPPK ini diharapkan dapat menjadi salah satu bahan bacaan (bukan bacaan utama) untuk dapat meningkatkan pemahaman tentang kompetensi pedagogik dan profesional sesuai dengan bidang studinya masing-masing.

Terima kasih dan penghargaan yang tinggi disampaikan kepada pimpinan Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) yang telah mengizinkan stafnya dalam menyelesaikan Modul Belajar Mandiri bagi Calon Guru ASN PPPK. Tidak lupa saya juga sampaikan terima kasih kepada para widyaiswara dan Pengembang Teknologi Pembelajaran (PTP) di dalam penyusunan modul ini.



Modul Belajar Mandiri

Semoga Modul Belajar Mandiri bagi Calon Guru ASN PPPK dapat memberikan dan mengingatkan pemahaman dan keterampilan sesuai dengan bidang studinya masing-masing.

Jakarta, Februari 2021
Direktur Guru dan Tenaga
Kependidikan Pendidikan Dasar,

Dr. Drs. Rachmadi Widdiharto, M. A
NIP. 196805211995121002

Modul Belajar Mandiri

CALON GURU

Aparatur Sipil Negara (ASN)

Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kerja (PPPK)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL
GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN

Gedung D, Lt. 12, Jl. Jenderal Sudirman, Pintu I Senayan, Jakarta 10270
Telp. (021) 57974110, Fax. (021) 57974110, 57974113

Nomor : 0615/B5/GT/2021
Lampiran : Satu lampiran
Hal : Undangan

5 Maret 2021

Yth. Pimpinan Lembaga/Instansi
(daftar terlampir)
di tempat

Dengan hormat, kami sampaikan bahwa menindaklanjuti kegiatan Penyusunan Modul Belajar Mandiri bagi Calon Pendaftar Guru ASN PPPK yang telah dilaksanakan pada tanggal 1-3 Maret 2021 di DI. Yogyakarta, Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan melalui Direktorat Guru dan Tenaga Kependidikan Pendidikan Menengah dan Pendidikan Khusus akan melaksanakan kegiatan penyusunan lanjutan.

Sehubungan hal tersebut, kami mohon perkenan Saudara untuk mengizinkan sekaligus menugaskan nama-nama terlampir untuk hadir dan berperan aktif pada kegiatan Penyusunan Modul Belajar Mandiri Calon Pendaftar Seleksi Guru ASN PPPK yang akan dilaksanakan pada:

Hari, tanggal : Rabu s.d Jum'at, 10 s.d. 12 Maret 2021
Pembukaan : Rabu 10 Maret 2021 Pukul 16.00 WIB
Penutupan : Jum'at, 12 Maret 2021 Pukul 12.00 WIB
Tempat : Hotel Ambhara, Jl. Iskandarsyah Raya No.1 Melawai, Kec. Kby. Baru,
Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta

Beberapa hal yang harus diperhatikan oleh peserta adalah sebagai berikut:

1. Membawa laptop dan dokumen yang diperlukan.
2. Membawa Surat Tugas dan SPPD yang sudah ditandatangani oleh Pejabat yang berwenang.
3. Menyerahkan tanda bukti asli transportasi PP kelas ekonomi (dalam bentuk print out).
4. Membawa fotokopi hasil swab/rapid antigen terbaru dan bukti pembayarannya.
5. Kegiatan ini dilaksanakan dengan menggunakan protokol kesehatan.

Untuk informasi lebih lanjut dapat menghubungi Sdr. Uji Hartono dengan nomor ponsel 081319056888 atau Sdr. Ahmad Budidarma dengan nomor ponsel 081212206207.

Atas perkenan dan kerja sama Saudara, kami ucapkan terima kasih.



Direktur Guru dan Tenaga Kependidikan
Pendidikan Menengah dan
Pendidikan Khusus,

Dr. H. Yaswardi, M.Si
NIP 196312151987031001

Tembusan:

1. Direktur Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
2. Kasubbag Tata Usaha Direktorat GTK Dikmen dan Diksus

Lampiran Surat Direktur GTK Pendidikan Menengah dan Pendidikan Khusus

Nomor : 0615/B5/GT/2021

Tanggal : 5 Maret 2021

DAFTAR PENYUSUN MODUL BELAJAR MANDIRI

No	Program Keahlian	Nama Penulis		Instansi
1	Teknik Otomotif	1.	Ribut Efendi, S.Pd.,MT	BBPPMPV BOE Malang
		2.	Moch Toyibu, MT.	BBPPMPV BOE Malang
2	Teknik Elektronika	3.	Nurhadi Budi Santosa, M.Pd.	BBPPMPV BOE Malang
		4.	Dr. Miftahu Soleh, M.Sc	BBPPMPV BOE Malang
3	Teknik Mesin	5.	Dr. Zaki Santoso, M.Pd	BBPPMPV - BMTI
		6.	Odi Fauzi	BBPPMPV - BMTI
4	Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam	7.	Ahmad Nurdin, Dipl.I.E, M.Pd	BBPPMPV-BMTI
		8.	Drs. Sunarko, MT	BBPPMPV-BMTI
5	Kimia Industri	9.	Erwan Soedjono, ST., M.Si	BBPPMPV Pertanian Cianjur
		10.	Muhammad Yamin	BBPPMPV Pertanian Cianjur
6	Kimia Analisis	11.	Teni Rodiani, M.Si	BBPPMPV Pertanian Cianjur
		12.	Ir. Dian Nurdiani, M.Si	BBPPMPV Pertanian Cianjur
7	Teknik Grafika	13.		Polimedia Jakarta
		14.		Polimedia Jakarta
8	Teknologi Pesawat Udara	15.	Yunardi	Akademi Teknologi Aeronautik Siliwangi
		16.	Margono	Akademi Teknologi Aeronautik Siliwangi
9	Teknik Perkapalan	17.	Aang Wahidin ST.,MT	Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
		18.	Kharis Abdullah ST.,MT	Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
10	Mekanik Industri	19.	Tatang Rahmat	BBPPMPV-BMTI
		20.	Widianto	BBPPMPV-BMTI
11	Teknik Instrumentasi Industri	21.	Reni Nuraeni	BBPPMPV-BMTI
		22.	Senja	BBPPMPV-BMTI
12	Teknik Industri	23.	Bedi Susanto	BBPPMPV-BMTI
		24.	Lita Akhimelita	BBPPMPV-BMTI
13	Teknologi Tekstil	25.	Hardianto	Politeknik STTT Bandung
		26.	Gunawan	Politeknik STTT Bandung
14	Teknik Ketenagalistrikan	27.	Hefri Yuliadi, S.Pd	BBPPMPV BBL Medan
		28.	Tukiman, ST	BBPPMPV BBL Medan
15	Geologi Pertambangan	29.	Akhmad Syaripudin	BBPPMPV-BMTI
		30.		
16	Teknik Geospasial	31.	Dr. Ir. Rumilla Harahap, M.T.	Universitas Negeri Medan
		32.	Dina Tri Septiningtiyas, S.Pd., M.T.	Politeknik Negeri Medan
17	Teknik Energi Terbarukan	33.	Niamul Huda, ST., M.Pd	BBPPMPV BMTI
		34.	Dr. Slamet Mugiono, M. Si	BBPPMPV BMTI
18	Teknik Perminyakan	35.	Novia Rita, ST., MT	Universitas Islam Riau

No	Program Keahlian	Nama Penulis		Instansi
58	Bahasa Belanda	115.	Roslia Arfanti	Pusbanglin Badan Bahasa
		116.	Dzinun	Pusbanglin Badan Bahasa
59	Bahasa Korea	117.	Ima Puspitasari	PPPPTK Bahasa
		118.	Hardina Artating	Pusbanglin Badan Bahasa
60	Pedagogik	119.	Reisky Bestary, M. Pd	LPMP Riau



Direktur Guru dan Tenaga Kependidikan
Pendidikan Menengah dan
Pendidikan Khusus,

Dr. H. Yaswardi, M.Si
NIP 196312151987031001



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
PENDIDIKAN MENENGAH DAN PENDIDIKAN KHUSUS**

SERTIFIKAT

Nomor: 0965/B5/GT.02.15/2021

Diberikan kepada

Aang Wahidin ST.MT

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Sebagai

**Penulis Modul Belajar Mandiri dan Soal Latihan
Seleksi Guru ASN PPK Jenjang SMK
Tahun 2021**

Jakarta, 5 April 2021

**Direktur Guru dan Tenaga Kependidikan
Pendidikan Menengah dan Pendidikan Khusus**



Dr. H. Yaswardi, M.Si

NIP 196312151987031001



Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Modul

Belajar Mandiri

CALON GURU

Aparatur Sipil Negara (ASN)

Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kerja (PPPK)

Program Keahlian

Teknik Perkapalan



MODUL BELAJAR MANDIRI CALON GURU

Aparatur Sipil Negara (ASN)

Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kerja (PPPK)

Program Keahlian Teknik Perkapalan

Penulis:

Tim GTK DIKMEN DIKSUS

Desain Grafis dan Ilustrasi:

Tim Desain Grafis

Copyright © 2021

Direktorat GTK Pendidikan Menengah dan Pendidikan Khusus
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

Kata Sambutan

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar peserta didik. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas dan berkarakter Pancasila yang prima. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen utama dalam pendidikan sehingga menjadi fokus perhatian Pemerintah maupun Pemerintah Daerah dalam seleksi Guru Aparatur Sipil Negara (ASN) Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kontrak (PPPK).

Seleksi Guru ASN PPPK dibuka berdasarkan pada Data Pokok Pendidikan. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan mengestimasi bahwa kebutuhan guru di sekolah negeri mencapai satu juta guru (di luar guru PNS yang saat ini mengajar). Pembukaan seleksi untuk menjadi guru ASN PPPK adalah upaya menyediakan kesempatan yang adil bagi guru-guru honorer yang kompeten agar mendapatkan penghasilan yang layak. Pemerintah membuka kesempatan bagi: 1). Guru honorer di sekolah negeri dan swasta (termasuk guru eks-Tenaga Honorer Kategori dua yang belum pernah lulus seleksi menjadi PNS atau PPPK sebelumnya. 2). Guru yang terdaftar di Data Pokok Pendidikan; dan Lulusan Pendidikan Profesi Guru yang saat ini tidak mengajar.

Seleksi guru ASN PPPK kali ini berbeda dari tahun-tahun sebelumnya, dimana pada tahun sebelumnya formasi untuk guru ASN PPPK terbatas. Sedangkan pada tahun 2021 semua guru honorer dan lulusan PPG bisa mendaftar untuk mengikuti seleksi. Semua yang lulus seleksi akan menjadi guru ASN PPPK hingga batas satu juta guru. Oleh karenanya agar pemerintah bisa mencapai target satu juta guru, maka pemerintah pusat mengundang pemerintah daerah untuk mengajukan formasi lebih banyak sesuai kebutuhan.

Untuk mempersiapkan calon guru ASN PPPK siap dalam melaksanakan seleksi guru ASN PPPK, maka Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan melalui Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan (Ditjen GTK) mempersiapkan modul-modul pembelajaran setiap bidang studi yang digunakan sebagai bahan belajar mandiri, pemanfaatan komunitas pembelajaran menjadi hal yang sangat

penting dalam belajar antara calon guru ASN PPPK secara mandiri. Modul akan disajikan dalam konsep pembelajaran mandiri menyajikan pembelajaran yang berfungsi sebagai bahan belajar untuk mengingatkan kembali substansi materi pada setiap bidang studi, modul yang dikembangkan bukanlah modul utama yang menjadi dasar atau satu-satunya sumber belajar dalam pelaksanaan seleksi calon guru ASN PPPK tetapi dapat dikombinasikan dengan sumber belajar lainnya. Peran Kemendikbud melalui Ditjen GTK dalam rangka meningkatkan kualitas lulusan guru ASN PPPK melalui pembelajaran yang bermuara pada peningkatan kualitas peserta didik adalah menyiapkan modul belajar mandiri.

Direktorat Guru dan Tenaga Kependidikan Pendidikan Dasar (Direktorat GTK Dikdas) bekerja sama dengan Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) yang merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan modul belajar mandiri bagi calon guru ASN PPPK. Adapun modul belajar mandiri yang dikembangkan tersebut adalah modul yang di tulis oleh penulis dengan menggabungkan hasil kurasi dari modul Pendidikan Profesi Guru (PPG), Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB), Peningkatan Kompetensi Pembelajaran (PKP), dan bahan lainnya yang relevan. Dengan modul ini diharapkan calon guru ASN PPPK memiliki salah satu sumber dari banyaknya sumber yang tersedia dalam mempersiapkan seleksi Guru ASN PPPK.

Mari kita tingkatkan terus kemampuan dan profesionalisme dalam mewujudkan pelajar Pancasila.

Jakarta, Februari 2021

Direktur Jenderal Guru dan Tenaga
Kependidikan,

Iwan Syahril

Kata Pengantar

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Belajar Mandiri bagi Calon Guru Aparatur Sipil Negara (ASN) Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kontrak (PPPK) untuk 25 Bidang Studi (berjumlah 39 Modul). Modul ini merupakan salah satu bahan belajar mandiri yang dapat digunakan oleh calon guru ASN PPPK dan bukan bahan belajar yang utama.

Seleksi Guru ASN PPPK adalah upaya menyediakan kesempatan yang adil untuk guru-guru honorer yang kompeten dan profesional yang memiliki peran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar peserta didik. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas dan berkarakter Pancasila yang prima.

Sebagai salah satu upaya untuk mendukung keberhasilan seleksi guru ASN PPPK, Direktorat Guru dan Tenaga Kependidikan Pendidikan Dasar pada tahun 2021 mengembangkan dan mengkurasi modul Pendidikan Profesi Guru (PPMenmbangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB), Peningkatan Kompetensi Pembelajaran (PKP), dan bahan lainnya yang relevan sebagai salah satu bahan belajar mandiri.

Modul Belajar Mandiri bagi Calon Guru ASN PPPK ini diharapkan dapat menjadi salah satu bahan bacaan (bukan bacaan utama) untuk dapat meningkatkan pemahaman tentang kompetensi pedagogik dan profesional sesuai dengan bidang studinya masing-masing.

Terima kasih dan penghargaan yang tinggi disampaikan kepada pimpinan Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) yang telah mengizinkan stafnya dalam menyelesaikan Modul Belajar Mandiri bagi Calon Guru ASN PPPK. Tidak lupa saya juga sampaikan terima kasih kepada para widyaiswara dan Pengembang Teknologi Pembelajaran (PTP) di dalam penyusunan modul ini.



Modul Belajar Mandiri

Semoga Modul Belajar Mandiri bagi Calon Guru ASN PPPK dapat memberikan dan mengingatkan pemahaman dan keterampilan sesuai dengan bidang studinya masing-masing.

Jakarta, Februari 2021
Direktur Guru dan Tenaga
Kependidikan Pendidikan Dasar,

Dr. Drs. Rachmadi Widdiharto, M. A
NIP. 196805211995121002

Daftar Isi

	Halaman
Kata Sambutan.....	i
Kata Pengantar.....	iii
Daftar Isi.....	v
Daftar Gambar.....	viii
Daftar Tabel.....	xv
Pendahuluan	1
A. Deskripsi Singkat.....	1
B. Peta Kompetensi	1
C. Ruang Lingkup	4
D. Petunjuk Belajar	6
Pembelajaran 1. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	7
A. Kompetensi	7
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	7
C. Uraian Materi.....	7
1. Regulasi dan Prinsip K3	7
2. Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3)	13
3. Potensi Bahaya di Tempat Kerja	17
4. Rambu K3	23
5. Penggunaan dan Pemeliharaan Alat Pelindung Diri (APD).....	31
6. Alat Pemadam Kebakaran	39
7. Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K)	48
8. Penyusunan Program K3 Industri Perkapalan	51
D. Latihan Soal / Kasus	Error! Bookmark not defined.
E. Rangkuman.....	58
Pembelajaran 2. Gaya dan Tegangan pada Konstruksi.....	61
A. Kompetensi	61
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	61
C. Uraian Materi.....	61
1. Jenis-Jenis Kapal	61
2. Bagian Kapal	64

3. Ukuran Utama Kapal	66
4. Koefisien Bentuk Kapal.....	70
5. Volume dan Berat Kapal.....	78
6. Metasentra dan Titik dalam Kapal.....	87
7. Rencana Garis (<i>Lines Plan</i>).....	94
8. Freeboard and Load Lines.....	98
9. Stabilitas Kapal.....	105
10. Konstruksi Kapal	109
D. Latihan Soal/Kasus.....	Error! Bookmark not defined.
E. Rangkuman.....	123
Pembelajaran 3. Kerja Bangku	124
A. Kompetensi	124
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	124
C. Uraian Materi.....	124
1. Ilmu Pengetahuan Bahan.....	125
2. Mengukur Benda Kerja	135
3. Mengukur Benda Kerja Menandai Benda Kerja	142
4. Menggunting / Memotong	145
5. Mengikir / Menyerut	150
6. Memahat	156
7. Menggergaji.....	159
8. Mengulir / Mengetap	161
9. Menekuk.....	168
10. Mengunci	171
11. Alat Pemegang Benda	177
12. Alat Pemukul.....	178
13. Mengebor.....	179
14. Teknik Mengeling	188
15. Hand Power Tools.....	195
D. Latihan Soal/Kasus.....	205
E. Rangkuman.....	206
Pembelajaran 4. Gambar Teknik	209
A. Kompetensi	209
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	209

C. Uraian Materi.....	209
1. Teknik dan Prinsip Penggunaan Alat Gambar Manual.....	209
2. Teknik dan Prinsip Penggunaan Alat Gambar Manual.....	216
3. Geometri Gambar Teknik	227
4. Gambar Proyeksi Isometri dan Ortogonal	246
5. Membuat Gambar Sketsa	259
6. Penunjukan Ukuran	261
7. Menggambar dengan AutoCAD	268
D. Latihan Soal/Kasus	Error! Bookmark not defined.
E. Rangkuman.....	282
Penutup.....	284
Daftar Pustaka.....	286
Kunci Jawaban	289

Daftar Gambar

Gambar 1. Kombinasi warna simbol rambu K3	25
Gambar 2. Bentuk dasar rambu K3.....	27
Gambar 3. Rambu larangan.....	28
Gambar 4. Rambu peringatan.....	29
Gambar 5. Rambu pertolongan.....	30
Gambar 6. Rambu prasyarat.....	30
Gambar 7. <i>Safety helmet</i>	32
Gambar 8. Pelindung Mata dan Pelindung Muka	32
Gambar 9. <i>Ear Plug</i> dan <i>Ear Muff</i>	33
Gambar 10. <i>Chemical Respirator</i> dan SCBA	34
Gambar 11. Pelindung tangan	34
Gambar 12. Pelindung kaki.....	35
Gambar 13. Alat pelindung tubuh	36
Gambar 14. Pelindung ketinggian	36
Gambar 15. Pelampung.....	37
Gambar 16. <i>Rotary hand bell</i>	43
Gambar 17. <i>Smoke detector</i>	43
Gambar 18. <i>Sprinkle</i>	44
Gambar 19. APAR <i>water pressure</i>	45
Gambar 20. APAR CO ₂	45
Gambar 21. APAR <i>multipurpose dry chemical</i>	46
Gambar 22. APAR kelas D	47
Gambar 23. Penggunaan APAR beserta kelas kebakaran.....	47
Gambar 24. Pembangunan kapal	52
Gambar 25. Tipe kapal (Eyres, 2001)	63
Gambar 26. <i>General cargo</i>	64
Gambar 27. <i>Chemical tanker and a product tanker</i>	65
Gambar 28. Tampak samping kapal	67
Gambar 29. Tampak melintang kapal	68
Gambar 30. Tampak atas kapal.....	70
Gambar 31. Perbandingan A_{WL} dengan Perkalian antara L_{WL} dan B	71

Gambar 32. Perbandingan <i>Volume Displacement</i> dengan Perkalian antara L_{WL} , B dan T	72
Gambar 33. Perbandingan antara Luas Bidang M terhadap Perkalian antara B dan T	72
Gambar 34. Volume badan kapal yang tercelup dengan luas penampang midship (AM) dan LWL	73
Gambar 35. Volume badan kapal tercelup dengan luas penampang garis air (A_{WL}) dan T	75
Gambar 36. Titik berat kapal	87
Gambar 37. Perhitungan KG	87
Gambar 38. Kapal kondisi diam dan oleng	88
Gambar 39. Letak posisi G memanjang kapal	88
Gambar 40. Momen statis bidang air	89
Gambar 41. Tinggi Metacenter	92
Gambar 42. Momen Statis Bidang Air	93
Gambar 43. Bidang diametral	94
Gambar 44. Bidang <i>midhsip</i>	95
Gambar 45. Bidang garis air	96
Gambar 46. Pandangan kapal	96
Gambar 47. Gambar rencana garis	97
Gambar 48. <i>Freeboard and draft</i>	99
Gambar 49. <i>Plimsol mark</i>	101
Gambar 50. Aturan tanda garis muat	102
Gambar 51. Penentuan <i>draft mark</i>	103
Gambar 52. Kondisi stabilitas	106
Gambar 53. Stabilitas kapal	108
Gambar 54. Kurva GZ	109
Gambar 55. Sistem konstruksi melintang	111
Gambar 56. Sistem konstruksi memanjang	112
Gambar 57. Sistem konstruksi campuran	114
Gambar 58. Konstruksi lunas	116
Gambar 59. Konstruksi alas tunggal	116
Gambar 60. Konstruksi alas ganda	116
Gambar 61. Konstruksi pelat sisi lambung	117

Gambar 62. Konstruksi <i>web frame</i>	117
Gambar 63. Konstruksi <i>miship general cargo</i>	118
Gambar 64. <i>Watertight bulkhead</i>	118
Gambar 65. <i>Corrugated bulkhead</i>	119
Gambar 66. Konstruksi pilar.....	119
Gambar 67. Konstruksi geladak.....	120
Gambar 68. Konstruksi ambang palka	120
Gambar 69. Konstruksi haluan.....	120
Gambar 70. Konstruksi haluan tiga dimensi.....	121
Gambar 71. Konstruksi <i>bulbous bow</i>	121
Gambar 72. Konstruksi <i>transom stern</i>	122
Gambar 73. Mistar Geser	136
Gambar 74. Model mistar baja berskala ganda (metrik dan imperial).....	138
Gambar 75. Jangka Sorong	139
Gambar 76. Busur Derajat (<i>Protactor</i>)	139
Gambar 77. Pengukur Tinggi (<i>Hight Gauge</i>).....	140
Gambar 78. Stempel Baja (<i>Steel Stamping</i>)	144
Gambar 79. Sudut kemiringan gunting tangan	145
Gambar 80. Gaya geser pada penyayat	146
Gambar 81. Gunting tangan lurus.....	146
Gambar 82. Gunting lembaran.....	147
Gambar 83. Gunting kanan.....	147
Gambar 84. Gunting kiri.....	147
Gambar 85. Gunting kiri.....	148
Gambar 86. Gunting pola.....	148
Gambar 87. Gunting universal	148
Gambar 88. Tingkat kekasaran kikir.....	155
Gambar 89. Penggunaan macam-macam pahat.....	158
Gambar 90. Gergaji tangan sengkang	159
Gambar 91. Daun gergaji.....	160
Gambar 92. Tap.....	162
Gambar 93. Menguji kecocokan ulir	164
Gambar 94. Tap I, II, dan III	165
Gambar 95. Snei.....	165

Gambar 96. Set tap tangan.....	166
Gambar 97. Tahapan pengetapan	166
Gambar 98. Sudut-sudut Tap.....	167
Gambar 99. Proses pembengkokan	168
Gambar 100. Obeng tanda + (silang).....	172
Gambar 101. Model kepala baut.....	173
Gambar 102. Obeng ketok.....	173
Gambar 103. Kunci ring	175
Gambar 104. Kunci socket.....	176
Gambar 105. Kunci L dan baut kepala segi enam.....	177
Gambar 106. Ragum	178
Gambar 107. Klem.....	178
Gambar 108. Mesin bor	180
Gambar 109. Geometri mata bor	184
Gambar 110. Penggerindaan mata bor.....	184
Gambar 111. Geometri mata bor	185
Gambar 112. Pemeriksaan mata bor	185
Gambar 113. Transmisi bor lima tingkat	186
Gambar 114. Transmisi bor 12 tingkat kecepatan.....	186
Gambar 115. Kontersing dan konterbor	187
Gambar 116. Proses mengkontersing.....	188
Gambar 117. Alat keling	189
Gambar 118. Sambungan keling	189
Gambar 119. Paku keling setengah bulat	190
Gambar 120. Landasan keling	190
Gambar 121. Perapat keling	190
Gambar 122. Pembentuk kepala keling	191
Gambar 123. Ukuran paku keling setengah bulat	191
Gambar 124. Ukuran paku keling tirus.....	191
Gambar 125. Pengelingan tidak rapat.....	192
Gambar 126. Lubang keling tidak lurus.....	192
Gambar 127. Lubang keling terlalu longgar	192
Gambar 128. Kepala penutup terlalu kecil	192
Gambar 129. Kepala penutup berlebihan	193

Gambar 130. Kepala penutup bergeser	193
Gambar 131. Persiapan pengelingan.....	193
Gambar 132. Pengembangan batang keling.....	194
Gambar 133. Pembentukan kepala penutup.....	194
Gambar 134. Penyelesaian akhir kepala penutup.....	195
Gambar 135. Macam-macam <i>hand power tool</i>	196
Gambar 136. Mesin gunting tangan	200
Gambar 137. <i>Hand nibbling</i>	201
Gambar 138. Mesin gerinda vertikal besar.....	203
Gambar 139. Busur Derajat	210
Gambar 140. Cara Penggunaan Pensil Batang	212
Gambar 141. Penggaris T.....	213
Gambar 142. Posisi penempatan penggaris T pada meja gambar.....	213
Gambar 143. Penggunaan penggaris siku dan T	214
Gambar 144. Menentukan ukuran kertas A0.....	221
Gambar 145. Membuat garis tegak lurus	227
Gambar 146. Menggambar garis miring cara pertama	228
Gambar 147. Menggambar garis miring cara kedua	228
Gambar 148. Membuat garis sejajar 45^0	229
Gambar 149. Membagi garis sama panjang	230
Gambar 150. Membagi garis sama panjang	230
Gambar 151. Memindahkan sudut.....	231
Gambar 152. Membagi sudut sama besar	232
Gambar 153. Membagi sudut siku-siku menjadi tiga sama besar.....	233
Gambar 154. Menggambar segitiga cara pertama	234
Gambar 155. Menggambar segitiga cara kedua	235
Gambar 156. Menggambar segitiga cara ketiga.....	236
Gambar 157. Menggambar Bujur Sangkar.....	237
Gambar 158. Segi lima beraturan	238
Gambar 159. Segi enam beraturan.....	238
Gambar 160. Segi tujuh beraturan	239
Gambar 161. Segi delapan beraturan	240
Gambar 162. Segi sembilan beraturan	241
Gambar 163. Segi sepuluh beraturan	242

Gambar 164. Membagi keliling lingkaran sama besar.....	243
Gambar 165. Menggambar garis singgung lingkaran.....	244
Gambar 166. Menggambar Elips	245
Gambar 167. Menggambar Bulat Telur.....	246
Gambar 168. Proyeksi pictorial	247
Gambar 169. Proyeksi non piktorial	247
Gambar 170. Proyeksi aksonometri.....	248
Gambar 171. Perbandingan beberapa jenis proyeksi pictorial	248
Gambar 172. Proyeksi isometrik.....	249
Gambar 173. Ciri proyeksi isometric	250
Gambar 174. Proyeksi dimetri.....	250
Gambar 175. Proyeksi trimetri	251
Gambar 176. Proyeksi perspektif.....	252
Gambar 177. Jenis-jenis pandangan	253
Gambar 178. Bidang-bidang proyeksi.....	254
Gambar 179. Titik di kuadran I.....	255
Gambar 180. Proyeksi Eropa.....	256
Gambar 181. Penempatan pandangan pada proyeksi Amerika	257
Gambar 182. Pandangan sebuah bentuk	257
Gambar 183. Proyeksi Amerika	258
Gambar 184. Simbol proyeksi Eropa (a) dan Amerika (b).....	259
Gambar 185. Standar ukuran panah.....	259
Gambar 186. Sketsa perspektif isometric	260
Gambar 187. Sketsa perspektif dengan titik lenyap	260
Gambar 188. Sketsa perspektif dengan dua titik lenyap	261
Gambar 189. Penunjukan ukuran ketirusan.....	263
Gambar 190. Menghitung nilai ketirusan.....	263
Gambar 191. Jari – jari pada dua garis dengan sudut 90^0	265
Gambar 192. Tampilan Jendela <i>Drawing Units</i>	270
Gambar 193. Tampilan alat bantu panel pada layar kerja AutoCAD	270
Gambar 194. Membuat layer	272
Gambar 195. Osnap toolbar	273
Gambar 196. Zoom toolbar	274
Gambar 197. Tampilan <i>Interface</i> dari AutoCAD 2D	276

Gambar 198. Tampilan <i>Toolbar Draw</i>	276
Gambar 199. Tampilan <i>Toolbar Modify</i>	277
Gambar 200. Tampilan <i>Toolbar Annotation</i>	277
Gambar 201. Tampilan <i>Toolbar Properties</i>	278
Gambar 202. Tampilan <i>Interface AutoCAD 3D</i>	278
Gambar 203. Tampilan <i>Toolbar Draw</i>	279
Gambar 204. Tampilan <i>Toolbar Modify</i>	280
Gambar 205. Tampilan <i>Toolbar Modelling</i>	280
Gambar 206. Tampilan <i>Toolbar Solid Editing</i>	280
Gambar 207. Tampilan <i>Toolbar View</i>	281

Daftar Tabel

Tabel 1. Pemeliharaan APD	38
Tabel 2. Sasaran dan Program K3.....	55
Tabel 3. Dokumen Induk K3	57
Tabel 4. Daftar koefisien bentuk dan perbandingan ukuran utama	78
Tabel 5. Stowage faktor	83
Tabel 6. Penguat utama sistem konstruksi.....	115
Tabel 7. Pengelompokan kikir berdasarkan kekasaran gigi	155
Tabel 8. Kegunaan sudut potong	167
Tabel 9. Kecepatan potong pengeboran	182
Tabel 10. Geometri mata bor (<i>twist drill</i>) yang disarankan	183
Tabel 11. Kekerasan pensil	212
Tabel 12. Standar ukuran kertas.....	222
Tabel 13. Jenis-jenis garis dan penggunaannya (ISO R. 128)	223
Tabel 14. Perbandingan standar huruf dan angka	224
Tabel 15. Penerapan huruf dan angka standar	225
Tabel 16. Skala pada gambar teknik.....	226
Tabel 17. Kegunaan Panel AutoCAD 2D	271

Pendahuluan

A. Deskripsi Singkat

Secara garis besar, Modul Dasar-Dasar Teknik Perkapalan ini akan menguraikan materi tentang: kesehatan dan keselamatan kerja (K3); gaya dan tegangan pada konstruksi; kerja bangku; dan gambar teknik. Adanya modul ini diharapkan dapat memberikan kesempatan kepada Calon Guru Aparatur Sipil Negara (ASN) Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kontrak (PPPK) untuk lebih mandiri dalam meningkatkan pengetahuan dan wawasan pada Kompetensi Dasar Teknik Perkapalan.

Selain modul ini, Calon Guru Aparatur Sipil Negara (ASN) Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kontrak (PPPK) dapat menggunakan berbagai referensi lain, baik buku maupun media lainnya untuk dijadikan acuan dalam mengembangkan diri, berinovasi dan berkreasi dalam keilmuan Teknik Perkapalan.

B. Peta Kompetensi

Modul belajar mandiri ini dikembangkan berdasarkan model kompetensi guru. Kompetensi tersebut dapat dijabarkan menjadi beberapa indikator. Target kompetensi menjadi patokan penguasaan kompetensi oleh guru P3K.

Untuk menterjemahkan model kompetensi guru, maka dijabarkanlah target kompetensi guru bidang studi yang terangkum dalam pembelajaran-pembelajaran dan disajikan dalam bahan belajar mandiri substansi pedagogi. Kompetensi guru bidang studi dengan fokus pada pedagogi dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Peta Kompetensi kelompok pedagogi

Kompetensi Guru	Indikator Pencapaian Kompetensi
Pembelajaran 1. Menyusun Kesehatan dan Keselamatan Kerja Industri Perkapalan	
Setelah mempelajari keseluruhan materi pada pembelajaran ini, Anda	<ol style="list-style-type: none">1. Mampu menjelaskan regulasi dan prinsip K32. Mampu menjelaskan SMK3

Kompetensi Guru	Indikator Pencapaian Kompetensi
diharapkan dapat menyusun program K3 pada industri perkapalan dengan mandiri.	<ol style="list-style-type: none"> 3. Mampu menentukan berbagai potensi bahaya di tempat kerja 4. Mampu menentukan rambu K3 5. Mampu menganalisis penggunaan APD dan pemeliharaan 6. Mampu mengevaluasi penggunaan alat pemadam kebakaran 7. Mampu mengevaluasi tata cara P3K 8. Mampu menyusun program K3 Industri Perkapalan

Pembelajaran 2. Gaya dan Tegangan pada Konstruksi

Setelah mempelajari keseluruhan materi pada pembelajaran ini, Anda diharapkan dapat merancang konstruksi pada kapal dengan mandiri.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu menjelaskan jenis-jenis kapal 2. Mampu menjelaskan bagian-bagian kapal 3. Mampu menjelaskan ukuran utama kapal 4. Mampu menghitung koefisien bentuk kapal 5. Mampu menghitung volume dan berat kapal 6. Mampu menghitung metacentra dan titik dalam kapal 7. Mampu menganalisis <i>lines plan</i> 8. Mampu menganalisis <i>freeboard</i> dan <i>load line</i> kapal 9. Mampu mengevaluasi stabilitas kapal 10. Mampu merancang konstruksi kapal
---	---

Pembelajaran 3. Kerja Bangku

Setelah mempelajari keseluruhan materi pada pembelajaran ini maka Anda diharapkan dapat menerapkan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu menjelaskan dasar-dasar ilmu pengetahuan bahan serta penerapannya 2. Mampu menjelaskan dan menyajikan proses pengukuran benda kerja
--	---

Kompetensi Guru	Indikator Pencapaian Kompetensi
<p>penggunaan alat kerja bangku secara mandiri pada bidang keilmuan bidang perkapalan</p>	<ol style="list-style-type: none"> 3. Mampu menjelaskan dan menyajikan proses penandaan Benda Kerja 4. Mampu menjelaskan dan menyajikan cara menggunting/memotong benda kerja 5. Mampu menjelaskan dan menyajikan cara mengikir / menyerut 6. Mampu menjelaskan dan menyajikan cara memahat 7. Mampu menjelaskan dan menyajikan cara menggergaji 8. Mampu menjelaskan dan menyajikan cara mengulir / mengetap 9. Mampu menjelaskan dan menyajikan cara menekuk 10. Mampu menjelaskan dan menyajikan cara mengunci 11. Mampu menjelaskan fungsi alat pemegang benda 12. Mampu menjelaskan fungsi alat pemukul 13. Mampu menjelaskan dan menyajikan cara mengebor 14. Mampu menjelaskan dan menyajikan teknik mengeling 15. Mampu menjelaskan fungsi hand <i>power tools</i>
<p>Pembelajaran 4. Gambar Teknik Setelah mempelajari keseluruhan materi pada pembelajaran ini maka Anda</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu menjelaskan teknik dan prinsip penggunaan alat gambar manual

Kompetensi Guru	Indikator Pencapaian Kompetensi
diharapkan dapat menerapkan penggunaan gambar teknik secara mandiri pada bidang keilmuan bidang perkapalan	<ol style="list-style-type: none">2. Mampu menerapkan standar kertas dan tata letak pada gambar teknik3. Mampu memahami cara menggambar konstruksi geometri gambar teknik4. Mampu memahami gambar proyeksi Isometri dan orthogonal serta menerapkan pada gambar proyeksi dengan pemilihan pandangan utama yang tepat.5. Mampun memahami dan membaca teknik pembuatan gambar sketsa serta menginterpretasikan ke dalam bentuk gambar proyeksi isometri.6. Mampu menerapkan penggunaan garis ukur, pemilihan jenis dimensi, dimensi tambahan dan simbol pada penunjukan ukuran.7. Mampu memahami perintah dasar, menyajikan obyek gambar, memodifikasi gambar dengan AutoCAD

C. Ruang Lingkup

Ruang lingkup materi pada bahan belajar mandiri calon guru P3K ini disusun dalam dua bagian besar, bagian pertama adalah pendahuluan dan bagian berikutnya adalah pembelajaran – pembelajaran.

Bagian Pendahuluan berisi deskripsi singkat, Peta Kompetensi yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, Ruang Lingkup, dan Petunjuk Belajar. Bagian Pembelajaran terdiri dari lima bagian, yaitu bagian Kompetensi, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Latihan Soal/Kasus yang berada di latihan soal di LMS, dan Rangkuman. Latihan/Kasus akan diberikan kunci dan

pembahasan di bagian lampiran bahan belajar mandiri. Bahan belajar mandiri diakhiri dengan Penutup, Daftar Pustaka, dan Lampiran.

Rincian materi pada bahan belajar mandiri bagi calon guru P3K adalah

a. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

1. Regulasi dan Prinsip K3
2. Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3)
3. Area berbahaya dan potensi
4. Rambu-rambu K3
5. Penggunaan APD dan pemeliharaan
6. Alat pemadam kebakaran
7. Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K)
8. Penyusunan Program K3 Industri Perkapalan

b. Gaya dan Tegangan pada Konstruksi

1. Jenis Kapal
2. Bagian-bagian kapal
3. Ukuran Utama Kapal
4. Koefisien Bentuk Kapal
5. Volume dan Berat Kapal
6. Metasentra dan titik dalam kapal
7. *Lines Plan*
8. *Freeboard* dan *load line*
9. Stabilitas Kapal
10. Konstruksi Kapal

c. Kerja Bangku

1. Ilmu Pengetahuan Bahan
2. Mengukur Benda Kerja
3. Menandai Benda Kerja
4. Menggunting/Memotong
5. Mengikir / Menyerut
6. Memahat
7. Menggergaji

8. Mengulir / Mengetap
9. Menekuk
10. Mengunci
11. Alat Pemegang Benda
12. Alat Pemukul
13. Mengebor
14. Teknik Mengeling
15. *Hand Power Tools*

d. Gambar Teknik

1. Teknik dan Prinsip Penggunaan Alat Gambar Manual
2. Standar Kertas dan Tata Letak pada Gambar Teknik
3. Geometri Gambar Teknik
4. Gambar Proyeksi Isometri dan Ortogonal
5. Membuat Gambar Sketsa
6. Penunjukan Ukuran
7. Menggambar dengan AutoCAD

D. Petunjuk Belajar

Untuk membantu semakin memahami topik yang dibahas maka dalam modul ini teman-teman perlu:

1. Membaca uraian materi dengan seksama dan memahaminya.
2. Mengerjakan tugas secara mandiri dan mengerjakan soal tes formatif untuk mengukur pemahaman.
3. Mencocokkan hasil pengerjaan tes formatif dan bila masih ada hal yang salah dan belum dipahami maka perlu membaca ulang uraian materi agar semakin paham.
4. Membaca referensi lain yang disarankan.

Selamat belajar teman-teman, semoga capaian pembelajaran dan sub capaian pembelajaran dapat terpenuhi setelah menyelesaikan pembelajaran dalam satu modul ini.

Pembelajaran 1. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

A. Kompetensi

Setelah mempelajari keseluruhan materi pada pembelajaran ini, Anda diharapkan dapat menyusun program K3 pada industri perkapalan dengan mandiri.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Setelah mempelajari materi dalam pembelajaran ini, Anda dapat :

1. Mampu menjelaskan regulasi dan prinsip K3
2. Mampu menjelaskan Sistem Manajemen K3 (SMK3)
3. Mampu menentukan berbagai potensi bahaya di tempat kerja
4. Mampu menentukan rambu K3
5. Mampu menganalisis penggunaan APD dan pemeliharaan
6. Mampu mengevaluasi penggunaan alat pemadam kebakaran
7. Mampu mengevaluasi tata cara Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K)
8. Mampu menyusun program K3 Industri Perkapalan

C. Uraian Materi

1. Regulasi dan Prinsip K3

Keselamatan dan kesehatan Kerja (K3) sangat penting dalam mewujudkan kualitas hidup dan kemajuan masyarakat, dimana ini selaras dengan tujuan hidup setiap insan manusia yaitu untuk mendapatkan kebahagiaan hidup jasmani dan rohani. K3 merupakan salah satu kunci untuk meningkatkan produksi dan produktivitas dalam industri, dengan K3 yang berjalan dengan baik maka produksi dan produktivitas akan meningkat. Dalam mewujudkan K3 yang baik maka diperlukan perencanaan dan pertimbangan yang tepat,

serta peran aktif dari pekerja baik sebagai subyek maupun obyek perlindungan dimaksud.

a. Regulasi

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) merupakan hal mendasar yang wajib diketahui dan dilaksanakan oleh setiap individu dalam pekerjaan. Menurut ILO (*International Labour Organization*) dan WHO (*World Health Organization*) telah menetapkan definisi secara umum dari kesehatan kerja, yaitu: kesehatan kerja harus mencapai peningkatan dan perawatan paling tinggi di bidang fisik, sosial sebagai seorang pekerja di bidang pekerjaan apapun; pencegahan dan perlindungan bagi pekerja untuk mengurangi faktor-faktor yang dapat merugikan kesehatan mereka; penempatan dan perawatan bagi pekerja di lingkungan kerja sesuai dengan kemampuan fisik dan psikologi dari pekerja (Sulistiyowati, 2013). Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 50 tahun 2012, Keselamatan dan Kesehatan Kerja adalah segala kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja

Pemerintah memberikan payung hukum dalam melindungi masyarakat dalam kegiatan kerja, adapun peraturan mengenai Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), diantaranya :

1. Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 mengenai Keselamatan Kerja

Undang-undang tentang keselamatan kerja ini mengatur dengan jelas kewajiban pimpinan tempat kerja dengan pekerja dalam melaksanakan keselamatan kerja. Menurut UU ini kewajiban dan atau hak tenaga kerja adalah sebagai berikut :

- a. Memberikan keterangan yang benar bila diminta oleh pegawai pengawas atau ahli keselamatan kerja.
- b. Memakai alat-alat perlindungan diri yang diwajibkan.

- c. Memenuhi dan menaati semua syarat-syarat keselamatan dan kesehatan yang diwajibkan.
 - d. Meminta pada pengurus agar dilaksanakan semua syarat keselamatan dan kesehatan yang diwajibkan.
 - e. Menyatakan keberatan kerja pada pekerjaan ketika syarat keselamatan dan kesehatan kerja serta alat-alat perlindungan diri yang diwajibkan diragukan olehnya, kecuali dalam hal-hal khusus ditentukan lain oleh pegawai pengawas dalam batas-batas yang masih dapat dipertanggung jawabkan.
2. Undang-undang Nomor 23 Tahun 1992 mengenai Kesehatan

Pada Pasal 23 tentang Kesehatan Kerja diterangkan bahwa :

- a. Kesehatan kerja diselenggarakan untuk mewujudkan produktivitas kerja yang optimal.
 - b. Kesehatan kerja meliputi pelayanan kesehatan kerja, pencegahan penyakit akibat kerja, dan syarat kesehatan kerja.
 - c. Setiap tempat kerja wajib menyelenggarakan kesehatan kerja.
 - d. Ketentuan mengenai kesehatan kerja sebagaimana dimaksud dalam ayat (2) dan ayat (3) ditetapkan dengan Peraturan Pemerintah.
3. Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 05 Tahun 1996 mengenai Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja.

Undang-undang ini mengatur tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja, dimana tujuan dan sasaran Sistem Manajemen K3 adalah menciptakan suatu sistem keselamatan dan kesehatan kerja di tempat kerja dengan melibatkan unsur manajemen, tenaga kerja, kondisi dan lingkungan kerja yang terintegrasi dalam rangka mencegah dan mengurangi kecelakaan dan penyakit akibat kerja serta terciptanya tempat kerja yang aman, efisien dan produktif.

4. Undang-undang Nomor 13 tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan. Undang-Undang ini mengatur mengenai segala hal yang berhubungan dengan ketenagakerjaan diantaranya pengupahan, hak cuti serta keselamatan dan kesehatan kerja
5. Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 04 Tahun 1967 mengenai Panitia Pembina Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Tata Cara Penunjukkan Ahli Keselamatan Kerja.
6. Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. 03/MEN/98 tentang Tata Cara Pelaporan dan Pemeriksaan Kecelakaan.
7. Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor 155 Tahun 1984 yang merupakan penyempurnaan Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor 125 Tahun 1982 mengenai Pembentukan Susunan dan Tata Kerja DK3N, DK3W, dan P2K3, pelaksanaan dari Undang-undang Keselamatan Kerja.
8. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2012 mengenai Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
9. Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 02 Tahun 1992 mengenai Tata cara Penunjukkan, Kewajiban, dan Wewenang Ahli K3.
10. Keputusan Presiden Nomor 22 tahun 1993 tentang Penyakit Yang Timbul Akibat Hubungan Kerja.

b. Prinsip Dasar K3

Dalam melaksanakan dan meningkatkan Keselamatan dan Kesehatan Kerja, tidak terlepas dari prinsip dasar yang menyertai, menurut HW HEINRICH ‘*INDUSTRIAL ACCIDENT PREVENTION*, prinsip dasar K3 yaitu :

- a. Melakukan usaha inspeksi keselamatan dan kesehatan untuk mengidentifikasi kondisi kondisi tidak aman.
- b. Mengadakan usaha pendidikan dan pelatihan para pekerja untuk meningkatkan pengetahuan tugas mengenai cara kerja yang aman.
- c. Membuat Peraturan Keselamatan Kerja yang harus ditaati semua pekerja.

- d. Pembinaan disiplin dan ketaatan terhadap semua Peraturan Perusahaan dibidang keselamatan kerja.

c. Tujuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja

1. Melindungi tenaga kerja atas hak keselamatannya dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi dan produktivitas nasional.
2. Menjamin keselamatan setiap orang lain yang berada di tempat kerja tersebut.
3. Memelihara sumber produksi agar dapat digunakan secara aman dan efisien.

d. Fungsi Keselamatan dan Kesehatan Kerja

1. Fungsi dari kesehatan kerja sebagai berikut :
 - a. Identifikasi dan melakukan penilaian terhadap risiko dari bahaya kesehatan di tempat kerja.
 - b. Memberikan saran terhadap perencanaan dan pengorganisasian dan praktik kerja termasuk desain tempat kerja.
 - c. Memberikan saran, informasi, pelatihan, dan edukasi tentang kesehatan kerja dan APD.
 - d. Melaksanakan survei terhadap kesehatan kerja.
 - e. Terlibat dalam proses rehabilitasi.
 - f. Mengelola P3K dan tindakan darurat.
2. Fungsi dari keselamatan kerja seperti berikut :
 - a. Antisipasi, identifikasi, dan evaluasi kondisi serta praktik berbahaya.
 - b. Desain pengendalian bahaya, metode, prosedur, dan program.
 - c. Terapkan, dokumentasikan, dan informasikan rekan lainnya dalam hal pengendalian bahaya dan program pengendalian bahaya.
 - d. Ukur, periksa kembali keefektifan pengendalian bahaya dan program pengendalian bahaya.

e. Sasaran Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Sasaran keselamatan dan kesehatan kerja yaitu

- a. Mencegah dan mengurangi kecelakaan, bahaya peledakan dan kebakaran.
- b. Mencegah dan mengurangi timbulnya penyakit akibat kerja.
- c. Mencegah dan mengurangi angka kematian, cacat tetap, dan luka ringan.
- d. Mengamankan material bangunan, mesin, pesawat, bahan, alat kerja lainnya.
- e. Meningkatkan produktivitas.
- f. Mencegah pemborosan tenaga kerja dan modal
- g. Menjamin tempat kerja aman.
- h. Memperlancar, meningkatkan, mengamankan sumber, dan proses produksi (Suma'mur, 1996).

f. Syarat-Syarat Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Upaya untuk memaksimalkan program Keselamatan dan Kesehatan Kerja di perusahaan membutuhkan kerjasama dari berbagai pihak, baik karyawan, perusahaan maupun pemerintah. Oleh sebab itu pihak perusahaan beserta karyawan harus mengetahui syarat-syarat Keselamatan Kerja sesuai dengan Undang-undang No 1 Tahun 1970 yang telah ditetapkan oleh pemerintah, yaitu:

- a. Mencegah dan mengurangi kecelakaan.
- b. Mencegah dan mengurangi dan memadamkan kebakaran.
- c. Mencegah dan mengurangi bahaya peledakan.
- d. Memberi kesempatan atau jalan menyelamatkan diri pada waktu kebakaran atau kejadian-kejadian lain yang berbahaya.
- e. Memberi pertolongan pada kecelakaan.
- f. Memberi alat-alat pelindung diri pada para pekerja.
- g. Mencegah dan mengendalikan timbul atau menyebar luasnya suhu, kelembaban, debu kotor, asap, uap, gas, hembusan, angin, cuaca, sinar radiasi, suara dan getaran.
- h. Mencegah dan mengendalikan timbulnya penyakit akibat kerja baik fisik maupun psikis, keracunan, infeksi dan penularan.
- i. Memperoleh penerangan yang cukup dan sesuai.
- j. Menyelenggarakan suhu dan kelembaban udara yang baik.

- k. Menyelenggarakan penyegaran udara yang cukup.
- l. Memelihara kebersihan, kesehatan, ketertiban.
- m. Memperoleh keserasian antara tenaga kerja, alat kerja, lingkungan, cara dan proses kerja.
- n. Mengamankan dan memperlancar pengangkutan orang, binatang, tanaman dan barang.
- o. Mengamankan dan memelihara segala jenis bangunan.
- p. Mengamankan dan memperlancar pekerjaan bongkar muat, perlakuan dan penyimpanan barang
- q. Mencegah terkena aliran listrik yang berbahaya.
- r. Menyesuaikan dan menyempurnakan pengamanan pada pekerjaan yang bahaya kecelakaannya menjadi bertambah lagi.

2. Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3)

Dalam mencapai suatu tujuan utama tidak terlepas dari sistem yang mendukung, pencapaian Keselamatan dan Kesehatan Kerja tentunya harus ada sistem yang mendukung. Sistem Manajemen Keselamatan dan kesehatan kerja (SMK3) adalah bagian dari sistem manajemen secara keseluruhan yang meliputi struktur organisasi, perencanaan, tanggung jawab, pelaksanaan, prosedur, proses dan sumberdaya yang dibutuhkan bagi pengembangan, penerapan, pencapaian, pengkajian dan pemeliharaan kebijakan keselamatan dan kesehatan kerja dalam rangka pengendalian risiko yang berkaitan dengan kegiatan kerja guna terciptanya tempat kerja yang aman, efisien dan produktif. (PER. 05/MEN/1996)

Dalam meningkatkan efektifitas perlindungan keselamatan dan kesehatan kerja, tidak terlepas dari upaya pelaksanaan keselamatan dan kesehatan kerja yang terencana, terukur, terstruktur, dan terintegrasi melalui SMK3 guna menjamin terciptanya suatu sistem keselamatan dan kesehatan kerja di tempat kerja dengan melibatkan unsur manajemen, pekerja/buruh, dan/atau serikat pekerja/serikat buruh dalam rangka mencegah dan mengurangi kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja serta terciptanya tempat kerja yang nyaman, efisien dan produktif.

Dewasa ini perlu diketahui ada beberapa Sistem Manajemen K3 yang telah dikembangkan dan diterapkan di Indonesia oleh perusahaan diantaranya OHSAS 18001:2007, Sistem manajemen *Five Star* dari *Bristish Safety Council* dari Inggris, dan *American Petroleum Institute: API 9100A* dari USA. Menurut OHSAS 18001: 2007 *OHS Management system: part of an organization's management system used to develop and implement its OH & S policy and manage OH&S Risks. (1) A Management system is a set of interrelated elements used to establish policy and objectives and to achieve those objectives. (2) A management systems includes organizational structure, planning activities (including for example, risk assessment and the setting of objectives), responsibilities, practices, procedures, process and resources.*

a. Dasar Hukum SMK3

Dasar hukum SMK3 antara lain:

- a. Keputusan Menteri Tenaga Kerja No.PER/04MEN/1987.
- b. Keputusan Menteri Tenaga Kerja No.PER/125/MEN/1984.
- c. Peraturan Perundangan No.1 Tahun 1970.
- d. Peraturan Menteri Tenaga Kerja No.PER.05/MEN/1996.
- e. Peraturan Pemerintah No.50 Tahun 2012 tentang Penerapan SMK3.
- f. Standar nasional maupun internasional.

b. Prinsip SMK3

Berikut ini merupakan lima prinsip penerapan SMK3 sesuai Permenaker No. 05/MEN/1996.

1. KOMITMEN DAN KEBIJAKAN

- Kepemimpinan dan Komitmen
- Tinjauan Awal Keselamatan dan Kesehatan Kerja (Initial Review)
- Kebijakan Keselamatan dan Kesehatan Kerja

2. PERENCANAAN

- Perencanaan Identifikasi Bahaya, Penilaian dan Pengendalian Risiko
- Peraturan Perundangan dan Persyaratan lainnya

- Tujuan dan Sasaran
 - Indikator Kinerja
 - Perencanaan Awal dan Perencanaan Kegiatan yang Sedang Berlangsung
3. PENERAPAN
- Jaminan Kemampuan
 - Kegiatan Pendukung
 - Identifikasi Sumber Bahaya, Penilaian dan Pengendalian risiko
4. PENGUKURAN DAN EVALUASI
- Inspeksi dan Pengujian
 - Audit Sistem Manajemen K3
 - Tindakan Perbaikan dan Pencegahan
5. TINJAUAN ULANG DAN PENINGKATAN OLEH PIHAK MANAJEMEN
- c. Tujuan dan Manfaat SMK3**

Tujuan dan sasaran Sistem Manajemen K3 adalah menciptakan suatu sistem keselamatan dan kesehatan kerja di tempat kerja dengan melibatkan unsur manajemen, tenaga kerja, kondisi dan lingkungan kerja yang terintegrasi dalam rangka mencegah dan mengurangi kecelakaan dan penyakit akibat kerja serta terciptanya tempat kerja yang aman, efisien dan produktif (PER. 05/MEN/1996).

Penerapan SMK3 bertujuan untuk:

- a. Meningkatkan efektifitas perlindungan keselamatan dan kesehatan kerja yang terencana, terukur, terstruktur, dan terintegrasi;
- b. Mencegah dan mengurangi kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja dengan melibatkan unsur manajemen, pekerja/buruh, dan/atau serikat pekerja/serikat buruh; serta
- c. Menciptakan tempat kerja yang aman, nyaman, dan efisien untuk mendorong produktivitas. (PP Nomor 50 Tahun 2012)

Menurut Soehatman Ramli (2010:48), tujuan SMK3 dapat dibagi menjadi:

- a. Sebagai Alat Ukur Kinerja K3 Dalam Organisasi

Sistem Manajemen K3 digunakan untuk menilai dan mengukur kinerja penerapan K3 dalam organisasi. Dengan membandingkan pencapaian K3 organisasi dengan persyaratan tersebut, organisasi dapat mengetahui tingkat pencapaian K3. Pengukuran ini dilakukan melalui audit sistem manajemen K3.

b. Sebagai Pedoman Implementasi K3 Dalam Organisasi

Sistem Manajemen K3 dapat digunakan sebagai pedoman atau acuan dalam mengembangkan sistem manajemen K3. Beberapa bentuk sistem manajemen K3 yang digunakan sebagai acuan misalnya: *ILO OHSMS Guidelines, API HSEMS Guidelines, Oil and Gas Producer Forum (OGP) HSEMS Guidelines, International Safety Rating System (ISRS)* dari DNV, dan lainnya.

c. Sebagai Dasar Penghargaan (*Awards*)

Sistem manajemen K3 juga digunakan sebagai dasar untuk pemberian penghargaan K3 atas pencapaian kinerja K3. Penghargaan K3 diberikan oleh instansi pemerintah maupun lembaga independen lainnya. Penghargaan K3 diberikan atas pencapaian kinerja K3 sesuai dengan tolok ukur masing-masing.

d. Sebagai Sertifikasi

Sistem Manajemen K3 juga dapat digunakan untuk sertifikasi penerapan manajemen K3 dalam organisasi. Sertifikasi diberikan oleh lembaga sertifikasi yang telah diakreditasi

SMK3 wajib dilaksanakan oleh pengurus, pengusaha, dan seluruh tenaga kerja sebagai satu kesatuan yang tidak terpisahkan. Karena SMK3 bukan hanya tanggung jawab pemerintah, masyarakat, pasar atau dunia internasional saja tetapi juga tanggung jawab pengusaha untuk menyediakan tempat kerja yang aman bagi pekerjanya. Berikut ini manfaat dari penerapan SMK3 :

- a. Mengurangi jam kerja yang hilang akibat kecelakaan kerja
- b. Menghindari kerugian material dan jiwa akibat kecelakaan kerja.

- c. Menciptakan tempat kerja yang efisien dan produktif karena tenaga kerja merasa aman dalam bekerja.
- d. Meningkatkan *image market* terhadap perusahaan.
- e. Menciptakan hubungan yang harmonis bagi pekerja dan perusahaan.
- f. Perawatan terhadap mesin dan peralatan semakin baik sehingga membuat umur semakin lama dan tahan lama.

d. Kunci Keberhasilan Penerapan SMK3

Menurut Soehatman Ramli (2010), untuk mencapai penerapan SMK3 diperlukan beberapa faktor sebagai berikut:

- a. SMK3 harus komprehensif dan terintegrasi dengan seluruh langkah pengendalian yang dilakukan.
- b. SMK3 harus dijalankan dengan konsisten dalam operasi sebagai satusatunya cara untuk pengendalian risiko dalam organisasi.
- c. SMK3 harus konsisten dengan hasil identifikasi bahaya dan penilaian resiko yang sudah dilakukan.
- d. SMK3 harus mengandung elemen-elemen implementasi yang berlandaskan siklus proses manajemen (*Plan Do Check Act*).
- e. Semua unsur atau individu yang terlibat dalam proses operasi harus memahami konsep dan implementasi SMK3.
- f. Adanya dukungan dan komitmen manajemen puncak dan seluruh elemen dalam organisasi untuk mencapai kinerja K3 terbaik.
- g. SMK3 harus terintegrasi dengan sistem manajemen lainnya yang ada dalam organisasi.

3. Potensi Bahaya di Tempat Kerja

Setiap tempat kerja selalu mengandung berbagai faktor bahaya yang dapat mempengaruhi kesehatan tenaga kerja atau dapat menyebabkan timbulnya penyakit akibat kerja (PAK). Gangguan ini dapat berupa gangguan fisik maupun psikis terhadap tenaga kerja. Pengenalan faktor bahaya di tempat kerja merupakan dasar untuk mengetahui pengaruhnya terhadap tenaga kerja., serta dapat dipergunakan untuk mengadakan

upaya-upaya pengendalian faktor bahaya dalam rangka pencegahan penyakit akibat kerja yang mungkin terjadi.

a. Pengertian Bahaya dan Potensi Bahaya

Pengertian (definisi) bahaya (*hazard*) ialah semua sumber, situasi ataupun aktivitas yang berpotensi menimbulkan cedera (kecelakaan kerja) dan atau penyakit akibat kerja (PAK) definisi berdasarkan OHSAS 18001:2007. Bahaya merupakan suatu kondisi, baik yang ada maupun yang berpotensi, yang dengan sendirinya atau berinteraksi dengan kondisi lainnya, dapat menimbulkan kejadian yang tidak diinginkan atau diharapkan seperti kematian, cidera manusia, kerusakan fasilitas dan hilangnya fasilitas (Budi Santoso, 1999).

Setiap proses produksi, peralatan/mesin, dan tempat kerja yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk selalu mengandung potensi bahaya tertentu yang jika tidak mendapatkan perhatian khusus dapat menimbulkan kecelakaan kerja. Potensi bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja dapat berasal dari berbagai kegiatan atau aktivitas dalam pelaksanaan proses atau juga berasal dari luar proses. Potensi bahaya dapat mengakibatkan kerusakan dan kerugian kepada:

1. Manusia, baik yang bersifat langsung maupun tidak langsung terhadap pekerjaan.
2. Properti termasuk peralatan kerja dan mesin-mesin.
3. Lingkungan, baik lingkungan di dalam perusahaan maupun lingkungan di luar perusahaan.
4. Kualitas produk barang dan jasa.
5. Nama baik perusahaan (*Company's Public Image*).

Menurut Tarwaka (2008) *hazard* atau potensi bahaya dapat dikelompokkan berdasarkan kategori-kategori umum atau dapat juga disebut sebagai energi potensi bahaya sebagai berikut:

1. Potensi bahaya dari bahan-bahan berbahaya (*Hazardous Substances*).

2. Potensi bahaya udara bertekanan (*Pressure Hazard*).
3. Potensi bahaya udara panas (*Thermal Hazard*).
4. Potensi bahaya kelistrikan (*Electrical Hazard*).
5. Potensi bahaya mekanik (*Mechanical Hazard*).
6. Potensi bahaya gravitasi dan aselerasi (*Gravitational and Accelerational Hazard*).
7. Potensi bahaya radiasi (*Radiation Hazard*).
8. Potensi bahaya mikrobiologi (*Microbiological Hazard*).
9. Potensi bahaya kebisingan dan vibrasi (*Vibration and Noise Hazard*).
10. Potensi bahaya ergonomik (*Hazard Relating to Human Factor*).
11. Potensi bahaya lingkungan kerja (*Environmental Hazard*).
12. Potensi bahaya yang berhubungan dengan kualitas produk dan jasa, proses produksi, properti, *image public*, dan lain-lain.

b. Sumber Bahaya

Kecelakaan dan penyakit akibat kerja dapat menimbulkan kerugian, baik kerugian langsung maupun kerugian tidak langsung. Kerugian ini bisa dikurangi jika kecelakaan dan penyakit akibat kerja dicegah dengan cara dideteksi sumber-sumber bahaya yang mengakibatkan kecelakaan dan penyakit akibat kerja tersebut. Menurut Syukri Sahab (1997), sumber bahaya ini bisa berasal dari:

1. Manusia

Manusia, termasuk pekerja dan manajemen. Kesalahan utama sebagian besar kecelakaan, kerugian, dan kerusakan terletak pada karyawan yang kurang bergairah, kurang terampil, kurang tepat, terganggu emosinya yang pada umumnya menyebabkan kecelakaan dan kerugian (Bennet N.B Silalahi dan Rumondang B. Silalahi, 1995). Selain itu apa yang diterima atau gagal diterima melalui pendidikan, motivasi, serta penggunaan peralatan kerja berkaitan langsung dengan sikap pimpinan (Freeport, 1995).

2. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam suatu proses dapat menimbulkan bahaya jika tidak digunakan sesuai dengan fungsinya, tidak adanya latihan penggunaan alat tersebut, tidak dilengkapi dengan pelindung dan pengaman serta tidak ada perawatan dan pemeriksaan. Perawatan atau pemeriksaan dilakukan agar bagian dari mesin atau alat yang berbahaya dapat dideteksi seini mungkin (Syukri Sahab, 1997).

3. Bahan

Bahaya dari bahan meliputi berbagai risiko sesuai dengan sifat bahan antara lain mudah terbakar, mudah meledak, menimbulkan alergi, menimbulkan kerusakan pada kulit dan jaringan tubuh, menyebabkan kanker, mengakibatkan kelainan pada janin, bersifat racun dan radio aktif.

4. Proses

Bahaya dari proses sangat bervariasi tergantung teknologi yang digunakan. Industri kimia biasanya menggunakan proses yang berbahaya, dalam prosesnya digunakan suhu, tekanan yang tinggi dan bahan kimia berbahaya yang memperbesar risiko bahayanya. Dari proses ini kadang-kadang timbul asap, debu, panas, bising, dan bahaya mekanis seperti terjepit, terpotong, atau tertimpa bahan. Hal ini dapat mengakibatkan kecelakaan atau penyakit akibat kerja. Tingkat bahaya dari proses ini tergantung pada teknologi yang digunakan (Syukri Sahab, 1997).

5. Cara Kerja

Bahaya dari cara kerja dapat membahayakan karyawan itu sendiri dan orang lain di sekitarnya. Cara kerja yang demikian antara lain: cara kerja yang mengakibatkan hamburan debu dan serbuk logam, percikan api serta tumpahan bahan berbahaya. Cara mengangkat dan mengangkut yang salah mengakibatkan cedera, memakai alat pelindung diri yang tidak semestinya dan cara memakai yang salah.

6. Bangunan, Peralatan dan Instalasi

Bahaya dari bangunan, peralatan dan instalasi perlu mendapat perhatian. Konstruksi bangunan harus kokoh dan memenuhi syarat. Desain ruangan dan tempat kerja harus menjamin keselamatan dan kesehatan pekerja. Pencahayaan dan ventilasi harus baik, tersedia penerangan darurat, marka dan rambu yang jelas dan tersedia jalan penyelamatan diri. Instalasi harus memenuhi persyaratan keselamatan kerja, baik dalam desain maupun konstruksinya. Dalam industri juga digunakan berbagai peralatan yang mengandung bahaya, yang bila tidak dilengkapi dengan alat pelindung dan pengaman bisa menimbulkan bahaya seperti kebakaran, sengatan listrik, ledakan, luka-luka atau cedera.

7. Lingkungan

Bahaya dari lingkungan kerja dapat digolongkan atas berbagai jenis bahaya yang dapat mengakibatkan berbagai gangguan kesehatan dan penyakit akibat kerja serta penurunan produktivitas dan efisiensi kerja. Bahaya tersebut adalah:

- a. Faktor Lingkungan Fisik. Bahaya yang bersifat fisik seperti ruangan yang terlalu dingin, bising, kurang penerangan, getaran yang berlebihan dan radiasi.
 - b. Faktor Lingkungan Kimia. Bahaya yang bersifat yang berasal dari bahan-bahan yang digunakan maupun bahan yang dihasilkan selama produksi. Bahan ini berhamburan ke lingkungan karena cara kerja yang salah, kerusakan atau kebocoran dari peralatan atau instalasi yang digunakan dalam proses.
 - c. Faktor Lingkungan Biologik. Bahaya biologi disebabkan oleh jasad renik, gangguan dari serangga maupun dari binatang lainnya yang ada di tempat kerja.
- Faktor Faal Kerja atau Ergonomi. Gangguan yang bersifat faal karena beban kerja yang terlalu berat, peralatan yang digunakan tidak serasi.
 - Faktor Psikologi. Gangguan jiwa dapat terjadi karena keadaan lingkungan sosial tempat kerja yang tidak sesuai dan menimbulkan

ketegangan jiwa pada karyawan, seperti hubungan atasan dan bawahan yang tidak serasi.

Menurut Bennett N.B. Silalahi dan Rumandaong B. Silalahi (1995), keadaan lingkungan yang dapat merupakan keadaan berbahaya antara lain:

- a. Suhu dan kelembaban udara.
- b. Kebersihan udara.
- c. Penerapan dan kuat cahaya.
- d. Kekuatan bunyi.
- e. Udara, gas-gas bertekanan.
- f. Keadaan lingkungan setempat.
- g. Keadaan mesin-mesin, perlengkapan dan peralatan kerja serta bahan-bahan.

Jenis-Jenis bahaya lainnya yang teridentifikasi dalam kesehatan dan keselamatan kerja secara umum dikelompokkan menjadi 3 jenis , yaitu;

1. Terlihat

Bahaya terlihat adalah bahaya yang dapat langsung dilihat. Contohnya, ketika Anda sedang berjalan dan melihat ada paku di jalan, anda langsung dapat mengidentifikasi bahaya tersebut.

2. Tidak Terlihat

Bahaya tidak terlihat adalah bahaya yang tidak dapat langsung terlihat dan memerlukan usaha lebih lanjut untuk dapat mengidentifikasi bahaya tersebut. Contoh bahaya tidak terlihat yaitu rem blong, kita harus melakukan pemeriksaan lebih lanjut untuk memeriksanya dengan melakukan inspeksi mendetil sehingga bahaya tersebut dapat diidentifikasi.

3. Berkembang

Bahaya berkembang adalah bahaya tidak terlihat yang tidak dilakukan tindakan dan seiring waktu bahaya tersebut berkembang. Contohnya

korosi. Tetesan atau rembesan air yang membasahi suatu metal atau logam secara terus menerus tanpa ada pembersihan atau pengeringan sehingga mengakibatkan metal atau logam tersebut menjadi korosi.

4. Rambu K3

Rambu-rambu keselamatan dan kesehatan kerja (K3), sangat penting untuk meminimalisir kecelakaan kerja yang terjadi ataupun bahaya yang akan ditimbulkan saat bekerja. Rambu-rambu Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) merupakan alat bantu untuk membantu menginformasikan bahaya dan untuk melindungi kesehatan dan keselamatan para pekerja atau pengunjung yang berada di tempat kerja tersebut. Dengan adanya gambar rambu K3 yang tersebar di berbagai sudut tempat kerja, mampu membantu meningkatkan kesadaran dan kepedulian para pekerja yang sedang berada di tempat kerja. Dan bahkan mampu membantu untuk memberikan petunjuk bahwa ada potensi bahaya yang tak terlihat. Rambu K3 ini menjadi hal yang penting guna melakukan sebuah komunikasi K3, yang ditujukan agar pekerja selalu mengingat dan tahu risiko yang ada di tempat kerja. Serta diharapkan dapat membuat pekerja memperkirakan apa yang harus dilakukan.

a. Landasan Hukum

Kewajiban memasang rambu K3, ini tercantum dan teramanat dalam Undang-Undang No.1 Tahun 1970 pasal 14b yang berbunyi “Memasang dalam tempat kerja yang dipimpinnya, semua gambar keselamatan kerja yang diwajibkan dan semua bahan pembinaan lainnya, pada tempat-tempat yang mudah dilihat dan terbaca menurut petunjuk pegawai pengawas atau ahli keselamatan kerja” dan juga diatur dalam Permenaker No. 05/MEN/1996 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja yang berbunyi “Rambu-rambu mengenai keselamatan dan tanpa pintu darurat harus dipasang sesuai dengan standar dan pedoman” serta PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA NOMOR 50 TAHUN 2012 “Rambu-rambu K3 harus dipasang sesuai

dengan standar dan pedoman teknis.” Selain itu ada peraturan lain yang diamanatkan oleh pemerintah yaitu :

1. Undang-Undang no 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja
2. Permenaker No. 05/MEN/1996 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja
3. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2012 Tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja

b. Manfaat Pemasangan Rambu

Adapun manfaat pemasangan rambu yaitu :

1. Menyediakan kejelasan informasi dan memberikan pengarahan umum
2. Memberikan penjelasan tentang kesehatan dan keselamatan kerja
3. Menunjukkan adanya potensi bahaya yang mungkin tidak terlihat
4. Mengingatkan para pelaksanan dimana harus menggunakan peralatan perlindungan diri sebelum memulai aktifitas di tempat kerja.
5. Menunjukkan dimana peralatan darurat keselamatan berada.
6. Memberikan peringatan waspada terhadap beberapa tindakan yang atau perilaku yang tidak diperbolehkan.

Rambu-rambu keselamatan dan kesehatan kerja adalah merupakan tanda-tanda yang dipasang di tempat kerja/laboratorium, guna mengingatkan atau mengidentifikasi pada semua pelaksana kegiatan di sekeliling tempat tersebut terhadap kondisi, risiko, yang terkait dengan keselamatan dan kesehatan kerja Yang dimaksud kan dengan rambu-rambu dalam laboratorium adalah semua bentuk peraturan yang dituangkan dalam bentuk :

- Gambar-gambar/poster
- Tulisan/logo/semboyan/motto
- Simbol-simbol

c. Warna Rambu

Pada umumnya terdiri dari beberapa simbol atau kode yang menyatakan kondisi yang perlu mendapat atensi bagi siapa saja yang ada dilokasi tersebut. Guna mempertegas suatu tanda atau rambu, dalam pelaksanaannya dibedakan dalam bentuk warna – warna dasar yang sangat menyolok dan mudah dikenali. Warna yang dipasang pada setiap rambu berupa warna :

- 1) Warna Merah - tanda larangan
- 2) Warna Kuning - tanda peringatan atau waspada atau beresiko bahaya
- 3) Warna Hijau - tanda zona aman atau pertolongan
- 4) Warna Biru - tanda wajib ditaati atau prasyarat
- 5) Warna Putih - tanda informasi umum
- 6) Warna Oranye - tanda beracun

Warna – warna tersebut diatas merupakan warna dasar sebagai latarbelakang (*background*), sedangkan gambar atau logo/symbol diatas warna dasar tersebut merupakan warna kontras. Menurut standar yang berlaku secara internasional berupa warna putih atau hitam.

Adapun bentuk – bentuk kombinasi warna dasar dan tulisan dasar rambu K3 yang perlu dipahami adalah seperti dalam tabel sebagai berikut :

Warna Keselamatan	Warna Kontras (Simbol atau Tulisan)	Makna
MERAH	PUTIH	Larangan
		Pemadam Api
KUNING	HITAM	Perhatian / Waspada
		Potensi Beresiko Bahaya
HIJAU	PUTIH	Zona Aman
		Pertolongan Pertama
BIRU	PUTIH	Wajib Ditaati
PUTIH	HITAM	Informasi Umum

Gambar 1. Kombinasi warna simbol rambu K3

d. Bentuk Rambu

Penggunaan bentuk rambu yang memuat tanda – tanda atau symbol ada 3 (tiga) bentuk dasar yaitu :

- 1) Bentuk Bulat - Wajib atau bentuk larangan
- 2) Segitiga - tanda peringatan
- 3) Segi Empat - darurat, informasi dan tanda tambahan

Bentuk dasar rambu – rambu standar yang perlu dipahami

BENTUK DASAR (KELOMPOK)	ARTI	PENJELASAN
	Bentuk Bulat, dasar warna putih, lingkaran merah , dengan garis 45° miring dari kiri atas ke bawah, logo hitam	Tanda Larangan Contoh: 

BENTUK DASAR (KELOMPOK)	ARTI	PENJELASAN
	Bentuk Bulat, dasar warna Biru, lingkaran putih, logo atau keterangan gambar warna putih	Tanda Wajib / prasyarat Contoh : 
	Bentuk segitiga, dasar warna kuning garis hitam, dengan logo / gambar warna hitam	Tanda Waspada / Contoh : peringatan 
	Bentuk segi empat, dasar warna hijau, garis luar putih, logo / gambar putih	Tanda pertolongan / Contoh : Arah penyelamatan 
	Bentuk segi empat, Dasar warna merah, garis luar putih, logo / gambar didalam warna putih	Tanda pemadam api Contoh: Apar 
	Bentuk segi empat, dasar warna putih, garis luar hitam, gambar / logo didalam warna hitam	Tanda informasi lokasi Contoh : 

Gambar 2. Bentuk dasar rambu K3

e. Rambu di Tempat Umum

Adapun Rambu dalam *workshop*/laboratorium dan tempat umum yang sering dipasang adalah :

1. Rambu Larangan

Rambu ini adalah rambu yang memberikan larangan yang wajib ditaati dan dilaksanakan kepada siapapun yang ada di lingkungan itu harus mematuhi, tanpa ada pengecualian. Adapun larangan-larangan yang harus ditaati sesuai dengan rambu gambar atau informasi yang terpasang. Ciri-ciri rambu larangan yang sering ditemui yaitu bentuk bulat, latar belakang berwarna putih, dan logo berwarna hitam, dengan lingkaran terpotong berwarna merah seperti gambar sebagai berikut :



Gambar 3. Rambu larangan

2. Rambu Peringatan

Rambu ini adalah rambu yang memberikan peringatan harus diperhatikan oleh siapapun yang ada di lingkungan itu karena dapat mengakibatkan kejadian berbahaya atau kecelakaan. Ciri-ciri rambu peringatan yang sering ditemui yaitu bentuk segitiga, latar belakang berwarna kuning, dan logo/gambar berwarna hitam, dengan bingkai berwarna hitam, seperti pada gambar di bawah ini

 Peringatan akan bahaya	 Bahan yang mudah terbakar	 Bahan mudah meledak	 Bahan beracun
 Bahan kimia keras	 Peringatan bahan radio aktif	 Peringatan tegangan tinggi	 Peringatan tali yg dapat putus
 Peringatan sinar laser	 Peringatan areal elektro magnetik	 Peringatan areal bermagnet	 Peringatan berputar otomatis
 Peringatan alur potong	 Peringatan akan barang tajam	 Peringatan bahaya battery/accu	 Peringatan permukaan panas

Gambar 4. Rambu peringatan

3. Rambu Pertolongan

Rambu ini adalah rambu yang memberikan bantuan atau pertolongan serta arah yang ada di lingkungan itu karena merupakan petunjuk arah yang harus diikuti siapapun terutama jika terjadi kondisi darurat. Adapun rambu pertolongan atau petunjuk arah tersebut dipasang pada tempat yang strategis dan mudah terlihat dengan jelas. Ciri-ciri rambu pertolongan atau petunjuk arah tersebut berbentuk segi empat dengan warna dasar hijau dan logo/gambar warna putih.



Gambar 5. Rambu pertolongan

4. Rambu Prasyarat

Rambu ini adalah rambu yang memberikan persyaratanyang harus dilaksanakan kepada siapa saja yang ada di lingkungan. Ciri-ciri rambu prasyarat/kewajiban yang sering ditemui yaitu bentuk bulat, latar belakang berwarna biru, dan logo/gambar berwarna putih.



Gambar 6. Rambu prasyarat

5. Penggunaan dan Pemeliharaan Alat Pelindung Diri (APD)

Dalam meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja diperlukan utilitas atau pendukung, diantaranya adalah Alat Pelindung Diri (APD). Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.08/MEN/VII/2010, Alat Pelindung Diri selanjutnya disingkat APD adalah suatu alat yang mempunyai kemampuan untuk melindungi seseorang yang fungsinya mengisolasi sebagian atau seluruh tubuh dari potensi bahaya di tempat kerja. Penggunaan APD merupakan suatu kewajiban yang harus diikuti oleh para pekerja maupun orang lain yang ada di tempat kerja yang dapat menimbulkan Kecelakaan Kerja maupun Penyakit Akibat Kerja (PAK).

a. Ketentuan APD

Ketentuan APD sebagai berikut:

- 1) Memberi perlindungan adekuat terhadap bahaya yang spesifik.
- 2) Berat alat seringan mungkin.
- 3) Dipakai secara fleksibel.
- 4) Bentuk menarik.
- 5) Tahan lama.
- 6) Memenuhi standar.
- 7) Tidak menimbulkan bahaya tambahan karena salah penggunaan.
- 8) Tidak membatasi gerakan dan persepsi sensoris pemakai.
- 9) Suku cadang mudah didapat (A. Siswanto, 1983).

b. Fungsi Dan Jenis Alat Pelindung Diri

1. Alat pelindung kepala

Alat pelindung kepala adalah alat pelindung yang berfungsi untuk melindungi kepala dari benturan, terantuk, kejatuhan atau terpukul benda tajam atau benda keras yang melayang atau meluncur di udara, terpapar oleh radiasi panas, api, percikan bahan-bahan kimia, jasad renik (mikro organisme) dan suhu yang ekstrim.

Jenis alat pelindung kepala terdiri dari helm pengaman (*safety helmet*), topi atau tudung kepala, penutup atau pengaman rambut, dan lain-lain.



Gambar 7. *Safety helmet*

2. Alat pelindung mata dan muka

Alat pelindung mata dan muka adalah alat pelindung yang berfungsi untuk melindungi mata dan muka dari paparan bahan kimia berbahaya, paparan partikel-partikel yang melayang di udara dan di badan air, percikan benda-benda kecil, panas, atau uap panas, radiasi gelombang elektromagnetik yang mengion maupun yang tidak mengion, pancaran cahaya, benturan atau pukulan benda keras atau benda tajam.

Jenis alat pelindung mata dan muka terdiri dari kacamata pengaman (*spectacles*), o, tameng muka (*face shield*), masker selam, tameng muka dan kacamata pengaman dalam kesatuan (*full face masker*).



Gambar 8. Pelindung Mata dan Pelindung Muka

3. Alat pelindung telinga

Alat pelindung telinga adalah alat pelindung yang berfungsi untuk melindungi alat pendengaran terhadap kebisingan atau tekanan.

Jenis alat pelindung telinga terdiri dari sumbat telinga (*ear plug*) dan penutup telinga (*ear muff*).



Gambar 9. *Ear Plug* dan *Ear Muff*

4. Alat pelindung pernapasan beserta perlengkapannya

Alat pelindung pernapasan beserta perlengkapannya adalah alat pelindung yang berfungsi untuk melindungi organ pernapasan dengan cara menyalurkan udara bersih dan sehat dan/atau menyaring cemaran bahan kimia, mikro-organisme, partikel yang berupa debu, kabut (*aerosol*), uap, asap, gas/ fume, dan sebagainya.

Jenis alat pelindung pernapasan dan perlengkapannya terdiri dari masker, respirator, katrit, kanister, *Re-breather*, *Airline respirator*, *Continues Air Supply Machine=Air Hose Mask Respirator*, tangki selam dan regulator (*Self-Contained Underwater Breathing Apparatus /SCUBA*), *Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA)*, dan *emergency breathing apparatus*.



Gambar 10. *Chemical Respirator* dan SCBA

5. Alat pelindung tangan

Pelindung tangan (sarung tangan) adalah alat pelindung yang berfungsi untuk melindungi tangan dan jari-jari tangan dari paparan api, suhu panas, suhu dingin, radiasi elektromagnetik, radiasi mengion, arus listrik, bahan kimia, benturan, pukulan dan tergores, terinfeksi zat patogen (virus, bakteri) dan jasad renik.

Jenis pelindung tangan terdiri dari sarung tangan yang terbuat dari logam, kulit, kain kanvas, kain atau kain berpelapis, karet, dan sarung tangan yang tahan bahan kimia.



Gambar 11. Pelindung tangan

6. Alat pelindung kaki

Alat pelindung kaki berfungsi untuk melindungi kaki dari tertimpa atau berbenturan dengan benda-benda berat, tertusuk benda tajam, terkena cairan panas atau dingin, uap panas, terpajan suhu yang ekstrim, terkena bahan kimia berbahaya dan jasad renik, tergelincir.

Jenis Pelindung kaki berupa sepatu keselamatan pada pekerjaan peleburan, pengecoran logam, industri, konstruksi bangunan, pekerjaan yang berpotensi bahaya peledakan, bahaya listrik, tempat kerja yang basah atau licin, bahan kimia dan jasad renik, dan/atau bahaya binatang dan lain-lain.



Gambar 12. Pelindung kaki

7. Pakaian pelindung

Pakaian pelindung berfungsi untuk melindungi badan sebagian atau seluruh bagian badan dari bahaya temperatur panas atau dingin yang ekstrim, pajanan api dan benda-benda panas, percikan bahan-bahan kimia, cairan dan logam panas, uap panas, benturan (*impact*) dengan mesin, peralatan dan bahan, tergores, radiasi, binatang, mikro-organisme patogen dari manusia, binatang, tumbuhan dan lingkungan seperti virus, bakteri dan jamur.

Jenis pakaian pelindung terdiri dari rompi (*Vests*), celemek (*Apron/Coveralls*), Jacket, dan pakaian pelindung yang menutupi sebagian atau seluruh bagian badan.



Gambar 13. Alat pelindung tubuh

8. Alat pelindung jatuh perorangan

Alat pelindung jatuh perorangan berfungsi membatasi gerak pekerja agar tidak masuk ke tempat yang mempunyai potensi jatuh atau menjaga pekerja berada pada posisi kerja yang diinginkan dalam keadaan miring maupun tergantung dan menahan serta membatasi pekerja jatuh sehingga tidak membentur lantai dasar.

Jenis alat pelindung jatuh perorangan terdiri dari sabuk pengaman tubuh (*harness*), karabiner, tali koneksi (*lanyard*), tali pengaman (*safety rope*), alat penjepit tali (*rope clamp*), alat penurun (*descender*), alat penahan jatuh bergerak (*mobile fall arrester*), dan lain-lain.



Gambar 14. Pelindung ketinggian

9. Pelampung

Pelampung berfungsi melindungi pengguna yang bekerja di atas air atau dipermukaan air agar terhindar dari bahaya tenggelam dan atau mengatur keterapungan (*buoyancy*) pengguna agar dapat berada pada posisi tenggelam (*negative buoyant*) atau melayang (*neutral buoyant*) di dalam air.

Jenis pelampung terdiri dari jaket keselamatan (*life jacket*), rompi keselamatan (*life vest*), rompi pengatur keterapungan (*Bouyancy Control Device*).



Gambar 15. Pelampung

c. Perawatan dan Pemeliharaan Alat Pelindung Diri

Dalam meningkatkan dan menjaga perlindungan, APD harus mendapat perawatan dan pemeliharaan secara teratur, dimana semua APD tersebut harus dirawat dan dipelihara agar tahan lama karena akan digunakan secara terus menerus selama bekerja atau berada di lingkungan kerja. Seperti APD pakaian kerja yang harus dipelihara dengan sering dicuci bersih agar terhindar dari kelapukan karena keringat yang dapat mempercepat usang. Selain itu APD lain yang harus dijaga kebersihannya seperti kacamata, masker permanen, dan pelindung telinga. Perlengkapan tersebut harus dijaga (steril) setelah digunakan yaitu dicuci dengan alkohol. Hal ini untuk menjaga kesehatan pemakai berikutnya dari kemungkinan terpapar penyakit menular akibat pemakaian bergantian. Selain itu APD yang bersifat milik pribadi harus tetap terjaga kebersihannya, penyimpanan yang baik dan teratur juga

merupakan tindakan pemeliharaan yang harus ditaati dan disiplin. Berikut ini panduan cara pemeliharaan alat pelindung diri.

Tabel 1. Pemeliharaan APD (Redjeki, Sri. 2016)

No	Jenis APD	Cara Pembersihan	Cara Penyimpanan
1	<i>Full body hardness</i>	Untuk pemakaian rutin, lakukan pencucian minimal seminggu sekali. Pencucian menggunakan air, tidak boleh disikat dan terkena sabun asam/basa	Disimpan pada tempat yang berventilasi, dan hindari sinar matahari langsung atau panas diatas 40 ^o C.
2	<i>Hard Hat</i>	Untuk pemakaian rutin, lakukan pencucian minimal seminggu sekali. Pencucian bisa menggunakan air sabun.	Disimpan di tempat penyimpanan tertutup dalam keadaan tertelungkup.
3	<i>Safety back support belt</i>	Pencucian secara manual (tidak menggunakan mesin), tidak menggunakan panas langsung, dan tidak menggunakan pemutih.	Simpan pada tempat penyimpanan tertutup
4	Respirator	Tidak boleh menggunakan solven dan minyak, boleh menggunakan sabun, suhu air tidak boleh lebih dari 49 ^o C. Boleh menggunakan sodium hipocloride.	Disimpan pada lokasi yang kering, bersih dan tidak terkontaminasi, hindarkan dari debu dan sinar matahari langsung. Sediakan plastik klip.
5	Masker	Bersihkan permukaan masker dari debu dengan cara menyeka dengan tissue atau kain. Boleh menggunakan semprotan angin yang lemah pada permukaannya, tetapi tidak boleh disemprotkan langsung. Jangan dicuci dengan air	Disimpan pada daerah yang kering, bersih dan tidak terkontaminasi, hindarkan dari debu dan sinar matahari langsung. Pisahkan respirator dari filternya.
6	<i>Safety Spectacle</i> / Kacamata pelindung	Diseka dengan kain lembut/ <i>tissue</i> , bila permukaan buram dapat dibasuh dengan air dan bila perlu ditambahkan sabun lunak.	Hindarkan dari benturan dan gesekan dengan benda yang keras.
7	<i>Earplug</i> /sumbat telinga	Cuci <i>earplug</i> dengan menggunakan sabun lunak, lebih baik bila dengan air hangat. Hindarkan penggunaan alcohol dan pembersih lain dari solven, kemudian keringkan pada suhu kamar.	Masukkan <i>earplug</i> ke dalam wadah. Simpan di tempat sejuk dan kering. Hindarkan tempat yang lembab dan terkena sinar matahari langsung.

No	Jenis APD	Cara Pembersihan	Cara Penyimpanan
8	<i>Safety shoes/</i> sepatu pelindung	Lakukan pembersihan dengan menggunakan sikat sepatu atau lap kain basah/kering. Penggunaan detergen bisa merusak kulit sepatu.	Simpan di tempat sejuk dan kering dengan sirkulasi udara yang cukup. Hindarkan tempat yang lembab dan terkena sinar matahari langsung.
9	Sarung tangan kain	Sarung tangan kain dapat dicuci dengan air dan detergen. Pengeringan dapat dilakukan	Simpan di tempat kering dan bersih
10	Sarung tangan karet	Sarung tangan karet dapat dicuci dengan air dan detergen. Pengeringan dapat dilakukan pada suhu kamar maupun sinar matahari	Simpan di tempat kering dan bersih
11	Sarung tangan kulit	Lakukan pengelapan dengan menggunakan kain lap basah. Usahakan pengeringan dilakukan pada suhu kamar. Pencucian bisa dilakukan seminggu sekali tanpa menggunakan detergen	Simpan di tempat kering dan bersih
12	<i>Faceshield/</i> pelindung wajah	Pencucian dapat dilakukan dengan menyeka dengan menggunakan kain lap basah maupun air.	Simpan di tempat kering dan bersih dan hindarkan dari benda keras dan tajam.
13	<i>Safety google/</i> pelindung mata	Cuci dengan menggunakan air bersih dan detergen.	Simpan di tempat bersih dan kering

6. Alat Pemadam Kebakaran

Bahaya kebakaran merupakan suatu bencana api yang sangat berbahaya, dan tidak kita kehendaki karena dapat memusnahkan harta benda ataupun jiwa manusia. Bagi suatu perusahaan, pemimpin perusahaan, kepala-kepala bengkel dan para pekerja harus mengetahui dan memahami akan pentingnya tindakan pencegahan kecelakaan pada suatu pekerjaan dan tempat kerja, walaupun harus dengan mengeluarkan pembiayaan yang cukup besar, untuk menanggulangi hal tersebut, karena begitu mutlak

diperlukan demi kepentingan keamanan, keselamatan dan kesinambungan kehidupan perusahaan tersebut.

a. Aspek dan Upaya Penanggulangan Kebakaran

Aspek-aspek yang harus mendapat perhatian dalam penanggulangan bahaya kebakaran, adalah :

1. Jenis api kebakaran
2. Jenis benda (bahan) yang dapat terbakar
3. Alat-alat dan bahan pemadam kebakaran
4. Orang-orang yang mendapat tugas regu-regu pemadam kebakaran
5. Petugas-petugas P3K.

Cara dan upaya menguasai kebakaran adalah :

1. Menghindari bahaya kebakaran.
2. Bertindak cepat, cekatan, tepat, tetapi tenang dan hati-hati.
3. Jangan panik, tidak berarti boleh lamban.
4. Menyelamatkan jiwa manusia, barang-barang/dokumen berharga, alat bangunan, mesin-mesin dan lain-lain.
5. Cegah tangkal terjadinya kebakaran
6. Mencegah api menjalar ke tempat lain.
7. Memadamkan api yang menyala.

b. Cara pemadaman kebakaran

1. Cara isolasi; yaitu dengan memutuskan (menutup) hubungan antara udara luar dengan benda terbakar
2. Cara pendinginan; yaitu dengan menyerap panas, antara lain dengan air, lumpur
3. Cara urai; yaitu dengan memindahkan sejauh mungkin benda-benda yang belum terbakar, sehingga api tidak dapat menjalar lebih lanjut

Perlu diperhatikan pada waktu memadamkan kebakaran, yaitu harus mengenal (mengetahui) jenis benda (bahan) yang terbakar dengan adanya:

- Bau asap: yaitu dan macamnya bau yang tercium, misalnya: antara bau karet dan bau textil.
- Warna asap, dari permulaan warna yang terlihat, misalnya: kebakaran minyak akan mengeluarkan warna hitam, kebakaran pospor akan mengeluarkan warna putih.
- Arah pemadaman api kebakaran, pancaran dan zat pemadam harus searah dengan arah angin, baik dari samping kiri maupun dari samping kanan.

c. Jenis-jenis/kelas kebakaran

- 1) Api kelas A; yaitu api dan kebakaran bahan-bahan benda padat (misalnya: kayu, textil dan lain-lain)
- 2) Api kelas B; yaitu api dan kebakaran bahan cairan (misalnya: bensin, minyak, dan lain-lain)
- 3) Api kelas C; yaitu api dan kebakaran bahan-bahan gas, acetyleen dan lain-lain.
- 4) Api kelas D; yaitu api dan akibat kebakaran aliran listrik
- 5) Api kelas E; yaitu api dan kebakaran logam.

Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor : Pe-04/80 Tanggal 14 April 1980 kebakaran dibedakan menjadi.

- Klas a : kebakaran benda padat
- Klas b : kebakaran benda cair/gas
- Klas c : kebakaran akibat listrik
- Klas d : kebakaran logam

d. Penyebab Kebakaran

Kebakaran dapat terjadi bila terdapat tiga hal sebagai berikut :

- 1) Terdapat bahan yang mudah terbakar baik berupa bahan padat cair atau gas (kayu, kertas, tekstil, bensin, minyak, acetelin, dan lain-lain).

- 2) Terdapat suhu yang tinggi yang disebabkan oleh sumber panas seperti sinar matahari, listrik (*kortsluiting*), panas energi mekanik (gesekan), reaksi kimia, kompresi udara.
- 3) Terdapat Oksigen (O₂) yang cukup kandungannya. Makin besar kandungan oksigen dalam udara maka nyala api akan semakin besar. Pada kandungan oksigen kurang dari 12% tidak akan terjadi kebakaran. Dalam keadaan normal kandungan oksigen di udara 21%, cukup efektif untuk terjadinya kebakaran

Jenis-jenis benda (bahan) yang mudah terbakar yaitu :

- 1) Bahan padat; kayu, bambu, textil, kertas, karet, aspal, lilin, sampah dan lain-lain
- 2) Bahan cairan; bensin, minyak lampu, solar, asam belerang dan lain-lain
- 3) Bahan gas, antara lain; gas acetylene, gas hidrogen dan lain-lain

e. Alat Pemadam Kebakaran

Alat pemadam api tradisional:

- 1) Pasir
 - 2) Tanah
 - 3) Air
 - 4) Dan lain-lain.
- Sangat baik untuk pemadaman awal.
 - Terutama dalam rumah tangga atau perkantoran yang tidak begitu luas.

Alat pemadam api modern

- 1) Alat penyembur kimia:
 - CO₂
 - *Dry chemical powder*
 - Busa
 - Hermatic

2) Hidrant kebakaran

f. Tanda Bahaya (Alarm)

1. *Rotary Hand Bell*

Jenis alarm ini ideal digunakan di lokasi untuk kemah, taman kota, dan kawasan penumpukan barang di luar ruangan. Jika terjadi kebakaran maka kaca penutup tombol alarm harus dipecah dan sirine tanda kebakaran akan berbunyi.



Gambar 16. *Rotary hand bell*

2. *Smoke detectors*

Jenis alarm ini lebih tahan lama dibanding alat lain. Kekuatan suara hingga 85db, mampu bertahan hingga 2 tahun, dengan supply baterai sekitar 9 volt. Detektor asap memiliki dua sensor yang berbeda. Pertama yang berhubungan dengan mata detektor, dan yang kedua melalui ionisasi.

Adanya asap akan dideteksi melalui mata detektor menggunakan inframerah untuk mendeteksi partikel unsur/butir di dalam atmosfir, sedangkan ionisasi detektor menggunakan komponen elektrik untuk menentukan kehadiran asap



Gambar 17. *Smoke detector*

3. *Stand Alone Alarm*

Kekuatan suara hingga 105 db dan dilengkapi strobe biru ekstra terang [cahaya/ ringan]. Biaya lebih rendah. *Stand Alone Alarm* ini ideal digunakan untuk tempat kerja dan gudang terisolasi. Sistem sprinkler otomatis adalah adalah kom-binasi dari deteksi panas dan pemadaman, ia bekerja secara otomatis penuh tanpa bantuan orang atau sistem lain. Sehingga system ini merupakan sistem penanggulangan/ pemadaman kebakaran yang paling efektif dibanding-kan dengan sistem hidran dan lainnya. Sebuah studi di Australia & New Zealand memberikan angka keberhasilan mencapai 99% (Marryat, 1988).



Gambar 18. *Sprinkle*

g. Jenis & Kegunaan Pemadam Api Ringan

1. Tabung Air Bertekanan (*Pressurized Water*)

Untuk memadamkan kebakaran yang melibatkan material mudah terbakar seperti kayu atau kertas (*Wood, paper, cloth, trash*)

- 2,5 gal. air pada 150-175 psi (waktu pemakaian debit sampai 1 menit).
- Memiliki pengukur tekanan untuk mengecek kapasitas visual.
- Maksimum jangkauan 30-40 ft efektif.
- Bisa dimulai dan berhenti sesuai kebutuhan.

Pemadaman mendinginkan bahan dibawah titik api kebakaran



Gambar 19. APAR *water pressure*

2. *Carbon Dioxide* (CO₂) Kelas "B" atau "C" kebakaran minyak, listrik
 - 2,5-100 lb gas CO₂ pada 150-200 psi ,(8-30 detik debit waktu pemakaian)
 - Mempunyai NO pengukur tekanan - berat kapasitas efektif diverifikasi jangkauan maksimum 3-8 *feet*
 - Memadamkan bahan terbakar dengan sangat halus.
 - Efektivitas menurun tingkat kebakaran bahan karena suhu pembakaran meningkat bahan



Gambar 20. APAR CO₂

3. Bahan Kimia Kering Multiguna (*Multipurpose Dry Chemical*)
 - Kebakaran. kelas "A", "B", atau "C"
 - Isi 2,5-20 lb bahan kimia kering (amonium fosfat) Tekanan gas nitrogen 50-200 psi dengan waktu (waktu debit 8-25 detik).
 - Memiliki pengukur tekanan untuk memungkinkan cek kapasitas visual.
 - Rentang semprotan efektif maksimum.5 -20 ft
 - Memadamkan dengan menekan tuas secara perlahan kearah bahan terbakar



Gambar 21. APAR *multipurpose dry chemical*

4. Kelas "D" Hanya pada logam terbakar. (*Combustible Metal*)
 - Tabung berisi serbuk kering bertekanan 30lb, penggunaan optimal pada logam terbakar (tersedia dalam container kapasitas besar ,dengan penggunaan secara manual)
 - Kemampuan jangkauan efektif 6-8 ft maks
 - Mengaktifkannya terlebih dahulu dengan membuka silinder nitrogen yang ada dibelakang tabung, guna menekan bagian badan tabung.
 - Memadamkan dengan mengarahkan nozzle pada titik api (bahan terbakar) secara perlahan
 - Untuk kebakaran yang melibatkan material mudah terbakar seperti kayu atau kertas, cairan dan gas mudah menyala,

kebakaran dimana ada listrik , kebakaran metal mudah menyala seperti magnesium.



Gambar 22. APAR kelas D

Adapun skema penggunaan APAR beserta dengan kelas kebakaran dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Know your Fire Extinguisher

					
<i>Symbols found on fire extinguishers and what they mean</i>	WATER	FOAM SPRAY	ABC POWDER	CARBON DIOXIDE	WET CHEMICAL
Wood, paper & textiles 	✓	✓	✓	✗	✓
Flammable Liquids 	✗	✓	✓	✓	✗
Flammable Gases 	✗	✗	✓	✗	✗
Electrical Contact 	✗	✗	✓	✓	✗
Cooking oils & fats 	✗	✗	✗	✗	✓

Gambar 23. Penggunaan APAR beserta kelas kebakaran

<http://area-tekniksipil.blogspot.com/2019/04/tipe-tipe-alat-pemadam-api-ringan-apor.html>

7. Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K)

Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K) adalah upaya pertolongan dan perawatan sementara terhadap korban kecelakaan sebelum mendapat pertolongan yang lebih sempurna dari dokter atau paramedik. Pertolongan tersebut bukan sebagai pengobatan atau penanganan yang sempurna, tetapi hanyalah berupa pertolongan sementara yang dilakukan oleh personal P3K (petugas medik atau orang awam) yang pertama kali melihat korban. Pemberian pertolongan harus secara cepat dan tepat dengan menggunakan sarana dan prasarana yang ada di tempat kejadian. Tindakan P3K yang dilakukan dengan benar akan mengurangi cacat atau penderitaan dan bahkan menyelamatkan korban dari kematian, tetapi bila tindakan P3K dilakukan tidak baik akan memperburuk akibat kecelakaan bahkan menimbulkan kematian. (Johnli Alfath, 2012).

a. Tujuan P3K

Tujuan dari P3K adalah sebagai berikut:

- 1) Menyelamatkan nyawa atau mencegah kematian :
 - Memperhatikan kondisi dan keadaan yang mengancam korban
 - Melaksanakan Resusitasi Jantung dan Paru (RJP) jika diperlukan
 - Mencari dan mengatasi pendarahan
- 2) Mencegah cacat yang lebih berat (mencegah kondisi memburuk) :
 - Mengadakan diagnosa
 - Menangani korban dengan prioritas yang logis
 - Memperhatikan kondisi atau keadaan (penyakit) yang tersembunyi.
- 3) Menunjang penyembuhan :
 - Mengurangi rasa sakit dan rasa takut
 - Mencegah infeksi
 - Merencanakan pertolongan medis serta transportasi korban dengan tepat

b. Prosedur Pertolongan Pertama Secara Darurat

Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K) merupakan pertolongan pertama yang harus segera diberikan kepada korban yang mendapatkan kecelakaan atau penyakit mendadak dengan cepat dan tepat sebelum korban dibawa ke tempat rujukan atau rumah sakit. P3K yang dimaksud yaitu memberikan perawatan darurat pada korban, sebelum pertolongan pertama yang lengkap diberikan oleh dokter atau petugas kesehatan lainnya.

P3K diberikan untuk menyelamatkan korban, meringankan penderitaan korban, mencegah cedera atau penyakit yang lebih parah, mempertahankan daya tahan korban, dan mencarikan pertolongan yang lebih lanjut. Adapun prinsip-prinsip pertolongan terhadap korban serta beberapa peralatan yang diperlukan terhadap korban namun tidak semua ada, akan tetapi kita dituntut kreatif dan mampu menguasai setiap keadaan.

c. Prinsip Dasar

Adapun prinsip-prinsip dasar dalam menangani suatu keadaan darurat tersebut diantaranya:

- 1) Pastikan anda bukan menjadi korban berikutnya. Seringkali kita lengah atau kurang berfikir panjang bila kita menjumpai suatu kecelakaan. Sebelum kita menolong korban, periksa dulu apakah tempat tersebut sudah aman atau masih dalam bahaya.
- 2) Pakailah metode atau cara pertolongan yang cepat, mudah dan efisien. Hindarkan sikap sok pahlawan. Pergunakanlah sumber daya yang ada baik alat, manusia maupun sarana pendukung lainnya. Bila anda bekerja dalam tim, buatlah perencanaan yang matang dan dipahami oleh seluruh anggota.
- 3) Biasakan membuat catatan tentang usaha-usaha pertolongan yang telah anda lakukan, identitas korban, tempat dan waktu kejadian, dan sebagainya. Catatan ini berguna bila penderita mendapat rujukan atau pertolongan tambahan oleh pihak lain.

d. Sistematika Pertolongan Pertama

Secara umum urutan pertolongan pertama pada korban kecelakaan adalah sebagai berikut:

- 1) Jangan panik.
- 2) Jauhkan atau hindarkan korban dari kecelakaan berikutnya.
- 3) Perhatikan pernafasan dan denyut jantung korban.
- 4) Menghentikan pendarahan.
- 5) Perhatikan tanda-tanda shock.
- 6) Jangan memindahkan korban secara terburu-buru.
- 7) Segera transportasikan korban ke sentral pengobatan

Adapun susunan prioritas pemberian pertolongan pertama pada kecelakaan yaitu pada korban:

- 1) Henti napas.
- 2) Henti jantung.
- 3) Pendarahan berat.
- 4) Syok ketidaksadaran.
- 5) Pendarahan ringan.
- 6) Patah tulang atau cedera lain.

e. Peralatan Pertolongan Pertama

Adapun Peralatan Pertolongan Pertama lainnya adalah:

1. Penutup Luka
 - Kasa Steril
 - Bantalan Kasa
2. Pembalut, contoh:
 - Pembalut Gulung / Pipa
 - Pembalut Segitiga / Mitela
 - Pembalut Tubuler / Tabung
 - Pembalut Rekat / Plester
3. Cairan Antiseptik, contoh:

- Alkohol 70%
 - *Povidone iodine* 10%
4. Cairan Pencuci Mata
 - Boorwater
 5. Peralatan Stabilisasi, contoh:
 - Bidai
 - Papan Spinal Panjang
 - Papan Spinal Pendek
 6. Gunting Pembalut
 7. Pinset
 8. Senter
 9. Kapas
 10. Selimut.
 11. Kartu Korban
 12. Alat Tulis
 13. Oksigen
 14. Tensimeter dan Stetoskop
 15. Tandu

8. Penyusunan Program K3 Industri Perkapalan

Industri perkapalan merupakan salah satu industri manufaktur yang mempekerjakan banyak tenaga kerja. Kegiatan yang sangat padat dan aktivitas tinggi, ruangan yang terbatas, pekerjaan panas, pekerjaan dalam ketinggian, penggunaan alat berat dan masih banyak lain merupakan potensi bahaya pada pekerjaan ini. Dalam mewujudkan lingkungan kerja yang aman, manajemen perusahaan atau pengurus harus melakukan upaya penerapan keselamatan dan kesehatan kerja. Dalam memperbaiki kondisi kerja fasilitas pembangunan dan perbaikan kapal harus diterapkan dengan pendekatan yang inklusif dan sistematis agar dapat membawa praktik-praktik K3 yang ada sesuai dengan standard. Dengan tujuan mencapai kondisi K3 yang dapat berterima dan kuat secara lingkungan kerja, hal ini harus dilakukan melalui pelaksanaan sistem manajemen K3.



Gambar 24. Pembangunan kapal

Dalam penyusunan program K3 industri perkapalan, langkah yang perlu dilakukan adalah membuat daftar keperluan di perusahaan untuk pemenuhan syarat K3. Sebagai pedoman, dapat menggunakan kriteria yang ada di dalam Peraturan Pemerintah RI Nomor 50 Tahun 2012 tentang Sistem Manajemen K3. Berikut adalah beberapa kriteria yang perlu diperhatikan dalam menyusun program K3:

a. Penetapan kebijakan K3;

Kebijakan K3 perusahaan merupakan arahan yang bersifat menyeluruh bagi perusahaan terkait dengan kinerja K3 dan secara formal dipublikasikan.

sebagai contoh :

KEBIJAKAN K3

PT. XXX SHIPYARD

Perusahaan berkomitmen untuk meningkatkan kepuasan pelanggan dan menyediakan tempat kerja yang sehat dan aman bagi pekerja dan pelanggan dengan penerapan program perbaikan berkelanjutan melalui Sistem Manajemen Kesehatan & Keselamatan Kerja dengan cara :

1. Menetapkan tujuan, merencanakan, melaksanakan dan mengevaluasi sasaran dan program Manajemen K3 (Kesehatan & Keselamatan

Kerja) secara berkala agar selaras, baik dengan perkembangan kondisi perusahaan, peraturan atau standar yang berlaku dan harapan pelanggan.

2. Mematuhi perundang-undangan dan persyaratan lainnya yang berkaitan dengan K3, serta mengintegrasikannya ke dalam semua aspek kegiatan operasi.
3. Melaksanakan identifikasi bahaya sesuai dengan sifat dan skala risiko K3 dalam semua aktivitas operasi.
4. Menyediakan kerangka kerja untuk menetapkan dan meninjau sasaran-sasaran K3.
5. Menyediakan sumber daya yang cukup untuk mengimplementasikan SMK3.
6. Mendokumentasikan, menerapkan dan memelihara SMK3.
7. Mengkomunikasikan dan menanamkan kesadaran akan kebijakan ini kepada semua personil secara berkala.

b. Perencanaan K3;

Elemen mencakup :

- Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, dan Pengendalian Risiko
- Perundang-Undangan dan Persyaratan K3 Lainnya
- Sasaran dan Program K3
- sumber daya yang dimiliki.

c. Pelaksanaan rencana K3;

Elemen mencakup :

- Sumber Daya, Peran, Tanggung Jawab, Tanggung Gugat, dan Wewenang
- Pelatihan, Kepedulian, dan Kompetensi
- Komunikasi, Partisipasi, dan Konsultasi
- Pendokumentasian dan Pengendalian Dokumen

- Pengendalian Operasi
- Kesiagaan dan Tanggap Darurat

d. Pemantauan dan evaluasi kinerja K3;

Elemen Mencakup :

- Pemantauan dan Pengukuran
- Kecelakaan, Insiden, Ketidaksesuaian, serta Tindakan Perbaikan dan
- Pencegahan
- Pengendalian Rekaman
- Audit Internal

e. Peninjauan dan peningkatan kinerja SMK3.

Elemen mencakup : Tinjauan Manajemen

Untuk syarat-syarat dalam menyusun program-program K3 untuk mencapai sasaran/tujuan/target K3 antara lain ialah :

- a. Penetapan tanggung jawab terkait tingkatan struktur organisasi (perusahaan).
- b. Terdapat kerangka jadwal rencana pencapaian program-program K3.
- c. Ditinjau secara berkala yang direncanakan menurut jangka waktu tertentu dan disesuaikan seperlunya untuk menjamin tercapainya sasaran /tujuan/target K3 organisasi (perusahaan).

Tabel 2. Sasaran dan Program K3

Logo	Nama Perusahaan		
			
Sasaran dan Program K3			
Sasaran	Program	Jadwal	Wewenang
Tidak ada kecelakaan kerja yang menghilangkan waktu kerja tenaga kerja melebihi 2x24 jam dan atau terhentinya proses melebihi shift berikutnya	Merekrut Ahli K3 Umum untuk merencanakan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Penerapannya serta melakukan identifikasi bahaya dan rencana pengendalian terhadapnya	Februari 2018	HRD
	Membentuk Panitia Pembina Keselamatan dan Kesehatan Kerja (P2K3) sesuai perundang-undangan yang berlaku untuk mendukung berjalannya penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja	Maret 2018	Pimpinan Perusahaan
	Menyediakan sumber daya yang dibutuhkan sesuai identifikasi bahaya dan perencanaan penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja	Juni 2018	HRD
Meningkatkan derajat kesehatan kerja tenaga kerja	Ikut serta dalam program BPJS Kesehatan dan BPJS Ketenagakerjaan Pemerintah	Maret 2018	HRD dan Ahli K3 Umum
	Melaksanakan kerjasama dengan rumah sakit terdekat sebagai rujukan penanganan kecelakaan kerja ataupun keadaan darurat di tempat kerja	Maret 2018	HRD
	Menyediakan kantin tenaga kerja dan bekerja sama dengan jasa catering penyedia makanan sehat dengan harga yang terjangkau oleh tenaga kerja	Mei 2018	HRD dan Ahli K3 Umum
Meningkatkan pengetahuan tenaga kerja mengenai Keselamatan dan Kesehatan Kerja di tempat kerja	Melaksanakan pendidikan dan pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja sesuai dengan kebutuhan, keahlian dan kompetensi tenaga kerja secara rutin baik dilaksanakan sendiri maupun pihak luar	Juni 2018	HRD dan Ahli K3 Umum
	Menjalin kerjasama dengan dinas-dinas terkait yang memiliki kewenangan khusus untuk memberikan pelatihan/pendidikan K3 di tempat kerja	Mei 2018	HRD dan Ahli K3 Umum
Meningkatkan dan memelihara kinerja K3 Perusahaan	Melaksanakan audit internal Sistem Manajemen Keselamatan Kerja minimal setiap enam bulan sekali ataupun jika ada kondisi yang memerlukan tindakan audit Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja baik secara internal maupun eksternal	Januari 2018	P2K3

Jakarta, 01 Januari 2018

Nama Terang
Pimpinan Perusahaan

Daftar Dokumen Induk K3 digunakan untuk mengidentifikasi dokumen-dokumen apa saja yang digunakan dalam penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Formulir ini juga bermanfaat untuk mengendalikan dokumen-dokumen K3 yang terdistribusi dalam penerapan Sistem Manajemen K3.

Identifikasi dokumen memuat antara lain :

- a. Jenis dan Tingkatan (Level) Dokumen K3.
- b. Nomor Dokumen K3.
- c. Tanggal Terbit Dokumen K3.
- d. Judul Dokumen K3.
- e. Nomor Revisi Dokumen K3.
- f. Tanggal Revisi Dokumen K3.
- g. Penyusun Dokumen K3.
- h. Pemberi Persetujuan Dokumen K3.
- i. Penanggung Jawab Perawatan dan Penyimpanan Dokumen K3.
- j. Lokasi Penyimpanan Dokumen K3.
- k. Masa Simpan Dokumen K3.
- l. Keterangan lain-lain yang relevan dengan dokumen K3.

Beberapa Jenis dan Tingkatan (Level) Dokumen K3 antara lain :

- a. Dokumen Tingkat I (Satu): Pedoman (Manual) Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
- b. Dokumen Tingkat II (Dua): Prosedur Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
- c. Dokumen Tingkat III (Tiga): Instruksi Kerja Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
- d. Dokumen Tingkat IV (Empat): Formulir/Catatan/Rekaman/Laporan Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
- e. Dokumen Tingkat IV (Lima): Pengumuman dan Surat-Menyurat.

Diharapkan dengan formulir ini, petugas K3 dapat dengan lebih mudah mengidentifikasi serta mengelola dokumen-dokumen apa saja yang digunakan dalam penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja.

Contoh Formulir Daftar Dokumen Induk K3 :

Tabel 3. Dokumen Induk K3

Logo dan Nama Perusahaan		DAFTAR DOKUMEN INDUK K3										No Dok : P/FRM/K3/000		
												Terbit : 01 Februari 2013		
												No Rev : 0		
												Tgl Rev :-		
												Hal : 1/1		
No	Nomor	Terbit	Judul	Revisi		Penyusun	Persetujuan	Penanggung Jawab	Lokasi	Masa Simpan	Keterangan			
				No	Tanggal									
A. Pedoman (Manual) Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (Tingkat I)														
1.	P/FRM/K3/001	01/01/2013	Pedoman (Manual) Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja Perusahaan	1	31/01/2013	Sekretaris P2K3	Ketua P2K3	Sekretaris P2K3	Lemari Dokumen K3-001	Tidak terbatas	Revisi 0 masih disimpan			
B. Prosedur Keselamatan dan Kesehatan Kerja (Tingkat II)														
1.	P/SOP/K3/001	01/02/2013	Prosedur Identifikasi Bahaya, Penilaian dan Pengendalian Resiko K3			Sekretaris P2K3	Ketua P2K3	Sekretaris P2K3	Lemari Dokumen K3-001	Tidak terbatas				
2.	P/SOP/K3/002	01/02/2013	Prosedur Identifikasi Peraturan Penunjang-undangan dan Persyaratan K3 Lainnya			Sekretaris P2K3	Ketua P2K3	Sekretaris P2K3	Lemari Dokumen K3-001	Tidak terbatas				
3.	P/SOP/K3/003	01/02/2013	Prosedur Pelatihan K3			Sekretaris P2K3	Ketua P2K3	Sekretaris P2K3	Lemari Dokumen K3-001	Tidak terbatas				
4.	P/SOP/K3/004	01/02/2013	Prosedur Komunikasi K3			Sekretaris P2K3	Ketua P2K3	Sekretaris P2K3	Lemari Dokumen K3-001	Tidak terbatas				
5.	P/SOP/K3/005	01/02/2013	Prosedur Partisipasi dan Konsultasi K3			Sekretaris P2K3	Ketua P2K3	Sekretaris P2K3	Lemari Dokumen K3-001	Tidak terbatas				
6.	P/SOP/K3/006	01/02/2013	Prosedur Pengendalian Dokumen K3			Sekretaris P2K3	Ketua P2K3	Sekretaris P2K3	Lemari Dokumen K3-001	Tidak terbatas				
7.	P/SOP/K3/007	01/02/2013	Prosedur Tanggap Darurat K3			Sekretaris P2K3	Ketua P2K3	Sekretaris P2K3	Lemari Dokumen K3-001	Tidak terbatas				
8.	P/SOP/K3/008	01/02/2013	Prosedur Pengukuran dan Pemantauan Kinerja K3			Sekretaris P2K3	Ketua P2K3	Sekretaris P2K3	Lemari Dokumen K3-001	Tidak terbatas				
9.	P/SOP/K3/009	01/02/2013	Prosedur Penilaian Kesesuaian Penerapan Penunjang-undangan dan Persyaratan K3 Lainnya			Sekretaris P2K3	Ketua P2K3	Sekretaris P2K3	Lemari Dokumen K3-001	Tidak terbatas				
10.	P/SOP/K3/010	01/02/2013	Prosedur Investigasi Insiden/Kecelakaan Kerja			Sekretaris P2K3	Ketua P2K3	Sekretaris P2K3	Lemari Dokumen K3-001	Tidak terbatas				
11.	P/SOP/K3/011	01/02/2013	Prosedur Identifikasi Ketidaksihuan, Tindakan Perbaikan dan Pencegahan			Sekretaris P2K3	Ketua P2K3	Sekretaris P2K3	Lemari Dokumen K3-001	Tidak terbatas				
12.	P/SOP/K3/012	01/02/2013	Prosedur Audit Internal Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja			Sekretaris P2K3	Ketua P2K3	Sekretaris P2K3	Lemari Dokumen K3-001	Tidak terbatas				
C. Instruksi Kerja Keselamatan dan Kesehatan Kerja (Tingkat III)														
1.	P/IK/K3/001	01/02/2013	Instruksi Kerja Penggunaan Tabung Pemadam Kebakaran			Sekretaris P2K3	Ketua P2K3	Sekretaris P2K3	Lemari Dokumen K3-002	Tidak terbatas				
2.	P/IK/K3/002	01/02/2013	Instruksi Kerja Penggunaan Hidran			Sekretaris P2K3	Ketua P2K3	Sekretaris P2K3	Lemari Dokumen K3-002	Tidak terbatas				
D. Formulir/Laporan/Catatan/Bekaman K3 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (Tingkat IV)														
1.	P/FRM/K3/000	01/02/2013	Daftar Dokumen Induk Dokumen K3			Sekretaris P2K3	Ketua P2K3	Sekretaris P2K3	Pintu Lemari Dokumen K3	Tidak terbatas				
2.	P/FRM/K3/001	01/02/2013	Identifikasi Bahaya, Penilaian dan Pengendalian Resiko K3			Sekretaris P2K3	Ketua P2K3	Sekretaris P2K3	Order Dokumen K3-001	Tidak terbatas				
3.	P/FRM/K3/002	01/02/2013	Tindak Lanjut Penerimaan K3			Sekretaris P2K3	Ketua P2K3	Sekretaris P2K3	Order Dokumen K3-002	Minimal 3 Tahun				
4.	P/FRM/K3/003	01/02/2013	Identifikasi Perundang-undangan dan Persyaratan K3 Lainnya			Sekretaris P2K3	Ketua P2K3	Sekretaris P2K3	Order Dokumen K3-003	Tidak terbatas				
Catatan :														
						Disusun Sekretaris P2K3		Diperiksa Ketua P2K3		Mengetahui Pimpinan Perusahaan				
						Nama : Tanggal :		Nama : Tanggal :		Nama : Tanggal :				

D. Rangkuman

1. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan salah satu aspek penting dalam keberhasilan sebuah industri/perusahaan.
2. Peraturan tentang K3 yang berlaku di negara Indonesia diantaranya :
 - Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970
 - Undang-undang Nomor 23 Tahun 1992
 - Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 05 Tahun 1996.
 - Undang-undang Nomor 13 tahun 2003
 - Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 04 Tahun 1967
 - Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. 03/MEN/98
 - Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2012
 - Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 02 Tahun 1992
3. Sistem Manajemen Keselamatan dan kesehatan kerja (SMK3) adalah bagian dari sistem manajemen secara keseluruhan yang meliputi struktur organisasi, perencanaan, tanggung jawab, pelaksanaan, prosedur, proses dan sumberdaya yang dibutuhkan bagi pengembangan, penerapan, pencapaian, pengkajian dan pemeliharaan kebijakan keselamatan dan kesehatan kerja dalam rangka pengendalian risiko yang berkaitan dengan kegiatan kerja guna terciptanya tempat kerja yang aman, efisien dan produktif.
4. Setiap proses produksi, peralatan/mesin, dan tempat kerja yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk selalu mengandung potensi bahaya tertentu yang jika tidak mendapatkan perhatian khusus dapat menimbulkan kecelakaan kerja.
5. Rambu (K3) merupakan alat bantu untuk membantu menginformasikan bahaya dan untuk melindungi kesehatan dan keselamatan para pekerja atau pengunjung yang berada di tempat kerja.
6. Penggunaan APD merupakan suatu kewajiban yang harus diikuti oleh para pekerja maupun orang lain yang ada di tempat kerja yang dapat menimbulkan Kecelakaan Kerja maupun Penyakit Akibat Kerja (PAK).
7. Kebakaran merupakan salah satu potensi bahaya pada proses pekerjaan, penanggulangan dan penggunaan alat pemadam kebakaran merupakan salah satu hal terpenting dalam K3.

8. Keterampilan Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K) salah satu yang wajib dimiliki oleh pekerja sebagai salah satu upaya peningkatan K3.
9. Industri perkapalan merupakan salah satu industri padat karya yang memiliki banyak potensi bahaya, sehingga diperlukan manajemen K3 yang baik.

Pembelajaran 2. Gaya dan Tegangan pada Konstruksi

A. Kompetensi

Setelah mempelajari keseluruhan materi pada pembelajaran ini, Anda diharapkan dapat merancang konstruksi kapal dengan mandiri.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Setelah mempelajari materi dalam pembelajaran ini, Anda dapat :

1. Mampu menjelaskan jenis-jenis kapal
2. Mampu menjelaskan bagian-bagian kapal
3. Mampu menjelaskan ukuran utama kapal
4. Mampu menghitung volume dan berat kapal
5. Mampu menghitung koefisien bentuk kapal
6. Mampu menghitung metacentra dan titik dalam kapal
7. Mampu menganalisis *lines plan*
8. Mampu menganalisis *freeboard* dan *load line* kapal
9. Mampu mengevaluasi stabilitas kapal
10. Mampu merancang konstruksi kapal

C. Uraian Materi

1. Jenis-Jenis Kapal

Secara umum penggolongan kapal dapat dibedakan menjadi :

A. Kapal Menurut Bahannya

- a. Kapal kayu adalah kapal yang seluruh konstruksi badan kapal dibuat dari kayu.
- b. Kapal fiberglass adalah kapal yang seluruh konstruksi badan kapal dibuat dari fiberglass.

- c. Kapal ferro cement adalah kapal yang dibuat dari bahan semen yang diperkuat dengan baja sebagai tulang-tulanganya.
- d. Kapal baja adalah kapal yang seluruh konstruksi badan kapal dibuat dari baja.

B. Kapal Berdasarkan Alat Penggeraknya

Penggerak kapal juga menentukan klasifikasi kapal sesuai dengan tujuannya.

- a. Kapal dengan menggunakan alat penggerak layar.
- b. Kapal dengan menggunakan alat penggerak *padle wheel*.
- c. Kapal dengan menggunakan alat penggerak *jet propulsion*
- d. Kapal dengan menggunakan alat penggerak propeller (baling-baling).

C. Kapal Berdasarkan Mesin Penggerak Utamanya

Beberapa faktor ekonomis dan faktor-faktor desain akan menentukan mesin yang cocok untuk dipasang pada suatu kelas tertentu dari sebuah kapal.

Jenis-jenis yang biasa dipakai diantaranya:

- a. Mesin uap torak (*Steam reciprocating engine*)
- b. Turbine uap (*Steam turbine*)
- c. *Turbine electric drive*
- d. Motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*)
- e. *Gas turbine*
- f. *Nuclear Engine*

D. Kapal Khusus Berdasarkan Fungsinya

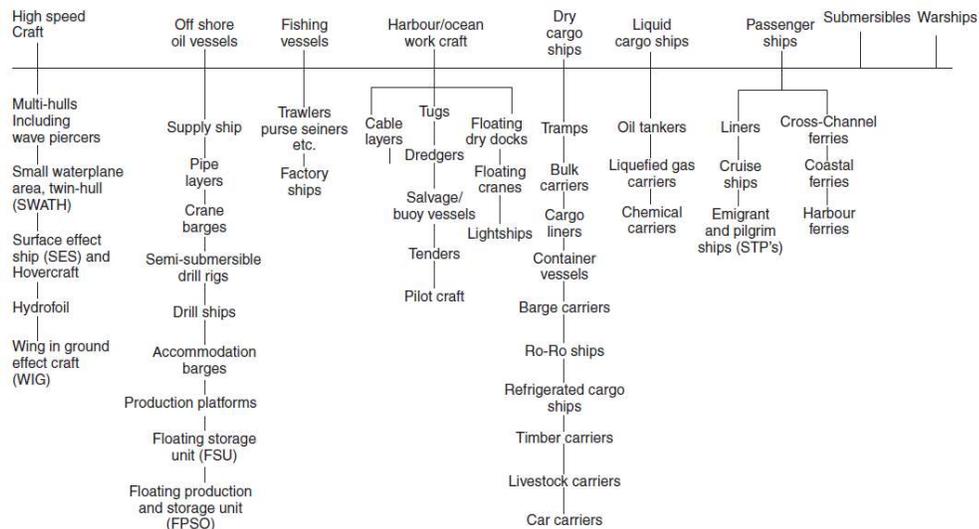
Kapal-kapal yang digunakan dalam kegiatan bukan untuk perang, akan disebut juga sesuai dengan barang/muatan yang pokok pada kapal itu.

- a. Kapal dengan muatan barang disebut kapal barang (*cargo ship*).

- b. Kapal dengan muatan barang dan penumpang disebutk barang penumpang (*cargo passanger ship*).
- c. Kapal penumpang (*passanger ship*) ialah kapal yang khusus mengangkut penumpang.
- d. Kapal pengangkut kayu (*timber carrier* atau *log carrier*)
- e. Kapal yang mengangkut muatan cair misalnya (kapal tanker)
- f. Kapal pen gangkut peti kemas (*container ship*)
- g. Kapal pengangkut muatan curah (*bulk carrier*).
- h. Kapal pendingin. (*refrigated cargo vessels*).
- i. Kapal pengangkut ternak.

E. Kapal-kapal Khusus

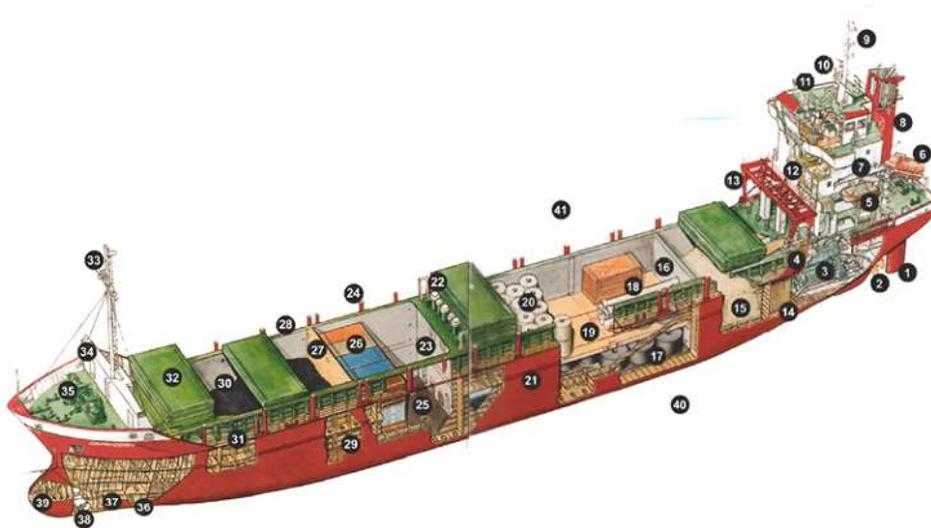
- Kapal Keruk (dredger).
- Kapal Tunda
- Kapal Penangkap Ikan
- Kapal Pemadam Kebakaran
- Kapal Peneliti
- Kapal Rumah Sakit
- Kapal Perang



Gambar 25. Tipe kapal (Eyres, 2001)

2. Bagian Kapal

K. Van Dokkum (2003). *Ship Knowledge, a Modern Encyclopedia*, 3rd edition, Enkhuizen, Netherland, DOKMAR

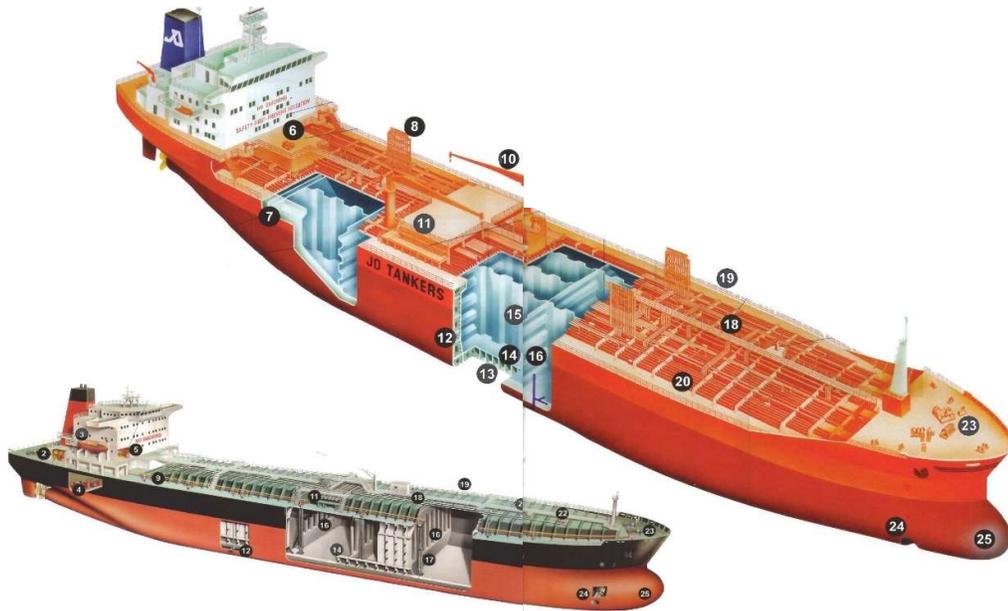


Gambar 26. General cargo

- | | |
|--|---|
| 1. Rudder | 20. General cargo, rolls of paper |
| 2. Propeller | 21. Shear strake |
| 3. Main engine with gearbox and shaft generator | 22. Hold fan |
| 4. CO ₂ bottles in CO ₂ room | 23. Fixed bulkhead |
| 5. Man overboard boat (MOB) | 24. Container pedestal |
| 6. Free fall lifeboat | 25. Tanktop, max. load 15 tf m ² |
| 7. Crane for MOB, lifeboat, liferaft and provisions. | 26. Containers, 5 rows. 3 bays |
| 8. Funnel with all exhaust pipes | 27. Vertical bulkhead or pontoon |
| 9. Rear mast with navigation lights | 28. Hatch coaming |
| 10. Cross trees with radarscanners | 29. Wing tank (ballast) |
| 11. Topdeck with magnetic compass and search light | 30. Bulk cargo |
| 12. Accommodation | 31. Gangway |
| 13. Hatch cradle | 32. Stacked hatches |
| 14. Heavy fuel oil tank | 33. Top light, range light |
| 15. Bulk cargo | 34. Breakwater |
| 16. Vertical bulkhead or pontoon | 35. Anchor winch |
| 17. Heavy cargo, steel coils | 36. Collision bulkhead |
| | 37. Deeptank |
| | 38. Bow thruster in nozzle |
| | 39. Forepeak tank in bulbous stem |
| | 40. Port side |

- 18. Project cargo
- 19. Horizontal decks or hatchcovers

41. Starboard side



Gambar 27. Chemical tanker and a product tanker

- | | |
|--|---|
| 1. Balanced rudder with conventional propeller | 13. Double bottom tank |
| 2. Auxiliary unit | 14. Tanktop |
| 3. Lifeboat in gravity davits | 15. Longitudinal vertically corrugated bulkhead |
| 4. Hydraulic prime mover | 16. Transverse horizontally corrugated bulkhead |
| 5. Cargo control room | 17. Cargo pump |
| 6. Tank heating / tank wash room
Cofferdam. empty space between two tanks | 18. Catwalk |
| 7. Vent pipes with pressure-vacuum valves | 19. Railing |
| 8. Hydraulic high pressure oil- and return lines for anchor and mooring gear | 20. Deck longitudinals |
| 9. Hose crane | 21. Deck transverses |
| 10. Manifold | 22. Cargo heater |
| 11. Wing tank in double hull | 23. Forecastle deck with anchor-mooring gear and mooring gear |
| 12. Double bottom tank | 24. Bow thruster |
| | 25. Bulbous bow |

3. Ukuran Utama Kapal

a. Panjang kapal

Loa : *Length over all*

Adalah panjang kapal keseluruhan yang diukur dari ujung buritan sampai ujung haluan

LPP : *Length between perpendiculars.*

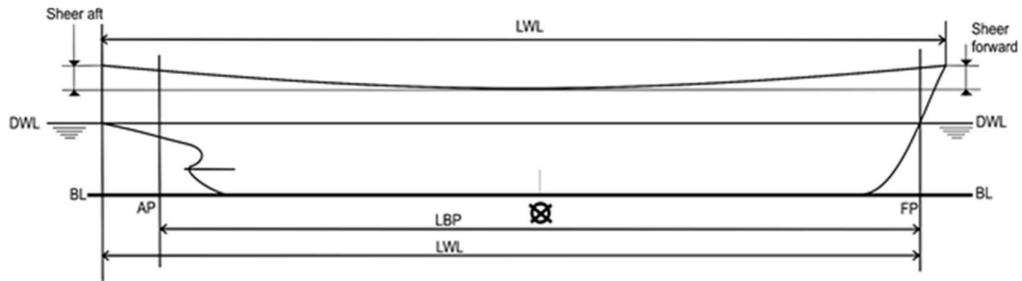
Panjang antara kedua garis tegak buritan dan garis tegak haluan yang diukur pada garis air muat.

AP : Garis tegak buritan (*After perpendicular*) Letaknya pada linggi kemudi bagian belakang atau pada sumbu poros kemudi.

FP : Garis tegak haluan (*Fore perpendicular*) Adalah merupakan perpotongan antara linggi haluan dengan garis air muat.

Lwl : Panjang garis air (*Length of water line*)

Adalah jarak mendatar antara ujung garis muat (garis air), yang diukur dari titik potong dengan linggi buritan sampai titik potongnya dengan linggi haluan dan diukur pada bagian luar linggi buritan dan linggi haluan



Gambar 28. Tampak samping kapal

b. Lebar Kapal

B : *Breadth* (lebar yang direncanakan)

Adalah jarak mendatar dari gading tengah yang diukur pada bagian luar gading. (tidak termasuk tebal pelat lambung).

Bwl : *Breadth of water line* (lebar pada garis air muat)

Adalah lebar yang terbesar yang diukur pada garis air muat.

Boa : *Breadth over all* (lebar maksimum)

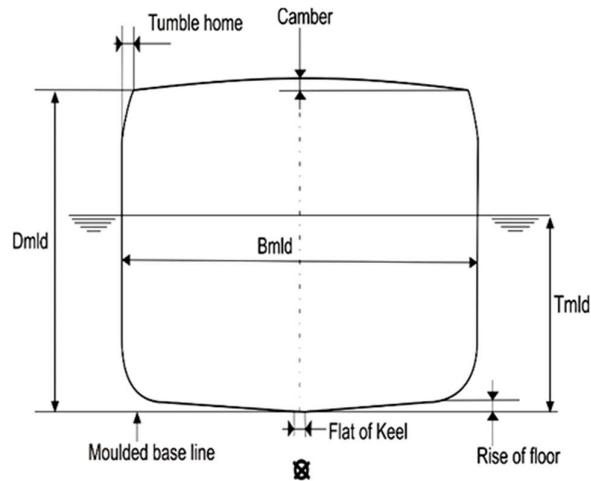
Adalah lebar terbesar dari kapal yang diukur dari kulit lambung kapal disamping kiri sampai kulit lambung kapal samping kanan.

H (D) : *Depth* (tinggi terendah dari geladak)

Adalah jarak tegak dari garis dasar sampai garis geladak yang terendah, umumnya diukur di tengah–tengah panjang kapal.

T : *Draft* (sarat yang direncanakan).

Adalah jarak tegak dari garis dasar sampai pada garis air muat.



Gambar 29. Tampak melintang kapal

Amidship

Tengah kapal adalah titik tengah antara garis tegak haluan/FP dan garis tegak buritan/AP

Midship section

Adalah *station/section* pada tengah kapal/Amidship

Bmld (Lebar kapal/Breadth molded)

adalah lebar kapal molded yang diukur pada tengah kapal pada sisi luar gading/ sisi dalam kulit

Dmld (Tinggi molded/Depth molded)

adalah jarak vertikal pada amidship yang diukur dari sisi atas Lunas/keel ke sisi bawah pelat geladak pada tepi kapal

Tmld (Sarat molded/Draft molded)

adalah jarak vertikal yang diukur dari sisi atas Lunas/keel ke Garis air/WL

Keel Point (Titik lunas)

Adalah titik yang terletak pada tengah kapal/amidship, pada Garis tengah/Centreline dan sisi atas Lunas/keel

Molded Base Line

Adalah garis horizontal yang melalui keel point, garis ini digunakan sebagai garis referensi perhitungan hidrostatis

Sheer

Adalah kelengkungan horizontal geladak kapal, diukur dari perbedaan tinggi berbagai posisi dan tinggi pada tengah kapal, pada umumnya sheer bagian depan lebih tinggi dibanding bagian belakang, desain kapal modern pada saat ini banyak kapal yang tidak memiliki sheer

Camber

Kelengkungan transversal geladak kapal, diukur dari perbedaan antara tinggi bagian tengah kapal dan tinggi pada sisi kapal

Rise of Floor

adalah kemiringan pelat dasar kapal diukur secara transversal pada amidship dan Bmid

Tumble home

lengkungan kedalam pada sisi tengah kapal

Centreline plane/Middle line plane, (bidang tengah)

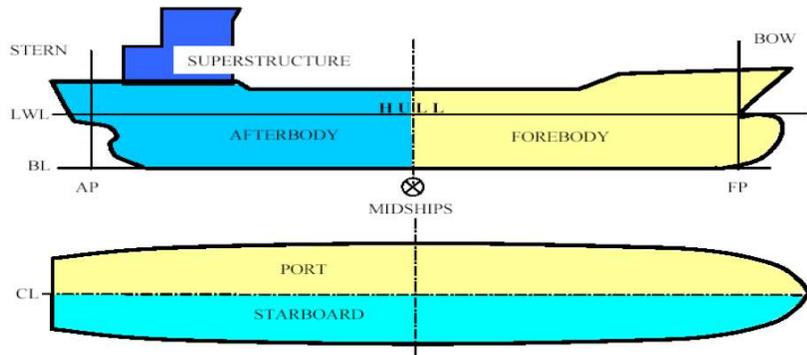
Adalah bidang vertical pada garis tengah/ centreline yang membagi kapal secara simetri

Water planes (bidang garis air)

Adalah bidang yang dibatasi oleh garis air

Freeboard (lambung bebas)

Adalah jarak vertikal antara garis air yang diijinkan dan sisi atas geladak pada tepi geladak tengah kapal



Gambar 30. Tampak atas kapal

4. Koefisien Bentuk Kapal

a. Koefisien Garis Air (*Water Plane Area*)

Koefisien Garis Air atau dengan notasi c_w adalah perbandingan antara luas bidang garis muat (A_{WL}) dengan sebuah persegi empat dengan panjang L_{WL} dan lebar B . Dengan dalam bentuk persamaan adalah

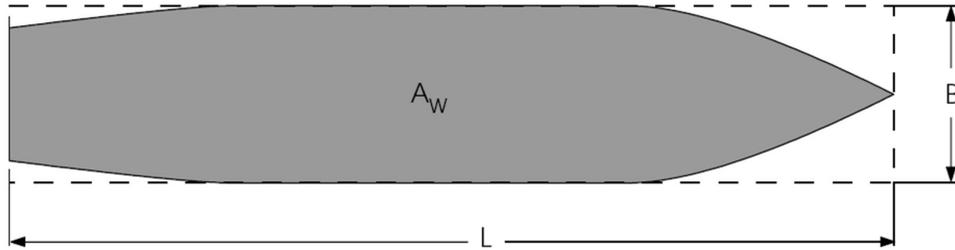
$$c_w = \frac{A_{WL}}{L_{WL} \cdot B}$$

Di mana,

A_{WL} = Luas bidang garis muat

L_{WL} = Panjang garis air

B = lebar kapal (lebar garis air)



Gambar 31. Perbandingan A_{WL} dengan Perkalian antara L_{WL} dan B

b. Koefisien Blok (*Block Coefficient*)

Koefisien Blok dengan notasi c_B adalah harga perbandingan Volume *displacement* kapal dengan balok yang memiliki Panjang = L_{WL} , Lebar = B , Sarat air = T . Dalam bentuk persamaan dapat dituliskan

$$c_B = \frac{V}{L_{WL} \cdot B \cdot T}$$

Di mana,

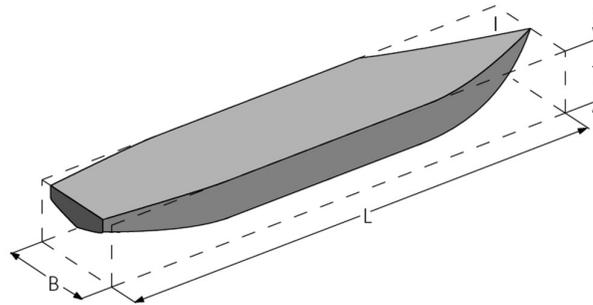
V = Volume Displacement

L_{WL} = Panjang Garis Air

B = Lebar

T = Sarat

Dengan harga c_B dapat dilihat apakah badan kapal mempunyai bentuk yang gemuk atau ramping. Pada umumnya kapal-kapal mempunyai c_B yang kecil dan sebaliknya kapal-kapal muatan barang mempunyai c_B yang besar. Harga c_B terletak antara 0.2 sampai dengan 0.84.



Gambar 32. Perbandingan *Volume Displacement* dengan Perkalian antara L_{WL} , B dan T

c. Koefisien Luas Bidang Midship (*Midship Coefficient*)

Koefisien Midship dengan Notasi C_M merupakan harga perbandingan Luas bagian tengah kapal (Midship) yang tercelup ke dalam air dengan segi empat yang memiliki Lebar = B dan Sarat air = T. Dalam bentuk persamaan adalah

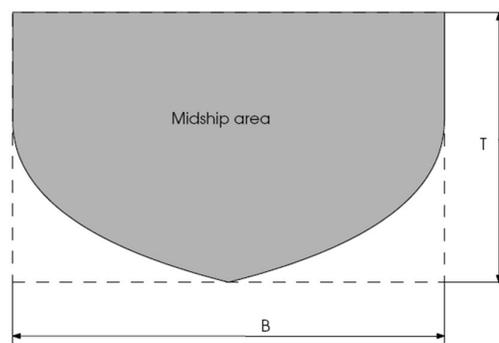
$$C_M = \frac{A_M}{B \cdot T}$$

Dimana,

A_M = Luas bagian tengah kapal (midship)

B = Lebar kapal

T = Sarat air



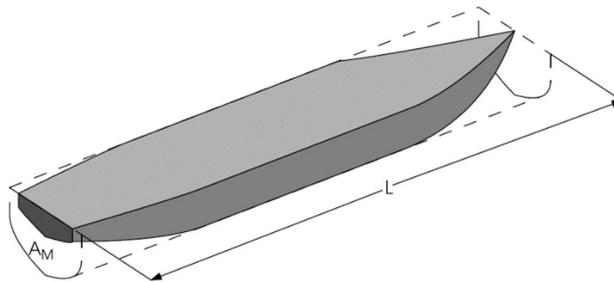
Gambar 33. Perbandingan antara Luas Bidang M terhadap Perkalian antara B dan T

Pada umumnya penampang *midship* yang besar digunakan pada kapal sungai dan kapal-kapal barang sesuai dengan keperluan ruangan muatan yang besar. Sedang bentuk penampang gading besar yang tajam pada umumnya didapatkan pada kapal tunda. Harga c_M terletak antara 0,5-0,995.

d. Koefisien Prismatic (*Prismatic Coefficient*)

Terdapat 2 macam Koefisien Prismatic yaitu Koefisien Prismatic Memanjang (*Longitudinal Prismatic Coefficient*) dan Koefisien Prismatic Tegak (*Vertical Prismatic Coefficient*).

Koefisien Prismatic Memanjang (*Longitudinal Prismatic Coefficient*)



Gambar 34. Volume badan kapal yang tercelup dengan luas penampang midship (A_M) dan LWL

Koefisien Prismatic Memanjang dengan notasi c_P adalah harga perbandingan antara volume badan kapal yang tercelup di dalam air dengan volume sebuah prisma dengan luas penampang *midship* (A_M) dan panjang L_{WL} . Dalam bentuk persamaan adalah

$$c_{PL} = \frac{V}{L_{WL} \cdot A_M}$$

Di mana,

V = Volume Badan Kapal yang Tercelup di dalam Air.

A_M = Luas Penampang Midship.

L_{WL} = Panjang Garis Air.

Terdapat juga hubungan antara koefisien blok, koefisien midship dan koefisien prismatic.

$$C_P = \frac{V}{L_{WL} \cdot A_M} \quad (1)$$

$$C_B = \frac{V}{L_{WL} \cdot B \cdot T} \quad (2)$$

$$V = L_{WL} \cdot B \cdot T \cdot C_B$$

$$C_M = \frac{A_M}{B \cdot T} \quad (3)$$

$$A_M = B \cdot T \cdot C_M$$

Jika persamaan (2) dan (3) dimasukkan maka diperoleh

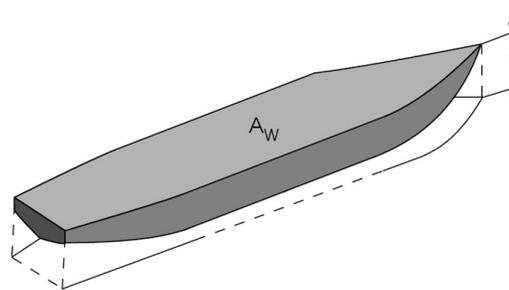
$$C_P = \frac{L_{WL} \cdot B \cdot T \cdot C_B}{L_{WL} \cdot B \cdot T \cdot C_M}$$

$$C_{PL} = \frac{C_B}{C_M}$$

Dari sini dapat disimpulkan bahwa koefisien prismatic sama dengan koefisien blok dibagi koefisien midship.

Harga c_P pada umumnya menunjukkan kelangsingan bentuk dari kapal. Harga c_P yang besar terutama menunjukkan adanya perubahan yang kecil dari bentuk penampang melintang di sepanjang panjang L_{WL} . Pada umumnya harga c_P terletak antara 0,5-0,92.

Koefisien Prismatik Tegak (*Vertical Prismatic Coefficient*)



Gambar 35. Volume badan kapal tercelup dengan luas penampang garis air (A_{WL}) dan T

Koefisien Prismatik Tegak dengan notasi C_{PV} adalah perbandingan antara volume badan kapal yang tercelup di dalam air dengan luas penampang sebuah prisma yang berpenampang A_{WL} dengan tinggi sarat T . Dalam bentuk persamaan adalah

$$C_{PV} = \frac{V}{A_{WL} \cdot T}$$

Di mana,

V = Volume Badan Kapal yang Tercelup di dalam Air

A_{WL} = Luas Penampang Garis Air

T = Sarat Air

Kalau dijabarkan lebih lanjut dengan mengganti harga $V = L_{WL} \cdot B \cdot T \cdot c_B$

dan $A_{WL} = L_{WL} \cdot B \cdot c_W$ maka diperoleh harga,

$$C_{PV} = \frac{V}{A_{WL} \cdot T}$$

$$C_{PV} = \frac{L_{WL} \cdot B \cdot T \cdot C_B}{L_{WL} \cdot B \cdot T \cdot C_W}$$

$$C_{PV} = \frac{C_B}{C_W}$$

e. Perbandingan Ukuran Utama

Perbandingan ukuran utama kapal adalah :

$$\frac{L}{B} ; \frac{L}{H} ; \frac{B}{T} ; \frac{H}{T}$$

Dibawah ini diberikan uraian secara singkat ukuran utama dan pengaruhnya terhadap perencanaan kapal. Panjang kapal (L), terutama mempunyai pengaruh pada kecepatan kapal dan pada kekuatan memanjang kapal.

Perbandingan $\frac{L}{B}$

Jika nilai perbandingan besar terutama sesuai untuk kapal – kapal dengan kecepatan yang tinggi dan mempunyai perbandingan ruangan yang baik, akan tetapi mengurangi kemampuan oleh gerak kapal dan mengurangi pula Stabilitas Kapal.

Jika nilai perbandingan kecil memberikan kemampuan stabilitas yang baik akan tetapi dapat juga menambah tahanan kapal.

Perbandingan $\frac{L}{H}$

Terutama mempunyai pengaruh terhadap kekuatan memanjang kapal. Untuk harga yang besar akan mengurangi kekuatan memanjang kapal. Untuk harga yang kecil akan menambah kekuatan memanjang kapal. Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) 2004 mensyaratkan sebagai berikut :

$\frac{L}{H} = 14$ Untuk daerah pelayaran samudra

$\frac{L}{H} = 15$ Untuk daerah pelayaran pantai

$\frac{L}{H} = 17$ Untuk daerah pelayaran lokal

$\frac{L}{H} = 18$ untuk daerah pelayaran terbatas

Perbandingan $\frac{B}{T}$

Nilai yang rendah akan mengurangi Stabilitas Kapal.

Perbandingan $\frac{H}{T}$

Terutama berhubungan dengan reserve displacement atau daya apung cadangan.

Nilai besar dapat dijumpai pada kapal – kapal penumpang. Harga H – T disebut lambung timbul (*Free Board*), dimana secara sederhana dapat disebutkan bahwa lambung timbul adalah tinggi tepi dek dari permukaan air.

Daftar koefisien bentuk dan perbandingan ukuran utama

Sebagai gambaran diberikan data – data mengenai koefisien bentuk dan perbandingan ukuran utama dengan tujuan supaya dapat diketahui apakah kapal yang direncanakan mempunyai bentuk dan ukuran yang wajar dan tidak menyimpang dari kebiasaan.

Tabel 4. Daftar koefisien bentuk dan perbandingan ukuran utama

Np	Type Kapal	L/B	T/B	B/H	T/H	L/H	Cb	Cm	Cw
1.	Kapal cepat besar (Vd = 22 Knot).	8,50-9,90	0,37-0,43	1,45-1,55	0,58-0,66	12,8-14,9	0,59-0,63	0,93-0,96	0,72-0,76
2.	Kapal barang besar (Vd = 15-18 Knot)	8,90-9,00	0,40-0,50	1,50-1,70	0,64-0,80	13,30-15	0,67-0,75	0,94-0,97	0,78-0,84
3.	Kapal barang besar (Vd = 10-15).	7,0-8,50	0,40-0,50	1,50-1,80	0,66-0,82	11,6-14,0	0,75-0,82	0,96-0,98	0,85-0,87
4.	Kapal Sedang.	7,0-8,50	0,40-0,50	1,50-1,80	0,66-0,82	11,6-14,0	0,75-0,82	0,96-0,98	0,85-0,87
5.	Kapal cepat jarak pendek (Vd = 16-23 Knot).	7,50-8,50	0,25-0,35	1,55-2,20	0,70-0,99	11,0-15,4	0,73-0,80	0,95-0,99	0,83-0,87
6.	Kapal Ikan	5,00-6,0	0,40-0,50	1,50-1,80	0,74-0,84	8,5-10,00	0,45-0,55	0,72-0,82	0,72-0,78
7.	Kapal Tunda Samudra	4,50-6,0	0,37-0,47	1,65-1,85	0,65-0,82	7,90-10,5	0,55-0,63	0,80-0,92	0,75-0,85
8.	Kapal Tunda Pelabuhan	3,50-5,50	0,37-0,46	1,73-2,20	0,73-0,90	7,80-10,0	0,44-0,55	0,54-0,77	0,68-0,79
9.	Kapal – kapal kecil.	6,00-8,50	0,35-0,45	1,50-1,70	0,56-0,72	9,60-13,6	0,45-0,60	0,76-0,90	0,74-0,80
10.	Kapal-kapal motor kecil (layer).	3,20-6,30	0,30-0,50	–	0,60-0,30	6,00-11,0	0,50-0,66	0,89-0,94	0,72-0,82

5. Volume dan Berat Kapal

Moch. Sofii; Indra Kusna Djaja. 2008

A. Isi Karene (volume badan tercelup air)

Karene adalah bentuk badan kapal yang ada di bawah permukaan air. Dengan catatan, bahwa tabel kulit, lunas sayap, daun kemudi, baling – baling dan lain – lain perlengkapan kapal yang terendam di bawah permukaan air tidak termasuk Karene. Isi karene adalah volume badan kapal yang ada di bawah permukaan air (tidak termasuk volume kulit dan lain – lain).

Isi Karene (V) = L . B . T . Cb,

Dimana :

L = Panjang Karene (m)

B = Lebar Karene m)

T = Sarat Karene (m)

Cb = Koefisien balok (m)

B. Displacement

Displacement adalah berat dari karene

$$D = V \cdot \rho$$

$D = L \cdot B \cdot T \cdot C_B \cdot \rho$ (Ton), Dimana :

L = Panjang Kapal (m)

B = Lebar Kapal (m)

T = Sarat kapal (m)

ρ = Massa jenis air laut = 1,025 ton / m³.

C. Pemindahan Air (Vs).

Yang disebut pemindahan air adalah volume dari air yang dipindahkan oleh badan kapal, termasuk kulit lambung kapal, lunas sayap (*bilge keel*), kemudi (*rudder*), baling – baling (*propeller*) dan lain – lain perlengkapan yang ada di bawah garis air.

$V_s = V \cdot C$ dimana :

C = Koefisien tambahan.

Kapal yang terendam di bawah permukaan air, volume dari kulit lambung kapal diperkirakan akan sebesar 6 % dari Isi Karene, sedangkan volume dari lunas sayap, kemudi baling – baling dan perlengkapan lain yang ada di bawah garis air adalah 0,075 % - 0,15 % dari Isi Karene, sehingga.

$$V_s = (1,00675 - 1,00750)V.$$

Untuk kapal kayu (kapal yang di buat dari bahan kayu)

$$V_s = (1,00750 - 1,015)V.$$

D. Berat Pemindahan Air (W).

Berat pemindahan air adalah berat air yang dipindahkan oleh badan secara keseluruhan yang ada di bawah garis air. Kalau massa jenis air dinyatakan dengan ρ , maka.

$$W = V_s \cdot \rho$$

$$W = L \cdot B \cdot T \cdot C_b \cdot \rho \cdot C$$

Hukum Archimedes mengatakan bahwa setiap benda yang dimasukkan ke dalam air, benda tersebut mendapat gaya tekan ke atas seberat zat cair yang dipindahkan oleh benda tersebut jadi $W = \rho \cdot V_s$

Demikian pula halnya dengan sebuah kapal yang terapung di air akan mendapat gaya tekan ke atas sebesar berat air yang dipindahkan oleh badan kapal tersebut.

$$W = L \cdot B \cdot T \cdot C_b \cdot \rho \cdot C$$

Dalam hal ini berat kapal (W) = berat kapal kosong ditambah dengan bobot mati (dead weight) atau dapat dituliskan.

$$W = Dwt + \text{Berat Kapal Kosong.}$$

Selanjutnya harus diingat bahwa gaya berat dari kapal bekerja dalam arah vertical kebawah, sedangkan displacement yang merupakan gaya tekan keatas bekerja dalam arah vertical ke atas. Notasi yang digunakan.

$$\text{Displacement (} \Delta \text{)} = L \cdot B \cdot T \cdot C_b \cdot \rho \cdot C$$

$$\text{Volume of Displacement (} \nabla \text{)} = L \cdot B \cdot T \cdot C_b \cdot C$$

E. Bobot Mati (Dead Weight).

Bobot mati adalah daya angkut dari sebuah kapal dimana di dalamnya termasuk berat muatan, berat bahan bakar, berat minyak lunas, berat air minum, berat bahan makanan, berat crew kapal dan penumpang serta barang yang dibawanya. Di dalam Dwt (dead weight) prosentase berat yang paling besar adalah berat muatan yaitu $\pm (70 \sim 85) \%$.

Berat bahan bakar adalah jumlah berat bahan bakar yang dipakai dalam pelayaran. Jumlahnya tergantung dari besarnya PK mesin, kecepatan kapal itu sendiri dan jarak pelayaran yang ditempuh.

Kecepatan yang digunakan dalam hal ini adalah kecepatan dinas yaitu kecepatan rata – rata yang dipakai dalam dinas pelayaran sebuah kapal dan dinyatakan dalam knot, dimana

1 Knot = 1mil laut / jam.

= 1852 m / jam.

= 0,5144 m / detik.

Kecepatan percobaan adalah kecepatan terbesar yang dapat dicapai kapal dalam pelayaran percobaannya. Berat minyak lunas berkisar (2 ~ 4) % dari berat bahan bakar yang dipakai. Pemakaian air tawar diperkirakan (100 ~ 150) Kg / orang per hari (untuk minum dan keperluan sanitasi). Bahan makanan antara 5 kg / orang / hari. Berat crew dan penumpang serta barang perlengkapan yang di bawanya diperkirakan (150 ~ 200) kg / orang.

F. Berat Kapal Kosong (Light Weight)

Berat kapal kosong umumnya dibagi 3 bagian besar seperti berikut:

1. Berat baja badan kapal (berat karpus), yaitu berat badan kapal, bangunan atas (*superstructure*) dan perumahan geladak (*deck house*).

2. Berat peralatan, yaitu berat dari seluruh peralatan antara lain jangkar, rantai jangkar, mesin jangkar, tali temali, capstan, mesin kemudi, mesin winch, derrick boom, mast, ventilasi, alat – alat navigasi, life boat, davit, perlengkapan dan peralatan dalam kamar – kamar dan lain – lain.
3. Berat mesin penggerak beserta instalasi pembantunya, yaitu adalah berat motor induk, berat motor bantu, berat ketel, berat pompa – pompa, berat compressor, separator, berat botol angin, cooler, intermediate shaft, propeller, shaft propeller, bantalan–bantalan poros, reduction gear dan keseluruhan peralatan yang ada di kamar mesin.

G. Volume Ruang Muat.

Ruang muat di dalam kapal barang biasanya dibedakan dalam tiga bagian ruangan yaitu :

- Ruang muatan cair (*Liquid cargo tank*)
- Ruang muatan dingin (*Refrigerated cargo hold*)
- Ruang muatan kering (*Dry cargo hold*)

Volume atau kapasitas ruang muatan kering pada umumnya dibedakan dalam 3 macam muatan yaitu :

- *Gross cargo capacity*, yaitu kapasitas ruang muat yang direncanakan jadi tidak termasuk pengurangan konstruksi gading – gading (*Frame*).
- *Grain cargo capacity*, yaitu kapasitas ruang muatan biji – bijian atau tanpa pembungkusan tertentu.
- *Bale cargo capacity*, yaitu kapasitas ruang muatan dalam pembungkusan tertentu misalnya dalam karung, kotak, derum dan lain – lain.

Pada umumnya harga *grain cargo capacity* lebih besar dibandingkan dengan *bale cargo capacity*. Volume ruang muatan (kapasitas ruang

muatan) sangat tergantung pada jenis barang / muatan yang diangkut. Dengan perkataan lain hal ini tergantung pada spesifikasi volume atau stowage factor jenis barang yang diangkut. Spesifikasi volume adalah besarnya ruangan dalam m³ atau ft³ yang diperlukan untuk menyimpan suatu jenis barang tertentu seberat 1 metric ton atau 1 long ton. Kapal barang normal pada umumnya mempunyai harga spesifikasi volume antara 1,30 ~ 1,70 m³ / ton. Sekedar contoh berikut ini diberikan daftar stowage factor yaitu ruangan yang diperlukan untuk setiap ton muatan dengan pembungkus tertentu, dinyatakan dalam m³ / ton.

Tabel 5. Stowage faktor

Jenis barang	Stowage factor	Cara pembungkusan nya	Jenis barang	Stowage factor	Cara pembungkusanya
Anggur	1,5	Kotak	Kopi	1,7 - 2,5	Karung
Apel	2,5	Kotak	Kopia	2,1 - 1,5	Karung
Beras	1,4	Karung	Pupuk	0,8	Zak
Barang-barang di dalam kaleng.	1,35 - 1,4	Kotak	Semen	0,9	Zak
Jagung	1,5	Karung	Teh	2,8 - 3,3	Peti
Gandum	1,4	Karung	Temba kau	3,3	Bal
Garam	1,1 - 1,6	Karung	Tepun g	1,4	Zak
Gula	1,3 - 1,4	Karung	Cat	1,0	Kaleng
Jute	1,8 - 3,1	Bal	Bier	1,66	Barrel
Kapas	1,5 - 2,4	Bal	Wool di pres	3,0	Bal
Kapok	7,6	Bal	-	-	-
Kacang	1,6	Karung	-	-	-

Khusus untuk muatan biji-bijian (Curah) tambang dan biji tumbuhan mempunyai harga spesifik volume sebagai berikut :

Jenis Muatan

- Biji Besi : 0,80
- Biji Phosphat : 0,85 – 0,9

- Biji Batubara : 1,20– 1,30
- Biji Nikel : 0,80
- Biji Gandum : 1,24
- Biji Cokes : 2,45
- Biji Mangaan : 0,60
- Biji Barley : 1,44
- Biji Belerang : 0,80
- Biji Tembaga : 0,4 – 0,6
- Biji Oats : 2,0

H. TONASE (*TONNAGE*)

Sebagai alat angkut yang dipergunakan dalam kegiatan ekonomi , maka kapal tersebut tentu dikenakan pajak serta memerlukan biaya sehubungan dengan kegiatan, Bahwa makin besar sebuah kapal, akan makin besar pula pajak serta ongkos yang harus dikeluarkannya. Sebagaimana diketahui, penambahan besar kapal sangat bervariasi baik terhadap panjang, lebar maupun tingginya. Besarnya panjang kapal dan lebar kapal belum dapat dipakai sebagai pedoman untuk menunjukkan besarnya kapal. Sebab ukuran besarnya kapal adalah persoalan kapasitas muat (*Carrying capacity*). Oleh karena itu dalam menentukan pajak, berlaku suatu pedoman bahwa besarnya pajak yang dikenakan pada sebuah kapal haruslah sebanding dengan kemampuan kapal tersebut untuk menghasilkan (*Potensial earning capacity*).

Atas dasar pemikiran ini, karena tonase kapal dianggap dapat menggambarkan potensial *earning capacity* sebuah kapal, maka besar pajak yang dikenakan pada suatu kapal dapat didasarkan atas besarnya tonasenya.

Dalam perkembangan selanjutnya bukan saja pajak pelabuhan atas besarnya tonase melainkan ongkos pendedokan, penundaan serta

beberapa persyaratan keselamatan pelayaran didasarkan pula atas besarnya tonnage.

Dapat disimpulkan gunanya *tonnage* adalah :

1. Untuk menunjukkan ukuran besarnya kapal yaitu kapasitas muatnya.
2. Bagi pemerintah adalah untuk dasar pegangan dalam memungut pajak diantaranya adalah pajak pelabuhan sebagai imbalan atas pelayanan (*Service*) yang telah diterima kapal.
3. Bagi pemilik kapal adalah untuk memperkirakan pendapatan maupun pengeluaran (pajak dan ongkos) yang harus dikeluarkan pada waktu tertentu.
4. Tonase dipergunakan sebagai batasan terhadap berlakunya syarat – syarat keselamatan kapal ataupun beberapa syarat lain.
5. Di galangan kapal, *tonnage* digunakan sebagai pedoman dalam menetapkan tarif docking dan reparasi kapal.

Gross Register Tonnage/GRT/ menggambarkan total volume ruang yang tertutup sebuah kapal mulai dari lunas hingga cerobong asap/Funnel dengan beberapa pengecualian ruang non produktif seperti tempat tinggat ABK,

1 GRT setara dengan 100 kubik feet (= 2.83 m³), perlu diingat GRT tidak mengukur berat kapal.

Pengukuran Tonase saat ini diatur oleh Konvensi IMO (*International Convention on Tonnage Measurement of Ships*, 1969 (London-Rules) dan diaplikasikan pada kapal yang dibangun setelah juli 1982, berdasarkan Konvens ini Gross Tonnage/GT digunakan untuk menggantikan Gross Register Tonnage/GRT

Berdasarkan ketentuan Konvensi Pengukuran Tonase 1969,

Gross Tonnage/GT dihitung dengan formula :

$$GT = K_1 V$$

V = Total volume semua ruang tertutup kapal dalam m³

$$K_1 = 0,2 + 0,02 \text{ Log}_{10} V$$

Net Tonnage/NT dihitung dengan formula :

$$NT = K_2 V_c [4d/3D]^2 + K_3 [N1 + N_2/10]$$

in which formula:

(a) the factor $[4d/3D]^2$ shall not be taken as greater than unity;

(b) the term $K_2 V_c [4d/3D]^2$ shall not be taken as less than 0.25 GT;
and

(c) NT shall not be taken as less than 0.30 GT, and in which:

V_c = total volume of cargo spaces in cubic metres,

$K_2 = 0.2 + 0.02 \log_{10} V_c$ (or as tabulated in Appendix 2),

$K_3 = 1.25 (GT + 10,000)/10,000$

$D =$ moulded depth amidships in metres as defined in Regulation 2(2),

$d =$ moulded draught amidships in metres as defined in paragraph (2) of this Regulation,

$N_1 =$ number of passengers in cabins with not more than 8 berths,

$N_2 =$ number of other passengers,

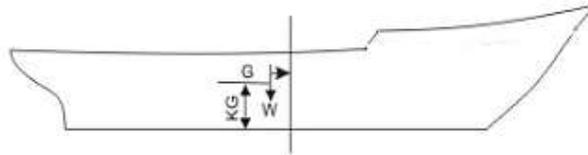
$N_1 + N_2 =$ total number of passengers the ship is permitted to carry as indicated in the ship's passenger certificate; when $N_1 + N_2$ is less than 13, N_1 and N_2 shall be taken as zero,

$GT =$ gross tonnage of the ship as determined in accordance with the provisions of Regulation 3.

6. Metasentra dan Titik dalam Kapal

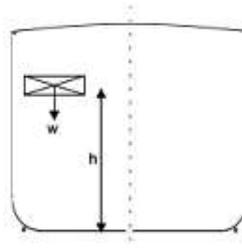
A. *Center of Gravity above Keel*

Titik berat kapal yaitu titik tangkap terhadap gaya berat pada kapal yang biasa dinotasikan dengan huruf G, jarak vertikal dari lunas kapal ke titik ini dinotasikan dengan huruf KG.



Gambar 36. Titik berat kapal

Cara menghitung besar KG



Gambar 37. Perhitungan KG

Keterangan :

W = Berat Komponen.

h = Jarak Vertikal Titik Berat Komponen ke Lunas (*Keel*).

W · h = Momen.

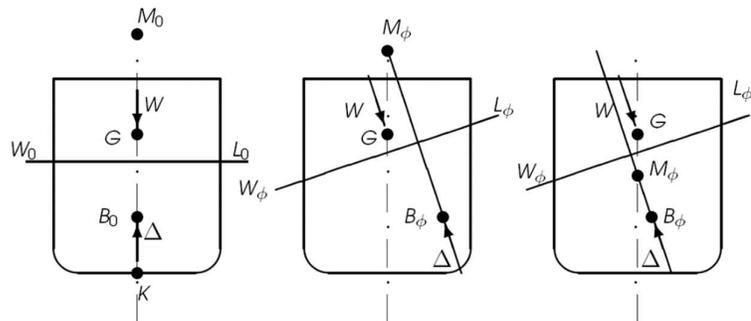
$$KG = \frac{\sum \text{Momen dari tiap-tiap komponen terhadap keel}}{\sum \text{berat tiap-tiap komponen}}$$

$$KG = \frac{\sum W \cdot h}{\sum W}$$

Letak titik berat G bergantung pada konstruksi kapal itu sendiri, letak titik konstan. Selama tidak penambahan, pengurangan maupun pergeseran muatan.

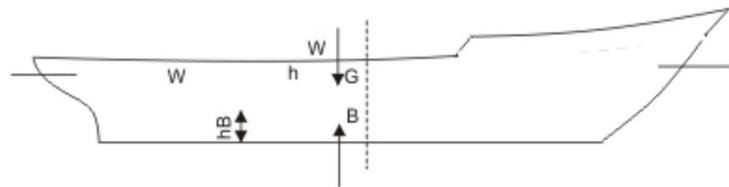
B. Vertical Center of Bouyancy atau Center of Bouyancy above Keel

Setiap benda yang terapung di air mengalami titik tekan ke atas, resultan dari titik ke atas ini akan segaris dengan titik berat kapal bila dalam keadaan diam tidak oleng. Titik tekan dinotasikan dengan B , sedang jarak dari lunas ke titik tekan ini dinotasikan dengan KB atau VCB .



Gambar 38. Kapal kondisi diam dan oleng

Menurut Hukum Archimedes, besarnya gaya tekan ke atas ini, sama dengan volume kapal yang tercelup air dikalikan dengan berat jenis air.



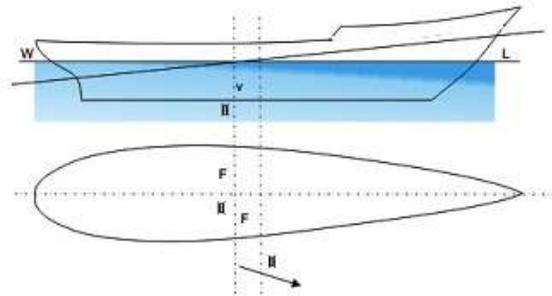
Gambar 39. Letak posisi G memanjang kapal

Karena letak titik tekan tergantung dari bentuk bagian kapal yang masuk kedalam air, maka titik tekan kapal akan berubah letaknya kalau kapal oleh gaya luar mengalami oleng atau trim.

C. Longitudinal Center of Floatation

Titik berat garis air adalah titik berat dari bidang garis air pada sarat kapal di mana kapal sedang terapung. Kapal mengalami trim di mana sumbunya melalui titik berat garis air. Titik berat garis air ditulis dengan huruf F ini pada kedudukan memanjang terhadap penampang tengah kapal (*midship*) ditulis dengan MF.

$$MF = \frac{\text{Momen statis bidang garis air terhadap midship}}{\text{Luas garis air}}$$



Gambar 40. Momen statis bidang air

Momen Inersia Melintang adalah momen inersia terhadap sumbu x. Satuan I dalam m^4 , sedang V dalam m^3 sehingga satuan untuk BM adalah meter (m). Karena I dan V selalu bernilai positif maka harga BM juga selalu positif atau dengan perkataan lain letak titik M selalu di atas titik tekan B. Untuk sebuah ponton yang terbentuk dengan Panjang L, Lebar B dan Sarat T didapat volumenya

$$V = L \cdot B \cdot T$$

Momen Inersia melintang untuk garis berbentuk empat persegi panjang adalah

$$I = \frac{1}{12} \cdot L \cdot B^3$$

$$BM = \frac{\frac{1}{12} \cdot L \cdot B^3}{L \cdot B \cdot T}$$

$$BM = \frac{B^2}{12 \cdot T}$$

Jari-jari *Metacenter* Memanjang adalah jarak antara titik tekan B pada kedudukan kapal tegak dengan *metacenter* memanjang ML. Jari-jari *metacenter* Memanjang ditulis BM_L .

$$BM_L = \frac{\text{Momen Inersia Memanjang Garis Air}}{\text{Volume Kapal sampai Garis Air tersebut}}$$

$$BM_L = \frac{I_L}{V}$$

Di mana,

BM_L = jari-jari *metacenter* memanjang

I_L = Momen Inersia memanjang, yaitu momen inersia yang bekerja pada sumbu yang melalui titik berat luas bidang garis air (F)

V = Volume kapal

Setelah itu menghitung momen Inersia memanjang terhadap sumbu melintang yang melalui titik berat bidang garis air, yaitu momen Inersia terhadap *midship* dikurangi hasil perkalian antara jarak kuadrat kedua sumbu dengan luas bidang garis air.

$$I_L = I_y - (MF)^2 \cdot A$$

Di mana,

I_L = Momen inersia memanjang terhadap sumbu melintang yang melalui titik berat bidang garis air (F)

I_y = Momen inersia terhadap *midship* (sumbu y)

MF = Jarak sumbu

A = Luas bidang garis air

Dengan BM dalam meter dan titik ML selalu di atas B . Jadi dapat disimpulkan bahwa tinggi *metacenter* melintang (M) terhadap B (*Center of Buoyancy*)

$$\frac{I}{\nabla}$$

atau tinggi metacenter memanjang terhadap B (Center of Buoyancy) adalah

$$\frac{I_L}{\nabla}$$

Dengan demikian tinggi *metacenter* melintang maupun tinggi *metacenter* memanjang terhadap lunas kapal (*keel*) dapat dihitung yaitu :

$$KM = KB + BM$$

$$KM_L = KB + BM$$

Di mana, KB = tinggi *centre of buoyancy* terhadap lunas.

Dengan menghitung tinggi KM dan KM_L , apabila harga KG atau tinggi titik berat kapal dari lunas (*keel*) diketahui maka kita dapat menghitung harga atau tinggi *metacenter* melintang maupun tinggi *metacenter* memanjang yaitu :

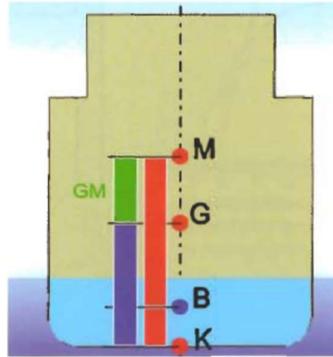
$$MG = KM - KG \text{ atau } MG = KB + BM - KG$$

$$MLG = KM_L - KG \text{ atau } MLG = KB + BM_L - KG$$

Di dunia perkapalan yang perlu mendapat perhatian adalah harga MG yaitu harga MG harus positif, di mana M harus terletak di atas G atau KM harus lebih besar dari KG.

D. Height of Metacenter above Keel

Selain tinggi *metacenter* melintang, terdapat juga tinggi *metacenter* memanjang. Tinggi *metacenter* melintang adalah jarak antara titik berat kapal G dengan *metacenter* M. Tinggi *metacenter* ini ditulis dengan MG.



Gambar 41. Tinggi Metacenter

$$\begin{aligned} MG &= KB + BM - KG \\ &= KB + \frac{I}{V} - KG \end{aligned}$$

KG = Tinggi titik tekan di atas lunas (*keel*)

KB = Tinggi titik tekan di atas lunas (*keel*)

KG = Tinggi titik berat kapal di atas lunas (*keel*)

I = Momen inersia melintang garis air.

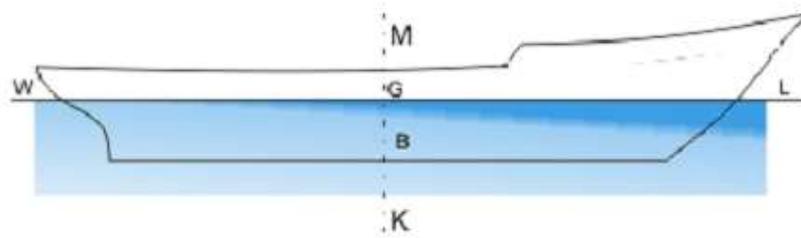
V = Volume kapal sampai sarat air tersebut.

Tinggi *metacenter* positif kalau titik M di atas titik G.

Tinggi *metacenter* negatif kalau titik M di bawah titik G.

Tinggi *metacenter* nol kalau titik M terletak berimpit dengan titik G.

Tinggi *metacenter* memanjang adalah jarak antara titik berat kapal G dengan titik *metacenter* memanjang ML.



Gambar 42. Momen Statis Bidang Air

M_L = *Metacenter* memanjang

G = Titik berat kapal

B = Titik tekan

K = *Keel*

Terlihat bahwa :

$$\begin{aligned}MLG &= KML - KG \text{ atau} \\ &= KB + BML - KG \\ &= KB + \frac{I_L}{V} - KG\end{aligned}$$

KB = Tinggi titik tekan di atas lunas (*keel*)

KG = Tinggi titik berat kapal di atas lunas (*keel*)

I_L = Momen inersia dari garis terhadap sumbu melintang yang melalui titik berat garis air F

V = Volume kapal sampai garis air.

Karena harga I_L besar, maka harga MLG selalu positif jadi titik ML selalu berada di atas G.

7. Rencana Garis (*Lines Plan*)

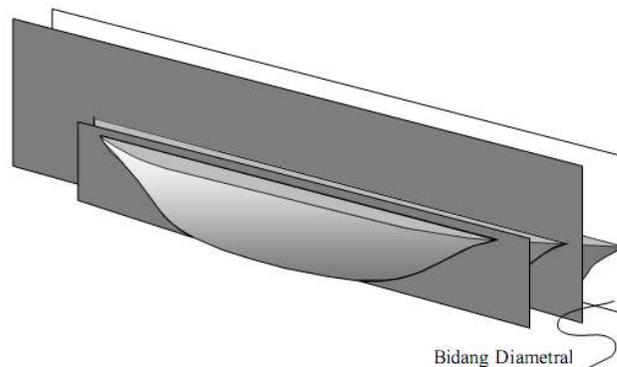
Rencana garis atau *lines plan* merupakan suatu rancangan kapal atau desain kapal terdiri dari garis-garis yang umumnya terdiri dari tiga pandangan yaitu pandangan depan atau belakang (*body plan*), pandangan samping (*sheer plan*) dan pandangan atas (*half breadth plan*).

a. Bidang-Bidang yang Memotong Badan Kapal

Untuk memudahkan memahami bentuk badan kapal, terutama yang berada di bawah permukaan air (tercelup dalam air), berikut ini kita lihat bidang bidang datar utama yang memotong badan kapal. Di sini dikenal 3 (tiga) bidang utama, yaitu Bidang Diametral, Bidang Tengah Kapal dan Bidang Garis Air.

- **Bidang Diametral**

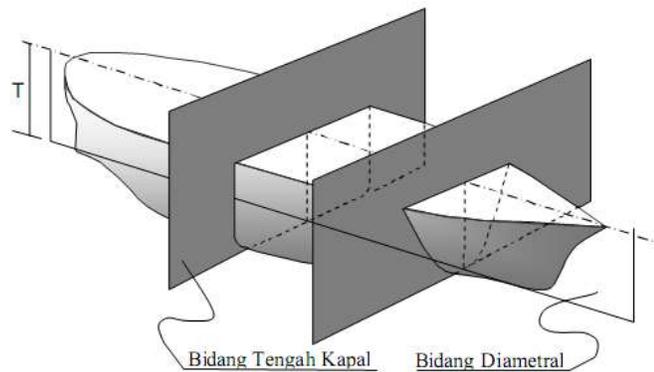
Bidang Diametral adalah bidang tegak memanjang yang melalui sumbu kapal (*center line*), Bidang ini akan memotong kapal tepat di tengah-tengahnya dan akan menunjukkan garis tepi bentuk kapal apabila dipandang dari samping. Bila kita buat bidang-bidang yang sejajar dengan bidang diametral ini, maka akan kita peroleh garis-garis bentuk lengkung badan kapal yang terlihat dari samping, yang keseluruhannya berada di dalam lingkup bidang pandangan samping kapal. Garis-garis ini biasa disebut sebagai garis-garis *buttock line*.



Gambar 43. Bidang diametral

- **Bidang Tengah Kapal (*Midship*)**

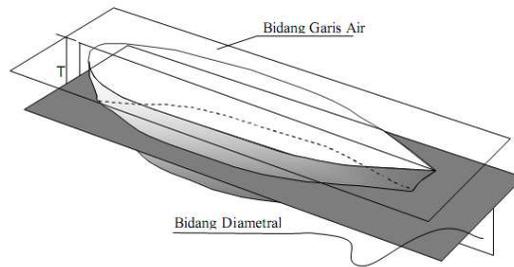
Bidang *Midship* (M) adalah bidang tegak melintang yang melalui pertengahan panjang L_{PP} , Bidang ini akan memotong kapal tepat di tengah-tengah panjangnya dan akan menunjukkan garis tepi bentuk kapal apabila dipandang dari depan. Bila kita buat bidang-bidang yang sejajar dengan bidang tengah ini, maka akan kita peroleh garis-garis bentuk lengkung badan kapal yang terlihat dari depan, yang keseluruhannya berada di dalam lingkup bidang pandangan depan kapal. Garis-garis ini biasa disebut garis-garis *body plan*.



Gambar 44. Bidang *midhsip*

- **Bidang Garis Air**

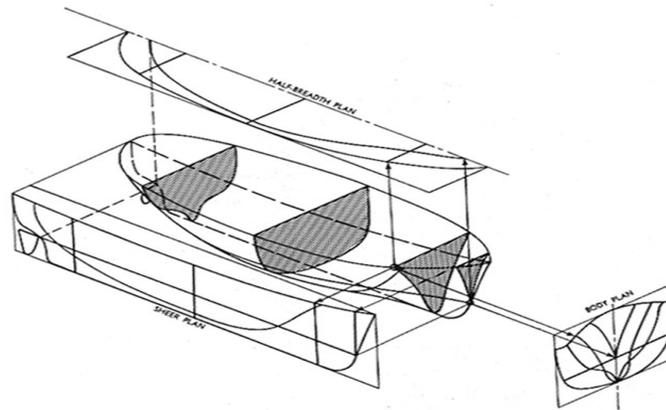
Bidang Garis Air adalah bidang horizontal yang melalui permukaan air pada saat kapal muatan penuh, Bidang ini akan memotong kapal dan akan menunjukkan garis tepi bentuk kapal apabila dipandang dari atas. Bila kita buat bidang-bidang yang sejajar dengan bidang garis air ini, maka akan kita peroleh garis-garis bentuk lengkung badan kapal yang terlihat dari atas pada tinggi permukaan air yang berbeda-beda, yang keseluruhannya berada di dalam lingkup bidang pandangan atas kapal. Garis-garis ini biasa disebut sebagai garis-garis *water line*.



Gambar 45. Bidang garis air

b. Gambar Rencana Garis

Sisi luar lambung kapal berbentuk lengkung pada beberapa kasus terdapat tekukan, penggambaran lambung kapal pada sebidang kertas gambar dinamakan rencana garis (*lines plan/ship's lines/lines*), bentuk lambung kapal secara umum harus mengikuti kebutuhan daya apung, stabilitas, kecepatan, kekuatan mesin, olah gerak dan yang penting adalah kapal bisa dibangun.

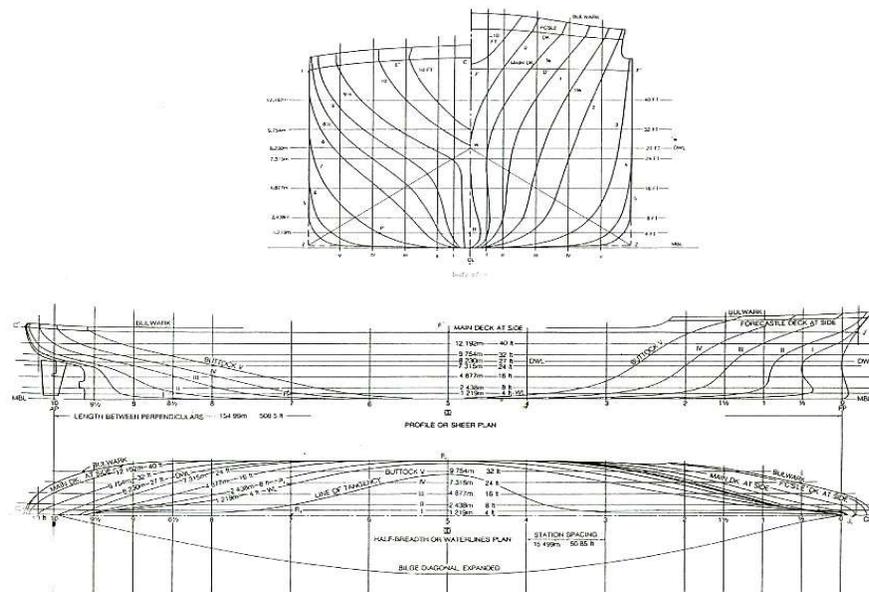


Gambar 46. Pandangan kapal

Gambar Rencana garis (*lines plan*) terdiri dari proyeksi ortographis/siku-siku dari interseksi/perpotongan antara permukaan/surface lambung kapal dan tiga set bidang yang saling tegak lurus.

Rencana *sheer/Profil/Sheer* plan menunjukkan interseksi/perpotongan antara permukaan/surface lambung kapal dengan bidang tengah/centreplane – sebuah bidang vertical pada garis tengah / centreline kapal – dan bidang tegak/buttockplane yang sejajar dengannya (centreplane), Interseksi dengan bidang tengah akan menghasilkan profil haluan/bow dan buritan/stern.

Rencana *sheer/Sheer plan* untuk kapal komersial digambar dengan meletakkan haluan kapal/bow section pada sisi kanan.



Gambar 47. Gambar rencana garis

Rencana garis air/*Half breadth/Waterlines* plan menunjukkan interseksi permukaan lambung kapal dengan bidang yang sejajar bidang dasar/baseplane horizontal, bidang dasar/baseplane adalah bidang horizontal yang melalui garis dasar/baseline.

Interseksi dengan bidang-bidang tersebut akan menghasilkan Rencana garis air/Waterlines plan.

Body plan menunjukkan bentuk dari station/section yang merupakan interseksi antara permukaan lambung kapal dengan bidang yang tegak lurus dengan bidang tegak/buttockplane dan bidang garis air/waterline plane.

Pada umumnya penggambaran body plan dibagi 2 sisi kiri dan sisi kanan, sisi kiri untuk setengah bagian belakang dan sisi kanan untuk setengah bagian depan.

Permukaan lambung kapal yang dimaksud diatas adalah permukaan *molded/molded surface* adalah permukaan yang dibentuk oleh sisi luar gading kapal atau sisi dalam kulit, hal ini berlaku untuk kapal baja, kapal aluminium dan kapal kayu untuk kapal *fibreglass/FRP* permukaan *molded* dibentuk oleh sisi luar kulit (lambung kapal).

Kapal kayu mempunyai 2 buah Rencana garis, Rencana garis sisi dalam kulit (*inside planking*) dan sisi luar kulit (*outside planking*), rencana garis sisi dalam kulit digunakan untuk membentuk gading dan bagian konstruksi lainnya sedangkan rencana garis sisi luar kulit digunakan untuk menghitung hydrostatic, stabilitas dan tahanan kapal, hal tersebut karena kulit kapal kayu lebih tebal dibanding kulit baja sedang ukuran kapal kayu lebih kecil dibanding kapal baja, sehingga tebal kulit tidak bisa diabaikan dalam perhitungan hydrostatic, stabilitas dan tahanan hal ini berbeda dengan kapal baja.

Jumlah station/section pada umumnya 21 buah, antara garis tegak depan dan garis tegak belakang dibagi 20 interval, indentifikasi station dimulai dari AP (station nomor nol) hingga FP (station nomor 20).

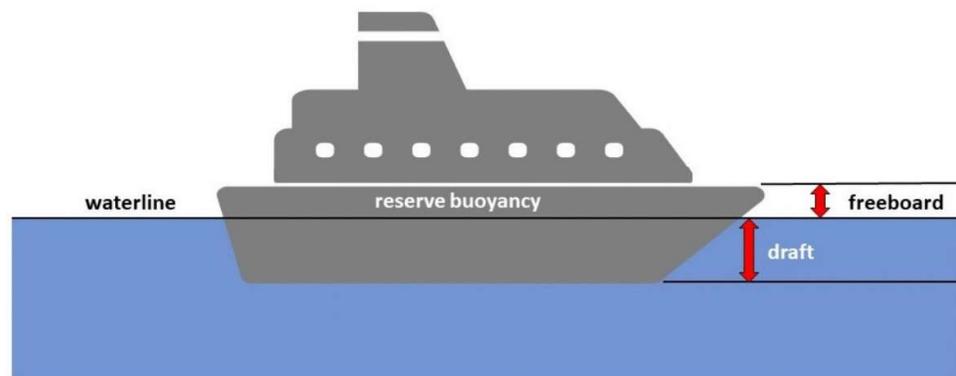
8. Freeboard and Load Lines

Peraturan lambung timbul dibuat sebagai bagian dari upaya untuk meningkatkan kelaik-lautan kapal secara menyeluruh, yaitu untuk memastikan bahwa kapal itu (Taggart, 1980):

- a. Secara struktural/konstruksi cukup kuat untuk pelayaran yang dimaksud

- b. Mempunyai stabilitas yang cukup untuk pelayanan (*service*) yang dimaksud
- c. Mempunyai badan (*hull*) yang pada dasarnya kedap air dari lunas sampai geladak lambung timbul dan kedap cuaca di atas geladak ini
- d. Mempunyai lantai kerja (*working platform*), yaitu geladak kerja untuk ABK yang cukup tinggi di atas muka air yang memungkinkan bekerja secara aman di geladak terbuka dalam gelombang besar
- e. Mempunyai volume yang cukup dan gaya angkat cadangan di atas garis air sehingga kapal tidak dalam bahaya karam (*foundering or plunging*) dalam gelombang yang sangat besar

Semua hal di atas ada hubungannya dengan besar lambung timbul, lambung timbul yang terlalu kecil akan mengakibatkan keadaan lebih berbahaya untuk kapal, ABK dan muatannya. Badan kapal yang kedap air menjadi syarat pemberian sertifikat lambung timbul



Gambar 48. *Freeboard and draft*

<https://hec.lfoundation.org.uk/whats-on/blogs/the-plimsoll-line>

Lambung Timbul (*Freeboard*) adalah jarak vertikal yang diukur pada tengah kapal dari ujung atas garis geladak lambung timbul hingga ujung atas dari garis muat (*Load line*).

Geladak Lambung Timbul (*Freeboard Deck*) adalah geladak teratas yang menyeluruh dan terbuka (tak terlindung) terhadap cuaca dan air laut dan

mempunyai cara penutupan yang permanen dan kedap air, baik untuk bukaan – bukaan diatas geladak maupun pada sisi – sisi kapal. Pada kapal yang mempunyai geladak lambung timbul yang terpenggal, maka garis terendah dari geladak terbuka dan perpanjangan garis ini sejajar dengan bagian geladak yang teratas, diambil sebagai geladak lambung timbul

Ukuran dan bentuk tanda – tanda lambung timbul (*Freeboard marks*), maupun perhitungan didasarkan pada ketentuan – ketentuan yang telah disepakati didalam konvensi internasional mengenal garis muat (*International Load Line Convention*) yang diadakan di London pada tahun 1996, dimana pedoman ini masih berlaku hingga saat ini. Dengan demikian, maka ada keseragaman baik dalam bentuk dan ukuran lambung timbul *Freeboard* maupun dalam dasar perhitungannya. Konvensi ini berlaku untuk kapal niaga yang berlayar di perairan internasional baik dilaut maupun di samudra, kecuali untuk kapal yang tersebut dibawah ini :

1. Kapal perang.
2. Kapal yang panjangnya $L < 24$ m.
3. Kapal yang kurang dari 150 gross ton.
4. Kapal pesiar.
5. Kapal penangkap ikan.
6. Kapal penyusur pantai untuk jarak dekat.
7. Kapal yang berlayar di danau dan di sungai.

Secara garis besar dapat diterangkan bahwa konvensi internasional tersebut menetapkan :

1. Bentuk, ukuran dan peletakkan tanda lambung timbul (*freeboard marks*) pada lambung kapal.
2. Freeboard minimum untuk suatu kapal sesuai jenis kapal yang bersangkutan menurut penggolongan kapal yang ditetapkan didalam konvensi tersebut.
3. Perhitungan koreksi untuk mendapatkan lambung timbul pada garis muat musim panas (*Summer Load Line*).



Gambar 49. *Plimsol mark*

<https://hec.lfoundation.org.uk/whats-on/blogs/the-plimsoll-line>

Tanda Untuk Lambung Timbul

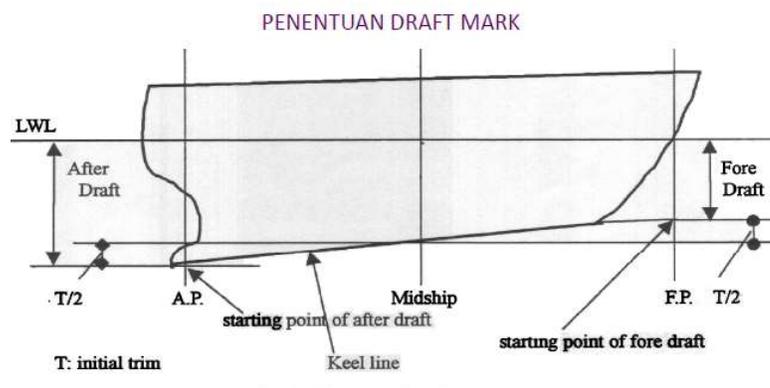
Garis geladak (*deck line*)

Garis geladak adalah garis horizontal dengan panjang 300 mm dan lebar 25 mm. Garis ini diletakkan ditengah kapal pada setiap sisi kapal, dan sisi atasnya melalui titik dimana perpanjangan permukaan atas geladak lambung timbul memotong sisi luar kulit kapal.

Tanda garis muat (*Load Line Mark*).

Tanda garis muat terdiri dari suatu lingkaran dengan diameter luar 300 mm dan lebar 25 mm yang dipotong oleh sebuah garis horizontal dengan panjang 450 mm dan lebar 25 mm dimana sisi atas garis ini melalui titik tengah dari lingkaran. Titik tengah lingkaran harus diletakkan ditengah kapal pada jarak sama dengan lambung timbul musim panas (*summer freeboard*) yang diberikan, diukur vertikal kebawah dari sisi atas garis geladak.

sebelah belakang lingkaran tersebut hanya berlaku apabila diatas geladak terbuka terdapat muatan kayu (*timber*). Muatan – muatan (termasuk kayu) yang berbeda didalam ruang muat (*cargo hold*) dianggap sebagai muatan biasa dan diperhitungkan menurut *load lines* yang berada disebelah depan lingkaran. Jadi bila suatu kapal hanya memuat kayu di dalam *cargo hold* saja maka load lines yang berlaku adalah yang berada di depan lingkaran, seperti halnya cargo biasa.



Gambar 51. Penentuan *draft mark*

Penetapan Lambung Timbul kapal

- Persyaratan kekuatan konstruksi harus terpenuhi
- Persyaratan kemampuan stabilitas harus terpenuhi
- Persyaratan loadline harus terpenuhi

Faktor-Faktor Yang Menyebabkan Penambahan Lambung Timbul

- a. Koefisien Blok pada 0.85 H melebihi 0.68,
- b. Tinggi lengkung kapal (*sheer*) berbeda lengkung standar,
- c. Kapal tidak mempunyai bangunan atas tertutup,
- d. Adanya persyaratan tinggi haluan minimum,

Faktor-Faktor Yang Menyebabkan Pengurangan Lambung Timbul

- a. Adanya bangunan atas tertutup dan atau trunk,

- b. Sheer berbeda dengan sheer standar
- c. Tongkang tak berawak dengan bukaan di geladak yang kecil (contoh flat top barge, pontoon, dll).

Draft Survey

- **Draught Survey** adalah Survey membaca sarat kapal beserta sounding tangki yang digunakan untuk menghitung muatan di kapal atau untuk mengetahui berat kapal kosong

- Tujuan, antara lain:

- Mendapatkan displsment kapal

- Kelengkapan:

- Data Hydrostatic

- Tabel Tank Sounding

- Computer/Kalkulator

- Pengukur Density

Procedure

- *Reading the draftmark of the ship, which consist of six (6) points of draftmarks, i.e.; Fore, Midship, and After at both sides of the ship,*

- *Sampling and testing the sea water density at the place where the vessel floats,*

- *Determining of deductible weights by measuring and sounding of ballast tanks, fuel oil, fresh water that existing onboard at the time of survey,*

- *Using Hydrostatic Table provided onboard to calculation*

Langkah-langkah Perhitungan

1. Membaca Draft Kapal
2. Menghitung Draft Rata-Rata (dF, dM, dA)

3. Menghitung Draft di AP (dAP) dan draft di FP (dFP)
4. Menghitung trim kapal
5. Menghitung MeanDraft (d)
6. Mendapatkan nilai berikut dari tabel hydrostatic:
 - Displasmen
 - TPC
 - LCF
 - MTC
7. Menghitung koreksi trim1
8. Menghitung koreksi trim2
9. Menghitung displasmen koreksi trim
10. Menghitung displasmen sesuai density perairan
11. Menghitung : Diesel oil, FW, Other
12. Menghitung Loaded Cargo

9. Stabilitas Kapal

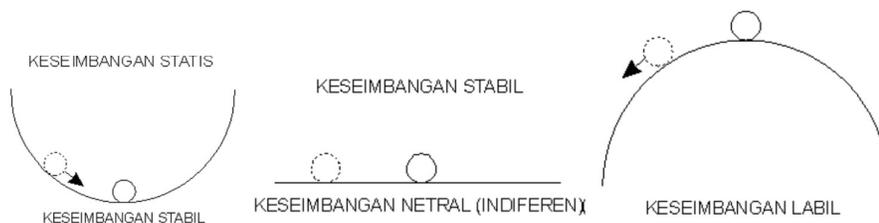
Pada waktu bongkar muat maupun pada waktu berlayar, kapal selalu mendapat gaya-gaya baik dari muatan yang sedang dibongkar-muat maupun dari benda dan alam sekitarnya: ombak, arus, angin, tumbukan dengan dermaga, kapal lain atau kandas. Gaya-gaya ini menyebabkan kapal mengalami oleng dan gerakan-gerakan lain. Dalam cuaca buruk, gaya-gaya ini akan menjadi semakin besar dan akan menyebabkan oleng dan gerakan lain yang besar dan cepat, bahkan dapat menyebabkan kapal terbalik. Jadi kita perlu tahu kemampuan kapal menghadapi gaya-gaya tersebut dan kemungkinan kapal terbalik.

Keseimbangan dan Kondisi Stabilitas

- keadaan seimbang (*equilibrium*)
suatu kondisi benda yang mengapung dimana resultan gaya-gaya dan momen yang bekerja padanya adalah 0 (nol)
- kondisi stabil (*stable*)

apabila suatu benda yang mengapung mendapat gaya/momen eksternal sehingga menyebabkan terjadinya sudut kemiringan, setelah gaya tersebut hilang benda akan kembali ke posisi semula.

- kondisi tidak stabil (*unstable*)
terjadi pada benda apung yang apabila mendapat gaya atau momen dari luar yang menyebabkan kemiringan setelah gaya atau momen tersebut hilang kemiringannya terus bertambah
- kondisi netral (*neutral*)
terjadi pada benda apung yang apabila mendapat gaya dan momen dari luar yang menyebabkan kemiringan setelah gaya dan momen tersebut hilang kemiringannya tidak bertambah tetapi juga tidak kembali ke posisi semula



Gambar 52. Kondisi stabilitas

Stabilitas kapal kemampuan suatu kapal untuk kembali tegak setelah mengalami kemiringan.

Macam-macam stabilitas :

- stabilitas memanjang (trim)
stabilitas kapal saat terjadi perbedaan sarat di haluan dan buritan.
- stabilitas melintang (oleng)
kemampuan suatu kapal untuk kembali tegak setelah mengalami kemiringan secara melintang

Posisi metasenter dan keseimbangan.

Metasenter M, didefinisikan sebagai titik perpotongan antara garis tengah bidang melintang kapal dengan garis kerja gaya apung pada saat kapal miring. Titik M juga menunjukkan perpotongan garis kerja gaya berat pada saat kapal tidak miring dan garis kerja gaya apung pada saat kapal miring.

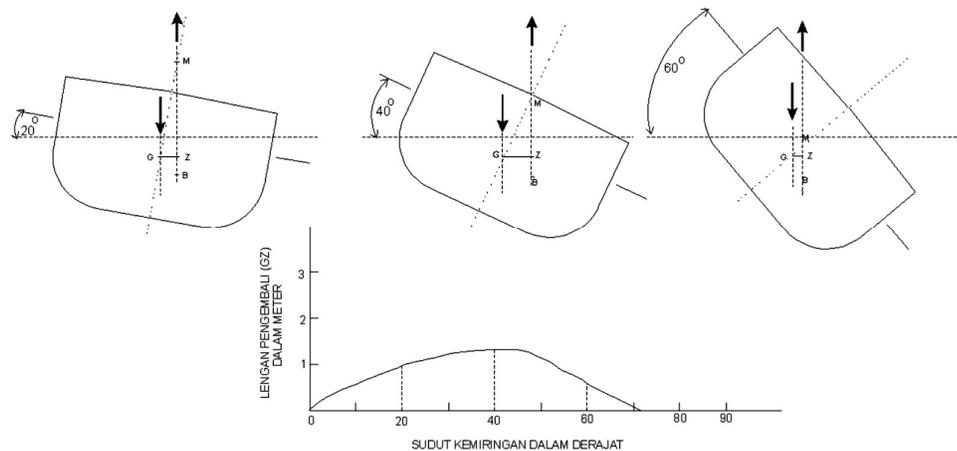
Hubungan antara metasenter dengan kondisi stabilitas kapal diatas hanya sesuai untuk sudut keolengan kecil, dari 0° sampai sekitar 7° sampai 10° , melebihi sudut ini perpotongan garis kerja gaya apung dengan garis tengah vertikal kapal tidak lagi signifikan. Oleh karena itu penggunaan posisi relatif metasenter dan gaya berat sebagai kriteria stabilitas melintang kapal dibatasi hanya untuk kemiringan sudut yang kecil, padahal stabilitas tidak bisa dibatasi pada rentang sudut tertentu, sebagai konsekwensinya harus dibuatkan keseluruhan stabilitas pada sembarang sudut kemiringan termasuk didalamnya stabilitas awal pada sudut kecil ($<10^{\circ}$).

Tinggi metasenter, suatu ukuran stabilitas awal.

Tinggi metasenter (GM) baik melintang kapal maupun memanjang kapal, didefinisikan sebagai jarak antara titik berat dan titik metasenter melintang atau memanjang kapal, diukur vertikal dalam posisi keseimbangan tegak. Jika M diatas G, tinggi metasenter positif dan jika M dibawah G, tinggi metasenter negatif. GM dijadikan ukuran stabilitas awal kapal atau kemampuan kapal tahan terhadap keolengan awal dari posisi tegak. Kapal dengan harga GM positif akan cenderung terapung tegak dan akan tahan terhadap gaya kemiringan awal. Sebaliknya kapal dengan GM negatif tidak akan terapung tegak dan bisa dikatakan awal dari tidak stabil. Titik metasenter memanjang kapal, M_L selalu terletak jauh, tinggi diatas kapal, sehingga hampir tidak ada harga GM_L negatif pada kapal kondisi normal.

Rentang stabilitas.

Rentang stabilitas didefinisikan sebagai rentang kemiringan dalam derajat baik dari sisi kiri (*port side*) atau dari sisi kanan (*starboard side*), dari posisi keseimbangan, dimana kapal pada stabilitas statis.

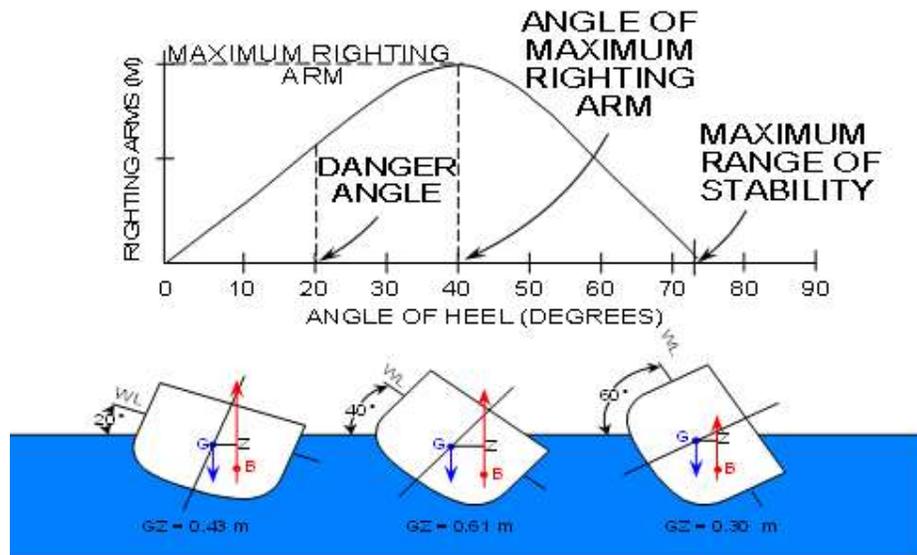


Gambar 53. Stabilitas kapal

Perhitungan GM dilakukan untuk mengetahui apakah kapal ini stabil atau tidak. Karena menurut A.B. Biran dalam bukunya *Ship Hydrostatics and Stability* "Persamaan dari benda terapung dikatakan stabil jika metacenter terletak di atas titik gravitasi. Jarak dari titik gravitasi sampai metacenter, GM, disebut tinggi metacenter, dan bernilai positif ke atas. Kondisi stabil dapat dinyatakan dengan $GM > 0$ ".

Kurva GZ

GZ merupakan jarak horizontal antara gaya yang melalui titik berat kapal (titik G) dan titik apung kapal (titik B). Derret, D.R. (1990) menambahkan bahwa kurva stabilitas statis menggambarkan hubungan antara nilai GZ dengan berbagai sudut oleng kapal dalam *Ton displacement* yang tetap. Nilai GZ berubah karena nilai momen penegak sebanding dengan besarnya kecilnya nilai GZ, sehingga GZ dapat dipergunakan untuk menandai besar kecilnya stabilitas kapal. Momen penegak adalah momen yang mengembalikan kapal kepada posisi semula setelah kapal tersebut mengalami kemiringan akibat gaya yang berasal dari luar. Contoh dari kurva GZ ada pada Gambar di bawah ini



Gambar 54. Kurva GZ

<https://www.maritimeworld.web.id/2013/12/Kurva-stabilitas-statis.html>

10. Konstruksi Kapal

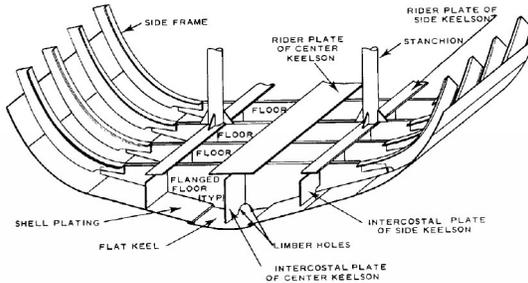
Sistem kerangka/konstruksi kapal (framing system) dibedakan dalam dua jenis utama; yaitu sistem kerangka melintang (*transverse framing system*) dan sistem membujur atau memanjang (*longitudinal framing system*). Dari kedua sistem utama ini maka dikenal pula sistem kombinasi (*combination/mixed framing system*).

Suatu kapal dapat seluruhnya dibuat dengan sistem melintang, atau hanya bagian-bagian tertentu saja (misalnya kamar mesin dan/atau cerukceruk) yang dibuat dengan sistem melintang sedangkan bagian utamanya dengan sistem membujur atau kombinasi; atau seluruhnya dibuat dengan sistem membujur. Pemilihan jenis sistem untuk suatu kapal sangat ditentukan oleh ukuran kapal (dalam hal ini panjangnya sehubungan dengan kebutuhan akan kekuatan memanjang), jenis/fungsi kapal menjadikan dasar pertimbangan-pertimbangan lainnya.

Untuk mengenali apakah suatu kapal, atau bagian dari badan kapal dibuat dengan sistem melintang atau membujur dapat dilihat pada panel-panel pelatnya (panel pelat adalah bidang pelat yang dibatasi oleh penumpu- penumpunya). Jika sisi-sisi panjang panel-panel pelat berada pada posisi muka-belakang (sesuai arah hadap kapal) maka sistem yang dipakai pada bagian yang bersangkutan adalah sistem melintang, sebaliknya jika sisi-sisi pendek berada pada posisi muka-belakang maka sistem yang dipakai adalah sistem membujur. Sistem kombinasi diartikan bahwa alas dan geladak dibuat dengan sistem membujur sedangkan sisi kapal dibuat dengan sistem melintang.

A. Sistem Konstruksi Melintang (*transverse framing system*)

Dalam sistem ini gading-gading (*frame*) dipasang vertikal (mengikuti bentuk *body plan*) dengan jarak antara (*spacing*), ke arah memanjang kapal, satu sama lain yang rapat (sekitar antara 500 mm – 1000 mm, tergantung panjang kapal). Pada geladak, baik geladak kekuatan maupun geladak-geladak lainnya, dipasang balok-balok geladak (*deck beam*) dengan jarak antara yang sama seperti jarak antara gading-gading. Ujung-ujung masing-masing balok geladak ditumpu oleh gading-gading yang terletak pada vertikal yang sama. Pada alas dipasang wrang-wrang dengan jarak yang sama pula dengan jarak antara gading-gading sedemikian rupa sehingga masing-masing wrang, gading- gading dan balok geladak membentuk sebuah rangkaian yang saling berhubungan dan terletak pada satu bidang vertikal sesuai penampang melintang kapal pada tempat yang bersangkutan. Jadi, sepanjang kapal berdiri rangkaian-rangkaian (*frame ring*) ini dengan jarak antara yang rapat sebagaimana disebutkan di atas.



Gambar 55. Sistem konstruksi melintang

Secara garis besar sistem konstruksi melintang memiliki ciri khas sebagai berikut:

- Sistem paling tua.
- Untuk kapal kecil.
- Diadaptasi dari anatomi tubuh manusia
 - *Backbone* → Lunas - Keel
 - *Skin* → Pelat kulit - *Plating*
 - *Ribs* → Gading-gading - *Frame*
- Lunas *primary longitudinal member*.
- Jarak gading melintang yang berdekatan.
- Jarak gading relatif kecil antara 20 hingga 40 inci.
- Bagian konstruksi memanjang relatif sedikit.
- Beban memanjang (*longitudinal load*) disangga oleh lunas dan pelat kulit.

Keuntungan

- Menghasilkan konstruksi yang sederhana
- Sangat efisien untuk kapal berukuran kecil (dalam hal material)
- Menyediakan ruang muat yang lebih besar
- Mudah dalam pembangunan
- Dengan adanya gading-gading utama (*web frames*), memberikan kekuatan melintang kapal yang baik

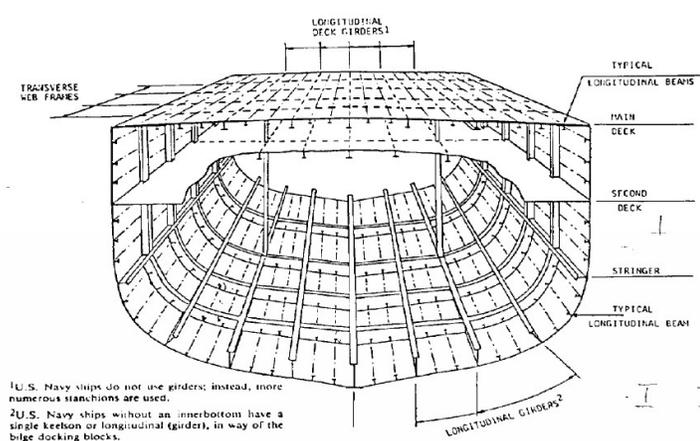
Kerugian

- Modulus penampang melintang kecil akibat tidak

- adanya balok melintang yang tidak terpotong. Kestabilan pelat kulit lebih kecil
- Diperuntukkan pada kapal-kapal berukuran pendek yang mana kekuatan memanjang kapal tidak terlalu besar. Untuk kapal yang memiliki panjang kurang dari 300 ft
- Untuk kapal besar, kekuatan memanjangnya jelek
- Untuk kapal yang lebih besar, memerlukan ukuran pelat yang lebih tebal.

B. Sistem Konstruksi Memanjang

Dalam sistem ini gading-gading utama tidak dipasang vertikal, tetapi dipasang membujur pada sisi kapal dengan jarak antara, diukur ke arah vertikal, sekitar 700 mm-1000 mm. gading-gading ini (pada sisi) dinamakan pembujur sisi *side longitudinal*). Pada setiap jarak tertentu (sekitar 3-5 m) dipasang gading-gading besar, sebagaimana gading-gading besar pada sistem melintang, yang disebut pelintang sisi (*side transverse*).



Gambar 56. Sistem konstruksi memanjang

Secara garis besar sistem konstruksi memanjang memiliki ciri khas sebagai berikut :

- Merupakan jawaban atas kebutuhan kekuatan memanjang yang lebih besar. Karena itu cocok untuk kapal berukuran besar.
- Seluruh komponen struktur dipasang arah memanjang.
- Terdiri dari “*girders*” dan “*longitudinals*”
 - Girder unsur utama penyangga *longitudinal load*
 - Longitudinals adalah “*beam-columns*” yang berfungsi sebagai:
 - Peyangga pelat terhadap tekanan *hydrostatic*
 - Meneruskan *longitudinal loads*
- Jarak komponen *longitudinal* (*longitudinals* atau *girders*) yang berdekatan—sekitar 20 sampai 40 inci.
- Jarak komponen melintang (*webframe, transverse frame*) yang lebar.
- Gading –gading (*frames*) dalam sistem ini disebut *web frame* (gading besar) atau *transverse frame* (gading lintang).
- Penataan pada arah memanjang ini meningkatkan kapasitas beban angkut kapal.

Keuntungan

- Penggunaan material sangat efisien.
- Untuk kapal besar, harganya lebih murah.
- Untuk semua ukuran kapal, pendekatan tekniknya lebih mudah.

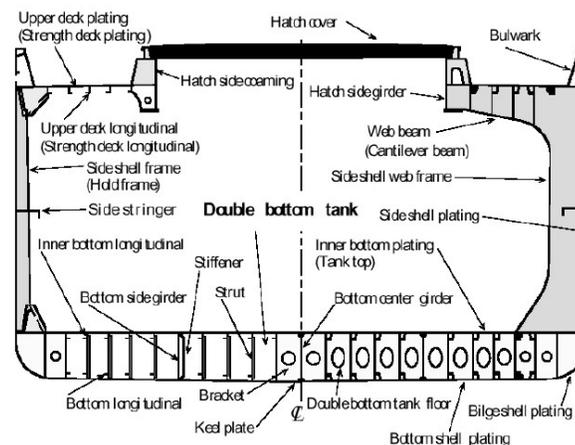
Kerugian

- *Web frames* yang besar membuat penyimpanan (*stowage*) muatan curah sulit.
- *Frames* yang besar membuat *accessibility, routing of piping, cabling*, dsb menjadi sulit.

C. Sistem Konstruksi Kombinasi

Sistem kombinasi ini diartikan bahwa sistem melintang dan sistem membujur dipakai bersama-sama dalam badan kapal. Dalam sistem ini

geladak dan alas dibuat menurut sistem membujur sedangkan sisinya menurut sistem melintang. Jadi, sisi-sisinya diperkuat dengan gading-gading melintang dengan jarak antara yang rapat seperti halnya dalam sistem melintang, sedangkan alas dan geladaknya diperkuat dengan pembujur-pembujur. Dengan demikian maka dalam mengikuti peraturan klasifikasi (*rules*) sisi-sisi kapal tunduk pada ketentuan yang berlaku untuk sistem melintang, sedangkan alas dan geladaknya mengikuti ketentuan yang berlaku untuk sistem membujur, untuk hal-hal yang memang diperlukan secara terpisah.



Gambar 57. Sistem konstruksi campuran

Secara garis besar sistem konstruksi campuran memiliki ciri khas sebagai berikut :

- Kombinasi antara sistem gading melintang dan memanjang
- Decks dan bottom menggunakan sistem gading memanjang (*longitudinally framed*)
- Sisi dan sekat memanjang (*long'l bulkheads*) menggunakan sistem gading melintang (*transversely framed*)
- bending stresses terbesar terjadi pada deck & bottom
- Gading-gading melintang pada sisi kapal berukuran lebih kecil –ruang muat jadi lebih besar.

Keuntungan

- Pemanfaatan struktur dan ruangan sangat efisien
- Merupakan sistem yang sangat baik bilamana digunakan untuk konstruksi alas ganda (*double bottom construction*)

Kerugian

- Biaya pembangunannya lebih mahal
- Kekuatan memanjang tidak sekuat kapal dengan sistim gading memanjang.

Tabel 6. Penguat utama sistem konstruksi

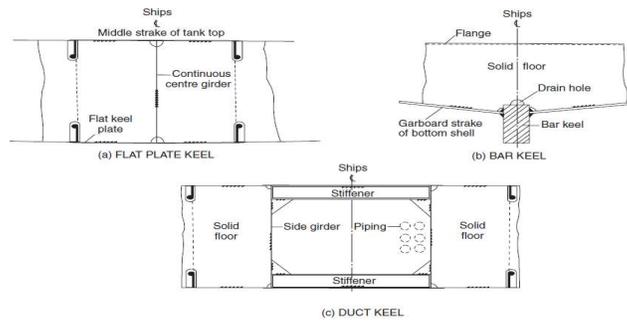
Sistem Konstruksi	Melintang	Kombinasi	Memanjang
Geladak (<i>Deck</i>)			
Profil/penegar yang mendukung kekuatan melintang	Balok geladak* Balok besar (strong beam) Kanitlever	Pelintang geladak (deck transverse)	Pelintang geladak
Profil/penegar yang mendukung kekuatan memanjang	Penumpu geladak tengah/samping	Pembujur geladak* Penumpu geladak	Pembujur geladak* Penumpu geladak (<i>deck girder</i>)
Lambung (<i>Side</i>)			
Profil/penegar yang mendukung kekuatan melintang	Gaing (<i>frame</i>)* Gading besar (<i>web frame</i>)	Gaing (<i>frame</i>)* Gading besar (<i>transverse web</i>)	Pelintang sisi (<i>transverse web</i>)
Profil/penegar yang mendukung kekuatan memanjang	Senta sisi (<i>side stringer</i>)	Senta sisi	Pembujur sisi * Senta sisi
Dasar (<i>Bottom</i>)			
Profil/penegar yang mendukung kekuatan melintang	Wrang (<i>floor</i>)*	Pelintang alas (<i>bottom transverse</i>)	Pelintang alas
Profil/penegar yang mendukung kekuatan memanjang	Penumpu tengah (<i>centre girder</i>) Penumpu samping (<i>side girder</i>)	Pembujur alas (<i>bottom longitudinal</i>)* Penumpu tengah Penumpu samping	Pembujur alas * Penumpu tengah Penumpu samping
Catatan : * profil/penegar tersebut dipasang hampir tiap jarak gading/pembujur			

D. Sistem Konstruksi pada Kapal

D.J. Eyres,2001, Ship Construction. Oxford : Butterworth-Heinemann

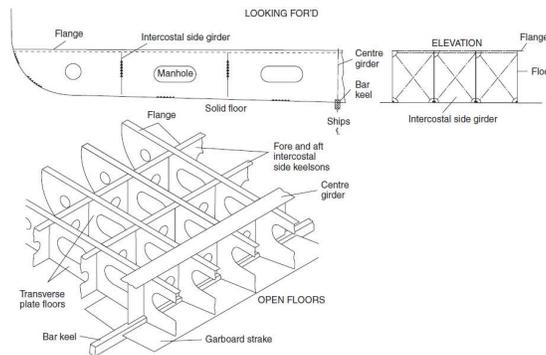
1. Konstruksi Alas (*Bottom Structure*)

Keels



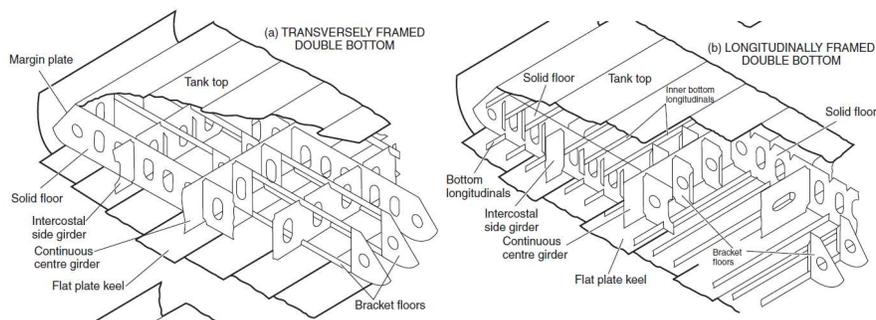
Gambar 58. Konstruksi lunas

Single Bottom Structure



Gambar 59. Konstruksi alas tunggal

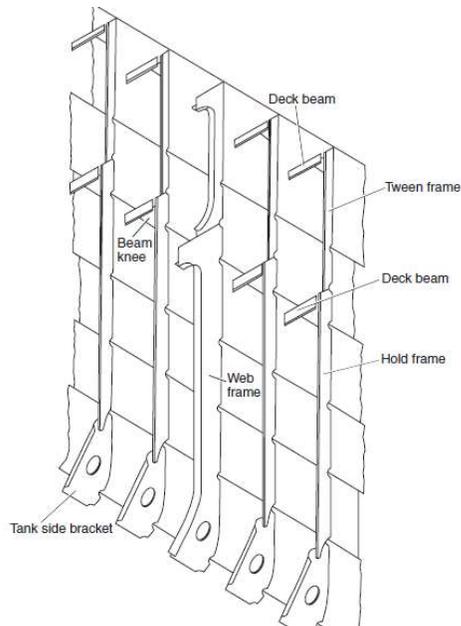
Double bottom construction



Gambar 60. Konstruksi alas ganda

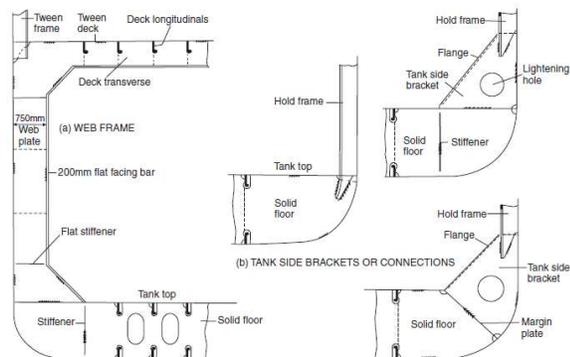
2. Shell Plating and Framing

Side shell with transverse framing



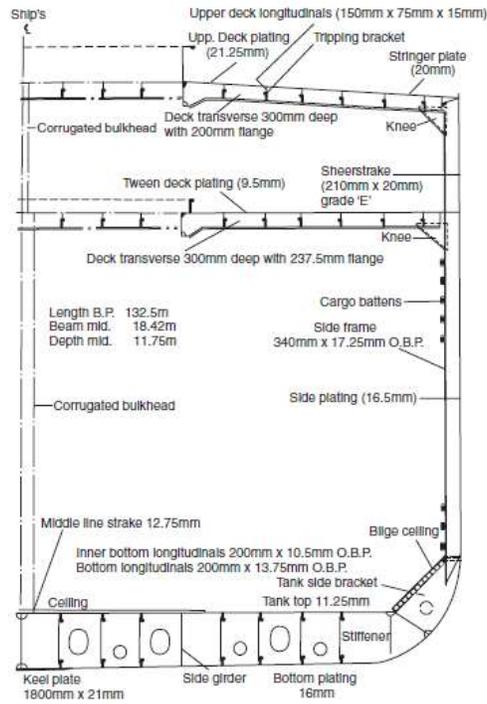
Gambar 61. Konstruksi pelat sisi lambung

Web frame and tank side bracket



Gambar 62. Konstruksi *web frame*

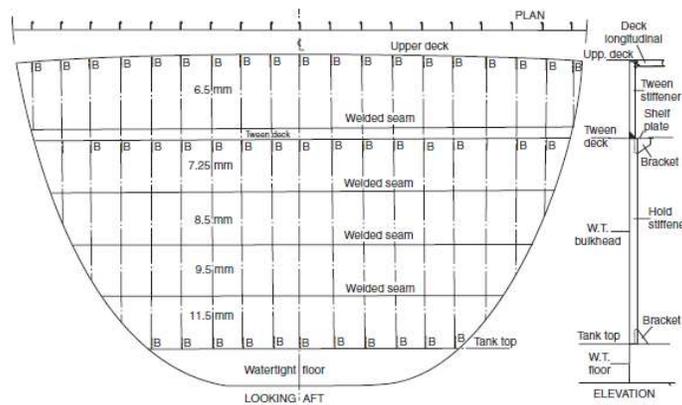
General cargo ship—midship section



Gambar 63. Konstruksi *miship general cargo*

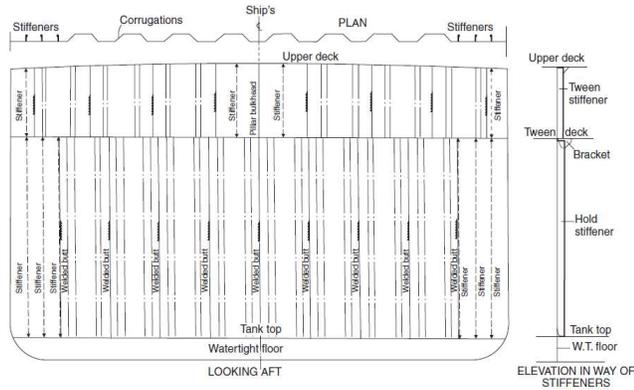
3. Bulkheads and Pillars

Plain watertight bulkhead



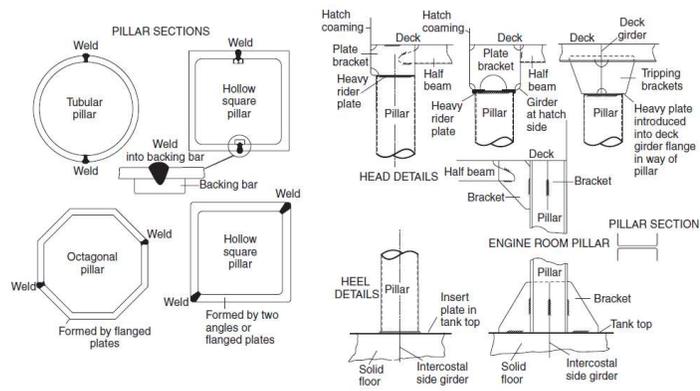
Gambar 64. *Watertight bulkhead*

Corrugated watertight bulkhead



Gambar 65. Corrugated bulkhead

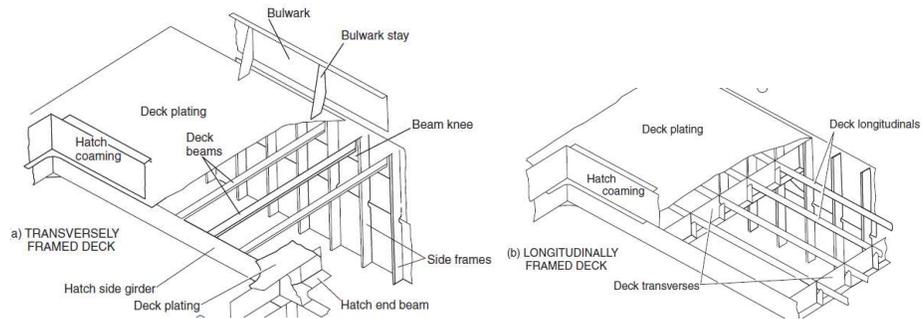
Pillar



Gambar 66. Konstruksi pilar

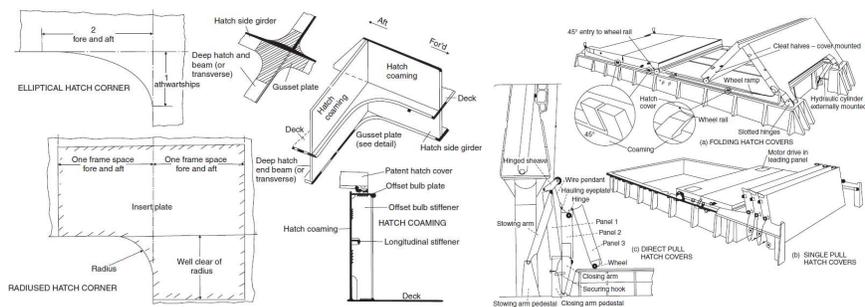
4. Decks, Hatches, and Superstructures

Deck construction



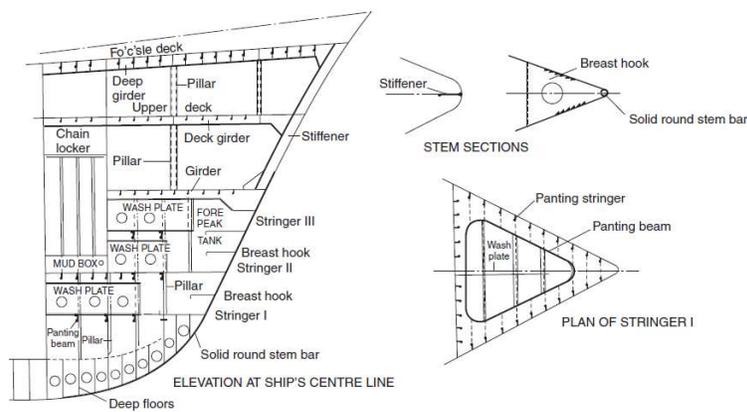
Gambar 67. Konstruksi geladak

Hatch openings

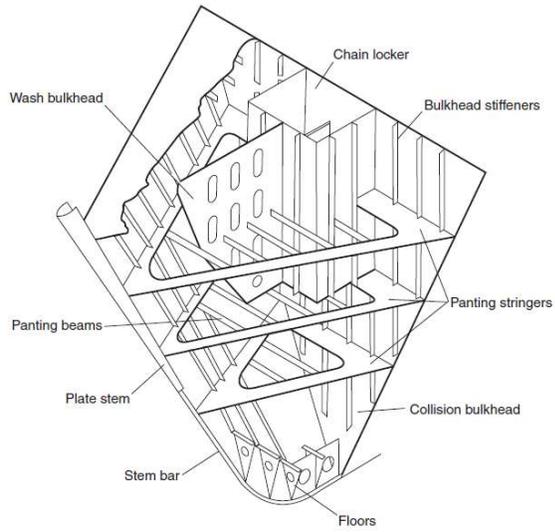


Gambar 68. Konstruksi ambang palka

5. Fore End Structure

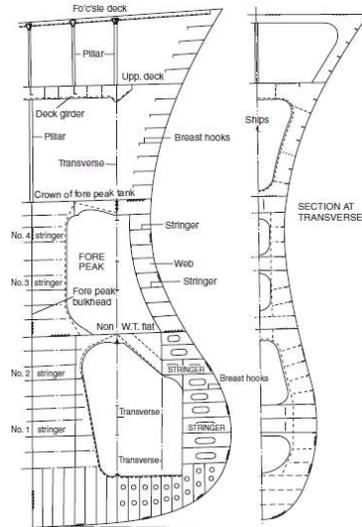


Gambar 69. Konstruksi haluan



Gambar 70. Konstruksi haluan tiga dimensi

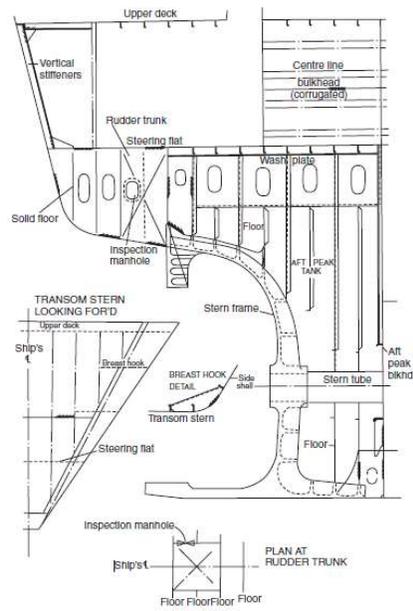
Bulbous Bows



Gambar 71. Konstruksi *bulbous bow*

6. Aft End Structure

Transom stern



Gambar 72. Konstruksi *transom stern*

D. Rangkuman

1. Jenis kapal dapat diklasifikasikan menjadi beberapa yaitu kapal berdasarkan sistem penggerak, kapal berdasarkan bahan, kapal berdasarkan fungsinya, kapal berdasarkan alat penggerak dan kapal khusus.
2. Bagian kapal dapat dibedakan menjadi bagian lambung, permesinan, elektrik dan perlengkapan.
3. Ukuran utama kapal dapat dijadikan patokan untuk menghitung volume dan berat kapal.
4. Koefisien bentuk kapal menandakan karakteristik dari kapal yang akan dibangun.
5. Stabilitas kapal yang baik ditandai dengan nilai GM (*Gravity to Metacenter*) lebih dari 0 (nol).
6. Rencana garis merupakan bentuk desain kapal yang berupa garis-garis yang dipandang dari posisi yaitu pandangan depan, pandangan samping dan pandangan atas.
7. *Freeboard* merupakan gaya apung cadangan yang wajib ada pada kapal.
8. Konstruksi kapal dibedakan menjadi tiga sistem yaitu konstruksi melintang, konstruksi memanjang dan konstruksi campuran.

Pembelajaran 3. Kerja Bangku

A. Kompetensi

Setelah mempelajari keseluruhan materi pada pembelajaran ini. Anda diharapkan dapat melakukan pekerjaan kerja bangku secara mandiri pada bidang keilmuan bidang perkapalan

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Setelah mempelajari materi dalam pembelajaran ini, Anda dapat :

1. Mampu menjelaskan dasar-dasar ilmu pengetahuan bahan serta penerapannya
2. Mampu menjelaskan dan menyajikan proses pengukuran benda kerja
3. Mampu menjelaskan dan menyajikan proses penandaan Benda Kerja
4. Mampu menjelaskan dan menyajikan cara menggunting/memotong benda kerja
5. Mampu menjelaskan dan menyajikan cara mengikir / menyerut
6. Mampu menjelaskan dan menyajikan cara memahat
7. Mampu menjelaskan dan menyajikan cara menggergaji
8. Mampu menjelaskan dan menyajikan cara mengulir / mengetap
9. Mampu menjelaskan dan menyajikan cara menekuk
10. Mampu menjelaskan dan menyajikan cara mengunci
11. Mampu menjelaskan fungsi alat pemegang benda
12. Mampu menjelaskan fungsi alat pemukul
13. Mampu menjelaskan dan menyajikan cara mengebor
14. Mampu menjelaskan dan menyajikan teknik mengeling
15. Mampu menjelaskan fungsi hand power tools

C. Uraian Materi

Kerja Bangku

Sebelum melakukan pekerjaan yang menggunakan perkakas tangan manual dalam hal ini kerja bangku, terlebih dahulu harus diperiksa peralatan yang akan dipakai. Langkah selanjutnya adalah memeriksa benda kerja yang akan dikerjakan, dari bahan apa material bahan tersebut dan berapa ukuran dimensi benda kerjanya.

1. Ilmu Pengetahuan Bahan

Bahan. Setiap orang pasti mengenal arti kata ini, sebab tiap saat kita dikelilingi oleh bahan-bahan, malahan mempergunakan benda yang terbuat dari bahan-bahan tersebut. Tidak mengherankan lagi jika benda tersebut dibuat kalau bukan dari bahan-bahan. Bahan disekitar kita tidak semua disebut bahan teknik, artinya bahan-bahan yang dipergunakan dalam teknik.

Bahan-bahan tersebut ada yang berbentuk padat, cair, atau gas. Wujud bahan tertentu juga bisa berubah pada suhu tertentu (padat, cair, gas). Bahan teknik pada dasarnya dapat di bagi dalam 2 golongan, yaitu:

a. Bahan Logam

Dimana bahan logam tersebut biasanya mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

- Penghantar listrik atau panas yang baik.
- Dapat dibentuk dengan proses panas dan dingin.
- Mempunyai tegangan tarik tinggi.

b. Bahan bukan logam

Dimana bahan bukan logam tersebut biasanya mempunyai sifat-sifat:

- Tidak baik untuk penghantar listrik dan panas.
- Sulit untuk dibentuk.
- Tegangan tarik rendah.
- Baik sebagai isolator atau bahan isolator.

Pada proses pengolahan logam (*ferro*) di pabrik, terlebih dahulu digalilah bijih-bijih besi yang berupa gumpalan tanah yang mengandung pasir besi dalam pertambangan. Kemudian bijih-bijih besi tersebut diangkat ke pabrik pengolahan besi baja untuk diproses lebih lanjut.

Sebelum dimasukkan kedalam dapur tinggi, bijih besi tersebut didahului proses pendahuluan, yaitu :

- Penyucian
- Pemecahan
- Pembersihan
- Pemanggangan

Proses selanjutnya di lakukan pemanggangan di dalam oven pemanas untuk mengurangi berat kadar belerang yang dalam bijih besi dan mengeluarkan kandungan zat asam arangnya.

Bijih-bijih besi ada beberapa macam jenisnya, jenis-jenis yang terpenting ialah:

- Batu besi coklat ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$), mengandung kadar besi 40%.
- Batu besi merah (Fe_2O_3), mengandung kadar besi 50%
- Batu besi magnet (Fe_3O_4), mengandung kadar besi antara 60%
- Batu besi kalsit (FeCO_3), mengandung kadar besi 40%

Pengerjaan dasar dalam pengolahan baja, ialah peleburan bahan-bahan logam dan kemudian mengolahnya. Bahan bakunya untuk pengolahan baja terdiri atas:

- besi dapur tinggi (besi kasar)
- baja tua
- bahan tambahan (batu kapur, silika dan antrasit)

Proses pengolahan baja terdiri atas:

- Dapur Tungku Terbuka Basa
- Konvertor Bessemer
- Dapur Listrik Busur Cahaya

- Proses Oksigen Basa

Pada garis besarnya logam digolongkan menjadi dua, yaitu logam besi (ferro) dan logam non ferro. Logam besi terdiri dari baja, baja tuang, paduan besi. Untuk logam non ferro dikelompokkan menjadi dua, yaitu logam berat dan logam ringan. Logam berat murni terdiri dari tembaga, timah putih, seng, timah hitam, nikel, wolfram, dan lain-lain. Sedangkan contoh logam berat paduan adalah kuningan, perunggu dan patri. Logam ringan murni terdiri dari aluminium, perunggu, beryllium. Contoh logam ringan paduan adalah anti corodal, aluman dan avional.

Adapun menurut pembagiannya logam ferro dibagi menjadi:

a. Besi Tuang

Komposisi: Campuran besi dan karbon, kadar karbon sekitar 4%

Sifat: Rapuh, tidak dapat ditempa, baik untuk dituang, kuat dalam pemadatan, lemah dalam tegangan

Penggunaan: Alas mesin, meja datar, badan ragum, bagian-bagian mesin bubut, blok silinder, cincin torak.

b. Besi Tempa

Komposisi: 99% besi murni dengan sedikit kotoran.

Sifat: Dapat ditempa, liat, tidak dapat dituang, tetap seperti adonan bila dipanasi.

Penggunaan: Rantai jangkar, kait keran, landasan kerja plat.

c. Baja Lunak

Komposisi: Campuran besi dan karbon. Kadar karbon 0,1% - 0,3%.

Sifat: Dapat ditempa, liat.

Penggunaan: Mur, baut, sekrup, pipa, keperluan umum dalam pembangunan.

d. Baja Karbon Sedang

Komposisi: Campuran besi dan karbon. Kadar karbon 0,4% - 0,6%.

Sifat: Lebih kenyal daripada keras

Penggunaan: Benda kerja tempa berat, poros, rel baja

e. Baja Karbon Tinggi

Komposisi: Campuran besi dan karbon. Kadar karbon 0,7% - 1,5%.

Sifat: Dapat ditempa, dapat disepuh keras dan dimudahkan, mudah ditempa.

Penggunaan: Kikir, pahat, gergaji, tap, stempel, alat-alat mesin bubut dan sebagainya.

f. Baja Cepat Tinggi

Komposisi: Baja karbon tinggi ditambah nikel atau kobal, chrom atau tungsten.

Sifat: Rapuh, tahan suhu tinggi tanpa kehilangan kekerasannya, dapat disepuh keras dan dimudahkan.

Penggunaan: Mesin bubut, alat-alat mesin, mesin bor dan sebagainya.

Logam Non Ferro disebut juga dengan logam bukan besi, karena tidak mempunyai kandungan besi (Fe). Menurut massa jenisnya logam non ferro dibedakan 3 macam yaitu :

- Logam Berat

Semua logam bukan besi yang mempunyai massa – jenis $> 5 \text{ kg/dm}^3$.

Contoh: Tembaga (Cu), Seng (Zn), Crom (Cr), Nikel (Ni), dll.

- Logam Ringan

Semua logam bukan besi yang mempunyai massa – jenis $< 5 \text{ kg/dm}^3$.

Contoh: Aluminium (Al), Titanium (Ti), Magnesium (Mg), Beryllium (Be).

- Logam Mulia

Logam mulia tersebut dikategorikan juga termasuk logam berat, tetapi mempunyai sifat-sifat khusus seperti:

Tahan terhadap bahan kimia, tahan terhadap korosi, dll.

Contoh: Emas (Au), Platina (Pt), Perak (Ag).

Dari logam non ferro berat yang penting dalam paduan disebut tembaga, timah dan timbal

Logam non ferro ringan yang penting dalam paduannya disebut aluminium dan magnesium.

Yang termasuk jenis logam non ferro antara lain:

- a. Tembaga

Warna: Coklat kemerah-merahan.

Sifat: Dapat ditempa, liat, penghantar panas dan listrik yang baik, kukuh.

Penggunaan: Suku bagian listrik, pemipaan, alat-alat dekorasi dan sebagainya.

- b. Aluminium

Warna: Biru Putih

Sifat: Dapat ditempa, liat, bobot ringan, penghantar yang baik, baik untuk dituang.

Penggunaan: Alat-alat masak, reflector, industri mobil, industri pesawat terbang.

- c. Timbel

Warna: Biru kelabu.

Sifat: Dapat ditempa, sangat liat, tahan korosi air dan asam, bobot sangat berat.

Penggunaan: Kabel, baterai, bubungan atap.

d. Timah

Warna: Bening keperak-perakan.

Sifat: Dapat ditempa, liat tahan korosi.

Penggunaan: Melapisi lembaran baja lunak (pelat timah), industri pengawetan.

Campuran non ferro ini merupakan campuran antara logam non ferro berat maupun logam non ferro ringan. Yang termasuk campuran non ferro antara lain:

a. Loyang

Komposisi: Tembaga 65%, seng 35%.

Sifat: Empuk, lunak.

Penggunaan: Batang, kawat, sekrup, paku keeling, tuangan.

b. Perunggu Fospor

Komposisi: Tembaga 90%, timah 9%, fosfor 1%.

Sifat: Kenyal, tahan korosi dengan baik.

Penggunaan: Bantalan mesin, pompa air.

c. Duralumin

Komposisi: Aluminium 95%, tembaga 4%, mangan 1%.

Sifat: Dapat ditempa, liat, dapat dipukul dengan palu, direntang

Bobot: Ringan, kukuh.

Penggunaan: Pesawat terbang, suku bagian kendaraan, paku keling, mur, baut.

d. Pelat Timah

Lembaran tipis baja lunak dilapis timah pada kedua belah sisi dan pada semua tepinya. Harus berhati-hati benar dalam menangani dan menyimpan pelat timah. Lembaran pelat timah harus disimpan dengan kertas atau bahan lain yang sesuai di antara setiap pelat untuk mencegah lepasnya lapis timah karena sesuatu hal. Bila lapis timah hilang akan timbul karatan.

Pelat timah harus diberi tanda dengan pensil tajam dan dipotong tepat menurut garis itu. Tepi potongan harus dilapis dengan pateri, juga untuk mencegah terjadinya karatan. Bila tepi potongan berada pada sambungan, maka pematerian tepi dilakukan pada waktu memateri sambungan.

Pelat timah sama sekali tidak boleh dipukul dengan martil. Harus dipergunakan kayu keras atau martil kayu. Landasan pande timah atau potongan-potongan kayu keras yang sesuai bentuknya dapat dipergunakan sebagai sarana pembentuk.

Secara umum sifat-sifat bahan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

a. Sifat Kimia

Dengan sifat kimia diartikan sebagai sifat bahan yang mencakup antara lain kelarutan bahan tersebut terhadap larutan kimia, basa atau garam dan pengoksidasiannya terhadap bahan tersebut. Salah satu contoh dari sifat kimia yang terpenting adalah: korosi.

b. Sifat Teknologi

Sifat teknologi adalah sifat suatu bahan yang timbul dalam proses pengolahannya. Sifat ini harus diketahui terlebih dahulu sebelum mengolah atau mengerjakan bahan tersebut.

Sifat – sifat teknologi ini antara lain: Sifat mampu las (*Weldability*), sifat mampu dikerjakan dengan mesin (*Machineability*), sifat mampu cor (*Castability*), dan sifat mampu dikeraskan (*Hardenability*).

c. Sifat Fisika

Sifat fisika adalah perlakuan bahan karena mengalami peristiwa Fisika, seperti adanya pengeruh panas, listrik dan beban. Yang termasuk golongan sifat fisika ini adalah: sifat panas, sifat listrik, sifat mekanis.

d. Sifat Panas

Sifat-sifat yang timbul karena pengaruh panas yaitu: sifat-sifat karena proses pemanasan dan karena perubahan bentuk atau ukuran karena pengaruh panas (pemuaihan/penyusutan). Pengaruh panas panas dapat juga merubah struktur bila kombinasi pemanasan dan pendinginan dilakukan pada kecepatan waktu tertentu. Hal ini banyak mempengaruhi atau dapat merubah sifat mekanis dari bahan tersebut. Proses ini dikenal dengan nama perlakuan panas atau “*heat-treatment*”.

e. Sifat Listrik

Sifat listrik dari bahan adalah penting, karena sifat dari bahan inilah sekarang banyak digunakan untuk Televisi, Radio, dan Telepon. Sifat – sifat listrik dari bahan yang terpenting adalah: ketahanan dari suatu bahan terhadap aliran listrik dan daya hantarnya, dan tidak semua bahan mempunyai daya hantar listrik yang sama. Bahan bukan logam, seperti misalnya keramik, plastik adalah penghantar listrik yang tidak baik, oleh karena itu bahan ini dipergunakan sebagai “*Isolator*”.

Semua bahan logam dapat mengalirkan arus listrik, akan tetapi logam yang paling baik untuk penghantar listrik adalah aluminium dan tembaga. Oleh karena itulah dalam teknik listrik bahan tersebut banyak dipergunakan sebagai Konduktor, Kabel, Panel Penghubung dan alat-alat listrik lainnya.

f. Sifat Mekanik

Sifat mekanik suatu bahan adalah kemampuan bahan untuk menahan beban-beban yang dikenakan kepadanya. Dimana beban-beban tersebut dapat berupa beban tarik, tekan, bengkok, geser, puntir, atau beban kombinasi.

Sifat-sifat mekanik logam seperti yang telah diuraikan pada sifat umum logam, dimana bahan logam harus mampu dikenakan beban kepadanya. Hal ini dilakukan untuk pengerjaan atau perlakuan lebih lanjut. Adapun sifat-sifat mekanik yang terpenting antara lain:

- **Kekuatan (*strenght*)** menyatakan kemampuan bahan untuk menerima tegangan tanpa menyebabkan bahan tersebut menjadi patah Kekuatan ini ada beberapa macam, dan ini tergantung pada beban yang bekerja antara lain dapat dilihat dari kekuatan tarik, kekuatan geser, kekuatan tekan, kekuatan puntir, dan kekuatan bengkok.
- **Kekerasan (*hardness*)** dapat didefinisikan sebagai kemampuan bahan untuk tahan terhadap goresan, pengikisan (*abras*), penetrasi. Sifat ini berjkaitan erat dengan sifat keausan (*wear resistance*). Dimana kekerasan ini juga mempunyai korelasi dengan kekuatan.
- **Kekenyalan (*easticity*)** menyatakan kemampuan bahan untuk menerima tegangan tanpa mngakibatkan terjadinya perubahan bentuk yang permanen setelah tegangan dihilangkan. Bila suatu bahan mengalami tegangan maka akan terjadi perubahan bentuk. Bila tegangan yang bekerja besarnya tidak melewati suatu batas tertentu maka perubahan bentuk yang terjadi bersifat sementara, perubahan bentuk ini akan hilang bersama dengan hilangnya tekanan, maka sebagian bentuk itu tetap ada walaupun tegangan telah dihilangkan.
- Kekenyalan juga menyatakan seberapa banyak perubahan bentuk elastis yang dapat terjadi sebelum perubahan bentuk yang permanen mulai terjadi, dengan kata lain kekenyalan menyatakan kemampuan bahan untuk kembali ke bentuk dan ukuran semula setelah menerima beban yang menimbulkan deformasi.
- **Kekakuan (*stiffness*)** menyatakan kemampuan bahan untuk menerima tegangan atau beban tanpa mengakibatkan terjadinya

perubahan bentuk (*deformasi*) atau defleksi. Dimana dalam beberapa hal kekakuan ini lebih penting dari pada kekuatan.

- **Plastisitas (*plasticity*)** menyatakan kemampuan bahan untuk mengalami sejumlah deformasi plastis yang permanen tanpa mengakibatkan terjadinya kerusakan. Sifat ini sangat diperlukan bagi bahan yang akan diproses dengan berbagai proses pembentukan seperti, *forging, rolling, extruding* dan sebagainya. Sifat ini sering juga disebut sebagai keuletan atau kekenyalan (*ductility*). Bahan yang mampu mengalami deformasi plastis yang cukup tinggi dikatakan sebagai bahan yang mempunyai keuletan atau kekenyalan tinggi, dimana bahan tersebut dikatakan ulet atau kenyal (*ductile*). Sedangkan bahan yang tidak menunjukkan terjadinya deformasi plastis dikatakan sebagai bahan yang mempunyai keuletan yang rendah atau dikatakan getas atau rapuh (*brittle*).
- **Ketangguhan (*toughness*)** menyatakan kemampuan bahan untuk menyerap sejumlah energi tanpa mengakibatkan terjadinya kerusakan. Juga dapat dikatakan sebagai ukuran banyaknya energi yang diperlukan untuk mematahkan suatu benda kerja, pada suatu kondisi tertentu. Sifat ini dipengaruhi oleh banyak faktor, sehingga sifat ini sulit untuk diukur.
- **Kelelahan (*fatigue*)** merupakan kecenderungan dari logam untuk patah bila menerima tegangan berulang-ulang (*cyclic stress*) yang besarnya masih jauh dibawah batas kekuatan elastisitasnya. Sebagian besar dari kerusakan yang terjadi pada komponen mesin disebabkan oleh kelelahan. Karena kelelahan merupakan sifat yang sangat penting tetapi sifat ini juga sulit diukur karena sangat banyak faktor yang mempengaruhinya.
- **Keretakan (*crack*)** merupakan kecenderungan suatu logam untuk mengalami deformasi plastik yang besarnya merupakan fungsi waktu, dimana pada saat bahan tersebut menerima beban yang besarnya relatif tetap.
- Berbagai sifat mekanik diatas juga dapat dibedakan menurut cara pembebanannya, yaitu sifat mekanik statik, sifat terhadap beban statik, yang besarnya tetap atau berubah dengan lambat, dan sifat mekanik

dinamik, sifat mekanik terhadap beban, yang berubah-ubah atau mengejut. Ini perlu dibedakan karena tingkah laku bahan mungkin berbeda terhadap cara pembebanan yang berbeda.

2. Mengukur Benda Kerja

Mengukur benda kerja berarti membandingkan suatu besaran yang diukur dengan suatu ukuran pembanding yang telah ditera. Dalam melakukan proses pengukuran, terdapat istilah-istilah yang selalu mengikuti cara pembacaan pengukuran, yaitu:

- *Besaran pengukuran* ialah panjang yang akan diukur.
- *Nilai pengukuran (ukuran pengukuran)* ialah ukuran yang dibaca pada pengukuran dengan alat pengukur.
- *Ukuran nominal* ialah ukuran yang tertera pada gambar.
- *Ukuran nyata* ialah ukuran benda kerja sebenarnya yang selesai digarap.
- *Ketepatan pengerjaan* ialah penyimpangan ukuran nyata terbesar yang masih diizinkan dari ukuran yang telah ditentukan.

Mistar baja

Mengukur dengan menggunakan mistar baja, makan ukuran dengan garis nol pada sisi pinggir.

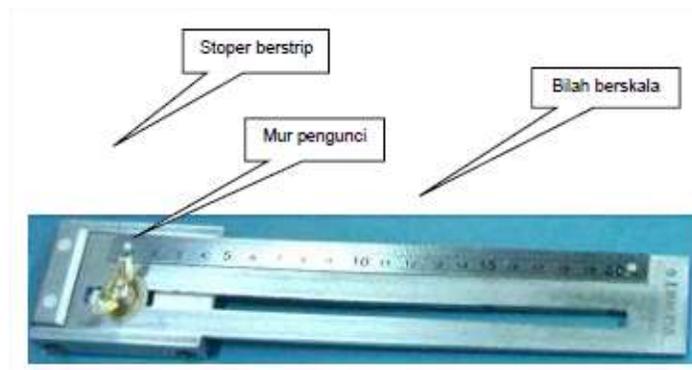
Cara menggunakan mistar baja

- Peletakan mistar ukur pada posisi tegak lurus dengan benda kerja atau sejajar dengan benda kerja.
- Titik nol (0) mulai dari tepi pinggir mistar baja atau mulai angka 10
- Amati batasi akhir benda kerja yang diukur.
- Ambil mistar baja dan baca hasil pengukurannya.

Mistar geser (vernier capiler)

Mistar geser atau kaliber memungkinkan pengukuran dengan pembacaan sebesar 0,1 mm, 0,005 mm atau 0,02 mm (bergantung pada jenis nonius).

Mistar geser terdiri dari dua bagian, bagian/bilah berskala ukur, skala ukur biasanya dalam metrik saja sepanjang 20 Cm, sedangkan bagian yang lain (*stoper*) bertanda strip, dimana posisi strip tersebut berada, disitulah besaran pengukuran diperoleh. Bagian lain adalah mur pengunci untuk mengunci/ mengikat kedua bagian mistar setelah diperoleh ukuran yang diinginkan.



Gambar 73. Mistar Geser

Dengan alat ukur yang paling banyak dipakai ini dapat dilaksanakan pengukuran luar, dalam dan kedalaman secara cepat dan mudah.

Fungsi mistar geser atau vernier capiler adalah untuk mengukur ukuran luar, ukuran dalam dan ukuran kedalaman suatu benda dengan satuan matrix (mm) atau inchi.

Bagian-bagian mistar geser;

- *Rahang luar*: digunakan untuk mengukur diameter luar atau lebar dari sebuah objek.
- *Rahang inside (dalam)*, digunakan untuk mengukur diameter internal suatu objek.
- *Kedalam probe*, digunakan untuk mengukur kedalaman suatu obyek atau lubang.
- *Skala utama mm*, skala ditandai dengan ukuran setiap mm.
- *Skala utama inchi*, skala ditandai dengan ukuran setiap inchi.
- *Skala nonius mm*, memberikan pengukuran interpolasi menjadi 0,1 mm atau lebih.

- *Skala nonius inchi*, memberikan ukuran interpolasi pecahan inchi.
- *Retainer*, digunakan untuk pengencangan atau memudahkan pergeseran dalam mengukur.

Cara Menggunakan Mistar Geser

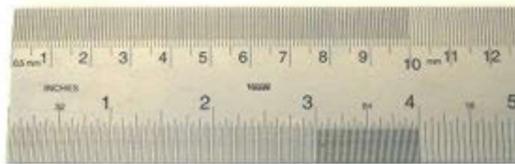
- a. Mengukur ukuran luar:
 - Geser rahang luar sampai ujung akhir benda kerja
 - Jepit benda kerja dengan kedua rahang luar
 - Hasil pengukuran dapat dibaca pada skala utama dan skala noniusnya
- b. Mengukur ukuran dalam:
 - Geser rahang dalam sampai sisi dalam benda kerja
 - Tekan atau geser kedua rahang dalam sampai menyentuh sisi dalam benda kerja
 - Hasil pengukuran terlihat pada skala utama dan skala nonius
- c. Mengukur ukuran kedalaman:
 - Geser kedalaman probe sampai menyentuh ujung dalam benda kerja
 - Keluarkan mistar geser dari lubang tersebut
 - Baca ukuran pada skala utama dan skala nonius

Mistar Ukur

Mistar ukur adalah alat ukur untuk mengetahui nilai panjang, lebar, tinggi/ketebalan, dan kedalaman. Alat ini berbentuk pipih lurus dilengkapi dengan satuan ukuran metrik dan imperial. Mistar dengan satuan metrik berbasis pada satuan milimeter dan setengah milimeter, sedangkan mistar satuan imperial berbasis pada satuan inchi dengan pembagian 16, 32, atau 64 bagian. Jika dibagi dalam 16 bagian artinya harga satuan terkecil adalah $1/16$ ", jika dibagi dalam 32 bagian maka satuan terkecil sama dengan $1/32$ " sedangkan jika dibagi dalam 64 bagian berarti satuan terkecil adalah $1/64$ ".

Mistar ukur terbuat dari logam (baja atau aluminium), plastik, formika, atau kayu. Untuk kerja bangku umumnya terbuat dari baja. Satu sisi mistar diberi satuan ukuran metrik dan sisi lain diberi satuan ukuran imperial, namun

ada mistar yang hanya mencantumkan satu sistem ukuran pada salah satu sisinya, misalnya hanya metrik atau imperial. Panjang mistar antara 10 cm s.d. 1 meter, namun yang biasa digunakan di bengkel kerja bangku adalah mistar berskala ukur ganda dengan panjang 30 cm atau 12" (1foot). Bila diperlukan yang lebih panjang, tersedia pula mistar lipat dan mistar gulung (rol mistar).



Gambar 74. Model mistar baja berskala ganda (metrik dan imperial)

Mistar Lipat

Alat ukur ini dapat dilipat karena dilengkapi dengan sambungan pada setiap panjang tertentu, lipatan ini dinamakan bilah ukur. Meteran dengan jarak lipatan 10 cm akan terdapat 10 bilah ukur, sedangkan jarak lipatan 20 cm akan terdapat 5 bilah ukur.

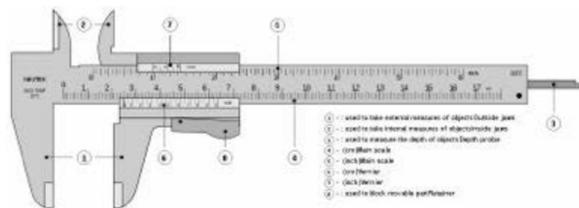
Mistar Gulung (Rol Meter)

Dalam perkembangannya, meteran dibuat lebih panjang dari satu meter, bahkan ada yang sampai 100 m. Meteran semacam ini terbuat dari bahan serat nylon, kain, kulit atau lembaran plat baja tipis sehingga dapat digulung pada sebuah selubung, oleh karena itu dinamakan mistar/meteran gulung.

Panjang meteran gulung yang terbuat dari plat baja antara 2 s.d. 10 m, meteran ini mempunyai konstruksi khusus yang dapat menggulung kembali secara otomatis, sedangkan meteran gulung kain/kulit panjangnya bisa mencapai 100 m tetapi tidak dapat menggulung secara otomatis.

Jangka Sorong

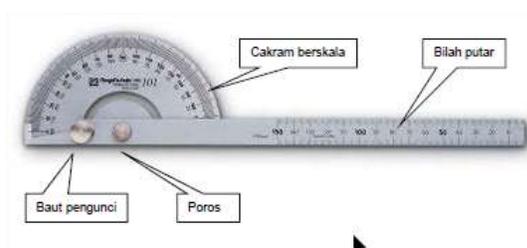
Jangka sorong adalah alat ukur yang ketelitiannya dapat mencapai seperseratus milimeter. Umumnya terbuat dari baja tahan karat. Terdiri dari dua bagian, bagian diam memuat skala ukur utama dalam sistem metrik dan imperial, dan bagian bergerak memuat skala ukur pembagi. Pembacaan hasil pengukuran sangat bergantung pada keahlian dan ketelitian pengguna maupun alat. Sebagian buatan terbaru sudah dilengkapi dengan *display digital*. Pada versi analog, umumnya tingkat ketelitian adalah 0.05 mm (19 mm dalam skala utama dibagi dalam 20 bagian dalam skala pembagi) untuk jangka sorong dibawah 30cm, dan 0.01 untuk yang di atas 30cm.



Gambar 75. Jangka Sorong

Busur Derajat (*Protractor*)

Busur derajat adalah alat yang dapat untuk mengukur dan membentuk sudut antara dua bidang permukaan benda kerja yang saling bertemu. Protractor sederhana biasanya terdiri dari cakram pipih separuh lingkaran berskala mulai dari 0o sampai dengan 180o dan bilah putar.

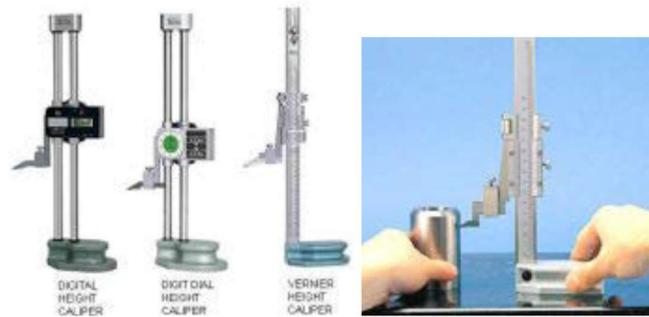


Gambar 76. Busur Derajat (*Protractor*)

Pengukur Tinggi (*Height Gauge*)

Height gauge adalah sebuah alat pengukuran yang berfungsi mengukur tinggi benda terhadap suatu bidang acuan atau bisa juga untuk

memberikan tanda goresan secara berulang terhadap benda kerja sebagai acuan dalam proses pengerjaan selanjutnya (permesinan). Dengan adanya kemajuan teknologi pengukur tinggi juga dikembangkan dari analog menjadi digital.



Gambar 77. Pengukur Tinggi (*Hight Gauge*)

Penyiku

Penyiku atau siku-siku merupakan salah satu alat pada kerja bangku yang terbuat dari baja yang berfungsi untuk memeriksa ketepatan sudut pada benda kerja. Umumnya penyiku memiliki besaran sudut 90° dan 135° . Ada juga penyiku yang dapat distel (penyiku lipat), penyiku lipat bahkan sudah ada yang dilengkapi dengan layar baca digital.

Mal Radius

Mal radius umum diproduksi dalam bentuk set yang terdiri dari beberapa tingkat besaran radius (misalnya $R1 - 7 \text{ mm}$) baik untuk pemeriksaan radius luar maupun radius dalam. Mal radius dibuat dari pelat baja perkakas.

Jangka Bengkok

Jangka bengkok adalah jangka yang kedua kakinya dibuat melengkung kedalam yang mana pangkal kedua kakinya ada yang diikat secara sesak dengan sebuah poros (keling) dan ada yang pertemuan pangkal kedua kakinya bertumpu pada sebuah poros dan di klem dengan sebuah pegas daun yang melingkar, untuk penyetelan jarak kakinya menggunakan batang berulir dan mur yang dipasang merangkai kedua kakinya. Jangka

bengkok terbuat dari baja perkakas dan berfungsi sebagai mal atau untuk mengukur ukuran luar, diantaranya ketebalan benda kerja, diameter luar benda-benda silindris, kesejajaran dua permukaan bidang pada sebuah benda kerja.

Jangka Kaki

Jangka kaki adalah jangka yang pada ujung kedua kakinya dibuat bengkok keluar yang mana pangkal kedua kakinya ada yang diikat secara sesak dengan sebuah poros (keling) dan ada yang pertemuan pangkal kedua kakinya bertumpu pada sebuah poros dan di klem dengan sebuah pegas daun yang melingkar, untuk penyetelan jarak kakinya menggunakan batang berulir dan mur yang dipasang merangkai kedua kakinya. Jangka kaki terbuat dari baja perkakas dan berfungsi sebagai mal atau untuk mengukur ukuran dalam, diantaranya diameter lubang, diameter dalam dari pipa, atau celah pada benda kerja.

Penggores

Penggores adalah alat untuk membuat tanda atau garis pada permukaan benda kerja. Penggores umumnya berbentuk batang silindris yang bagian ujungnya diruncingkan. Penggores dibuat dari bahan baja perkakas dengan syarat harus lebih keras dari benda kerja yang dikerjakan supaya dapat meninggalkan bekas goresan pada permukaan benda kerja. Model penggores bermacam-macam antara lain model ujung tunggal dan model ujung ganda, ada yang berujung tetap dan ada yang ujungnya dapat diganti.

Penitik

Penitik pusat (*center-punch*) terbuat dari baja perkakas yang bagian badannya dibuat berbentuk batang segi delapan atau dikartel agar tidak licin sewaktu dipegang, ujungnya lancip dengan sudut 90° . Penitik yang bersudut 90° ini sebagai penitik pusat yang digunakan untuk menandai titik pusat lubang yang akan dibor. Sedangkan untuk menandai garis yang akan dipotong dapat digunakan penitik garis (*prick-punch*), penitik ini mempunyai sudut lancipnya 60° .

Jangka Tusuk

Jangka Tusuk adalah jangka yang pada ujung kedua kakinya dibuat runcing yang mana pangkal kedua kakinya ada yang diikat secara sesak dengan sebuah poros (keling) dan ada yang pertemuan pangkal kedua kakinya bertumpu pada sebuah poros dan di klem dengan sebuah pegas daun yang melingkar, untuk penyetelan jarak kakinya menggunakan batang berulir dan mur yang dipasang merangkai kedua kakinya. Jangka tusuk terbuat dari baja perkakas dan berfungsi sebagai mal ataupun untuk mengukur dan sekaligus dapat digunakan sebagai alat penanda seperti untuk membuat lingkaran, garis lengkung atau busur, dan membuat garis sejajar terhadap tepi benda kerja.

Jangka Pincang (Hermaphrodite caliper)

Bentuk dari jangka pincang ialah kaki yang satu ujungnya sama dengan kaki pada jangka tusuk, sedangkan yang satunya lagi sama bentuknya dengan kaki jangka bengkok. Jangka pincang ini sangat banyak digunakan pada pekerjaan melukis dan menandai seperti; untuk menarik garis sejajar, mencari titik senter/pusat. Dengan demikian jangka ini sangat banyak digunakan pada bengkel kerja bangku maupun pada bengkel kerja mesin.

Konstruksi dari jangka ini hampir sama dengan jangka-jangka yang lainnya juga bahan pembuatnya pun dari bahan yang sama.

3. Mengukur Benda Kerja Menandai Benda Kerja

Menandai Benda Kerja Penggores

Penggoresan ialah penggambaran garis-garis pola penggarapan pada benda kerja yang akan digarap. Sebelum melakukan proses pengikiran, benda kerja ditandai terlebih dahulu dengan penggores.

Ada dua macam jenis penggores yang biasa dipakai untuk pengerjaan perkakas tangan kerja bangku:

- a. Penggores dengan 1 ujung lancip
- b. Penggores dengan 2 ujung lancip

Petunjuk pengerjaan:

- Perhatikan kemiringan yang betul waktu menggores
- Waktu menggores mistar baja ditekan kearah benda kerja
- Ujung penggores harus lancip

Menggores diatas benda kerja dapat dilakukan dengan alat bantu, seperti mistar ukur atau siku pelat penggores.

Cara mempergunakan penggores ketika menanda diatas permukaan benda kerja antara yang salah dan yang benar.

Sudut keluar antara benda kerja dengan jarum penggores sebesar 15° .

Jika arah jarum penggores masuk kedalam, maka akan ada jarak tepi benda kerja dengan ujung penggores.

Menandai Benda Kerja Penitik

Penitikan adalah proses pembuatan lubang atau titik pada benda kerja untuk keperluan titik pusat lingkaran setelah dilakukan penandaan garisnya selesai.

Cara menggunakan penitik:

- a. Permukaan benda kerja digores dengan penandaan garis silang.
 - Untuk kelurusan penarikan garis pergunakanlah siku pelurus atau mistar baja dengan menggunakan tepi sebagai patokan.
 - Titik pusat lingkaran adalah titik temu kedua garis yang saling bersilang.
- b. Pergunakan penitik yang bersudut 60° , dipegang dengan tangan kiri berdiri tegak lurus dengan bidang permukaan benda kerja dan tepat pada titik pertemuan garis silang.
- c. Jika ujung penitik sudah tepat pada titik pertemuan garis silang, maka barulah pangkal penitik di pukul ringan memakai palu konde.
- d. Setelah dilakukan penitikan, periksalah hasil lubang yang terbentuk.

Pekerjaan yang membutuhkan perkakas tangan sebagai alat bantu dapat dikelompokkan menjadi:

- Penggoresan

Yang dimaksudkan dengan penggoresan ialah penggambaran garis-garis pola penggarapan pada benda kerja yang akan digarap. Sebagai pedoman untuk pencantuman ukuran penggarapan digunakan gambar kerja.

Supaya garis penggoresan dapat terlihat dengan jelas, maka benda kerja yang kasar dibubuhi pengolesan cairan kapur (kapur murni diaduk dengan air dan perekat) atau dipenuhi dengan gosokan kapur tulis. Seringkali juga digunakan lak hitam atau lak merah, misalnya pada bagian-bagian tuangan dari logam ringan.

Stempel

Stempel digunakan untuk memberikan tanda dipermukaan benda kerja berupa huruf, angka, dan tanda/symbol. Stempel berbentuk batang persegi dan dibuat dari baja perkakas. Setiap batang memuat satu tanda huruf, angka, atau simbol pada salah satu penampang ujungnya, sedangkan ujung yang lain rata. Stempel tersedia dalam beberapa ukuran tinggi huruf, dan yang umum digunakan pada kerja bangku yaitu ukuran 3,5 mm, 5 mm, dan 7 mm. Stempel yang memuat huruf disebut stempel huruf (*Letter Stamping*), stempel yang memuat angka disebut stempel angka (*Number Stamping*).



Gambar 78. Stempel Baja (*Steel Stamping*)

4. Menggunting / Memotong

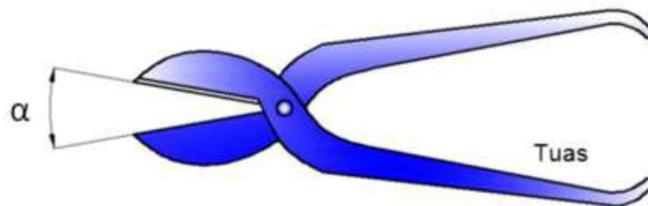
Menggunting adalah proses pemisahan benda kerja menjadi 2 bagian dengan cara penyayatan dimana beban geser (tekanan sayatan) melebihi kemampuan geser benda kerja.

Gunting Tangan

Pada gunting tangan, sudut kemiringan/buka gunting (α) bergantung pada lebar pisau

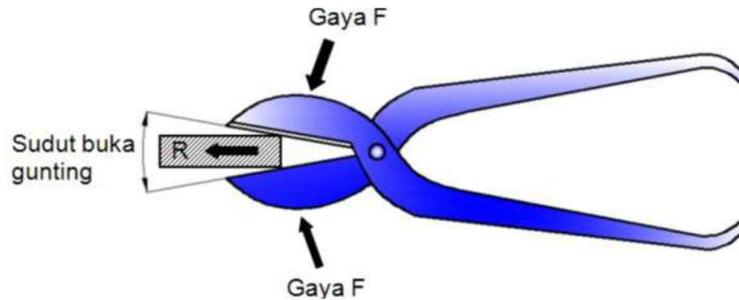
penyayat atas dan bawah. Selain itu gunting tangan juga memanfaatkan efek tuas untuk penyaluran gaya geser (tekanan sayat) terhadap pelat yang dipotong.

Semakin panjang lengan tuas, maka semakin dekat benda kerja pada titik pusat putaran gunting dan semakin berkurang gaya tuas dalam melakukan penyayatan.



Gambar 79. Sudut kemiringan gunting tangan

Semakin panjang lengan tuas, maka semakin dekat benda kerja pada titik pusat putaran gunting dan semakin berkurang gaya tuas dalam melakukan penyayatan.



Gambar 80. Gaya geser pada penyayat

Sudut diantara penyayatan berubah selaras dengan besar bukaan daun gunting (sudut gunting). Kedua gaya F yang bekerja tegak lurus terhadap penyayatan menghasilkan gaya resultan R yang mendorong benda kerja.

Jika sudut gunting terlalu besar menjauh keluar hingga gesekan antara penyayat dan benda kerja lebih besar gaya R, maka gunting tidak menjepit melainkan menggeser benda kerja. Gunting akan melakukan penyayatan apabila sudut kemiringan gunting lebih kecil dari 20° .

Jarak bebas potong pada gunting tangan adalah jarak antara kedua mata potong gunting. Jarak ini menghindarkan gesekan kedua mata potong.

Gunting Tangan lurus

Gunting lurus merupakan gunting yang biasa dipakai untuk penyayatan lurus pendek dan

lengkungan ringan. Pada pengguntingan lurus, gunting harus selalu dipegang sedemikian rupa sehingga garis goresan senantiasa dapat diamati.



Gambar 81. Gunting tangan lurus

Gunting Lembaran

Gunting lembaran atau gunting langsung digunakan untuk penyayatan panjang pada lembaran. Tuas tangan yang tertekuk keatas mencegah sentuhan lembaran pelat.



Gambar 82. Gunting lembaran

Gunting kanan Gunting kanan digunakan untuk menggunting pola lingkaran/radius dengan arah dari kiri ke kanan.



Gambar 83. Gunting kanan

Gunting kiri

Gunting kiri digunakan untuk menggunting pola lingkaran/radius dengan arah dari kanan ke kiri.



Gambar 84. Gunting kiri

Gunting sudut

Gunting sudut digunakan untuk penyayatan pertemuan sudut supaya tidak terjadi kelebihan penyayatan.



Gambar 85. Gunting kiri

Gunting Pola

Gunting pola model daun guntingnya runcing biasanya digunakan untuk penyayatan liku, pola dan sablon.



Gambar 86. Gunting pola

Gunting Universal

Gunting universal model daun guntingnya runcing biasanya digunakan untuk penyayatan liku, pola dan sablon.



Gambar 87. Gunting universal

Cara Menggunakan Gunting Tangan

- Pegang gunting pada kedua tuasnya, dengan begitu akan menghemat tenaga.
- Tekan kedua tuas untuk mendapatkan tenaga potongan.

- Tempatkan jari kelingking pada posisi atas untuk membuka gunting.
- Sudut kemiringan gunting/buka gunting harus lebih kecil dari 20°.
- Jika sudut lebih besar dari 20°, kemungkinan pisau gunting akan tergelincir pada tepi benda kerja
- Posisi pelat harus tegak lurus terhadap bidang potong gunting. Dengan adanya jarak bebas potong, benda kerja cenderung mengarah pada bidang potong maka tahanlah posisi pelat dengan tangan.
- Pada pemotongan sudut, gunakan ujung gunting agar tidak terjadi salah potong diluar benda kerja.
- Gunakan gunting lengkung untuk benda kerja yang beradius.

Jarak bebas potong adalah jarak antara kedua mata potong gunting. Jarak ini menghindarkan gesekan kedua mata potong gunting, dengan begitu mata potong gunting tidak cepat aus (majal).

Aturan kerja menggunakan gunting tangan

1. Pilih gunting tangan yang cocok untuk setiap pekerjaan pengguntingan pelat.
2. Gunting tangan jangan dibebani berlebihan dengan pemotongan . pelat yang terlalu tebal.
3. Tuas gunting tidak boleh dioperasikan dengan pukulan palu atau pipa perpanjangan.
4. Pelat tebal harus dipotong dengan gunting besar.
5. Jangan menggunting kawat dengan gunting tangan untuk pelat.
6. Guntingan pelat selalu didalam bagian belakang moncong gunting dan majukan gunting tangan sesuai sayatan pendek.
7. Tangan kiri memegang pelat dan mencegah penggulungan pelat sambil mengamati garis goresan.
8. Pada pengguntingan pojok akan lebih mudah dan menguntungkan jika dilubangi bor dahulu.
9. Pada pengguntingan bundar dan lengkung, gunakan gunting tangan kiri atau gunting tangan kanan supaya garis goresan mudah diamati.

10. Periksa selalu ketajaman pisau guntingnya.
11. Jika menggunakan gunting tangan tumpul, maka akan mengakibatkan gunting mengunyah. Sayatan tidak bersih dan tenaga besar.
12. Pengasahan gunting harus dilakukan oleh seorang tukang.
13. Perhatikan sudut gunting pada saat pengasahan. Sudut bebas 3° dan sudut serpih maksimal 10° .

5. Mengikir / Menyerut

Mengikir adalah pekerjaan memotong sebagian permukaan benda kerja menjadi rata dan mengkilap serta sangat memerlukan keterpaduan antara rasa dan ketrampilan tangan didalam mendorong, menekan serta menarik sampai mendapatkan hasil kerja sesuai dengan kriteria tertentu.

Masukkan tangkai kikir pada lubang tersebut dan beri pukulan ringan, dan terakhir pukulkan gagang kikir pada landasan yang keras. Memasang gagang kikir harus kuat dan lurus terhadap tangkai/puting kikir. Untuk melepas gagang kikir gunakan ragum dengan cara membuka ragum secukupnya asal bilah kikir dapat masuk.

Menggunakan kikir haruslah sesuai dengan bentuknya. Bentuk kikir adalah sebagai berikut:

- Kikir Datar
- Kikir Bujur sangkar
- Kikir Segitiga
- Kikir Bulat
- Kikir Setengah bulat

Posisi Ragum

- Ketinggian permukaan ragum minimal menyentuh siku pekerja yang sedang berdiri.
- Jarak maksimal kira-kira 5 sampai 8 cm jarak antara permukaan ragum dengan siku pekerja yang sedang berdiri.
- Mulut ragum berfungsi untuk menjepit kuat benda kerja.

Posisi Kaki Pekerja

- Kemiringan kaki kiri 30°
- Kemiringan kaki kanan 75°
- Arah pemotongan dan pandangan selama mengikir ke arah ragum.
- Selama mengikir, pekerja berdiri disebelah kiri ragum dengan kaki tetap pada tempatnya.

Gerakan Badan Pekerja

a. Posisi awal pengikiran

Pekerja memosisikan badan, kaki, arah pandangan kedepan dan tata cara memegang kikir dalam kondisi siap mengikir.

b. Proses mengikir

- Badan agak condong kedepan agar memudahkan menggerakkan badan kedepan dan kebelakang
- Pada saat pengikiran, bobot badan diletakkan pada gerakan lengan maju, menekan dan memotong.
- Arah gerakan kikir maju mundur berulang-ulang, merata keseluruhan permukaan bidang benda kerja.
- Gerakan memotong pada saat maju dan menekan, sedangkan gerakan kebelakang adalah penarikan tanpa tekanan.

c. Akhir pengikiran

- Jika sampai pada ukuran yang ditentukan, pekerja boleh mengganti kikir yang lebih halus.
- Kikir halus diperlukan untuk membentuk pelicinan permukaan agar tampak halus, rata dan mengkilap.
- Gerakan kikir hanya diperlukan dengan tangan.

Cara Memegang Kikir

Kikir ukuran besar:

- Tangan kanan, menggenggam kikir dengan erat dan melakukan gerakan

- kerja mendorong dan menarik kikir berulang-ulang selama proses pengikiran
- Tangan kiri, diletakkan pada ujung gerakan kikir dan mengatur tekanan pada gerakan maju dan mundur

Kikir ukuran menengah:

- Pegangan kikir digenggam dengan tangan kanan dan ibu jari dan telunjuk tangan kiri menentukan gerakan kikir.

Kikir ukuran kecil:

- Digenggam hanya tangan kanan untuk gerakan kikir dan dituntun dengan ibu jari atau telunjuk tangan kiri diletakkan secara ringan pada ujung kikir.

Kikir pelicinan:

- Pada pelicinan sebaiknya kikir pelicin dibubuhi atau diolesi kapur atau minyak pada permukaan benda kerja
- Cara memegang kikir seperti pada gambar disamping.
- Penggosokan runcingan dilangsungkan dengan kikir yang arahnya memanjang atau dimiringkan kesamping

Arah Mengikir Permukaan Benda Kerja

Mengikir Rata

- a. Mengikir memanjang
 - Gerakan kikir sejajar dengan lebar benda kerja.
 - Kerugian apabila benda kerja panjang, tidak seluruh permukaan terkikis semuanya karena rautan kikir terbatas.
- b. Mengikir melintang
 - Gerakan kikir melintang 90° dari lebar benda kerja.
 - Jika menggunakan kikir besar kemungkinan tambah banyak permukaan yang terkikis.
 - Kerugian waktu pengikiran terlalu lama, karena bidang yang dikikir menjadi panjang.

c. Mengikir menyilang

- Gerakan kikir menyilang 45° dari permukaan benda kerja.
- Selanjutnya gerakan kikir dibalik arahnya.
- Kegunaan mengikir menyilang adalah untuk mendeteksi hasil kerataan kikiran pada tahap gerakan kikir pertama.

Mengikir Radius Luar

Ketika mengikir bidang luar yang melengkung pada satu sisi, bekerjalah secara sistematis. Mula-mula gambarkan radius tersebut dengan memakai jangka penggores, kemudian bentuk bulatan dengan jalan mengikis sebanyak mungkin pada bidang datar sampai hampir mendekati garis goresan.

Untuk dapat memperoleh pandangan yang baik terhadap benda kerja, perhatikan setiap bidang kecil dengan arah kikiran yang berlainan. Setelah itu bidang tersebut dapat dikikir kedalam bentuk yang melengkung sesuai dengan radius yang sudah digambar.

Gerakan dengan mengikir lurus sesuai garis lingkaran

Gerakan dengan mengayun kikir

Mengikir Radius Kedalam (Cekung)

Untuk mengikir bidang cekung dalam yang melengkung ke satu sisi, pilihlah jenis kikir setengah bundar dengan bagian bulat yang mungkin cocok dengan bentuk kelengkungan tersebut.

Gerakan kikir ketika mengikir harus didorong maju memotong bersamaan pula dengan menggerakkan kikir kesamping.

Pemeriksaan Kerataan

Memeriksa kerataan permukaan benda kerja dapat menggunakan mistar baja atau mal kerataan (*straight gauge*) dengan cara merapatkan sisi mistar/mal pada permukaan benda kerja dari berbagai arah (digonal,

membujur, dan melintang). Indikator kerataan yaitu jika diantara mistar/mal dan permukaan benda kerja tidak ada celah cahaya yang tampak.

Pemeriksaan Kesikuan

Memeriksa kesikuan antara dua bidang permukaan benda kerja yang saling berpotongan 90° dapat menggunakan siku-siku yaitu dengan cara merapatkan siku-siku pada dua bidang permukaan yang diperiksa. Indikator kesikuan jika sepanjang sisi siku-siku rapat pada permukaan benda kerja dan tanpa celah cahaya.

Pemeriksaan Kesejajaran

Memeriksa kesejajaran dua permukaan bidang benda kerja yang saling berseberangan dapat menggunakan jangka sorong atau jangka bengkok, yaitu dengan cara merapatkan kedua rahang jangka sorong pada permukaan yang diperiksa. Indikator kesejajarannya jika kedua rahang jangka sorong rapat pada permukaan benda kerja tanpa celah cahaya

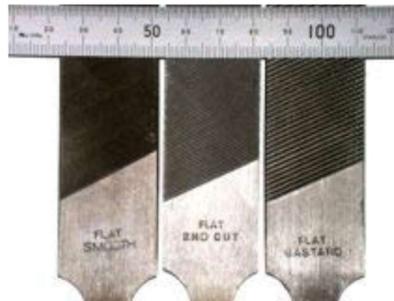
Membersihkan Kikir

- a. Lekukan gigi kikir tidak boleh dibersihkan dengan runcingan yang keras, melainkan hanya dengan pelat baja yang lunak atau pelat kuningan.
- b. Penyikatan dengan sikat kikir dilakukan kearah guratan kikir.
- c. Kikir yang sudah dilumuri minyak harus dibersihkan dengan minyak tanah.
- d. Minyak yang mengering harus disingkirkan dengan penyikatan kikir agak dipanaskan.
- e. Kikir yang dilengketi cat minyak harus dibersihkan dengan larutan terpentin.

Guratan pada kikir menunjukkan seberapa baik gigi kikir, yang dapat diklasifikasikan menurut kekasarannya yaitu dari eksta kasar sampai sangat halus sebagai berikut: ekstra kasar, kasar (*bastard*), sedang, setengah halus (*second cut*), halus, dan sangat halus. Kikir guratan tunggal (*single-cut*) memiliki satu set gigi paralel, sedangkan kikir guratan silang

(*cross-cut*) atau guratan ganda (*double-cut*) memiliki dua guratan yang membentuk 'gigiberlian'.

Guratan tunggal dipergunakan untuk mengikir logam lunak. Guratan ganda dipergunakan untuk pekerjaan yang bersifat umum. Satu set guratan membuat sudut 45°, dan yang lain 70°, terhadap sumbu memanjang kikir.



Gambar 88. Tingkat kekasaran kikir

Tabel 7. Pengelompokan kikir berdasarkan kekasaran gigi

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

Perkakas tangan terpenting untuk pengambilan serpih atau penggarapan benda kerja ialah kikir. Pembentukan serpih pada waktu pengikiran, gigi-gigi kikir yang berbentuk pasak mengambil serpih-serpih kecil dari benda kerja, sehingga terjadi permukaan yang mengkilap.

Kikir dibuat dari baja karbon tinggi yang disepuh keras dan dimudakan. Tangkainya dibiarkan lunak agar kuat. Badan kikir keras dan rapuh, karena itu semua kikir harus disimpan secara terpisah dan dilindungi untuk mencegah patah.

Adapun macam-macam kikir menurut bentuknya dibedakan menjadi:

- Kikir lengan
- Kikir pipih atau tipis
- Kikir kasar rata
- Kikir bujur sangkar
- Kikir segi tiga
- Kikir bulat
- Kikir setengah bulat
- Penggergajian

6. Memahat

Memahat adalah proses menghilangkan sebagian bahan dengan cara memenggal permukaan benda kerja secara kasar. Bahan pahat adalah baja perkakas atau baja chrom vanadium. Pahat dibuat dengan penempaan, penyayatannya dikeraskan. Kepala dan tangkai pahat harus tetap lunak, jika tidak demikian baja perkakas akan pecah terpecah atau martil akan terpantul membalik.

Efek Pemenggalan Dengan Pahat

- Jika pahat ditaruh tegak lurus pada benda kerja, maka penyayatan yang terbentuk pertama-tama akan membenam secara menyayat kebawah akibat pengaruh pukulan martil kedalam benda kerja dan menguakkan partikel bahan ke dua arah.
- Pemenggalan pada benda kerja tipis dilakukan dari satu sisi dan diatas alas yang tidak dikeraskan.
- Pemenggalan benda kerja tebal sebaiknya ditakik dari semua sisi dan dipatahkan dengan memanfaatkan efek takikan dan penyayatan sedikit dibundarkan untuk mempermudah pembenaman,

Efek Penyerpihan Pahat

- Pada pemahatan sering terjadi serpih akibat pemegangan pahat secara miring. Sudut bebas dan sudut serpih berubah dengan berubahnya sudut kemiringan.

- Pembentukan serpih yang paling menguntungkan dicapai dengan pengaturan kemiringan pahat secara tepat menurut perasaan pada waktu pengerjaan.
- Jika kemiringan pahat terlalu curam, maka penyayatan akan terlalu dalam membenam kedalam benda kerja.

Menggunakan Pahat

Bentuk-bentuk pahat disesuaikan dengan tujuan penggunaannya. Ada beberapa jenis pahat yang biasa dipakai yaitu, pahat pipih, pahat silang, pahat penggal, pahat cukil, pahat alur dan pahat tumbuk.

Pahat Pipih

- Pahat pipih mempunyai sayatan S yang lurus dan sedikit lebih lebar dari tangkainya yang digunakan untuk mencegah kemacetan pada sisi samping. Pahat ini digunakan untuk penggarapan bidang lebar, pemenggalan, penyingkiran runcingan dan pencukilan.

Pahat Silang

- Pahat silang mempunyai penyayatan ramping dan digunakan untuk pembuatan alur kecil serta penggarapan pendahuluan untuk pahat pipih.

Pahat Penggal

- Pahat penggal digunakan untuk meneruskan pemenggalan terhadap benda kerja yang sudah diawali dengan pelubangan yang umumnya dengan pemboran.

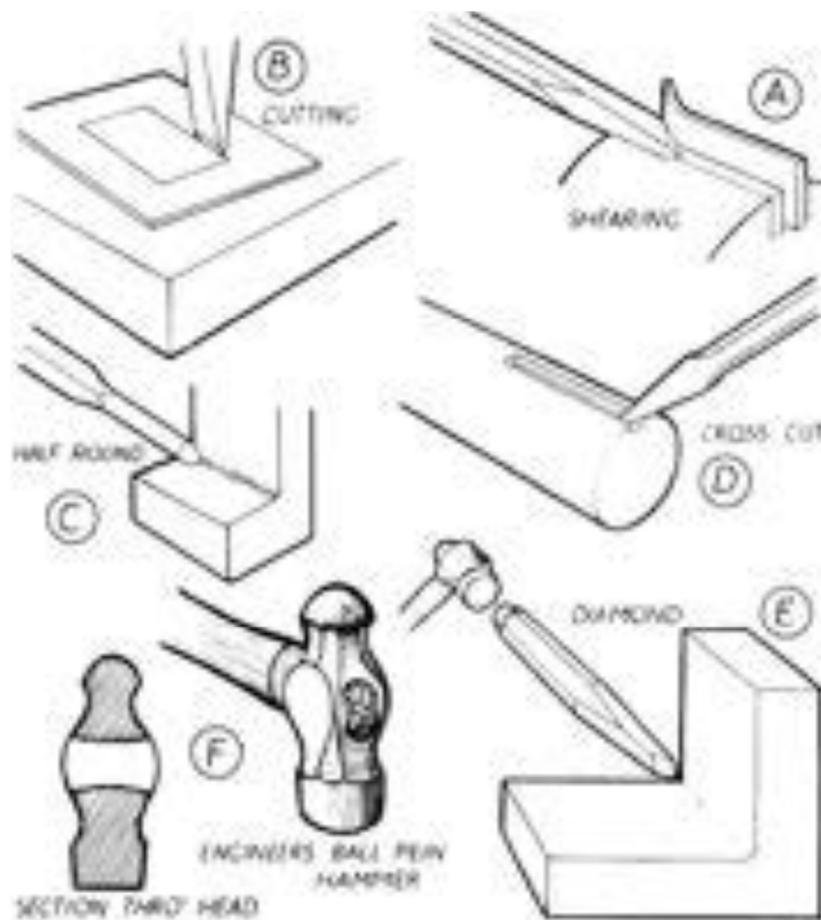
Pahat Cukil

- Pahat cukil memiliki sayatan yang lengkung dan digunakan untuk pencukilan parit pemisah baik yang lengkung maupun yang lurus.
- Untuk penuntunan, tangan memegang pahat yang ditumpukan pada pelat atau benda kerja.

Pahat alur

Pahat alur dipakai untuk pencukilan alur pelumasan pada bidang lurus, mangkuk dudukan dan sejenisnya. Penyayatan dibuat sesuai dengan bentuk alur.

Proses memahat adalah sebagai berikut.



Gambar 89. Penggunaan macam-macam pahat

Keterangan gambar:

- Pahat datar untuk menggunting pelat pada ragam
- Pahat datar untuk memotong pelat diatas landasan
- Pahat kuku untuk membentuk sudut yang cekung
- Pahat alur untuk membentuk alur pasak (spie)

- E. Pahat diaman untuk membentuk sudut yang tajam
- F. Palu
- G. Pemahatan

Pahat dibuat dengan penempaan, penyayatnya dikeraskan. Kepala dan tangkai pahat harus tetap lunak, jika tidak demikian baja perkakas akan terpenjar atau martil akan terpantul membalik.

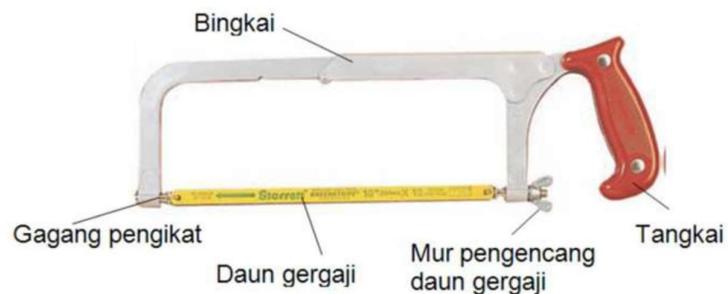
Bentuk pahat berpedoman pada tujuan penggunaan. Jenis-jenis pahat:

- A. Pahat pipih
- B. Pahat silang
- C. Pahat penggal
- D. Pahat cukil
- E. Pahat alur
- F. Pahat tumbuk
- G. Pengikiran

7. Menggergaji

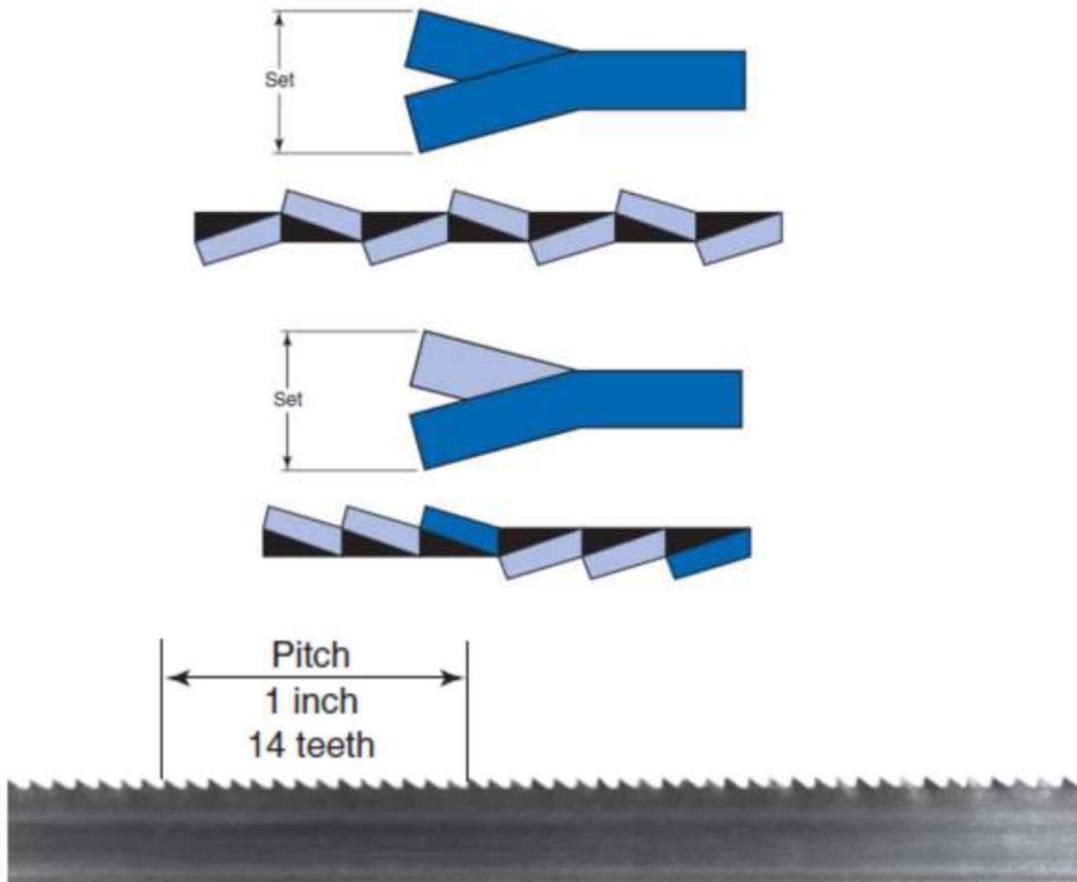
Menggergaji adalah proses menceraikan atau memisahkan benda kerja dengan cara penyayatan memakai daun gergaji. Peralatan utama dalam kegiatan menggergaji dalam kerja bangku adalah gergaji tangan (*Hack saw*).

Gergaji tangan terdiri dari bingkai (sengkang) untuk pembentangan daun gergaji, tangkai (gagang) untuk pegangan, daun gergaji sebagai pemotong, dan mur/baut pengencang untuk menegangkan daun gergaji.



Gambar 90. Gergaji tangan sengkang

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



Gambar 91. Daun gergaji

Daun gergaji tersedia dalam berbagai macam ukuran, antara lain dapat ditinjau dari jumlah gigi pada setiap inchi, pada umumnya yang digunakan yang memiliki jumlah gigi 14; 18; 24; dan 32 setiap inchi. Pemilihan daun gergaji harus disesuaikan dengan bahan yang akan dipotong serta ukurannya.

Ada 2 macam jenis tangkai gergaji tangan.

- Gergaji tangan model handel tegak.
- Gergaji tangan model handel Lurus.

Cara Menggergaji

- a. Menjepit benda kerja pada ragum
- b. Daun gergaji dijepit pada sengkang secara tegang dengan menggunakan kaitan pemegang yang bercelah.
- c. Arah muka gigi daun gergaji menghadap ke arah tumbukan.
- d. Memegang gergaji tangan
 - Peganglah sengkang gergaji dengan kuat dan gerakan potong ke arah depan.
 - Peganglah gagang gergaji untuk menarik ke belakang dan mendorong kedepan untuk mengendalikan gergaji agar tetap stabil.
- e. Posisi siap memotong
 - Tumpuan kaki harus kuat dimana posisi badan miring ke arah ragum 30° dan kaki ke belakang 60° dengan posisi ragum agar kaki mampu menahan tekanan akibat gerakan badan dan tangan pada waktu proses pemotongan.
- f. Gerakan potong gergaji tangan
 - Gerakan potong/maju Gerakan gergaji tangan kedepan disertai dorongan maju dengan kecepatan tetap dan tekanan rata yang kuat untuk memotong kedua bidang benda kerja.
 - Gerakan bebas/kebelakang

Gerakan gergaji tangan ke belakang adalah gerakan bebas atau gerakan mengeluarkan serpihan logam yang masih tertinggal pada mata gergaji.

8. Mengulir / Mengetap

Tap merupakan alat untuk membuat ulir dalam (mur) pada sebuah lubang. Sedangkan senai merupakan alat untuk membuat ulir luar (baut).

Pengetapan adalah proses membuat ulir dalam pada benda kerja yang sudah di lubangi terlebih dahulu dengan diameter tertentu sesuai dengan

ketentuan standar ulir dengan cara membenamkan tap dengan tangan sambil diputar.

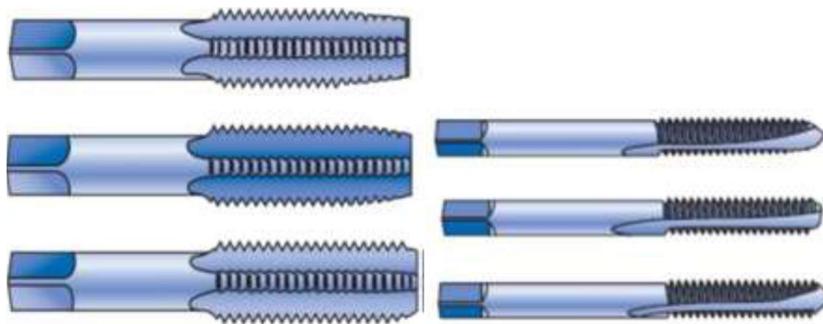
Sebelum dilakukan pengetapan terlebih dahulu benda kerja dilubangi dengan mesin bor dan pada ujungnya di buat champer untuk memudahkan pada waktu proses pengetapan.

Ada dua jenis ulir, yaitu ulir kanan dan ulir kiri. Jika pengencangan baut berlangsung melingkar kekanan menurut gerakan jarum jam, maka ulir tersebut berulir kanan atau ulir kanan, jika sebaliknya disebut ulir kiri.

Ulir kanan paling banyak dipakai, sedangkan ulir kiri lebih jarang dipakai. Biasanya ulir kiri dipakai untuk penangkal bahaya kecelakaan, misalnya mencegah melonggarnya cakram asah.

Jenis-jenis ulir yang sudah umum antara lain:

- Ulir metris (M)
- Ulir trapezium (Tr)
- Ulir bundar (Rd)
- Ulir gergaji (S)
- Ulir whitworth (W)
- Ulir pipa whitworth (R)



Gambar 92. Tap

Tap tangan biasanya terdiri dari 3 buah dalam 1 set.

- Tap nomer 1 (tirus 4°) untuk penyayatan awal dengan pemotongan 55%.

- Tap nomer 2 (tirus 10°) untuk penyayatan tengah dengan pemotongan 25%.
- Tap nomer 3 (tirus 20°) untuk penyayatan akhir dengan pemotongan 20% (ulir penuh)

Prosedur Pengetapan Tangan

a. Awal pengetapan

- Benda kerja dijepit dengan ragum, setelah dibor dengan diameter inti dari baut.
- Kedudukan tap harus selalu tegak lurus dengan permukaan benda kerja
- Jepit tap no. 1 dengan tangkai pemegang tap. Mulailah pengetapan dengan tekanan kearah lubang supaya tap memotong atau membuat ulir
- Gerakan pemegang tap kearah kiri dan kanan secara seimbang agar tidak terjadi kemiringan ketika awal pengetapan.

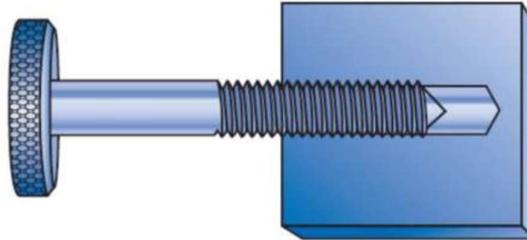
a. Proses pembuatan ulir dalam

- Pada saat proses pengetapan berlangsung, berikan oli sebagai pendingin pada tap yang sedang memotong.
- Disela pengetapan, periksalah dengan penyiku dengan siku apakah tap posisinya tetap segaris dengan lubang dan tegak lurus dengan permukaan benda kerja.
- Setelah kedudukan tap pada posisi semua, dianjurkan untuk sering memutar tap dengan setengah putaran kearah sebaliknya untuk memotong dan membersihkan beram.
- Sesering mungkin mengontrol tap tegak lurus terhadap benda kerja dengan penyiku.
- Pengetapan harus dijamin selalu tegak lurus dengan benda kerja sampai selesai.
- Jika tap no. 1 sudah selesai gantilah dengan tap no 2 dan no 3 sampai ulir dalam terbentuk sempurna

c. Hasil kerja pembuatan ulir dalam

- Pembersihan serpihan logam yang tertinggal didalam lubang cukup dengan memutar tap no.3 kedalam lubang dengan tangan saja.

- Pengetesan fungsi ulir dengan memasukkan dan memutar kedalam lubang sebuah baut yang telah disiapkan sebagai pasangannya

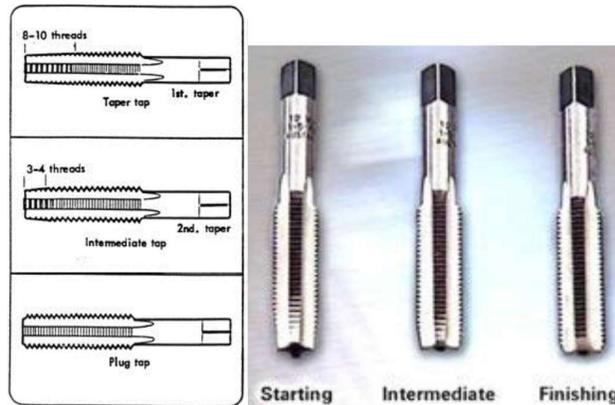


Gambar 93. Menguji kecocokan ulir

Dengan memutar baut, maka hasil kerja ulir dalam akan diketahui apakah ulir dalam tersebut sesak, longgar atau cocok.

Alat pengulir adalah berfungsi untuk membuat ulir, baik ulir dalam maupun ulir luar. Alat untuk pembuatan ulir dalam disebut tap dan untuk pembuatan ulir luar disebut snei (*die*). Baik tap maupun snei dibuat dari bahan baja perkakas jenis baja kecepatan tinggi (HSS).

Tap adalah alat yang digunakan untuk membuat ulir dalam. Untuk pembuatan setiap tingkat ukuran ulir diperlukan satu set tap yang terdiri dari tiga buah tap yang masing-masing harus digunakan secara berurutan sesuai dengan tingkat volume pemotongannya. Untuk mengetahui mana tap pertama, kedua, dan ketiga dapat dilihat dari tingkat kekonisan pada ujungnya. Tap I konis sepanjang 8-10 uliran atau sudut ketirusan $\pm 4^{\circ}$, Tap II konis sepanjang 3-4 uliran atau sudut ketirusan $\pm 10^{\circ}$, dan Tap III konis sepanjang $\sim 1,5$ uliran atau sudut ketirusan $\pm 20^{\circ}$, beberapa produk ada yang memberi tanda pada tangkainya berupa 1 strip, 2 strip, dan 3 atau tanpa strip untuk Tap I, II, dan III. Ditinjau dari tingkat volume hasil pemotongannya, Tap I memotong $\pm 55\%$, Tap II memotong $\pm 25\%$, dan Tap III memotong $\pm 20\%$. Ukuran diameter Tap diukur dari puncak ke puncak ulirnya, ada yang dalam Metrik (mm) dan ada yang dalam Whitworth (inchi) dan dicantumkan pada tangkainya.



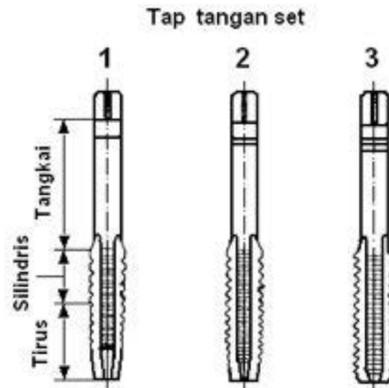
Gambar 94. Tap I, II, dan III

Snei adalah alat untuk membuat ulir luar pada batang silindris. Snei berbentuk cakram dengan lubang berulir ditengah (pusat). Awal ulir pada kedua sisinya dichamper sehingga membentuk tirus, untuk memusatkan alat pemotong ulir tersebut pada benda kerja dan mempermudah awal proses pemotongan. Lubang-lubang seragam, sejajar sumbu ulir, dan berhenti di bagian ulir menimbulkan sisi-sisi potong, alur alur-alur pemotong beram, dan ruang pembuangan beram. Snei ada yang dibelah pada salah satu sisi lingkarnya untuk memungkinkan pengaturan secara terbatas



Gambar 95. Snei

Tahapan pengetapan. Pemotongan ulir dalam harus dilakukan secara bertahap, yaitu dalam tiga tahapan. Oleh karena itu setiap satu ukuran tap terdiri dari tiga buah tap yang masing-masing memiliki perbedaan fungsi.



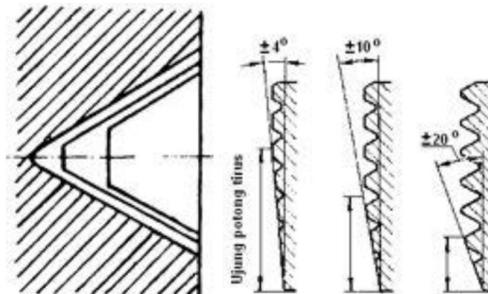
Gambar 96. Set tap tangan

Tap no. 1 (*Tapper Tap*) yang pertama digunakan sebagai *starting*, mempunyai bentuk tirus $\pm 4^\circ$, paling panjang diujungnya, untuk mempermudah pemotongan.

Bentuk ulir yang dihasilkan tap no. 1 ini hanya 55% dari bentuk ulir yang sesungguhnya.

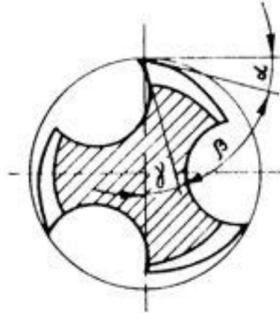
Tap No. 2 (tirus $\pm 10^\circ$) adalah tap *intermediate*. Tap No. 2 ini dipakai setelah tap no. 1 dan memotong $\pm 25\%$ dari pemotongan ulir seluruhnya.

Tap no. 3 (tirus $\pm 20^\circ$) adalah tap *finishing*. Tap no. 3 ini adalah tap terakhir dan yang membentuk profil ulir penuh. Bagian tirus pada ujungnya sangat pendek sehingga dapat mencapai dasar untuk lubang yang tidak tembus.



Gambar 97. Tahapan pengetapan

Fungsi sudut potong:



Gambar 98. Sudut-sudut Tap

Keterangan:

α = sudut bebas

β = sudut baji

γ = sudut potong

Tabel 8. Kegunaan sudut potong

SUDUT POTONG (γ)	KEGUNAAN
$0 - 5^{\circ}$	Untuk bahan yang rapuh dan keras, kuningan, besi tuang kelabu dan lain-lain
$5^{\circ} - 5^{\circ}$	Untuk baja 70 – 90 Kg/mm ² .
$5^{\circ} - 5^{\circ}$	Untuk baja sampai dengan 50 Kg/mm ² , tembaga, duraluminium.
$5^{\circ} - 5^{\circ}$	Untuk Aluminium, timah putih.

Tap senai adalah alat-alat untuk membuat ulir dalam dan ulir luar dengan tangan. Tap dibuat dari baja karbon tinggi berkualitas baik yang disepuh keras dan dimudakan. Umumnya diperdagangkan dalam tiga perangkat tahapan, yaitu:

- Tap konis
- Tap antara
- Tap rata

Kesemua tap perangkat diatas beralur agar dapat mengeluarkan beram pada saat proses pengetapan. Senai dibuat dari bahan baja cepat tinggi berkualitas baik. Senai diperdagangkan dalm berbagai macam jenis yang berbentuk bulat, bujur sangkar, dapat digeser, belah dan mempunyai tangkai atau batang.

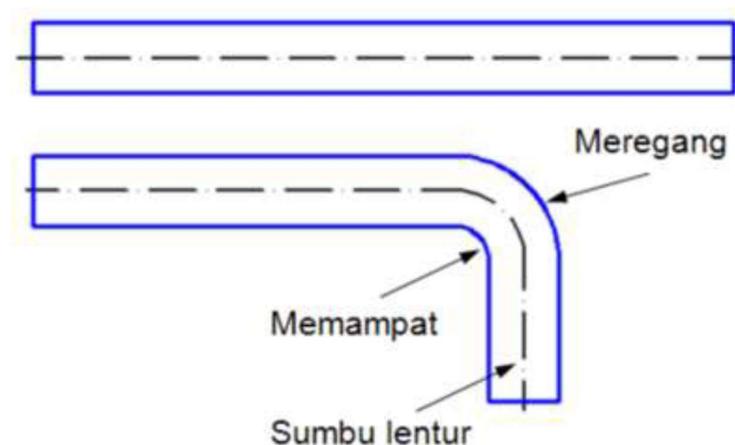
Mur senai dapat pula dipergunakan untuk memperbaiki kerusakan uliran baut. Untuk itu dipergunakan kunci.

Mur senai dibuat dari baja karbon tinggi disepuh keras dan dimudakan.

9. Menekuk

Menekuk adalah proses membuat benda kerja lurus menjadi bengkok dengan jalan pemberian gaya terhadap benda tersebut. Pada saat proses pembengkokan, serat benda kerja yang terletak disebelah luar diregangkan atau diperpanjang, kemudian bagian dalam dimampatkan atau diperpendek.

Hanya serat-serat yang terletak dibagian tengah tetap memiliki panjang atau ukuran semula tidak diregangkan atau dimampatkan. Bagian ini disebut *serat netral* atau *sumbu lentur*.



Gambar 99. Proses pembengkokan

Pengerjaan penekukan dapat dilakukan melalui 2 proses, yaitu:

a. Pengerjaan proses dingin

Penekukan pada proses pengerjaan dingin biasanya untuk material yang berbahan lunak. Benda kerja dapat langsung di tekuk atau dibengkokkan dengan pemukulan memakai palu, tang jepit, dan mesin tekuk manual.

b. Pengerjaan proses panas

Penekukan pada proses pengerjaan panas biasanya untuk membuat lenturan sangat kecil dan material bahan yang keras. Untuk menekuk benda kerja ini harus didahului dengan proses pemanasan pada titik yang akan ditekuk sampai benda kerja mudah ditekuk.

Palu berfungsi untuk memukul benda kerja, sehingga memberikan tekanan yang akibatnya benda kerja menjadi radius atau tertekuk.

Adapun macam-macam palu antara lain:

- Palu peregang
- Palu pembentuk radius
- Palu perata
- Palu pelipat
- Palu rivet/keling
- Palu silang
- Palu kepala bulat
- Palu kayu
- Palu plastik
- Palu karet

Landasan (tasso) berfungsi sebagai alas pelat sehingga memudahkan dalam memberikan bentuk-bentuk tekukan

- Landasan penekuk lurus lereng tunggal
- Landasan penekuk lurus lereng ganda
- Landasan penekuk sisi bulat lereng tunggal
- Landasan penekuk dua sisi bulat lereng tunggal
- Landasan penekuk bulat lereng tunggal
- Landasan kepala bulat rata

- Landasan rata persegi
- Landasan bola

Cara penekukan dalam pembahasan ini adalah proses penekukan pelat menggunakan perkakas tangan. Peralatan untuk pemukul benda kerja juga tergantung pada jenis bahan yang akan ditebuk biasanya memakai martil baja, palu kayu, palu plastik dan palu karet.

Beberapa cara dalam penekukan terkadang harus memakai alat bantu dalam proses penekukan manual supaya mudah dalam pembentukan seperti ragum dan landasan (tasso).

- Penekukan langsung di jepit ragum
- Penekukan profil dengan palu kayu.
- Penekukan diantara catok jepitan
- Penekukan didalam sebuah ragum dengan pertolongan sebuah sisipan. Penekukan sebuah sayap, pembalikan dan penekukan akhir.
- Penekukan sebuah sengkang ganda dengan bantuan dua buah balok penekukan.
- Penekukan lingkaran pelat bertumpu pada poros pejal.
- Penekukan sebuah simpul kawat dengan tang bundar dan dijepit dengan ragum.
- Peregangan pelat lurus atau pelat siku menjadi bundar dengan memukul pada bagian luar pelat.

Penekukan benda kerja memakai landasan tasso ada dua macam, yaitu penekukan keluar dan penekukan kedalam.

Penekukan Keluar

Tepi pelat diregangkan keluar. Pertama-tama penekukan awal sepanjang garis goresan pada tepi pelat dengan pukulan palu ringan, kemudian hasil tekukan tersebut diregangkan dalam beberapa putaran terus menerus sampai tepi pelat yang ditegakkan mencapai sudut yang dikehendaki.

Penekukan Kedalam

Tepi pelat dimampatkan kedalam. Pertama-tama dilakukan penekukan awal. Tepi pelat yang dihasilkan dari penekukan dicegah jangan sampai penyok didalam pemampatan selanjutnya. Penekukan pelat dilakukan beberapa putaran sampai mencapai sudut yang dikehendaki.

Melipat

Pelipatan diterapkan untuk menghubungkan bagian pelat pada wadah, tabung, pipa, peti dan sejenisnya serta macammacam pekerjaan bangunan dan atap penutup.

Pelipatan yang bagus dapat menghasilkan sambungan lipat yang erat dan kedap.

Sambungan lipatan tunggal terjadi saling berkaitannya dua tepi pelat yang ditekuk.

Mengerut/Memampatkan

Proses awal pembuatan pengkerutan/penciutan yaitu, tepi tekukan digambar dan pinggiran yang akan ditegakkan sepanjang garis lengkungan ditekuk dengan pukulan ringan.

Setelah itu pengkerutan atau penciutan dengan tekukan (gelombang) pada jarak yang sama dan kemudian dimampatkan dengan palu pelipat. Proses ini diulang beberapa kali sehingga tercapai bentuk akhir yang dikehendaki.

Meregang

Meregang ialah pemberian bentuk terhadap bahan yang bentuk awalnya rata menjadi bagian rongga kembang atau lengkung. Bahan yang cocok untuk pembentukan regang dan mampat biasanya dipakai pelat tembaga atau pelat kuning.

10. Mengunci

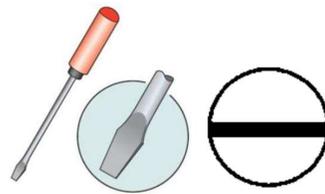
Mengunci merupakan rangkaian pekerjaan perakitan beberapan komponen suatu benda kerja. Dalam melakukan pekerjaan ini dibutuhkan beberapa perkakas untuk mendukungnya. Selain itu juga dibutuhkan

komponen dalam perakitan seperti mur dan baut. Dalam melakukan perakitan tidak jarang juga harus dilakukan bongkar pasang antara komponen tersebut.

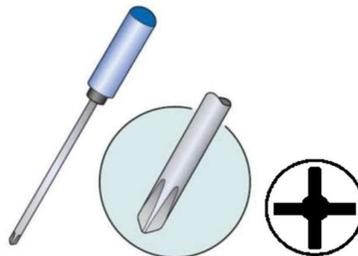
Obeng

Obeng berfungsi untuk mengencangkan atau mengendorkan ulir luar (baut dan sekrup) dengan kepala silang (+) , pipih (-). Segi enam dan bintang.

Jenis obeng standart yang sering dijumpai dipasaran adalah obeng dengan + (silang) dan - (pipih) jenis obeng sendiri ada yang pendek, setengah panjang dan panjang. Model tersebut di buat untuk memberikan momen gaya pada saat pengencangan baut atau pelepasan baut sehingga mudah dikencangkan dan kuat.



Gambar x.x Obeng tanda - (pipih)



Gambar 100. Obeng tanda + (silang)

Cara menggunakan obeng

- Pastikan kepala obeng sesuai dengan model kepala baut.
- Putar kekanan untuk mengencangkan baut, jika baut tersebut memakai ulir kanan.
- Putar kekiri untuk mengendorkan atau melepas baut.
- Sesuai ukuran besar kecilnya baut dengan ukuran obeng yang dipakai.



Gambar 101. Model kepala baut

Obeng Ketok

Obeng ketok berfungsi untuk mengeraskan/mengendorkan baut kepala yang beralur atau sekrup yang momen pengencangannya relatif lebih tinggi.

Obeng ini terdiri dari tangkai dan bilah yang dapat dilepas. Bila digunakan, pilihlah bilah obeng ketok yang sesuai dengan ukuran dan bentuk sekrup atau bautnya.



Gambar 102. Obeng ketok

Cara menggunakan obeng ketok:

Cara menggunakan obeng ketok dengan cara memukul ujung bodi obeng dengan palu sambil tangkai obeng ketok diputar sehingga blade memutar obeng ke kanan atau kekiri (mengeraskan atau mengendorkan).

Posisi antara bilah obeng dengan sekrup atau baut diupayakan harus tetap tegak. Dengan memutar blade obeng secara tiba-tiba, maka baut atau sekrup yang kencang dapat dikendorkan dengan mudah, begitu pula sebaliknya.

Kunci Pas

Kunci pas terbuat dari logam paduan Chrome Vanadium, dengan tangkai (*shank*) membentuk sudut 15 derajat pada kedua ujung-ujungnya dan 90 derajat yang terdapat pada kunci pas khusus. Kunci pas umumnya dibuat menjadi dua kunci yang ukuran masing-masing berbeda. Misalnya; ukuran 6 mm dan 7 mm, dan seterusnya. Ukuran kunci menunjukkan lebar dari mulut kunci yang yang berarti juga menunjukkan lebar kepala baut atau mur. Satuan ukuran kunci pas terdiri dari ukuran **metrik (mm)** dan **imperial (inch)**. Ukuran satuan metrik tersedia ukuran dari 4 mm sampai dengan ukuran 80 mm.

Cara Menggunakan Kunci Pas

1. Pilihlah kunci pas yang ukurannya sesuai
2. Pasanglah kunci pasnya sedemikian rupa sehingga rahang-rahangnya sepenuhnya mencengkeram mur atau kepala baut, rahang-rahang tersebut harus sepenuhnya mencengkeram mur atau kepala baut agar kunci pasnya tidak selip/terlepas.
3. Tariklah kunci pas tersebut ke arah anda untuk melepaskan mur atau baut tersebut.
4. Gunakan dengan posisi tangan menarik sambil menggenggam erat agar tidak meleset. Jika dipakai mendorong gunakan telapak tangan..
5. Jangan memperpanjang kunci dengan bantuan pipa besi karena kunci bisa terlepas

6. Jangan menggunakan kunci yang rahang-rahangnya retak, rusak, aus atau bundar, karena kunci pas tersebut dapat selip dan melukai anda.
7. Jangan menggunakan kunci yang kotor atau licin, karena kunci pas tersebut dapat terlepas dari gengaman anda.

Kunci Ring

Kunci ring juga terbuat dari logam paduan Chrome Vanadium. Kunci ring berfungsi untuk memasang atau melepaskan kepala baut atau mur yang mempunyai momen pengencangan yang cukup besar dan memungkinkan dapat bekerja pada ruang yang terbatas.



Gambar 103. Kunci ring

Pada ujung-ujung kepala kunci ini, terdapat cincin yang berdimensi heksagonal atau lebih pada lubang diameter di dalamnya. Kunci ini lebih kuat dan ringan dari kunci pas dan memberikan cengkraman pada seluruh kepala baut atau mur.

Kunci ring mempunyai tangkai lebih panjang dibandingkan dengan kunci pas, gaya tuasnya lebih besar bila dibandingkan dengan gaya tuas kunci pas.

Kunci socket

Kunci Socket adalah kunci yang berbentuk silinder dan terbuat dari logam paduan Chrome Vanadium dan dilapisi dengan nikel. Satu ujung mempunyai dudukan berbentuk segi 4, dan ujung lainnya berdimensi hexagonal yang digunakan untuk melepas atau memasang kepala baut atau mur dengan momen kekencangan tertentu.

Karakteristik kunci socket:

- Kunci socket dapat menjangkau kepala baut atau mur yang terletak sangat sulit dan tersembunyi. Hal ini bisa dilakukan karena kunci socket dilengkapi dengan batang penyambung (*extention*).
- Kunci Kunci socket mempunyai momen atau torsi lebih besar terhadap pengencangan atau pelepasan baut dan mur, karena selalu dilengkapi dengan batang pemutar (*rachet*)



Gambar 104. Kunci socket

Satu Set Kunci Socket terdiri dari beberapa bagian:

- Kunci sock normal pendek dan panjang
- Ratchet Handle, digunakan untuk mengencangkan atau mengendorkan kepala baut atau mur dengan cara menyetel arahbputaran sesuai keperluan.

- Speed Handle, digunakan untuk melepaskan atau mengencangkan baut/mur yang ulirnya panjang dan dalam.
- Sliding Handle, digunakan untuk melepaskan atau mengencangkan baut/mur yang memiliki momen pengencangan cukup tinggi.
- L Handle, yang dipasangkan pada kunci socket dan dapat bergerak bebas meskipun kepala baut/mur pada posisi yang rumit.
- Extension, untuk menghubungkan handle dengan kunci sok jika mur/baut tidak dapat dijangkau tangkai yang ada. Adapun model penyambung (extension) kunci socket antara lain; universal joint, adaptor solit extension bar, dan flexible extension bar.

Kunci L

Kunci L digunakan untuk membuka/mengencangkan baut yang kepala bautnya menjorok kedalam. Ukuran kunci L antara 2 mm – 22 mm dan penampangnya berbentuk segi 6 (*hexagonal*) dan berbentuk bintang (L bintang).

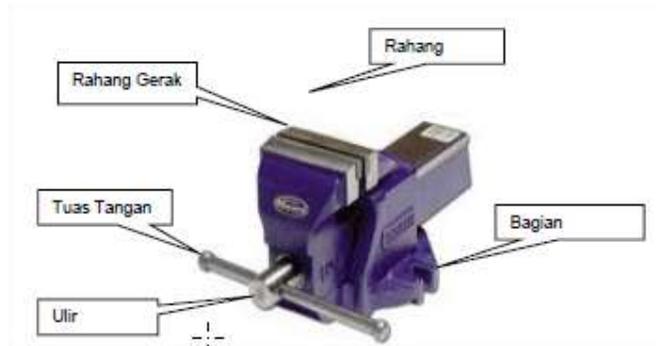


Gambar 105. Kunci L dan baut kepala segi enam

11. Alat Pemegang Benda

Ragum

Ragum atau ada juga yang menyebut tanggem, catok atau dalam bahasa inggrisnya disebut *vise* merupakan alat utama pada kerja bangku yang berfungsi untuk memegang/menjepit benda kerja ketika dikerjakan dalam proses kerja bangku.



Gambar 106. Ragum

Ragum tersedia dalam berbagai macam variasi dan ukuran sesuai dengan kebutuhan. Setidaknya berdasarkan gerakannya ada tiga macam ragum yaitu: Ragum Biasa, Ragum Berputar, dan Ragum Universal.

Klem

Klem (Catok penjepit tipe C) biasa yang biasa digunakan pada usaha atau industri perbengkelan dan las untuk menahan, mengklem, atau menjepit bidang kerja ke bidang kerja lainnya saat melakukan pengelasan sehingga bidang tersebut tidak berubah ukuran dan juga posisi maupun bentuknya.

Produk **klem tipe c** ini akan sangat membantu dan mempermudah pekerjaan Anda saat pengeleman maupun penyetelan bidang.



Gambar 107. Klem

12. Alat Pemukul

Dalam dunia teknik, alat pemukul yang lazim digunakan adalah disebut palu atau martil, yaitu peralatan yang dipergunakan untuk memukul benda

kerja maupun peralatan lainnya yang dalam fungsi kerjanya memerlukan pukulan, contohnya dalam memahat, dan memaku. Palu terdiri dari dua bagian yaitu kepala dan tangkai dan tersedia dalam banyak macam menurut bahan, bentuk, ukuran, dan bobotnya. Tetapi disini diuraikan hanya palu yang umum digunakan dalam kerja bangku.

Palu Pen

Palu pen terbuat dari baja perkakas. Bentuk palu pen pada kedua sisi mukanya tidak sama, yaitu satu sisi rata dan sisi yang lain tirus pipih melintang terhadap sumbu tangkainya. Muka yang rata berfungsi untuk memukul pahat ketika memahat, paku ketika memaku, pasak, dan pelurusan. Sedangkan bagian yang pipih dapat digunakan misalnya untuk meregang pita baja.

Palu Konde

Palu konde terbuat dari baja perkakas. Bentuk palu konde pada kedua sisi mukanya adalah tidak sama.

Satu sisi permukaannya rata dan sisi yang lain berbentuk bulat. Dalam penggunaannya di kerja bangku, sisi muka yang rata digunakan untuk memampatkan batang paku keling yang selanjutnya untuk membentuk kepala kelingnya dipukul menggunakan sisi muka yang bulat.

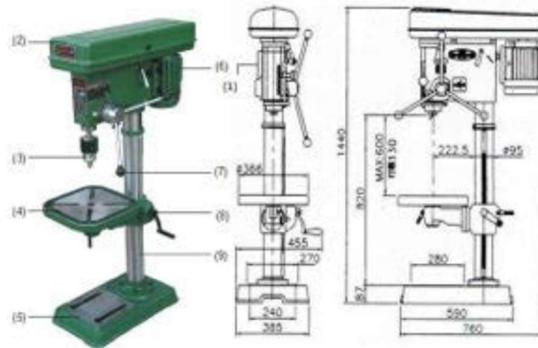
Palu Plastik

Palu plastik (*Nylon Hammer*) pada bagian tengahnya terbuat dari logam dan pada kedua ujungnya terbuat dari plastik. Bagian dari plastik terikat kuat pada bagian logam yang bergalur. Pada kerja bangku palu plastik sering digunakan untuk membetulkan posisi benda kerja pada ragum bangku maupun pada ragum mesin bor.

13. Mengebor

Mesin bor yang digunakan dalam kerja bangku adalah mesin bor duduk atau mesin bor pilar (lihat gambar 1.38). Penggerak utamanya adalah motor listrik yang memutar puli penggerak. Putaran puli penggerak

diteruskan menggunakan sabuk (*belt*) ke puli yang memutar spindle untuk proses pengeboran.



Gambar 108. Mesin bor

Keterangan Gambar:

1. Saklar On/Off
2. Tutup pelindung Puli (*Pulley*) dan Sabuk (*Belt*)
3. Cekam (*Chuck*)
4. Meja (dapat disetel)
5. Plat dasar/meja tetap
6. Motor penggerak
7. Tuas penekan bor
8. Tuas penyetel meja (engkol)
9. Tiang/kolom

Adapun jenis-jenis mesin bor tangan yang menggunakan tenaga elektrik meliputi:

Mesin bor impact (*pistol drill*)

Mesin bor jenis impact ini paling banyak dijumpai dipasaran dan paling banyak dipakai, karena bentuknya seperti pistol dan ringkas dan harganya lebih murah dibandingkan model yang lain. Penggunaan mesin bor ini bisa diaplikasikan untuk mengebor, pelat tipis, kayu, karet ataupun plastic. Sedangkan untuk mata bornya maksimum ukuran 13 mm.

Mesin bor *hammer*

Mesin bor jenis hammer ini menggunakan dua putaran, yakni putaran tinggi dan putaran rendah sekaligus bisa dirubah arah putarannya. Penggunaan putaran tinggi untuk mengebor benda kerja lunak dan tipis, seperti pelat, kayu.

Sedangkan untuk putaran rendah digunakan untuk mengebor benda kerja yang keras seperti beton coran baja tuang. Pada pemakaian putaran rendah, putaran bor seperti terhentak-hentak atau memukul-mukul (hammer).

Mesin bor *Drywall Screwdriver*

Mesin bor jenis *drywall screw driver* khusus berfungsi untuk mengencangkan dan mengendorkan baut, ataupun fiser.

Teknik pengeboran dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat silindris dengan menggunakan mata bor (*twist drill*) . Proses pembuatan lubang bisa terjadi lebih dari satu kali terutama jika lubang yang dibuat berukuran besar, yaitu yang pertama proses pengeboran (*drilling*) kemudian dilanjutkan dengan proses pengeboran lanjutan (*boring*) untuk meluaskan/ memperbesar lubang.

- **Ragum.** Ragum mesin bor/gurdi digunakan untuk mencekam benda kerja pada saat akan di bor.
- **Klem set.** Klem set digunakan untuk mencekam benda kerja yang tidak mungkin dicekam dengan ragum.
- **Landasan (blok paralel).** Digunakan sebagai landasan pada pengeboran lubang tembus, untuk mencegah ragum atau meja mesin turut terbor.
- **Pencekam mata bor.** Digunakan untuk mencekam mata bor yang berbentuk silindris. Pencekam mata bor ada dua macam, yaitu pencekam dua rahang dan pencekam tiga rahang.
- **Sarung Pengurang (*drill socket, drill sleeve*).** Sarung pengurang digunakan untuk mencekam mata bor yang bertangkai konis.
- **Pasak pembuka.** Digunakan untuk melepas sarung pengurang dari spindel bor atau melepas mata bor dari sarung pengurang.

- **Boring head.** Digunakan untuk memperbesar lubang baik yang tembus maupun yang tidak tembus.

Parameter proses pengeboran pada dasarnya sama dengan parameter proses pemesinan yang lain, yaitu kecepatan putaran spindel maupun kecepatan potong, gerak makan, dan kedalaman potong. Tetapi dalam praktiknya yang paling umum digunakan adalah kecepatan putar atau jumlah putaran bor setiap satuan waktu (menit) dan biasanya dicantumkan pada

mesin bor berupa tabel kecepatan putaran dalam rotasi per menit (rpm). Untuk menentukan kecepatan putaran yang perlu diketahui lebih dulu yaitu mengenai kecepatan potong dari masing-masing bahan yang dikerjakan, yang sudah ditabelkan dalam beberapa buku teknik pemesinan.

Tabel 9. Kecepatan potong pengeboran

NAMA BAHAN	KECEPATAN POTONG (Meter/menit)
Aluminium dan paduan	61.00 – 91.50
Baja karbon tinggi – baja karbon rendah	15.25 – 33.55
Besi tuang keras – lunak	21.35 – 45.75
Kuningan, Bronz	61.00 – 91.50
Stainless Steel	09.15 – 24.40
Tembaga	61.00 – 91.50

Sumber: Proses Gurdi (Drilling) dari <http://share.pdfonline.com/>

Untuk menentukan berapa kecepatan putaran bor yang dibutuhkan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{d \cdot \pi} \text{ (rpm)}$$

dimana: v (kecepatan potong) dalam m/men. dan d (diameter bor) dalam mm

Mata bor tersedia dalam berbagai macam dan dapat dibedakan dari bahannya, hanya saja yang umum dipasaran adalah HSS (*High Speed Steel*) atau HSS-Co (HSS-Cobalt) walaupun ada yang type khusus untuk material tertentu.

HSS-Co lebih keras daripada HSS biasa, sehingga dalam penggunaan lebih awet dan tentunya dari segi harga lebih mahal dari HSS biasa.

Mata bor besi standar berbentuk silinder rata (*straight shank*) bergalur helik (spiral) disepanjang badan bor yang biasa digunakan pada unit bor tangan, bor duduk/pilar atau mesin-mesin pemrosesan logam lainnya, bentuk yang khusus hanya berbeda pada bagian pangkal/tangkai, yaitu tirus seperti kerucut (*taper shank*) yang digunakan sesuai dengan unit mesin bor atau mesin pemrosesan logam lainnya. Karena bergalur helik disepanjang badannya maka mata bor ini sering disebut bor spiral

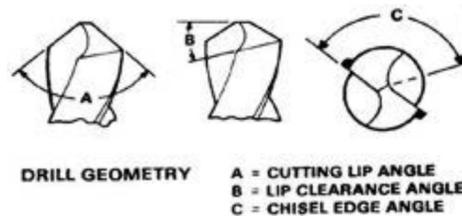
Tabel 10. Geometri mata bor (*twist drill*) yang disarankan

Benda Kerja	Sudut ujung/mata, $2\gamma_r$	Sudut helik	Sudut bebas/pengaman, α
Baja karbon kekuatan tarik < 900 N/mm ²	118°	20° -30°	19° -25°
Baja karbon kekuatan tarik > 900 N/mm ²	125° -145°	20° -30°	7° -15°
Baja keras (<i>manganese</i>) kondisi austenik	135o-150o	10° -25°	7° -15°
Besi tuang (lunak-keras)	90°-135°	18° -25°	7° -12°
Kuningan	118°	12°	10° -15°
Tembaga	100° - 118°	20° -30°	10° -15°
Alluminium dan paduan	90° -130°	17° -45°	12° -18°

Mengasah Mata Bor

Untuk mendapatkan hasil pengeboran yang baik, mata bor perlu diperiksa dulu dan dipersiapkan sebaik mungkin.

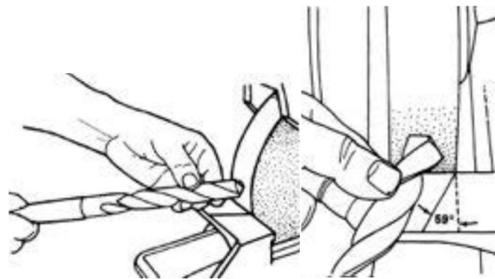
Sudut-sudut yang penting pada geometri mata bor adalah: sudut bibir potong, sudut bebas bibir, dan sudut puncak pahat. Kondisi geometri tersebut diperoleh dengan cara mengasah atau menggerinda mata bor.



Gambar 109. Geometri mata bor

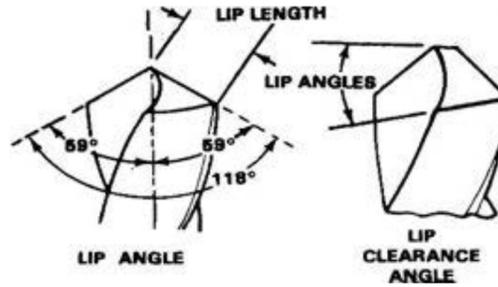
Sebelum mengasah mata bor, harus memeriksa kondisi bor mengenaicacat dan retak bibir atau tepi yang harus digerinda selama proses penajaman. Harus memeriksa juga referensi untuk sudut bibir yang tepat dan sudut bebas bibir untuk bahan yang akan dibor.

Penggerinda harus mengambil posisi yang benar yaitu berdiri agak menyamping dan harus merasa nyaman ketika di depan roda gerinda untuk mempertajam bor.



Gambar 110. Penggerindaan mata bor

Metode yang disarankan adalah pertama untuk menggerinda sudut bibir potong, kemudian berkonsentrasi pada penggerindaan sudut bebas bibir, yang kemudian akan menentukan panjang bibir. Sudut bibir yang umum digunakan adalah 118° ($59^\circ \times 2$) harus simetris, termasuk panjang bibir dan sudut bebas bibir.



Gambar 111. Geometri mata bor

Ketika menggerinda, jangan biarkan mata bor menjadi panas. Overheating akan menyebabkan tepi bor menjadi biru yang merupakan indikasi bahwa kekerasan mata bor telah hilang. Daerah biru harus benar-benar dihilangkan untuk membangun kembali kekerasan bor. Jika bor menjadi terlalu panas selama penajaman, bibir bisa retak ketika dicelupkan ke dalam air pendingin.

Selama melaksanakan penggerindaan mata bor, harus selalu disediakan alat pemeriksa hasil penggerindaan yaitu berupa mal ukur mata bor atau jika tidak ada dapat menggunakan busur derajat.

Mal ukur bor atau busur derajat digunakan untuk memeriksa sudut bibir dan panjang bibir. Pemeriksaan hasil penggerindaan mata bor mutlak diperlukan untuk memastikan geometri mata bor sudah simetris dan benar. Kesalahan penggerindaan dapat menimbulkan masalah ketika mata bor digunakan



Gambar 112. Pemeriksaan mata bor

Mengatur Kecepatan Bor

Setelah mendapatkan kecepatan putaran bor yang sesuai dengan bahan yang akan di bor, maka kecepatan putar yang dimaksud dapat diperoleh dengan cara menyetelnya melalui pengubahan posisi belt transmisi yang menghubungkan puli penggerak dan puli spindel.



Gambar 113. Transmisi bor lima tingkat

Selain mesin bor yang memiliki dua set puli (puli penggerak dan puli spindel), ada juga mesin bor yang memiliki tiga set puli yaitu puli penggerak, puli spindel dan puli perantara, dan mesin bor tipe ini memiliki dua belt pemindah tenaga, sehingga mampu disetel sebanyak dua belas tingkat kecepatan putaran. Namun demikian jika jumlah rpm hasil hitungan tidak ada dalam tabel putaran maka digunakan nilai rpm yang paling mendekati.



Gambar 114. Transmisi bor 12 tingkat kecepatan

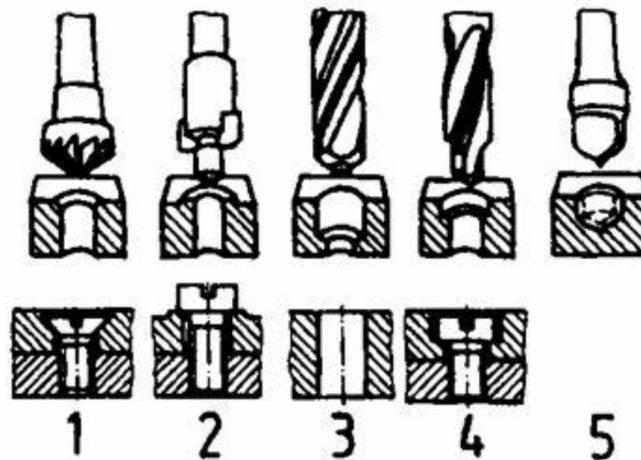
Menyiapkan Benda Kerja

Bagaimana menyiapkan benda kerja yang akan dibor. Setelah benda kerja ditandai (dititik) pada pusat-pusat lubang yang akan dibor, maka benda kerja harus dijepit sedemikian rupa diatas meja bor dengan alat penjepit yang sesuai. Alat-alat penjepit untuk di mesin bor ada beberapa macam

antara lain: Ragum mesin bor, Klem garpu, Klem C, dan Klem sejajar. Penjepitan harus dilaksanakan dengan seksama, kuat dan permukaan yang akan dibor harus benar-benar datar (rata air) untuk menghindari penyimpangan pengeboran.

Persing

Pasca pekerjaan pengeboran seringkali dilanjutkan dengan pekerjaan memersing (*countersink*) untuk sekedar memingul sisi lubang maupun untuk membenamkan kepala sekrup/baut tirus, dan pekerjaan mengkonterbor (*counterbore*) untuk membenamkan kepala baut/ sekrup silindris.



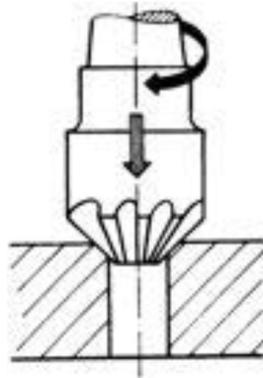
Gambar 115. Kontersing dan konterbor

Keterangan:

1. Kontersing (60° ; 75° ; 82° ; 90° ; 100° ; 110° ; 120°)
2. Kontersing datar
3. Konterbor dengan bor spiral
4. Konterbor berpengarah (ujung)
5. Konterbor khusus

Kontersing bekerja seperti mata bor tapi dengan kecepatan potong yang lebih lambat. Persing mempunyai 1 atau lebih bibir pemotong dalam jumlah

yang ganjil, misalnya : 1, 3, 5, 7. Sudut bibir pemotong persing yang akan digunakan harus sesuai dengan maksud penggunaannya.



Gambar 116. Proses mengkontersing

Alat Pelubang Drip (*Pin Punch*)

Bentuk drip sangat mirip dengan pahat dan seringkali termasuk dalam kemasan set pahat, tetapi ada perbedaan yang mendasar yaitu pada bentuk ujung/matanya. Bentuk ujung drip adalah berupa batang silindris, oleh karena itu dapat juga disebut sebagai pahat bulat. Ujung/mata drip tersedia dalam berbagai ukuran. Drip dapat digunakan untuk membuat lubang pada pelatpelat tipis, dan dapat juga digunakan untuk mengeluarkan batang keling dari lubangnya setelah dihilangkan kepalanya.

14. Teknik Mengeling

Sambungan atau ikatan berulir (menggunakan baut dan mur) bisa disebut sebagai sambungan tidak tetap (*non permanent*), dan lainnya adalah sambungan tetap (*permanent*) yang dikerjakan dengan proses pengelasan dan sambungan setengah tetap (*semi permanent*) dikerjakan dengan pengelingan (*riveting*).

Proses pengelingan bisa dilaksanakan dengan proses dingin maupun panas.

Alat utama yang digunakan untuk proses pengelingan diantaranya perapat keling, pembentuk kepala keling, landasan dan palu konde.

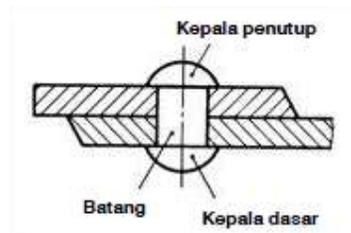


Gambar 117. Alat keling

Sambungan keling terdiri dari dua bagian pelat tersambung atau lebih. Unsur menyambung adalah paku keling, yang terdiri dari kepala dasar, batang dan kepala penutup.

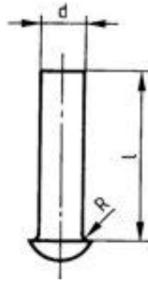
Paku keling yang belum terpakai hanya terdiri dari kepala dasar dan batang.

Panjang paku keling setengah bulat dihitung hanya pada batangnya.



Gambar 118. Sambungan keling

Contoh : paku keling DIN 660 – 4 x 16 – St, berarti paku keling setengah bulat, diameter batang 4 mm dan panjang batang 16 mm, bahan dari baja.



Gambar 119. Paku keling setengah bulat

Panjang paku keling kepala tirus (75°) di ukur beserta tebalnya kepalanya.

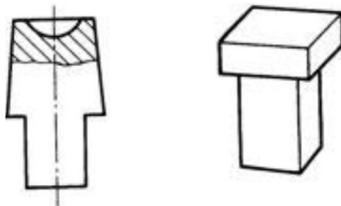
Misalnya : DIN 661 – 4 x 12 – St, berarti paku keling kepala tirus, diameter batang 4 mm, panjang 12 mm dan bahan dari baja.

Alat-alat pengelingan

Alat-alat pengelingan terdiri dari :

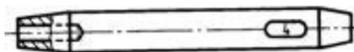
Landasan cekung untuk keling setengah bulat dan landasan rata untuk keling tirus.

Dalam penggunaan landasan itu dijepit pada ragum.



Gambar 120. Landasan keling

Perapat keling gunanya untuk merapatkan bahan dan kedudukan keling pada bahan yang disambung.



Gambar 121. Perapat keling

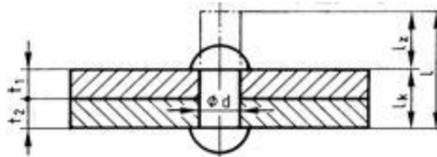
Pembentuk kepala keling, untuk membentuk kepala penutup setelah diberi bentuk awal dengan palu.



Gambar 122. Pembentuk kepala keling

Menentukan panjang paku keling.

Misalnya pelat yang disambung tebalnya 7 mm dan 5 mm, diameter paku keling \varnothing 5 mm. Berapa panjang paku keling yang diperlukan ?



Gambar 123. Ukuran paku keling setengah bulat

Untuk kepala setengah bulat :

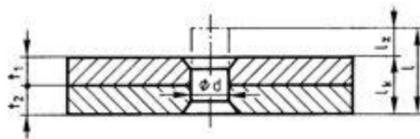
$$l = l_k + l_z$$

$$l_z = 1,5 \cdot d$$

$$l_k = t_1 + t_2 = 7 \text{ mm} + 5 \text{ mm} = 12 \text{ mm}$$

$$l_z = 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 5 \text{ mm} = 7,5 \text{ mm}$$

$$l = l_k + l_z = 12 \text{ mm} + 7,5 \text{ mm} = 19,5 \text{ mm}$$



Gambar 124. Ukuran paku keling tirus

Untuk kepala tirus:

$$l = l_k + l_z$$

$$l_z = 0,8 \cdot d$$

$$l_k = 12 \text{ mm}$$

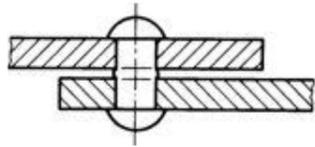
$$l_z = 0,8 \cdot d = 0,8 \cdot 5 \text{ mm} = 4 \text{ mm}$$

$$l = l_k + l_z = 12 \text{ mm} + 4 \text{ mm} = 16 \text{ mm}$$

Kesalahan pengelasan.

Ketidak cermatan pengelasan dapat mengakibatkan macam-macam kesalahan antara lain :

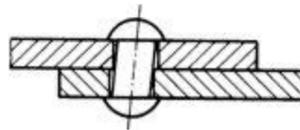
Pengelasan tidak kokoh dan tidak rapat. Ada kerenggangan di antara dua pelat yang disambung.



Gambar 125. Pengelasan tidak rapat

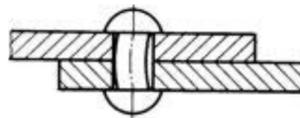
Lubang keling pada bahan yang disambung tidak lurus.

Kedudukan keling miring dan tidak kokoh.



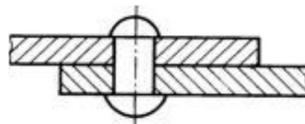
Gambar 126. Lubang keling tidak lurus

Paku keling tidak memenuhi lubang atau ada kelonggaran terlalu besar, batang keling bengkok.



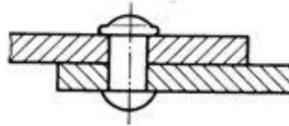
Gambar 127. Lubang keling terlalu longgar

Kepala penutup terlalu kecil, karena persediaan batang terlalu pendek.



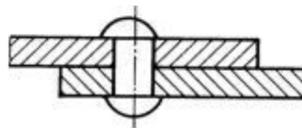
Gambar 128. Kepala penutup terlalu kecil

Kepala penutup menjadi ceper. Karena persediaan batang terlalu panjang.



Gambar 129. Kepala penutup berlebihan

Kepala penutup tergeser ke sebelah karena penekanan pembentukan tidak merata.



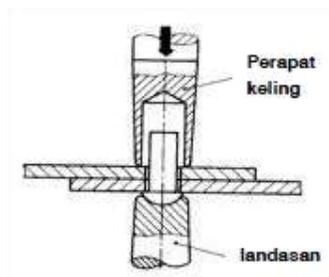
Gambar 130. Kepala penutup bergeser

Proses pengelingan.

Paku-keling baja yang berdiameter sampai kira-kira 6 mm dapat dikerjakan dengan tangan. Cara itu disebut dengan pengelingan dingin.

Proses pengelingan dapat dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut:

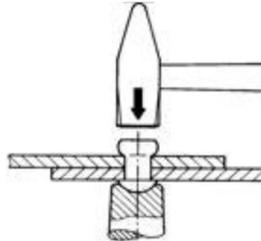
Setelah benda kerja disiapkan, yaitu bilah-bilah yang akan disambung sudah dilubangi dan paku keling sudah dipotong sesuai dengan panjang yang dibutuhkan, maka paku keling dimasukkan ke lubang bilah-bilah yang disambung dan dirapatkan menggunakan perapat paku keling.



Gambar 131. Persiapan pengelingan

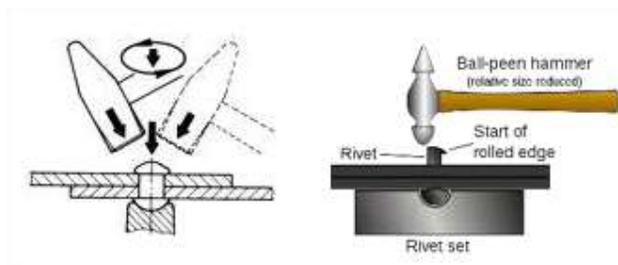
Setelah persiapan pengelingan dilakukan dengan baik dan benar, pekerjaan dapat dilanjutkan dengan pembentukan kepala penutup keling yaitu diawali

dengan pukulan dari arak tegak dan lurus sumbu keling samapi batang keling mengembang dan menutup rapat lubang bilah. Pada tahap ini paku keling tidak boleh bengkok sama sekali.



Gambar 132. Pengembangan batang keling

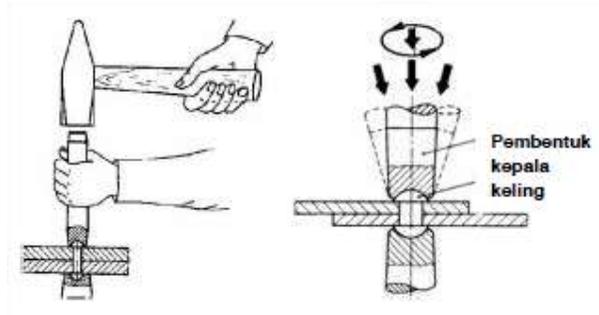
Selanjutnya melaksanakan pembentukan kepala penutup dengan cara melakukan pukulan melingkar pada sekeliling penampang batang keling dengan cara memiringkan palu atau lebih baik menggunakan palu konde .



Gambar 133. Pembentukan kepala penutup

Akhir pembentukan kepala penutup dikerjakan dengan alat pembentuk kepala keling, supaya bentuk kepala keling menjadi baik dan simetris.

Dengan memukul sambil memutar alat ini, maka hasil bentuk akhir kepala penutup akan lebih baik. Untuk membentuk kepala tirus, dengan pukulan palu sudah cukup.



Gambar 134. Penyelesaian akhir kepala penutup

15. Hand Power Tools

Perkakas merupakan suatu alat yang dipakai untuk membantu dalam menyelesaikan sebuah pekerjaan. Salah satu contohnya adalah pekerjaan membuat lubang lingkaran, secara manual pekerjaan itu akan dikerjakan dengan tangan memakai palu dan sebuah pahat yang digunakan untuk melubangi benda kerja tersebut. Untuk membuat beberapa lubang yang sama diameternya, tentu akan dibutuhkan waktu yang lama. Guna mempercepat pekerjaan itu maka dibutuhkan perkakas tangan bertenaga listrik.

Hand power tool merupakan perkakas bertenaga yang dioperasikan dengan genggaman tangan sebagai sumber tenaganya memakai listrik atau elektrik, pneumatic dan hidrolis. Perkakas ini dipakai untuk membantu menyelesaikan suatu pekerjaan secara cepat dan efisien

Hand Power tool adalah suatu alat perkakas tangan yang didukung oleh sebuah motor listrik, mesin bensin, pneumatik atau unit penggerak lainnya. Daya alat yang dipakai dikategorikan baik dan seimbang, sehingga alat tersebut bisa dibawa secara portable dan dibawa kemana-mana.

Hand Power tool digunakan di industri dalam membuat konstruksi benda jadi sebagai pengganti peralatan perkakas tangan supaya cepat terselesaikannya dan pekerjaan yang dihasilkan yang lebih baik dan teliti.



Gambar 135. Macam-macam *hand power tool*

Secara umum jenis-jenis pekerjaan yang biasa dikerjakan memakai hand power tool antara lain:

a. Memotong

Memotong merupakan pekerjaan memisahkan benda kerja menjadi 2 bagian atau lebih dengan memakai alat baik dengan tenaga manual ataupun dengan tenaga elektrik. Jenis jenis hand power tool untuk pekerjaan memotong, yaitu:

- Mesin gergaji tangan
- Mesin gunting tangan
- Hand nibbling

b. Mengebor

Mengebor merupakan pekerjaan untuk membuat lubang pada benda kerja baik itu lubang lingkaran maupun lubang kotak dengan memakai mata bor dan mesin bor.

Jenis –jenis hand power tool yang biasa dipakai untuk pekerjaan mengebor, yaitu:

- Mesin bor tangan

- Hand punching
- c. Menggerinda

Menggerinda merupakan pekerjaan pengurangan ukuran benda kerja untuk membuat benda kerja menjadi rata, halus, mengkilap ataupun tidak tajam sesuai dengan bentuk yang diinginkan setelah dilakukan proses pengerjaan awal, seperti hasil las atau pemotongan.

Jenis-jenis hand power tool untuk pengerjaan penggerindaan, yaitu:

- Mesin gerinda tangan horisontal
- Mesin gerinda tangan vertikal

Sebelum mempergunakan peralatan perkakas tangan elektrik (*hand power tool*) ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu:

- Memilih peralatan yang sesuai.
- Memperhatikan kabel-kabel listrik jangan terkelupas atau putus.
- Memeriksa putaran power tool.
- Memeriksa getaran yang terjadi pada waktu mesin bekerja.
- Mempersiapkan tool atau mata pisau yang sesuai.
- Menyiapkan alat-alat kelengkapan power tool, seperti kunci pengencang.
- Memeriksa saklar hand power tool.
- Memeriksa listrik yang akan dihubungkan, sesuai tidak dengan data yang ada pada hand power tool.

Pemakaian alat power tool yang sudah mengalami kerusakan dipakai sering mengakibatkan bencana dan bahaya, terutama pemakai, seperti luka-luka, kesetrum aliran listrik. Untuk itu perlunya pengetahuan tentang kerusakan yang terjadi pada power tool.

Beberapa kerusakan-kerusakan yang sering terjadi pada hand power tool, yaitu:

- Kabel putus dan terkelupas.
- Saklar tidak bisa koneksi.
- Timbul getaran apabila mesin bekerja.

- Kumparan terbakar.
- Poros aus.
- Bearing rusak

Tidak bisa berputar dengan normal.

- Baut pengunci sudah longgar.
- Sekring putus

Hand power tool merupakan perkakas bertenaga yang dioperasikan dengan genggaman tangan sebagai sumber tenaganya memakai listrik atau elektrik, pneumatic dan hidrolik. Perkakas ini dipakai untuk membantu menyelesaikan suatu pekerjaan secara cepat dan efisien untuk itu, dalam pemakaiannya harus disesuaikan fungsinya masing-masing.

Mesin Gergaji Tangan

Mesin gergaji tangan digunakan untuk penceraian, pemotongan benda kerja serta pembuatan alur dan celah-celah didalam benda kerja. Pada penuntunan gergaji secara tepat dapat dihasilkan bidang pemotongan yang datar dan licin serta potongan yang berukuran tepat dengan kerugian bahan yang sedikit.

Mesin gergaji tangan dioperasikan menggunakan tenaga listrik 220 volt AC dengan cara digenggam tangan dan di tekan memakai tangan.

Jenis-jenis mesin potong tangan

Jenis-jenis mesin gergaji yang tangan antara lain:

- *Reciprocating shark saw* (Gergaji tusuk)
- *Jig saw*
- *Band saw portable* (Gergaji pita/lingkar)
- *Cut off saw*
- *Marble cutter saw* (Gergaji pualam)
- *Mitter saw*

Mesin Gunting Tangan

Tujuan menggunting ialah memotong bahan pelat, bahan batang dan bahan profil pada ukuran yang telah ditentukan terlebih dahulu dengan pertolongan sebuah gunting dua buah pisau yang dapat bergerak satu terhadap yang lain.

Ketika sedang menggunting, dua buah pisau yang bergerak satu terhadap yang lain, yaitu yang dinamakan pisau gunting menyusup kedalam bahan pada kedua belah sisi. Jarak pisau menyusup kedalam bahan sambil menyayat hanya 0,4 sampai 0,7 bagian dari ukuran tebal bahan. Sisa bahan yang lain robek atau putus.

Pada penampang bahan yang digunting dapat terlihat daerah guntingan dan daerah patahan.

Proses pelaksanaan menggunting antara lain untuk:

- Memendekkan bahan dan profil
- Pemberian bentuk kepada bidang sebelah dalam dan bidang sebelah luar, demikian pula bila bidang tersebut kemudian masih harus ditekuk atau dibengkokkan.

Penyetelan pisau pada mesin gunting tangan harus dilakukan dengan cermat. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan pengguntingan antara lain:

- Ujung-ujung pisau tidak boleh saling berimpit
- Ruang main untuk penyayatan luar dan penyayatan dalam harus disetel dengan baik.
- Jarak antara pisau harus tepat.
- Panjang langkah yang disyaratkan harus sesuai dengan jarak antara pisau yang disetel.

Adapun jenis-jenis mesin gunting tangan untuk membentuk pola antara lain:

1. Mesin gunting tangan lurus

2. Hand nibbling

Mesin gunting tangan lurus

Gunting tangan listrik baik digunakan untuk menggunting atau penyayatan pelat yang panjang lurus. Jika untuk membuat sebuah lengkungan radius kecil, maka gunting ini akan kesulitan tetapi sangat disarankan untuk pembuatan lengkungan dengan radius yang besar.

Prinsip kerja dari mesin gunting lurus sebagai berikut:

- Pergerakan dilakukan sebuah motor listrik yang melalui sebuah poros eksentrik melakukan dorongan cepat terhadap pisau gunting atas dengan gerakan penyayatan ke atas dan kebawah.

Spesifikasi mesin gunting tangan:

- Kapasitas ketebalan potongan: 2.5 mm
- Kecepatan langkah: 2600/min
- Power: 500W



Gambar 136. Mesin gunting tangan

Hand nibbling

Prinsip kerja dari hand nibbling ini sama dengan mesin gunting listrik lurus, yakni menggunakan poros eksentrik untuk menggerakkan pisau sayatnya dengan gerakan cepat ke atas dan kebawah.

Berbeda dengan pisau gunting dengan bentuk pisau pipih, pada hand nibbling pisau penyayat berbentuk silinder dengan diameter tertentu. Untuk pisau bawah berbentuk lubang yang disesuaikan dengan diameter pisau atas.

Pola yang dibentuk hand nibbling lebih variasi dibandingkan dengan mesin gergaji tangan. Pada mesin ini bisa dibentuk pola pemotongan radius kecil, motif bunga segitiga atau pola-pola lainnya.



Gambar 137. *Hand nibbling*

Menggerinda

Menggerinda merupakan pekerjaan pengurangan ukuran benda kerja untuk membuat benda kerja menjadi rata, halus, tidak tajam ataupun mengkilapkan sesuai dengan bentuk yang diinginkan setelah dilakukan proses pengerjaan awal, seperti hasil las atau pemotongan.

Jenis-Jenis Mesin Gerinda Tangan

Jenis-jenis hand power tool untuk pengerjaan penggerindaan, yaitu:

- Mesin gerinda horisontal
- Mesin gerinda vertikal

Bahan baku yang biasa dipakai untuk membuat batu gerinda atau mata pisau gerinda adalah:

- *Silicon Carbide Wheels*
- *White Aluminum Oxide Wheels*

- *Brown Aluminum Oxide Wheels*
- *Pink Aluminum Oxide Wheels*
- *Various Combination of The Grains in Vitrified and Resinoid Quality*
- *Diamond*
- *Cubic Boron Nitride*

Mesin Gerinda tangan horisontal

Mesin gerinda tangan ini fungsi utamanya adalah untuk mengurangi ukuran benda kerja sesuai dengan ukuran yang dikehendaki. Selain itu alat ini juga dapat digunakan untuk membentuk model permukaan benda kerja, memotong benda kerja, menghaluskan dan mengkilapkan (memoles) permukaan benda kerja.

Peletakan posisi pisau gerinda menghadap ke bawah, sedangkan ukuran standar pisau gerinda tangan yang umum dipasaran berdiameter 4-1/2”.

Adapun jenis dan macam pisau gerinda tangan tergantung bahan baku dan penggunaannya antara lain

- Batu gerinda biasa
- Pisau gerinda potong
- Pisau gerinda finishing
- Pisau gerinda poles

Mesin gerinda tangan vertikal

Sepertinya hal mesin gerinda horizontal, fungsi utama dari gerinda vertikal ini juga untuk menghilangkan permukaan-permukaan yang kasar serta tajam terutama untuk model benda kerja yang berlubang atau alur. Posisi mata pisau gerinda ini lurus ke depan searah dengan dudukan motor pemutarnya.



Gambar 138. Mesin gerinda vertikal besar

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan Mesin gerinda tangan

Saat menggunakan alat-alat listrik, keselamatan kerja harus diperhatikan untuk mengurangi resiko kebakaran, sengatan listrik, luka dan kecelakaankecelakaan yang dapat terjadi saat menggunakan alat-alat listrik.

- a. *Pastikan area kerja bersih.* Tidak diperbolehkan menggunakan power tools di ruangan yang penuh dengan barang, berantakan atau di meja kerja karena mudah terjadi kecelakaan.
- b. *Perhatikan lingkungan tempat kerja.* Tidak diperbolehkan menggunakan power tools di tempat yang bersih, atau tempat yang dapat terkena hujan atau tempat yang mudah terjadi kebakaran.
- c. *Area kerja tidak diperkenankan sebagai access jalan keluar masuk bagi anak-anak dan orang-orang.* Power tools dan power supply yang tersambung oleh kabel harus bebas dari jalan masuk dan orang-orang.
 - *Penyimpanan.* Power tools harus disimpan di tempat yang kering, dan tinggi sehingga bebas dari jangkauan anak-anak, dan sebaiknya dikunci.
 - *Jangan gunakan power tools diluar kapasitas.* Power tools harus digunakan sesuai dengan spesifikasi dan kapasitasnya untuk mendapat hasil yang baik dan aman.
 - *Gunakan power tools sesuai dengan fungsinya.*
 - *Perhatikan pakaian.* Mengenakan pakaian longgar saat mengoperasikan power tools akan sangat berbahaya karena bisa

tersangkut pada mesin yang berputar, sedangkan sarung tangan karet, sepatu boot/tertutup dan pemakaian helm kerja sangat dianjurkan untuk melakukan pekerjaan lapangan (outdoor).

- *Gunakan pelindung mata dan pelindung wajah atau masker debu karena pengoperasiannya sangat berdebu.* Sangat dianjurkan juga untuk menggunakan alat pernafasan (respirator) karena debu yang dihasilkan pada saat pengoperasian sangat banyak.
- *Jangan telantarkan kabel yang terpasang.* Jangan pindahkan power tools dalam keadaan kabel terpasang, atau menariknya dari steker dengan cara menyeret kabel. Jauhkan kabel yang terpasang dari benda-benda bertemperatur tinggi, pelek atau benda besi yang tajam atau minyak.
- *Amankan pekerjaan yang tertahan.* Gunakan penjepit atau catok untuk menahan pekerjaan. Lebih aman menggunakan penjepit daripada tangan.
- *Perhatikan postur tubuh yang benar,* Tetap berdiri dengan benar dan tenang, jangan mengulurkan tangan pada power tools untuk mengambil sesuatu.
- *Pelihara power tools dengan baik.* Power tools harus selalu di rawat untuk mencapai kemampuan dengan baik dan aman. Pemberian minyak dan pergantian peralatan harus sesuai dengan petunjuk. Periksa kabel sambungan dengan teratur dan perbaiki bagian yang rusak ke service center yang telah ditunjuk. Ganti segera kabel sambungan yang rusak dan tetap jaga agar handle tetap kering dan bersih, serta bebas dari minyak.
- *Pada saat power tools tidak digunakan.* Pada saat perawatan, mengganti batu gerinda, steker harus dilepas.
- *Ingatlah untuk selalu melepas alat regulasi dan spanner, dll sebelum menjalankan mesinnya.* Ini adalah kebiasaan yang sudah tertanam.
- *Cegah terjadinya kecelakaan.* Sebelum menjalankan power tools pastikan tombol saklar dalam keadaan mati .
- *Gunakan kabel extension panjang untuk outdoor.* Sambungan kabel harus digunakan ketika power tools digunakan diluar ruangan / lapangan.

- *Tetap focus dan konsentrasi saat bekerja.* Jangan gunakan power tools pada saat anda lelah.
- *Periksa spare part yang rusak.* Sebelum power tools digunakan periksa kembali keadaan alat tersebut apakah ada yang rusak pada tutup pelindungnya, atau pada spare part power tools tersebut dan lihat apakah kerusakannya cukup berat sehingga dapat mempengaruhi pemakaian power tools tersebut.
Periksa apakah semua spare part sudah ada pada tempatnya dan apakah semua spare part yang perlu diperbaiki sudah baik. Jika pelindung tutup atau spare part lain yang rusak, harus diperbaiki atau diganti di toko yang ditunjuk.
Kalaupun tombol saklar rusak, harus digantikan di service center yang telah ditunjuk dan jangan pernah menggunakan saklar yang rusak untuk menjalankan alat tersebut.
- *Hindari sengatan listrik.* Jangan menyentuh bagian logam seperti besi, pipa, radiator pendinginan, dll.
- *Ganti spare parts.* Pilihlah spare part yang ditetapkan oleh pembuat dan gantikan ke service center yang telah ditunjuk.
- *Gunakan kaca mata pengaman*

D. Rangkuman

Alat pemotong terdiri dari: Gergaji tangan terdiri dari sengkang dan daun gergaji, berfungsi untuk memotong benda kerja. Pahat menurut fungsinya ada beberapa yaitu pahat datar, pahat alur, pahat dam, pahat diamon, dan pahat setengah bulat atau pahat kuku.

Kikir adalah salah satu alat yang digunakan untuk menyerut atau mengikis permukaan benda kerja, tersedia dalam berbagai macam ukuran, bentuk, guratan, dan konfigurasi gigi. Ditinjau dari bentuk penampangnya, kikir yang umum digunakan (dalam kerja bangku) adalah kikir datar (flat), kikir setengah bulat, kikir bujur sangkar, kikir segitiga, dan kikir bulat.

Alat pelubang. Drip, digunakan untuk membuat lubang pada pelat-pelat tipis, dan dapat juga digunakan untuk mengeluarkan batang keling dari lubangnya setelah dihilangkan kepalanya. Mata bor besi standar berbentuk silinder rata (straight shank) bergalur helik (spiral) disepanjang badan bor yang biasa digunakan pada unit bor tangan, bor duduk/pilar, untuk membuat lubang atau mengebor bermacam-macam bahan teknik. Alat pengulir adalah berfungsi untuk membuat ulir, baik ulir dalam maupun ulir luar. Alat untuk pembuatan ulir dalam disebut tap dan untuk pembuatan ulir luar disebut snei (die).

Alat pemukul (palu atau martil), yaitu peralatan yang dipergunakan untuk memukul benda kerja maupun peralatan lainnya yang dalam fungsi kerjanya memerlukan pukulan, terdiri dari beberapa macam antara lain palu pen, palu konde, dan palu plastik.

Peralatan utama dalam kegiatan mengikir adalah kikir. Untuk memasang dan melepas gagang atau pegangan pada tangkai kikir harus dengan cara yang benar dan aman.

Menggunakan kikir harus sesuai dengan bentuknya. Bentuk kikir bermacam-macam yaitu kikir datar, bujur sangkar, segitiga, bulat, dan setengah bulat.

Gigi kikir dibentuk melalui pemahatan, pahatan yang dalam bersudut 700 terhadap garis tengah kikir dan pahatan dangkal menyilang terhadap pahatan pertama dan bersudut 450 terhadap garis tengah kikir.

Ulir dapat berfungsi jika dibuat berpasangan. Oleh karena itu dikenal adanya ulir luar (baut) dan ulir dalam (mur). Untuk membuatnya juga memerlukan alatnya masing-masing. Ulir luar dapat dibuat dengan alat yang disebut Snei dan untuk ulir dalam dapat dibuat dengan alat yang disebut Tap

Pembuatan ulir dalam harus dipersiapkan dengan baik dan benar. Mempersiapkan lubang yang akan diulir yang pertama menetapkan diameter lubang yang akan dibor.

Pembelajaran 4. Gambar Teknik

A. Kompetensi

Setelah mempelajari keseluruhan materi pada pembelajaran ini. Anda diharapkan dapat menerapkan gambar teknik secara mandiri pada bidang keilmuan bidang perkapalan

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Setelah mempelajari materi dalam pembelajaran ini, Anda dapat :

1. Mampu menjelaskan teknik dan prinsip penggunaan alat gambar manual
2. Mampu menerapkan standar kertas dan tata letak pada gambar teknik
3. Mampu memahami cara menggambar konstruksi geometri gambar teknik
4. Mampu memahami gambar proyeksi Isometri dan orthogonal serta menerapkan pada gambar proyeksi dengan pemilihan pandangan utama yang tepat.
5. Mampu memahami dan membaca teknik pembuatan gambar sketsa serta menginterpretasikan ke dalam bentuk gambar proyeksi isometri.
6. Mampu menerapkan penggunaan garis ukur, pemilihan jenis dimensi, dimensi tambahan dan simbol pada penunjukan ukuran.
7. Mampu memahami perintah dasar, menyajikan obyek gambar, memodifikasi gambar dengan AutoCAD

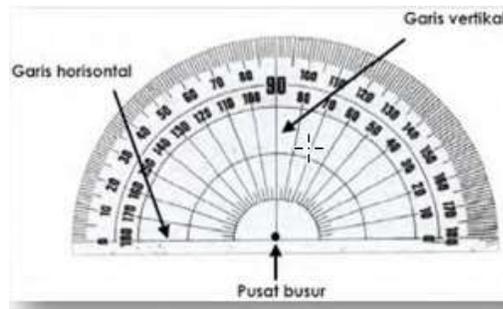
C. Uraian Materi

1. Teknik dan Prinsip Penggunaan Alat Gambar Manual

a. Busur Derajat

Busur derajat digunakan untuk membagi sebuah sudut menjadi sama besar. Busur derajat pada umumnya terbuat dari plastik atau mika bening serta dilengkapi dengan garis-garis pembagi mulai dari sudut 0°

sampai dengan 180° namun ada pula yang dimulai dari sudut 0° sampai dengan 360° .



Gambar 139. Busur Derajat

4.bp.blogspot.com

Untuk mengukur besar sudut menggunakan busur derajat, perhatikan langkah-langkah berikut:

- 1) Tempatkan pusat busur derajat pada titik sudut yang akan diukur.
- 2) Tempatkan salah satu kaki sudutnya pada 0° .
- 3) Bacalah angka pada busur derajat yang dilalui oleh kaki sudut yang lain. Angka inilah yang merupakan besar sudut itu.

b. Kertas Gambar

Kertas yang biasa digunakan untuk membuat gambar teknik adalah kertas gambar berwarna putih yang permukaannya tidak kasar. Apabila kertas gambar kasar akan sulit menarik garis lurus dengan tinta.

Jenis kertas gambar yang biasa digunakan pada gambar teknik terdiri atas tiga jenis, yaitu:

- 1) Kertas bagan, yaitu kertas gambar putih tebal yang mempunyai garis-garis horizontal dan vertikal dengan jarak 10×10 mm. Kertas bagan ini berfungsi untuk membuat gambar sementara yang dihasilkan dari hasil pengukuran dengan skala yang bukan sebenarnya.

- 2) Kertas putih tebal, yaitu kertas gambar biasa yang sering digunakan untuk membuat gambar dengan skala dan ukuran yang sebenarnya.
- 3) Kertas kalkir, yaitu kertas transparan yang biasa digunakan untuk membuat gambar dengan tinta

c. Pensil Gambar

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

Pensil Gambar berdasarkan Bentuk

Pensil Batang

Pada pensil ini, antara isi dan batangnya menyatu. Untuk menggunakan pensil ini harus diraut terlebih dahulu. Habisnya isi pensil bersamaan dengan habisnya batang pensil.

Pensil Mekanik

Pensil mekanik, antara batang dan isi pensil terpisah. Jika isi pensil habis dapat diisi ulang. Batang pensil tetap tidak bisa habis. Pensil mekanik memiliki ukuran berdasarkan diameter mata pensil, misalnya: 0,3 mm, 0,5 mm dan 1,0 mm.

Pensil Gambar berdasarkan Kekerasan

Pensil gambar yang diproduksi pabrik mempunyai tingkat kekerasan yang berbeda-beda. Tingkat kekerasan tersebut dilambangkan dengan huruf yang merupakan singkatan dari Bahasa Inggris seperti: F untuk *Firm*, H untuk *Hard* dan B untuk *Black*.

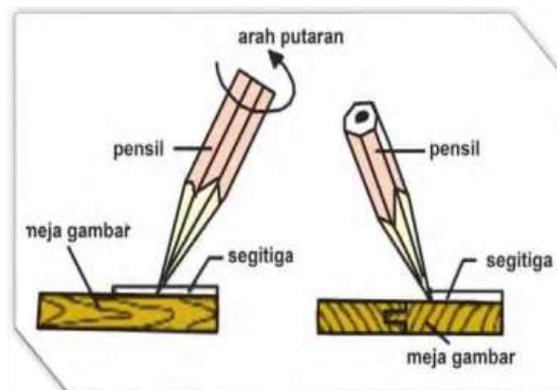
Tingkat kekerasan pensil memberikan perbedaan pada tebal dan tipis garis yang dihasilkan. Tingkat kekerasan pensil yang ada di pasaran dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 11. Kekerasan pensil

	Keras		Sedang		Lunak
	4H		3H		2B
makin keras ↓	5H	makin lunak ↓	2H	makin lunak ↓	3B
	6H		H		4B
	7H		F		5B
	8H		HB		6B
	9H		B		7B

Untuk belajar gambar dianjurkan menggunakan pensil dengan tingkat kekerasan H dan 2H dimana H digunakan untuk menggambar garis yang tipis dan 2H untuk menebalkan garis.

Untuk mendapatkan garis dengan ketebalan yang merata dari ujung ke ujung, maka kedudukan pensil batang sewaktu menarik garis harus dimiringkan 60° dan selama menarik garis, pensil diputar dengan telunjuk dan ibu jari.



Gambar 140. Cara Penggunaan Pensil Batang

fendy-automotive.blogspot.com

Untuk membuat garis menggunakan pensil mekanik, posisi pensil harus tegak lurus, supaya garis yang dihasilkan mempunyai ketebalan yang sama. Hal yang perlu diingat adalah jangan memanjangkan isi pensil terlalu panjang karena isi pensil akan mudah patah atau putus.

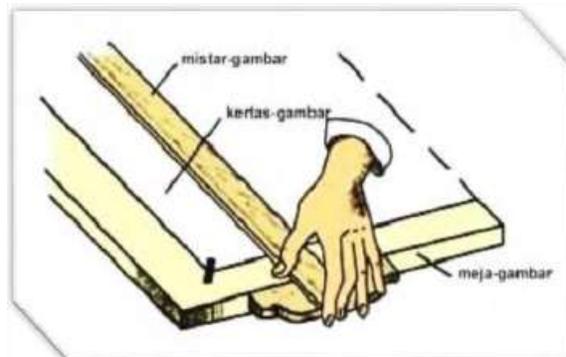
d. Penggaris T

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



Gambar 141. Penggaris T

Cara menggunakan penggaris T dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

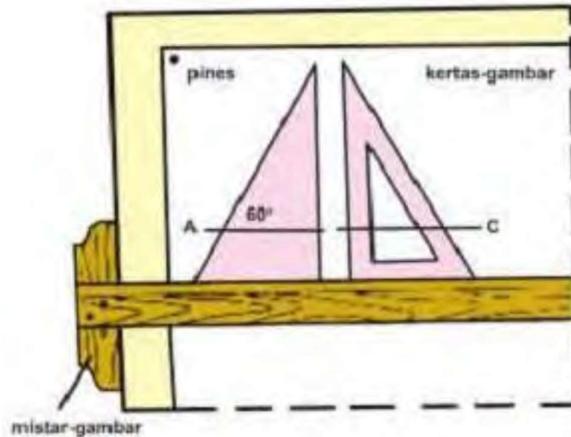


Gambar 142. Posisi penempatan penggaris T pada meja gambar

fendy-automotive.blogspot.com

e. Penggaris Siku

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



Gambar 143. Penggunaan penggaris siku dan T

fendy-automotive.blogspot.com

f. Jangka Gambar

Jangka adalah alat gambar yang digunakan untuk membuat lingkaran dengan cara menancapkan salah satu ujung batang pada kertas gambar sebagai pusat lingkaran dan yang lain berfungsi sebagai pensil untuk menggambar garis.

g. Mal Gambar

Mal digunakan untuk memudahkan dan mengefisienkan waktu dalam pengerjaan gambar dalam bentuk lingkaran-lingkaran kecil, ellips, segi enam dan garis-garis lengkung lainnya. Mal yang beredar saat ini banyak terbuat dari plastik dan mika bening yang ukurannya dibuat berdasarkan standar.

Jenis-jenis mal tersebut antara lain:

Mal Huruf dan Angka

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

Mal Lengkung

Mal lengkung berfungsi untuk melukiskan garis-garis lengkung istimewa yang tidak bisa dilukiskan oleh jangka dan alat lainnya, seperti garis lengkung diagram dan grafik.

Mal Lingkaran

Untuk membuat lingkaran-lingkaran kecil selain menggunakan jangka orleon dan jangka pegas, juga dapat dilakukan dengan mal lingkaran. Lingkaran kecil yang dapat dibuat dengan menggunakan mal lingkaran mulai dari diameter 1 mm sampai dengan 36 mm.

Mal Bentuk

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

Mal Ellips

Mal ellips digunakan untuk membuat bentuk ellips-ellips kecil. Sama dengan mal lingkaran, mal ellips juga dilengkapi dengan empat garis sumbu.

h. Rapido

Rapido adalah alat gambar dengan tinta untuk menggambar pada kertas kalkir.

Rapido memiliki bermacam-macam ukuran (yang menunjukkan ketebalan garis yang dihasilkan) mulai dari 0,1 mm sampai dengan 2,0 mm. Untuk memudahkan pemilihan pen, maka tiap ukuran ditandai dengan warna tertentu.

i. Papan dan Meja Gambar

Papan dan meja gambar harus mempunyai permukaan yang rata, lurus dan licin agar penggaris T dapat digeser. Ukuran papan gambar yang memadai untuk gambar teknik adalah panjang 1265 mm, lebar 915 dan tebal 30mm.

Meja gambar juga dirancang dengan ukuran sesuai dengan ukuran kertas, seperti ukuran kertas A0 dan A1.

2. Teknik dan Prinsip Penggunaan Alat Gambar Manual

a. Standarisasi gambar teknik

Standar yang digunakan dalam perusahaan disebut dengan standarisasi perusahaan/industri, untuk lingkup negara disebut dengan standarisasi nasional dan untuk kerjasama antar industri secara internasional disebut dengan standarisasi internasional.

Standarisasi gambar teknik berfungsi sebagai berikut:

- Memberikan kepastian sesuai dan tidak sesuai kepada pembuat dan pembaca gambar dalam menggunakan aturan-aturan gambar menurut standar.
- Menyeragamkan penafsiran terhadap cara-cara penunjukkan dan penggunaan simbol-simbol yang dinyatakan dalam gambar sesuai dengan penafsiran standar.
- Memudahkan komunikasi teknis antar perancang/pembuat gambar dengan pengguna gambar.
- Memudahkan kerjasama antara perusahaan-perusahaan dalam memproduksi benda-benda teknik dalam jumlah banyak yang harus diselesaikan dalam waktu yang serempak.
- Memperlancar produksi dan pemasaran suku cadang alat-alat industri.

Standarisasi dalam gambar teknik yang telah ditetapkan di beberapa negara industri maju adalah:

- JIS (*Japanese Industrial Standards*) merupakan standar industri di negara Jepang.

- NNI (*The Netherlands Standardization Institute*), merupakan standarisasi di negara Belanda.
- DIN (*Deutsches Institut für Normung*), standarisasi di negara Jerman.
- ANSI (*American National Standard Institute*), standarisasi di negara Amerika.

Di Indonesia juga terdapat standar. Dahulu namanya Standar Industri Indonesia (SII). Sejak terbit peraturan pemerintah Nomor 15 Tahun 1991 tentang Standar Nasional Indonesia, maka nama SII diganti dengan SNI (Standar Nasional

Indonesia). SNI dikelola oleh Dewan Standarisasi Nasional (DSN) yang sekarang berkedudukan di Jakarta.

Dengan meningkatnya kerjasama di tingkat internasional, maka perusahaan/ industri diharuskan untuk menggunakan standar yang bersifat internasional. Untuk itu dibentuk badan standar industri yang diberi nama *International Organization for Standardization (ISO)*.

ISO merupakan badan non pemerintah yang didirikan pada tanggal 14 Oktober 1946. Tujuan dibentuknya *ISO* adalah untuk menyatukan pengertian teknik antar bangsa. Bidang kerja *ISO* yang menangani standar gambar teknik disebut *ISO/TC 10* (gambar teknik), yang bertugas menstandarkan gambar-gambar teknik agar dapat diterima di dunia internasional sebagai bahasa teknik.

Karena Indonesia merupakan salah satu anggota *ISO*, maka gambar teknik yang dibuat sebagai salah satu media penyampaian informasi juga telah mengikuti standar gambar yang ditetapkan *ISO*. Sebagai contoh, di dalam dunia industri pembuatan etiket gambar yang sesuai dengan *ISO* adalah, kepala gambar ditempatkan dalam ruang gambar di sudut kanan bawah.

Keterangan yang dicantumkan dalam kepala gambar harus merupakan keterangan yang secara umum menunjukkan isi gambar, yang meliputi hal-hal sebagai berikut:

- Nomor gambar
- Judul/nama gambar
- Nama instansi/perusahaan
- Skala
- Nama yang menggambar, yang memeriksa dan yang mengesahkan atau menyetujui
- Cara proyeksi yang digunakan
- Keterangan lainnya sesuai keperluan

b. Fungsi Gambar Teknik

Gambar adalah sebuah alat komunikasi untuk menyatakan maksud dari seorang ahli teknik. Oleh karena itu gambar sering juga disebut sebagai bahasa teknik atau bahasa untuk ahli teknik.

Penerusan informasi adalah fungsi yang penting untuk bahasa maupun gambar. Gambar bagaimanapun adalah bahasa teknik. Oleh karena itu gambar diharapkan dapat meneruskan keterangan-keterangan secara tepat dan obyektif.

Keterangan-keterangan dalam gambar yang tidak dapat dinyatakan dengan bahasa lisan harus diwakili oleh lambang-lambang. Karena itu, kualitas keterangan yang dapat diberikan dalam gambar tergantung dari keterampilan juru gambar (drafter).

Gambar teknik memiliki 3 fungsi, yaitu: sarana penyampaian informasi, sarana penyimpanan informasi dan sebagai konsep.

Sarana Penyampaian Informasi

Gambar teknik mempunyai fungsi meneruskan informasi dari juru gambar kepada orang-orang yang bersangkutan, seperti: perencana proses, operator, pemeriksa, perakitan dan sebagainya. Orang-orang yang bersangkutan bukan saja orang-orang dalam pabrik tetapi juga orang-orang di pabrik lain yang merupakan pihak sub kontrak (rekanan) ataupun orang-orang berbahasa asing yang berhubungan dengan rancangan tersebut.

Sarana Pengawetan, Penyimpanan dan Penggunaan Informasi

Gambar merupakan data teknis yang sangat penting sebagai bahan informasi untuk perencanaan yang akan datang. Untuk membuat satu unit alat (misalnya mesin) memerlukan beratus-ratus bahkan beribu-ribu gambar yang harus dibuat. Karena itu gambar harus diberi nomor (kodifikasi nomor urut). Nomor urut dibuat untuk memudahkan dalam mencari data/informasi saat merakit atau mereparasi suatu suku cadang.

Selain diberi nomor, gambar perlu juga disimpan dan diawetkan sebagai informasi untuk rencana-rencana baru. Penyimpanan gambar ini dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu:

- Disimpan dengan dibendel dengan cara gambar dikumpulkan, gambar yang mempunyai ukuran besar dilipat sesuai dengan aturan
- melipat gambar, diurut sesuai dengan pengelompokannya kemudian dibendel dalam satu file.
- Untuk menghemat tempat, gambar difoto dengan skala diperkecil dan klisenya disimpan pada kartu berlubang untuk memudahkan mencari gambar yang diperlukan.
- Saat ini gambar dapat dibuat dengan komputer, maka penyimpanan gambar pun dapat disimpan dalam media CD atau hard disk.

Konsep

Dalam perencanaan, konsep abstrak yang melintas dalam pikiran diwujudkan dalam bentuk gambar melalui proses. Awalnya konsep (ide) dianalisa lalu diwujudkan dalam bentuk gambar untuk kemudian diteliti dan dievaluasi.

Sifat-sifat gambar **Sifat Gambar Teknik**

dilihat dari tujuan pembuatannya dapat diuraikan sebagai berikut:

Gambar Internasional

Pada awalnya standar gambar hanya berlaku di sebuah perusahaan. Antar perusahaan memiliki standar yang berbeda. Seiring dengan meluasnya perdagangan dan hubungan antar negara maka dibutuhkan standar yang sama secara internasional.

Pada akhirnya aturan dan simbol-simbol diseragamkan untuk memperoleh kesamaan persepsi secara internasional terhadap sebuah gambar.

Gambar Populer

Pesatnya perkembangan teknologi menyebabkan penggunaan gambar teknik semakin meningkat. Untuk itu, penetapan standar berfungsi mempopulerkan gambar teknik di semua kalangan. Hubungan yang erat antara bidang-bidang industri seperti pemesinan, perkapalan, arsitektur, teknik sipil menyebabkan tidak mungkin menyelesaikan suatu proyek hanya oleh satu bidang teknik saja.

Gambar Sederhana

Penghematan tenaga dalam menggambar sangat penting. Bukan hanya untuk mempersingkat waktu tetapi juga untuk meningkatkan mutu perencanaan dan penghematan biaya.

Gambar Modern

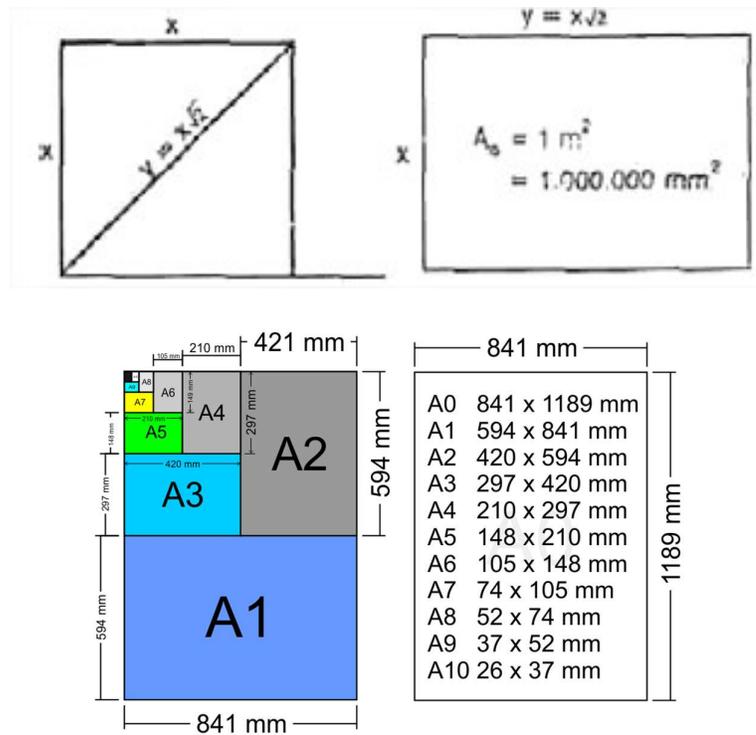
Bersama pesatnya kemajuan teknologi, standar gambar juga dipaksa untuk mengikutinya melalui cara-cara modern yang telah

dikembangkan, seperti: pembuatan film mikro, berbagai macam mesin gambar otomatis dan menggambar dengan bantuan komputer (CAD – Computer Aided Design).

c. Standar Ukuran Kertas Gambar

Kertas gambar mempunyai ukuran panjang dan lebar. Sebagai ukuran pokok dari kertas gambar, diambil ukuran A0 yang mempunyai luas 1 m² atau 1.000.000 mm². Perbandingan lebar dan panjangnya sama dengan perbandingan sisi bujursangkar dengan diagonalnya.

Jika bujursangkar mempunyai sisi = x maka diagonalnya . Selanjutnya x dipakai sebagai lebar kertas gambar dan y sebagai panjang kertas gambar.



Gambar 144. Menentukan ukuran kertas A0

<https://www.advernesia.com/wp-content/uploads/2019/12/Ukuran-Kertas>

Karena ukuran kertas gambar A0 mempunyai luas $x.y = 1.000.000 \text{ mm}^2$, dengan $y = x\sqrt{2}$, maka $x^2\sqrt{2} = 1.000.000 \text{ mm}^2$ sehingga diperoleh lebar 841 mm

(dibulatkan) dan panjang 841 = 1189 mm. Untuk mendapatkan ukuran kertas gambar lainnya adalah dengan cara membagi dua panjangnya, sehingga ukuran:

- A1 adalah $\frac{1}{2}$ dari A0.
- A2 adalah $\frac{1}{2}$ dari A1.
- A3 adalah $\frac{1}{2}$ dari A2.
- A4 adalah $\frac{1}{2}$ dari A3.

Sesuai dengan standar ISO (International Standardization for Organization) dan NNI (Nederland Normalisatie Instituut) selanjutnya kertas gambar diberi garis tepi sesuai dengan ukurannya.

Pada tabel di bawah ditetapkan ukuran batas tepi bawah, tepi atas dan tepi kanan (diwakili kolom C) sedangkan tepi kiri untuk setiap ukuran kertas gambar ditetapkan 20 mm.

Penetapan jarak ini dimaksudkan untuk memberikan jarak sehingga jika kertas gambar dibundel tidak akan mengganggu gambarnya.

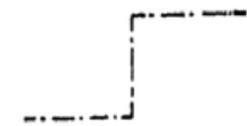
Tabel 12. Standar ukuran kertas

Ukuran	Ukuran		Sisi Kiri	C
	Lebar	Panjang		
A ₀	841 mm	1189 mm	20 mm	10 mm
A ₁	594 mm	841 mm	20 mm	10 mm
A ₂	420 mm	594 mm	20 mm	10 mm
A ₃	297 mm	420 mm	20 mm	10 mm
A ₄	210 mm	297 mm	20 mm	5 mm
A ₅	148 mm	210 mm	20 mm	5 mm

d. Jenis – Jenis Garis

Selain pembakuan ukuran kertas gambar, jenis garis pada gambar teknik pun turut ditetapkan sehingga setiap garis menunjukkan fungsi tersendiri. Terdapat sedikit perbedaan antar berbagai bidang keteknikan dalam jenis dan fungsi garis ini.

Tabel 13. Jenis-jenis garis dan penggunaannya (ISO R. 128)

Jenis garis	Keterangan	Penggunaan
A 	Tebal kontinu.	A1. Garis-garis nyata (gambar). A2. Garis-garis tepi.
B 	Tipis kontinu. (lurus atau lengkung)	B1. Garis-garis berpotongan khayal (imaginer). B2. Garis-garis ukur. B3. Garis-garis proyeksi/bantu. B4. Garis-garis penunjuk. B5. Garis-garis arsir. B6. Garis-garis nyata dari penampang yang diputar ditempat. B7. Garis sumbu pendek.
C 	Tipis kontinu bebas.	C1. Garis-garis batas dari potongan sebagian atau bagian yang dipotong, bila batasnya bukan garis bergores tipis.
D ¹⁾ 	Tipis kontinu dengan sig-sig.	D1. Sama dengan C1.
E 	Garis gores tebal ²⁾ .	E1. Garis nyata terhalang. E2. Garis tepi terhalang.
F 	Garis gores tipis.	F1. Garis nyata terhalang. F2. Garis tepi terhalang.
G 	Garis bergores tipis.	G1. Garis sumbu. G2. Garis simetri. G3. Lintasan.
H 	Garis bergores tipis, yang dipertebal pada ujung-ujungnya dan pada perubahan arah.	H1. Garis (bidang) potong.
J 	Garis bergores tebal.	J1. Penunjukan permukaan yang harus mendapat penanganan khusus.
K 	Garis bergores ganda tipis.	K1. Bagian yang berdampingan. K2. Batas-batas kedudukan benda yang bergerak. K3. Garis sistem (pada baja profil). K4. Bentuk semula sebelum dibentuk. K5. Bagian benda yang berada di depan bidang potong.

e. Standar Huruf dan Angka

Huruf dan angka yang dipakai pada gambar teknik, yang dianjurkan oleh ISO 3098/11974 harus mudah dibaca dan dapat ditulis miring 75° atau tegak.

Contoh atau gambaran dari huruf dan angka yang dipakai pada gambar teknik adalah sebagai berikut.

- Penulisan Huruf dan Angka Tegak
- Penulisan Huruf dan Angka Miring (75°)
- Ukuran Huruf Standar

Perbandingan tinggi dan lebar huruf diambil dari perbandingan ukuran kertas yang distandarkan, yaitu $\sqrt{2} : 1$.

Ketentuan – ketentuan ukuran huruf yang dianjurkan dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 14. Perbandingan standar huruf dan angka

Sifat	Perbandingan	
	Type A	Type B
tinggi huruf	h	h
tinggi huruf kecil	$(\frac{10}{14}).h$	$(\frac{7}{10}).h$
jarak antar huruf	$(\frac{2}{14}).h$	$(\frac{2}{10}).h$
jarak antar garis	$(\frac{20}{14}).h$	$(\frac{14}{10}).h$
jarak antar kata	$(\frac{6}{14}).h$	$(\frac{6}{10}).h$
tebal huruf	$(\frac{1}{14}).h$	$(\frac{1}{10}).h$

Keterangan tabel:

- Tinggi huruf kecil; tinggi huruf kecil disini adalah tinggi huruf kecil diantara huruf yang dipakai, tinggi huruf kecil ini tanpa tangkai dan kaki (huruf b, k, l = bertangkai dan j, g = berkaki).
- Tinggi huruf kecil untuk tipe A = $(10/14).h$ dan untuk tipe B = $(7/10).h$
- Jarak antar huruf; jarak antar huruf disini adalah jarak antara huruf yang satu dan lainnya dalam satu kata. Untuk tipe A $(2/14).h$ dan untuk tipe B $(2/10).h$.
- Jarak antar garis; jarak antar garis disini adalah jarak antara batas bawah huruf besar di atas dan batas atas huruf besar di bawah.

- Jarak antar kata; bila dalam suatu kalimat ada dua kata yang disambung (misalnya baja nikel) maka jarak antara kata baja dan nikel tersebut dianjurkan sebagai berikut: untuk penggunaan tipe huruf A jaraknya $6/14.h$ dan untuk tipe huruf B jaraknya $6/10.h$.
- Tebal huruf yaitu tebal pena yang digunakan untuk membuat huruf. Ukuran pena tersebut harus disesuaikan dengan tinggi huruf dan tipe huruf yang digunakan. Tebal huruf yang dianjurkan untuk tipe A adalah $1/14.h$ dan untuk tipe B yaitu $1/10.h$.

Tabel 15. Penerapan huruf dan angka standar

Tinggi Huruf/Angka	Aplikasi Penggunaan
2,5 mm	Toleransi
2,5 mm	Skala dari detail Tanda pengerjaan Skala (pada etiket) Daftar bagian (pada etiket) Digambar/diperiksa (pada etiket) Penunjukan ukuran, tulisan-tulisan Perubahan, pemesanan (pada etiket)
2,5 mm	Skala Nama Instansi Potongan, pandangan, detail
2,5 mm	Nomor bagian Nomor gambar Judul gambar (pada etiket)

f. Tata Letak (lay out)

Kepala Gambar (etiket), setiap gambar kerja yang dibuat, selalu ada etiketnya. Etiket dibuat di sisi kanan bawah kertas gambar. Pada etiket (kepala gambar) ini kita dapat mencantumkan:

- nama yang membuat gambar
- judul gambar
- nama instansi, departemen atau sekolah
- tanggal menggambar atau selesainya gambar

- tanggal diperiksanya gambar dan nama pemeriksa
- ukuran kertas gambar yang dipakai
- skala gambar
- jenis proyeksi
- satuan ukuran yang digunakan
- berbagai data yang diperlukan untuk kelengkapan gambar.

Skala, skala merupakan perbandingan ukuran antar objek pada gambar dengan ukuran benda sebenarnya. Skala dikelompokkan menjadi: skala sebenarnya, skala diperbesar dan skala diperkecil. Bilangan skala yang direkomendasikan untuk digunakan pada gambar teknik adalah: 1, 2, 5 dan 10.

Tabel 16. Skala pada gambar teknik

Kategori	Skala yang direkomendasikan		
	Skala perbesaran	50 : 1 5 : 1	20 : 1 2 : 1
Ukuran sebenarnya			1 : 1
Skala pengecilan	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	1 : 20	1 : 50	1 : 100
	1 : 200	1 : 500	1 : 1000
	1 : 2000	1 : 5000	1 : 10000

Ketentuan penunjukan skala pada gambar teknik adalah:

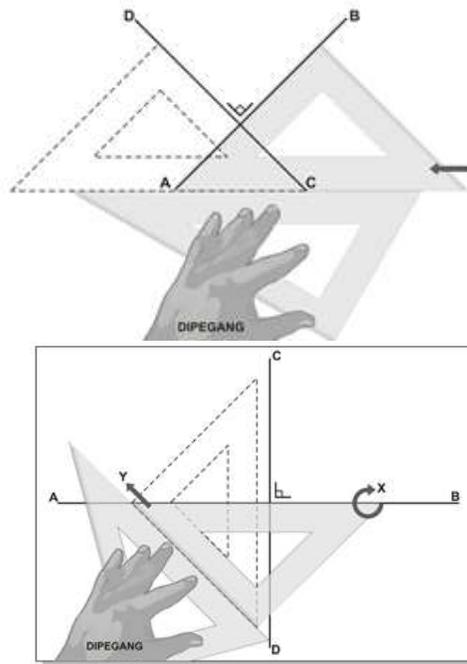
- a) Penggunaan tanda skala terdiri dari kata "SKALA" diikuti oleh rasio.
- b) Kata "SKALA" dapat dihilangkan selama tidak terjadi kesalahpahaman.
- c) Skala yang digunakan dicantumkan pada etiket.
- d) Jika menggunakan lebih dari satu skala pada satu gambar, hanya skala utama saja yang ditunjukkan pada etiket. Skala lainnya ditetapkan berdekatan dengan gambar bagian atau huruf yang menunjukkan detail gambar.

3. Geometri Gambar Teknik

a. Garis dan Sudut

Menggambar Garis Tegak Lurus

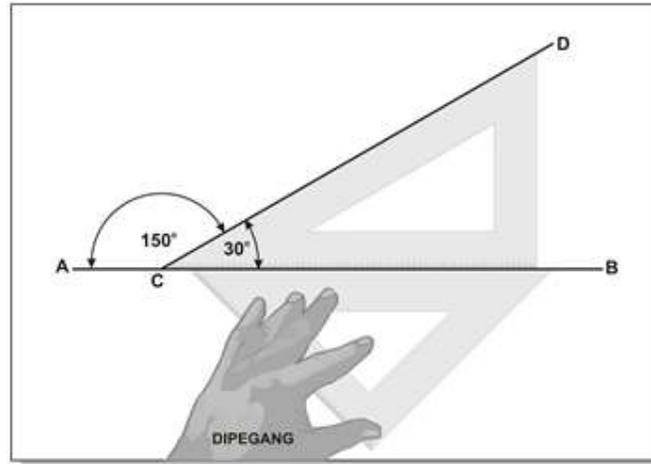
- Letakkan sisi miring segitiga $45^{\circ} - 45^{\circ}$ sedemikian hingga berimpit dengan garis 1 yang diketahui dan bagian bawah ditahan oleh segitiga yang lain.
- Putarlah segitiga $45^{\circ}-45^{\circ}$ sebesar 90° (lihat anak panah B) maka sisi miringnya akan tegak lurus garis l. Geser segitiganya (lihat anak panah b) bila perlu.
- Tarik garis m.



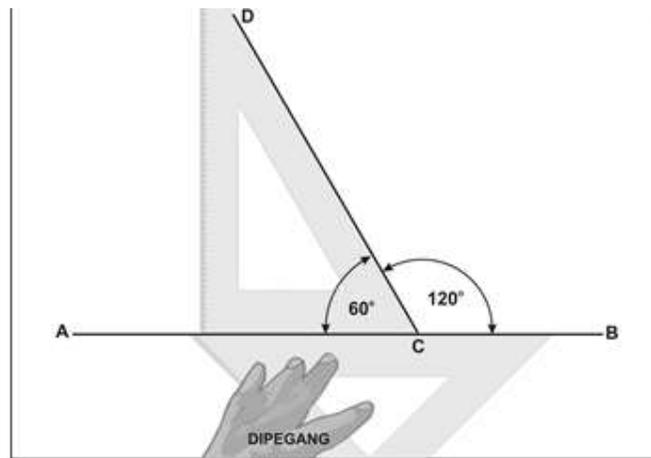
Gambar 145. Membuat garis tegak lurus

<https://www.buildingengineeringstudy.com/2019/07/menggunakan-peralatan-gambar.html>

Menggambar Garis Miring



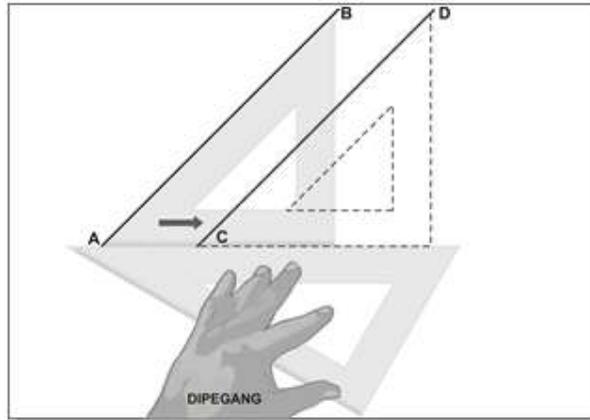
Gambar 146. Menggambar garis miring cara pertama



Gambar 147. Menggambar garis miring cara kedua

Menggambar Garis Sejajar

Untuk membuat garis sejajar, sebuah penggaris segitiga yang dijadikan acuan tidak boleh bergerak. Letakkan penggaris segitiga kedua sesuai dengan arah garis yang dikehendaki lalu tarik garis. Selanjutnya geser segitiga kedua sesuai dengan jarak yang dikehendaki lalu tarik garis dan seterusnya.



Gambar 148. Membuat garis sejajar 45°

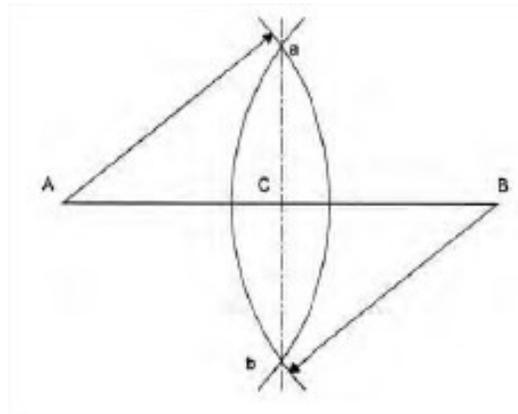
Menggambar Garis Lengkung

Untuk membuat garis lengkung menggunakan jangka tentukan dahulu jari-jari lingkaran atau pusat putaran lingkaran.

Untuk membuat garis lengkung dengan mal lengkung harus memperhatikan titik mana yang akan dihubungkan agar kelengkungan tidak kelihatan janggal atau tak sesuai.

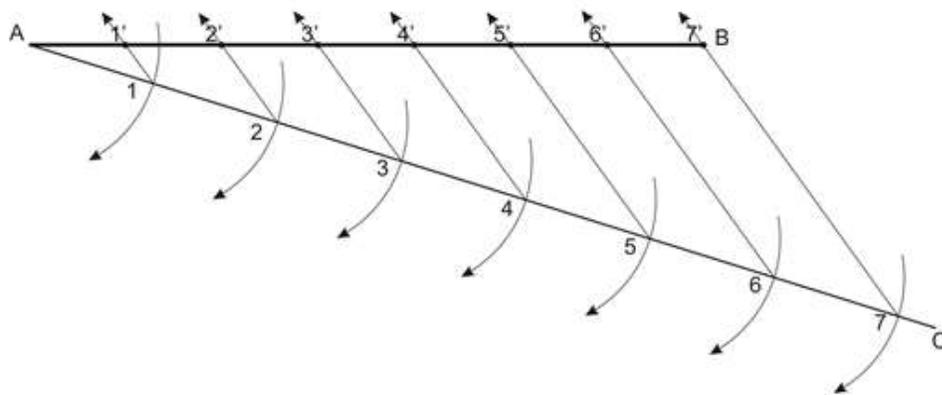
Membagi Garis menjadi Dua Bagian Sama Panjang

- Buat dua busur lingkaran dengan A dan B sebagai pusat, jari-jari R sembarang. kedua busur saling berpotongan di c_1 dan c_2
- Tarik garis ab yang memotong AB di D maka $AC = CB$



Gambar 149. Membagi garis sama panjang
Membagi Garis Menjadi Beberapa Bagian Sama Panjang

- Tarik garis sembarang dari A.
- Ukurlah pada garis a-x bagian yang sama panjang (misal dibagi delapan) dengan memakai jangka $A1 = 12 = 23 = 34 = 45 = 56 = 67 = gh$.
- Hubungkan titik 7 dengan 7'.
- Tariklah dari titik-titik: 6, 5, 4, 3, 2, 1, garis sejajar dengan garis hB. Garis-garis ini akan memotong AB di titik-titik yang membaginya dalam 8 bagian yang sama panjang.



Gambar 150. Membagi garis sama panjang

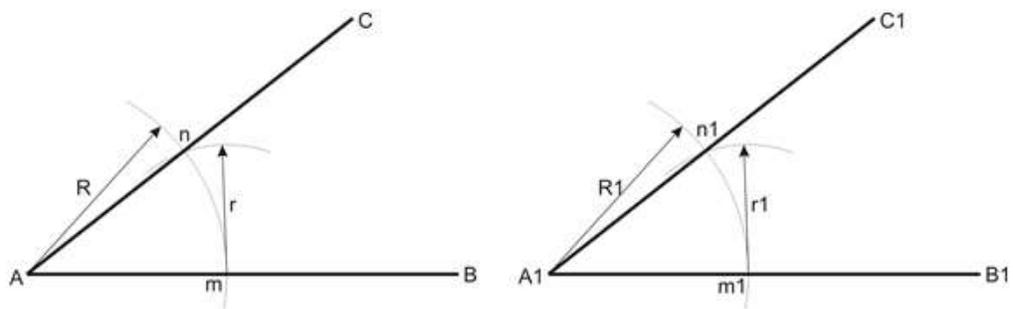
Menggabungkan Garis

Untuk menggabungkan garis lurus dengan garis lurus yang perlu anda perhatikan adalah tidak boleh ada kelebihan garis yang memotong atau menyilang.

Untuk menggabungkan antara garis lengkung dan garis lurus sebaiknya dimulai dari pembuatan garis lengkung dahulu.

Memindahkan Sudut

- Buat busur lingkaran dengan A sebagai pusat dengan jari-jari sembarang (R) yang memotong kaki-kaki sudut AB dan AC di n dan m .
- Buat pula busur lingkaran dari A_1 dengan jari-jari R_1 ($R=R_1$) yang memotong kaki sudut $A_1 C_1$ di m_1 .
- Buat busur lingkaran dari titik m dengan jari-jari $r = nm$.
- Buat pula busur lingkaran dengan jari-jari $r_1 = r$ dari titik di m_1 , busur ini memotong busur yang pertama (jari-jari R_1) di titik n_1 .
- Tarik garis $A_1 n_1$ yang merupakan kaki sudut $A_1 B_1$, maka sudut $B_1 A_1 C_1 =$ sudut BAC .



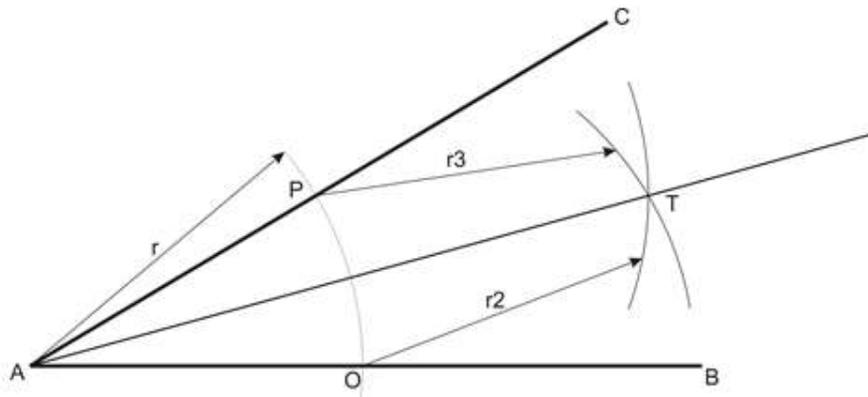
Gambar 151. Memindahkan sudut

Sudut asal

Sudut pindahan

Membagi Sudut Sama Besar

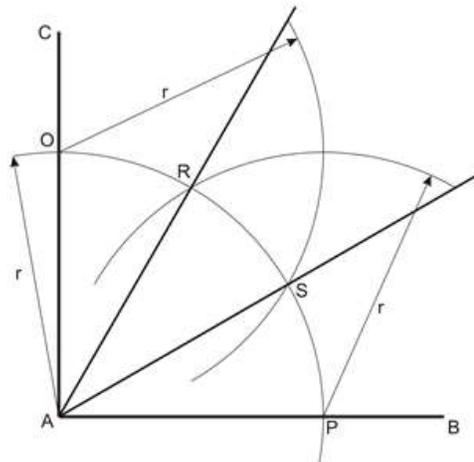
- Lingkarkan sebuah busur lingkaran dengan titik A sebagai pusat dengan jari-jari sembarang R yang memotong kaki sudut AB dan AC di titik-titik P dan Q.
- Buat busur dengan P dan Q sebagai pusat busur lingkaran dengan jari-jari sebarang R_2 dan R_3 dimana $R_2 = R_3$. Kedua busur lingkaran tersebut berpotongan di T.
- Tarik garis AT maka sudut $BAT =$ sudut TAC .



Gambar 152. Membagi sudut sama besar

Membagi Sudut Siku-Siku menjadi Tiga

- Buat sebuah busur lingkaran dengan titik A sebagai pusat dengan jari-jari sembarang (R). Busur, lingkaran ini memotong kaki sudut AB di P dan kaki sudut AC di O.
- Buat busur lingkaran dengan jari-jari R dan dengan titik pusat P dan O. Kedua busur lingkaran ini memotong busur yang pertama di titik R dan S.
- Tarik garis AR dan AS, maka sudut $BAR =$ sudut $RAS =$ sudut SAC .



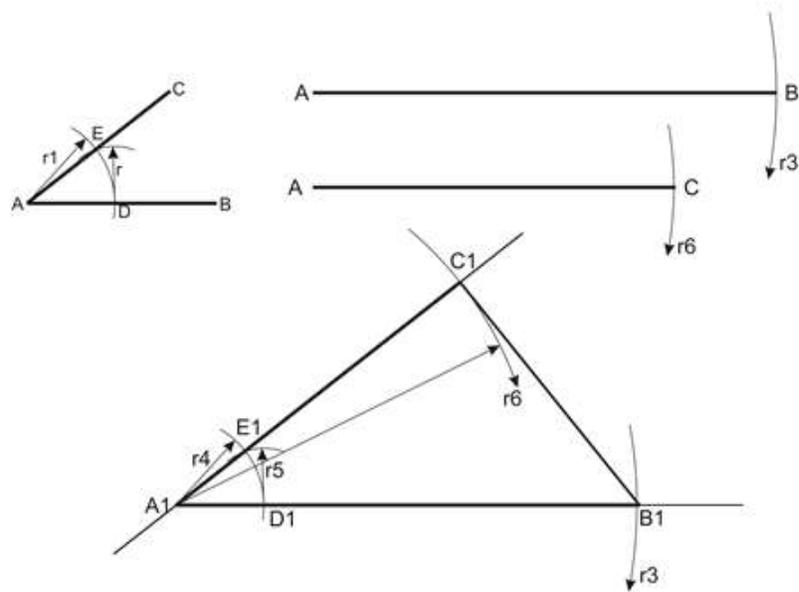
Gambar 153. Membagi sudut siku-siku menjadi tiga sama besar

b. Segitiga

Untuk dapat menggambar segitiga maka minimal harus ditentukan 3 informasi agar segitiga dapat dibuat sesuai yang dikehendaki. Unsur-unsur yang dapat dipakai sebagai pedoman dalam menggambar segitiga bila antara lain:

Sisi – Sudut – Sisi

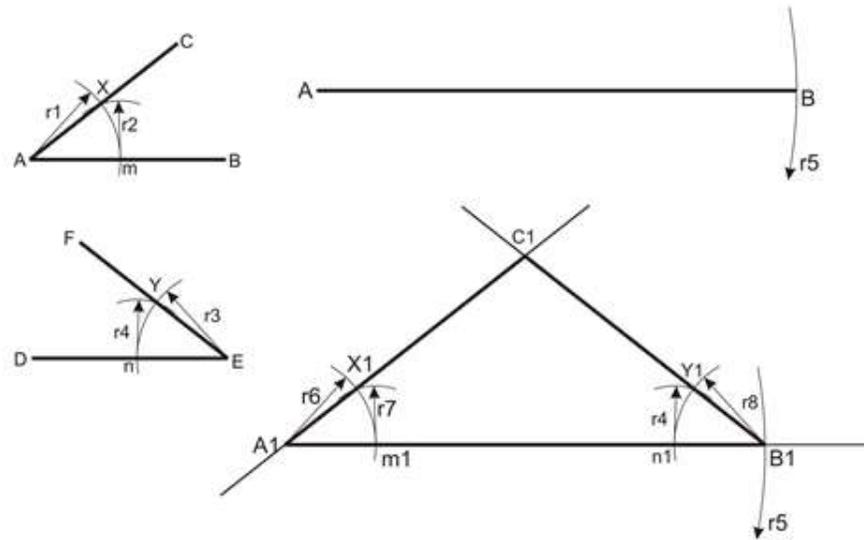
- Buat garis AB, dengan mengukur garis pengukuran 1 dengan jangka.
- Pindahkan sudut yang ditentukan dengan pengukuran urutan 2, 3, 4 terus 5 pada titik A.
- Ukurkan panjang garis ukuran 6 ke garis sudut yang telah dibentuk pada titik C.
- Segitiga ABC sudah tergambar.



Gambar 154. Menggambar segitiga cara pertama

Sudut – Sisi – Sudut

- Buat garis AB, dengan mengukur garis pengukuran 1 dengan jangka.
- Pindahkan sudut yang ditentukan dengan pengukuran urutan 2, 3 pada titik A dan urutan 4, 5 pada titik B.
- Pertemuan garis pembentuk kedua sudut memotong titik C.
- Segitiga ABC sudah tergambar.

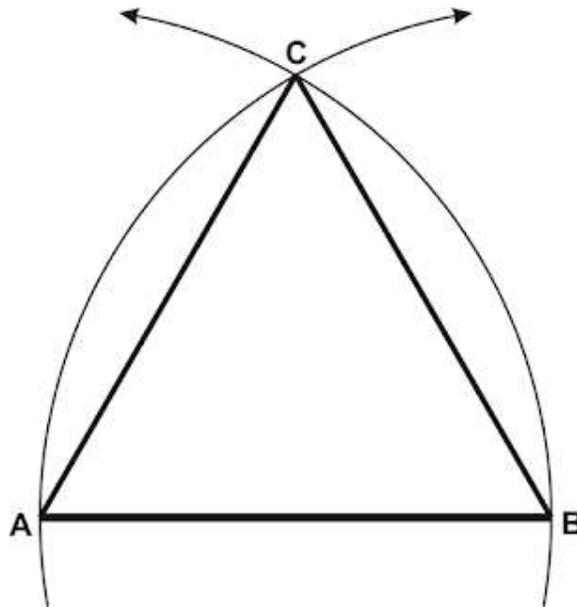


Gambar 155. Menggambar segitiga cara kedua

Sisi – sisi – sisi

Segitiga ini merupakan segitiga sama sisi karena ketiga sisinya sama panjang.

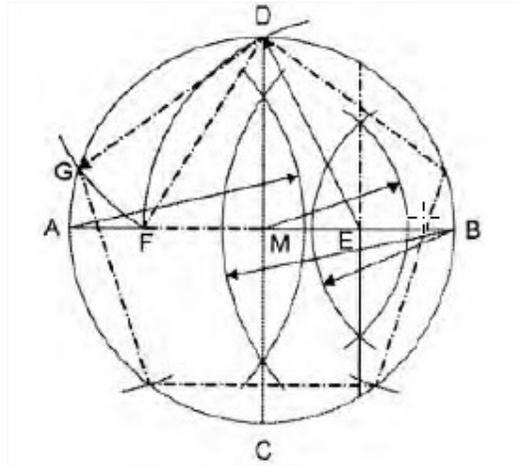
- Tentukan atau ukur salah satu sisinya misalnya AB.
- Ukurlah urutan 1 dari titik A sepanjang garis AB.
- Ukurkan kembali urutan 2 dari titik B sepanjang AB.
- Segitiga ABC sama kaki tergambar.



Gambar 156. Menggambar segitiga cara ketiga

c. Bujur Sangkar

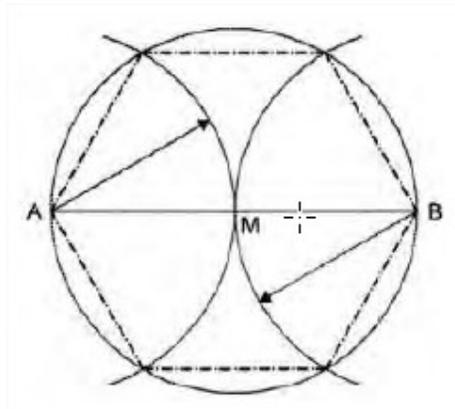
- Tentukan lingkaran dengan titik pusat M.
- Tarik garis tengahnya memotong titik A dan B.
- Lingkarkan jari-jari dari titik A dan B sama panjang.
- Hubungkan perpotongan lingkaran dari titik A dan B, sehingga memotong lingkaran yang ditentukan pada titik C dan D.
- Titik A, B, C dan D dihubungkan membentuk segi empat beraturan atau bujur sangkar.



Gambar 158. Segi lima beraturan

Menggambar Segi Enam Beraturan

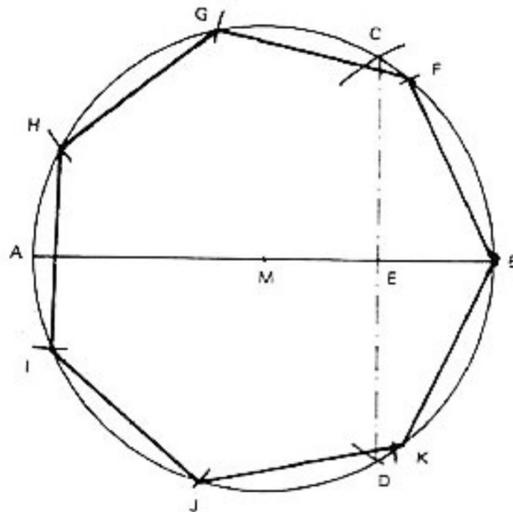
- Tentukan lingkaran dengan pusat M.
- Tarik garis tengah melalui titik M memotong lingkaran di titik A dan titik B.
- Buat busur yang sama dari titik A dan titik B sepanjang $AM = BM$ memotong lingkaran.
- Hubungkan titik potong yang terdapat pada lingkaran tersebut, sehingga tergambarlah segi enam beraturan.



Gambar 159. Segi enam beraturan

Menggambar Segi Tujuh Beraturan

- Buat lingkaran dengan pusat M.
- Tarik garis tengah melalui titik M memotong lingkaran di titik A dan titik B.
- Buat busur yang sama dari titik B sepanjang BM memotong lingkaran di titik C dan D.
- Hubungkan titik potong C dan D memotong BM di titik E, maka CE merupakan sisi dari segi tujuh beraturan.
- Lingkarkan sisi CE pada keliling lingkaran sehingga tergambarlah segi tujuh beraturan.

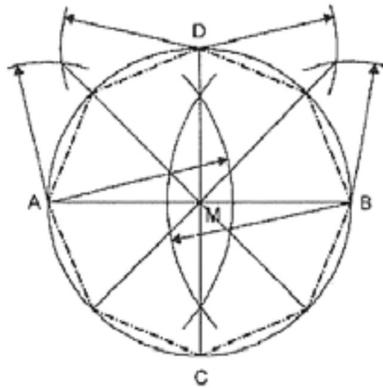


Gambar 160. Segi tujuh beraturan

Menggambar Segi Delapan Beraturan

- a) Tentukan lingkaran dengan pusat M.
- Tarik garis tengah melalui titik M memotong lingkaran di titik A dan titik B.
 - Buat busur yang sama dari titik A dan titik B dan tarik perpotongan busur sehingga memotong lingkaran di titik C dan D dan melalui titik M.

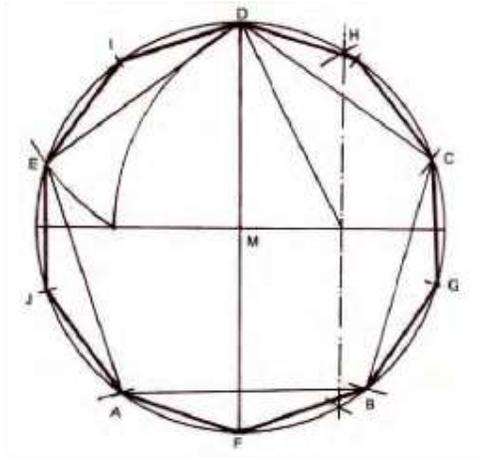
- Bagilah busur AD dan BD sama besar, kemudian tarik garis hingga memotong lingkaran.
- Hubungkan 8 titik potong pada lingkaran tersebut, sehingga tergambarlah segi delapan beraturan.



Gambar 161. Segi delapan beraturan

Menggambar Segi Sembilan Beraturan

- Buat lingkaran.
- Tarik garis tengah AB dan bagilah AB menjadi 9 bagian sama panjang.
- Tarik garis CD tegak lurus garis AB ditengah-tengah AB.
- Perpanjang garis AB dan CD berturut-turut dengan BE dan DF = $\frac{1}{9}$ AB.
- Hubungkan DF hingga memotong lingkaran, maka garis dari titik potong lingkaran ke titik 3 merupakan sisi segi 9 beraturan dan ukurkanlah pada keliling lingkaran.



Gambar 163. Segi sepuluh beraturan

e. Lingkaran

Membuat Lingkaran

- Tentukan panjang jari-jari.
- Buat garis AB sesuai dengan jari-jari lingkaran yang ditentukan.
- Buat lingkaran dari titik A sepanjang AB dengan jangka, maka lingkaran sudah dibuat dengan jari-jari AB.

Membagi Keliling Lingkaran Sama Besar

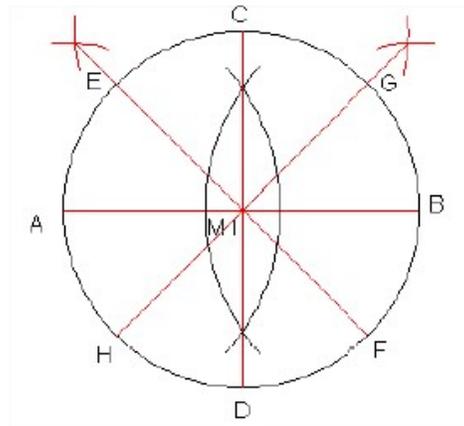
Membagi keliling lingkaran sama saja dengan membagi busur lingkarannya. Untuk menentukan panjang lingkaran sama besar kita gunakan rumus yaitu 360° dibagi jumlah pembagian keliling yang diinginkan.

Contoh kita menginginkan 8 bagian dari busur lingkaran, maka $360^{\circ} : 8 = 45^{\circ}$. Berarti kita harus membuat sudut luar sebesar 45° atau membagi lingkaran menjadi 8 bagian atau dapat dikatakan membuat segi 8 beraturan terlebih dahulu.

Ingat buatlah sudut yang dapat dibuat dengan bantuan jangka. Contoh keliling lingkaran yang dibagi menjadi delapan sama besar.

- Tentukan lingkaran dengan pusat M.

- Tarik garis tengah lingkaran memotong titik A dan B.
- Buat busur dari titik A dan titik B sama panjang.
- Tarik perpotongan kedua busur hingga memotong lingkaran di titik C dan D.
- Buat busur dari titik A dan C sama panjang dan juga busur dari titik B dan titik C sama panjang.
- Perpotongan 2 busur dihubungkan ke titik M memotong lingkaran di titik E dan G.
- Lanjutkan hingga memotong lingkaran berikut di titik F dan H.
- Keliling lingkaran sudah dibagi 8 sama besar yaitu: AE, EC, CG, GB, BF, FD, DH dan HA.

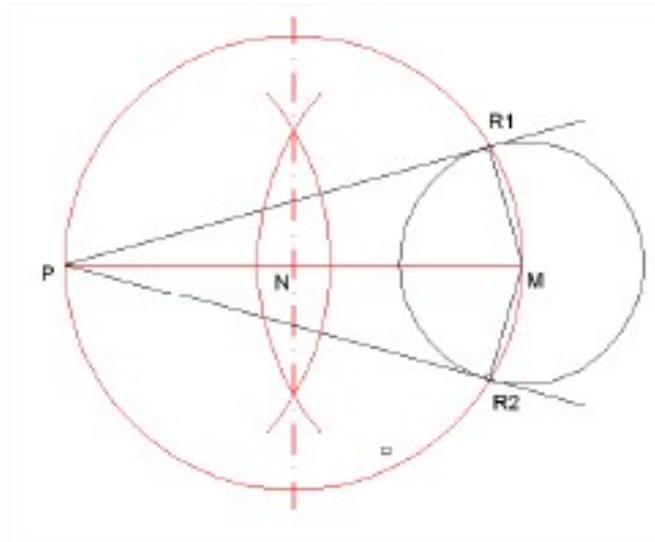


Gambar 164. Membagi keliling lingkaran sama besar

Menggambar Garis Singgung Lingkaran

- Tentukan titik P dan lingkaran yang berpusat di titik M.
- Tarik dari titik M ke P dan tentukan titik N di tengah-tengah antara garis MP. Caranya buat busur yang sama dari titik M dan dari titik P hingga perpotongan busur kalau ditarik garis akan memotong garis MP di titik N.

- Buat lingkaran dengan titik N sebagai pusat dengan jari-jari NP atau NM. Lingkaran tersebut memotong lingkaran pertama di titik R1 dan R2.
- Garis PR1 dan PR2 merupakan garis singgung lingkaran.

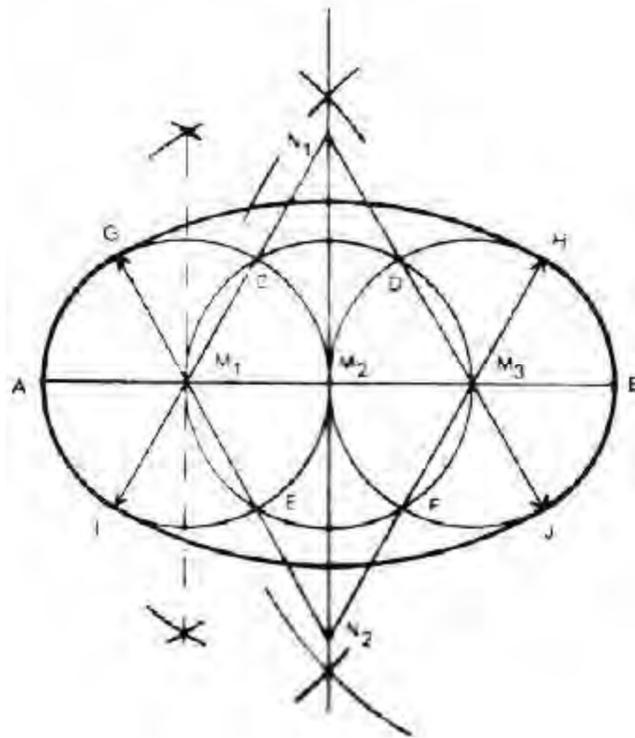


Gambar 165. Menggambar garis singgung lingkaran

f. Elips

Menggambar Elips

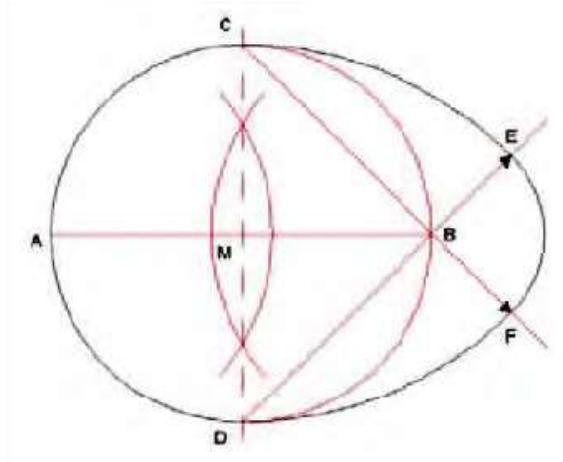
- Bagilah sumbu AB dalam 4 bagian sama panjang, maka diperoleh titik M1, M2 dan M3.
- Buatlah lingkaran 1, 2 dan 3 dengan jari-jari $\frac{1}{4}$ panjang sumbu AB dengan titik pusat lingkaran M1, M2 dan M3. Ketiga lingkaran tersebut saling berpotongan di titik C, D, E dan F.
- Tarik garis M1C, M1E dan M3D, M3F yang memotong keliling lingkaran di titik G, H, I dan J.
- Garis M2C dan M3D berpotongan di titik N1, sedangkan M1E dan M3F berpotongan di titik N2.
- Titik N1 dan N2 sebagai pusat dari busur lingkaran GH dan IJ.



Gambar 166. Menggambar Elips

Menggambar Bulat Telur

- Tentukan lebar.
- Buatlah CD tegak lurus garis AB dan buatlah lingkaran ditengah AB.
- Buatlah garis melalui CB dan DB.
- Buatlah busur lingkaran jari-jari $Cd = AB$ dari titik C dan D hingga memotong di titik E dan F .
- Seterusnya buat busur lingkaran dari titik B jari-jari $BE = BF$, maka tergambarlah bulat telur.



Gambar 167. Menggambar Bulat Telur

4. Gambar Proyeksi Isometri dan Ortogonal

a. Mengetahui Proyeksi

Untuk bisa membaca gambar, maka terlebih dahulu anda harus memahami informasi yang terdapat pada gambar tersebut.

Untuk bisa memahami informasi dari sebuah gambar, antara *designer* (perancang gambar), *drafter* (juru gambar) dan operator (pengguna gambar) harus mempunyai konsep yang sama sehingga informasi gambar yang dimaksudkan tidak terjadi salah pengertian di antara ketiga orang tersebut.

Untuk itu *designer*, *drafter* dan operator harus memahami, simbol, ukuran dan skala gambar yang telah distandarkan. Cara yang lain dapat dilakukan untuk bisa membaca gambar adalah dengan memahami jenis proyeksi dari gambar tersebut.

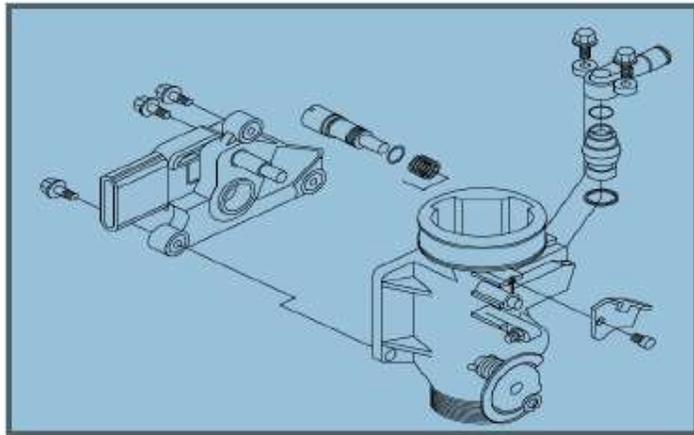
Proyeksi adalah gambar dari benda nyata atau khayalan, yang dilukiskan menurut garis-garis pandangan pengamat pada suatu bidang datar/ bidang gambar. Proyeksi juga berfungsi untuk menyatakan wujud benda dalam bentuk gambar yang diperlukan.

Proyeksi dikelompokkan atas 2 klasifikasi yaitu proyeksi piktorial dan proyeksi ortogonal.

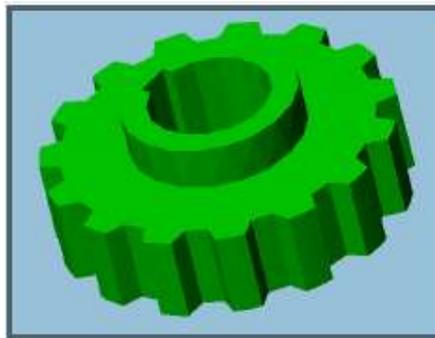
Proyeksi Piktorial

Proyeksi piktorial adalah cara menampilkan gambar benda yang mendekati bentuk dan ukuran sebenarnya secara tiga dimensi, dengan pandangan tunggal. Gambar piktorial disebut juga gambar ilustrasi, tetapi tidak semua gambar ilustrasi termasuk gambar piktorial.

Dari contoh berikut dapat dibedakan gambar ilustrasi teknik jenis piktorial dan yang bukan piktorial.



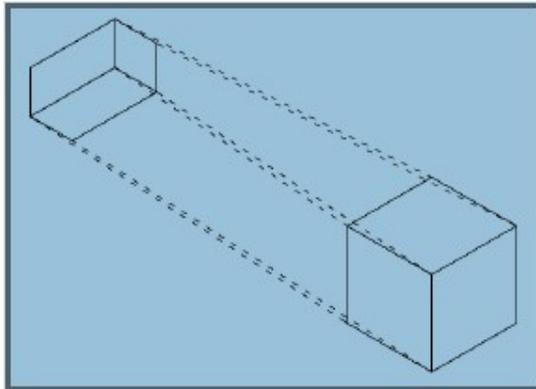
Gambar 168. Proyeksi pictorial



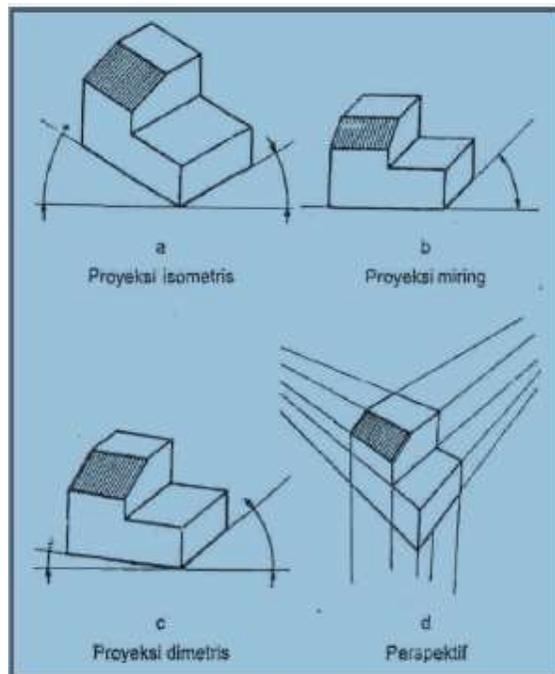
Gambar 169. Proyeksi non piktorial

Proyeksi Aksonometri

Proyeksi aksonometri merupakan salah satu jenis proyeksi piktorial. Proyeksi ini merupakan proyeksi gambar dimana bidang-bidang atau tepi benda dimiringkan terhadap bidang proyeksi, maka tiga muka dari benda tersebut akan terlihat serentak dan memberikan gambaran bentuk benda seperti sebenarnya.



Gambar 170. Proyeksi aksonometri

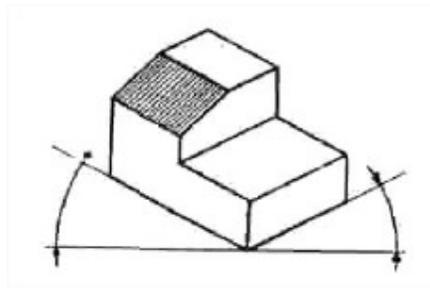


Gambar 171. Perbandingan beberapa jenis proyeksi pictorial

Proyeksi Isometri

Proyeksi isometri menyajikan benda dengan tepat, karena panjang garis pada sumbu-sumbunya menggambarkan panjang sebenarnya. Cara menggambarinya sangat sederhana karena tidak ada ukuran-ukuran benda yang mengalami skala perpendekan.

Gambar menampilkan kedudukan sumbu-sumbu isometri, yang dapat dipilih sesuai dengan tujuan dan hasil yang akan memberikan kesan gambar paling jelas.



Gambar 172. Proyeksi isometrik

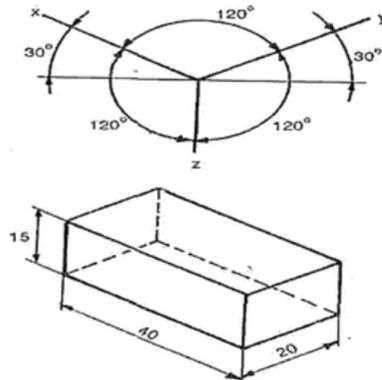
Untuk mengetahui apakah suatu gambar disajikan dalam bentuk proyeksi isometri atau bukan perlu kiranya kita mengetahui terlebih dahulu ciri dan syarat – syarat untuk membuat gambar dengan proyeksi tersebut. Adapun ciri – ciri gambar dengan proyeksi isometri adalah sebagai berikut:

Ciri pada Sumbu

- Sumbu x dan sumbu y mempunyai sudut 30° terhadap garis mendatar.
- Sudut antara sumbu satu dan sumbu lainnya 120° .

Ciri pada Ukuran

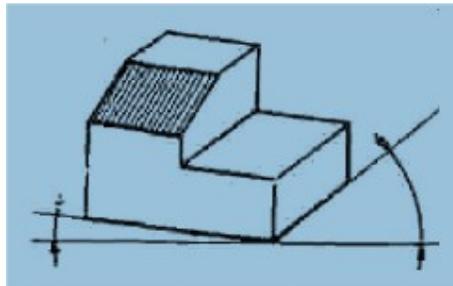
Panjang gambar pada masing – masing sumbu sama dengan panjang benda yang digambarnya.



Gambar 173. Ciri proyeksi isometric

Proyeksi Dimetri

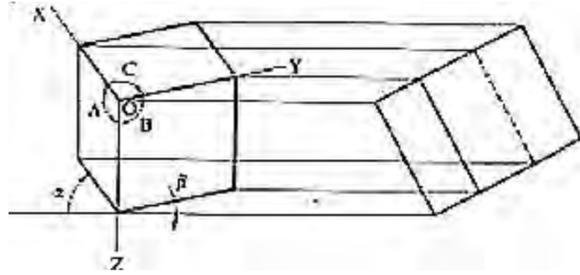
Proyeksi dimetri merupakan penyempurnaan dari gambar isometri, dimana garis-garis yang tumpang-tindih yang terdapat pada gambar isometri, pada gambar dimetri tidak kelihatan lagi.



Gambar 174. Proyeksi dimetri

Proyeksi Trimetri

Proyeksi trimetri merupakan proyeksi yang berpatokan kepada besarnya sudut antara sumbu-sumbu (x,y,z) dan panjang garis sumbu-sumbu tersebut. Sudut proyeksi trimetri adalah 20° untuk alfa dan 30° untuk beta atau 10° untuk alfa dan 20° untuk beta.

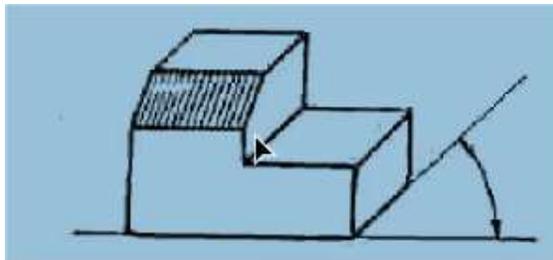


Gambar 175. Proyeksi trimetri

lgp-unhas.blogspot.com

Proyeksi Miring (*Oblique*)

Proyeksi miring merupakan proyeksi gambar dimana garis-garis proyeksi tidak tegak lurus bidang proyeksi, tetapi membentuk sudut sembarang (miring). Permukaan depan dari benda pada proyeksi ditempatkan dengan bidang kerja proyeksi sehingga bentuk permukaan depan tergambar seperti sebenarnya.



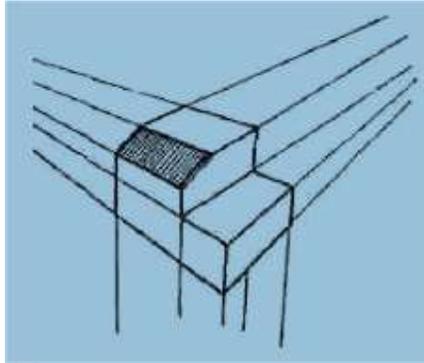
Gambar x.x. Proyeksi miring

Jika kedalaman benda sama dengan panjang sebenarnya disebut proyeksi miring *cavalier*, sedangkan untuk panjang kedalaman yang diperpendek disebut dengan proyeksi miring *cabinet*. Gambar *oblique* biasanya dimulai dengan 3 basis sumbu yaitu 0° , 45° dan 90° .

Proyeksi Perspektif

Proyeksi perspektif merupakan proyeksi piktorial yang terbaik kesan visualnya, tetapi cara penggambarannya sangat sulit dan rumit, apalagi untuk menggambar bagian-bagian yang rumit dan kecil. Pada proyeksi perspektif garis-garis pandangan (garis proyeksi) di pusatkan pada

satu atau beberapa titik. Titik tersebut dianggap sebagai mata pengamat. Bayangan yang terbentuk pada bidang proyeksi disebut dengan gambar perspektif.



Gambar 176. Proyeksi perspektif

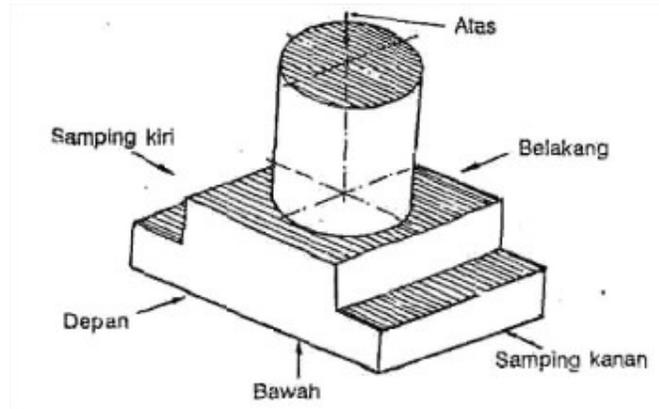
Proyeksi Ortogonal

Proyeksi ortogonal adalah gambar proyeksi yang bidang proyeksinya mempunyai sudut tegak lurus terhadap proyekturnya. Proyektor adalah garis-garis yang memproyeksikan benda terhadap bidang proyeksi

Macam – Macam Pandangan

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

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



Gambar 177. Jenis-jenis pandangan

Penetapan Jumlah dan Jenis Pandangan

- Jumlah pandangan dalam satu objek atau gambar tidak semuanya harus digambar. Misalnya, untuk benda – benda bubutan sederhana, dengan satu pandangan saja yang dilengkapi dengan simbol (lingkaran) sudah cukup untuk memberikan informasi yang jelas.
- Pemilihan Pandangan Utama, untuk memberikan informasi bentuk gambar, seharusnya kita pilih pandangan yang dapat mewakili bentuk benda.

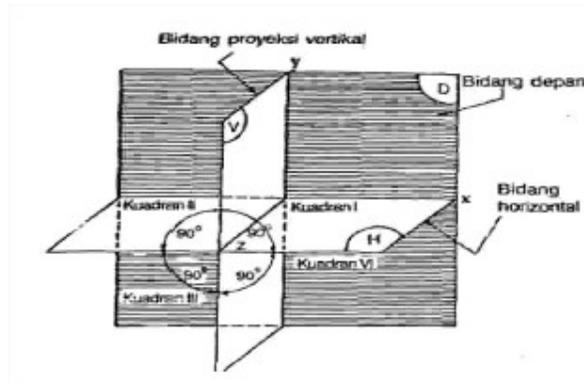
Jenis Pandangan

Gambar kerja yang digunakan sebagai alat komunikasi adalah gambar dalam bentuk pandangan – pandangan. Sebagai bahan pandangan utamanya ialah pandangan depan, pandangan samping dan pandangan atas.

Dalam gambar kerja, tidak selamanya ketiga pandangan harus ditampilkan, ini tergantung pada rumit atau sederhananya bentuk benda. Hal terpenting, gambar pandangan – pandangan ini harus memberikan informasi yang jelas.

Bidang – Bidang Proyeksi

Suatu ruang dibagi menjadi empat bagian yang dibatasi oleh bidang – bidang depan, bidang vertikal dan bidang horizontal. Ruang yang dibatasi tersebut dikenal dengan sebutan kuadran.



Gambar 178. Bidang-bidang proyeksi

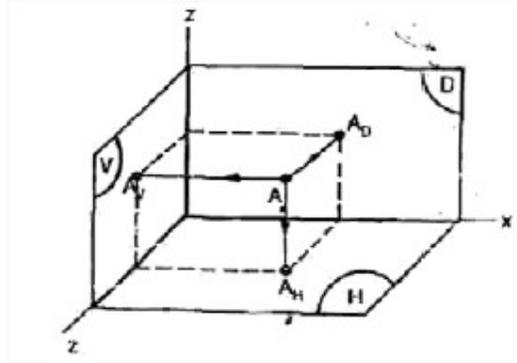
- Ruang di atas bidang H, didepan bidang D dan disamping kanan bidang V disebut kuadran I.
- Ruang yang berada diatas bidang H, didepan bidang D dan disebelah kiri bidang V disebut kuadran II.
- Ruang disebelah kiri bidang V, dibawah bidang H dan didepan bidang D disebut kuadran III.
- Ruang yang berada dibawah bidang H, didepan bidang D dan disebelah kanan bidang V disebut kuadran IV.

Proyeksi Eropa (Proyeksi kuadran I)

Proyeksi Eropa termasuk kedalam jenis proyeksi ortogonal, disebut juga proyeksi sudut pertama atau proyeksi kwadran I. Proyeksi Eropa merupakan proyeksi yang letaknya terbalik dengan arah pandangnya. Coba kita perhatikan kembali gambar dibawah ini, dengan model yang sama kita proyeksikan gambar tersebut kedalam proyeksi Eropa.

Bila suatu benda diletakkan di atas bidang horizontal, di depan bidang D (depan) dan disebelah kanan bidang V (vertikal), maka benda tersebut berada di kuadran I. Jika benda yang di kuadran I kita

proyeksikan terhadap bidang – bidang H, V dan D, maka akan didapat gambar atau proyeksi dan proyeksi ini disebut proyeksi kuadran I yang dikenal juga dengan nama proyeksi Eropa.



Gambar 179. Titik di kuadran I

Keterangan:

A = titik di kuadran I.

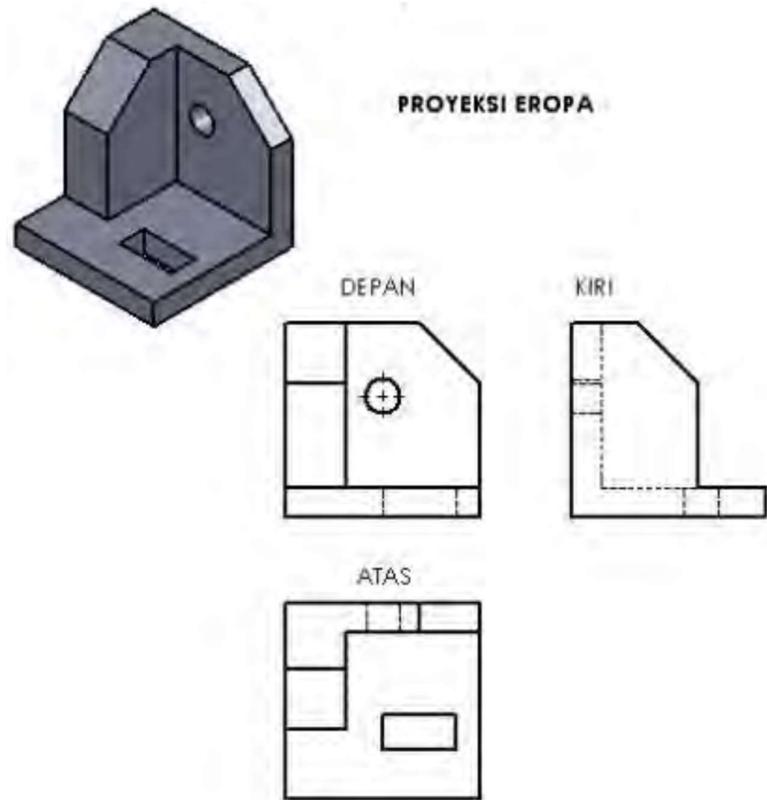
AD = proyeksi titik A di bidang D (depan).

AV = proyeksi titik A di bidang V (vertikal).

AH = proyeksi titik A di bidang H (horizontal).

Setelah menetapkan sistem proyeksi yang akan dipakai, barulah kita dapat menetapkan pandangan dari objek yang kita gambar tersebut.

Menempatkan pandangan depan, atas dan samping kanan menurut proyeksi kuadran I (Eropa)

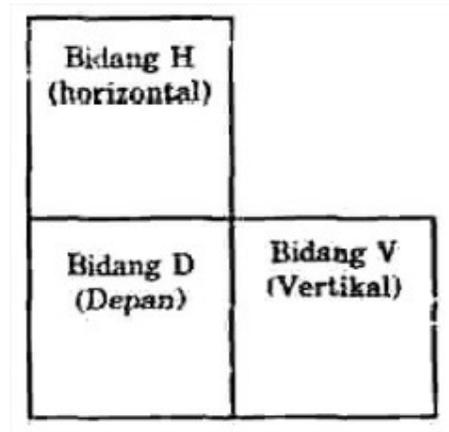


Gambar 180. Proyeksi Eropa

Proyeksi Amerika (Proyeksi kuadran III)

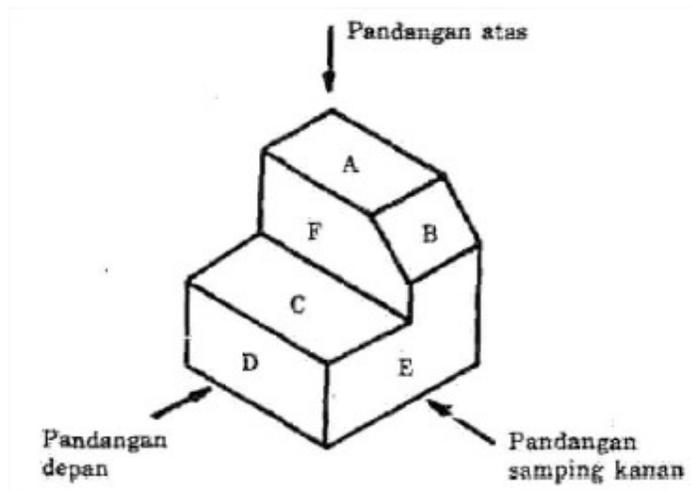
Proyeksi Amerika disebut juga proyeksi sudut ketiga atau proyeksi kuadran III, , perbedaan istilah ini tergantung dari masing-masing pengarang yang menjadi referensi. Proyeksi Amerika merupakan proyeksi yang letak bidangnya sama dengan arah pandangannya.

Bidang – bidang H, V dan D untuk proyeksi di kuadran III (proyeksi Amerika) yang telah dibuka adalah sebagai berikut.



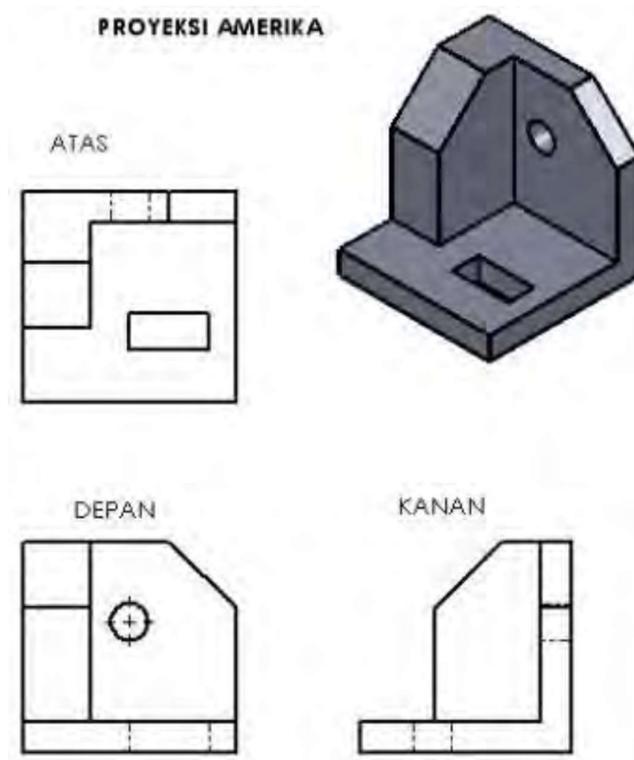
Gambar 181. Penempatan pandangan pada proyeksi Amerika

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



Gambar 182. Pandangan sebuah bentuk

Menentukan pandangan depan atas dan samping kanan menurut proyeksi kuadran III (Amerika).



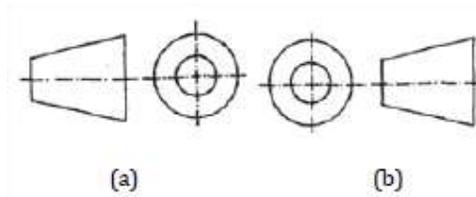
Gambar 183. Proyeksi Amerika

b. Simbol Proyeksi dan Anak Panah

Simbol Proyeksi

Untuk membedakan gambar atau proyeksi di kuadran I dan gambar atau proyeksi di kuadran III, perlu diberi lambang proyeksi. Dalam standar ISO, telah ditetapkan bahwa kedua cara proyeksi boleh dipergunakan.

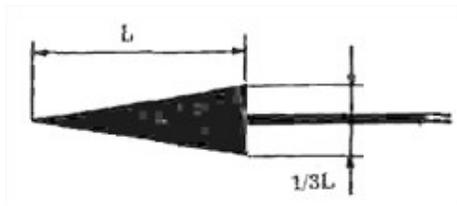
Untuk keseragaman ISO, gambar sebaiknya digambar menurut proyeksi sudut pertama (kuadran I atau kita kenal sebagai proyeksi Eropa). Dalam satu buah gambar, tidak diperkenankan menggunakan kedua proyeksi secara bersamaan. Simbol proyeksi ditempatkan di sisi kanan bawah kertas gambar berupa sebuah kerucut terpancung.



Gambar 184. Simbol proyeksi Eropa (a) dan Amerika (b)

c. Anak panah

Anak panah digunakan untuk menunjukkan batas ukuran dan posisi atau arah pemotongan, sedangkan angka ukuran ditempatkan di atas garis ukur.



Gambar 185. Standar ukuran panah

5. Membuat Gambar Sketsa

a. Menarik Garis Lurus Mendatar

Membuat garis lurus mendatar dengan baik seperti yang dihasilkan dengan bantuan mistar cukup sulit. Sampai saat ini tidak ada standar yang baku.

b. Menarik Garis Lurus Tegak

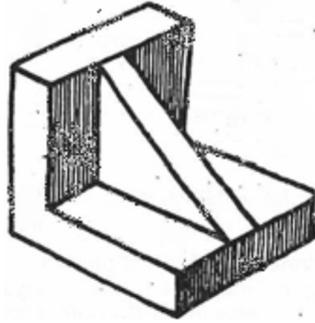
Untuk menarik garis tegak caranya sama dengan garis lurus mendatar, arah tariknya garis ditunjukkan oleh anak panah atau posisi kertas diputar 900, sehingga posisinya sama dengan garis mendatar atau menarik garis dari kiri atas ke kanan bawah dengan gerakan seperti untuk garis lurus mendatar.

Sketsa Benda Teknik dalam Proyeksi Miring

Sketsa Proyeksi Isometri

Gambar 140 dan 141 memperlihatkan sebuah benda teknik yang digambar dalam bentuk gambar perspektif isometri. Bagian yang dihitamkan

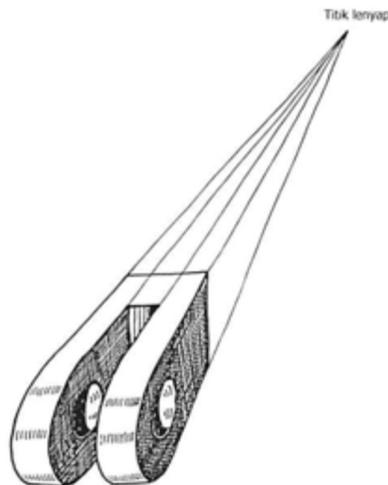
dimaksudkan supaya penampilan gambar lebih menarik, cahaya dianggap dari sebelah kiri.



Gambar 186. Sketsa perspektif isometric

Perspektif dengan Satu Titik Lenyap

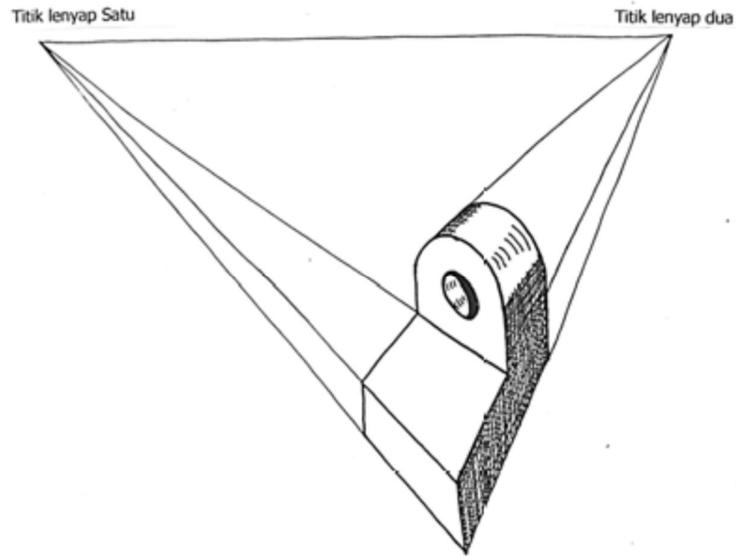
Perspektif ini biasanya lebih menarik karena mirip dengan hasil gambar foto. Supaya bagian yang menuju titik lenyap tidak terlalu kecil, titik lenyap dianggap berada di luar kertas gambar berikut.



Gambar 187. Sketsa perspektif dengan titik lenyap

Perspektif dengan Dua Titik Lenyap

Gambar 144, sketsa perspektif dengan dua titik lenyap, bentuknya diperbaiki dengan cara menganggap kedua titik lenyap berada di luar kertas gambar (lihat gambar 145).



Gambar 188. Sketsa perspektif dengan dua titik lenyap

6. Penunjukan Ukuran

a. Ketentuan Dasar Pencantuman Ukuran

Agar tidak menimbulkan keraguan didalam membaca gambar, maka pada gambar kerja harus dicantumkan ukuran dengan aturan – aturan menggambar yang telah ditetapkan. Ketentuan – ketentuan tersebut meliputi ketentuan:

Menarik garis ukur dan garis bantu.

Garis ukuran dan garis bantu dibuat dengan garis tipis menggunakan perbandingan ketebalan antara garis gambar dan garis ukur atau garis bantu sebagai berikut.

Menggambar anak panah.

Jika garis ukuran terdiri atas garis – garis ukur yang sejajar, maka jarak antara garis ukur yang satu dan garis ukur lainnya harus sama. Selain itu, perlu diperhatikan pula bahwa garis ukur jangan sampai berpotongan dengan garis bantu, kecuali terpaksa.

Garis gambar tidak boleh digunakan sebagai garis ukur. Garis sumbu boleh digunakan sebagai garis bantu, tetapi tidak boleh digunakan langsung sebagai garis ukur.

Menetapkan jarak antara garis ukur.

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

Menetapkan angka ukuran.

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

b. Klasifikasi Pencantuman Ukuran

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

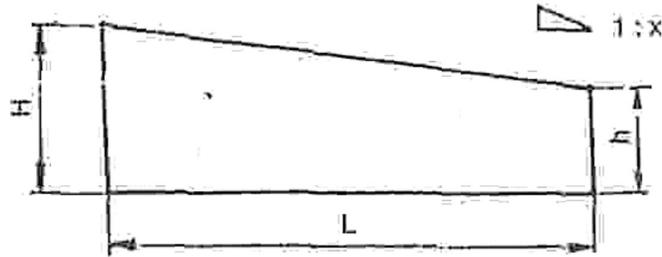
Pengukuran dengan Dimensi Fungsional, Non Fungsional dan Ukuran Tambahan

Jika suatu benda terdiri atas bagian – bagian (bagian yang dirakit), maka ukuran bagian yang satu dengan lainnya mempunyai fungsi yang sama sehingga satu sama lain mempunyai ukuran yang berpasangan dan pencantuman ukuran sebagai fungsi yang berpasangan.

Jika benda kerja yang digambar berdiri sendiri tetapi dalam sistem pengerjaannya bertahap, maka digambar sesuai dengan ukurannya sebagai fungsi pengerjaan.

Pengukuran Ketirusan

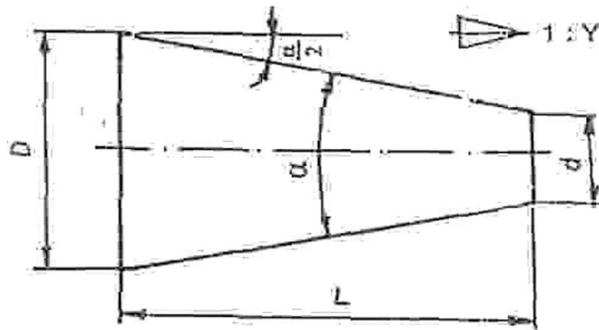
Untuk mencantumkan ukuran benda yang mempunyai bentuk miring, ukuran kemiringannya dicantumkan dengan harga tangen sudutnya.



Gambar 189. Penunjukan ukuran ketirusan

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

Untuk benda – benda yang mempunyai bentuk tirus (kerucut), ukuran ketirusannya dicantumkan berdasarkan harga $2 \cdot \text{tg } \frac{1}{2} \alpha = 1 : y$ (lihat gambar).



Gambar 190. Menghitung nilai ketirusan

Ketirusannya adalah:

$$2 \cdot \text{tg } \frac{1}{2} \alpha = 2 \cdot \frac{\frac{1}{2}(D-d)}{L} = \frac{D-d}{L} = 1 : y$$

Penunjukan Ukuran pada Bagian yang Dikerjakan Khusus

Untuk memberikan keterangan gambar pada benda – benda yang dikerjakan khusus, misalnya dikartel pada bagian tertentu atau dihaluskan

dengan ampelas halus, maka pada bagian yang dikerjakan khusus tadi gambar bagian luarnya diberi garis tebal bertitik

Pemberian Ukuran pada Bagian – Bagian yang Simetris

Untuk memberikan ukuran – ukuran pada gambar – gambar simetris, jarak antara tepi dan sumbu simetrisnya tidak dicantumkan

c. Pencantuman Simbol Ukuran pada Bentuk Tertentu

Benda – benda dengan bentuk tertentu ukurannya dicantumkan simbolnya, misal: benda – benda yang berbentuk silinder, bujursangkar, bola dan pinggulan (*chamfer*).

Keterangan:

SØ = diameter bola dengan ukuran 32 mm.

SR16 = jari – jari bola dengan ukuran 16 mm.

C3 = chamfer atau pinggulan dengan ukuran 3 x 45°.

Ø23 = simbol ukuran silinder, dengan ukuran 23 mm.

34 = simbol ukuran bujursangkar, dengan ukuran sisinya 34 mm.

120 = simbol ukuran tidak menurut skala yang sebenarnya.

M12 = simbol ukuran ulir dengan jenis ulir simetris dan berdiameter luar 12 mm.

2 = silang atau cross dengan garis tipis; simbol bidang rata.

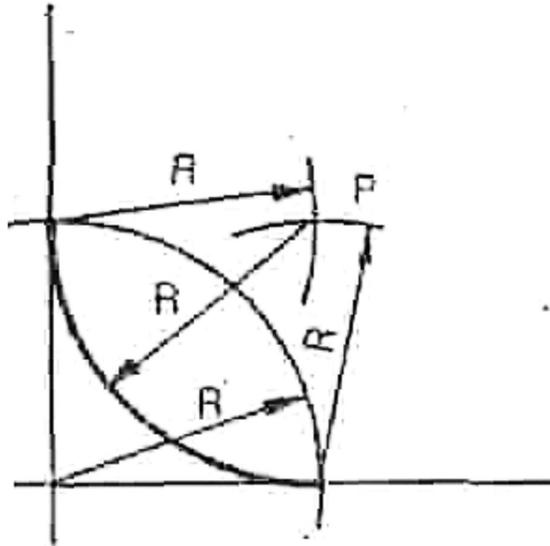
1 = strip titik (tebal); simbol yang dikerjakan khusus.

Penunjukan Ukuran Jari - Jari

Untuk menunjukkan ukuran jari – jari, dapat digambarkan dengan garis ukur dimulai dari titik pusat sampai busur lingkarannya. Sebagai simbol dari jari – jari tersebut, di depan angka ukurnya diberi tanda huruf “R”.

Menentukan Titik Pusat Jari – Jari Fillet

Gambar yang mempunyai fillet terdiri atas dua garis yang berpotongan dengan sudut 90° , dua garis berpotongan dengan sudut lancip ($<90^\circ$) dan dua garis berpotongan dengan sudut tumpul ($>90^\circ$).



Gambar 191. Jari – jari pada dua garis dengan sudut 90°

Penunjukan Ukuran Ketebalan

Pengukuran benda – benda tipis, seperti pengukuran pada pelat, ukuran tebalnya dapat dilengkapi dengan simbol “t” sebagai singkatan dari “thickness” yang secara kebetulan artinya tebal (juga berhuruf awal “t”).

d. Jenis – Jenis Penulisan Ukuran

Penulisan ukuran pada gambar kerja, menurut jenisnya terdiri atas:

Ukuran Berantai

Pencantuman ukuran secara berantai ini ada kelebihan dan kekurangannya. Kelebihannya ialah mempercepat pembuatan gambar kerja. Kekurangannya ialah dapat menimbulkan toleransi yang semakin besar, sehingga pekerjaan tidak teliti.

Oleh karena itu, pencantuman ukuran secara berantai ini pada umumnya dilakukan pada pekerjaan – pekerjaan yang tidak memerlukan ketelitian tinggi.

Ukuran Paralel (sejajar)

Ukuran Kombinasi

Ukuran Berimpit

Ukuran berimpit yaitu pengukuran dengan garis – garis ukur yang ditumpangkan (berimpit) satu sama lain. Ukuran berimpit ini dapat dibuat jika tidak menimbulkan kesalahpahaman dalam membaca gambarnya

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

Pengukuran Koordinat

Jika pengukuran berimpit dilakukan dalam dua arah, yaitu penunjukan ke arah sumbu x dan penunjukan ukuran ke arah sumbu y dengan bidang referensinya di O, maka akan didapat pengukuran “koordinat”

Pengukuran yang Berjarak Sama

Untuk memberikan ukuran pada bagian yang berjarak sama,

Pengukuran terhadap Bidang Referensi

Bidang referensi adalah bidang batas ukuran yang digunakan sebagai patokan pengukuran

e. Penunjukan Ukuran pada Benda Kerja

Penunjukan Ukuran Alur Pasak

Penunjukan Ukuran pada Lubang

Penunjukan Ukuran pada Profil

Penunjukan Ukuran Mur dan Baut

Penunjukan Ukuran Mur dan Baut

Untuk menggambar ulir secara tampak sederhana sangat sulit dan akan memerlukan waktu yang lama. Dengan alasan tersebut maka

penggambaran ulir telah disederhanakan dengan lambang yang mudah diingat dan mudah digambar.

Penggambaran Ulir Luar

Semua jenis ulir luar penggambarannya mengikuti aturan berikut:

- Diameter terbesar ulir (umumnya bekas pengerjaan dengan mesin bubut) digambar dengan garis tebal kontinyu, garis ukur ditarik dari diameter ini.
- Diameter terkecil ulir digambar dengan garis tipis kontinyu.

Penggambaran Ulir Dalam

Semua jenis ulir dalam penggambarannya mengikuti aturan berikut:

- Pada gambar potongan diameter terbesar ulir (untuk ulir segi tiga, umumnya bekas pengerjaan dengan tap) digambar dengan garis tipis kontinyu, garis ukur ditarik dari diameter ini. Sedangkan diameter terkecil ulir (umumnya bekas pengerjaan dengan bor) digambar dengan garis tebal kontinyu
- Pada gambar pandangan semua garis digambar dengan garis putus-putus.

Penggambaran Ulir yang Terpasang

Penggambaran ulir yang terpasang pada gambar susunan mengikuti aturan berikut :

- Pada gambar potongan garis ulir luar menutupi garis ulir dalam.

- Pada gambar pandangan semua garis digambar dengan garis putus-putus.

Pemberian Ukuran untuk Ulir

Pada pemberian ukuran untuk ulir, baik ulir luar maupun ulir dalam, diameter terbesar yang selalu diukur. Berikut disampaikan cara pemberian ukuran untuk bermacam-macam ulir.

Pencantuman Ukuran pada Gambar Susunan

Ukuran dari masing-masing bagian sedapat mungkin harus dipisahkan sehingga tidak menyulitkan pada pembacaan gambar.

7. Menggambar dengan AutoCAD

a. Pengenalan AutoCAD

Sistem Koordinat

Untuk membentuk atau menentukan posisi dari *entity* atau objek dapat digunakan 5 macam jenis koordinat, yaitu:

- Koordinat Cartesian
 - Masukkan : (x, y, z) , bila z tidak dimasukkan maka $z = 0$.
 - Contoh: titik O adalah 3 satuan x , 2 satuan y , dan 1 satuan z , maka masukkan: 3,2,1.
- Koordinat Polar
 - Masukkan : $(r<\theta)$, jarak dari titik acuan serta sudut sumbu x .
 - Contoh : titik O berjarak 2 satuan dari $(0,0,0)$ dan membentuk sudut 30° , maka masukkan : $2<30$.
- Koordinat *Cylindrical*
 - Masukkan : $(r<\theta,z)$, jarak dari titik acuan, sudut terhadap sumbu x (pada bidang xy), serta ketinggian (Z) terhadap bidang xy .

- Contoh : titik O berjarak 3 satuan dari (0,0,0), membentuk sudut 40° terhadap sumbu x pada bidang xy dan ketinggian 5 satuan terhadap bidang xy, maka masukan : $3<40,5$.
- Koordinat *Spherical*
 - Masukan : $(r<\beta<\alpha)$, jarak dari titik acuan, sudut terhadap sumbu x pada bidang xy.
 - Contoh : titik O berjarak 4 satuan dari (0,0,0). Membentuk sudut 30° terhadap sumbu x pada bidang xy, serta sudut 70° , maka masukan $4<30<70$.
- Koordinat Relatif

Digunakan untuk menyatakan pergeseran terhadap suatu titik acuan baru. Cara ini sangat efektif dan cepat pada gambar-gambar teknik, juga pada saat editing.

- Masukan : penambahan tanda @ pada awal masukan koordinat (Cartesian, Polar, Cylindrical, ataupun Spherical).
- Contoh : $@4<45$.

b. Membatasi Layar AutoCAD

Model (layar kerja) dalam AutoCAD terdiri dari koordinat absolut yang sangat luas. Bila tidak dibatasi maka gambar yang dihasilkan bisa tidak tampak disebagian layar, dan sebaiknya sebesar kertas yang akan digunakan untuk mencetak gambar. Cara membatasi layar kerja, misalnya ukuran 1000.1000:

- Ketik : *limits - Enter*
- Masukan koordinat batas bawah layar: 0,0 - *Enter* masukan koordinat batas atas layar: 1000,1000 - *Enter* ketik: *Z - Enter*
- ketik: *A - Enter*

contoh:

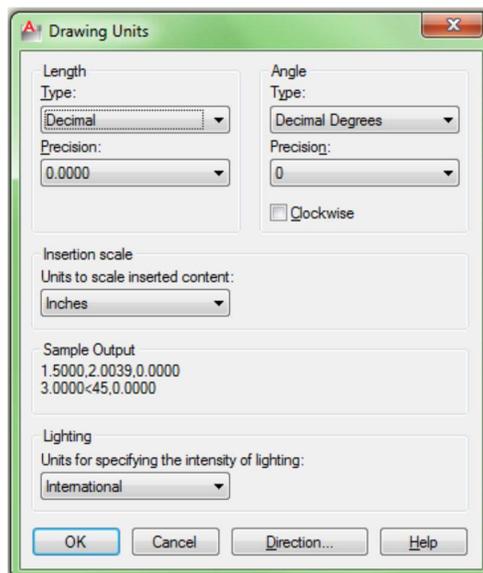
10,15 berarti berada pada titik koordinat $x=10$ dan koordinat $y=15$

10,15 berarti akan dibaca sebagai angka 10 koma 5

c. Menentukan Satuan (*Units*)

Satuan standar dalam AutoCAD adalah INCHI, sedangkan untuk menentukan satuan yang digunakan bisa dengan perintah sebagai berikut:

ketik: UN - *Enter*, maka akan tampil jendela berikut dan silakan diatur jenis satuan yang akan diatur:



Gambar 192. Tampilan Jendela *Drawing Units*

d. Alat Bantu Gambar Di AutoCAD

Dalam menggambar di AutoCAD ada beberapa alat bantu yang perlu diketahui dan kuasai. Alat bantu ini disebut panel letaknya ada di bawah layar kerja AutoCAD. berikut ini adalah bentuknya:



Gambar 193. Tampilan alat bantu panel pada layar kerja AutoCAD

Semua alat bantu ini penting diketahui fungsi dan kegunaannya biar dalam menggambar di AutoCAD jadi mudah. Pertama diperhatikan panel yang menjorok ke dalam, ini artinya Panel AutoCAD sedang "AKTIF/ON". Bila sedang tidak aktif panel AutoCAD kelihatan datar. Setiap panel AutoCAD ini bisa kita atur, caranya:

Klik kanan pada panel yang akan diatur> klik *setting*, maka akan muncul sebuah jendela tempat mengatur panel tersebut.

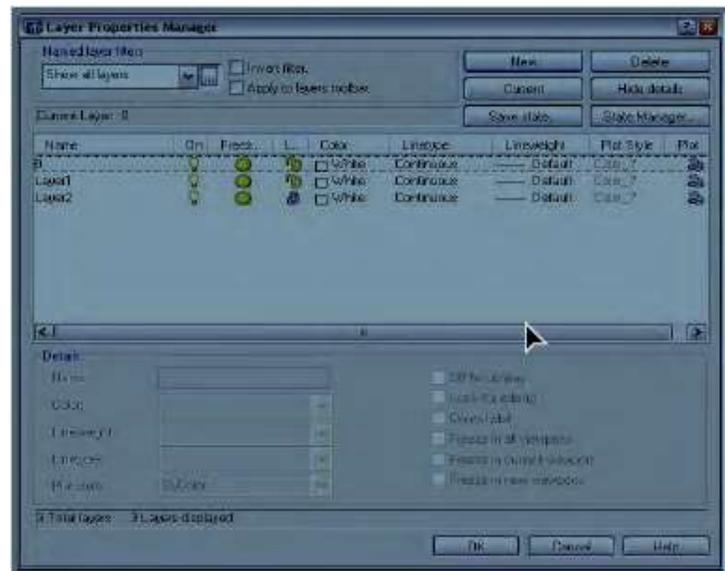
Berikut adalah fungsi dan kegunaan panel AutoCAD yang digunakan untuk menggambar 2D:

Tabel 17. Kegunaan Panel AutoCAD 2D

No.	Toolbar	Icon	Kegunaan
1.	<i>Snap</i>		Bila panel ini aktif maka <i>pointer mouse</i> akan meloncat-loncat dalam bidang kerja AutoCAD.
2.	<i>Grid</i>		Bila panel ini aktif maka bidang kerja AutoCAD akan menjadi kertas millimeter blok.
3.	<i>Ortho</i>		Bila panel ini aktif maka hanya bisa membuat garis lurus vertikal dan horizontal dalam bidang kerja AutoCAD.
4.	<i>Polar</i>		Bila panel ini aktif maka bisa membantu membuat garis dengan besar sudut tertentu dalam bidang kerja AutoCAD.
5.	<i>Osnap</i>		Bila panel ini aktif maka akan memudahkan mencari titik tangkap sebuah objek yang akan gambar dalam bidang kerja AutoCAD.
6.	<i>Otrack</i>		Bila panel ini aktif maka akan mudah menemukan titik pusat sebuah objek dalam bidang kerja AutoCAD karena ada garis bantu putus-putus yang dihasilkan oleh panel <i>otrack</i> ini.
7.	<i>Dynami c Input</i>		Bila panel ini aktif maka tidak perlu mengetikkan tanda @ dalam mengetikkan koordinat dalam bidang kerja AutoCAD.
8.	<i>Linewei ght</i>		Bila panel ini aktif maka ketebalan garis yang dipilih melalui <i>Toolbar properties</i> akan dimunculkan dalam bidang kerja AutoCAD.

e. Layer

Digunakan untuk memisahkan *entity drawing* pada suatu lapisan yang masing-masing secara spesifik dapat diatur propertiesnya.



Gambar 194. Membuat layer

Pada *layer* dapat diatur *properties* antara lain:

- Nama : sampai 31 karakter.
- Visibility: Pengaturan On (visibel)/Off(invisibel).
- Tipe garis : digunakan untuk manajemen gambar teknik.
- Warna: jumlah warna tergantung pada kemampuan layar serta video card.
- Regenerated : Pengaturan freeze (tidak diregenerated) dan Thaw (memungkinkan regenerated).
- Proteksi : pengaturan Lock/Unlock, pada saat Lock (entity visibel namun tidak bisa diedit kecuali oleh beberapa perubahan properties atau penggunaan OSNAP).

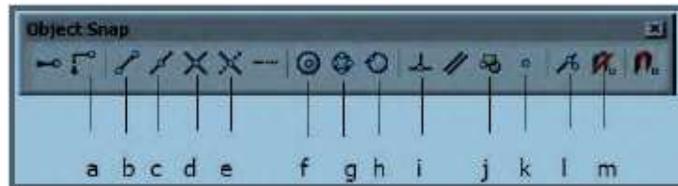
Catatan :

Pengubahan layer dari suatu objek yang sudah ada dapat dilakukan dengan perintah CHANGE (bila objek sejajar UCS) atau perintah CHPROP (bila objek tidak sejajar UCS) atau klik properties pada toolbar objek properties.

Perlu diperhatikan :

- Perbedaan antara On/Off dengan Freeze/Thaw adalah On/Off hanya mengubah visibility layer, yaitu objek menjadi tidak terlihat namun proses gambar tetap menganggap adanya layer tersebut. Pada Freeze/Thaw seolah-olah layer tersebut ditiadakan sehingga selain tidak dapat diciptakan gambar baru juga tidak diikutkan dalam proses kerja komputer.
- Untuk menjadikan suatu Layer menjadi Current Layer dapat digunakan perintah set pada Command Layer. Layer yang dijadikan Current Layer tidak boleh berada dalam keadaan Freeze.
- New digunakan untuk membuat Layer baru, dengan memasukkan nama pada blank isian kemudian klik New. Untuk menjadikan nama tersebut menjadi Current maka klik Current pada kotak dialog Layer tersebut.
- Rename digunakan untuk mengubah nama Layer yang sudah tertulis dengan nama baru sesuai kebutuhan.
- Make adalah Layer yang dibuat langsung dijadikan Current Layer.

f. Object Snap (Osnap)



Gambar 195. Osnap toolbar

Digunakan untuk memilih atau mengunci suatu titik dari objek tertentu secara tepat & akurat sesuai dengan objek snap yang digunakan.

Jenis-jenis snap:

- Snap From : untuk memilih titik acuan secara umum.
- Snap to Endpoint : untuk memilih titik akhir dari suatu objek gambar.
- Snap to Midpoint : Untuk memilih titik tengah dari suatu objek gambar.

- Snap to Intersection : untuk memilih titik perpotongan dari dua objek.
- Snap to Apparent Intersection: untuk memilih dua objek yang seolah - olah berpotongan.
- Snap to Center : untuk memilih titik pusat dari sebuah lingkaran atau busur.
- Snap to Quadrant : Untuk memilih kuadran dari sebuah lingkaran.
- Snap to Tangent : untuk memilih titik pada lingkaran atau arc yang merupakan garis singgung terhadap lingkaran atau garis lengkung tersebut.
- Snap to Perpendicular : untuk memilih titik pada objek yang tegak lurus dengan target OSNAP.
- Snap to Insertion : untuk memilih titik penempatan dari Shape, Text, Attribute, Attribute Definition, dan Block.
- Snap to Node : untuk memilih sebuah titik.
- Snap to Nearest : untuk memilih sebuah titik yang visual paling dekat pada suatu objek.
- Snap to None : Untuk menon-aktifkan running OSNAP.

Catatan :

- Untuk mempercepat perintah objek snap dapat digunakan perintah RUNNING OBJECT SNAP.
- Dengan menekan tombol SHIFT + klik mouse kanan, maka anda tidak perlu menekan toolbar OBJECT SNAP

g. Kontrol Layar Kerja (Zoom)



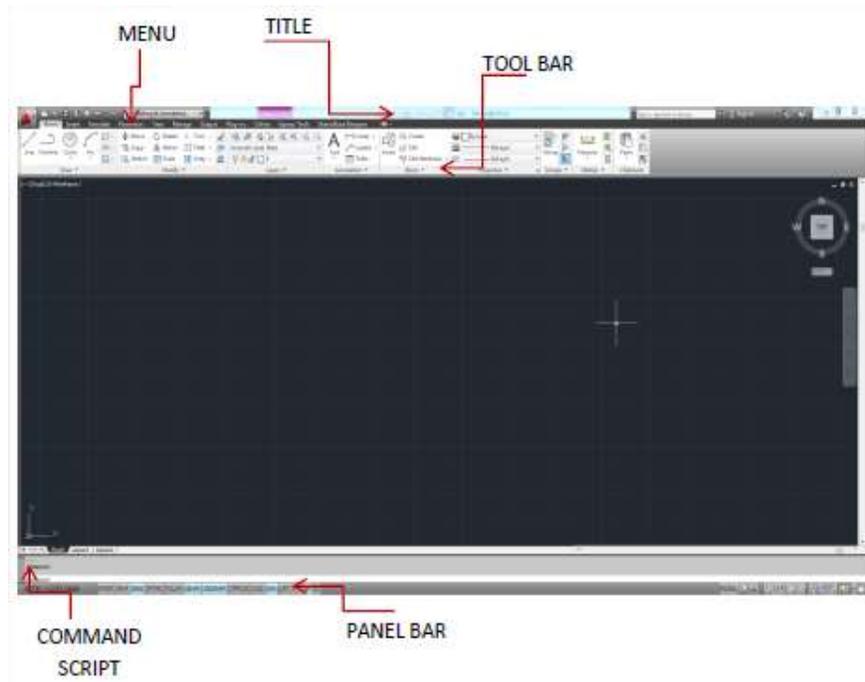
Gambar 196. Zoom toolbar

Perintah zoom dapat anda ketikkan pada command line dengan huruf Z kemudian enter.

- All untuk melihat seluruh gambar yang sudah digambar.
- Center untuk melihat gambar dengan menentukan pusat pandangannya, dan menentukan diameternya atau tingginya.
- Dynamic untuk melihat gambar dengan cara menentukan besarnya kotak dan menentukan letak kotaknya.
- Extents untuk melihat gambar satu layar penuh.
- Left untuk melihat gambar dengan menentukan letak pusat sebelah kiri dan besarnya daerah pandangan.
- Previous untuk kembali ke pandangan sebelumnya.
- Vmax untuk melihat gambar dengan pandangan maksimum.
- Window untuk melihat gambar dengan menentukan besarnya kotak, dengan cara menentukan titik pojok kotak dan titik pojok kotak yang satu diagonal.
- Scale untuk melihat gambar dengan menentukan scala perbesarannya.

h. Interface AutoCAD

Berikut adalah *interface* dari AutoCAD 2D:



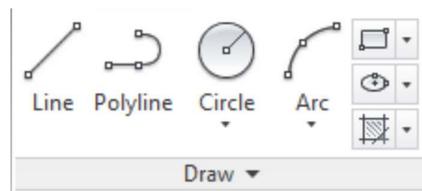
Gambar 197. Tampilan *Interface* dari AutoCAD 2D

Tempat untuk menggambar adalah layar warna hitam yang disebut model, dan model ini bisa diganti ke *layout* diatas (*command script*) yang digunakan untuk mengeplot gambar (mencetak gambar).

i. **Toolbar** pada AutoCAD 2D

Toolbar yang sering digunakan adalah sebagai berikut:

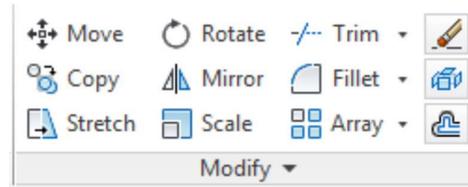
▪ *Draw*



Gambar 198. Tampilan *Toolbar Draw*

- *Line* : Membuat garis lurus.
- *3 point* : Membuat busur menggunakan 3 poin.
- *Polyline* : Membuat galir *polyline* 2D.

- *Circle* : Membuat objek lingkaran.
- *Helix* : Untuk membuat objek spiral pada 2 dimensi dan dapat dijadikan 3 dimensi dengan kombinasi perintah *sweep*.
- *Rectangle* : Membuat objek kotak.
- *Modify*



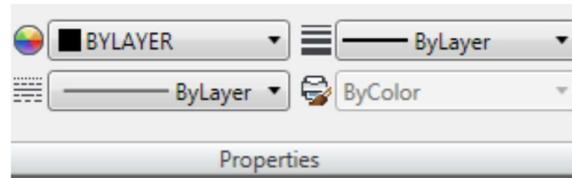
Gambar 199. Tampilan *Toolbar Modify*

- *Move* : Memindahkan objek.
- *Copy* : Menggandakan objek.
- *Rotate* : Merotasi objek terhadap dua sumbu.
- *3D Rotate* : Merotasi objek terhadap tiga sumbu (X, Y dan Z).
- *Stretch* : Membentangkan objek yang melintasi jendela pilihan atau *polygon*.
- *Chamfer* : Untuk membuat tekukan pada sudut dengan jarak tertentu.
- *Scale* : Memperbesar atau memperkecil objek.
- *Annotation*



Gambar 200. Tampilan *Toolbar Annotation*

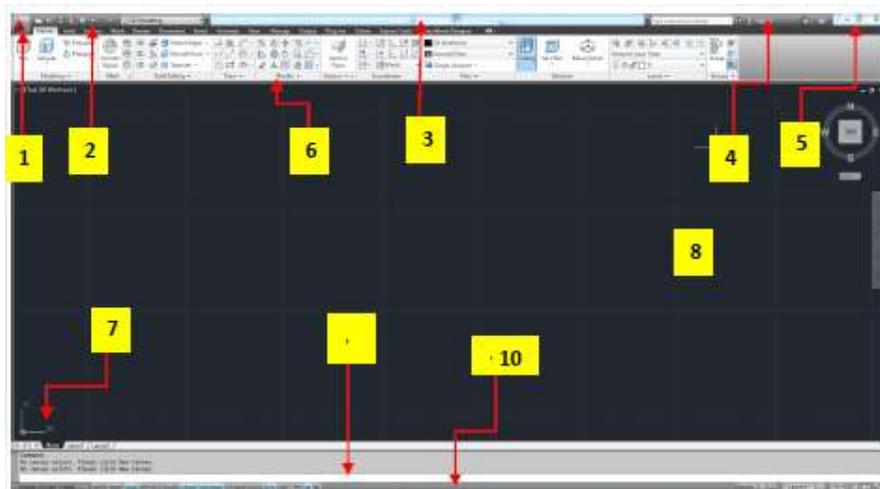
- *Multiline Text* : Membuat *multiline* teks.
- *Single line text* : Membuat teks.
- *Linear* : Memberi garis ukuran.
- *Table* : Membuat tabel.
- *Multi Leader* : Memberi objek *multi leader*.
- *Properties*



Gambar 201. Tampilan *Toolbar Properties*

- *Selects a color* : Memilih warna.
- *Selects a linewidth* : Memilih ketebalan garis.
- *Selects a linetype* : Memilih tipe garis.

j. **Interface AutoCAD 3D**



Gambar 202. Tampilan *Interface AutoCAD 3D*

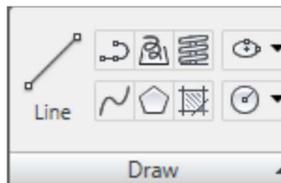
- Menu Aplikasi (*Application Menu*), pada menu ini memiliki fasilitas seperti:
 - *New* : Untuk membuat lembar kerja baru.
 - *Open* : Membuka *file* yang telah disimpan.
 - *Save* : Menyimpan *file*.
 - *Save As* : Menyimpan dengan *file* baru.
 - *Export* : Menyimpan dalam bentuk format *file* yang lain.
 - *Publish* : Untuk mengpublikasikan *file*.
 - *Print* : Mencetak hasil kerja.

- *Drawing Utilities* : Peralatan tambahan.
- *Close* : Menutup jendela kerja
- (*Quick Access Toolbar*)
- Baris Judul (*Title Bar*)
- (*Info Center*)
- (*Windows Box*)
- (*Ribbon*)
- (*Crosshairs*)
- Area Gambar (*Drawing Area*)
- Baris Perintah (*Command Windows*)
- Baris Status (*Status Bar*)

k. **Toolbar** pada AutoCAD 3D

Berikut merupakan *Toolbar* yang terdapat pada AutoCAD 2012:

- *Draw*



Gambar 203. Tampilan *Toolbar Draw*

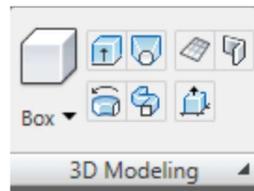
Draw merupakan *tools* yang memiliki fasilitas untuk membentuk garis-garis pada *drawing area*. Pada *Draw* terdapat banyak fasilitas, diantaranya adalah:

- *Line* : membuat garis lurus.
- *Polyline* : membuat 2D *polyline*.
- 3D *Polyline* : membuat 3D *polyline*.
- *Spline* : membuat kurva.
- *Polygon* : membuat bangun datar dengan jumlah sisi yang dapat ditentukan
- *Modify*



Gambar 204. Tampilan *Toolbar Modify*

- *Move* : memindahkan objek.
- *Move 3D* : memindahkan objek 3D.
- *Copy* : menggandakan objek.
- *3D Align* : membuat objek sejajar dengan objek 2D dan 3D.
- *Modelling*



Gambar 205. Tampilan *Toolbar Modelling*

Modelling merupakan *tools* yang memiliki fasilitas untuk membentuk suatu bidang 3D. Pada *Modelling* terdapat banyak fasilitas, diantaranya adalah:

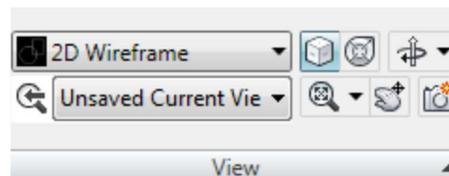
- *Box* : membentuk kubus.
- *Extrude* : mengubah objek 2D menjadi 3D.
- *Loft* : membuat bangun ruang diantara *cross section*
- *Planar Surface* : membentuk bidang datar
- *PolySolid* : membuat 3D *wall*.
- *Sweep* : membuat objek 3D dari objek 2D sesuai dengan bentuk garis bantu atau *path*.
- *Solid Editing*



Gambar 206. Tampilan *Toolbar Solid Editing*

Solid Editing merupakan tools yang memiliki fungsi untuk merencanakan bentuk 3D. Pada *Solid Editing* terdapat banyak fasilitas, diantaranya adalah:

- *Union* : menggabungkan objek.
- *Subtract* : memotong objek 3D dengan *subtraction*.
- *Intersect* : mencari perpotongan objek-objek region atau objek 3D *solid modeling*.
- *Separate* : memisahkan bidang yang berkaitan.
- *Thicken* : merubah suatu *surface* menjadi objek 3D berdasarkan ketebalan.
- *Slice* : memotong objek 3D dengan bidang datar
- *View*



Gambar 207. Tampilan *Toolbar View*

View merupakan *tools* yang digunakan untuk mengatur tampilan desain. Pada *view* terdapat banyak fasilitas, diantaranya adalah:

- *Selects a visual style* : merubah tampilan *visual object* 2D dan 3D
- *View cube display* : menampilkan atau menyembunyikan *cube display*.
- *Steering wheels* : menampilkan *steering wheels*
- *Constrained orbit* : memberikan tampilan orbit model

D. Rangkuman

1. Konstruksi geometris yang mempunyai sumbu.
2. Kepala gambar yang dibuat di sisi kanan bawah kertas gambar dan berisi berbagi informasi penting mengenai benda kerja.
3. Gambar permukaan benda bila dibuka atau dibentangkan.
4. Gambar dalam bidang datar, yang menyajikan benda dalam tampak depan, tampak samping atau tampak atas.
5. Gambar yang dijadikan media komunikasi para ahli teknik dalam merancang dan membuat sebuah produk.
6. Deretan titik-titik yang saling berhubungan.
7. Garis yang menyentuh suatu titik pada keliling bulatan.
8. Singkatan dari *International Standardization for Organization* yang berkedudukan di Swiss yang mengatur dan mengawasi standar, ukuran, manajemen dan kualitas produk seluruh anggotanya di seluruh dunia.
9. Singkatan dari *Japanese Industrial Standards*, yaitu standar industri Jepang yang digunakan di negaranya dan kelompoknya.
10. Singkatan dari *The Netherlands Standardization Institute*. Lembaga standar yang dipunyai Belanda dan berkedudukan di negara Belanda.
11. Bentuk geometris yang mempunyai bentuk sama sepanjang bendanya.
12. Proyeksi yang letak bidangnya sama dengan arah pandangannya, disebut juga proyeksi kuadran III.
13. Proyeksi gambar dimana bidang-bidang atau tepi benda dimiringkan terhadap bidang proyeksi.
14. Merupakan penyempurnaan dari gambar isometri, dimana garis-garis yang tumpang-tindih yang terdapat pada gambar isometri tidak kelihatan lagi pada gambar dimetri.
15. Proyeksi yang letaknya terbalik dengan arah pandangannya, disebut juga proyeksi kuadran I.
16. Proyeksi gambar dimana garis-garis proyeksi tidak tegak lurus bidang proyeksi, tetapi membentuk sudut sembarang (miring).
17. Proyeksi dimana garis-garis pandangan (garis proyeksi) dipusatkan pada satu atau beberapa titik.

18. Cara menampilkan gambar benda yang mendekati bentuk dan ukuran sebenarnya secara tiga dimensi, dengan pandangan tunggal.
19. Proyeksi trimetri merupakan proyeksi yang berpatokan kepada besarnya sudut antara sumbu-sumbu (x,y,z) dan panjang garis sumbu-sumbu tersebut.
20. Perbandingan ukuran pada gambar dengan ukuran benda sesungguhnya.

Penutup

Modul belajar mandiri yang telah dikembangkan diharapkan dapat menjadi referensi bagi Anda dalam mengembangkan dan *me-refresh* pengetahuan dan keletarampilan. Selanjutnya, Anda dapat menggunakan modul belajar mandiri sebagai salah satu bahan belajar mandiri untuk menghadapi seleksi Guru P3K.

Anda perlu memahami substansi materi dalam modul dengan baik. Oleh karena itu, modul perlu dipelajari dan dikaji lebih lanjut bersama rekan sejawat baik dalam komunitas pembelajaran secara daring maupun komunitas praktisi (MGMP) masing-masing. Kajian semua substansi materi yang disajikan perlu dilakukan, sehingga Anda mendapatkan gambaran teknis mengenai rincian materi substansi. Selain itu, Anda juga diharapkan dapat mengantisipasi kesulitan-kesulitan dalam materi substansi yang mungkin akan dihadapi saat proses seleksi Guru P3K.

Pembelajaran-pembelajaran yang disajikan dalam setiap modul merupakan gambaran substansi materi yang digunakan mencapai masing-masing kompetensi Guru sesuai dengan indikator yang dikembangkan oleh tim penulis/kurator. Selanjutnya Anda perlu mencari bahan belajar lainnya untuk memperkaya pengetahuan dan keterampilan sesuai dengan bidang studinya masing-masing, sehingga memberikan tingkat pengetahuan dan keterampilan yang komprehensif. Selain itu, Anda masih perlu mengembangkan pengetahuan dan keterampilan Anda dengan cara mencoba menjawab latihan-latihan soal tes yang disajikan dalam setiap pembelajaran pada portal komunitas pembelajaran.

Dalam melaksanakan kegiatan belajar mandiri Anda dapat menyesuaikan waktu dan tempat sesuai dengan lingkungan masing-masing (sesuai kondisi demografi). Harapan dari penulis/kurator, Anda dapat mempelajari substansi materi bidang studi pada setiap pembelajaran yang disajikan dalam modul untuk mengembangkan pengetahuan dan keterampilan sehingga siap melaksanakan seleksi Guru P3K.

Selama mengimplementasikan modul ini perlu terus dilakukan refleksi, evaluasi, keberhasilan serta permasalahan. Permasalahan-permasalahan yang ditemukan

dapat langsung didiskusikan dengan rekan sejawat dalam komunitas pembelajarannya masing-masing agar segera menemukan solusinya.

Capaian yang diharapkan dari penggunaan modul ini adalah terselenggaranya pembelajaran bidang studi yang optimal sehingga berdampak langsung terhadap hasil capaian seleksi Guru P3K.

Kami menyadari bahwa modul yang dikembangkan masih jauh dari kesempurnaan. Saran, masukan, dan usulan penyempurnaan dapat disampaikan kepada tim penulis/kurator melalui surat elektronik (e-mail) sangat kami harapkan dalam upaya perbaikan dan pengembangan modul-modul lainnya.

Daftar Pustaka

Anwari. 1997. *Menggambar Teknik Mesin*. Jakarta. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.

B.J.M beumer. 1985. *Ilmu Bahan Logam Jilid 1 Edisi Bahasa Indonesia*. Penerbit Bhratara Karya Aksara Jakarta

Bagyo Sucahyo, Drs .1999. *Ilmu Bahan untuk SMK*, PT Tiga Serangkai

BS Anwir. 1982. *Menggunting dan Mengergaji*, Penerbit Bhratara Karya Aksara Jakarta

Buku Ajar Rencana Garis, ITS Surabaya.

Buku Ajar Teori Bangunan Kapal, ITS Surabaya.

Buku Informasi Menerapkan Praktik Kesehatan dan Keselamatan Di Tempat Kerja. Dirjen GTK : Depok.

Buku teks bahan ajar siswa, Gambar Teknik 1, Direktorat pembinaan sekolah menengah kejuruan, Departemen pendidikan dan kebudayaan, Republik Indonesia

Buku teks bahan ajar siswa, Gambar Teknik 2, Direktorat pembinaan sekolah menengah kejuruan, Departemen pendidikan dan kebudayaan, Republik Indonesia

Buntarto. 2015. *Panduan Praktis Keselamatan & Kesehatan Kerja untuk Industri*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.

D.J. Eyres. 2001. *Ship Construction*. Oxford : Butterworth-Heinemann.

Eka Jogaswara. 1995. *Menggambar Teknik Mesin Tingkat I dan II*. Bandung. Armico.

<https://www.buildingengineeringstudy.com/2019/07/menggunakan-peralatan-gambar.html>

Ing. Alois Schonmetz, dkk. 1985. *Pengerjaan Logam dengan Perkakas Tangan dan Mesin Sederhana*, Edisi Bahasa Indonesia, Penerbit Angkasa Bandung

Ing. Alois Schonmetz, dkk, 1985. *Pengetahuan Bahan dalam Pengerjaan Logam Edisi Bahasa Indonesia*, Penerbit Angkasa Bandung

K. Van Dokkum. 2003. *Ship Knowledge, a Modern Encyclopedia, 3rd edition*. Enkhuizen, Netherland, DOKMAR.

M, S. Wahyu dkk .2004. *Menggambar Bagian Mesin Secara Terperinci*. Jakarta. Direktorat.Pendidikan Menengah Kejuruan.

Misdarpon, Deddy dan Fatori, Muhammad. 2013 *Keselamatan Kerja dan Kesehatan Lingkungan*. Direktorat PSMK : Jakarta.

Modul Menggambar Teknik, AutoCAD, Laboratorium Sistem Manufaktur, Universitas Brawijaya, Malang

Redjeki, Sri. 2016. *Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Pusdik SDM Kesehatan : Jakarta.

Sofi"i, Moch dan Kusna, Djaja Indra. 2008. *Teknik Konstruksi Kapal Baja*. Direktorat PSMK : Jakarta.

Sucipto, Cecep Dani. 2014. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.

Sujoso, Anita Dewi Prahastuti. 2012. *Dasar-Dasar Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jember: Jember University Press.

Sukahersa, Gaguk. 2008. *Rencana Garis*. PPNS : Surabaya

Suma'mur, 1987. *Kesehatan Kerja dan Pencegahan Kesehatan*. Jakarta: Haji Mas Agung.

Suma'mur, 1996. *Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: Toko Gunung Agung.

Sumanto, Drs. MA, .1994. *Pengetahuan Bahan untuk Mesin dan Listrik*, Penerbit Andi Offset Yogyakarta

Sumaryanto dan Mulaksono, Sonny. 2013. *Konsep Dasar Kapal*. Kemendikbud : Jakarta.

Taggart, Robert. 1980. *Ship Design and Construction*. The Society of Naval Architest and Marine Engineers.

Tarwaka, 2008. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Surakarta: Harapan Press.

Tarwaka, 2014. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja*. Surakarta: Harapan Press.

Taylor, DA. 1985. *Merchant Ship Construction*. London, Boston: Butterworths.

Teknik Kerja Bengkel 1. 2013. Direktorat pembinaan sekolah menengah kejuruan, Departemen pendidikan dan kebudayaan, Republik Indonesia

Teknologi Mekanik 1. 2013. Direktorat pembinaan sekolah menengah kejuruan, Departemen pendidikan dan kebudayaan, Republik Indonesia

Wuryantari S. & Puspitasari D., 2007. *Keamanan, Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Depok: Arya Duta.

Kunci Jawaban

Jawaban PEMBELAJARAN 1

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

Jawaban PEMBELAJARAN 2

1. E
2. A
3. E
4. E
5. C
6. D
7. E
8. C

Jawaban PEMBELAJARAN 3

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

Jawaban PEMBELAJARAN 4

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

Modul Belajar Mandiri

CALON GURU

Aparatur Sipil Negara (ASN)

Pegawai Pemerintah dengan Perjanjian Kerja (PPPK)