

PEMERINTAH PROVINSI KEPULAUAN RIAU
DINAS PENDIDIKAN
SMK NEGERI 5 TANJUNGPINANG
Kompetensi Keahlian: Teknik Kapal Niaga

BUKU TEKS
PENGUNAAN PERALATAN
KERJA MANUAL DAN BERTENAGA
Use of Hand and Power Tools

Oleh:
JOKO DARMONO, ST
NIP 197305312022211003

Perkakas Tangan, Alat Ukur, Jenis-jenis Las, dan Mesin Perkakas

TANJUNGPINANG
2026

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga buku teks berjudul "Penggunaan Peralatan Kerja Manual dan Bertenaga (Use of Hand and Power Tools)" ini dapat diselesaikan. Buku ini disusun sebagai bahan ajar utama bagi peserta didik Kompetensi Keahlian Teknik Kapal Niaga di SMK Negeri 5 Tanjungpinang pada tahun 2026.

Kemampuan menggunakan perkakas dan peralatan kerja dengan benar, aman, dan efisien merupakan kompetensi dasar yang wajib dimiliki oleh setiap teknisi permesinan kapal. Penggunaan alat yang salah tidak hanya mengakibatkan kerusakan komponen atau kualitas pekerjaan yang buruk, tetapi juga dapat menimbulkan kecelakaan kerja yang serius. Di atas kapal, kecelakaan kerja dapat terjadi jauh dari fasilitas medis yang memadai, sehingga pencegahan melalui penggunaan alat yang benar menjadi sangat kritis.

Buku ini mencakup delapan topik utama: (1) Pengantar Peralatan Kerja di Kapal, (2) Perkakas Tangan (Hand Tools), (3) Alat Pengencang dan Pengukur, (4) Peralatan Bertenaga (Power Tools), (5) Jenis-Jenis Las dan Teknik Pengelasan, (6) Mesin Perkakas (Machine Tools), (7) Keselamatan Kerja dalam Penggunaan Alat, serta (8) Pemilihan, Perawatan, dan Penyimpanan Alat. Setiap bab dilengkapi panduan penggunaan, prosedur K3, tabel referensi, dan latihan soal.

Saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan edisi berikutnya. Semoga buku ini bermanfaat bagi peserta didik dan seluruh insan maritim Indonesia.

Tanjungpinang, 2026
Penulis,

Joko Darmono, ST
NIP 197305312022211003

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
Daftar Tabel	v
BAB I — PENGANTAR PERALATAN KERJA DI KAPAL	1
1.1 Peran dan Pentingnya Peralatan Kerja	1
1.2 Kompetensi yang Akan Dicapai	2
1.3 Klasifikasi Peralatan Kerja	3
BAB II — PERKAKAS TANGAN (HAND TOOLS)	6
2.1 Alat Pemukul: Palu dan Pahat	6
2.2 Alat Pemegang dan Pencengkeram	9
2.3 Alat Pemotong Manual	12
2.4 Alat Pengikir (Files)	15
2.5 Rangkuman & Latihan Bab II	17
BAB III — ALAT PENGENCANG DAN PENGUKUR	20
3.1 Kunci-Kunci (Spanners dan Wrenches)	20
3.2 Obeng (Screwdrivers)	23
3.3 Tap dan Snei (Thread Cutting)	25
3.4 Alat Ukur dalam Pekerjaan Bengkel	28
3.5 Rangkuman & Latihan Bab III	31
BAB IV — PERALATAN BERTENAGA (POWER TOOLS)	34
4.1 Mesin Bor (Drilling Machine)	34
4.2 Gerinda (Grinder)	37
4.3 Gergaji Listrik dan Pemotong Plasma	40
4.4 Impact Wrench dan Peralatan Pneumatik	43
4.5 Rangkuman & Latihan Bab IV	45
BAB V — JENIS-JENIS LAS DAN TEKNIK PENGELASAN	48
5.1 Las Listrik (SMAW — Shielded Metal Arc Welding)	48
5.2 Las MIG/MAG (GMAW)	52
5.3 Las TIG (GTAW)	55
5.4 Las Gas Oksigen-Asetilen (OAW) dan Pemotongan Gas	57
5.5 Cacat Las dan Pengendalian Kualitas Las	60
5.6 Rangkuman & Latihan Bab V	63
BAB VI — MESIN PERKAKAS (MACHINE TOOLS)	66
6.1 Mesin Bubut (Lathe Machine)	66
6.2 Mesin Frais (Milling Machine)	70
6.3 Mesin Bor Radial dan Mesin Gerinda Presisi	73
6.4 Rangkuman & Latihan Bab VI	76

BAB VII — KESELAMATAN KERJA DALAM PENGGUNAAN ALAT	79
7.1 Prinsip K3 dalam Penggunaan Alat	79
7.2 APD untuk Pekerjaan Bengkel di Kapal	82
7.3 K3 Khusus Pekerjaan Las	85
7.4 Permit to Work (PTW) di Kapal	87
7.5 Rangkuman & Latihan Bab VII	90
BAB VIII — PEMILIHAN, PERAWATAN, DAN PENYIMPANAN ALAT	93
8.1 Prinsip Pemilihan Alat yang Tepat	93
8.2 Perawatan Alat Tangan dan Bertenaga	95
8.3 Penyimpanan dan Manajemen Alat di Kapal	98
8.4 Rangkuman & Latihan Bab VIII	101
Daftar Pustaka	104
Glosarium	106

BAB I — PENGANTAR PERALATAN KERJA DI KAPAL

1.1 Peran dan Pentingnya Peralatan Kerja

Di atas kapal, perwira dan teknisi mesin harus mampu melakukan berbagai pekerjaan bengkel — mulai dari penyetelan minor, penggantian komponen, perbaikan sistem perpipaan, hingga pengelasan dan permesinan komponen darurat. Kemampuan ini sangat penting mengingat kapal beroperasi di tengah laut jauh dari fasilitas bengkel darat, dan ketersediaan workshop di atas kapal (meskipun terbatas) menjadi satu-satunya opsi untuk perbaikan yang tidak bisa menunggu.

Peralatan Kerja di Kapal: Bengkel Berjalan di Atas Air

Kapal niaga modern umumnya dilengkapi bengkel kamar mesin (engine room workshop) yang berisi:

- Perkakas tangan lengkap (hand tools)
- Berbagai peralatan bertenaga (power tools)
- Mesin bubut dan mesin frais terbatas
- Peralatan las (SMAW, kadang OAW)
- Alat ukur presisi
- Peralatan angkat dan penahan (lifting dan rigging)

Keterbatasan fasilitas di atas kapal membuat kemampuan improvisasi dan penggunaan alat yang tepat menjadi sangat kritis dalam situasi darurat.

1.2 Kompetensi yang Akan Dicapai

1. Mengidentifikasi, memilih, dan menggunakan perkakas tangan (hand tools) yang tepat untuk berbagai pekerjaan bengkel.
2. Menggunakan alat pengencang (kunci) dan memotong ulir (tap dan snei) dengan benar.
3. Mengoperasikan peralatan bertenaga (power tools) termasuk bor, gerinda, dan peralatan pneumatik.
4. Memahami dan menerapkan teknik pengelasan dasar: SMAW, MIG/MAG, TIG, dan las gas.
5. Memahami prinsip dan pengoperasian dasar mesin perkakas (mesin bubut dan mesin frais).
6. Menerapkan prosedur keselamatan kerja (K3) dan menggunakan APD yang tepat untuk setiap jenis pekerjaan.
7. Memilih, merawat, dan menyimpan alat dengan benar untuk menjaga kondisi dan umur alat.

1.3 Klasifikasi Peralatan Kerja

Kategori	Sub-Kategori	Contoh	Sumber Tenaga
Perkakas Tangan (Hand Tools)	Alat pemukul	Palu, palu godam, pahat	Tenaga manusia
Perkakas Tangan	Alat pemegang	Tang, ragum, klem, vise grip	Tenaga manusia
Perkakas Tangan	Alat pemotong manual	Gergaji besi, gunting plat, tang potong	Tenaga manusia
Perkakas Tangan	Alat pengikir	File (kikir) berbagai profil	Tenaga manusia
Alat Pengencang	Kunci-kunci	Kunci ring, kunci pas, kunci sok, kunci torsi	Tenaga manusia
Alat Pemotong Ulir	Tap dan snei	Tap set M6-M30, snei set	Tenaga manusia
Peralatan Bertenaga (Power Tools)	Peralatan listrik	Mesin bor listrik, gerinda tangan, gergaji listrik	Listrik AC/DC
Peralatan Bertenaga	Peralatan pneumatik	Impact wrench, air drill, pneumatic grinder	Udara bertekanan
Peralatan Las	Las listrik	SMAW, MIG/MAG, TIG	Listrik
Peralatan Las	Las gas	OAW (oksigen-asetilen)	Gas oksigen + asetilen
Mesin Perkakas	Mesin presisi	Mesin bubut, mesin frais, mesin gerinda presisi	Listrik (motor)

BAB II — PERKAKAS TANGAN (HAND TOOLS)

2.1 Alat Pemukul: Palu dan Pahat

A. Palu (Hammers)

Jenis Palu	Berat Tipikal	Karakteristik Kepala	Penggunaan
Palu Biasa / Ball Peen Hammer	0,2-1,5 kg	Satu sisi datar, satu sisi bulat (ball peen)	Pemukulan umum, meratakan logam, menggunakan pahat, pengelingan
Palu Godam (Sledge Hammer)	2-6 kg	Kedua sisi datar, berat	Pukulan berat: melepas komponen besar, pekerjaan konstruksi kapal
Palu Karet (Rubber Mallet)	0,5-1 kg	Kepala karet/plastik — tidak merusak permukaan	Memasang komponen fitting, merakit tanpa merusak permukaan halus
Palu Lunak / Copper Hammer	0,3-0,7 kg	Kepala tembaga/kuningan — tidak merusak, non-sparking	Pekerjaan di area berbahaya gas/bahan bakar (non-sparking tool)
Dead Blow Hammer	0,5-1,5 kg	Kepala terisi pasir/shot — mereduksi pantulan	Melepas/memasang komponen presisi tanpa pantulan berlebihan

K3 Penggunaan Palu

- Periksa kondisi tangkai palu sebelum digunakan — tangkai retak atau kendur sangat berbahaya karena kepala palu dapat terlepas saat dipukul
- Gunakan kaca mata safety saat bekerja dengan pahat — serpihan logam dapat terlempar
- JANGAN menggunakan palu yang tangkainya berminyak/licin
- Saat menggunakan palu di area berbahaya (tangki bahan bakar, ruang muat), gunakan non-sparking tools (tembaga/aluminium) untuk mencegah percikan api

B. Pahat (Chisels)

Jenis Pahat	Profil Ujung	Penggunaan
Flat Chisel / Cold Chisel	Ujung datar lebar	Memotong logam, mengupas material, melepas komponen yang macet

Jenis Pahat	Profil Ujung	Penggunaan
Cape Chisel	Ujung sempit (narrow groove)	Membuat alur/groove, memotong di tempat sempit
Round Nose Chisel	Ujung setengah lingkaran	Membuat cekungan, membersihkan sudut fillet
Diamond Point Chisel	Ujung berlian/segitiga	Membersihkan sudut dalam, membuat alur V
Wood Chisel	Ujung datar tipis, tangkai kayu/plastik	Pekerjaan kayu (perabot kapal, furniture)

2.2 Alat Pemegang dan Pencengkeram

Alat	Fungsi	Kapasitas/Catatan Penggunaan
Tang Kombinasi (Combination Pliers)	Memegang, memuntir, memotong kawat — serbaguna	Tidak cocok untuk kunci — rahang polos dapat merusak kepala baut
Tang Lancip (Long-Nose Pliers)	Memegang benda kecil di tempat sempit	Jangan gunakan untuk pukulan berat atau membengkokkan material keras tebal
Tang Potong (Wire Cutters/Diagonal Pliers)	Memotong kawat dan kabel	Hanya untuk kawat/kabel — jangan memotong material keras
Locking Pliers / Vise Grip	Mengunci pada posisi tertentu dan memegang erat	Sangat berguna untuk memegang benda yang tidak bisa dipegang dengan tangan
Snap Ring Pliers	Melepas dan memasang circlip/snap ring	Tipe 'dalam' untuk circlip internal, tipe 'luar' untuk circlip eksternal
Ragum (Bench Vise)	Menjepit benda kerja pada meja kerja	Kapasitas 75-200 mm; gunakan jaw cap (pelindung rahang) untuk material lunak
Pipe Wrench (Tang Pipa)	Memegang dan memutar pipa dan fitting bundar	Selalu jepit dari arah yang benar — gigi bergerak saat diputar searah jarum jam

Perbedaan Tang dan Kunci

TANG (pliers) dirancang untuk MEMEGANG — tidak untuk mengencangkan atau melonggarkan baut/mur secara efektif. Menggunakan tang sebagai kunci akan merusak kepala baut (permukaan menjadi bulat/stripped) dan tidak memberikan torsi yang tepat. Selalu gunakan KUNCI yang sesuai untuk mengencangkan atau melonggarkan baut/mur.

2.3 Alat Pemotong Manual

Alat Pemotong	Cara Menggunakan	Tips dan K3
Gergaji Besi (Hacksaw)	Pasang mata gergaji dengan gigi menghadap ke depan (arah dorong); gunakan seluruh panjang mata gergaji dengan tekanan ringan pada langkah maju, tanpa tekanan pada langkah mundur	Pilih TPI (teeth per inch) yang sesuai: 18 TPI untuk baja tebal, 24-32 TPI untuk pipa dan logam tipis
Gunting Plat (Tin Snips)	Untuk memotong pelat tipis (sheet metal); jenis lurus untuk garis lurus, kiri/kanan untuk kurva	Gunakan sarung tangan kulit — tepi plat yang baru dipotong sangat tajam
Cutter Pipa (Pipe Cutter)	Lingkarkan pada pipa, kencangkan roller, putar mengelilingi pipa sambil perlahan-lahan dikencangkan	Menghasilkan potongan yang lebih rata dan tegak lurus dibanding gergaji — tidak memerlukan pengikiran tepi
Tang Potong Baut (Bolt Cutter)	Tempatkan baut/kabel pada ceruk pemotong, tutup pegangan dengan kuat	Pilih bolt cutter yang kapasitasnya sesuai — memaksa kapasitas berlebih merusak mata pemotong
Stempel/Punch	Gunakan dengan palu untuk membuat lubang referensi (center punch) atau menandai posisi	Center punch: membuat bekas kecil sebagai panduan bor; pin punch: mendorong pin dari lubang

2.4 Alat Pengikir (Files)

Kikir (file) digunakan untuk mengikis/meratakan permukaan logam secara manual. Pemilihan kikir yang tepat bergantung pada material benda kerja, jumlah material yang ingin dihilangkan, dan kekasaran akhir yang diinginkan.

Klasifikasi Kikir	Detail	Penggunaan
Berdasarkan Profil	Flat, Half-round, Round, Square, Triangle, Knife	Profil dipilih sesuai bentuk permukaan yang dikikir
Berdasarkan Kekasaran Gigi	Bastard (kasar) → Second Cut (sedang) → Smooth (halus) → Dead Smooth (sangat halus)	Bastard untuk pengikiran awal (banyak material); Smooth untuk finishing
Berdasarkan Pola Gigi	Single cut (gigi sejajar) → Double cut (gigi bersilang) → Rasp (gigi kasar)	Single cut: finishing halus; Double cut: pengikiran cepat; Rasp: kayu/plastik lunak

Teknik Mengikir yang Benar

1. Jepit benda kerja dengan ragum pada ketinggian yang nyaman (kira-kira setinggi siku saat lengan ditekuk)
2. Pegang kikir dengan erat — ibu jari di atas, jari-jari di bawah tangkai;

tangan kiri mengarahkan ujung kikir 3. Lakukan tekanan HANYA pada langkah MAJU (mendorong) — angkat sedikit kikir pada langkah mundur agar gigi tidak tumpul 4. Gunakan SELURUH panjang kikir — buang serpihan (chips) secara berkala dengan sikat kawat (file card) 5. Periksa kemajuan dengan penggaris lurus dan marking blue untuk memastikan permukaan benar-benar rata

SOAL LATIHAN BAB II

A. Pilihan Ganda

8. Palu yang harus digunakan saat bekerja di area tangki bahan bakar (untuk mencegah percikan api) adalah... a. Palu baja biasa b. Palu karet c. Palu tembaga/non-sparking d. Palu godam
9. Tang locking pliers (vise grip) digunakan untuk... a. Memotong kawat b. Mengencangkan baut c. Memegang erat dan mengunci pada posisi tertentu d. Mengukur diameter pipa
10. Pada penggunaan kikir, tekanan harus diberikan hanya pada langkah... a. Mundur saja b. Maju saja c. Maju dan mundur sama-sama d. Tanpa tekanan sama sekali

B. Soal Uraian

11. Jelaskan mengapa harus menggunakan non-sparking tools (palu tembaga, kunci aluminium) saat bekerja di area berbahaya seperti tangki bahan bakar atau ruang muat!
12. Jelaskan perbedaan fungsi tang kombinasi, tang lancip, tang potong, dan locking pliers — kapan masing-masing digunakan?
13. Jelaskan cara memilih mata gergaji besi (TPI) yang tepat dan teknik penggunaan gergaji besi yang benar!
14. Jelaskan klasifikasi kikir berdasarkan profil, kekasaran gigi, dan pola gigi — berikan contoh penggunaan masing-masing!

BAB III — ALAT PENGENCANG DAN PENGUKUR

3.1 Kunci-Kunci (Spanners dan Wrenches)

Jenis Kunci	Karakteristik	Penggunaan & Keunggulan
Kunci Pas (Open-End Spanner)	Rahang terbuka di kedua ujung, dua ukuran berbeda	Akses ke tempat sempit yang tidak dapat dijangkau kunci ring; beban terbatas pada 2 titik kontak
Kunci Ring (Box Spanner/Ring Wrench)	Cincin tertutup dengan 6 atau 12 poin kontak	Kontak 6/12 titik lebih kuat; tidak mudah slip; tidak bisa digunakan di tempat sangat sempit
Kunci Kombinasi (Combination Wrench)	Satu ujung pas (open-end), satu ujung ring — ukuran sama	Fleksibilitas akses (pas) + keamanan pengencangan (ring) dalam satu alat
Kunci Sok (Socket Wrench)	Sok (socket) yang dapat dipasang ke ratchet/bar — berbagai ukuran	Sangat cepat dengan ratchet; dapat dipasang ekstensi untuk akses dalam; tersedia deep socket untuk baut panjang
Kunci L / Allen Key (Hex Key)	Batang heksagonal — berbagai ukuran	Untuk baut/sekrup dengan lubang heks di kepala (socket head cap screw)
Kunci Torsi (Torque Wrench)	Dilengkapi indikator torsi (klik atau skala)	Mengencangkan baut dengan torque tepat sesuai spesifikasi — kritis untuk komponen engine, flange, dan cylinder head
Kunci Pipa (Pipe Wrench / Stillson)	Rahang bergerigi yang dapat diatur	Untuk pipa dan fitting bundar — gigi mencengkram saat diputar satu arah
Kunci Inggris (Adjustable Wrench)	Rahang dapat diatur lebar bukaan	Untuk berbagai ukuran yang tidak memiliki kunci tetap; tidak seakurat kunci tetap

K3 Penggunaan Kunci

- JANGAN gunakan ekstensi pipa pada pegangan kunci untuk menambah momen putar — ini dapat mematahkan kunci atau merusak ulir baut
- JANGAN menggunakan kunci yang ukurannya tidak tepat — kunci terlalu besar akan slip dan merusak kepala baut
- Selalu TARIK kunci ke arah tubuh, JANGAN mendorong — jika kunci slip saat mendorong, tangan/buku jari dapat terbentur keras
- Kunci yang berminyak/kotor sangat licin dan berbahaya — selalu bersihkan sebelum digunakan

Torque Wrench — Penggunaan yang Benar

Torque wrench (kunci torsi) adalah alat kritis yang harus digunakan untuk komponen-komponen penting yang memiliki spesifikasi torque pengencangan. Pengencangan terlalu kencang (overtorque) dapat merusak ulir atau menyebabkan baut putus; pengencangan terlalu lemah (undertorque) dapat menyebabkan koneksi longgar dan kebocoran.

15. Pilih torque wrench dengan range yang sesuai (nilai torque target harus berada di 20-80% range alat).
16. Set nilai torque yang diinginkan sesuai spesifikasi manual.
17. Gunakan torque wrench HANYA untuk pengencangan akhir, bukan untuk melonggarkan atau pengeencangan awal.
18. Dengarkan bunyi 'klik' (untuk tipe click-type) atau pantau jarum skala (untuk tipe beam-type) — hentikan saat torque tercapai.
19. Kalibrasi torque wrench secara berkala — akurasi berkurang jika sering dijatuhkan atau disimpan dalam kondisi dikunci.

3.2 Obeng (Screwdrivers)

Jenis Obeng	Profil Ujung	Sekrup yang Sesuai	Tips
Obeng Minus (Flat Head)	Ujung datar lebar	Sekrup slot tunggal	Pastikan lebar ujung sesuai slot — terlalu kecil atau terlalu besar menyebabkan kerusakan
Obeng Plus / Phillips	Ujung berbentuk +	Sekrup Phillips (#0 terkecil, #4 terbesar)	Ukuran harus tepat — Phillips #2 untuk sekrup M3-M5 umum
Obeng Pozidriv (PZ)	Ujung + dengan tanda tambahan	Sekrup Pozidriv	Terlihat mirip Phillips tapi berbeda — jangan ditukar
Obeng Torx	Ujung bintang 6 poin	Sekrup Torx (T10, T20, T25, dll.)	Digunakan banyak pada peralatan modern — sedikit lebih tahan stripped
Obeng Hex (Allen)	Ujung heksagonal	Sekrup HEX/Allen	Alternatif untuk kunci L — tersedia dalam set

Dampak Menggunakan Obeng yang Tidak Sesuai

Menggunakan obeng yang ukurannya tidak tepat (misalnya obeng minus yang terlalu kecil untuk slot yang lebih besar) akan 'melukai' (strip) kepala sekrup — membuat slot menjadi tumpul dan sekrup semakin sulit dilepas. Sekrup yang sudah terstrip memerlukan teknik khusus untuk dilepas (sekrup extractor, bor, atau pengeboran kisi baru). Selalu pilih obeng yang tepat ukurannya.

3.3 Tap dan Snei (Thread Cutting)

Tap digunakan untuk membuat ulir dalam (internal thread/female thread) pada sebuah lubang. Snei (die) digunakan untuk membuat ulir luar (external thread/male thread) pada batang/poros.

A. Tap (Membuat Ulir Dalam)

Jenis Tap dalam Satu Set	Tanda	Fungsi
Taper Tap (Tap Awal)	1 cincin atau ujung runcing	Mengarahkan tap masuk lubang — digunakan PERTAMA; cocok untuk lubang tembus
Plug Tap (Tap Tengah)	2 cincin	Melanjutkan ulir dari tap awal — penggunaan umum
Bottoming Tap (Tap Akhir)	3 cincin atau tanpa chamfer	Menyelesaikan ulir hingga ke dasar lubang buta — digunakan TERAKHIR

Prosedur Tap yang Benar

20. Tentukan ukuran bor lubang pilot yang sesuai: Diameter bor = Diameter nominal tap – Pitch ulir. Contoh: Tap M10×1,5 → Diameter bor = 10 – 1,5 = 8,5 mm.
21. Bor lubang pilot dengan diameter yang sesuai. Untuk lubang buta (blind hole), buat lebih dalam dari kedalaman ulir yang diperlukan.
22. Chamfer tepi lubang dengan bor berdiameter lebih besar atau countersink bit agar tap dapat masuk dengan mudah.
23. Pasang tap pertama (taper tap) pada tap holder. Mulai memutar perlahan sambil menjaga tap tegak lurus 90° terhadap permukaan benda kerja.
24. Berikan putaran 2 maju + 1/4 mundur secara bergantian untuk memecah serpihan dan mencegah tap patah — gunakan cutting oil.
25. Lanjutkan dengan plug tap dan bottoming tap (jika diperlukan untuk lubang buta).

Menghitung Ukuran Lubang Pilot untuk Tap

Rumus umum: $D_{\text{bor}} = D_{\text{tap}} - P$
 D_{bor} = diameter bor (mm), D_{tap} = diameter nominal tap (mm), P = pitch ulir (mm)
 Contoh 1: Tap M8×1,25 → $D_{\text{bor}} = 8 - 1,25 = 6,75$ mm (gunakan bor 6,75 mm atau terdekat)
 Contoh 2: Tap M12×1,75 → $D_{\text{bor}} = 12 - 1,75 = 10,25$ mm
 Contoh 3: Tap M6×1,0 → $D_{\text{bor}} = 6 - 1,0 = 5,0$ mm
 Untuk material keras (baja keras), gunakan sedikit lebih besar dari nilai teoritis ($D_{\text{bor}} + 0,1$ mm) untuk mengurangi risiko tap patah.

3.4 Alat Ukur dalam Pekerjaan Bengkel

Alat Ukur	Ketelitian	Fungsi dalam Pekerjaan Bengkel
Penggaris Baja (Steel Rule)	0,5-1 mm	Pengukuran dan penandaan garis panjang — dimensi kasar

Alat Ukur	Ketelitian	Fungsi dalam Pekerjaan Bengkel
Jangka Sorong (Vernier Caliper)	0,02-0,05 mm	Pengukuran OD, ID, dan kedalaman dengan presisi menengah
Mikrometer	0,01 mm	Pengukuran dimensi kritis dengan presisi tinggi
Dial Gauge	0,01 mm	Mengukur runout, defleksi, dan variasi permukaan
Marking Blue (Prussian Blue)	—	Cairan biru untuk menandai permukaan yang akan dikerjakan — bekas alat ukur terlihat jelas
Scriber (Jarum Penggores)	—	Menggores garis tanda pada permukaan logam
Center Punch	—	Membuat tanda awal sebelum pengeboran untuk mencegah bor bergeser
Straight Edge	—	Memeriksa kerataan permukaan (dengan mengamati celah terhadap cahaya)
Waterpass (Spirit Level)	—	Memeriksa kerataan horizontal saat instalasi peralatan

SOAL LATIHAN BAB III

A. Pilihan Ganda

26. Saat menggunakan kunci untuk melonggarkan baut, posisi tangan yang benar adalah...
 a. Mendorong kunci menjauh dari tubuh b. Menarik kunci ke arah tubuh
 c. Mendorong dan menarik bergantian d. Posisi tidak masalah
27. Untuk membuat ulir dalam M10×1,5, ukuran bor pilot yang diperlukan adalah...
 a. 10 mm b. 9,5 mm c. 8,5 mm d. 8,0 mm
28. Tap dengan 3 cincin (atau tanpa chamfer) disebut...
 a. Taper tap b. Plug tap c. Bottoming tap d. Spiral tap

B. Soal Uraian

29. Jelaskan perbedaan kunci pas, kunci ring, kunci kombinasi, dan kunci sok — kapan masing-masing paling tepat digunakan?
30. Jelaskan mengapa torque wrench sangat penting untuk pengencangan baut cylinder head mesin diesel kapal!
31. Jelaskan prosedur lengkap membuat ulir dalam (tap) M8×1,25 pada plat baja — mulai dari menentukan ukuran bor hingga selesai!

32. Sebutkan minimal 6 alat ukur yang digunakan dalam pekerjaan bengkel dan jelaskan fungsinya masing-masing!

BAB IV — PERALATAN BERTENAGA (POWER TOOLS)

Peralatan bertenaga (power tools) menggunakan sumber energi listrik atau udara bertekanan untuk melipatgandakan kemampuan kerja teknisi — meningkatkan kecepatan dan kapasitas jauh melebihi apa yang dapat dicapai dengan alat tangan. Namun, peralatan bertenaga juga membawa risiko yang jauh lebih besar dari alat tangan jika digunakan dengan tidak tepat.

4.1 Mesin Bor (Drilling Machine)

Jenis Mesin Bor

Jenis	Karakteristik	Penggunaan di Kapal
Bor Tangan Listrik (Electric Hand Drill)	Portabel, 300-750 W, kecepatan variabel	Pengeboran lubang di berbagai lokasi; paling umum di bengkel kapal
Bor Pistol Pneumatik (Air Drill)	Ringan, aman di area berbahaya, tidak memerlukan listrik	Pengeboran di area berbahaya gas/bahan bakar; lebih ringan dari listrik
Bor Duduk/Tiang (Bench/Pillar Drill)	Tetap di meja, presisi lebih tinggi, kedalaman terkontrol	Pengeboran presisi di bengkel mesin kapal
Bor Magnetik (Mag Drill)	Dilengkapi base elektromagnet — menempel pada permukaan baja	Pengeboran lubang besar (annular cutter) pada struktur baja kapal yang tidak dapat dibawa ke mesin bor

Mata Bor (Drill Bits)

Jenis Mata Bor	Material	Warna	Penggunaan
High Speed Steel (HSS)	Baja HSS	Silver/abu-abu	Bor umum untuk baja lunak, aluminium, plastik
HSS-TiN (Titanium Nitride coated)	HSS + coating TiN	Emas/kuning	Lebih tahan aus dari HSS biasa; lebih awet
Cobalt HSS (HSS-Co)	HSS + 5-8% Co	Emas/kuning gelap	Untuk baja tahan karat (stainless steel) dan material keras
Karbida/Carbide	Tungsten Carbide	Hitam/abu gelap	Untuk keramik, beton, cast iron; sangat keras tapi rapuh

Kecepatan Potong (Cutting Speed) dan RPM

Kecepatan putar mata bor yang tepat bergantung pada diameter mata bor dan material yang dibor:

** Rumus Kecepatan RPM untuk Pengeboran**

$RPM = (\text{Cutting Speed} \times 1000) / (\pi \times D)$ Dimana: Cutting Speed dalam m/min, D = diameter mata bor (mm) Kecepatan potong referensi (cutting speed) untuk berbagai material: • Baja karbon lunak: 25-30 m/min (HSS) • Baja karbon sedang: 20-25 m/min • Baja tahan karat: 10-15 m/min (HSS-Co) • Aluminium: 60-90 m/min • Besi tuang: 20-25 m/min Contoh: Bor Ø12 mm pada baja lunak (CS = 25 m/min): $RPM = (25 \times 1000) / (3,14 \times 12) = 25000/37,7 \approx 663$ rpm

4.2 Gerinda (Grinder)

Jenis Gerinda	Karakteristik	Aplikasi di Kapal
Angle Grinder (Gerinda Sudut)	Portabel, disk 100-230 mm, 800-2200 W	Pemotongan pelat, penggerindaan las, pengupasan karat, penggerindaan sudut
Straight Grinder (Gerinda Lurus)	Accessory pada sumbu lurus	Penggerindaan di tempat sempit, penggerindaan dalam lubang
Bench Grinder (Gerinda Duduk)	Dua batu gerinda di kedua sisi motor, tetap di meja	Mengasah pahat, menggerinda tool bits, rough grinding komponen kecil
Pneumatic Grinder	Seperti angle grinder tapi tenaga udara bertekanan	Di area berbahaya gas, lebih ringan, lebih mudah dikontrol kecepatan

** K3 Penggunaan Angle Grinder — Alat Paling Berbahaya di Bengkel**

Angle grinder adalah salah satu penyebab kecelakaan kerja paling sering di bengkel kapal. Wajib diperhatikan: • Selalu pasang GUARD (pelindung disk) — JANGAN lepas guard meskipun terasa menghalangi • Gunakan FACE SHIELD (bukan hanya kacamata) — percikan dan serpihan dapat terbang ke segala arah • Pastikan disk tidak retak atau rusak sebelum dipasang — lakukan ring test • Pastikan kecepatan maksimum disk (tertera di label) $\geq$ kecepatan maksimum grinder • Jangan gunakan disk cutting wheel untuk grinding atau sebaliknya • Pegang grinder dengan DUA TANGAN selalu • JANGAN gunakan disk yang terlalu kecil pada grinder yang kapasitasnya lebih besar

4.3 Gergaji Listrik dan Pemotong Plasma

Alat	Prinsip	Penggunaan	K3 Khusus
Reciprocating Saw (Sabre Saw)	Mata gergaji bergerak maju-mundur (reciprocating)	Memotong pipa, profil baja, material di tempat yang sulit dijangkau gergaji bundar	Pegang kuat dengan kedua tangan; pastikan material tercekam erat
Jigsaw	Mata gergaji kecil bergerak vertikal	Memotong pelat, kayu, plastik dengan kurva/bentuk tidak beraturan	Pastikan plate base menempel pada benda kerja sebelum start
Circular Saw (Gergaji Bundar)	Disk gergaji berputar	Pemotongan lurus pada pelat, kayu, material datar	Gunakan guide rail; jangan retract ke belakang saat disk masih berputar
Plasma Cutter	Busur plasma (listrik + gas terionisasi) memotong logam konduktif	Pemotongan cepat pada pelat baja tebal, profil, pipa — paling efisien untuk baja kapal	Bahaya UV + busur listrik — gunakan face shield las + pakaian las; jauhkan dari bahan mudah terbakar

4.4 Impact Wrench dan Peralatan Pneumatik

Alat Pneumatik	Fungsi	Keunggulan vs Listrik
Impact Wrench	Mengencangkan/melonggarkan baut dengan torque sangat tinggi menggunakan impak berulang	Torque sangat tinggi dalam ukuran compact; aman di area basah; dapat digunakan terus-menerus tanpa panas berlebih
Air Drill	Mengebor menggunakan udara bertekanan	Lebih ringan dari bor listrik; aman di area berbahaya; kecepatan mudah dikontrol
Air Ratchet	Mengoperasikan ratchet/kunci sok dengan udara	Lebih cepat dari ratchet manual untuk pengencangan dalam jumlah banyak
Air Hammer (Chipping Hammer)	Memukul pahat/chisel dengan rapidfiring	Membersihkan karat, memotong weld slag, melepas komponen yang macet
Pneumatic Grinder	Menggerinda dengan tenaga udara	Lebih aman di area berbahaya; kecepatan terkontrol dengan tekanan udara
Die Grinder	Gerinda kecil berspindel untuk grinding bit kecil	Untuk finishing di tempat sempit, porting, dan penggerindaan detail

SOAL LATIHAN BAB IV

A. Pilihan Ganda

- 33. Untuk mengebor baja tahan karat (stainless steel), mata bor yang paling tepat adalah... a. HSS biasa b. HSS-TiN c. HSS-Co (Cobalt) d. Karbida beton
- 34. RPM pengeboran Ø10 mm pada aluminium (cutting speed 75 m/min) adalah sekitar... a. 1.200 rpm b. 2.400 rpm c. 800 rpm d. 3.000 rpm
- 35. Alat bertenaga yang paling tepat digunakan di area berbahaya gas bahan bakar adalah... a. Bor listrik b. Gerinda listrik c. Gergaji listrik d. Bor/gerinda pneumatik

B. Soal Uraian

- 36. Jelaskan K3 penting yang harus dipatuhi saat menggunakan angle grinder!
- 37. Hitunglah RPM yang tepat untuk mengebor: (a) Ø8 mm pada baja karbon lunak (CS=25 m/min), (b) Ø16 mm pada aluminium (CS=70 m/min)!
- 38. Jelaskan keunggulan peralatan pneumatik dibanding peralatan listrik dan kapan peralatan pneumatik lebih dipilih di atas kapal!
- 39. Jelaskan prinsip kerja plasma cutter dan mengapa alat ini sangat efisien untuk pemotongan pelat baja kapal!

BAB V — JENIS-JENIS LAS DAN TEKNIK PENGELASAN

Pengelasan (welding) adalah proses penyambungan material (umumnya logam) dengan pemanasan hingga meleleh pada titik sambungan, dengan atau tanpa material tambahan (filler material), dan tanpa tekanan (berbeda dengan brazing/soldering yang menggunakan suhu lebih rendah). Di kapal, las digunakan untuk perbaikan konstruksi, penyambungan pipa, dan pembuatan komponen baru.

5.1 Las Listrik (SMAW — Shielded Metal Arc Welding)

SMAW (Shielded Metal Arc Welding) atau las elektroda terbungkus (Stick Welding) adalah metode las yang paling umum digunakan di kapal karena peralatannya sederhana, portabel, dan dapat digunakan di berbagai posisi dan kondisi lingkungan.

Prinsip Kerja SMAW

Busur listrik terbentuk antara elektroda (batang las) dan benda kerja. Panas busur melelehkan logam dasar dan elektroda secara bersamaan. Fluks (lapisan coating elektroda) terbakar membentuk gas pelindung (shielding gas) dan terak (slag) yang melindungi logam las cair dari kontaminasi atmosfer.

Komponen Peralatan SMAW

- Mesin las (Welding Machine): AC (trafo las) atau DC (rectifier atau inverter) — DC lebih stabil busurnya dan dapat menggunakan berbagai polaritas.
- Holder elektroda (Electrode Holder): Pemegang elektroda yang terhubung ke kabel las positif atau negatif.
- Klem masa (Earth Clamp/Ground Clamp): Menghubungkan benda kerja ke kabel masa mesin las.
- Elektroda (Electrode): Batang las logam berlapis fluks — berbagai jenis untuk berbagai material dan aplikasi.
- APD las: Helm las (welding helmet), sarung tangan kulit las, jaket/apron kulit las, sepatu keselamatan.

Kode Elektroda (AWS E-XXXX)	Contoh	Interpretasi
E	E	Elektroda las busur (arc welding electrode)
Dua digit pertama XX	E6013, E7018 → 60 atau 70	Kekuatan tarik minimum endapan las dalam ksi (1 ksi ≈ 6,9 MPa); E6013 = 60 ksi, E7018 = 70 ksi

Kode Elektroda (AWS E-XXXX)	Contoh	Interpretasi
Digit ketiga X	E601X, E701X → 3, 1	Posisi pengelasan: 1=semua posisi, 2=datar+horizontal, 4=datar+horizontal+vertikal-bawah
Digit keempat X	E6013, E7018 → 3, 8	Jenis arus dan coating; E6013 = AC/DC, coating rutil; E7018 = DC+, coating low hydrogen

Elektroda Umum	Arus	Karakteristik	Aplikasi di Kapal
E6013	AC/DC±	Mudah distrike, slag mudah dilepas, penetrasi rendah-sedang	Las umum baja lunak, baja karbon rendah — pekerjaan ringan
E7018	DC+	Low hydrogen (baja rentan retak hidrogen), busur halus, hasil berkualitas tinggi	Baja karbon sedang-tinggi, perbaikan komponen kritis, posisi overhead
E308L	DC+	Stainless steel (304/308) — tahan korosi	Las stainless steel sistem pipa dan fitting
E309L	DC+	Las beda material baja karbon ke stainless	Transisi baja-stainless, cladding
ENiCl / ENiFe-Cl	DC+	Las besi tuang	Perbaikan cylinder block, casing pompa, komponen cast iron

Teknik Pengelasan SMAW

40. POSISI DAN JARAK: Pertahankan jarak busur (arc length) kira-kira sama dengan diameter inti elektroda (1-1,5× diameter inti). Arc length terlalu panjang = panas berlebih, spatter besar, porositas. Arc length terlalu pendek = elektroda menempel (sticking).
41. SUDUT ELEKTRODA: Sudut kerja (work angle) 90° terhadap benda kerja (atau 70-80° untuk pengelasan fillet); sudut perjalanan (travel angle) 5-15° ke arah perjalanan las (drag technique).
42. KECEPATAN PERJALANAN: Kecepatan yang terlalu lambat menghasilkan las yang terlalu lebar dan panas berlebih; terlalu cepat menghasilkan las sempit, penetrasi kurang, dan undercut.
43. AMPERE YANG TEPAT: Ampere terlalu tinggi = undercut, spatter berlebih; terlalu rendah = elektroda sering menempel, penetrasi kurang.

5.2 Las MIG/MAG (GMAW — Gas Metal Arc Welding)

GMAW menggunakan kawat elektroda gulungan (wire electrode) yang diumpankan secara otomatis melalui gun las, dengan gas pelindung dari tabung gas eksternal.

Aspek	MIG (Metal Inert Gas)	MAG (Metal Active Gas)
Gas Pelindung	Gas inert: Argon (Ar), Helium (He), atau campuran Ar+He	Gas aktif: CO ₂ murni atau campuran Ar+CO ₂ (Ar75%+CO ₂ 25%)
Material	Aluminium, stainless steel, logam non-ferrous	Baja karbon dan baja paduan rendah
Penetrasi	Rendah-sedang (tergantung campuran gas)	Lebih dalam (CO ₂ meningkatkan penetrasi)
Spatter	Sedikit (gas inert murni)	Lebih banyak spatter (CO ₂ menyebabkan busur tidak stabil)

Keunggulan GMAW vs SMAW

GMAW (MIG/MAG) memiliki beberapa keunggulan dibanding SMAW untuk aplikasi tertentu:

- Kecepatan las jauh lebih tinggi (tidak perlu ganti elektroda seperti SMAW)
 - Tidak perlu membersihkan slag setelah pengelasan
 - Dapat mengelas material yang lebih tipis dengan lebih mudah
 - Lebih mudah untuk pengelasan semi-otomatis dan otomatis
- Kelemahan: kurang portabel (perlu tangki gas), lebih sensitif terhadap angin (gas pelindung bisa tiup), peralatan lebih mahal dan kompleks.

5.3 Las TIG (GTAW — Gas Tungsten Arc Welding)

GTAW (TIG — Tungsten Inert Gas) menggunakan elektroda tungsten yang tidak meleleh (non-consumable) sebagai penghasil busur listrik, dan filler material (kawat las) ditambahkan secara terpisah dengan tangan. Gas argon melindungi busur dan logam cair.

Aspek	GTAW (TIG)
Material	Aluminium, stainless steel, baja tahan karat, titanium, material presisi
Kualitas Las	Kualitas tertinggi — hasil las sangat bersih, presisi, dan estetik
Kecepatan	Paling lambat dari semua proses GMAW — memerlukan keahlian tinggi
Kelebihan	Tidak ada spatter; dapat mengelas material tipis; kontrol panas sangat presisi
Kekurangan	Lambat; memerlukan skill tinggi; tidak cocok untuk pengelasan cepat/produksi
Aplikasi di Kapal	Pengelasan pipa stainless steel sistem bahan bakar/air minum; perbaikan komponen presisi aluminium

5.4 Las Gas Oksigen-Asetilen (OAW) dan Pemotongan Gas

Las gas menggunakan nyala api dari pembakaran asetilen dengan oksigen murni untuk melelehkan logam. Pemotongan gas (oxy-fuel cutting) menggunakan prinsip yang sama namun dengan aliran oksigen bertekanan tinggi yang memotong baja melalui proses oksidasi cepat.

Jenis Nyala Api	Rasio O ₂ :C ₂ H ₂	Tampilan	Penggunaan
Nyala Netral (Neutral)	1:1	Zona dalam pendek, terdapat kerucut dalam putih bersih	Las umum baja, stainless steel, tembaga
Nyala Karburasi (Carburizing)	< 1:1 (C ₂ H ₂ berlebih)	Kerucut dalam panjang, terdapat nyala antara (feather)	Las aluminium, brazing, nitriding permukaan
Nyala Oksidasi (Oxidizing)	< 1:1 (O ₂ berlebih)	Kerucut dalam pendek dan lancip, nyala biru	Pemotongan gas, las kuningan/brass (mencegah seng menguap)

K3 Penggunaan Las Gas — Bahaya Sangat Serius

- Tabung oksigen dan asetilen adalah bejana bertekanan tinggi yang dapat MELEDAK — simpan tegak lurus, kencangkan ke dinding/trolley, jauhkan dari panas
- JANGAN menggunakan gemuk/oli pada regulator oksigen — kontak gemuk + oksigen bertekanan tinggi = LEDAKAN
- Tabung asetilen TIDAK BOLEH dimiringkan lebih dari 30° — asetilen pelarut asetilen dapat mengalir keluar melalui valve
- Selalu buka valve tabung secara PERLAHAN — bukaan cepat dapat menyebabkan adiabatic compression yang memicu ignisi
- Pastikan ventilasi yang cukup — asetilen sangat mudah terbakar (batas bawah 2,5% di udara)
- Gunakan backfire protector (check valve) pada torch untuk mencegah backfire/flashback ke selang

5.5 Cacat Las dan Pengendalian Kualitas Las

Cacat Las	Penyebab	Akibat	Pencegahan
Porositas (Porosity)	Kontaminasi gas (kelembaban, oli, cat), arc length terlalu panjang, elektroda lembab	Kekuatan las berkurang; jalur masuk korosi	Bersihkan material, keringkan elektroda (E7018), kurangi arc length

Cacat Las	Penyebab	Akibat	Pencegahan
Undercut	Ampere terlalu tinggi, kecepatan terlalu cepat, sudut elektroda salah	Kekurangan material di tepi las; konsentrasi tegangan	Turunkan ampere, kurangi kecepatan, perbaiki sudut
Incomplete Penetration	Ampere terlalu rendah, kecepatan terlalu cepat, gap terlalu sempit	Kekuatan las sangat berkurang — sambungan lemah	Naikkan ampere, perlambat kecepatan, beri gap yang cukup
Underfill / Insufficient Throat	Kecepatan terlalu cepat; pass terlalu sedikit	Las tidak memenuhi dimensi yang disyaratkan	Perlambat kecepatan; tambah pass
Overlap (Cold Lap)	Ampere terlalu rendah, kecepatan terlalu lambat	Ikatan yang buruk antara las dan logam dasar	Naikkan ampere, percepat kecepatan
Retak Las (Weld Cracking)	Tegangan sisa tinggi, kadar hidrogen tinggi, material sensitif retak	Sangat berbahaya — kegagalan struktural tiba-tiba	Gunakan elektroda low hydrogen, preheat material tebal, post-heat treatment

SOAL LATIHAN BAB V

A. Pilihan Ganda

44. Elektroda E7018 cocok digunakan untuk pengelasan baja karbon sedang karena bersifat... a. High hydrogen b. Low hydrogen c. Rutile coating d. Cellulose coating
45. Proses las yang menghasilkan kualitas paling tinggi dan bersih, cocok untuk pipa stainless steel, adalah... a. SMAW b. GMAW (MIG/MAG) c. GTAW (TIG) d. OAW
46. Cacat las berupa cekungan di tepi jalur las akibat arus terlalu tinggi disebut... a. Porositas b. Undercut c. Cold lap d. Incomplete penetration

B. Soal Uraian

47. Jelaskan prinsip kerja SMAW dan interpretasikan kode elektroda E7018 secara lengkap!
48. Jelaskan perbedaan antara MIG dan MAG welding dari segi gas pelindung, material yang dapat dilas, dan karakteristik busurnya!
49. Jelaskan mengapa pengelasan di area tangki bahan bakar di kapal memerlukan prosedur khusus yang sangat ketat!
50. Jelaskan 4 jenis cacat las, penyebabnya, dan cara pencegahannya!

BAB VI — MESIN PERKAKAS (MACHINE TOOLS)

Mesin perkakas (machine tools) adalah mesin yang digerakkan oleh motor listrik untuk mengerjakan logam dengan cara memotong (cutting), membentuk, atau menghaluskan permukaan dengan presisi yang tidak dapat dicapai secara manual. Workshop kapal umumnya dilengkapi dengan mesin bubut dan mesin frais untuk perbaikan dan pembuatan komponen darurat.

6.1 Mesin Bubut (Lathe Machine)

Mesin bubut adalah mesin perkakas yang memutar benda kerja pada sumbu horizontal, sementara pahat pemotong (cutting tool) bergerak linear untuk memotong, membentuk, atau menghaluskan permukaan benda kerja. Mesin bubut adalah mesin perkakas paling serbaguna di bengkel kapal.

Komponen Utama Mesin Bubut

Komponen	Nama	Fungsi
Kepala Tetap	Headstock	Dudukan spindle dan gearbox — menggerakkan benda kerja berputar
Kepala Lepas	Tailstock	Menopang ujung benda kerja panjang; tempat memasang center, drill chuck, reamer
Meja/Alas	Bed	Rangka utama mesin — tempat semua komponen terpasang, harus presisi dan lurus
Eretan/Saddle	Carriage	Pembawa pahat yang bergerak sepanjang bed (arah sumbu Z)
Eretan Lintang	Cross Slide	Bergerak tegak lurus sumbu (arah sumbu X) untuk kedalaman potong
Eretan Atas	Compound Slide	Dapat dimiringkan untuk bubut tirus (taper turning)
Cekam	Chuck (3-jaw atau 4-jaw)	Mencengkeram benda kerja pada spindle
Apron	Apron	Rumah mekanisme penggerak otomatis eretan
Lead Screw	Lead Screw	Menggerakkan eretan secara otomatis; digunakan untuk pemotongan ulir (thread cutting)

Operasi yang Dapat Dilakukan pada Mesin Bubut

- Pembubutan luar (Turning): Mengurangi diameter luar benda kerja.
- Facing: Merapikan/meratakan permukaan ujung (face) benda kerja.
- Grooving/Parting: Membuat alur atau memotong benda kerja.

- Boring: Membesarkan lubang yang sudah ada dengan pahat boring bar.
- Reaming: Menghaluskan lubang ke dimensi presisi dengan reamer.
- Knurling: Membuat pola kasar pada permukaan untuk pegangan.
- Thread Cutting (Bubut Ulir): Membuat ulir luar (external thread) pada benda kerja.
- Taper Turning (Bubut Tirus): Membuat permukaan yang berbentuk tirus/konis.

Kecepatan Putar (RPM) dan Kecepatan Potong pada Mesin Bubut

Rumus RPM Mesin Bubut

$$\text{RPM} = (\text{Cutting Speed} \times 1000) / (\pi \times D)$$
 Cutting speed referensi untuk pembubutan dengan HSS tool: • Baja karbon lunak: 25-35 m/min • Besi tuang (cast iron): 15-25 m/min • Tembaga/kuningan: 60-90 m/min • Aluminium: 90-150 m/min Contoh: Membubut Ø50 mm baja karbon lunak (CS = 30 m/min): $\text{RPM} = (30 \times 1000) / (3,14 \times 50) = 30000/157 \approx 191 \text{ rpm}$ → pilih kecepatan terdekat di mesin

6.2 Mesin Frais (Milling Machine)

Mesin frais menggunakan pahat berputar multi-tepi (multi-tooth rotating cutter) untuk memotong material dari benda kerja yang diam (meja yang bergerak). Mesin frais dapat menghasilkan permukaan datar, alur (slot), roda gigi, dan berbagai bentuk kompleks.

Jenis Mesin Frais	Orientasi Spindle	Penggunaan Utama
Mesin Frais Vertikal	Spindle vertikal (tegak lurus meja)	Frais permukaan, frais slot, pengeboran (drilling), counterboring
Mesin Frais Horizontal	Spindle horizontal (sejajar meja)	Frais dengan cutter horizontal (slab milling), frais alur
Mesin Frais Universal	Spindle horizontal yang dapat dimiringkan	Frais roda gigi, spiral, dan berbagai sudut

Jenis Cutter Frais	Fungsi
End Mill (Bor frais ujung)	Frais slot, permukaan vertikal, profil, pocket — paling serbaguna
Face Mill (Cutter muka)	Frais permukaan horizontal yang luas dan rata
Ball End Mill	Frais permukaan lengkung/3D — countour milling
T-Slot Cutter	Membuat alur T (untuk meja mesin/T-slot)
Woodruff Key Cutter	Membuat alur pasak setengah bulat (Woodruff key seat)

6.3 Mesin Bor Radial dan Mesin Gerinda Presisi

A. Mesin Bor Radial (Radial Drilling Machine)

Mesin bor radial memiliki lengan yang dapat berputar dan bergerak radial, sehingga dapat mengebor lubang di berbagai posisi pada benda kerja yang besar tanpa harus memindahkan benda kerja. Sangat berguna untuk benda kerja yang berat atau besar yang tidak dapat dipasang di mesin bor duduk biasa.

B. Mesin Gerinda Presisi (Precision Grinding Machine)

Jenis	Fungsi
Surface Grinder (Gerinda Datar)	Menghaluskan permukaan datar dengan ketelitian sangat tinggi ($R_a < 0,4 \mu\text{m}$) — tidak tersedia di banyak workshop kapal
Cylindrical Grinder (Gerinda Silinder)	Menghaluskan permukaan silinder luar (OD grinding) — untuk jurnal bearing, poros, dll. setelah bubut
Internal Grinder (Gerinda Dalam)	Menghaluskan permukaan dalam (lubang) dengan presisi tinggi — bore bearing housing

SOAL LATIHAN BAB VI

A. Pilihan Ganda

51. Komponen mesin bubut yang berfungsi menopang ujung benda kerja panjang adalah... a. Headstock b. Tailstock c. Carriage d. Cross slide
52. RPM yang tepat untuk membubut benda $\varnothing 80$ mm dari besi tuang ($CS = 20$ m/min) adalah sekitar... a. 80 rpm b. 160 rpm c. 320 rpm d. 1600 rpm
53. Jenis cutter frais yang paling serbaguna untuk frais slot, permukaan vertikal, dan profil adalah... a. Face mill b. End mill c. Ball end mill d. T-slot cutter

B. Soal Uraian

54. Sebutkan dan jelaskan minimal 6 operasi yang dapat dilakukan pada mesin bubut!
55. Hitunglah RPM yang tepat untuk membubut benda $\varnothing 30$ mm dari tembaga ($CS = 75$ m/min)!
56. Jelaskan perbedaan mesin frais vertikal dan horizontal, dan jenis cutter apa yang digunakan pada masing-masingnya!
57. Mengapa workshop mesin kapal penting memiliki mesin bubut? Berikan 3 contoh pekerjaan yang dapat dilakukan mesin bubut di atas kapal!

BAB VII — KESELAMATAN KERJA DALAM PENGGUNAAN ALAT

Keselamatan kerja (K3 — Keselamatan dan Kesehatan Kerja) dalam penggunaan peralatan di atas kapal memerlukan perhatian ekstra dibanding di bengkel darat — ruang terbatas, banyak hazard lingkungan (tumpahan oli, kelembaban tinggi, getaran), keterbatasan akses fasilitas medis, dan kondisi laut yang bergerak menambah risiko yang sudah ada dalam pekerjaan bengkel biasa.

7.1 Prinsip K3 dalam Penggunaan Alat

Hierarki Pengendalian Risiko

Tingkat	Nama	Contoh dalam Pekerjaan Bengkel
1 (Paling Efektif)	Eliminasi	Hindari pekerjaan yang tidak perlu — jika komponen dapat dipesan tanpa perbaikan, tidak perlu membubut ulang
2	Substitusi	Ganti metode kerja yang lebih berbahaya dengan yang lebih aman — gunakan power tool yang lebih aman jika tersedia
3	Rekayasa (Engineering Control)	Pasang guard pada grinder, gunakan vise untuk menjepit benda kerja, ventilasi udara untuk asap las
4	Administratif	SOP penggunaan alat, izin kerja (PTW), pelatihan, rotasi kerja untuk mengurangi fatigue
5 (Paling Rendah)	APD	Helm las, face shield, sarung tangan — baris pertahanan terakhir jika kontrol di atas gagal

7.2 APD untuk Pekerjaan Bengkel di Kapal

Jenis Pekerjaan	APD Wajib	APD Tambahan (direkomendasikan)
Penggunaan palu & pahat	Safety glasses, sarung tangan kulit	Pelindung wajah (face shield) jika ada risiko serpihan besar
Penggunaan gerinda (grinder)	Face shield (WAJIB), kacamata safety, sarung tangan kulit, sepatu safety	Pelindung telinga (hearing protection) — grinder sangat bising (>85 dB)
Pengeboran (drilling)	Safety glasses, sarung tangan kulit	Face shield untuk benda kerja besar
Pengelasan SMAW/MIG/MAG	Helm las (auto-darkening atau shade 10-12), sarung tangan kulit las panjang, apron/jaket kulit las, sepatu safety	Pelindung telinga, pelindung pernapasan untuk Las dalam ruang sempit

Jenis Pekerjaan	APD Wajib	APD Tambahan (direkomendasikan)
Pengelasan TIG	Helm las (shade 9-11), sarung tangan kulit tipis (presisi diperlukan), apron las	Pelindung UV untuk juru las di dekatnya
Las gas (OAW)	Kacamata las gas (shade 4-5), sarung tangan kulit, apron las	Waspada risiko kebakaran — siapkan APAR
Mesin bubut / frais	Safety glasses (WAJIB), sepatu safety	JANGAN gunakan sarung tangan saat mengoperasikan mesin putar — sarung tangan bisa tersangkut dan menarik tangan ke mesin

⚠ PERHATIAN KRITIS: Jangan Pakai Sarung Tangan saat Operasi Mesin Berputar!

Ini adalah aturan K3 yang sering diabaikan dan menyebabkan kecelakaan serius. Saat mengoperasikan mesin bubut, mesin frais, mesin bor, atau mesin gerinda — DILARANG menggunakan sarung tangan saat tangan mendekati bagian yang berputar. Sarung tangan yang longgar dapat TERSANGKUT pada bagian berputar dan menarik tangan operator ke dalam mesin dalam sepersekian detik sebelum bisa dilepas. Gunakan KACAMATA SAFETY untuk perlindungan mata, bukan sarung tangan.

7.3 K3 Khusus Pekerjaan Las

Bahaya dalam Pengelasan

Bahaya	Penjelasan	Pengendalian
Radiasi UV dan Inframerah	Busur las menghasilkan radiasi UV dan IR yang sangat kuat — dapat membakar retina (arc eye/welder's flash) dan kulit	Helm las dengan shade yang tepat, pelindung kulit (apron, baju lengan panjang)
Asap dan Gas Berbahaya	Asap las mengandung metal fumes (oksida logam, ozon, CO, NOx) yang beracun	Ventilasi adekuat, fume extractor, pelindung pernapasan (respirator) di ruang terbatas
Bahaya Kebakaran	Loncatan api (spatter), radiasi panas, metal panas setelah las	Bersihkan area dari bahan mudah terbakar, siapkan APAR, jangan las di atas atau dekat tangki bahan bakar
Sengatan Listrik	Mesin las bertegangan — rangkaian terbuka 45-80 V (OCV) untuk SMAW DC	Jaga insulasi kabel las baik, jangan pegang elektroda dengan tangan basah, LOTO saat mengganti elektroda di area basah
Cedera Ergonomis	Posisi yang dipaksakan dalam waktu lama, repetitif motion	Atur posisi kerja yang nyaman, istirahat berkala, gunakan alat bantu posisi

Bahaya	Penjelasan	Pengendalian
Bahaya Terak (Slag)	Terak panas yang terlempar saat dibersihkan dari las SMAW	Gunakan face shield dan sarung tangan kulit; bersihkan terak MENJAUH dari diri sendiri

7.4 Permit to Work (PTW) di Kapal

Permit to Work (PTW) atau Surat Izin Kerja adalah sistem formal yang memastikan pekerjaan berbahaya di atas kapal hanya dilaksanakan setelah semua bahaya diidentifikasi, langkah pengendalian ditetapkan, dan semua pihak yang berkepentingan mengetahui dan menyetujui.

Jenis PTW	Pekerjaan yang Dicakup	Persyaratan Utama
Hot Work Permit	Pengelasan, pemotongan plasma/gas, gerinda — di mana pun yang menghasilkan percikan api atau panas	Gas test bebas (< 1% LEL), APAR siap, petugas pengawal (fire watch), jarak aman dari bahan mudah terbakar
Confined Space Entry Permit	Memasuki ruang terbatas (tangki, void space, chain locker)	Uji atmosfer (O ₂ 19,5-23,5%, toksik < batas, LEL < 10%), standby man di luar, rescue equipment siap, komunikasi
Cold Work Permit	Pekerjaan bukan hot work yang menghasilkan risiko lain (electrical, pressure, chemical)	LOTO sesuai; tindakan keselamatan spesifik sesuai risiko pekerjaan
Electrical Work Permit	Pekerjaan pada sistem listrik kapal	Isolasi (LOTO), verifikasi de-energized, alat ukur untuk konfirmasi
Work at Height Permit	Bekerja di ketinggian >2 meter (mast, crane, scaffold)	Harness, scaffolding/platform yang aman, pengawasan

SOAL LATIHAN BAB VII

A. Pilihan Ganda

58. Saat mengoperasikan mesin bubut, sarung tangan DILARANG digunakan karena...
 - a. Menghalangi rasa dalam memegang alat ukur
 - b. Sarung tangan dapat tersangkut bagian berputar dan menarik tangan ke mesin
 - c. Sarung tangan terlalu panas di dekat mesin
 - d. Peraturan adat setempat
59. Hot Work Permit WAJIB dikeluarkan sebelum melakukan pekerjaan...
 - a. Mengukur pipa dengan jangka sorong
 - b. Pengelasan di dekat area bahan bakar
 - c. Mengganti oli mesin
 - d. Memotong kabel listrik
60. Shade (kegelapan) pada helm las yang tepat untuk pengelasan SMAW umumnya adalah...
 - a. Shade 2-3
 - b. Shade 5-6
 - c. Shade 10-12
 - d. Shade 15-16

B. Soal Uraian

61. Jelaskan hierarki pengendalian risiko (5 tingkat) dan berikan contoh penerapannya dalam pekerjaan gerinda di bengkel kapal!
62. Jelaskan minimal 5 bahaya yang dihadapi dalam pekerjaan pengelasan dan cara pengendaliannya masing-masing!
63. Jelaskan apa itu Permit to Work (PTW) dan jelaskan 3 jenis PTW beserta persyaratan utamanya!
64. Jelaskan mengapa Confined Space Entry (masuk ke ruang terbatas) memerlukan prosedur yang sangat ketat di kapal!

BAB VIII — PEMILIHAN, PERAWATAN, DAN PENYIMPANAN ALAT

8.1 Prinsip Pemilihan Alat yang Tepat

"Right tool for the right job" adalah prinsip fundamental dalam penggunaan alat. Menggunakan alat yang tidak sesuai tidak hanya menghasilkan pekerjaan yang buruk, tetapi juga merusak alat, merusak benda kerja, dan meningkatkan risiko kecelakaan.

Faktor Pemilihan Alat	Pertanyaan Panduan
Kesesuaian dengan Pekerjaan	Apakah alat ini dirancang untuk pekerjaan ini? Pahat tidak untuk mengunci baut.
Ukuran yang Tepat	Apakah ukuran alat sesuai? Kunci yang terlalu besar akan slip dan merusak baut.
Material Benda Kerja	Apakah material alat kompatibel? Bor HSS tidak cocok untuk stainless — gunakan HSS-Co.
Kapasitas Alat	Apakah alat memiliki kapasitas yang cukup? Bolt cutter berkapasitas rendah tidak boleh digunakan untuk material melebihi kapasitasnya.
Lingkungan Kerja	Apakah area kerja berbahaya? Di area gas/bahan bakar gunakan non-sparking tools.
Ketersediaan Sumber Tenaga	Apakah listrik/udara bertekanan tersedia dan aman? Jika tidak, gunakan alat tangan.
Kondisi Alat	Apakah alat dalam kondisi baik? Alat yang rusak/aus lebih berbahaya dari yang baik.

8.2 Perawatan Alat Tangan dan Bertenaga

A. Perawatan Perkakas Tangan

- Bersihkan setelah penggunaan: Hapus serpihan logam, minyak, dan kotoran dari alat sebelum disimpan.
- Periksa kondisi sebelum digunakan: Cek kekencangan kepala palu, kondisi tangkai, tepi tajam alat potong, kondisi insulator.
- Asah alat pemotong: Pahat, kikir, mata bor — jagaketajaman dengan pengasahan berkala yang tepat.
- Perlindungan anti-karat: Berikan lapisan tipis oli pelumas pada permukaan logam tool yang tidak digunakan dalam jangka panjang.
- Perbaiki tangkai: Tangkai palu, obeng yang retak atau longgar harus DIGANTI — jangan ditambal.

B. Perawatan Power Tools

Alat	Perawatan Berkala	Tanda Perlu Servis
Mesin bor listrik	Bersihkan lubang ventilasi dari debu; cek kondisi sikat karbon (carbon brush) setiap 6 bulan	Motor terasa berat; percikan berlebih dari sikat; suara berdengung tidak normal
Angle grinder	Bersihkan dari debu logam; cek guard terpasang kuat; periksa kunci spindle berfungsi	Getaran berlebih; suara kasar; guard rusak
Impact wrench	Bersihkan; lumasi drive anvil dengan impact grease; bersihkan filter udara (untuk pneumatik)	Torque berkurang; suara impak tidak teratur
Mesin las	Bersihkan dengan udara bertekanan (cooling fan, ventilasi); periksa kondisi kabel dan stecker; cek pengencang elektroda holder	Tegangan tidak stabil; panas berlebih; kabel las rusak

8.3 Penyimpanan dan Manajemen Alat di Kapal

Prinsip Penyimpanan Alat yang Baik

65. Tempat yang tetap (Shadow Board): Setiap alat memiliki tempat tetapnya — gambar/bayangan alat pada papan penyimpanan memudahkan identifikasi alat yang hilang/tidak kembali.
66. Organisasi yang logis: Kelompokkan alat berdasarkan fungsi atau ukuran — kunci-kunciurut dari kecil ke besar, mata bor dalam holder berlabel.
67. Perlindungan dari kelembaban: Bengkel kapal cenderung lembab — gunakan anti-moisture (silica gel, rust-preventive coating) dan pastikan ventilasi lemari alat.
68. Alat potong disimpan terproteksi: Mata bor, pahat, dan alat bertepi tajam disimpan dalam holder/sleeve pelindung agar tidak saling berbenturan (menumpulkan tepi) dan tidak melukai tangan saat mengambil.
69. Pelacakan peminjaman: Gunakan sistem check-in/check-out untuk alat yang dipinjam — mencegah alat hilang atau terlupa di dalam mesin/sistem.

Tool Box / Tool Chest Management

Tool box atau tool chest di atas kapal harus dikelola dengan baik mengingat keterbatasan ruang dan kenyataan bahwa alat yang hilang tidak mudah diganti di tengah laut.

Masalah Umum	Solusi
Alat sering hilang atau tidak kembali	Shadow board system — bayangan alat terlihat saat tidak ada; sistem peminjaman formal
Alat berkarat karena kelembaban	Silica gel dalam tool box; lap alat dengan oli ringan sebelum disimpan; ventilasi tool room
Alat rusak karena penyimpanan tidak tepat	Jangan menumpuk alat secara acak — alat bertepi tajam dalam holder, kunci dalam sorter

Masalah Umum	Solusi
Sulit menemukan ukuran yang diperlukan	Labeling yang jelas; sortir berdasarkan ukuran; gunakan tool box berlaci yang terorganisir
Alat tidak dikembalikan ke tempat asal	Briefing budaya 5S kepada semua awak mesin; pemeriksaan rutin oleh KKM

Prinsip 5S dalam Pengelolaan Bengkel Kapal

5S	Jepang	Indonesia	Penerapan di Bengkel Kapal
Sort (Seiri)	整理	Pilah	Identifikasi dan singkirkan alat yang rusak, tidak diperlukan, atau kelebihan dari area kerja
Set in Order (Seiton)	整頓	Tata	Tempatkan setiap alat pada tempatnya yang logis dan mudah dijangkau — shadow board
Shine (Seiso)	清掃	Bersihkan	Bersihkan bengkel dan alat secara rutin — kondisi bersih memudahkan deteksi kebocoran atau masalah baru
Standardize (Seiketsu)	清潔	Standarisasi	Standarkan cara penyimpanan dan perawatan alat — semua awak mesin mengikuti standar yang sama
Sustain (Shitsuke)	躰	Biasakan	Jaga konsistensi — 5S bukan kegiatan sekali saja, tapi budaya kerja yang dipertahankan setiap hari

RANGKUMAN BAB VIII

Topik	Poin Kunci
Pemilihan Alat	Right tool for the right job — ukuran tepat, material sesuai, kondisi baik
Perawatan Alat	Bersihkan setelah pakai, asah yang tumpul, ganti yang rusak, anti-karat
Shadow Board	Bayangan alat pada papan — mudah deteksi alat hilang/tidak kembali
Anti-Karat	Silica gel, ventilasi, lap dengan oli ringan sebelum disimpan
5S	Sort-Set-Shine-Standardize-Sustain — budaya bengkel kapal yang terorganisir

SOAL LATIHAN BAB VIII

A. Pilihan Ganda

70. Shadow board system dalam manajemen alat bengkel bertujuan untuk... a. Melindungi alat dari sinar matahari b. Memudahkan identifikasi alat yang hilang atau belum dikembalikan c. Menyimpan alat dalam kondisi gelap d. Mengurangi jumlah alat yang diperlukan
71. Dalam prinsip 5S, 'Seiso' berarti... a. Pilah b. Tata c. Bersihkan d. Standarisasi

72. Mengapa mata bor dan pahat harus disimpan dalam holder/sleeve pelindung terpisah?
- a. Agar mudah dihitung
 - b. Mencegah berbenturan yang menumpulkan tepi dan mencegah kecelakaan saat mengambil
 - c. Mencegah karat lebih cepat
 - d. Untuk keindahan penyimpanan

B. Soal Uraian

73. Jelaskan 7 faktor yang harus dipertimbangkan dalam memilih alat yang tepat untuk suatu pekerjaan di kapal!
74. Jelaskan sistem shadow board dan mengapa sistem ini sangat penting dalam manajemen alat bengkel kapal!
75. Jelaskan prinsip 5S dan bagaimana penerapannya dapat meningkatkan keselamatan dan efisiensi pekerjaan bengkel di kapal!
76. Sebutkan tanda-tanda yang menunjukkan bahwa sebuah power tool perlu diservis dan jelaskan perawatan rutin untuk mesin bor listrik dan angle grinder!

DAFTAR PUSTAKA

- Bohner, S. (2013). *Auto Mechanics: Technology and Expertise in Automotive Repair* (3rd ed.). Clifton Park: Cengage Learning.
- Cutting Tool Engineering Magazine. (2019). *Speeds and Feeds Reference Guide*. Chicago: CTE Publications.
- Garland, R. (2015). *Reeds Vol. 5: Ship Stability, Powering and Resistance*. London: Bloomsbury.
- Groover, M. P. (2013). *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems* (5th ed.). Hoboken: John Wiley & Sons.
- IMO. (2018). *ISM Code with Guidelines*. London: IMO.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI. (2018). *Silabus Mata Pelajaran SMK Kompetensi Keahlian Teknik Kapal Niaga*. Jakarta: Kemendikbud.
- Krar, S. F. & Check, A. F. (2012). *Technology of Machine Tools* (7th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Lincoln Electric. (2019). *The Procedure Handbook of Arc Welding* (14th ed.). Cleveland: Lincoln Electric.
- Sembiring, J. (2017). *Perkakas dan Permesinan Kapal*. Jakarta: Pustaka Maritim.
- Smith, D. (2016). *Welding Skills* (5th ed.). Tinley Park: Goodheart-Willcox.

GLOSARIUM

Istilah / Singkatan	Definisi
Angle Grinder	Gerinda sudut portabel — salah satu alat paling serbaguna dan berbahaya di bengkel kapal.
APD	Alat Pelindung Diri — perlengkapan keselamatan yang dikenakan untuk mengurangi risiko cedera.
Arc Eye / Welder's Flash	Cedera mata akibat paparan radiasi UV dari busur las tanpa perlindungan yang tepat.
Backfire / Flashback	Api balik ke dalam selang/torch pada las gas — sangat berbahaya.
Bottoming Tap	Tap ketiga dalam set tap — menyelesaikan ulir hingga ke dasar lubang buta.
Carbon Brush	Sikat arang pada motor listrik — komponen yang aus setelah jam operasi tertentu.
Chuck	Cekam mesin bubut — penjepit benda kerja pada spindle (3-jaw atau 4-jaw).
Cutting Speed	Kecepatan potong — kecepatan relatif antara tepi potong alat dan permukaan benda kerja (m/min).
End Mill	Cutter frais multi-tepi untuk slot, profil, dan permukaan vertikal.
Filler Material	Material tambahan (kawat/elektroda) yang meleleh dan bergabung dengan logam dasar saat pengelasan.
GMAW	Gas Metal Arc Welding — las busur dengan elektroda kawat dan gas pelindung (MIG/MAG).
GTAW	Gas Tungsten Arc Welding — las busur dengan elektroda tungsten non-consumable dan gas argon (TIG).
Hot Work Permit	Izin kerja untuk pekerjaan yang menghasilkan panas/percikan api di atas kapal.
HSS	High Speed Steel — baja kecepatan tinggi untuk mata bor dan pahat mesin.
Non-Sparking Tool	Alat tidak memercikkan api — terbuat dari tembaga/aluminium untuk area berbahaya.
OAW	Oxy-Acetylene Welding — las menggunakan nyala api campuran oksigen dan asetilen.
Permit to Work (PTW)	Sistem izin kerja formal untuk pekerjaan berbahaya di atas kapal.
Plasma Cutter	Alat potong yang menggunakan busur plasma untuk memotong logam konduktif dengan cepat.
Porositas	Cacat las berupa lubang/rongga dalam endapan las akibat gas terperangkap.
PTW	Permit to Work — lihat Permit to Work.
Shadow Board	Papan penyimpanan alat dengan bayangan/siluet alat — memudahkan identifikasi alat hilang.

Istilah / Singkatan	Definisi
Slag	Terak — lapisan oksida yang terbentuk di atas endapan las SMAW; harus dibersihkan.
SMAW	Shielded Metal Arc Welding — las elektroda terbungkus (stick welding), paling umum di kapal.
Snei (Die)	Alat untuk membuat ulir luar (external thread) pada batang/poros.
Tap	Alat untuk membuat ulir dalam (internal thread) pada lubang.
Torque Wrench	Kunci torsi — alat untuk mengencangkan baut dengan torque yang tepat sesuai spesifikasi.
TPI	Teeth Per Inch — jumlah gigi per inci pada mata gergaji — menentukan kekasaran pemotongan.
Undercut	Cacat las berupa cekungan di tepi jalur las — melemahkan sambungan.
5S	Metodologi manajemen tempat kerja: Sort, Set, Shine, Standardize, Sustain.