

DASAR-DASAR TEKNIK MESIN



**Pungkas Prayitno, Enni Sulfiana, Muh. Setiawan Sukardin, Jufri,
Lilla Puji Lestari, Hasbullah Panggabean, Mochamad Choifin,
Syaiful, Eko Winarno, Nur Fuadah, Bobie Suhendra**

DASAR-DASAR TEKNIK MESIN

**Pungkas Prayitno
Enni Sulfiana
Muh. Setiawan Sukardin
Jufri
Lilla Puji Lestari
Hasbullah Panggabean
Mochamad Choifin
Syaiful
Eko Winarno
Nur Fuadah
Bobie Suhendra**



GET PRESS INDONESIA

DASAR-DASAR TEKNIK MESIN

Penulis :

Pungkas Prayitno
Enni Sulfiana
Muh. Setiawan Sukardin
Jufri
Lilla Puji Lestari
Hasbullah Panggabean
Mochamad Choifin
Syaiful
Eko Winarno
Nur Fuadah
Bobie Suhendra

ISBN : 978-623-125-146-6

Editor : Ryan Effendi, S.T., M.T

Penyunting : Tri Putri Wahyuni, S.Pd

Desain Sampul dan Tata Letak : Atyka Trianisa, S.Pd

Penerbit : GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jln. Palarik Air Pacah No 26 Kel. Air Pacah
Kec. Koto Tangah Kota Padang Sumatera Barat
Website : www.getpress.co.id
Email : adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, April 2024

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Buku Dasar-Dasar Teknik Mesin ini.

Buku Ini Membahas Pengertian Teknik Mesin, Manfaat Teknik Mesin, Material, Mineral, Proses Dasar Teknik Mesin, Ruang Lingkup Teknik Mesin, Jenis-Jenis Alat yang Digunakan, Proses Kerja Teknik Mesin, Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Aplikasi Teknik Mesin.

Proses penulisan buku ini berhasil diselesaikan atas kerjasama tim penulis. Demi kualitas yang lebih baik dan kepuasan para pembaca, saran dan masukan yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Padang, April 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENGERTIAN TEKNIK MESIN	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Tujuan Dasar Dasar Teknik Mesin.....	3
1.3 Karakteristik Dasar Dasar Teknik Mesin	3
1.4 Luaran Dasar Dasar Teknik Mesin.....	6
DAFTAR PUSTAKA.....	9
BAB 2 MANFAAT TEKNIK MESIN.....	11
2.1 Pengantar Teknik Mesin.....	11
2.2 Manfaat Teknik Mesin dalam Berbagai Sektor	13
2.2.1 Kontribusi Teknik Mesin dalam Industri Otomotif .13	
2.2.2 Penerapan teknik mesin dalam industri energi	14
2.2.3 Peran teknik mesin dalam sektor pertanian dan pertambangan.....	15
2.3 Pencapaian Terkini dalam Teknik Mesin.....	16
2.4 Penerapan Teknik Mesin dalam Proyek-proyek Signifikan	18
2.4.1 Proyek-proyek inovatif yang menggunakan teknik mesin.....	18
2.4.2 Dampak dan manfaat dari penerapan teknik mesin dalam proyek-proyek tersebut	19
2.4.3 Kontribusi teknik mesin dalam menjaga keberlanjutan lingkungan	21
DAFTAR PUSTAKA.....	23
BAB 3 KOMPONEN DASAR MESIN	25
3.1 Pendahuluan.....	25
3.2 Poros	25
3.3 Pengikat	31
3.4 Bantalan	37
3.5 Roda Gigi, Sabuk, Rantai.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....	43

BAB 4 MATERIAL	45
4.1 Pendahuluan	45
4.1.1 Pengaruh Perkembangan Material pada Perkembangan Peradaban Manusia.....	45
4.1.2 Sejarah Perkembangan Material.....	47
4.2 Sifat-Sifat Material.....	50
4.2.1 Kekuatan Mekanik	51
4.2.2 Kekakuan	52
4.2.3 Elastisitas	52
4.2.4 Plastisitas	53
4.2.5 Tahan Geser (<i>Shear Strength</i>).....	54
4.2.6 Ketangguhan (<i>Toughness</i>)	54
4.2.7 Kekerasan (<i>Hardness</i>)	57
4.3 Klasifikasi Material	58
4.3.1 Klasifikasi Material berdasarkan kelompok.....	58
4.3.2 Klasifikasi Material berdasarkan Fungsi dan Kegunaan.....	61
4.3.3 Klasifikasi Material berdasarkan Strukturnya.....	64
4.4 Pemilihan Material	65
DAFTAR PUSTAKA	69
BAB 5 MINERAL	73
5.1 Pendahuluan	73
5.2 Sifat Mekanik.....	74
5.2.1 Tegangan dan Regangan.....	74
5.2.2 Kekuatan Tarik dan Tekan	76
5.2.3 Kekuatan Geser	76
5.2.4 Kekakuan dan Modulus Elastisitas	77
5.2.5 Keuletan dan Ketangguhan	77
5.2.6 Kekerasan.....	77
5.2.7 Sifat Lelah	77
5.3 Sifat Fisik Mineral.....	78
5.3.1 Massa Jenis dan Berat Jenis.....	78
5.3.2 Titik Leleh dan Titik Didih	78
5.3.3 Konduktivitas Termal dan Konduktivitas Listrik....	78
5.3.4 Kapasitas Kalor	79
5.3.5 Ketahanan Korosi	79
5.3.6 Mineral Logam.....	79

5.3.7 Besi dan Baja.....	80
5.4 Polimer	81
5.4.1 Struktur dan Sifat Polimer.....	81
5.4.2 Klasifikasi Polimer	82
5.4.3 Pengolahan dan Fabrikasi Polimer	82
5.4.4 Sifat Mekanik dan Fisik Polimer	83
5.4.5 Aplikasi Polimer	83
5.5 Komposit.....	85
5.5.1 Struktur dan Sifat Komposit	85
5.5.2 Jenis – Jenis Komposi	85
5.5.3 Pembuatan dan Fabrikasi Komposit.....	86
5.5.4 Sifat Fisik dan Mekanik Komposit	87
5.5.5 Aplikasi Komposit.....	87
5.6 Tinjauan Terhadap Mineral Baru.....	88
5.6.1 Nanopartikel	88
5.6.2 Mineral Smart.....	89
5.6.3 Mineral Biokompatibel	90
5.7 Kesimpulan dan Rekomendasi	90
DAFTAR PUSTAKA.....	92
BAB 6 PROSES DASAR TEKNIK MESIN.....	95
6.1 Pendahuluan.....	95
6.2 Proses Pemесinan (<i>Machining Process</i>).....	96
6.2.1 Mesin Bubut (<i>Turning</i>).....	96
6.2.2 Mesin Sekrap (<i>Shaping</i>).....	98
6.2.3 Mesin Milling (<i>Milling</i>)	100
6.2.4 Mesin Bor (<i>Driling</i>).....	103
6.2.5 Mesin Gerinda (<i>Grinding</i>)	104
6.3 Proses Pengelasan (<i>Welding Process</i>)	108
6.4 Proses Pengecoran (<i>Casting Process</i>).....	109
6.4.1 Cetakan.....	110
6.4.2 Pola	111
6.4.4 Penuangan.....	112
DAFTAR PUSTAKA.....	114
BAB 7 RUANG LINGKUP TEKNIK MESIN	115
7.1 Pendahuluan.....	115
7.2 Penjelasan Ruang Lingkup Teknik Mesin.....	116
7.3 Proses Manufaktur dan Sistem Produksi.....	118

7.3.1 Teknik Pemesinan	118
7.3.2 Jenis-jenis Teknik Pemesinan:.....	118
7.3.3 Teknik Pencetakan.....	119
7.3.4 Teknik Pengelasan	119
7.3.5 Sistem Produksi	120
7.4 Konversi Energi	120
7.4.1 Termodinamika	120
7.4.2 Mesin Fluida.....	121
7.4.3 Mesin Pembakaran Dalam.....	121
7.4.4 Energi Terbarukan.....	121
7.5 Penjelasan Material Teknik.....	122
7.5.1 Sifat-sifat Material.....	122
7.5.2 Metalurgi.....	122
7.5.3 Komposit.....	122
7.5.4 Material Cerdas	122
7.6 Mekatronika dan Robotika	123
7.6.1 Sistem Mekatronika.....	123
7.6.2 Robotika	123
7.6.3 Kontrol Sistem	123
7.6.4 Otomasi.....	124
DAFTAR PUSTAKA	126
BAB 8 JENIS-JENIS ALAT YANG DIGUNAKAN	127
8.1 Jenis-jenis Alat Pemesinan	127
8.2 Jenis alat-alat perkakas tangan (<i>hand tools</i>)	127
8.2.1 Ragum.....	128
8.2.2 Palu (<i>Hammer</i>)	128
8.2.3 Tang (<i>Piler</i>).....	129
8.2.4 Obeng (<i>Screw Drivers</i>).....	129
8.2.5 Kikir	130
8.2.6 Gergaji Tangan.....	131
8.2.7 Tap (<i>Thread Tap</i>)	132
8.2.8 Snai (<i>Thread Die</i>).....	132
8.2.9 Penitik (<i>Center Punch</i>)	133
8.2.10 Penggores (<i>Scriber</i>)	133
8.2.11 Penyiku (<i>Steel Square</i>)	134
8.2.12 Pahat (<i>Cold Chisel</i>)	134
8.2.13 Sikat Kawat (<i>Brush Wire</i>)	134

8.2.14 Meja Perata	135
8.2.15 Jangka	136
8.3 Jenis-Jenis Alat Ukur	136
8.3.1 Jangka Sorong (<i>Vernier Caliper</i>)	137
8.3.2 Mikrometer (<i>Micrometer</i>)	137
8.3.3 Dial indicator	138
8.3.4 Busur Derajat (<i>Protractor</i>)	139
8.3.5 <i>Screw Pitch Gauge</i>	139
8.3.6 <i>Vibration Meter</i>	140
8.3.7 <i>Water Pass/Straight Edge</i>	141
8.3.8 Mistar Baja	141
8.4 Jenis-jenis alat yang digunakan dalam proses pemesinan	142
8.4.1 Jenis-jenis alat yang digunakan dalam proses pembubutan (<i>turning</i>)	142
8.4.2 Jenis-jenis alat yang digunakan dalam proses mengefraisi (<i>milling</i>)	144
8.4.3 Jenis-jenis alat yang digunakan dalam proses pengelasan (<i>Welding</i>)	145
DAFTAR PUSTAKA	148
BAB 9 PROSES KERJA TEKNIK MESIN	149
9.1 Pengertian Proses Kerja Teknik Mesin	149
9.2 Persiapan Gambar Kerja	149
9.2.1 Standar Gambar Kerja	150
9.2.2 Etiket gambar	154
9.3 Persiapan dan Proses Pengerjaan	157
9.3.1 Pengertian WP.	158
9.3.2 Tujuan dan Manfaat WP	158
9.3.3 Bagian WP	158
9.3.4 Jenis Proses Pengerjaan	164
9.4 Kualitas Pengerjaan	164
9.4.1 Waktu	164
9.4.2 Ukuran	164
9.4.3 Tampilan	164
9.4.4 Format Nilai	165
DAFTAR PUSTAKA	169

BAB 10 ETIKA DAN KESELAMATAN KERJA DALAM	
TEKNIK MESIN.....	171
10.1 Defenisi etika.....	171
10.2 Keselamatan Kerja.....	174
10.2.1 Defenisi keselamatan kerja	174
10.2.2 Fungsi dan Tujuan keselamatan kerja	175
10.2.3 Prinsip dan pentingnya keselamatan kerja	176
10.2.4 Landasan hukum.....	179
10.2.5 Keselamatan kerja dalam Teknik Mesin.....	180
DAFTAR PUSTAKA	190
BAB 11 APLIKASI TEKNIK MESIN.....	191
11.1 Aplikasi Teknik Mesin dalam industri.....	191
11.1.1 Industri Manufaktur dan Proses Produksi.....	191
11.1.2 Industri Otomotif dan Transportasi.....	192
11.1.3 Energi dan Lingkungan.....	194
11.2 Aplikasi Teknik Mesin dalam dunia medis dan kesehatan	196
11.3 Aplikasi Teknik Mesin dalam dunia Teknologi Informasi dan Komunikasi.....	200
DAFTAR PUSTAKA	204
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Contoh tipe skema konfigurasi poros (a) Poros pendukung roda gigi (b) Poros penggerak kopling (c) Poros penggerak roda gila	27
Gambar 3.2. Pembuatan sketsa konseptual potongan untuk aplikasi desain poros (a) Posisi tata letak roda gigi dan bantalan (b) Sketsa pemasangan fitur (c) Sketsa potongan poros	29
Gambar 3.3. Prediksi displacement poros menggunakan model diameter konstan dan dimensi poros sebenarnya	30
Gambar 3.4. Variasi dasar tipe-tipe sambungan.....	33
Gambar 3.5. Jenis-jenis pengikat berulir	34
Gambar 3.6. Jenis-jenis washer dan mur	36
Gambar 3.7. Pengaruh zona penggunaan dan ketebalan pelapisan baut-mur terhadap usia pakai	37
Gambar 3.8. Contoh bantalan roll yang banyak tersedia di pasaran	38
Gambar 3.9. Spesifikasi bantalan.....	39
Gambar 3.10. Roda gigi spur terdapat pada rumah roda gigi yang diaplikasikan pada transmisi cordless hand-tool	40
Gambar 3.11. Sistem transmisi daya di industri dengan mengkombinasi puli-sabuk, rantai dan roda gigi	41
Gambar 3.12. Pengaruh masukan daya mekanis terhadap efisiensi roda gigi	42
Gambar 4.1. Evolusi sejarah material rekayasa – ditandai dengan lahirnya paduan entropi tinggi	50
Gambar 4.2. Grafik hubungan tegangan dan regangan	51
Gambar 4.3. Diagram kekuatan geser dan regangan geser	54

Gambar 4.4. (a) Skema profil penampang yang menunjukkan perambatan retakan sepanjang batas butir untuk intergranular patah. (b) Diambil dari fraktograf elektron menunjukkan permukaan rekahan intergranular	55
Gambar 4.5. Suhu - takik energi tumbukan (kurva A) dan persen patahan geser (kurva B) untuk baja A283.....	56
Gambar 4.6. Kurva skematik untuk tiga jenis dampak secara umum dari energi-versus-perilaku suhu	57
Gambar 4.6. Indentor untuk Brinell dan Uji kekerasan Rockwell.	58
Gambar 4.7. Kekuatan berbagai kategori material	61
Gambar 4.8. Klasifikasi berdasarkan Fungsi dan Kegunaan material.....	64
Gambar 4.9. Mikrograf baja tahan karat ditampilkan butir dan batas butir	65
Gambar 4.10. Ketangguhan patah sebagai fungsi dari kekuatan luluh untuk logam monolitik, keramik, dan komposit logam-keramik	67
Gambar 4.7. Parameter utama pemilihan material untuk situasi hipotetis untuk logam, keramik, dan komposit logam-keramik	68
Gambar 6.1. Paradigma Proses.....	95
Gambar 6.2. Mesin Bubut Conventional	97
Gambar 6.3. Jenis-jenis Pengerjaan Mesin Bubut	97
Gambar 6.4. Mesin Sekrap	98
Gambar 6.5. Jenis-jenis Pekerjaan Mesin Sekrap.....	98
Gambar 6.6. Penyanyatan <i>Horizontal</i>	99
Gambar 6.7. Penyanyatan Vertikal.....	99
Gambar 6.8. Penyanyatan Alur.....	100
Gambar 6.9. Mesin Frais.....	101
Gambar 6.10. Jenis-jenis Pisau Frais	101
Gambar 6.11. Contoh Pengerjaan pada Mesin Frais.....	103
Gambar 6.12. Mesin Bor.....	104

Gambar 6.13. Mesin Grinda Silindris	104
Gambar 6.14. Mesin Gerinda Internal	105
Gambar 6.15. Mesin Gerinda Datar	105
Gambar 6.16. Mesin Khusus Pemotong.....	106
Gambar 6.17. Mesin Tangan	106
Gambar 6.18. Mesin Gerinda Duduk	106
Gambar 6.19. Mesin Gerinda Berdiri	107
Gambar 6.20. Mesin Gerinda Poros Fleksible	107
Gambar 6.21. Mesin Gerinda (<i>Swing Frame</i>)	108
Gambar 6.22. Mesin Gerinda Abrasive.....	108
Gambar 6.23. Mesin Las Listrik.....	109
Gambar 6.24. Mesin Las Karbit (<i>Asetelin</i>)	109
Gambar 6.25. Pengecoran Logam.....	110
Gambar 6.26. Cetakan Pasir	111
Gambar 6.27. Pola Cetakan.....	112
Gambar 6.28. Proses Penuangan.....	113
Gambar 8.1. Ragum	128
Gambar 8.2. Palu	128
Gambar 8.3. Tang (<i>Piler</i>).....	129
Gambar 8.4. Obeng (<i>Screw Drivers</i>).....	130
Gambar 8.5. Kikir	130
Gambar 8.6. Gergaji Tangan	131
Gambar 8.7. Tap (<i>Thread Tap</i>)	132
Gambar 8.8. Snei (<i>Thread Die</i>)	132
Gambar 8.9. Penitik (<i>Center Punch</i>)	133
Gambar 8.10. Penggores (<i>Scriber</i>)	133
Gambar 8.11. Penyiku (<i>Steel Square</i>).....	134
Gambar 8.12. Pahat (<i>Cold Chisel</i>).....	134
Gambar 8.13. Sikat Kawat (<i>Brush Wire</i>).....	135
Gambar 8.14. Meja Perata	135
Gambar 8.15. Jangka.....	136
Gambar 8.16. Jangka Sorong (<i>Vernier Caliper</i>).....	137
Gambar 8.17. Mikrometer (<i>Micrometer</i>)	138
Gambar 8.18. Dial Indicator (<i>Dial Gauge</i>).....	138
Gambar 8.19. Busur Derajat (<i>Protractor</i>).....	139
Gambar 8.20. Crew Pitch Gauge	140
Gambar 8.21. Vibration Meter	140

Gambar 8.22. <i>Water Pass/Straight Edge</i>	141
Gambar 8.23. Mistar Baja	141
Gambar 8.24. Pahat Bubut.....	142
Gambar 8.25. Kunci <i>Chuck</i>	143
Gambar 8.26. Kunci L.....	143
Gambar 8.27. <i>Centre Drill</i>	143
Gambar 8.28. Arbor	144
Gambar 8.29. <i>Collet Chuck</i>	144
Gambar 8.30. Pemegang Kawat Las.....	145
Gambar 8.31. Kabel las	145
Gambar 8.32. <i>Face shield</i>	146
Gambar 8.33. <i>Ear plug</i>	146
Gambar 8.34. Masker.....	147
Gambar 9.1. Gambar Kerja.....	151
Gambar 9.2. Etiket Gambar	154
Gambar 9.3. Proses Pengerjaan	156
Gambar 9.4. Contoh Proses Pengerjaan.....	156
Gambar 9.5. Support Block.....	157
Gambar 9.6. Bagian WP	158
Gambar 9.7. Format Nilai.....	165
Gambar 10.1. Bagan Keselamatan Kerja	175
Gambar 10.2. Pekerja yang memahami bahaya pekerjaan.....	177
Gambar 10.3. Rambu-rambu keselamatan kerja.....	178
Gambar 10.4. Komponen keselamatan dan kesehatan kerja dalam lingkungan kerja.....	181
Gambar 10.5. Pelindung Tubuh.....	185
Gambar 10.6. Pelindung kaki	186
Gambar 10.7. Pelindung kepala.....	186
Gambar 10.8. Pelindung mata	187
Gambar 10.9. Helm untuk las dan pelindung pekerjaan gerinda	187
Gambar 10.10. Pelindung tangan	188
Gambar 10.11. Pelindung tangan	188
Gambar 10.12. Pelindung tangan	189
Gambar 10.13. Sabuk Pengaman.....	189
Gambar 10.14. Cara pemakaian sabuk pengaman.....	189

Gambar 11.1.	Mobil listrik.....	193
Gambar 11.2.	Alat Biomedik.....	197
Gambar 11.3.	Pengembangan produk implan local untuk patah tulang wajah oleh tim dari Fakultas Kedokteran Indonesia (FKUI) bersama Fakultas Teknik Universitas Indonesia	198
Gambar 11.4.	Foto implan tulang produk Zebmed+ baja nirkarat 316 L.....	199
Gambar 11.5.	Desain sistem pendingin air pada data center	200
Gambar 11.6.	Simulasi CFD dengan variasi jenis fluida pendingin pada sistem <i>immersion cooling</i> pada data center	201

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Materi dasar – dasar Teknik Mesin	4
Tabel 1.2. Materi dasar – dasar Teknik Mesin	7
Tabel 3.1. Tanda Identifikasi Pada Kepala Baut Standard ASTM dan SAE Spesifikasi, Beban Ijin, Kekuatan Tarik.....	35
Tabel 4.1. Contoh representatif, aplikasi, dan property untuk setiap kategori material	59
Tabel 9.1. Ukuran kertas gambar	150
Tabel 9.2. Jenis Ukuran dan Toleransi	152
Tabel 9.3. Tingkat ketelitian toleransi umum ukuran panjang.....	153
Tabel 9.4. Tingkat ketelitian toleransi umum ukuran radius dan kemiringan.....	153
Tabel 9.5. Tingkat ketelitian toleransi umum ukuran sudut.....	153
Tabel 9.6. Jenis ukuran, toleransi dan ketentuan Penilaian	166
Tabel 9.7. <i>Objective measuring point</i>	166

BAB 1

PENGERTIAN TEKNIK MESIN

Oleh Pungkas Prayitno

1.1 Pendahuluan

Dasar Dasar Teknik Mesin merupakan disiplin ilmu yang mengkaji tentang kompetensi dasar keterampilan keilmuan teknik pemesinan dan pembuatan (*machining and Manufacturing*). Pengetahuan ini merupakan Pengetahuan dasar kejuruan program keahlian Teknik Mesin (Heri Yudianto, dkk 2021),

Perkembangan Teknik mesin dimulai pada abad ke-18 setelah adanya revolusi industri yang pertama berkembang di Eropa, kemudian terus berkembang sampai saat ini sudah memasuki era revolusi 4.0. Perkembangan Keahlian teknik mesin semakin berkembang ke bidang nano teknologi, material komposit, mekatronika, dan robotika. Teknik mesin memiliki peran penting dalam penyelesaian masalah pada keteknikan diberbagai bidang seperti teknik perkapalan, penerbangan, perkeretaapian, otomotif, kelistrikan, teknik sipil, perikanan, bidang pertanian, bidang teknik kimia, dan bidang perminyakan bahkan sampai ke bidang peralatan penunjang Kesehatan (Jonathan Wickert and Kemper E. Lewis, 2013).

Teknik mesin merupakan disiplin ilmu aplikasi dari prinsip prinsip Matematika (khususnya kalkulus, persamaan diferensial, dan aljabar linier) Ilmu fisika dasar (termasuk fisika dan kimia) Statika dan dinamika yang dikembangkan secara luas sebagai ilmu Teknik seperti merancang, membuat (manufaktur), pengujian, dan memelihara atau perawatan mesin. Keahlian Teknik mesin memiliki keahlian untuk menggambar Teknik, mendesain dengan komputer dan membuat peralatan peralatan mesin seperti kendaraan otomotif, kapal laut, pesawat terbang, mesin industri, peralatan Kesehatan, pabrik industry dan peralatan lainnya, (Khurmi J.K. Gupta, 2005).

Teknik Mesin, seperti namanya, berkaitan dengan mekanisme pengoperasian sistem mekanis. Ini adalah cabang teknik yang meliputi desain, analisis, pengujian, pembuatan dan pemeliharaan sistem mekanis. Insinyur mesin dapat merancang komponen, mesin, sistem, atau proses. Insinyur mekanik akan menganalisis desain mereka menggunakan prinsip gerak, energi, dan gaya untuk memastikan produk berfungsi dengan aman, efisien, andal, dan dapat diproduksi dengan biaya yang kompetitif.

Berdasarkan konsep dasar fisika, gaya dapat dianggap sebagai pengaruh apa pun yang cenderung mengubah gerak suatu benda. Gaya dapat digambarkan sebagai tarikan atau dorongan pada suatu benda yang diakibatkan adanya interaksi benda tersebut dengan benda lain. Setiap interaksi yang terjadi diantara dua benda, maka terdapat gaya pada masing-masing benda tersebut. Jika beberapa interaksi tersebut berhenti, maka interaksi kedua benda tersebut tidak lagi memiliki gaya. Kekuatan gaya merupakan hasil interaksi antara suatu benda dengan benda lain, (Khurmi J.K. Gupta, 2005).

Gaya fundamental di alam semesta terdiri atas empat gaya diantaranya yaitu: gaya gravitasi, gaya elektromagnetik (Listrik), gaya Nuklir lemah dan gaya Nuklir kuat dalam urutan kekuatannya. Dalam mekanika, gaya dipandang sebagai penyebab gerak linier, sedangkan penyebab gerak rotasi disebut torsi. Aksi gaya dalam menyebabkan gerak dijelaskan oleh Hukum Newton (John Bird & Carl Ross, 2015).

Mesin adalah rangkaian alat atau peralatan yang mempunyai fungsi berdasarkan prinsip fisika yaitu perubahan bentuk dua energi dalam suatu system. Perubahan energi dalam bentuk lain dapat diubah pada mesin tersebut yaitu energi Listrik menjadi energi mekanik atau sebaliknya yaitu energi mekanik menjadi energi listrik. Adapun tujuan perubahan energi tersebut untuk mempermudah dan membantu pekerjaan manusia. Perubahan energi membutuhkan pemicu sebagai masukan awal untuk mentransfer energi yang diubah menjadi luaran tertentu sesuai yang di desain atau di buat. Dalam kamus Bahasa Indonesia (KBBI 2024), Mesin adalah suatu perkakas yang di manfaatkan untuk membuat atau menggerakkan sesuatu alat yang dijalankan dengan

mekanisme tertentu yang beroperasi dengan penggerak tenaga manusia maupun menggunakan penggerak motor atau mesin, menggunakan tenaga alam, elektrik dan atau menggunakan bahan bakar minyak. Mesin sederhana maupun mesin rumit memiliki perbedaan dari mesin utama dengan alat yang sederhana dan mekanisme pengoperasiannya berasal dari sumber tenaga yang bebas. Mesin memiliki komponen komponen yang dapat menunjukkan ke bagian bagian yang kerja secara berkesinambungan untuk melakukan usaha atau kerja, dengan mengurangi intensitas gaya yang di lakukan, dengan mengubah bentuk energi atau gaya dan merubah arah gaya ke bentuk lainnya (John Bird & Carl Ross, 2015).

1.2 Tujuan Dasar Dasar Teknik Mesin

Tujuan dasar dasar Teknik mesin yaitu membekali keilmuan pengetahuan dasar, keterampilan serta memiliki karakter (*hard skills* dan *soft skills*) seorang engineer, adapun pengetahuan yang akan di bahas dalam bab bab lainnya yaitu memahami:

1. Manfaat Teknik mesin,
2. Komponen dasar mesin,
3. Material,
4. Mineral,
5. Proses dasar Teknik mesin,
6. Ruang lingkup Teknik mesin,
7. Jenis jenis alat yang digunakan,
8. Jenis jenis bahan yang digunakan,
9. Proses kerja Teknik mesin,
10. Keselamatan dan Kesehatan kerja,

1.3 Karakteristik Dasar Dasar Teknik Mesin

Karakteristik dasar dasar Teknik mesin berpusat pada pengetahuan dasar yang harus dikuasai dan dimiliki oleh seorang engineer atau teknisi pemesinan sesuai dengan perkembangan teknologi dan dunia industri manufaktur mesin atau dunia kerja lainnya, melalui pelatihan serta pemahaman pemanfaatan Teknik mesin, Komponen dasar mesin, Material, Mineral, Proses dasar Teknik mesin, Ruang lingkup Teknik mesin, Jenis jenis alat yang

digunakan, Jenis jenis bahan yang digunakan, Proses kerja Teknik mesin, dan Keselamatan dan Kesehatan kerja. Materi ini terdiri beberapa elemen sebagai berikut:

Tabel 1.1. Materi dasar – dasar Teknik Mesin

Materi	Deskripsi
Manfaat Teknik mesin	Mempelajari tentang bidang ilmu pengetahuan yang dikombinasikan antara pengetahuan dan teknologi untuk menjawab permasalahan manusia dalam lingkup keilmuan keteknikan
Komponen dasar mesin	Mempelajari tentang perubahan energi dan sumber energinya. Seperti motor bakar, turbin uap, alat penukar panas, pompa dan kompresor, serta mesin mesin perkakas lainnya.
Material	Mempelajari tentang jenis-jenis material dan pengujian mekanikal properties seperti kekuatan tarik, mampu pemesinan (<i>machining</i>) dan memiliki sifat sifat kimia, fisik, mapu listrik yang berkaitan dengan fungsi tertentu dalam proses manufaktur.
Mineral	Mempelajari tentang geologi dan mineralogi, mineral atau spesies mineral, secara umum, adalah zat padat dengan komposisi kimia yang cukup jelas dan struktur kristal spesifik yang terbentuk secara alami dalam bentuk murni.
Proses dasar Teknik mesin	Mempelajari tentang bidang keilmuan keteknikan yang di

Materi	Deskripsi
	praktikan mengenai pengaplikasian teknologi dalam industri dan proses produksi seperti dasar pengukuran dengan alat ukur, penggunaan alat perkakas tangan sampai dengan bertenaga (mesin), serta penggunaan pengelasan, teknik pemesian, menggambar teknik CAD, solid work, CNC, 3D printing dan pembentukan jig, moulding dan manufaktur lainnya.
Ruang lingkup Teknik mesin	Mempelajari tentang proses produksi dan proses manufaktur, perancangan teknik, koversi Energi, Metalurgi, advance material dan kontruksi.
Jenis jenis alat yang digunakan	Mempelajari tentang software simulasi CAM-CNC, CAD, Solid work, 3D printing, Alat alat Ukur, perkakas tangan dan bermesin (gerinda, bor, miling, machining, Mesin bubut) dies dan moulding, mouldig plastik, fixtures, jig dan sejenisnya.
Jenis jenis bahan yang digunakan	Mempelajari tentang jenis-jenis bahan dan pengujian yang memiliki berbagai sifat sifat fisik, sifat kimia, sifat mampu listrik dan mampu pemesian terkait fungsi-fungsinya dalam proses manufaktur mesin seperti logam dan non logam
Proses kerja Teknik mesin	Mempelajari tentang proses proses kerja yang telah

Materi	Deskripsi
	berkembang dalam dunia industri mulai dari konvensional sampai dengan teknologi modern seperti digitalisasi dalam dunia industri, <i>Internet of Things</i> (IOT), <i>life cycle</i> produk, serta isu-isu aspek ketenagakerjaan dan perubahan iklim pemanasan global.
Keselamatan dan Kesehatan kerja	Penerapan budaya kerja industri dengan penerapan K3 seperti kerja yang aman dengan prosedur prosedur keadaan darurat, serta penerapan 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, dan Rajin) dalam etika kerja.

1.4 Luaran Dasar Teknik Mesin

Luaran dasar Teknik mesin memiliki beberapa ketrampilan khusus meliputi:

1. Mengikuti proses alur bisnis dalam bidang manufaktur mesin secara utuh dan menyeluruh.
2. Mengikuti perkembangan teknologi dan isu-isu global terkait dunia kerja industri dalam kegiatan manufaktur mesin.
3. Kewirausahaan (*Technopreneurship*), profesi dan peluang usaha dalam bidang manufaktur mesin.
4. Mengikuti kegiatan praktik industri yang berkaitan dengan seluruh proses produksi dan proses teknologi yang diaplikasikan dalam industri manufaktur mesin.
5. Menggambar teknik dasar lingkup teknik mesin
6. Menggambar Mesin Berbasis komputer

Tabel 1.2. Materi dasar – dasar Teknik Mesin

Ketrampilan	Deskripsi
Proses bisnis bidang manufaktur mesin.	Proses bisnis dalam bidang manufaktur yaitu perancangan produk (<i>Product Design</i>), Mata Rantai Pasok (<i>Supply Chain</i>), logistik, proses produksi pada industri manufaktur dan rekayasa, perawatan mesin, dan pengelolaan sumber daya manusia dengan memperhatikan potensi dan kearifan lokal (<i>local wisdom</i>).
Perkembangan teknologi di dunia industri dan dunia kerja serta isu-isu global dan ketenagakerjaan yang terkait dunia industri manufaktur mesin;	Proses kerja yang berkembang dalam dunia industri mulai dari konvensional sampai dengan modern seperti digitalisasi dalam dunia industri, <i>Internet of Things</i> (IOT), <i>life cycle</i> produk, serta isu-isu aspek ketenagakerjaan dan perubahan iklim pemanasan global.
Profesi dan kewirausahaan (<i>Technopreneurship</i>) dan peluang usaha dalam bidang manufaktur mesin.	Profesi (<i>Job Profile</i>) engineering dan kewirausahaan (<i>Technopreneurship</i>) serta peluang usaha dalam bidang manufaktur mesin.
Kegiatan praktik yang terkait dengan seluruh proses produksi dan teknologi yang diaplikasikan dalam industri manufaktur mesin;	praktik dasar yang terkait dengan seluruh proses produksi dan teknologi yang diaplikasikan dalam industri manufaktur, antara lain tentang software simulasi CAM-CNC, CAD, Solid work, 3D printing, Alat alat Ukur, perkakas tangan dan bermesin (gerinda, bor, miling, machining,

Ketrampilan	Deskripsi
	Mesin bubut) dies dan moulding, moulding plastik, fixtures, jig dan sejenisnya.
Menggambar teknik dasar lingkup teknik mesin.	Pengenalan macam macam peralatan dan software gambar, Teknik dasar menggambar komponen mesin, standarisasi dalam pembuatan gambar, serta praktik menggambar dan membaca gambar teknik.
Menggambar Mesin Berbasis komputer	menggambar mesin berbasis komputer ini akan memperdalam kemampuan dalam menggambar teknik khususnya pada bidang mesin, melakukan pemodelan dan visualisasi gambar 2D dan 3D baik dalam komputer maupun manual, sehingga mampu untuk menggambar secara utuh kandungan informasi pada suatu unit komponen dengan efektif dan mampu menerjemahkan dalam bentuk gambar kerja yang dapat dipergunakan sebagai petunjuk pengerjaannya dan dapat dimengerti secara benar oleh pihak terkait.

DAFTAR PUSTAKA

- Heri Yudianto, dkk. 2021. Buku Dasar-Dasar Teknik Mesin Program Keahlian Teknik Mesin, Penerbit: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia.
- Jonathan Wickert and Kemper E. Lewis. 2013. An Introduction to Mechanical Engineering 3rd edition, Publisher Global Engineering: Christopher M. Shortt, 200 First Stamford Place, Suite 400 Stamford, CT 06902 USA
- John Bird & Carl Ross. 2015. Mechanical Engineering Principles 3rd edition, Publisher by Routledge 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon OX14 4RN 711 Third Avenue, New York, NY 10017
- KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia), 2024. Kamus versi online/daring (Dalam Jaringan). di akses pada 30 Januari 2024. <https://kbbi.web.id>
- Khurmi J.K. Gupta, 2005. A Textbook Of Machine Design, Eurasia publishing house (pvt.) Ltd. Ram nagar, new delhi-110 055

BAB 2

MANFAAT TEKNIK MESIN

Oleh Enni Sulfiana

2.1 Pengantar Teknik Mesin

Sejarah teknik mesin melacak evolusi manusia dalam menciptakan dan menggunakan alat untuk memenuhi kebutuhan mereka. Dari zaman prasejarah hingga era modern, perkembangan teknik mesin telah memberikan kontribusi besar terhadap kemajuan manusia dalam berbagai bidang, mulai dari pertanian hingga manufaktur.

Zaman Prasejarah dan Awal Perkembangan. Dalam zaman prasejarah, manusia pertama kali mulai menggunakan alat sederhana yang terbuat dari batu, tulang, dan kayu untuk memenuhi kebutuhan mereka, seperti memotong, menumbuk, dan mengangkut barang. Perkembangan awal ini membentuk dasar bagi teknik mesin modern.

Revolusi Industri. Abad ke-18 menyaksikan revolusi industri yang mengubah wajah manusia. Dengan ditemukannya mesin uap, proses produksi massal menjadi mungkin dilakukan. Teknik mesin menjadi kunci dalam pembuatan mesin-mesin ini, mengarah pada pembangunan pabrik-pabrik besar dan meningkatkan efisiensi produksi secara dramatis.

Abad ke-20 dan Era Digital. Abad ke-20 melihat perkembangan pesat dalam teknologi mesin, dengan penemuan dan penerapan mesin-mesin baru seperti mesin diesel, mesin listrik, dan komputer. Revolusi digital membawa teknik mesin ke level yang lebih tinggi, dengan otomatisasi dan kontrol komputer yang mengubah cara produksi dan manufaktur dilakukan.

Perkembangan Terkini

Di era globalisasi dan teknologi informasi, teknik mesin terus mengalami perkembangan pesat. Dari mesin-mesin canggih dalam industri manufaktur hingga kendaraan listrik dan kendaraan tanpa

pengemudi, teknik mesin menjadi pendorong utama inovasi dalam berbagai sektor.

Sejarah dan perkembangan teknik mesin mencerminkan perjalanan panjang manusia dalam menciptakan dan menggunakan teknologi untuk meningkatkan kehidupan mereka. Dengan terus berlanjutnya inovasi dan penemuan baru, teknik mesin akan terus menjadi motor penggerak bagi kemajuan manusia di masa depan.

Teknik mesin memainkan peran penting dalam industri modern dengan memberikan fondasi teknis untuk desain, produksi, dan pemeliharaan berbagai sistem mekanis yang mendukung berbagai sektor ekonomi. Berikut adalah beberapa peran utama teknik mesin dalam industri modern:

1. Desain dan Pengembangan Produk

Teknik mesin berperan dalam desain dan pengembangan produk, mulai dari konsep awal hingga implementasi. Dengan menggunakan prinsip-prinsip ilmu material, termodinamika, dan mekanika, insinyur teknik mesin merancang produk-produk inovatif yang memenuhi kebutuhan pasar dan standar kualitas.

2. Proses Manufaktur dan Produksi

Teknik mesin bertanggung jawab atas pengembangan proses manufaktur yang efisien dan produktif. Melalui penelitian dan pengembangan teknologi, teknik mesin menciptakan metode produksi yang dapat meningkatkan throughput, mengurangi biaya produksi, dan meningkatkan kualitas produk.

3. Otomatisasi dan Robotika

Otomatisasi dan robotika adalah bagian integral dari industri modern, dan teknik mesin memainkan peran kunci dalam pengembangan sistem otomatisasi dan robotika. Dengan memanfaatkan keahlian dalam kontrol mesin, sensorika, dan pengolahan data, teknik mesin merancang dan mengimplementasikan sistem otomatisasi yang dapat meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi keterlibatan manusia dalam tugas-tugas berulang.

4. Pemeliharaan dan Perbaikan

Setelah produk-produk atau sistem-sistem mekanis dibuat, teknik mesin juga bertanggung jawab atas pemeliharaan dan

perbaikan mereka. Insinyur teknik mesin terlibat dalam pemeliharaan preventif, diagnosis masalah, dan perbaikan produk-produk mekanis untuk memastikan bahwa mereka tetap beroperasi secara optimal selama masa pakai mereka.

5. Inovasi dan Pengembangan Teknologi Baru

Terakhir, teknik mesin adalah pendorong utama inovasi dalam industri modern. Melalui penelitian dan pengembangan teknologi baru, teknik mesin menciptakan solusi-solusi baru untuk tantangan-tantangan teknis dan memperluas batas-batas kemungkinan dalam berbagai aplikasi industri. (Bernard Amadei, 2022)

2.2 Manfaat Teknik Mesin dalam Berbagai Sektor

2.2.1 Kontribusi Teknik Mesin dalam Industri Otomotif

1. Desain dan Pengembangan Mesin

Teknik mesin memainkan peran kunci dalam desain dan pengembangan mesin-mesin kendaraan. Insinyur teknik mesin merancang mesin-mesin yang efisien, kuat, dan ramah lingkungan untuk berbagai jenis kendaraan, mulai dari mobil, truk, hingga motor. Mereka memperhitungkan faktor-faktor seperti performa, emisi, dan konsumsi bahan bakar dalam proses desain.

2. Inovasi Teknologi Mesin

Industri otomotif terus berusaha untuk meningkatkan performa, efisiensi, dan keamanan kendaraan. Teknik mesin memainkan peran penting dalam mendorong inovasi teknologi mesin, seperti mesin yang lebih efisien secara bahan bakar, mesin listrik atau hybrid, dan teknologi-teknologi terkini seperti *turbocharging* dan *direct injection*.

3. Pengembangan Sistem Transmisi

Sistem transmisi merupakan komponen vital dalam kendaraan yang mengubah tenaga dari mesin ke roda. Teknik mesin terlibat dalam pengembangan sistem transmisi yang canggih, mulai dari transmisi manual tradisional hingga transmisi otomatis dan transmisi CVT (*Continuously Variable Transmission*), untuk meningkatkan performa dan efisiensi kendaraan.

4. Proses Produksi

Teknik mesin juga berperan dalam pengembangan proses produksi yang efisien dan tepat untuk memproduksi komponen-komponen otomotif. Dengan menggunakan teknologi manufaktur modern seperti CNC machining, die casting, dan 3D printing, teknik mesin membantu mengurangi biaya produksi dan meningkatkan kualitas komponen-komponen tersebut.

5. Perawatan dan Perbaikan Kendaraan

Setelah kendaraan diproduksi, teknik mesin juga memiliki peran dalam perawatan dan perbaikan kendaraan. Teknisi otomotif yang dilatih dalam teknik mesin bertanggung jawab atas pemeliharaan rutin, diagnosis masalah, dan perbaikan kendaraan untuk memastikan bahwa mereka tetap beroperasi secara optimal. (David A. Dornfeld. 2019)

2.2.2 Penerapan teknik mesin dalam industri energi

1. Pembangkit Listrik

Salah satu penerapan utama teknik mesin dalam industri energi adalah pada pembangkit listrik. Berbagai jenis mesin termal seperti turbin uap dan turbin gas digunakan untuk menghasilkan listrik dari berbagai sumber energi, mulai dari batu bara, minyak, gas alam, hingga energi panas bumi. Teknik mesin terlibat dalam desain, konstruksi, dan pemeliharaan mesin-mesin ini untuk memastikan efisiensi operasional yang maksimal.

2. Mesin Pembangkit Energi Terbarukan

Selain mesin-mesin termal, teknik mesin juga berperan dalam pengembangan mesin-mesin pembangkit energi terbarukan seperti turbin angin, turbin air, dan turbin gasifikasi biomassa. Insinyur teknik mesin merancang dan mengoptimalkan mesin-mesin ini untuk memanfaatkan sumber energi terbarukan secara efisien dan ramah lingkungan.

3. Sistem Pendinginan dan Pemanasan

Teknik mesin juga terlibat dalam pengembangan sistem pendinginan dan pemanasan yang efisien dalam industri energi.

Sistem-sistem ini digunakan dalam proses produksi energi untuk menjaga suhu mesin-mesin dan sistem-sistem lainnya agar tetap dalam batas yang aman dan optimal.

4. Transportasi Energi

Industri energi juga melibatkan transportasi energi dari sumber produksi ke konsumen akhir. Teknik mesin berperan dalam pengembangan sistem transportasi energi seperti pipa dan saluran distribusi, serta kendaraan-kendaraan khusus untuk transportasi energi seperti tanker minyak dan kapal angkut gas alam.

5. Pemantauan dan Kontrol

Terakhir, teknik mesin juga terlibat dalam pengembangan sistem pemantauan dan kontrol yang canggih untuk mengelola operasi industri energi secara efisien dan aman. Sistem-sistem ini menggunakan teknologi sensor, kontrol otomatis, dan sistem manajemen data untuk memantau kinerja mesin-mesin dan sistem-sistem energi serta mengambil tindakan korektif jika diperlukan.

2.2.3 Peran teknik mesin dalam sektor pertanian dan pertambangan

Sektor pertanian dan pertambangan merupakan dua sektor yang vital dalam menyokong kebutuhan pangan dan bahan mentah dalam perekonomian global. Teknik mesin memainkan peran yang sangat penting dalam meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan di kedua sektor ini. Berikut adalah beberapa contoh peran teknik mesin dalam sektor pertanian dan pertambangan:

1. Peralatan Pertanian Modern

Teknik mesin memainkan peran utama dalam pengembangan dan produksi peralatan pertanian modern. Mulai dari traktor, mesin penyemprot pestisida, hingga mesin panen otomatis, teknik mesin terlibat dalam desain, pengembangan, dan produksi peralatan yang meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam pertanian.

2. Irigasi dan Drainase

Teknik mesin juga berperan dalam pengembangan sistem irigasi dan drainase yang efisien dalam pertanian. Sistem irigasi

modern menggunakan teknologi pengaturan air yang canggih untuk memastikan tanaman mendapatkan air dengan jumlah dan waktu yang tepat, sementara sistem drainase membantu mengelola air berlebih dan mencegah terjadinya genangan air.

3. Pemanenan dan Penyimpanan

Dalam sektor pertanian, teknik mesin membantu dalam pengembangan sistem pemanenan yang efisien dan hemat biaya. Mesin-mesin panen modern memungkinkan pemanenan tanaman secara cepat dan efisien, sehingga meminimalkan kerugian hasil dan waktu. Selain itu, teknik mesin juga terlibat dalam pengembangan teknologi penyimpanan yang aman dan efisien untuk menjaga kualitas hasil pertanian.

4. Peralatan Pertambangan Modern

Dalam sektor pertambangan, teknik mesin memainkan peran penting dalam pengembangan peralatan modern seperti mesin bor, alat berat, dan peralatan pengolahan mineral. Peralatan ini dirancang untuk meningkatkan produktivitas, keamanan, dan efisiensi dalam kegiatan eksplorasi, penambangan, dan pengolahan mineral.

5. Pengelolaan Limbah

Teknik mesin juga terlibat dalam pengembangan teknologi pengelolaan limbah dalam sektor pertanian dan pertambangan. Sistem-sistem pengolahan limbah modern membantu mengelola limbah organik dan anorganik dengan lebih efisien dan ramah lingkungan, serta meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. (J. K. Yates & Daniel Castro-Lacouture, dkk. 2014)

2.3 Pencapaian Terkini dalam Teknik Mesin

Teknik mesin terus mengalami perkembangan pesat dengan adanya penelitian dan inovasi teknologi baru. Berbagai teknologi terbaru dalam bidang ini memiliki potensi besar untuk mengubah cara kita bekerja, hidup, dan berinteraksi dengan lingkungan sekitar. Berikut adalah beberapa contoh teknologi terbaru dalam bidang teknik mesin:

1. *Additive Manufacturing* (Manufaktur Additif)
Additive manufacturing, atau yang lebih dikenal dengan 3D printing, telah menjadi teknologi yang semakin populer dalam bidang teknik mesin. Dengan menggunakan teknik ini, produk dapat dicetak secara *layer-by-layer* dengan menggunakan berbagai jenis material seperti plastik, logam, dan bahkan bahan biologis. Teknologi ini memungkinkan pembuatan produk-produk dengan desain yang lebih kompleks, *prototyping* cepat, dan produksi massal yang fleksibel.
2. *Artificial Intelligence* (Kecerdasan Buatan)
Kecerdasan buatan telah menjadi fokus utama dalam pengembangan teknologi mesin modern. Dalam konteks teknik mesin, AI digunakan untuk meningkatkan otomatisasi, pengawasan, dan pengendalian sistem-sistem mekanis. Contohnya termasuk penggunaan algoritma machine learning untuk meningkatkan efisiensi mesin-mesin produksi, analisis big data untuk pemeliharaan prediktif, dan pengembangan sistem kendali adaptif yang cerdas.
3. *Internet of Things* (IoT)
Internet of Things (IoT) memungkinkan konektivitas antara perangkat-perangkat mekanis yang berbeda melalui jaringan internet. Dalam teknik mesin, IoT digunakan untuk memantau kinerja mesin, mendeteksi kerusakan atau kegagalan, dan mengoptimalkan operasi mesin secara real-time. Teknologi ini memberikan kemampuan untuk pemantauan jarak jauh, prediksi kerusakan, dan manajemen energi yang lebih efisien.
4. Nanoteknologi
Nanoteknologi memungkinkan manipulasi dan kontrol material dalam skala nanometer, membuka pintu untuk pembuatan material-material baru dengan sifat-sifat yang unik dan inovatif. Dalam bidang teknik mesin, nanoteknologi digunakan untuk pengembangan material-material yang lebih kuat, ringan, dan tahan terhadap korosi dan keausan. Contohnya termasuk penggunaan

nanomaterial dalam pembuatan komponen kendaraan, alat-alat medis, dan peralatan industri.

5. Energisasi Bersih

Dengan meningkatnya kepedulian terhadap lingkungan dan perubahan iklim, teknologi mesin juga berfokus pada pengembangan solusi-solusi energi bersih. Inovasi-inovasi seperti motor listrik, kendaraan bertenaga hidrogen, dan sistem energi terbarukan semakin menjadi perhatian dalam upaya untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan mempercepat transisi menuju energi bersih.

2.4 Penerapan Teknik Mesin dalam Proyek-proyek Signifikan

2.4.1 Proyek-proyek inovatif yang menggunakan teknik mesin

1. **Robot Penyelamat Bawah Air:** Proyek ini melibatkan pengembangan robot penyelamat yang dapat beroperasi di bawah air untuk mencari dan menyelamatkan korban dalam situasi darurat seperti bencana alam atau kecelakaan kapal. Teknik mesin digunakan dalam desain dan pengembangan robot, termasuk sistem propulsi, struktur bahan, dan sistem navigasi.
2. **Mobil Listrik Otonom:** Tim insinyur teknik mesin bekerja sama dengan ahli dalam bidang teknologi otomotif dan kecerdasan buatan untuk mengembangkan mobil listrik otonom. Proyek ini melibatkan desain dan konstruksi kendaraan, pengembangan sistem kendali otomatis, dan integrasi teknologi sensor untuk navigasi mandiri.
3. **Pertanian Vertikal Otomatis:** Proyek ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pertanian vertikal otomatis yang dapat diterapkan di dalam bangunan perkotaan untuk produksi tanaman secara efisien. Teknik mesin digunakan dalam pengembangan sistem hidroponik, otomatisasi irigasi, dan kontrol lingkungan untuk memastikan kondisi pertumbuhan yang optimal.
4. **Pengembangan Prostetik yang Terjangkau:** Tim teknik mesin bekerja sama dengan ahli dalam bidang kedokteran untuk mengembangkan prostetik yang terjangkau dan mudah

diakses oleh masyarakat yang membutuhkan. Proyek ini melibatkan desain, produksi, dan pengujian prototipe prostetik menggunakan teknologi manufaktur canggih.

5. **Teknologi Penyaring Udara Portabel:** Proyek ini bertujuan untuk mengembangkan teknologi penyaring udara portabel yang dapat digunakan oleh individu dalam kondisi polusi udara tinggi. Tim teknik mesin terlibat dalam desain dan pengembangan perangkat, termasuk sistem filter udara, baterai, dan sistem kontrol untuk meningkatkan kinerja dan portabilitas.
6. **Perangkat Lunak Pengelolaan Energi:** Tim insinyur teknik mesin bekerja sama dengan ahli dalam bidang teknologi informasi untuk mengembangkan perangkat lunak pengelolaan energi yang dapat membantu perusahaan dan rumah tangga mengoptimalkan penggunaan energi mereka. Proyek ini melibatkan pengembangan algoritma optimasi energi, analisis data besar, dan integrasi dengan perangkat keras yang ada.
7. **Pengembangan Material Ramah Lingkungan:** Proyek ini bertujuan untuk mengembangkan material konstruksi ramah lingkungan yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari bangunan hingga kendaraan. Tim teknik mesin terlibat dalam penelitian material baru, pengujian kekuatan dan keberlanjutan, serta pengembangan proses manufaktur yang efisien.

2.4.2 Dampak dan manfaat dari penerapan teknik mesin dalam proyek-proyek tersebut

1. Robot Penyelamat Bawah Air:

- a. **Dampak:** Kemampuan robot untuk beroperasi di bawah air dapat meningkatkan efisiensi dan kecepatan dalam pencarian dan penyelamatan korban dalam situasi darurat di perairan dalam.
- b. **Manfaat:** Penyelamatan yang lebih cepat dan tepat dapat menyelamatkan nyawa dalam situasi darurat seperti kecelakaan kapal atau bencana alam.

2. Mobil Listrik Otonom:

- a. **Dampak:** Pengembangan mobil listrik otonom dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mengurangi emisi gas rumah kaca.
- b. **Manfaat:** Mobilitas yang lebih ramah lingkungan dan efisien, serta kemungkinan pengurangan kecelakaan lalu lintas melalui teknologi kendaraan otonom.

3. Pertanian Vertikal Otomatis:

- a. **Dampak:** Pengembangan sistem pertanian vertikal otomatis dapat meningkatkan produksi tanaman dalam lingkungan perkotaan yang terbatas.
- b. **Manfaat:** Peningkatan ketersediaan dan aksesibilitas produk pertanian lokal, pengurangan biaya transportasi dan penggunaan lahan, serta mendukung ketahanan pangan di perkotaan.

4. Pengembangan Prostetik yang Terjangkau:

- a. **Dampak:** Prostetik yang terjangkau dan mudah diakses dapat meningkatkan kualitas hidup dan kemandirian bagi individu yang membutuhkan.
- b. **Manfaat:** Aksesibilitas yang lebih luas terhadap perawatan kesehatan yang inovatif dan meningkatkan mobilitas dan kualitas hidup bagi pengguna prostetik.

5. Teknologi Penyaring Udara Portabel:

- a. **Dampak:** Penyaring udara portabel dapat membantu individu mengurangi risiko terkena polusi udara di lingkungan yang tercemar.
- b. **Manfaat:** Meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan masyarakat, mengurangi risiko penyakit pernapasan dan dampak negatif polusi udara.

6. Perangkat Lunak Pengelolaan Energi:

- a. **Dampak:** Perangkat lunak pengelolaan energi dapat membantu perusahaan dan rumah tangga mengoptimalkan penggunaan energi mereka, mengurangi konsumsi energi dan emisi karbon.
- b. **Manfaat:** Penghematan biaya energi, pengurangan dampak lingkungan, dan peningkatan kesadaran akan efisiensi energi.

7. Pengembangan Material Ramah Lingkungan:

- a. **Dampak:** Pengembangan material konstruksi ramah lingkungan dapat mengurangi jejak karbon dan limbah lingkungan dari industri konstruksi.
- b. **Manfaat:** Pengurangan dampak lingkungan, peningkatan keberlanjutan, dan promosi penggunaan material hijau dalam industri konstruksi. (Braden R. Allenby. 2011)

2.4.3 Kontribusi teknik mesin dalam menjaga keberlanjutan lingkungan

1. **Pengembangan Energi Bersih:** Teknik mesin berperan dalam pengembangan teknologi energi bersih seperti energi surya, angin, hidro, dan geotermal. Ini termasuk desain dan produksi peralatan energi terbarukan seperti panel surya, turbin angin, dan pembangkit listrik tenaga air. Dengan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, teknologi ini membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dan dampak negatifnya terhadap lingkungan.
2. **Efisiensi Energi:** Teknik mesin terlibat dalam pengembangan teknologi yang meningkatkan efisiensi energi dalam berbagai aplikasi, mulai dari transportasi hingga manufaktur. Contohnya termasuk penggunaan mesin yang lebih efisien secara bahan bakar, teknologi hybrid dan listrik dalam kendaraan, dan sistem manajemen energi yang cerdas dalam bangunan dan industri. Dengan mengurangi konsumsi energi yang tidak efisien, kita dapat mengurangi jejak karbon dan mengurangi tekanan pada sumber daya alam.
3. **Manajemen Limbah:** Teknik mesin berkontribusi dalam pengembangan teknologi pengolahan limbah yang efektif dan ramah lingkungan. Ini mencakup pengembangan sistem daur ulang, pengelolaan limbah industri, dan teknologi pemurnian air. Dengan mengurangi pencemaran lingkungan dan memaksimalkan pemanfaatan sumber daya, teknologi ini membantu menjaga keberlanjutan lingkungan.
4. **Desain Ramah Lingkungan:** Teknik mesin berperan dalam pengembangan desain produk dan sistem yang ramah lingkungan. Ini termasuk penggunaan material ramah

lingkungan, desain yang efisien secara energi, dan analisis siklus hidup produk. Dengan mempertimbangkan dampak lingkungan dari tahap perancangan hingga pemakaian dan pembuangan, teknologi ini membantu mengurangi jejak ekologis produk dan sistem.

5. **Pengembangan Transportasi Berkelanjutan:** Teknik mesin terlibat dalam pengembangan transportasi berkelanjutan seperti kendaraan listrik, transportasi umum yang efisien, dan sistem transportasi pintar. Dengan mempromosikan penggunaan transportasi yang ramah lingkungan dan mengurangi kemacetan lalu lintas, teknologi ini membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dan polusi udara dari kendaraan bermotor. (Murat Eyvaz & Elizabeth J. Opila. 2019)

DAFTAR PUSTAKA

- Bernard Amadei. 2022. *Engineering for Sustainable Future*.
- Zhenyu Liu. 2019. *Mechanical Engineering and Sustainability: Proceedings of the 2nd International Symposium on Mechanical Engineering and Material Science*. ISMEMS 2019
- J. K. Yates & Daniel Castro-Lacouture, dkk. 2014. *Sustainability in Engineering Design and Construction*.
- David A. Dornfeld. 2019. *Green Manufacturing: Fundamentals and Applications*
- Murat Eyvaz & Elizabeth J. Opila. 2019. *Engineering Solutions for Sustainability: Materials and Resources II*
- Paul A. Tres & David R. Shonnard. 2018. *Sustainable Engineering: Principles and Practice*
- Braden R. Allenby. 2011. *Engineering Solutions for Sustainability: Materials and Resources II*

BAB 3

KOMPONEN DASAR MESIN

Oleh Muh. Setiawan Sukardin

3.1 Pendahuluan

Aktivitas desain mesin melibatkan pemberian bentuk dan memastikan fungsionalitas produk. Fungsi mesin tergantung pada perangkat yang memodifikasi gaya atau gerakan dan terdiri dari sejumlah elemen yang saling terkait. Contohnya adalah *gear box* yang memodifikasi kecepatan, torsi, karakteristik penggerak utama agar sesuai dengan beban. Elemen-elemen mesin diantaranya; poros, bantalan, pengikat, roda gigi. Rangkaian elemen semacam ini yang memodifikasi gaya atau gerak hingga disebut mesin. Unit yang saling terkait dikenal sebagai elemen mesin (Childs, 2014).

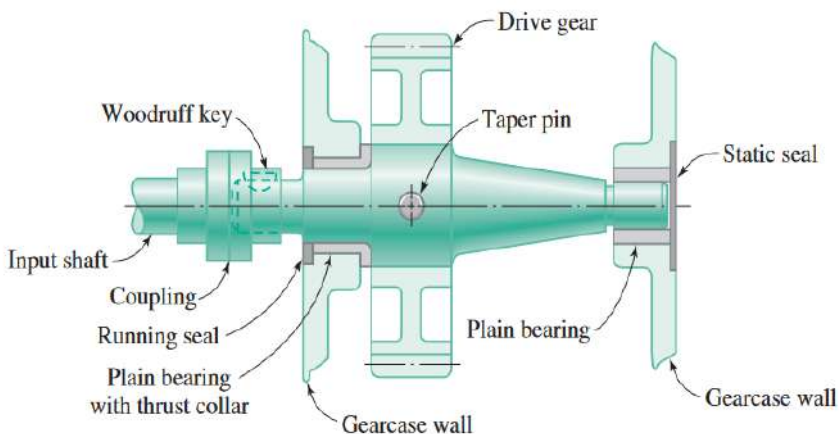
Dalam perancangan mesin dan elemen mesin dipertimbangkan gerakan, gaya, dan perubahan energi yang terlibat sehingga ukuran, bentuk, dan bahan setiap elemen mesin yang membentuk seluruh mesin dapat ditentukan (Robert L. Mott, Edward M. Vavrek, 2018). Banyak elemen mesin melibatkan gerakan relatif antara komponen dan gesekan. Mesin yang efisien diharapkan kehilangan energi yang minimal karena gesekan. Material yang umum digunakan pada poros, baut-mur, rantai adalah *dead carbon steel*. Material ini memiliki persentase karbon yang sangat rendah, bervariasi antara 0,05 hingga 0,15% dengan kekuatan tarik 390 N/mm² dan kekerasan 115 BHN (Singh, 2006).

3.2 Poros

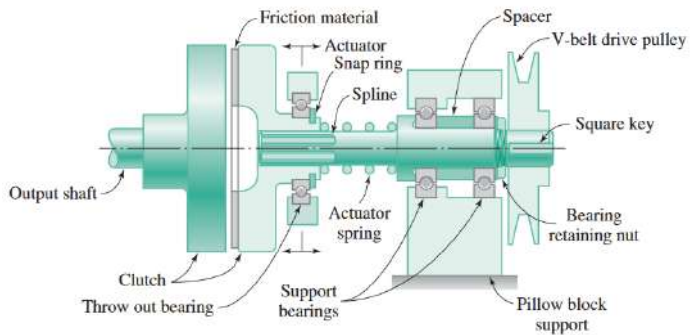
Hampir semua mesin melibatkan transmisi daya dari suatu masukan sumber daya ke keluaran kerja. Sumber masukan, biasanya motor listrik, motor pembakaran dalam atau luar. Tenaga sebagai torsi penggerak putar menyuplai energi ke poros masukan mesin, melalui beberapa jenis kopling. Sebuah poros biasanya merupakan elemen silinder yang relatif

panjang yang ditopang oleh bantalan, dan dibebani torsi yang melintang dan/atau arah aksial saat mesin beroperasi. Beban operasional pada suatu poros timbul dari elemen-elemen yang terpasang pada poros, seperti roda gigi, puli-sabuk, *sproket*-rantai, roda gila, atau bantalan yang dipasang pada poros yang menopangnya. Beberapa contoh skema tipe konfigurasi poros ditunjukkan pada Gambar 3.1. (Jack A. Collins, 2010).

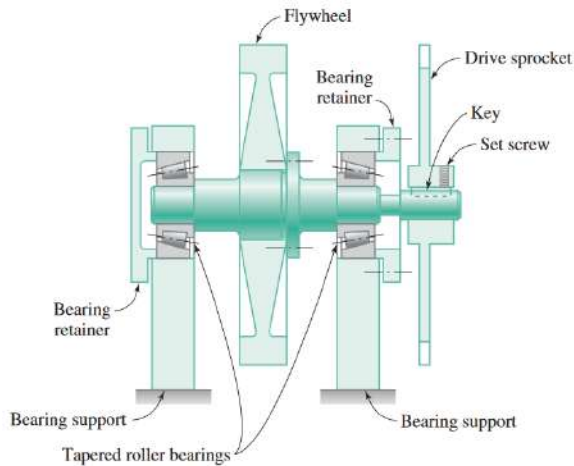
Kebanyakan poros transmisi tenaga berbentuk silinder, dan silinder bertingkat. Dalam aplikasi khusus, poros bisa berbentuk persegi, persegi panjang, atau bentuk melintang lainnya. Biasanya poros berputar dan ditopang oleh bantalan yang dipasang pada rangka tetap (Childs, 2014). Namun terkadang, poros dipasang pada *housing*, sehingga bantalan roda gigi idler, katrol, atau roda dapat dipasang di atasnya. Pasak kaku yang berfungsi menahan roda gigi yang terikat dengan poros disebut spindel. Proses produksi dan perlakuan material berbiaya lebih rendah diperlukan untuk meningkatkan ketahanan lelah (*fatigue*) pada poros yang dibuat dari baja karbon rendah pada proses pembuatan poros (K. G. Swift, 2013).



(a) Poros pendukung roda gigi



(b) Clutch drive shaft



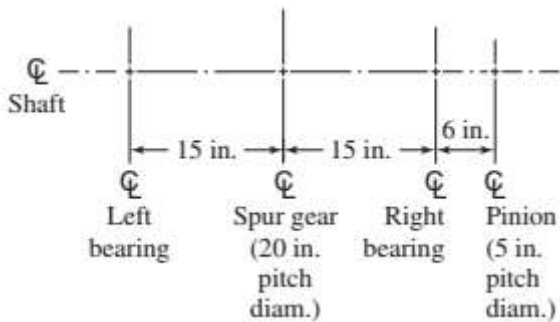
(c) Poros penggerak roda gila

Gambar 3.1. Contoh tipe skema konfigurasi poros (a) Poros pendukung roda gigi (b) Poros penggerak kopling (c) Poros penggerak roda gila

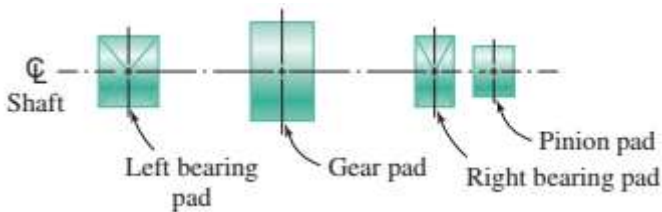
Sumber : (Jack A. Collins, 2010)

Poros transmisi daya sangat dibutuhkan pada hampir semua jenis mesin dan peralatan mekanis. Desain dan pemilihannya paling sering dilakukan pada proses desain mesin. Pada umumnya poros didesain untuk penempatan posisi roda gigi, katrol, *sproket*, dan bantalan pendukung sepanjang sumbu poros ditentukan oleh spesifikasi fungsional. Tata letak posisi awal elemen-elemen ini adalah langkah pertama desain poros.

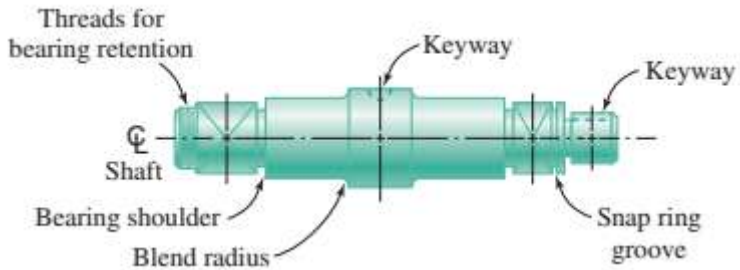
Sketsa konseptual konfigurasi poros dibuat, menunjukkan fitur utama yang diperlukan untuk pemasangan dan penempatan elemen disepanjang poros. Pertimbangan penempatan tumpuan untuk posisi bantalan atau roda gigi yang akurat. Pemasangan bantalan yang ditinggikan untuk memudahkan menekan roda gigi atau bantalan ke dalam atau ke luar poros (Jack A. Collins, 2010). Rencana penggunaan kelengkapan atau fitur-fitur penahan pada poros seperti kunci, *spline*, *pin*, sekrup, atau cincin penahan, juga dapat disertakan di dalamnya. Sketsa konseptual poros digambar sebelum perhitungan desain dibuat. Itu pembuatan sketsa konseptual pertama untuk aplikasi desain poros baru diilustrasikan dalam Gambar 3.2.



(a) Posisi tata letak roda gigi dan bantalan sesuai pedoman dengan persyaratan fungsional mesin



(b) Sketsa pemasangan fitur poros diperlukan untuk roda gigi dan bantalan



(c) Sketsa potongan poros dengan menghubungkan fitur kedudukan, fitur *shoulder*, *fillet*, dan penahan

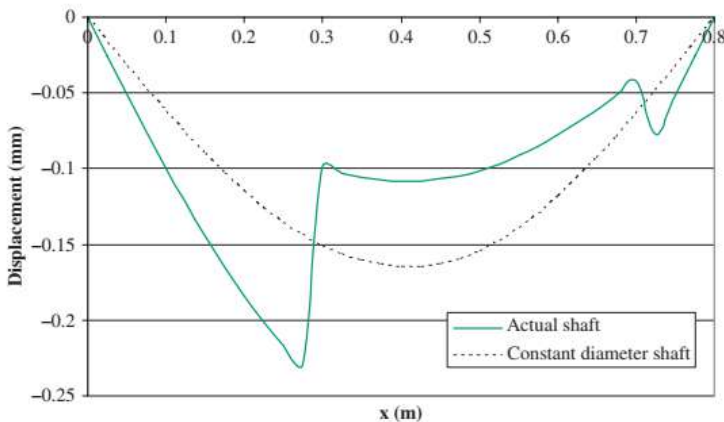
Gambar 3.2 Pembuatan sketsa konseptual potongan untuk aplikasi desain poros (a) Posisi tata letak roda gigi dan bantalan
(b) Sketsa pemasangan fitur (c) Sketsa potongan poros
Sumber : (Jack A. Collins, 2010)

Adapun Prosedur mendesain poros sebagai berikut (Robert L. Mott, Edward M. Vavrek, 2018) :

1. Tentukan kecepatan putaran poros.
2. Tentukan daya atau torsi yang akan ditransmisikan poros.
3. Menentukan desain komponen transmisi daya atau perangkat lain yang akan dipasang pada poros, dan tentukan lokasi yang diperlukan untuk setiap perangkat.
4. Tentukan letak bantalan yang menopang poros.
5. Usulkan bentuk umum geometri poros, mempertimbangkan bagaimana setiap elemen pada poros.
6. Tentukan besarnya torsi yang ditinjau pada semua titik poros.
7. Tentukan gaya-gaya yang dikerjakan pada poros secara radial dan aksial.
8. Uraikan gaya radial komponen-komponen dalam arah tegak lurus.
9. Tentukan gaya reaksi pada semua bantalan pendukung.
10. Tentukan gaya geser dan tekukan yang sempurna diagram momen untuk mengetahui distribusi momen lentur pada poros.

11. Pilih bahan dari mana poros akan dibuat, dan tentukan kondisinya. Material poros disarankan berbahan baja karbon biasa atau baja paduan dengan medium kandungan karbon.
12. Tentukan tegangan desain yang sesuai, dengan mempertimbangkan sifat pembebanan (tetap, periodik, periodik acak).
13. Analisa setiap titik kritis poros untuk menentukan diameter poros minimum.
14. Tentukan dimensi akhir, permukaan akhir, toleransi, detail dimensi geometris, jari-jari *fillet*, ketinggian *shoulder*, dimensi dudukan pengunci, geometri alur cincin penahan untuk setiap bagian poros.

Displacement untuk poros berdiameter seragam 87,5 mm dan *displacement* poros aktual seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3. “Lonjakan” pada *displacement* aktual disebabkan oleh transisi antara dua diameter poros dan perubahan EI.



Gambar 3.3. Prediksi displacement poros menggunakan model diameter konstan dan dimensi poros sebenarnya

Sumber : (Jack A. Collins, 2010)

Prediksi menggunakan superposisi dan diameter poros “*equivalen*” terlihat bahwa *displacement* poros yang kira-kira 30 persen lebih rendah dari *displacement* sebenarnya. Estimasi *slope* menggunakan diameter poros yang seragam dengan

estimasi *displacemen* lereng. Penggunaan diameter poros yang “*equivalen*” untuk memodelkan *displacement* poros hanya dipakai sebagai prediksi awal dan tidak pernah digunakan untuk analisis desain akhir.

3.3 Pengikat

Hampir semua mesin dan struktur, baik besar maupun kecil, terdiri dari kumpulan bagian-bagian individual, diproduksi secara terpisah, dan digabungkan untuk menghasilkan barang yang utuh (Childs, 2014). Sambungan-sambungan antar bagian harus mendapat perhatian khusus oleh desainer karena pada sambungan terdapat diskontinuitas geometri yang cenderung mengganggu aliran gaya seragam. Akibatnya, tegangan pada suatu sambungan menjadi tinggi (karena konsentrasi tegangan) dan tegangan lokal yang tinggi. Sambungan juga menyatukan bagian permukaan antar komponen yang memiliki bahan berbeda yang memungkinkan berkontribusi terhadap ketidakselarasan yang merusak.

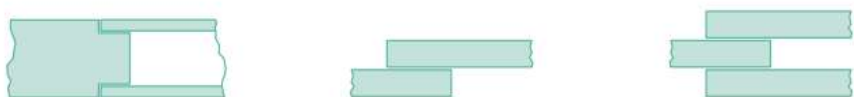
Jika memungkinkan, sambungan pengikat antar komponen sebaiknya dihilangkan. Namun, untuk memudahkan pembuatan, untuk mengakomodasi pengiriman mesin, memudahkan proses perawatan atau penggantian suku cadang, sehingga sambungan pengikat menjadi kebutuhan. Konfigurasi sambungan struktural yang lebih umum meliputi sambungan *butt*, sambungan *lap*, sambungan *flange*, sambungan *sandwich*, sambungan muka, sambungan bergerak, sambungan kombinasi dari semuanya. Lihat gambar 3.4.

Pemilihan jenis sambungan yang akan digunakan dan metode pengikatannya bergantung pada banyak faktor, diantaranya; 1) arah pembebanan, 2) besar beban, 3) karakteristik spektrum beban, apakah sambungan tersebut bebannya simetris atau eksentrik, 4) bahan yang akan disambung sama atau berbeda, ukuran, ketebalan, geometri, dan 5) berat bagian yang akan disambung, 6) ketepatan penyelarasan, 7) toleransi dimensi yang diperlukan, apakah sambungan tersebut bersifat permanen atau dapat dilepas,

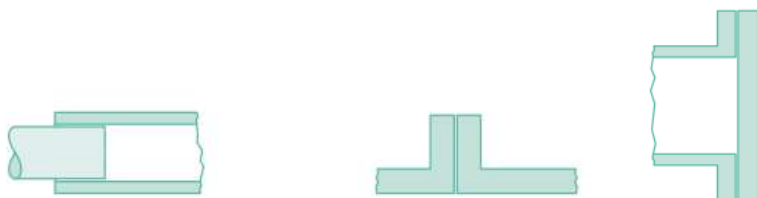
apakah sambungan harus disegel dengan tekanan, dan biaya perakitan (Childs, 2014).



(a) Sambungan *butt (edge)* (b) Sambungan *butt (tee)* (c) Sambungan *butt (silinder)*



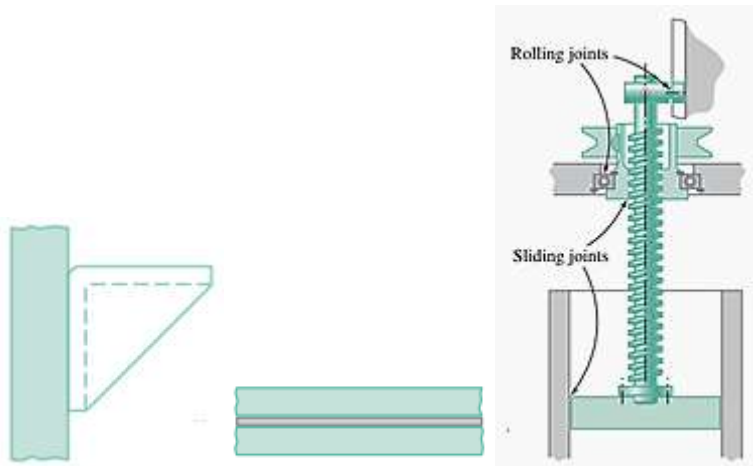
(d) Kombinasi sambungan e) Sambungan *lap (tunggal)* (f) Sambungan *lap (ganda) Butt dan lap (silinder)*



(g) Sambungan *lap (silinder)* (h) Sambungan *Flange (lurus)*
(i) Sambungan *Flange (silinder)*



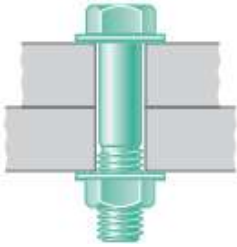
(j) Kombinasi sambungan (silinder) (k) Sambungan *sandwich Flange dan lap (silinder)*



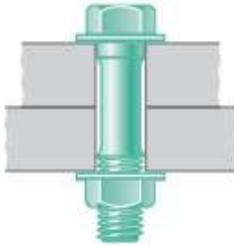
(l) Sambungan muka (m) Sambungan *sandwich* (koneksi) (n) Sambungan bergerak (lurus)

Gambar 3.4. Variasi dasar tipe-tipe sambungan
Sumber : (Childs, 2014)

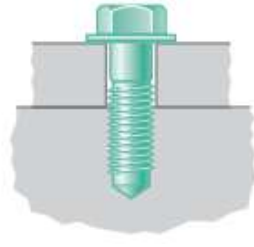
Evaluasi setiap usulan sambungan antarmuka merujuk pada berbagai tipe sambungan dasar yang tersedia, lihat Gambar 3.4. Metode pengikatan meliputi pemasangan interferensi, pengencang berulir, pengelasan, mematri, menyolder, perekatan, mengeriting, mengintai, menjepit, penggunaan pin, cincin penahan, klip, atau pengencang khusus lainnya (Childs, 2014). Pengikat yang dipilih oleh perancang sangat bergantung pada pilihan tipe sambungan dasar, gaya yang akan disalurkan, apakah pengikat yang dapat dilepas diperlukan, dan biaya perakitan. Pengikatan berulir, termasuk baut, sekrup mesin (sekrup tutup), dan stud, merupakan jenis pengikat yang paling banyak dipilih, baik untuk sambungan yang dapat dilepas maupun permanen (Jack A. Collins, 2010). Bentuk ulir ini membentang mengelilingi sumbu batang atau poros dengan jarak antara dua ujung ulir yang sama. Bentuk ulir sumbu dapat berbentuk segitiga, persegi, atau trapesium tergantung pada aplikasinya (Yang *et al.*, 2013). Koneksi berulir khusus juga digunakan pada beberapa aplikasi. Jenis-jenis pengikat berulir ditunjukkan pada gambar 3.5.



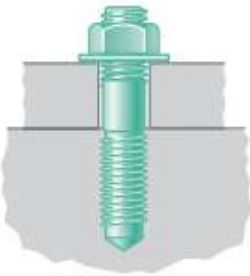
(a) Baut standar



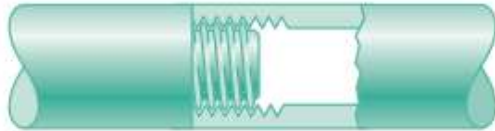
(b) Baut reduced body



(c) Sekrup standar mesin
(cap screw)



(d) Stud khusus



(e) satu contoh koneksi berulir

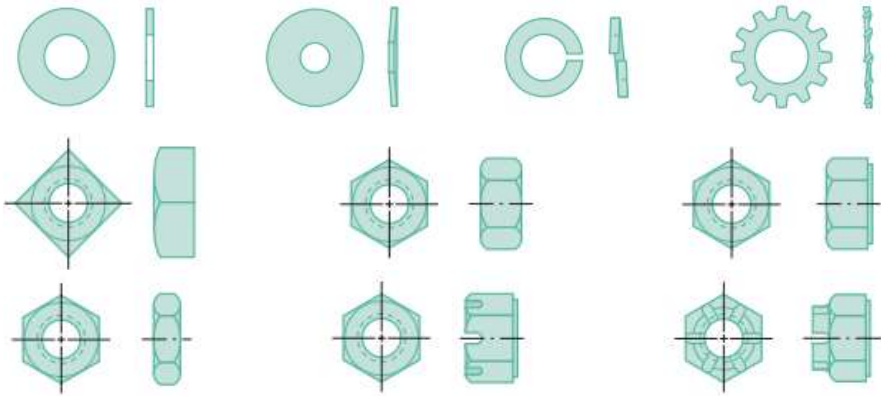
Gambar 3.5. Jenis-jenis pengikat berulir
Sumber : (Childs, 2014)

Tabel 3.1. Tanda Identifikasi Pada Kepala Baut Standard ASTM dan SAE Spesifikasi, Beban Ijin, Kekuatan Tarik

Grade Marking	Specification	Material	Bolt and Screw Size In	Proof Load psi	Tensile Strength min psi
	SAE-J429 Grade 1	Low or Medium Carbon Steel	1/4 thru 1 1/2	33,000	60,000
	ASTM-A307		1/4 thru 4		60,000
	SAE-J429 Grade 2	Low or Medium Carbon Steel	1/4 thru 1/4 Over 3/4 thru 1 1/2	55,000 33,000	74,000 60,000
	SAE-J429 Grade 5	Medium Carbon Steel Quenched and Tempered	1/4 thru 1 Over 1 thru 1 1/4	85,000 74,000	120,000 105,000
	ASTM-A449		1/4 thru 1 Over 1 thru 1 1/2	85,000 74,000	120,000 105,000
			Over 1 1/2 thru 3	55,000	90,000
	*ASTM-A325 Type 1	Medium Carbon Steel Quenched and Tempered	1/2 thru 1 1/2	85,000	120,000
			Over 1 thru 1 1/2	74,000	105,000
	*ASTM-A325 Type 2	Low Carbon Martensite Steel Quenched and Tempered	1/2 thru 1	85,000	120,000
	ASTM-A325 Type 3	Weather Resistant Steel Quenched and Tempered	1 1/8 thru 1 1/2	74,000	105,000
			1/2 thru 1	85,000	120,000
	ASTM-A354 Grade BB	Low Alloy Steel Quenched and Tempered	1/4 thru 2 1/2	80,000	105,000
			Over 2 1/4 thru 4	75,000	100,000
	ASTM-A354 Grade BC	Low Alloy Steel Quenched and Tempered	1/4 thru 4	105,000	125,000
			Over 2 1/2 thru 4	95,000	115,000
	SAE-J429 GRADE B	Medium Carbon Alloy Steel Quenched and Tempered	1/4 thru 1 1/4	120,000	150,000
	ASTM-A354 Grade BD	Low Alloy Steel Quenched and Tempered			
	ASTM-A490	Alloy Steel Quenched and Tempered	1/2 thru 1 1/2	120,000	150,000

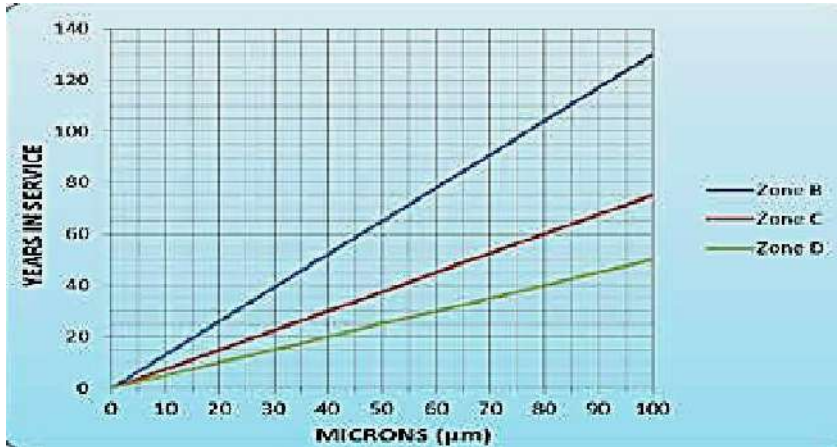
Sumber : (Anonim, 2018) (Fast-Rite, 2018)

Sistem pengikat berulir dasar terdiri dari elemen berulir eksternal (jantan) seperti baut, sekrup mesin, yang dirangkai pada pasangan elemen berulir internal (betina), seperti mur, sisipan berulir, *washer*, lubang berulir. Banyak pengikat berulir dengan berbagai tingkat kekuatan tersedia secara komersial (Childs, 2014). Jenis-jenis mur, mur pengunci, ring, dan kunci dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Jenis-jenis washer dan mur
Sumber : (Childs, 2014)

Wilayah atau zona penggunaan pengikat, berpengaruh terhadap usia pakai. Gambar 3.7. menunjukkan grafik perbandingan zona pemakaian pengikat dan ketebalan pelapisan baut-mur (mikron) terhadap usia pakai (tahun). Zona B adalah daerah pedalaman dengan risiko kecil terhadap endapan garam yang tertiuap angin dari laut. Zona C merupakan daerah pesisir dengan risiko menengah terhadap endapan garam yang tertiuap angin laut. Zona ini mencakup wilayah pesisir daerah yang salinitasnya relatif rendah. Luasnya zona C tergantung dari efek angin, topografi dan vegetasi. Zona D adalah Wilayah pesisir yang mempunyai risiko tinggi terhadap endapan semburan air laut yang tertiuap angin. Ini didefinisikan dalam jangkauan jarak 500 m dari laut, termasuk pelabuhan atau 100 m dari muara pasang surut. Ini juga mencakup semua pulau lepas pantai.



Gambar 3.7. Pengaruh zona penggunaan dan ketebalan pelapisan baut-mur terhadap usia pakai
Sumber : (Fortress, 2017)

Dari gambar 3.7 terlihat bahwa pada ketiga zona menunjukkan kecenderungan lebih lama usia pakai baut-mur jika semakin besar ketebalan pelapisnya. Zona D yang relatif paling besar terpapar salinitas air laut menunjukkan penurunan usia pakai baut-mur pada ketebalan pelapisan yang sama (Fortress, 2017).

3.4 Bantalan

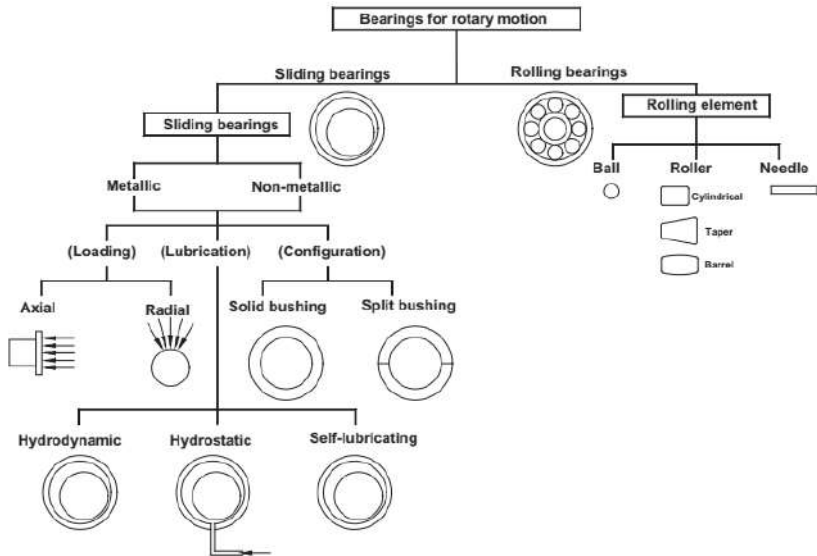
Bantalan merupakan komponen yang terbentuk dari dua permukaan yang mempunyai kemampuan gerak relatif. Berbagai macam bantalan telah dikembangkan berdasarkan bentuk gerakan, diantaranya; a) gerakan menggelinding, b) gerakan meluncur, c) gerakan menggelinding, d) menggeser (Childs, 2014). Pelumasan bantalan sering digunakan untuk mengurangi gesekan dan keausan dan daya yang diserap oleh bantalan, serta untuk menghilangkan panas. Hal ini memastikan pengoperasian rakitan bantalan pada suhu yang sesuai dengan bahan dan pelumas yang digunakan. Bantalan ditunjukkan pada Gambar 3.8. mengilustrasikan bantalan roll. Bantalan roll memiliki berbagai bentuk, masing-masing dirancang untuk serangkaian kinerja dengan karakteristik tertentu, seperti kecepatan dan kemampuan menahan beban. Bantalan roll memerlukan pelumasan dengan gemuk atau oli, tergantung

kecepatan dan suhu operasi. Bantalan roll banyak tersedia dipasaran.



Gambar 3.8. Contoh bantalan roll yang banyak tersedia di pasaran
Sumber : (Childs, 2014)

Bantalan roll bergantung pada gesekan kontak antara permukaan bantalan atau tekanan permukaan. Tekanan permukaan yang dapat diinduksikan pada pelumas melalui gerakan relatif komponen terhadap permukaan lainnya, dengan pasokan pelumas eksternal dibutuhkan. Bantalan biasa juga tersedia dari pemasok bantalan khusus. Bantalan khusus pada prinsipnya, bisa jauh lebih murah daripada bantalan elemen roll karena bantalan tersebut melibatkan lebih sedikit komponen bergerak. Pemilihan bantalan khusus mengacu pada tugas tertentu, namun, pemilihan jenis bantalan perlu mempertimbangkan faktor-faktor berikut; a) beban, b) kecepatan, c) lokasi, d) ukuran, e) biaya, f) torsi awal, g) kebisingan, dan h) pasokan pelumasan.



Gambar 3.9. Spesifikasi bantalan

Sumber : (Childs, 2014)

Gambar 3.9, menunjukkan spesifikasi bantalan secara menyeluruh. Penerapannya memungkinkan menggunakan jenis bantalan yang berbeda. Misalnya pada turbin gas yang berputar pada kecepatan 50.000 rpm, direkomendasikan menggunakan bantalan roll, meskipun pilihan optimal akan bergantung pada sejumlah faktor seperti umur pakai, biaya, dan ukuran(Childs, 2014).

3.5 Roda Gigi, Sabuk, Rantai

Banyak mesin penghasil tenaga, atau penggerak mula, misalnya mesin pembakaran dalam, gas turbin, dan motor listrik, menghasilkan tenaga dalam bentuk gerak berputar. Pengoperasian karakteristik torsi versus kecepatan penggerak mula bervariasi menurut jenis dan ukurannya, seperti melakukan beban yang digerakkan. Karakteristik torsi versus kecepatan adalah hal yang umum tidak serasi, memerlukan persneling dan, mungkin juga, kopling untuk mengaktifkan penggerak awal untuk mencapai momentum yang cukup sebelum mencapai mesin yang akan digerakkan (beban)(Childs, 2014).

Saat mentransmisikan daya dari sumber ke titik penerapan yang diperlukan, serangkaian perangkat tersedia termasuk sabuk, rantai dan roda gigi. Umumnya, jika jarak transmisi tenaga berjauhan, roda gigi tidak direkomendasikan, namun rantai dan sabuk yang direkomendasikan. Namun bila berkendara kompak, efisien, atau berkecepatan tinggi merekomendasikan, rangkaian roda gigi sebagai solusi yang sesuai dan kompetitif. Gambar 3.10 menggambarkan roda gigi *spur* terdapat pada rumah roda gigi yang diaplikasikan pada transmisi *cordless hand-tool*. Roda gigi dapat melayani reduksi dan peningkatan kecepatan pada mesin kompak dengan ruang yang dibutuhkan relatif kecil.



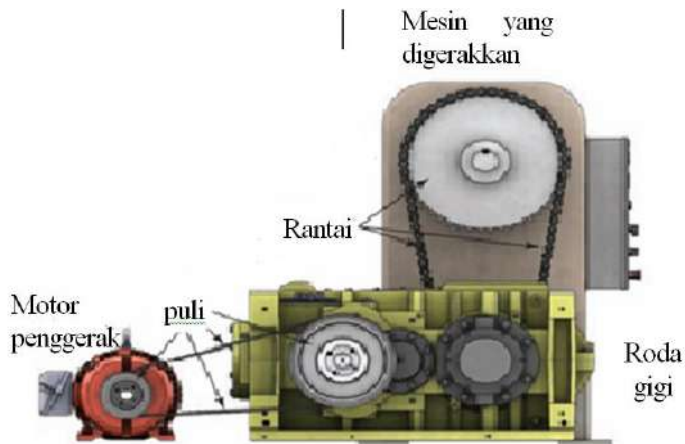
Gambar 3.10. Roda gigi spur terdapat pada rumah roda gigi yang diaplikasikan pada transmisi cordless hand-tool

Sumber : (Childs, 2014)

Sabuk dan rantai mewakili jenis elemen transmisi daya fleksibel. Gambar 3.11 menunjukkan aplikasi di industri dari elemen transmisi daya dan putaran peredam getaran yang dikombinasikan dengan tipe roda gigi. Aplikasi ini menggambarkan puli, roda gigi, dan rantai masing-masing digunakan sesuaiunggulannya.

Motor penggerak menghasilkan torsi dan putaran, namun motor penggerak masih menghasilkan kecepatan sangat tinggi, dan torsi sangat rendah. Elemen transmisi berperan untuk menurunkan putaran sekaligus meningkatkan torsi sesuai kebutuhan mesin yang

digerakkan (Jack A. Collins, 2010). Torsi meningkat sebanding dengan penurunan kecepatan. Beberapa pengurangan kecepatan seringkali dilakukan. Kecepatan tinggi motor penggerak merekomendasikan puli-sabuk yang ideal digunakan sebagai transmisi reduksi tahap pertama. Puli penggerak yang berdiameter lebih kecil terpasang pada poros motor, sedangkan puli yang berdiameter lebih besar dipasang pada poros paralel yang beroperasi pada kecepatan yang lebih rendah.

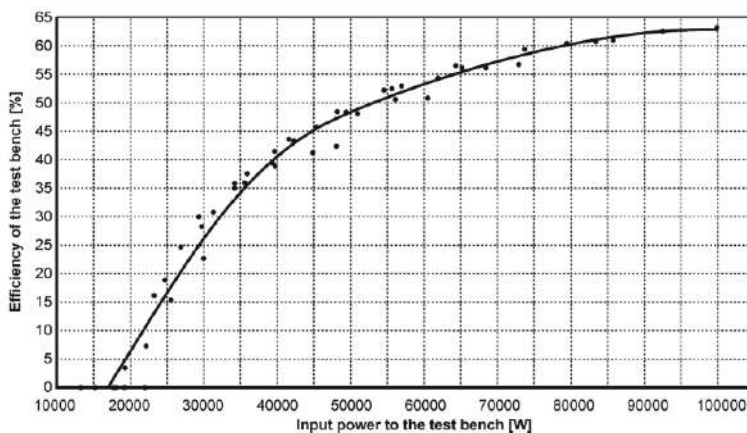


Gambar 3.11. Sistem transmisi daya di industri dengan mengkombinasi puli-sabuk, rantai dan roda gigi
Sumber : (Robert L. Mott, Edward M. Vavrek, 2018)

Jika rasio penurunan kecepatan yang dibutuhkan sangat besar oleh mesin yang digerakkan (beban), maka roda gigi reduksi menjadi pilihan tepat. Roda gigi dapat mereduksi kecepatan dan meningkatkan torsi yang relatif besar dengan ukuran transmisi yang relatif kecil. Poros keluaran dari roda gigi pada umumnya berkecepatan rendah dan torsi tinggi. Jika kecepatan dan torsi sesuai yang direkomendasikan mesin yang digerakkan (beban), maka poros roda gigi dapat dihubungkan dengan poros mesin yang digerakkan (beban). Kadang jarak poros roda gigi dengan poros mesin yang digerakkan berjauhan, maka dibutuhkan transmisi daya berupa rantai sebagai pilihan yang tepat (Robert L. Mott, Edward M. Vavrek, 2018).

Elemen rantai pada umumnya terbuat dari logam yang tahan terhadap beban tinggi. Rangkaian rantai dan piringan bergigi yang disebut *sprocket* berfungsi mentransmisikan daya mekanis yang kecepatan relatif rendah dan torsi tinggi (Parulian Siagian, Mahyuddin, Muh. Setiawan Sukardin, Syukuriah Katjo, Jhon Supriadi Purba, 2022)

Roda gigi pada umumnya mempunyai gigi-gigi yang presisi dan tepat, dirancang berinteraksi dengan gigi-gigi pada roda gigi pasangannya. Transmisi daya dalam interaksi gigi-gigi merubah kecepatan rotasi serta torsi pada porosnya masing-masing.



Gambar 3.12. Pengaruh masukan daya mekanis terhadap efisiensi roda gigi

Sumber : (Brumercik, Gajdosik and Cuchor, 2023)

Gambar 3.12. menunjukkan keunggulan menggunakan roda gigi diantaranya; a) efisiensi yang tinggi, b) keandalan, c) akurasi dalam mentransmisikan daya mekanis. Efisiensi roda gigi tergantung pada besar masukan daya pada sistem roda gigi (Brumercik, Gajdosik and Cuchor, 2023).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (2018) 'Technical Specification Guide', in. Fast-Rite International.
- Brumercik, F., Gajdosik, T. and Cuchor, M. (2023) 'Measurement and Evaluation of the Test Bench with an Open Flow of Mechanical Power for Gearboxes Testing', in, pp. 365–370. Available at: https://doi.org/10.2991/978-94-6463-182-1_38.
- Childs, P. (2014) *Mechanical Design*. Second edi. Elsevier Burlington.
- Fortress (2017) *Bolt & Nut*. www.fortress.kiwi.
- Jack A. Collins, H.R.B.& G.H.S. (2010) *Mechanical Design Of Machine Elements And Machines: A Failure Prevention Perspective*. Second Edi. The Ohio State University: John Wiley & Sons.
- K. G. Swift, J.D.B. (2013) *Manufacturing Process Selection Handbook*. Butterworth-Heinemann is an imprint of Elsevier USA.
- Parulian Siagian, Mahyuddin, Muh. Setiawan Sukardin, Syukuriah Katjo, Jhon Supriadi Purba, A.I.Y. (2022) *Alat Pengangkat Bahan*. Edited by J. Simarmata. Yayasan Kita Menulis.
- Robert L. Mott, Edward M. Vavrek, J.W. (2018) *Machine Elements In Mechanical Design*. Edited by S. Edition. , Pearson Education.
- Singh, R. (2006) *Introduction to Basic Manufacturing Processes and Workshop Technology*. New Age International (P) Limited Publishers.
- Yang, G. *et al.* (2013) 'Three-dimensional finite element analysis of the mechanical properties of helical thread connection', *Chinese Journal of Mechanical Engineering (English Edition)*, 26(3), pp. 564–572. Available at: <https://doi.org/10.3901/CJME.2013.03.564>.

BAB 4

MATERIAL

Oleh Jufri

4.1 Pendahuluan

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia atau KBBI, pengertian material adalah bahan yang akan dipakai untuk membuat barang lain. Definisi lain, material adalah zat atau benda yang dari mana sesuatu dapat dibuat darinya, atau barang yang dibutuhkan untuk membuat sesuatu. Material adalah sebuah masukan dalam produksi.

4.1.1 Pengaruh Perkembangan Material pada Perkembangan Peradaban Manusia

Secara historis, perkembangan dan kemajuan peradaban manusia disetiap erat terkait dengan kemampuannya dalam memproduksi dan merekayasa material untuk memenuhi kebutuhan mereka. Bahkan, perkembangan peradaban ditentukan oleh tingkat perkembangan ilmu material (Zaman Batu, Zaman Perunggu, Zaman Besi). Manusia purba hanya memiliki akses terbatas terhadap sejumlah material-material alami seperti batu, kayu, tanah liat, kulit, dan sebagainya. Seiring berjalannya waktu, mereka menemukan teknik untuk memproduksi material-material yang memiliki sifat-sifat unggul dibandingkan dengan material alami tersebut; material-material baru ini termasuk keramik dan berbagai logam. Selain itu, juga ditemukan bahwa sifat suatu material dapat diubah melalui perlakuan panas dan dengan penambahan material/zat lain. Pada saat itu, pemanfaatan material masih sepenuhnya merupakan proses pemilihan dari sejumlah material yang relatif terbatas, untuk kemudian memilih yang paling cocok untuk suatu aplikasi berdasarkan karakteristiknya. Baru-baru ini, para ilmuwan mulai memahami hubungan antara elemen struktural material dan sifat-sifatnya. Pengetahuan ini, yang diperoleh dalam kurun waktu sekitar 100 tahun terakhir, memberi

mereka pengetahuan dan kekuatan untuk mengatur karakteristik material dalam tingkat yang kompleks. Dengan demikian, puluhan ribu material yang berbeda telah berevolusi dengan karakteristik yang sangat spesifik yang memenuhi kebutuhan masyarakat modern dan kompleks, termasuk logam, plastik, keramik, kaca, komposit dan serat.

Perkembangan banyak teknologi yang membuat kehidupan kita nyaman erat kaitannya dengan ketersediaan material yang mendukung. Pemahaman yang lebih baik tentang suatu jenis material seringkali menjadi tonggak kemajuan teknologi secara bertahap. Misalnya, mobil tidak mungkin akan ada tanpa tersedianya baja yang murah atau substitusi yang sebanding. Di era kontemporer, perangkat elektronik canggih mengandalkan komponen yang terbuat dari apa yang disebut material semikonduktor.

Mengapa para insinyur dan ilmuwan mempelajari sains dan rekayasa material? Secara sederhana, karena segala hal yang dirancang oleh para insinyur terbuat dari material. Banyak ilmuwan dan insinyur terapan (seperti mekanik, sipil, kimia, listrik) pada suatu waktu mengalami masalah desain yang melibatkan material - misalnya, gigi transmisi, struktur utama bangunan, komponen pabrik minyak, atau chip sirkuit terpadu. Tentu saja, ilmuwan material dan insinyur adalah para spesialis yang terlibat sepenuhnya dalam penelitian dan perancangan material. Ketersediaan material bervariasi yang mendukung, seorang insinyur memiliki berbagai opsi untuk memilih material terbaik dari ribuan jenis yang tersedia. Keputusan akhir biasanya didasarkan pada beberapa kriteria secara umum para insinyur mempertimbangkan 3 kriteria dan secara detailnya dibahas pada sub bab. 4.4.

Pertimbangan pemilihan pertama: kondisi penggunaan harus dikarakterisasi, karena kondisi ini menentukan sifat-sifat yang diperlukan dari material. Jarang sekali suatu material memiliki kombinasi sifat-sifat yang optimal atau ideal. Oleh karena itu, mungkin diperlukan untuk mensubstitusi satu karakteristik dengan yang lain. Contoh klasik melibatkan sifat kekerasan dan keuletan; biasanya, material yang memiliki kekerasan tinggi hanya memiliki keuletan terbatas. Dalam kasus seperti ini, kompromi yang cermat

untuk menggabungkan antara dua atau lebih sifat material mungkin diperlukan.

Pertimbangan pemilihan kedua: adanya penurunan sifat material yang mungkin terjadi selama operasi penggunaan. Misalnya, penurunan signifikan dalam kekuatan mekanik dapat terjadi akibat paparan suhu tinggi atau lingkungan korosif.

Pertimbangan pemilihan ketiga : faktor ekonomi, berapa biaya produk jadi nantinya? Suatu material mungkin memiliki sekumpulan sifat yang optimal tetapi memiliki biaya yang sangat tinggi. Di sinilah kompromi menjadi tak terhindarkan. Biaya suatu produk jadi juga termasuk setiap biaya yang dikeluarkan selama proses produksi untuk menghasilkan mesin atau teknologi yang diinginkan.

Dari ketiga pertimbangan pemilihan material ini, mempetegas betapa pentingnya seorang insinyur atau ilmuwan melakukan penelitian dan pemahaman dengan berbagai karakteristik serta hubungan struktur-sifat dan teknik pengolahan material, sehingga membuat pilihan material yang bijak berdasarkan kriteria.

4.1.2 Sejarah Perkembangan Material

Secara historis, perkembangan dan kemajuan Manusia disetip erat terkait dengan kemampuannya dalam memproduksi dan merekayasa material untuk memenuhi kebutuhan

“Ketika alam selesai memproduksi spesiesnya sendiri, manusia mulai memanfaatkan material-material alami untuk menghasilkan spesiesnya sendiri selaras dengan alam ini untuk menciptakan spesies yang tak terbatas” Leonardo da Vinci

Peradaban manusia sangat dipengaruhi oleh zaman menurut penggunaan material yang mendominasi di masyarakat zaman saat itu. Misalnya pada **Zaman Batu**, ketika peralatan masih banyak terbuat dari batu, orang menggunakan peralatan batu sederhana tersebut untuk meningkatkan gaya hidup dan memajukan peradaban mereka. **Zaman Perunggu**, ketika sebagian besar perkakas terbuat dari perunggu, demikianlah bahwa sejumlah inovasi teknologi dikembangkan dan akhirnya mengubah lanskap peradaban yang membuat Zaman Batu menjadi zaman yang

tertinggal. **Zaman Besi**, pada zaman pengolahan besi ditemukan, membuat peradaban manusia maju pesat. Banyak alat-alat baru dibuat, sehingga transportasi yang cepat dan memungkinkan menjangkau tempat yang lebih jauh. Rakyat kemudian menjelajahi banyak hamper seluruh daratan dan lautan, yang sebelumnya tidak dapat dijangkau bahkan menjelajahi ruang angkasa.

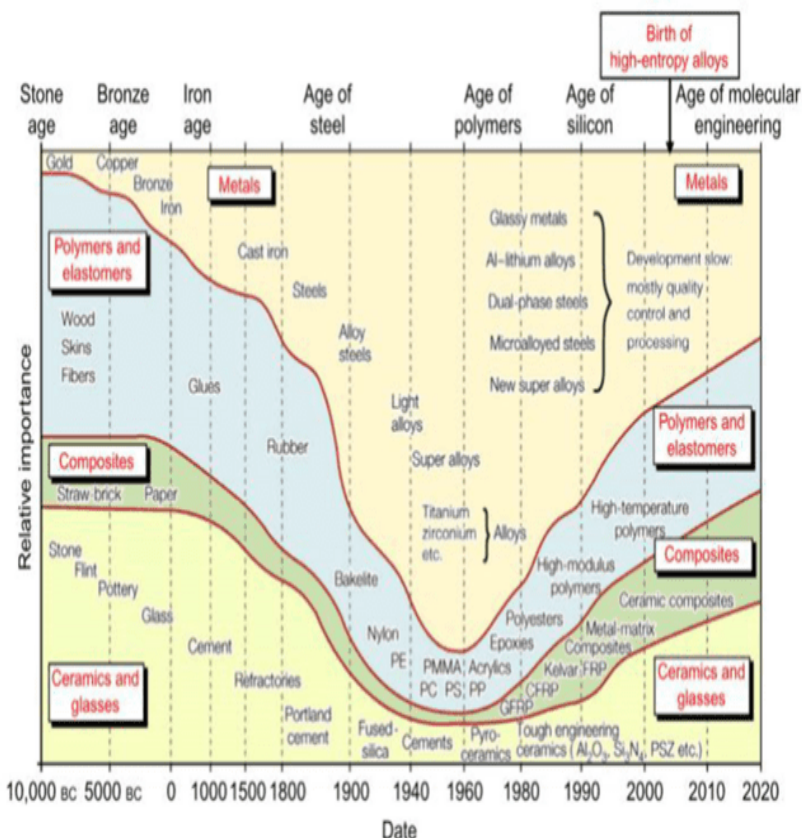
Kita telah memasuki era material modern, “Zaman Plastik” pada awal abad ke-20-an, “Zaman Silikon” pada kuartal terakhir abad ke-20-an dan berlanjut hingga saat ini. Material -material baru ini secara mendasar telah mengubah gaya hidup kita selamanya membuat dunia yang luas menjadi sempit.

Material apa saja yang ada di masa yang akan datang?

Hal ini diyakini bahwa “Material yang Dirancang” melalui penegembangan material secara mendasar dari skala molekul yang menggabungkan semua elemen dengan cara yang telah ditentukan, kemungkinan besar memainkan peran penting dalam membangun dan memproses material komposit dan terintegrasi masa yang akan datang. Ini akan dicapai melalui kolaborasi penemuan rancangan alam yang telah berevolusi dari seleksi ribuan tahun, dan desain berbasis pengetahuan modern yang dimiliki manusia. Perkembangan material ini tidak diragukan lagi akan mengubah peradaban kita, seperti yang kita kenal sekarang. Material baru ini akan menjadi landasan bagi generasi mendatang dari “Zaman Material Rancangan”. Hal ini tidak hanya membutuhkan pemahaman penuh terhadap masing-masing elemen penyusunnya, tetapi juga pengetahuan mendalam tentang motif konstruksi sederhana. Mulai dari kesederhanaan hingga kompleksitas. ***Era Material yang Didesain*** Contoh perencanaan dan pembangunan Pantheon Athena, Kota Terlarang Beijing, St. Katedral Santo Petrus di Roma, Kubah Florence, Menara London dan Norte Dame of Paris, pembuatan roket, telekomunikasi canggih dll. membutuhkan material -material dasar motif ,dan sifat-sifat material yang sesuai dengan perencanaan.

Material penyusun dan motif ini bersifat atomik dan skala molekuler. Berbicara rekayasa molekuler senada jika kita berbicara dengan alfabet, 26 huruf sederhana dapat diubah menjadi kata-kata yang tak terhitung jumlahnya secara bergantian merangkai menjadi

frase-frase indah, yang dapat digunakan untuk membangun menjadi semakin kompleks paragraf, bab dan akhirnya, buku dan volume buku. Di alam, melalui miliaran tahun seleksi prebiotik dan molekuler dan evolusi, terdapat molekul bio-organik, termasuk 20 asam amino, sedikit nukleotida, selusin molekul lipid dan 2 lusin gula. Ada juga yang dimodifikasi secara alami oleh material penyusun, atau zat antara metabolisme. Sekarang sudah ada ratusan turunan buatan manusia telah ditambahkan ke daftar material. Material penyusun alami dan sintesis ini, mirip dengan 26 Huruf abjad bahasa Inggris. Logam, gabungan garam serta unsur sederhana lainnya adalah material penyusun anorganik yang saling melengkapi. Bila bio-organik dan anorganik unsur-unsur penyusunnya menyatu dengan baik, baik melalui penyusunan molekuler alami atau penyusunan terprogram, untuk membentuk struktur stabil dengan fungsi baru atau material baru. Salah satu pendekatan untuk merancang material baru adalah melalui penyusunan mandiri molekuler. Penyusunan mandiri molekul telah dilakukan oleh para peneliti di mana-mana. Baru-baru ini muncul sebagai hal baru pendekatan dalam sintesis kimia, nanoteknologi, ilmu polimer, material dan rekayasa berbagai material. Sistem penyusunan molekul mandiri dilakukan pada antar muka molekul dan biologi struktural material, ilmu protein, kimia, ilmu polimer, ilmu material dan rekayasa material dengan mengembangkan banyak sistem penyusunan molekul secara mandiri. Sistem ini berkisar dari kopolimer bi-, tri-blok, dan struktur DNA kompleks, lipid, sederhana dan peptida dan protein kompleks. Sistem penyusunan molekul mandiri menunjukkan kemajuan yang signifikan dalam bidang rekayasa molekuler material dari penyusun molekul material sederhana yang berguna untuk berbagai macam aplikasi khususnya perlembangan mesin dan teknologi. Penyusunan molekuler mandiri dilakukan di semua skala, dari skala makroskopis hingga skala mikroskopis, meter hingga nanometer. Perkembangan material secara lengkap dan tingkat kebutuhan dari zaman ke zaman dapat dilihat pada grafik perkembangan material gambar 4.1.



Gambar 4.1. Evolusi sejarah material rekayasa – ditandai dengan lahirnya paduan entropi tinggi

(Sumber : Francisco José Neto Antão. 2019. *High Entropy Alloys for advanced systems and engines*. Portugal : Instituto Superior Tecnico Lisboa (IST))

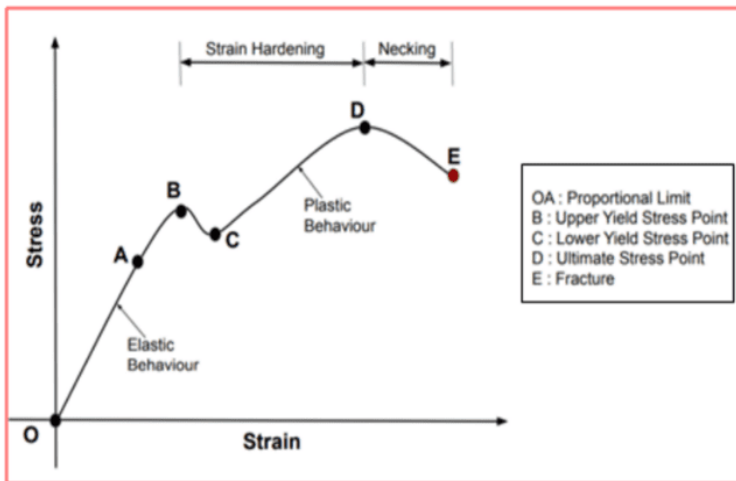
4.2 Sifat-Sifat Material

Sifat mekanik adalah salah satu sifat terpenting, karena sifat mekanik menyatakan kemampuan suatu material (tentunya juga komponen yang terbuat dari material tsb) untuk menerima beban/gaya/energi tanpa menimbulkan kerusakan material /komponen tsb. Seringkali suatu material mempunyai sifat mekanik baik tetapi kurang baik pada sifat yang lain maka diambil langkah untuk mengatasi kekurangan tersebut dengan berbagai cara. Misalnya saja baja, baja mempunyai sifat mekanik yang cukup baik

(memenuhi syarat untuk suatu pemakaian) tetapi mempunyai sifat tahan korosi yang kurang baik, maka seringkali sifat tahan korosinya ini diperbaiki dengan pengecatan atau galvanizing.

4.2.1 Kekuatan Mekanik

Sifat mekanik adalah salah satu sifat terpenting dalam elemen mesin, karena sifat mekanik menyatakan kemampuan suatu material (tentunya juga komponen yang terbuat dari material tsb) untuk menerima beban/gaya/energi tanpa menimbulkan kerusakan material /komponen tsb. Seringkali bila suatu material mempunyai sifat mekanik baik tetapi kurang baik pada sifat yang lain maka diambil langkah untuk mengatasi kekurangan tersebut dengan berbagai cara. Contoh kasuss : Elemen mesin yang terbuat dari material baja. Material baja mempunyai sifat mekanik yang cukup baik (memenuhi syarat untuk suatu pemakaian) tetapi mempunyai sifat tahan korosi yang kurang baik, maka seringkali sifat tahan korosinya ini diperbaiki dengan pengecatan atau galvanizing. Secara umum sifat kekuatan mekanik adalah, kekuatan tarik, kekuatan tekan dan kekuatan geser.



Gambar 4.2. Grafik hubungan tegangan dan regangan

(Sumber : S. Senthil Murugan.2020. Mechanical Properties of Materials, Definition, Testing and Application: International Journal of Modern Studies in Mechanical Engineering (IJMSME) Volume 6, Issue 2, 2020, PP 28-38)

Grafik Tegangan-Regangan material pada gambar 4.2 diatas mengacu pada kemampuan suatu material untuk menahan gaya eksternal tanpa putus atau luluh. Tegangan maksimum yang ditahan oleh suatu material terhadap kekuatan destruktif disebut kekuatan ultimatnya (D). Kurva tegangan dan regangan material yang diperoleh selama uji tarik menggambarkan keuletan dan kekuatan luluhnya, sampai batas elastis material, artinya material akan kembali ke ukuran semula, akan tetap terjaga, di atasnya akan mengikuti plastisitas. Setelah material melebihi titik tegangan ultimit (D), necking mulai terjadi pada material. Pengerasan regangan dipertahankan antara titik leleh hingga kekuatan tarik ultimat. Suatu material akan terjadi perbandingan secara linear stress -strain sampai batas proporsional secara akurat. Kurva tegangan dan regangan digunakan untuk memperoleh modulus Young material dengan membandingkan nilai tegangan dan regangan sampai dengan batas elastis. Pada gambar, rentang A-B diukur sebagai batas elastis. Kemampuan material untuk menahan beban tanpa kegagalan atau distorsi dikenal sebagai kekuatan dan diketahui bahwa kemampuan suatu material untuk memberikan reaksi yang sama terhadap gaya yang diterapkan (tarik, tekan, geser) tanpa pecah. Sederhananya, kekuatan adalah perlawanan maksimum material terhadap deformasi. Demikian pula keuletan adalah kemampuan suatu material untuk menahan pecah akibat suatu kekuatan tarik.

4.2.2 Kekakuan

Kekuatan material adalah kemampuan suatu material untuk menahan deformasi di bawah tekanan. Modulus elastisitas adalah ukuran kekakuan. Material yang mengalami sedikit deformasi akibat beban mempunyai tingkat kekakuan atau kekakuan. Balok baja lebih kaku atau lebih kaku dibandingkan balok aluminium. Yang terakhir berarti kemampuan material yang mampu menahan defleksi elastis disebut kekakuan (O-A).

4.2.3 Elastisitas

Elastisitas adalah kemampuan suatu bahan untuk kembali ke bentuk aslinya setelah mengalami deformasi saat gaya eksternal

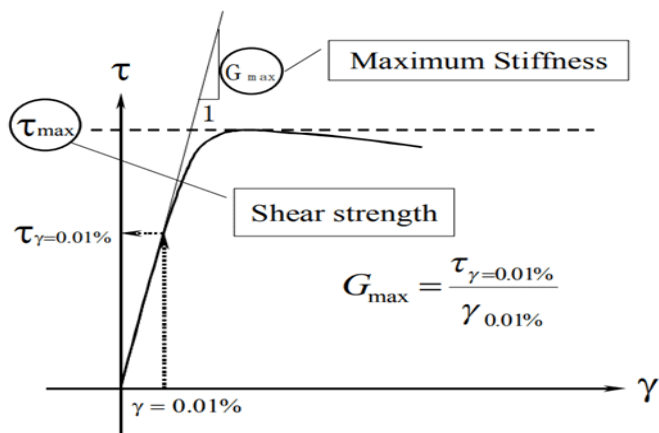
dihilangkan. Sebagai contoh, ketika pegas ditarik atau dikompres, bahan tersebut dapat kembali ke bentuk awalnya setelah gaya yang menarik atau mendorong dihentikan. Sifat ini sangat diinginkan dalam bahan yang digunakan dalam pembuatan alat dan mesin. Elastisitas juga bisa dijelaskan sebagai ketahanan tarik dari sebuah material. Konsep-konsep seperti batas proporsional dan batas elastis adalah cara untuk menggambarkan elastisitas suatu material. Batas proporsional, misalnya, merupakan titik di mana material akan tetap berada dalam tingkat deformasi yang proporsional terhadap stres yang diberikan. Penerapan sifat batas proporsional material digunakan pada alat-alat instrument presisi, pegas, dll. Batas elastisitas adalah tegangan terbesar yang dapat ditanggung suatu material tanpa merubah bentuk dan sifat mekaniknya setelah beban diiadakan. Di luar batas elastisnya, material tidak dapat kembali ke bentuk aslinya dan terjadi perubahan material permanen (O-B).

4.2.4 Plastisitas

Kata sifat “plastik” berasal dari kata kerja Yunani klasik artinya “membentuk”; dengan demikian menggambarkan material, seperti logam ulet, tanah liat, atau dempul, yang memiliki khasiat yang dapat dimiliki oleh benda-benda yang terbuat dari tanah liat tersebut memiliki bentuk yang mudah diubah dengan memberikan tenaga eksternal sesuai, dan mempertahankan bentuk barunya setelah tenaga eksternal tersebut dihilangkan. Pembentukan dengan cara memberi tenaga eksternal yang cukup, jika tidak maka tidak akan mengubah bentuk objek. Untuk mengubah material tersebut sesuai kegunaannya, material itu harus dilakukan *treatment*, misalnya melalui paparan udara atau perlakuan panas, seperti yang dilakukan pada keramik dan polimer termoset. Material lainnya terutama logam cukup keras pada suhu biasa dan mungkin perlu dilunakkan dengan *Annealing* agar bisa dikerjakan. Pada proses pembentukan logam banyak sekali kita jumpai peristiwa palstis, utamanya jika terjadi perubahan volume material yang menyebabkan deformasi plastis atau distorsi. Pada dasarnya material plastis adalah meterial ulet sehingga memungkinkan untuk dibentuk secara permanen (C-D).

4.2.5 Tahan Geser (*Shear Strength*)

Shear Strength adalah kemampuan material untuk menahan gaya geser tanpa mengalami deformasi permanen. Kekakuan geser maksimum yang dapat digunakan dalam perencanaan pembebanan mein dapat tentukan seperti yang ditampilkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Diagram kekuatan geser dan regangan geser
(Sumber : B.- W. Song, 2002)

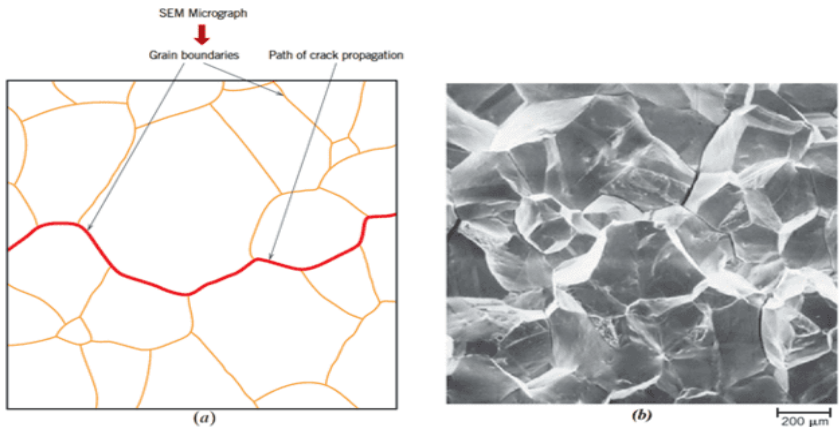
4.2.6 Ketangguhan (*Toughness*)

Toughness adalah istilah mekanis yang digunakan dalam konteks:

Pertama, ketangguhan (atau lebih khusus lagi, ketangguhan patah) adalah sifat yang menunjukkan kualitas suatu material ketahanan terhadap patah ketika terdapat retakan (atau cacat pemusatan tegangan lainnya).

Karena hampir tidak mungkin (dan juga mahal) untuk memproduksi material dengan cacat nol (atau untuk mencegah kerusakan selama proses pengerjaan), ketangguhan patah merupakan pertimbangan utama untuk semua struktur material. Patah getas pada material yang biasanya ulet, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.4 a dan b, telah menunjukkan perlunya pemahaman yang lebih baik mengenai hal mekanisme patah. Upaya penelitian ekstensif selama satu abad terakhir telah membuahkan hasil evolusi bidang mekanika rekahan. Subjek ini memungkinkan

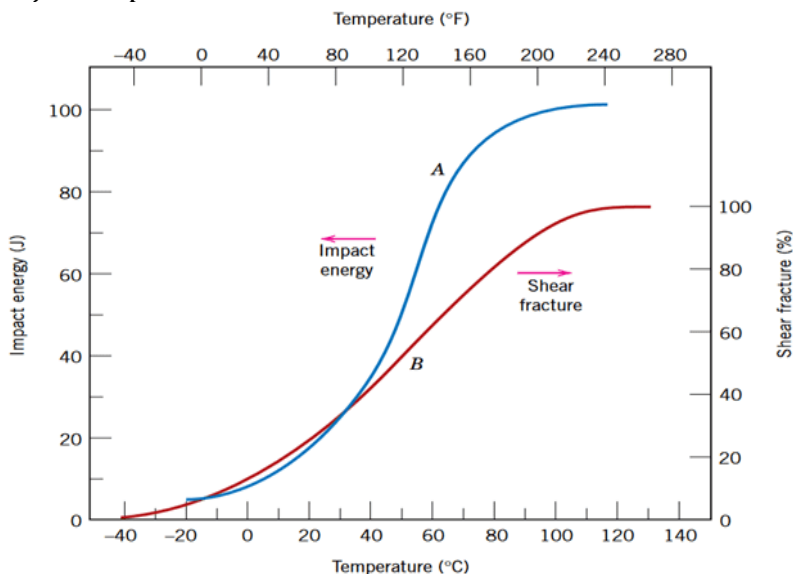
kuantifikasi hubungan antara sifat material, tingkat tegangan, keberadaan penghasil retak cacat, dan mekanisme perambatan retak. Insinyur desain sekarang lebih siap untuk melakukan antisipasi, dan dengan demikian mencegah, kegagalan struktural.



Gambar 4.4. (a) Skema profil penampang yang menunjukkan perambatan retakan sepanjang batas butir untuk intergranular patah. (b) Diambil dari fraktograf elektron menunjukkan permukaan rekahan intergranular
(Sumber : William D. Callister dkk, 2014)

Kedua, Ketangguhan merujuk pada kemampuan sebuah materi untuk menyerap energi dan mengalami deformasi yang permanen sebelum mengalami kerusakan atau patah. Saat terkena beban dinamis dengan laju regangan yang tinggi atau ketika ada keberadaan takik (atau titik konsentrasi tegangan), ketangguhan dapat diukur menggunakan uji dampak. Struktur yang dibangun dari paduan yang menunjukkan sifat elastis hingga plastis sebaiknya hanya digunakan pada suhu di atas suhu transisi untuk mencegah kegagalan yang bersifat rapuh dan memiliki dampak yang signifikan. Contoh kasus dari jenis kegagalan Selama Perang Dunia II, sejumlah transportasi kapal yang dilas jauh dari pertempuran tiba-tiba terbelah menjadi dua. Kapal tersebut dibuat dari paduan baja yang memiliki ketangguhan yang memadai menurut uji Tarik pada suhu kamar. Patah getas itu terjadi pada suhu lingkungan yang relatif

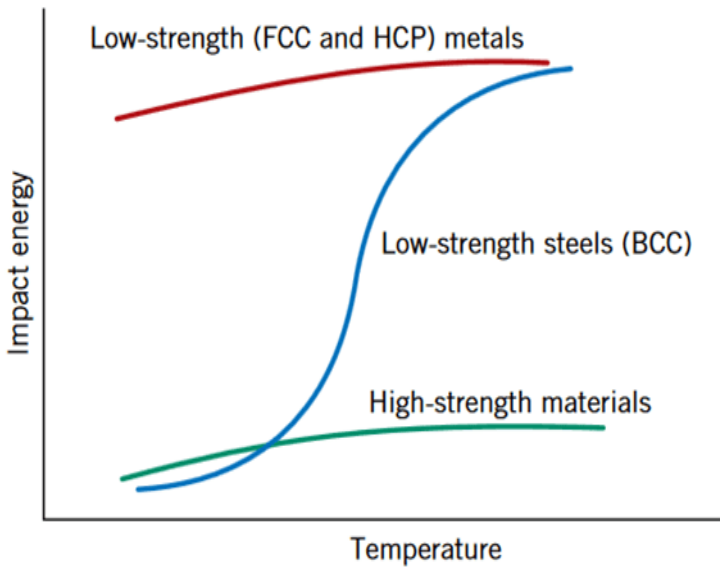
rendah, sekitar 4 C (40 F), di sekitar suhu transisi paduan. Setiap retakan patahan muncul pada titik konsentrasi tegangan tertentu, mungkin sudut tajam atau cacat fabrikasi, dan kemudian menjalar ke tempat lain di sekelilingnya. Selain transisi ulet ke getas yang ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Suhu - takik energi tumbukan (kurva A) dan persen patahan geser (kurva B) untuk baja A283. (Sumber : William D. Callister dkk, 2014)

Dari hasil penelitian para ilmuwan telah menemukan ada dua jenis perilaku transisi umum lainnya dampak dari energi dan suhu, transisi ini dijelaskan secara skematis oleh kurva pada Gambar 4.5. Perlu dicatat bahwa logam FCC berkekuatan rendah (beberapa paduan aluminium dan tembaga) dan sebagian besar logam HCP tidak mengalami transisi ulet ke getas (sesuai dengan kurva atas) dan mempertahankan dampak energi yang tinggi (yaitu, tetap tangguh) dengan penurunan suhu. Untuk material berkekuatan tinggi (misalnya baja berkekuatan tinggi dan paduan titanium), dampak energinya relatif tidak sensitif terhadap suhu (kurva bawah pada Gambar); Namun, material-material ini juga sangat rapuh, sebagaimana tercermin dari energi impaknya yang rendah. Karakteristik transisi ulet ke getas ditunjukkan oleh kurva tengah.

Seperti disebutkan, perilaku ini biasanya ditemukan pada baja berkekuatan rendah yang memiliki struktur kristal BCC.



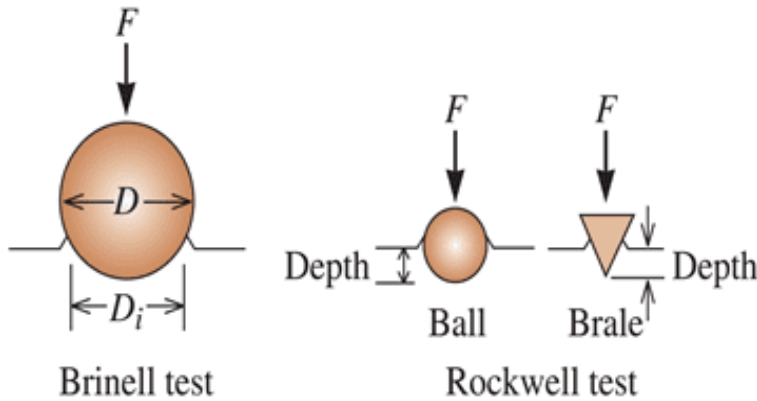
Gambar 4.6. Kurva skematik untuk tiga jenis dampak secara umum dari energi-versus- perilaku suhu

(Sumber : William D. Callister, Jr. And David G. Rethwisch.2014. Materials Science and Engineering An Introduction. United States of America : John Wiley & Sons. website www.wiley.com/go/permissions)

4.2.7 Kekerasan (Hardness))

Kekerasan adalah kemampuan suatu materi untuk melawan goresan, abrasi, indentasi, atau penetrasi. Ini terkait dengan ketahanan terhadap aus. Kekerasan juga terkait erat dengan kekuatan materi. Untuk menentukan tingkat kekerasan suatu materi, pengujian dapat dilakukan.. Uji kekerasan untuk mengukur ketahanan terhadap penetrasi permukaan suatu material dengan suatu benda keras. Kekerasan tidak dapat didefinisikan secara tepat. Kekerasan, tergantung pada kondisinya, mewakili ketahanan terhadap goresan atau ukuran kualitatif kekuatan material. Secara umum, dalam pengukuran kekerasan makro. Berbagai uji kekerasan telah dirancang, tetapi yang paling umum digunakan adalah tes Rockwell dan tes Brinell. Indentor berbeda yang digunakan dalam

pengujian ini ditampilkan pada Gambar 6-17. Dalam uji kekerasan Brinell, indentornya berupa bola baja keras (biasanya berukuran 10 mm diameter) yang dipaksa masuk ke permukaan material.



Gambar 4.6. Indentor untuk Brinell dan Uji kekerasan Rockwell.
(Sumber : Donald R. Askeland dkk, 2009)

4.3 Klasifikasi Material

Material teknik adalah material -material yang memiliki sifat atau cirri-ciri khas yang dapat dimanfaatkan untuk memperlancar tugas rekayasa keteknikannya. Untuk memudahkan para insinyur melaksanakan rekayasa maka diperlukan adanya klasifikasi material. Dari berbagai literature yang membahas masalah material maka dapat disimpulkan bahwa klasifikasi material dapat dilakukan dengan berbagai cara.

4.3.1 Klasifikasi Material berdasarkan kelompok

Salah satu cara yang paling sering dilakukan oleh berbagai literatur adalah dengan klasifikasikan material berdasarkan kelompok. (Tabel 4.1):

1. Logam dan paduan;
2. Keramik, gelas, dan keramik kaca;
3. Polimer (plastik);
4. Semikonduktor; dan

5. Material komposit.

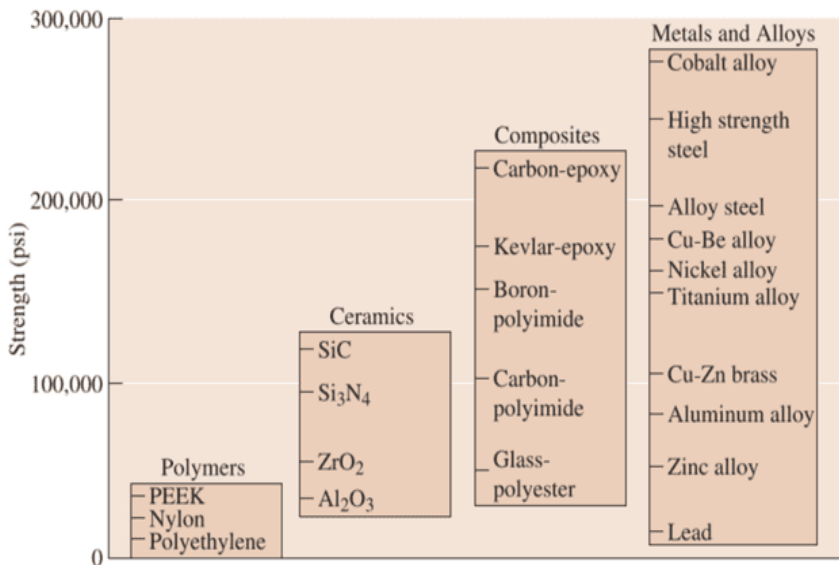
Perbedaan kekuatan, yang dibandingkan pada Gambar 4.7, menggambarkan bahwa para insinyur memiliki banyak alternative untuk memilih material berdasarkan kebutuhan yang direncanakan.

Tabel 4.1. Contoh representatif, aplikasi, dan properti untuk setiap kategori material

Material		Contoh Aplikasi Penggunaa	Sifat-Sifat
Logam dan Paduan	Tembaga	Kawat konduktor listrik	Konduktivitas listrik tinggi, memiliki sifat mampu bentuk yang baik
	Besi cor kelabu	Blok mesin	Dapat dicor, dapat dikerjakan dengan proses permesinan, meredam getaran
	Baja paduan	Kunci pas, sasis mobil	Kekuatan dan kekerasan dapat ditingkat secara signifikan dengan perlakuan panas
Ceramics and Glasses	SiO_2 – Na_2O – CaO	kaca jendela	Transparan , isolasi termal
	Al_2O_3 – MgO – SiO_2	Refraktori (lapisan tahan panas tungku) untuk menampung lelehan logam	Isolasi termal, tahan suhu tinggi, relatif lembam terhadap logam cair
	Barium	Kapasitor untuk	Memiliki Indeks

Material		Contoh Aplikasi Penggunaa	Sifat-Sifat
	titanate Silica	mikroelektronika, Serat Optik Silika untuk teknologi informasi	bias yang tinggi, kerugian optik rendah
Polymers	Polyethyle ne	Kemasan Makanan	
	Epoxy	Pengaman sirkuit terpadu	Isolasi listrik dan tahan lembab
	Phenolics	Perekat untuk menyambung lapisan kayu lapis	Kuat, tahan lembab
Semiconduct ors	Silicon (Si)	Transistor dan sirkuit terpadu	Perilaku listrik yang unik
	GaAs	Sistem optoelektronik	Mengubah sinyal listrik menjadi cahaya, laser, dioda laser, dll.
Composites	Graphite- epoxy	Komponen pesawat	Rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi
	Tungsten carbide- cobalt (WC-Co)	Alat pemotong karbida untuk pemesinan	Kekerasan tinggi, tahan terhadap beban kejut
	Titanium- clad steel	bejana reaktor	Harga murah dan kekuatan yang lebih tinggi dari baja, Tahan korosi

Sumber: Donald R. Askeland and Pradeep P. Fulay. 2009. Essentials of Materials Science and Engineering Second Edition , halaman 6)



Gambar 4.7. Kekuatan berbagai kategori material
(Sumber : Donald R. Askeland and Pradeep P. Fulay. 2009.
Essentials of Materials Science and Engineering Second Edition)

4.3.2 Klasifikasi Material berdasarkan Fungsi dan Kegunaan

Kekerasan dapat didefinisikan sebagai kemampuan material untuk tahan terhadap penggoresan Kita dapat mengklasifikasikan material berdasarkan fungsi mekanik (struktural) terpenting yang dijalankannya, biologis, listrik, magnetik, atau optik. Klasifikasi inimaterial ditunjukkan pada Gambar 1-6. Beberapa contoh dari setiap kategori ditampilkan. Kategori ini dapat dipecah lagi menjadi subkategori.

Aerospace material ringan seperti kayu dan paduan aluminium (yang secara tidak sengaja memperkuat paduan yang digunakan untuk membuat mesin lebih kuat. Aluminium paduan, plastik, silika untuk ubin pesawat ulang-alik, komposit karbon-karbon, dan banyak material lainnya termasuk dalam kategori ini.

Biomedis Tulang dan gigi kita sebagian terbuat dari keramik alami dikenal sebagai hidroksiapatit. Sejumlah organ buatan, bagian pengganti tulang, kar- stent diovasular, kawat gigi ortodontik, dan komponen lainnya dibuat menggunakan material yang berbeda

plastik, paduan titanium, dan baja tahan karat nonmagnetik. Sistem pencitraan ultrasonik memanfaatkan keramik yang dikenal dengan nama PZT (*lead zirconium titanate*). Magnet digunakan untuk pencitraan resonansi magnetik menggunakan superkonduktor

bermaterial dasar logam niobium timah.

Material Elektronik Seperti disebutkan sebelumnya, semikonduktor, seperti yang dibuat dari silikon, digunakan untuk membuat sirkuit terpadu untuk chip komputer. Barium titanat (BaTiO_3), tantalum oksida (Ta_2O_5), dan banyak material dielektrik lainnya digunakan membuat keramik kapasitor dan perangkat lainnya. Superkonduktor digunakan dalam pembuatannya magnet yang kuat. Tembaga, aluminium, dan logam lainnya digunakan sebagai konduktor transmisi daya dan mikroelektronika.

Teknologi Energi dan Teknologi Lingkungan Industri nuklir menggunakan material seperti uranium dioksida dan plutonium sebagai material bakar. Banyak material lainnya, seperti kaca dan baja tahan karat, digunakan dalam menangani material nuklir dan mengelola radioaktif limbah. Teknologi baru yang terkait dengan baterai dan sel material bakar memanfaatkan banyak material keramik seperti zirkonia (ZrO_2) dan polimer. Teknologi baterai sangat penting karena kebutuhan akan banyak perangkat elektronik yang diperlukan supaya dayanya tahan lama dan dapat portabel. Sel material bakar juga digunakan di beberapa mobil. Minyak dan industri perminyakan banyak menggunakan zeolit, alumina, dan material lain sebagai katalis substrat, seperti Pt, Pt/Rh dan banyak logam lainnya. Teknologi membran keramik dan plastik banyak digunakan untuk pemurnian cairan dan gas. Tenaga surya dihasilkan menggunakan material seperti kristal Si dan silikon amorf (a:Si:H).

Material Magnetik Hard disk komputer serta kaset audio dan video digunakan banyak material keramik, logam, dan polimer. Misalnya partikel khusus bentuk oksida besi, yang dikenal sebagai oksida besi gamma ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) yang diendapkan pada polimer substrat untuk membuat kaset audio. Partikel besi dengan kemurnian tinggi digunakan untuk membuat kaset video. Hard disk komputer dibuat menggunakan paduan berdasarkan kobalt-

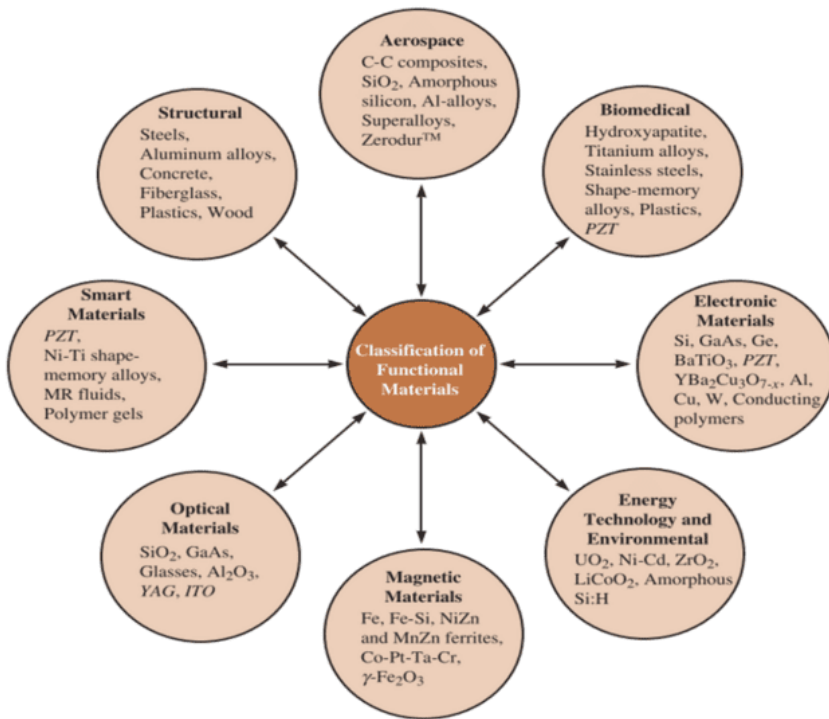
platinum-tantalumchromium paduan (Co-Pt-Ta-Cr). Banyak ferit magnetik digunakan untuk membuat induktor dan komponen untuk komunikasi nirkabel. Baja bermaterial dasar besi dan silikon digunakan untuk membuat inti transformator.

Material Fotonik atau Optik Silika digunakan secara luas untuk membuat serat optik. Hampir sepuluh juta kilometer serat optik telah dipasang di seluruh dunia. Material optik yang digunakan untuk membuat detektor semikonduktor dan laser yang digunakan dalam serat optik sistem komunikasi dan aplikasi lainnya. Demikian pula alumina (Al_2O_3) dan garnet aluminium yttrium (YAG) digunakan untuk membuat laser. Silikon amorf digunakan untuk membuat sel surya dan modul fotovoltaik. Polimer digunakan untuk membuat kristal cair layar (LCD).

Material Cerdas Material cerdas dapat merasakan dan merespons stimulus eksternal tersebut seperti perumaterial suhu, penerapan tekanan, atau perumaterial kelembaban atau

lingkungan kimia. Biasanya sistem berbasis material pintar terdiri dari sensor dan aktuator yang membaca perumaterial dan memulai suatu tindakan. Contoh *passively smart material* adalah timbal zirkonium titanat (PZT) dan bentuk paduan memori. Contoh lain dari material pintar termasuk cairan magnetorheological atau MR. Ini adalah cat magnetis yang merespons medan magnet dan digunakan dalam sistem suspensi mobil. Contoh

Material Struktural Material-material ini dirancang untuk memikul beberapa jenis tekanan. Baja, beton, dan komposit digunakan untuk membuat bangunan dan jembatan. Baja, gelas, plastik, dan komposit juga digunakan secara luas untuk membuat otomotif. Seringkali dalam aplikasi, kombinasi kekuatan, kekakuan, dan ketangguhan diperlukan dalam kondisi yang berbeda kondisi suhu dan pembebanan.

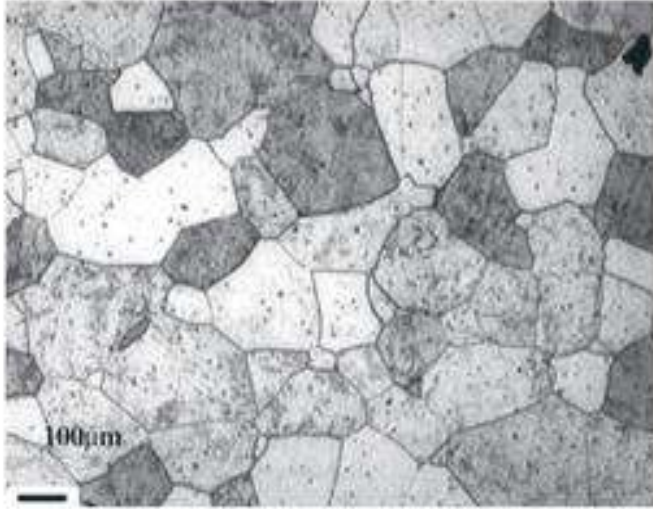


Gambar 4.8. Klasifikasi berdasarkan Fungsi dan Kegunaan material
(Sumber : Donald R. Askeland and Pradeep P. Fulay. 2009.
Essentials of Materials Science and Engineering Second Edition)

4.3.3 Klasifikasi Material berdasarkan Strukturnya

Seperti disebutkan sebelumnya, istilah "struktur" berarti susunan atom suatu material; struktur pada skala mikroskopis dikenal sebagai "struktur mikro". Kita dapat melihatnya pengaturan ini pada skala yang berbeda, mulai dari beberapa satuan angstrom hingga satu milimeter. Kita telah ketahui bahwa beberapa material mungkin berbentuk kristal (dimana material tersebut atom disusun secara periodik) atau mungkin amorf (di mana atom-atom material tidak mempunyai tatanan jangka panjang). Beberapa material kristal mungkin dalam bentuk satu kristal dan dikenal sebagai kristal tunggal. Lainnya terdiri dari banyak kristal atau butiran dan dikenal sebagai polikristalin. Ciri-ciri kristal atau butiran (ukuran, bentuk, dll.) dan daerah di antara butiran tersebut, yang dikenal

sebagai butiran batas-batasnya, juga mempengaruhi sifat-sifat material. Mikrograf sampel baja tahan karat (menunjukkan butiran dan butiran batas) ditunjukkan pada Gambar 4.8. Untuk sampel ini, setiap butir memantulkan perbedaan cahaya secara halus dan ini menghasilkan kontras antar butir.



Gambar 4.9. Mikrograf baja tahan karat ditampilkan butir dan batas butir. (Sumber : Donald R. Askeland and Pradeep P. Fulay. 2009. Essentials of Materials Science and Engineering Second Edition)

4.4 Pemilihan Material

Memilih material untuk keperluan rekayasa dalam desain mesin atau konstruksi bisa menjadi tugas yang rumit, terutama jika tidak ada persyaratan tertentu yang dapat mempermudah proses tersebut, seperti ketersediaan yang baik, kemudahan dalam pengolahan, serta kemampuan untuk mencapai kualitas sesuai spesifikasi dengan harga yang terjangkau. Prinsip dasar dalam pemilihan material hanya mempertimbangkan persyaratan dan sifat yang diminta oleh rekayasa dalam desain mesin atau konstruksi.

Salah satu tantangan yang sering dihadapi oleh para insinyur dalam menetapkan persyaratan adalah kesulitan dalam mendapatkan informasi yang lengkap mengenai berbagai material yang sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan. Bahkan jika

informasi tersebut tersedia, mungkin saja tidak ada satu pun material yang bisa memenuhi semua persyaratan tersebut. Dalam hal ini, perlu dilakukan pemilihan ulang dengan mengurangi persyaratan yang telah ditetapkan untuk mencapai pilihan yang optimal.

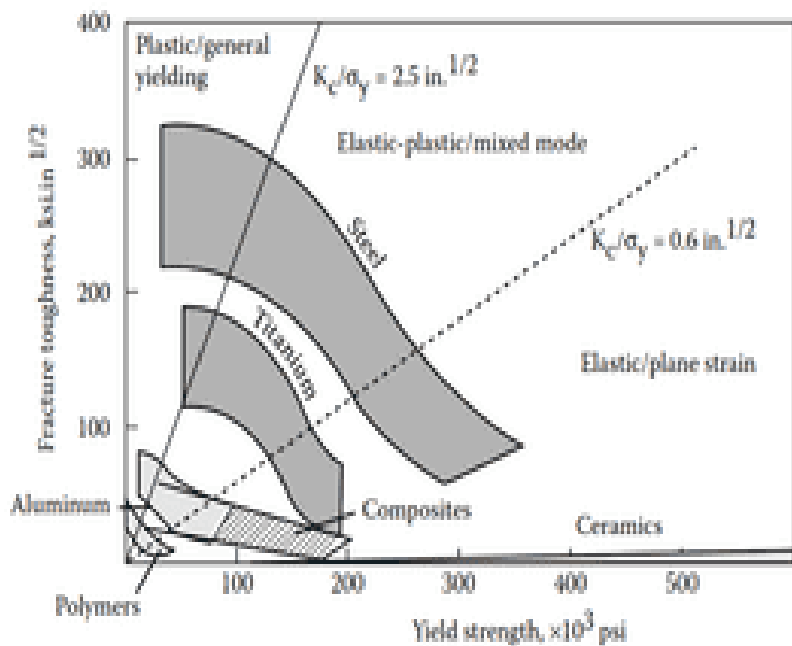
Biasanya, persyaratan yang diminta dalam desain konstruksi oleh insinyur mencakup berbagai sifat, seperti:

1. Kekuatan mekanik, termasuk kekuatan, ketangguhan, kekerasan, keuletan, dan kegetasan.
2. Parameter utama dalam pemilihan material untuk berbagai situasi, baik untuk logam, keramik, maupun komposit logam-keramik.
3. Sifat fisik seperti konduktivitas panas, konduktivitas listrik, ekspansi panas, dimensi, dan struktur mikro.
4. Sifat kimia, termasuk ketahanan terhadap korosi dan interaksi dengan bahan kimia lainnya.

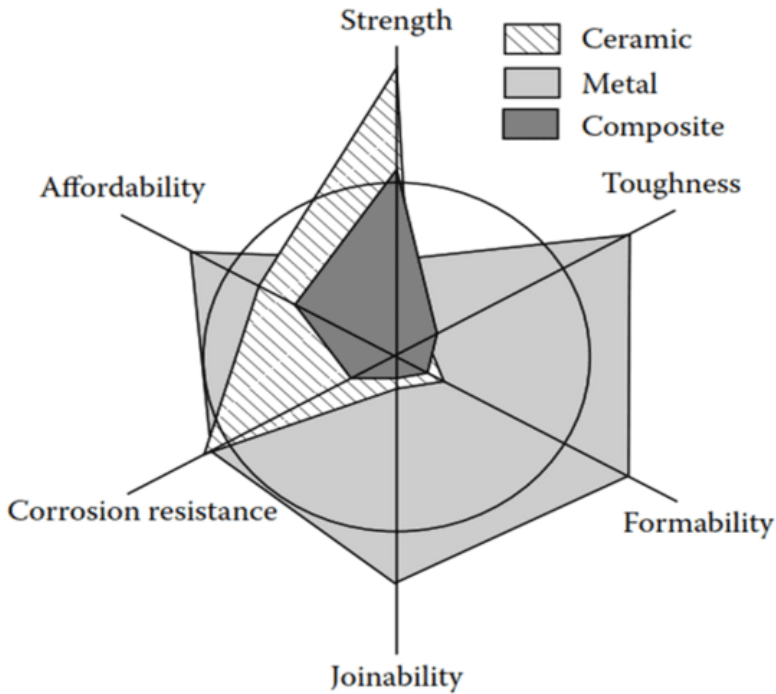
Selain itu, faktor-faktor lain yang harus dipertimbangkan dalam desain meliputi:

1. Ketersediaan teknologi untuk memproses material tersebut hingga menjadi produk yang siap digunakan.
2. Faktor ekonomi, seperti harga material dan produk, biaya produksi, dll.
3. Ketersediaan material di pasaran, termasuk di mana material tersebut dapat ditemukan dan seberapa banyak ketersediaannya.

Proses seleksi material seringkali dapat disederhanakan dengan membatasi pilihan material ke dalam daerah yang lebih terfokus, dengan memberikan prioritas pada material yang umumnya digunakan dalam konstruksi mesin serupa. Sebagai contoh, dalam teknik permesinan, baja karbon biasanya menjadi prioritas utama untuk dipertimbangkan karena keberadaannya yang umum, harga yang terjangkau, dan kemudahan perolehannya. Baru setelah itu, jika baja karbon tidak memenuhi persyaratan yang dibutuhkan, maka pertimbangan bisa diberikan kepada penggunaan material lain seperti baja paduan, besi cor, atau paduan non-besi.



Gambar 4.10. Ketangguhan patah sebagai fungsi dari kekuatan luluh untuk logam monolitik, keramik, dan komposit logam-keramik (Sumber : Eager, T.W., Ke mana materi tingkat lanjut? Adv. Mater. Processes, ASM Internasional, Juni 1991, 25–29.)



Gambar 4.7. Parameter utama pemilihan material untuk situasi hipotetis untuk logam, keramik, dan komposit logam-keramik. (Sumber : Eager, T.W., Ke mana materi tingkat lanjut? Adv. Mater. Processes,ASM Internasional, Juni 1991, 25–29.)

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin Zainal. 2012. *Evaluasi Pembelajaran*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Islam Kementrian Agama RI.
- Arikunto Suharsimi. 2001. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Asrul, dkk. 2014. *Evaluasi Pembelajaran*. Medan: Cipta pustaka Media.
- Danial, D., Nurjannah, N., & Mirna, M. 2019. *Evaluation of The Learning*.
- Callister Jr, William D, 2009, *Materials Science And Engineering An Introduction, 8th Edition, New Jersey : John Wiley & Sons, Inc, Hoboken*
- Program of Mathematics Study Program at Islamic Institute Of Muhammadiyah Sinjai. Matematika Dan Pembelajaran, 7(1), 65.* <https://doi.org/10.33477/mp.v7i1.1046>.
- Fitriani. 2019. Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMP. *JTMT: Journal Tadris Matematika, 01(01), 25–30.* <http://journal.iainsinjai.ac.id/index.php/Jtm/article/view/393>.
- Hamalik, Oemar. 2010. *Manajemen Pengembangan Kurikulum*. Bandung : PT Remaja Rosdakarya.
- Elis Ratnawulan. 2014. *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: Penerbit pustaka.
- Ida Farida. 2017. *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung:PT Remaja Rosdakarya.
- Muhammad Afandi.2013. *Evaluasi Pembelajaran Sekolah Dasar*. Semarang:UNISSULA Press
- Sukardi. 2009. *Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Tim Pengembangan MKDP Kurikulum dan Pembelajaran. (2011).*Kurikulum dan Pembelajaran*. Jakarta Utara: PT Raja Grafindo Persada.
- Autar K. Kaw. *Mechanics Of Composite Materials Edisi Kedua*. United States of America : Published in 2006 by CRC Press Taylor & Francis Group
- B.- W. Song. 2002. *The Influence Of Initial Static Shear Stress On Post-Cyclic Degradation Of Non Plastic Silt*. Japan:

International Association of Lowland Technology (IALT),
ISSN 1344-9656)

- Donald R. Askeland and Pradeep P. Fulay. 2009. Essentials of Materials Science and Engineering Second Edition. Toronto : Cengage Learning
- Dr. Onur Saray And Dr. Sukhwinder Kaur Bhullar. 2017. Tensile Testing (Experiment Sheet). Turki : Bursa Technical University Faculty Of Natural Sciences, Architecture And Engineering Department Of Mechanical Engineering.
- Eager, T.W., Ke mana materi tingkat lanjut? Adv. Mater. Processes,ASM Internasional, Juni 1991, 25–29.)
- Francisco José Neto Antão. 2019 . High Entropy Alloys for advanced systems and engines, Thesis to obtain the Master of Science Degree in Materials Engineering. Portugal : Instituto Superior Técnico
- Feltwell, J. 1991. The story of silk. London, UK : St. Martin's Press
- Giovanni Bruno, Alberto De Stefani and Antonio Gracco. 2021 Mechanical Properties of Materials. MDPI • Basel • Beijing • Wuhan • Barcelona • Belgrade • Manchester • Tokyo • Cluj • Tianjin : published online in the open access journal Applied Sciences (ISSN 2076-3417) (availableat:<https://www.mdpi.com/journal/applsci/specialissues/mechanicalpropertiesmaterias>).
- Jacob Lubliner. 2006. Plasticity Theory. California : by Jacob Lubliner This book was previously published, Pearson Education, Inc.
- James F. Shackelford. 2015. Introduction to Materials Science For Engineers, Eighth Edition. Pearson Education Ltd., London
- Marc Andr´e Meyers and Krishan Kumar Chawla. 2009. Mechanical Behavior of Materials. New York : Cambridge University Press
- Michael F. Ashby and David R. H. Jones. 2003. Engineering Materials 1 : An Introduction to Properties,Applications, and Design Fourth Edition. USA : Butterworth-Heinemann is an imprint of Elsevier

- S. Senthil Murugan.2020. Mechanical Properties of Materials, Definition, Testing and Application: International Journal of Modern Studies in Mechanical Engineering (IJMSME) Volume 6, Issue 2, 2020, PP 28-38
- Strathern, P. Mendeleyev's Dream . 2000. The quest for the elements. London, UK : Penguin Books
The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford, OX5 1GB UK
225 Wyman Street, Waltham, MA 02451
- William D. Callister, Jr. And David G. Rethwisch.2014. Materials Science and Engineering An Introduction. United States of America : John Wiley & Sons. website www.wiley.com/go/permissions
- White, M. Leonardo . 2000. The first scientist. London, UK : An Abacus book, Little, Brown & Co

BAB 5

MINERAL

Oleh Lilla Puji Lestari

5.1 Pendahuluan

Pengantar Mineral Teknik membahas konsep dasar yang berkaitan dengan bahan atau material yang digunakan dalam konteks Teknik. Mineral Teknik adalah cabang ilmu yang mempelajari tentang berbagai jenis bahan atau material yang digunakan dalam rekayasa atau teknik. Ruang lingkup mineral teknik mencakup pemahaman mengenai sifat-sifat fisik, mekanis, termal, dan kimia dari berbagai jenis material yang digunakan dalam teknik mesin. Ruang lingkup mineral teknik meliputi pengembangan mineral yaitu menemukan dan mengembangkan mineral baru dengan sifat yang lebih baik, pemilihan mineral yaitu memilih mineral yang tepat untuk suatu aplikasi tertentu, pengolahan mineral seperti mengubah mineral mentah menjadi produk jadi dengan sifat yang diinginkan, pengujian material yaitu menguji sifat-sifat mineral untuk memastikan kualitasnya, analisis kegagalan mineral yaitu menyelidiki penyebab kegagalan dan mencari solusi untuk mencegahnya.

Dalam klasifikasi mineral teknik, mineral dapat dikelompokkan berdasarkan beberapa kriteria, termasuk sifat-sifat fisik dan kimia, struktur kristal, serta aplikasi teknisnya. Klasifikasi umum mineral teknik mencakup mineral logam, non-logam, dan komposit. Mineral logam mencakup baja, aluminium, dan tembaga, sedangkan mineral non-logam mencakup polimer, keramik, dan material komposit yang terdiri dari dua atau lebih jenis material.

Sifat-sifat mineral teknik mencakup berbagai aspek yang memengaruhi performa dan aplikasi material dalam teknik mesin. Sifat-sifat ini meliputi kekuatan, kekerasan, kelenturan, konduktivitas termal, konduktivitas listrik, keuletan, dan lain-lain. Pemahaman mendalam mengenai sifat-sifat ini sangat penting dalam pemilihan material yang sesuai untuk aplikasi tertentu.

Struktur material merujuk pada susunan atom atau molekul dalam material tersebut, yang memengaruhi sifat-sifat mekanis dan fisiknya. Struktur material dapat berupa struktur kristal, amorf, atau struktur lainnya. Sifat material, seperti kekuatan, kelenturan, dan kekerasan, sangat dipengaruhi oleh struktur material. Pemilihan material teknik merupakan proses penting dalam desain suatu sistem atau produk teknik. Hal ini melibatkan evaluasi berbagai faktor seperti sifat-sifat material, biaya, keberlanjutan, dan kebutuhan aplikasi (Aminuddin, Santoso and Yudo, 2020). Pemilihan material yang tepat dapat meningkatkan kinerja dan umur pakai suatu produk atau sistem teknik.

5.2 Sifat Mekanik

Sifat mekanik material adalah karakteristik yang menggambarkan respons material terhadap beban atau gaya yang diberikan. Memahami sifat-sifat mekanik material penting dalam proses pemilihan material, desain struktur, dan analisis kegagalan dalam berbagai aplikasi teknik.

5.2.1 Tegangan dan Regangan

Tegangan adalah gaya yang bekerja pada sebuah material per satuan luas penampangnya. Regangan adalah perubahan relatif dalam dimensi material akibat pemberian tegangan. Hubungan antara tegangan dan regangan dapat dijelaskan melalui kurva tegangan-regangan yang menggambarkan respons material terhadap tegangan yang diberikan. Tegangan dan regangan adalah parameter penting dalam menganalisis perilaku material saat dikenai beban. Kurva tegangan-regangan digunakan untuk menunjukkan karakteristik deformasi. Kurva tegangan-regangan adalah grafik yang menunjukkan hubungan antara tegangan yang bekerja pada sebuah material dengan regangan yang dihasilkan oleh material tersebut. Kurva ini memberikan gambaran visual tentang bagaimana material merespons beban yang diberikan dan menggambarkan karakteristik deformasi material secara keseluruhan.

1. Titik Elastis

Titik Elastis adalah titik awal pada kurva tegangan-regangan di mana material mengalami deformasi elastis linier ketika tegangan diberikan. Pada titik ini, material akan kembali ke bentuk aslinya setelah beban ditarik atau dilepaskan, asalkan tegangan yang diberikan tidak melebihi batas elastis material.

2. Batas Proporsional

Batas Proporsional adalah titik di mana kurva tegangan-regangan menjadi tidak linier setelah melewati titik elastis. Pada titik ini, material mulai mengalami deformasi plastis, tetapi perubahan regangannya masih berbanding lurus dengan tegangan yang diberikan.

3. Batas Elastis

Batas Elastis adalah batas dimana material tidak lagi kembali ke bentuk aslinya setelah tegangan dilepaskan. Pada titik ini, deformasi plastis menjadi dominan, dan material mengalami perubahan permanen meskipun tegangan yang diberikan tidak melebihi batas elastis.

4. Titik Patah

Titik Patah adalah titik di mana material mengalami kegagalan atau pecah. Pada titik ini, tegangan mencapai nilai maksimumnya dan material tidak dapat menahan beban lebih lanjut tanpa mengalami kerusakan atau kegagalan. Masi material, termasuk titik elastis, batas proporsional, batas elastis, dan titik patah.

Sifat-sifat material yang dapat dilihat dari kurva tegangan-regangan:

1. **Modulus elastisitas:** Kemiringan kurva di daerah elastis.
2. **Kekuatan luluh:** Tegangan di mana material mulai mengalami deformasi plastis.
3. **Keuletan:** Kemampuan material untuk mengalami deformasi plastis sebelum patah.
4. **Ketangguhan:** Kemampuan material untuk menyerap energi sebelum patah.

Aplikasi kurva tegangan-regangan:

1. Memilih material yang tepat untuk suatu aplikasi.
2. Merancang struktur yang aman dan efisien.
3. Menguji kualitas material

Tegangan adalah gaya yang bekerja pada sebuah material per satuan luas penampangnya. Regangan adalah perubahan relatif dalam dimensi material akibat pemberian tegangan. Hubungan antara tegangan dan regangan dapat dijelaskan melalui kurva tegangan-regangan yang menggambarkan respons material terhadap tegangan yang diberikan. Tegangan adalah gaya per satuan luas yang bekerja pada suatu material. Regangan adalah perubahan panjang per satuan panjang awal material akibat pembebanan.

Tegangan = Gaya / Luas

Regangan = (Perubahan Panjang / Panjang Awal)

5.2.2 Kekuatan Tarik dan Tekan

Kekuatan tarik dan tekan adalah sifat-sifat dasar yang menentukan kemampuan material untuk menahan beban aksial. Kekuatan tarik dan tekan sering digunakan dalam perhitungan desain struktur untuk memastikan keandalan dan keamanan. Kekuatan tarik adalah tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh material sebelum mengalami kegagalan akibat tarikan. Kekuatan tekan adalah tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh material sebelum mengalami kegagalan akibat tekanan. Kekuatan tarik dan tekan penting dalam menentukan batas beban yang aman bagi suatu struktur.

5.2.3 Kekuatan Geser

Kekuatan geser adalah kekuatan maksimum yang dapat ditahan oleh material sebelum mengalami kegagalan akibat gaya geser. Kekuatan geser penting dalam aplikasi di mana material mengalami beban geser, seperti dalam sambungan pengelasan atau perekatan.

Kekuatan Geser = Gaya Geser / Luas Permukaan Geser

5.2.4 Kekakuan dan Modulus Elastisitas

Kekakuan adalah kemampuan suatu material untuk menahan deformasi elastis atau perubahan bentuk saat diberikan tegangan. Modulus elastisitas adalah ukuran kekakuan material, didefinisikan sebagai rasio tegangan terhadap regangan dalam rentang linier pada kurva tegangan-regangan.

Kekakuan = Gaya / Deformasi

Modulus Elastisitas = Tegangan / Regangan

5.2.5 Keuletan dan Ketangguhan

Keuletan adalah kemampuan suatu material untuk menahan deformasi plastis sebelum mengalami kegagalan, menunjukkan seberapa jauh material dapat ditarik tanpa patah. Ketangguhan adalah kemampuan material untuk menyerap energi sebelum mengalami kegagalan, menunjukkan resistensinya terhadap retakan dan patah.

Keuletan = % Elongasi pada Titik Putus

Ketangguhan = Energi yang Diserap sebelum Patah

5.2.6 Kekerasan

Pengukuran kekerasan digunakan untuk menentukan kemampuan suatu material dalam menahan benturan atau goresan dan sering kali berkaitan dengan kekuatan material. Kekerasan adalah kemampuan material untuk menahan penetrasi oleh benda lain yang lebih keras (Santoso and Al Farisyi, 2018).

Kekerasan = Beban Penetrasi / Luas Area Penetrasi

5.2.7 Sifat Lelah

Sifat lelah adalah sifat material yang menunjukkan responsnya terhadap beban siklik atau berulang. Fenomena lelah sering kali menjadi penyebab utama kegagalan struktur dalam aplikasi yang mengalami beban dinamis atau berulang seperti dalam mesin dan struktur jembatan.

5.3 Sifat Fisik Mineral

Sifat fisik material mengacu pada karakteristik fisik yang dapat diukur atau diamati secara langsung. Beberapa sifat fisik material yang umum meliputi massa jenis, titik leleh, titik didih, konduktivitas termal, konduktivitas listrik, kapasitas kalor, dan ketahanan korosi.

5.3.1 Massa Jenis dan Berat Jenis

Massa jenis adalah jumlah massa material per satuan volume, sedangkan berat jenis adalah massa jenis suatu material dibandingkan dengan massa jenis air. Massa jenis dan berat jenis sering digunakan untuk menentukan kepadatan material dan digunakan dalam perhitungan desain dan konstruksi. Massa jenis adalah massa suatu benda per satuan volume. Satuan SI untuk massa jenis adalah kilogram per meter kubik (kg/m^3). Berat jenis adalah berat suatu benda per satuan volume. Satuan SI untuk berat jenis adalah newton per meter kubik (N/m^3). Berat jenis sama dengan massa jenis dikalikan dengan percepatan gravitasi bumi ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$).

5.3.2 Titik Leleh dan Titik Didih

Titik leleh adalah suhu di mana suatu material berubah dari fase padat menjadi fase cair, sedangkan titik didih adalah suhu di mana material berubah dari fase cair menjadi fase gas. Pengetahuan tentang titik leleh dan titik didih penting dalam proses pemrosesan dan penggunaan material dalam berbagai aplikasi.

5.3.3 Konduktivitas Termal dan Konduktivitas Listrik

Konduktivitas termal adalah kemampuan suatu material untuk menghantarkan panas. Material dengan konduktivitas termal tinggi disebut konduktor, sedangkan material dengan konduktivitas termal rendah disebut isolator.

Konduktivitas listrik adalah kemampuan suatu material untuk menghantarkan arus listrik. Material dengan konduktivitas listrik tinggi disebut konduktor, sedangkan material dengan konduktivitas listrik rendah disebut isolator.

5.3.4 Kapasitas Kalor

Kapasitas kalor adalah jumlah panas yang diperlukan untuk meningkatkan suhu suatu material sebesar satu derajat Celsius. Kapasitas kalor digunakan dalam perhitungan termodinamika dan proses pemrosesan material seperti pemanasan atau pendinginan. Kapasitas kalor sering diukur dalam satuan energi per massa dan per suhu, seperti joule per kilogram per derajat Celsius ($\text{J/kg}^\circ\text{C}$) atau kalori per gram per derajat Celsius ($\text{cal/g}^\circ\text{C}$). Kapasitas kalor bergantung pada beberapa faktor, termasuk jenis dan komposisi material, struktur kristal, dan suhu. Dalam proses pemrosesan material, kapasitas kalor menjadi penting karena memengaruhi berapa banyak energi yang diperlukan untuk mengubah suhu material. Misalnya, dalam proses peleburan logam atau pemadatan serbuk logam, kapasitas kalor material perlu dipertimbangkan dalam perencanaan proses pemanasan untuk memastikan suhu yang diinginkan tercapai dengan efisien.

5.3.5 Ketahanan Korosi

Ketahanan korosi adalah kemampuan suatu material untuk menahan kerusakan atau degradasi akibat reaksi kimia dengan lingkungan sekitarnya, terutama reaksi dengan air atau udara. Material dengan ketahanan korosi yang baik sering digunakan dalam lingkungan yang korosif seperti aplikasi maritim atau industri kimia.

5.3.6 Mineral Logam

Mineral logam adalah kelompok material yang terdiri dari logam dan paduan logam. Material ini memiliki sifat-sifat mekanik yang kuat dan tahan terhadap beban mekanis, sehingga sering digunakan dalam berbagai aplikasi teknik yang memerlukan kekuatan dan ketahanan yang tinggi. Beberapa contoh mineral logam meliputi baja, aluminium, tembaga, dan titanium. Material ini digunakan dalam berbagai industri termasuk otomotif, konstruksi, pesawat terbang, dan lainnya.

Material teknik logam terdiri dari material yang terbuat dari logam atau paduan logam. Material teknik logam memiliki berbagai sifat yang membuatnya cocok untuk berbagai aplikasi, seperti

kekuatan, ketahanan korosi, dan konduktivitas termal.

Contoh material teknik logam adalah baja, aluminium, tembaga, kuningan, perunggu.

Sifat-sifat material teknik logam diantaranya (Rauf, Sappu and Lakat, 2018).

1. Kekuatan: Kemampuan material untuk menahan beban tanpa mengalami kerusakan.
2. Kekerasan: Kemampuan material untuk menahan goresan dan lekukan.
3. Keuletan: Kemampuan material untuk diubah bentuknya tanpa mengalami kerusakan.
4. Ketahanan korosi: Kemampuan material untuk menahan kerusakan akibat reaksi kimia dengan lingkungannya.
5. Konduktivitas termal: Kemampuan material untuk menghantarkan panas.
6. Konduktivitas listrik: Kemampuan material untuk menghantarkan arus listrik.

Pemilihan material teknik logam:

Pemilihan material teknik logam untuk suatu aplikasi tertentu tergantung pada beberapa faktor, seperti sifat-sifat material yang dibutuhkan, biaya material, ketersediaan material, kemudahan fabrikasi. Contoh aplikasi material teknik logam baja digunakan untuk konstruksi bangunan, jembatan, dan mobil. Aluminium digunakan untuk pesawat terbang, kaleng minuman, dan peralatan masak. Tembaga digunakan untuk kabel listrik, pipa, dan perhiasan. Kuningan digunakan untuk kunci, alat musik, dan dekorasi. Perunggu digunakan untuk patung, lonceng, dan perhiasan.

5.3.7 Besi dan Baja

Struktur dari besi unsur logam dengan simbol Fe dan nomor atom 26. Terbentuk secara alami di kerak bumi sebagai bijih besi. Memiliki struktur kristal kubus berpusat badan (BCC). Sifat dari besi keras dan kuat, tahan lama, mudah dibentuk (tempa dan las), mempunyai sifat magnetic, mudah berkarat. Struktur dari baja adalah paduan besi dan karbon (dengan kandungan karbon hingga 2%), karbon meningkatkan kekuatan dan kekerasan baja, memiliki

struktur kristal yang berbeda dengan besi, tergantung pada kandungan karbon dan perlakuan panas. Sifat dari baja adalah lebih kuat dan keras daripada besi, lebih tahan terhadap karat, lebih tahan terhadap aus, memiliki berbagai sifat yang dapat disesuaikan dengan perlakuan panas. Klasifikasi dari besi tuang kandungan karbon tinggi (2-4%), keras dan rapuh, digunakan untuk membuat benda-benda yang membutuhkan kekuatan tekan tinggi, seperti blok mesin dan pipa. Klasifikasi besi tempa adalah kandungan karbon rendah (0,05-0,25%), ulet dan mudah dibentuk, digunakan untuk membuat benda-benda yang membutuhkan keuletan, seperti pagar dan rantai (Setiawan, 2021). Klasifikasi dari baja karbon berdasarkan kandungan karbon

Baja karbon rendah (0,05-0,25%) digunakan untuk konstruksi dan fabrikasi umum. Baja karbon menengah (0,25-0,60%) digunakan untuk mesin dan peralatan. Baja karbon tinggi (0,60-1,50%) digunakan untuk perkakas dan pegas. Klasifikasi dari baja paduan adalah mengandung unsur lain selain karbon, seperti mangan, kromium, dan nikel, memiliki sifat yang lebih spesifik, seperti tahan karat, tahan panas, dan tahan aus (Aminuddin, Santoso and Yudo, 2020).

5.4 Polimer

Polimer adalah kelompok besar material organik yang terdiri dari rantai panjang molekul yang disebut polimer. Polimer memiliki sifat-sifat yang unik, termasuk ringan, tahan terhadap korosi, dan dapat diubah bentuknya dengan mudah. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut mengenai material polimer.

5.4.1 Struktur dan Sifat Polimer

1. Polimer terdiri dari rantai panjang molekul yang terdiri dari unit pengulangan yang disebut monomer. Struktur polimer dapat berupa linear, bercabang, atau jaringan tergantung pada bagaimana monomer disusun. Sifat-sifat polimer, seperti kekuatan, elastisitas, dan kekerasan, sangat dipengaruhi oleh struktur dan komposisinya. Struktur dari Polimer adalah makromolekul yang tersusun dari unit-unit kecil yang

berulang, disebut monomer. Monomer terikat satu sama lain melalui ikatan kovalen, membentuk rantai panjang.

2. Sifat polimer tergantung pada struktur kimianya, termasuk jenis monomer, panjang rantai, dan struktur rantai. Sifat umum polimer:
 - a. Ringan
 - b. Tahan korosi
 - c. Mudah dibentuk
 - d. Memiliki berbagai sifat mekanik dan fisik
 - e. Isolator listrik dan panas

5.4.2 Klasifikasi Polimer

Polimer dapat diklasifikasikan berdasarkan sumbernya menjadi polimer alami (misalnya, karet alami) dan polimer sintetis (misalnya, polietilena, polipropilena). Mereka juga dapat diklasifikasikan berdasarkan struktur kimianya menjadi polimer termoplastik (bisa dilelehkan dan dibentuk kembali) dan polimer termoset (tidak bisa dilelehkan setelah diatur).

Klasifikasi Polimer terdiri dari

1. Berdasarkan sumbernya:
 - a. Polimer alami: Terdapat di alam, seperti karet alam dan selulosa.
 - b. Polimer sintetis: Dibuat manusia, seperti polietilen dan nilon.
2. Berdasarkan strukturnya:
 - a. Polimer homopolimer: Terdiri dari monomer yang sama.
 - b. Polimer kopolimer: Terdiri dari dua atau lebih monomer yang berbeda.
3. Berdasarkan sifatnya:
 - a. Termoplastik: Menjadi lunak bila dipanaskan dan mengeras bila didinginkan.
 - b. Termoset: Menjadi keras dan tidak dapat diubah bentuknya setelah dipanaskan.

5.4.3 Pengolahan dan Fabrikasi Polimer

Pengolahan polimer melibatkan berbagai teknik, termasuk cetakan injeksi, ekstrusi, pencetakan, dan pembentukan lainnya.

Fabrikasi polimer melibatkan proses-proses ini untuk membentuk produk akhir sesuai dengan desain yang diinginkan. Teknik ini memungkinkan polimer untuk digunakan dalam berbagai aplikasi dengan berbagai bentuk dan ukuran. Polimerisasi: Proses pembentukan polimer dari monomer.

Pengolahan :

1. Pencetakan: Polimer dilelehkan dan dicetak menjadi bentuk yang diinginkan.
2. Ekstrusi: Polimer dilelehkan dan dipaksa melalui cetakan untuk menghasilkan bentuk yang panjang dan tipis.
3. Pemintalan: Polimer dilelehkan dan ditarik menjadi serat.

Fabrikasi

1. Penyambungan: Polimer dapat disambung dengan berbagai metode, seperti pengelasan, pengeleman, dan penjahitan.
2. Pemotongan: Polimer dapat dipotong dengan berbagai alat, seperti gergaji, pisau, dan laser.

5.4.4 Sifat Mekanik dan Fisik Polimer

Sifat mekanik dan fisik polimer meliputi kekuatan, kekerasan, keuletan, dan elastisitas. Polimer memiliki kekuatan yang rendah dibandingkan dengan logam, namun memiliki elastisitas yang tinggi dan tahan terhadap korosi. Sifat-sifat ini memungkinkan polimer digunakan dalam aplikasi yang memerlukan bahan ringan dan fleksibel.

5.4.5 Aplikasi Polimer

Polimer memiliki berbagai aplikasi dalam berbagai industri, termasuk otomotif (misalnya, bagian dalam mobil), elektronik (misalnya, casing telepon genggam), kemasan (misalnya, botol plastik), kesehatan (misalnya, peralatan medis), dan konstruksi (misalnya, pipa PVC). Kemampuan untuk membentuk polimer dalam berbagai bentuk dan ukuran membuatnya sangat serbaguna dalam aplikasi industri. Contoh aplikasi polimer dalam bidang industri (Material and Energi, 2023).

1. Kemasan Plastik: Polimer digunakan secara luas dalam pembuatan kemasan plastik untuk makanan, minuman,

produk kecantikan, dan produk konsumen lainnya. Contohnya termasuk botol air minum, wadah makanan, dan kantong belanja plastik.

2. Otomotif: Polimer digunakan dalam industri otomotif untuk berbagai aplikasi, seperti dalam panel interior mobil, bagian mesin, selongsong kabel, dan bagian eksterior seperti bumper dan trim.
3. Elektronik: Polimer digunakan dalam industri elektronik untuk pembuatan casing perangkat elektronik seperti telepon genggam, laptop, tablet, dan peralatan elektronik lainnya. Polimer juga digunakan dalam pembuatan kabel listrik dan komponen elektronik lainnya.
4. Kesehatan: Dalam industri kesehatan, polimer digunakan untuk membuat peralatan medis seperti alat suntik, perangkat implan, perangkat pembedahan, dan alat penyangga ortopedi. Polimer medis harus memenuhi standar keamanan dan kebersihan yang ketat.
5. Konstruksi: Polimer digunakan dalam industri konstruksi untuk berbagai aplikasi, termasuk pipa PVC untuk saluran air dan sanitasi, isolasi kabel, lembaran atap dan dinding, serta lapisan pelindung dan tahan lama.
6. Industri Penerbangan dan Ruang Angkasa: Dalam industri penerbangan dan ruang angkasa, polimer digunakan dalam pembuatan komponen pesawat terbang, roket, dan satelit. Polimer digunakan karena ringan, tahan korosi, dan memiliki sifat isolasi listrik yang baik.
7. Industri Energi Terbarukan: Polimer digunakan dalam pembuatan komponen untuk energi terbarukan seperti panel surya, turbin angin, dan peralatan pengeboran untuk energi panas bumi. Polimer dapat digunakan untuk mengurangi berat dan biaya produksi.
8. Industri Karet: Karet adalah salah satu jenis polimer yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pembuatan ban, selang, karet silikon untuk produk kesehatan, dan berbagai produk karet lainnya.

5.5 Komposit

Komposit adalah material yang terbuat dari dua atau lebih komponen yang berbeda secara fisik atau kimia yang digabungkan secara bersama-sama untuk menciptakan sifat-sifat baru yang unik. Komponen-komponen ini dapat berupa serat, partikel, atau matriks, dan kombinasinya memberikan sifat-sifat yang lebih baik daripada material tunggal.

5.5.1 Struktur dan Sifat Komposit

Komposit terdiri dari dua komponen utama: matriks dan penguat. Matriks adalah material dasar yang melingkupi atau menyelimuti penguat, sedangkan penguat adalah material yang memberikan kekuatan dan ketahanan tambahan pada matriks. Struktur komposit dapat berupa komposit berorientasi, di mana serat diletakkan dalam pola tertentu untuk meningkatkan sifat-sifat mekanik, atau komposit acak, di mana serat tersebar secara acak dalam matriks. Sifat-sifat komposit, seperti kekuatan, kekerasan, ketangguhan, dan keuletan, sangat dipengaruhi oleh jenis dan komposisi matriks dan penguatnya (Diana, Ghani Safitra and Nabel Ariansyah, 2020). Struktur dari komposit adalah material yang terdiri dari dua atau lebih material yang berbeda (matriks dan penguat) yang terikat secara fisik dan kimia. Matriks biasanya merupakan material yang lunak dan ulet, sedangkan penguat biasanya merupakan material yang keras dan kuat.

Sedangkan sifat komposit tergantung pada sifat matriks dan penguat, serta volume fraksi dan distribusi penguat. Sifat umum komposit ringan, kuat dan kaku, tahan korosi, mudah dibentuk, memiliki berbagai sifat mekanik dan fisik.

5.5.2 Jenis – Jenis Komposi

Komposit dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis matriks dan penguatnya. Jenis matriks yang umum digunakan termasuk polimer (komposit polimer), logam (komposit logam), dan keramik (komposit keramik) (Kekuatan *et al.*, 2020). Jenis penguat yang umum digunakan termasuk serat kaca, serat karbon, serat aramid, partikel logam, dan partikel keramik. Kombinasi matriks dan penguat yang berbeda menghasilkan berbagai jenis komposit

dengan sifat-sifat yang berbeda pula.

Jenis-jenis Komposit

1. Berdasarkan jenis matriks:
 - a. Komposit polimer: Matriksnya terbuat dari polimer, seperti polietilen dan epoksi.
 - b. Komposit logam: Matriksnya terbuat dari logam, seperti aluminium dan titanium.
 - c. Komposit keramik: Matriksnya terbuat dari keramik, seperti alumina dan silikon karbida.
2. Berdasarkan jenis penguat:
 - a. Komposit serat: Penguatnya terbuat dari serat, seperti serat kaca, serat karbon, dan serat aramid.
 - b. Komposit partikel: Penguatnya terbuat dari partikel, seperti alumina, silikon karbida, dan gra

5.5.3 Pembuatan dan Fabrikasi Komposit

Pembuatan komposit melibatkan proses pencampuran, pembentukan, dan pengeringan komponen matriks dan penguat. Proses ini dapat melibatkan teknik-teknik seperti pencetakan, pembentukan injeksi, pembentukan vakum, atau laminasi. Selama proses fabrikasi, matriks dan penguat diatur sedemikian rupa sehingga menciptakan struktur yang homogen dan memiliki sifat-sifat yang diinginkan.

Pembuatan dan Fabrikasi Komposit

1. Pembuatan:
 - a. Pencampuran yaitu matriks dan penguat dicampur secara merata.
 - b. Curing yaitu campuran matriks dan penguat diubah menjadi material padat.
2. Fabrikasi:
 - a. Pencetakan yaitu komposit dicetak menjadi bentuk yang diinginkan.
 - b. Ekstrusi yaitu komposit dipaksa melalui cetakan untuk menghasilkan bentuk yang panjang dan tipis.
 - c. Pemintalan: Komposit ditarik menjadi serat.

5.5.4 Sifat Fisik dan Mekanik Komposit

Sifat mekanik dan fisik komposit bergantung pada jenis matriks dan penguat yang digunakan, serta rasio volume antara matriks dan penguat. Komposit biasanya memiliki kekuatan yang lebih tinggi, kekakuan yang lebih besar, dan kepadatan yang lebih rendah daripada material tunggal. Sifat-sifat ini membuat komposit sangat diminati untuk aplikasi di mana kekuatan dan ketahanan terhadap beban yang tinggi diperlukan.

5.5.5 Aplikasi Komposit

Komposit digunakan secara luas dalam berbagai industri, termasuk otomotif (misalnya, panel bodi mobil, bumper, dan komponen mesin), penerbangan (misalnya, sayap pesawat terbang, struktur badan pesawat terbang), konstruksi (misalnya, bangunan bertingkat tinggi, jembatan, dan tangki penyimpanan), olahraga (misalnya, raket tenis, sepeda, dan ski), dan banyak lagi (Kurnia *et al.*, 2023). Aplikasi komposit terus berkembang seiring dengan penemuan material baru dan peningkatan teknologi fabrikasi.

Aplikasi Komposit

1. **Otomotif** : Komposit digunakan secara luas dalam industri otomotif untuk mengurangi berat kendaraan dan meningkatkan efisiensi bahan bakar. Komposit sering digunakan dalam pembuatan panel bodi, bumper, kap mesin, dan bagian lainnya. Keunggulan kekuatan dan kekakuan komposit membuatnya menjadi pilihan yang menarik untuk meningkatkan kinerja dan keamanan kendaraan.
2. **Penerbangan** : Industri penerbangan adalah salah satu pengguna utama komposit, terutama dalam pembuatan struktur pesawat terbang. Komposit sering digunakan dalam pembuatan sayap pesawat, badan pesawat, ekor vertikal, dan komponen lainnya. Komposit karbon-serat sering dipilih karena kekuatan dan kekakuan yang tinggi serta keuntungan beratnya yang rendah.
3. **Konstruksi** : Komposit digunakan dalam industri konstruksi untuk berbagai aplikasi, termasuk pembuatan bangunan bertingkat tinggi, jembatan, dan tangki penyimpanan.

Komposit beton dengan serat diperkuat digunakan untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanan bahan bangunan, sementara komposit fiberglass sering digunakan untuk struktur jembatan dan bangunan tahan korosi.

4. Industri Kelautan : Komposit digunakan dalam industri kelautan untuk pembuatan kapal, kapal pesiar, dan peralatan laut lainnya. Komposit sering digunakan sebagai bahan alternatif untuk pengganti logam karena tahan korosi dan kekuatan yang tinggi.
5. Industri Energia Terbarukan : Komposit digunakan dalam pembuatan turbin angin, panel surya, dan peralatan energi terbarukan lainnya. Komposit digunakan untuk membuat baling-baling turbin angin karena kekuatan dan kekakuan yang tinggi serta kemampuan untuk mengurangi beban struktural.
6. Olahraga : Komposit sering digunakan dalam pembuatan alat olahraga seperti raket tenis, sepeda, papan seluncur salju, dan ski. Kombinasi kekuatan, kekakuan, dan keuntungan berat komposit membuatnya menjadi pilihan yang populer di kalangan atlet dan penggemar olahraga.
7. Industri Ruang Angkasa : Komposit digunakan dalam industri ruang angkasa untuk pembuatan roket, satelit, dan komponen pesawat luar angkasa. Komposit memberikan kekuatan yang dibutuhkan untuk menahan kondisi lingkungan yang ekstrim di luar angkasa.

5.6 Tinjauan Terhadap Mineral Baru

Teknologi miner terus berkembang dengan cepat, menghasilkan inovasi baru yang memperkenalkan sifat-sifat material yang sebelumnya tidak tercapai. Berikut adalah penjelasan tentang teknologi material baru yang menjanjikan.

5.6.1 Nanopartikel

Material nano sering menampilkan sifat-sifat yang unik dan meningkatkan kinerja dalam berbagai aplikasi. Material nano adalah material yang memiliki dimensi minimal satu bagian dalam skala nanometer (1 nanometer = 1/1.000.000.000 meter). Material nano

memiliki sifat yang berbeda dengan material konvensional karena efek kuantum yang muncul pada skala nano (Aji, Yulianto and Bijaksana, 2019). Sifat-sifat unik material nano antara lain :

1. Kekuatan dan kekakuan yang lebih tinggi
2. Konduktivitas termal dan listrik yang lebih tinggi
3. Reaktivitas kimia yang lebih tinggi
4. Kemampuan untuk mengantarkan obat dan mendiagnosis penyakit

Beberapa contoh aplikasi mineral nano termasuk :

1. Pelepasan obat: Partikel nano dapat digunakan untuk mengantarkan obat-obatan ke dalam tubuh dengan lebih efisien, meningkatkan bioavailabilitas dan meminimalkan efek samping (Saptaji *et al.*, 2023).
2. Elektronika: Material nano digunakan dalam pembuatan komponen elektronik yang lebih kecil dan lebih efisien, seperti transistor, sensor, dan memori.
3. Material Struktural: Material nano digunakan untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan material struktural, seperti beton, logam, dan komposit.

5.6.2 Mineral Smart

Mineral smart adalah mineral yang dapat merespon dan beradaptasi terhadap perubahan lingkungannya. Mineral ini memiliki sensor yang dapat mendeteksi perubahan temperatur, tekanan, cahaya, dan medan elektromagnetik. Mineral smart kemudian dapat merespon perubahan ini dengan mengubah sifatnya, seperti bentuk, warna, atau konduktivitas listrik.

Beberapa contoh mineral smart dan aplikasinya:

1. *Memory shape alloys*: Digunakan untuk membuat kacamata yang dapat berubah warna sesuai dengan intensitas cahaya, dan untuk membuat implan medis yang dapat menyesuaikan diri dengan tubuh pasien.
2. *Hydrogels*: Digunakan untuk membuat lensa kontak yang dapat berubah fokus, dan untuk membuat bahan bakar yang dapat berubah bentuk sesuai dengan kebutuhan.

3. *Piezoelectric materials*: Digunakan untuk membuat sensor yang dapat mendeteksi getaran dan tekanan, dan untuk membuat generator energi yang dapat menghasilkan listrik dari getaran.

5.6.3 Mineral Biokompatibel

Mineral biokompatibel adalah mineral yang aman dan tidak beracun bagi tubuh manusia. Mineral ini digunakan untuk membuat implan medis, seperti tulang buatan, gigi palsu, dan katup jantung. Material biokompatibel harus memiliki sifat yang:

1. Tidak beracun dan tidak menyebabkan alergi
2. Tahan lama dan tidak mudah rusak
3. Kompatibel dengan jaringan tubuh
4. Mampu mendukung pertumbuhan sel

Beberapa contoh mineral biokompatibel dan aplikasinya:

1. Titanium: Digunakan untuk membuat implan tulang, gigi palsu, dan penyangga tulang belakang.
2. Polycarbonate urethane: Digunakan untuk membuat katup jantung, pembuluh darah buatan, dan stent.
3. Hydrogel: Digunakan untuk membuat lensa kontak, implan mata, dan bahan bakar untuk organ buatan.
4. Implan Medis: Material seperti titanium, polietilena, dan polimetilmetakrilat digunakan dalam pembuatan implan ortopedi, gigi, dan vaskular.
5. Peralatan Medis: Material seperti stainless steel, silikon, dan polimer biodegradable digunakan dalam pembuatan instrumen bedah, kateter, dan alat medis lainnya.
6. Bahan Penyaring: Material seperti gelatin, kitosan, dan karbon aktif digunakan dalam pembuatan penyaring darah, air, dan udara untuk aplikasi medis dan lingkungan.

5.7 Kesimpulan dan Rekomendasi

Materi material teknik mencakup berbagai konsep dan topik yang penting dalam pemahaman dan penerapan material dalam rekayasa. Dimulai dengan pengantar tentang material teknik, kami menjelaskan pengertian, ruang lingkup, dan klasifikasi material

teknik, serta pentingnya peran material dalam teknik mesin. Kemudian, kami mengeksplorasi sifat mekanik dan fisik material, termasuk tegangan, regangan, kekuatan tarik, kekuatan tekan, kekuatan geser, kekakuan, keuletan, ketangguhan, kekerasan, dan sifat lelah. Penjelasan tentang kurva tegangan-regangan memberikan pemahaman tentang karakteristik deformasi material, mulai dari titik elastis hingga titik patah.

Selanjutnya, kami menguraikan sifat fisik material, termasuk massa jenis, titik leleh, titik didih, konduktivitas termal, konduktivitas listrik, kapasitas kalor, dan ketahanan korosi. Kami juga menjelaskan tentang material teknik logam dan polimer, beserta struktur, sifat, aplikasi, dan proses pembuatannya.

Kesimpulan dan Rekomendasi

Materi material teknik adalah fondasi penting dalam dunia rekayasa dan manufaktur. Pemahaman yang baik tentang sifat-sifat material, aplikasi, dan teknologi material baru dapat memengaruhi desain, kinerja, dan keberhasilan suatu produk. Oleh karena itu, kami merekomendasikan para insinyur, desainer, dan praktisi teknik mesin untuk terus mengembangkan pengetahuan mereka dalam bidang material teknik melalui pembelajaran aktif, penelitian, dan kolaborasi dengan para ahli di bidang ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, M.P., Yulianto, A. and Bijaksana, S. (2019) 'Sintesis Nano Partikel Magnetit, Maghemit dan Hematit dari Bahan Lokal', *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 10(1), pp. 106–108.
- Aminuddin, R.R., Santoso, A. wibawa B. and Yudo, H. (2020) 'JURNAL TEKNIK PERKAPALAN 37 sebagai Bahan Poros Baling-baling Kapal (Propeller Shaft) setelah Proses Tempering', *Jurnal Teknik Perkapalan*, 8(3), pp. 368–374. Available at: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>.
- Diana, L., Ghani Safitra, A. and Nabel Ariansyah, M. (2020) 'Analisis Kekuatan Tarik pada Material Komposit dengan Serat Penguat Polimer', *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 4(2), pp. 59–67.
- Kekuatan, A. *et al.* (2020) 'Menggunakan Resin Polyester Dengan Memvariasikan Susunan Serat Secara Acak Dan Lurus Memanjang', 2(1), pp. 28–35.
- Kurnia, H. *et al.* (2023) 'Penggunaan Material Logam Di Berbagai Industri Manufaktur Indonesia: Sistematis Kajian Literatur', *Industry Xplore*, 8(1), pp. 220–228. Available at: <https://doi.org/10.36805/teknikindustri.v8i1.5098>.
- Material, J.R. and Energi, M. (2023) 'Analisis Kekuatan Mekanik Komposit Polimer Diperkuat Serbuk Kulit Kerang', *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 6(1), pp. 30–40. Available at: <https://doi.org/10.30596/rmme.v6i1.13599>.
- Rauf, F.A., Sappu, F.P. and Lakat, A.M.A. (2018) 'Uji Kekerasan dengan Menggunakan Alat Microhardness Vickers pada Berbagai Jenis Material Teknik', *Jurnal Tekno Mesin*, 5(1), pp. 21–24.
- Santoso, E. and Al Farisyi, S. (2018) 'Analisa Pengaruh Variasi Pengelasan Ulang Dan Variasi Diameter Kawat Las Pada Plat Baja Terhadap Cacat Las Dan Sifat Mekanik', *Teknik Mesin*, 4(1), pp. 1–6.
- Saptaji, K. *et al.* (2023) 'Indonesia 2 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik', *Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 15(2), pp. 345–358. Available at: <https://dx.doi.org/10.24853/jurtek.15.2.345-358>.

Setiawan, F.W. (2021) 'ANALISA SIFAT MEKANIK UJI TARIK LOGAM PADUAN KUNINGAN 60 / 40 (Cu Zn), BAJA KARBON 0 , 4 % (OIL QUENCH-TEMPER) DAN PERUNGGU ALUMINIUM Mechanical Properties Analysis of Tensile Testing Metal Alloy Brass 60 / 40 (Cu Zn), 0 . 4 % Carbon Steel (Oil Que', *Mesin Industri dan Otomatis*, 2(December), pp. 33–41.

BAB 6

PROSES DASAR TEKNIK MESIN

Oleh Hasbullah Panggabean

6.1 Pendahuluan

Proses merupakan suatu Langkah-langkah yang diterapkan pada suatu pekerjaan sehingga menghasilkan sebuah produk yang di inginkan, sebagai sebuah sistem produksi yang terdiri dari perencanaan, pekerjaan pemesinan sampai *finishing* hingga menghasilkan sebuah produk atau berbentuk layanan. Proses produksi merupakan sebuah teknik dalam menciptakan atau meningkatkan kegunaan dan layanan suatu barang maupun jasa melalui penggunaan tenaga manusia, alat mesin, material dan modal. Pendapat lain proses itu adalah suatu peristiwa dari awal sampai akhir dari suatu pekerjaan, perbuatan maupun tindakan.

Dalam kehidupan manusia, proses hampir ada disegala pekerjaan manusia di mana manusia bekerja untuk mengelola dan membuat sebuah barang atau produk maupun jasa. Oleh karena itu proses merupakan runtutan perubahan dalam mengembangkan atau merubah bentuk sesuatu dengan serangkaian tindakan, operasi, atau proses yang menghasilkan suatu produk.

Paradigma proses akan sangat mudah dipahami jika adanya *instrument* tahapan atau pekerjaanya terdiri dari *input*, *process* dan *output*.



Gambar 6.1. Pradigma Proses
(Sumber : google.com)

Input diartikan sebagai bahan baku, material maupun macam-macam sumber daya alam (SDA) yang akan diubah ke dalam tahapan proses untuk diolah menjadi sebuah produk.

Process adalah rangkaian kegiatan pekerjaan menuju sebuah tujuan yang telah ditentukan, di mana hasilnya bisa berwujud atau tidak berwujud. **Output** yaitu produk yang memiliki nilai tambah dan akan digunakan. Dengan demikian proses menjadi sebuah sistem yang saling terintegrasi dan bersinergi satu sama lainnya.

Dalam konteks teknik mesin proses diartikan sebagai penyelesaian pemesinan dalam membentuk suku cadang berupa barang maupun jasa. Dalam bidang teknik mesin penyelesaian pemesinan dalam membentuk suku cadang berupa barang maupun jasa, seperti proses pemesinan (*machining*), proses pengelasan (*welding*) dan proses pengecoran (*casting*). Proses tersebut bertujuan untuk menghasilkan produk walaupun proses pengerjaannya berbeda.

6.2 Proses Pemesinan (*Machining Process*)

Pengertian pemesinan merupakan proses tersendiri dalam pembentukan benda kerja, atau bisa juga disebutkan proses akhir setelah logam dibentuk menjadi sebuah bentuk dari besi tempa atau baja paduan, atau melalui proses pengecoran. Macam-macam proses pemesinan di bedakan dalam dua kategori yang pertama proses pemesinan guna menghasilkan bentuk permukaan benda silindris dan permukaan benda datar. Pemesinan membentuk benda kerja silindris adalah mesin bubut (*turning*), sedangkan pemesinan membentuk permukaan datar, alur dan lainnya yaitu mesin sekrup (*shaping*), mesin frais (*milling machine*) mesin bor (*drilling machine*), mesin gerinda (*grinding machine*) beserta yang lainnya.

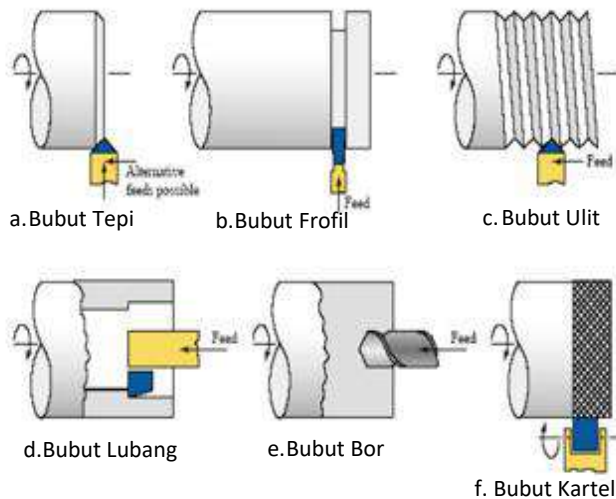
6.2.1 Mesin Bubut (*Turning*)

Mesin bubut merupakan alat mesin untuk membentuk benda kerja dengan cara menyayat benda yang berputar dengan menggunakan sebuah alat yang dinamakan pahat bubut bergerak secara translasi sejaris dengan sumbu benda kerja.



Gambar 6.2. Mesin Bubut Conventional
(Sumber : google.com)

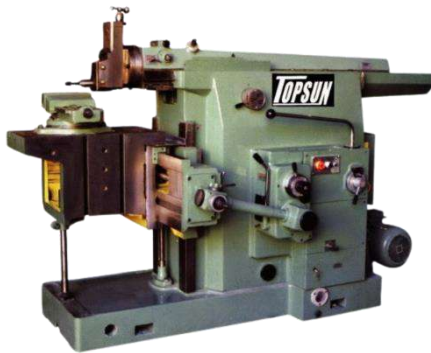
Pengerjaan pada mesin bubut bermacam-macam seperti, pahat bergerak memanjang sejajar mengikuti sumbu poros benda kerja, membubut tirus, membubut eksentrik, membubut alur. Selain itu mesin bubut juga bisa digunakan sebagai pemotong benda kerja seperti batangan, kemudian mengebor untuk pembuatan lubang senter dan membesarkan lubang. Membubut profil, mengkartel, membubut ulir biasanya digunakan sebuah alat spesifik yang berbentuk ulir atau disebut pahat ulir, pahat segitiga, segi empat, bulat dan bentuk-bentuk lain.



Gambar 6.3. Jenis jenis Pengerjaan Mesin Bubut
(Sumber : google.com)

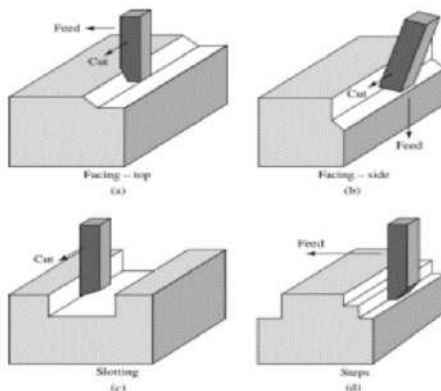
6.2.2 Mesin Sekrap (*Shaping*)

Gerakan utama pemakanan pada mesin sekrap umumnya memiliki gerakan lurus dan bolak-balik bisa secara tegak dan mendatar. Bentuk pengerjaannya digunakan seperti bidang yang datar, cekung, beralur, dan lain-lain proses pekerjaannya rata maupun posisi agak miring.



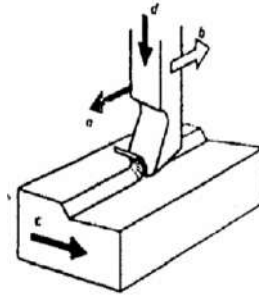
Gambar 6.4. Mesin Sekrap
(Sumber : google.com)

Jenis-jenis pengerjaan pada mesin sekrap seperti bentuk permukaan (*facing*), beralur (*slotting*) bertingkat (*steps*) maupun lainnya. (Gambar 6.5) jenis pekerjaan pada mesin sekrap.



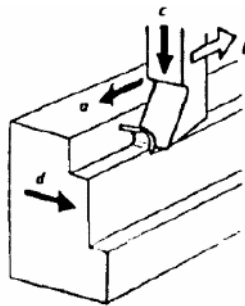
Gambar 6.5. Jenis-jenis Pekerjaan Mesin Sekrap
(Sumber : [google.com](https://www.google.com))

Penyekrapan bidang rata guna mendapatkan bentuk permukaan yang datar bisa dikerjakan secara sejajar (*horizontal*) begitu juga untuk posisi tegak (*Vertical*). Menyekrap dengan posisi rata (*Horizontal*) di mana gerakan benda kerjanya ke arah kiri dan kanan sekaligus pahat melakukan pemakanan. (Gambar.6.6)



Gambar 6.6. Penyanyatan *Horizontal*
(Sumber : [google.com](https://www.google.com))

Sedangkan penyekrapan tegak benda kerja bergerak pahat naik turun. Ketebalan pemakanannya diatur dengan menggerakkan benda kerja. Posisi pahatnya diatur agak miring, hal ini supaya bagian ujung saja akan menyayat sisi benda kerja dengan bebas.



Gambar 6.7. Penyanyatan *Vertikal*
(Sumber : [google.com](https://www.google.com))

Untuk menyekrap bidang miring guna menghasilkan permukaan benda kerja membentuk sudut di mana pekerjaan menyekrap seperti ini yang bergerak adalah rumah pahat maju mundur, sedangkan tebal pemakanannya dapat diatur pada rumah pahat dengan memutar pada posisi yang diinginkan sudut pemakanan.

Begitu juga untuk membentuk bidang yang beralur. Seperti penyekrapan alur pasak roda gigi atau *puly*. Untuk pekerjaan ini memerlukan alat bantu atau tambahan yang dinamakan tangkai pemegang agar pahat bisa memasuki bagian dalam lubang yang perlu dibuatkan alur. Sedangkan pekerjaan pembuatan alur pasak bagian luar terlebih dahulu dilakukan pengerjaan awal dengan mesin bor untuk membuat batas alur pasak yaitu dengan cara membuat lubang dengan *end mill* sesuai ukuran bidang dan tinggi alur pasak serta pajang langkah harus disesuaikan dengan panjangnya alur.

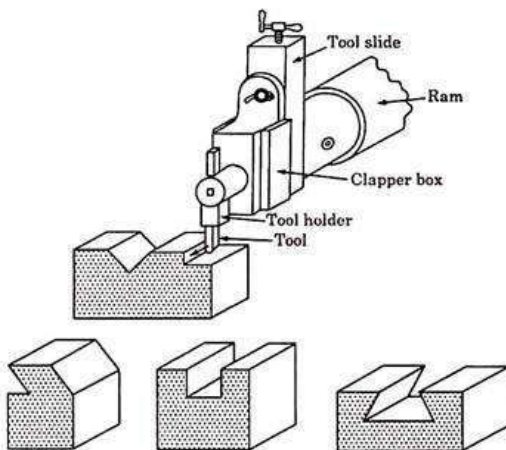


Fig. 14.1

Gambar 6.8. Penyanyatan Alur
(Sumber : googlee.com)

6.2.3 Mesin Milling (*Milling*)

Mesin frais merupakan bagian dari golongan mesin perkakas, dimana penggunaannya mengerjakan bidang yang rata, vertikal, maupun miring menggunakan pisau frais, prinsip

kerjanya berputar menyayat permukaan benda secara maju mundur atau melingkar, sedangkan benda kerja bergerak mendekati pisau frais agar tersayat seperti yang diinginkan.



Gambar 6.9. Mesin Frais
(Sumber : googlee.com)

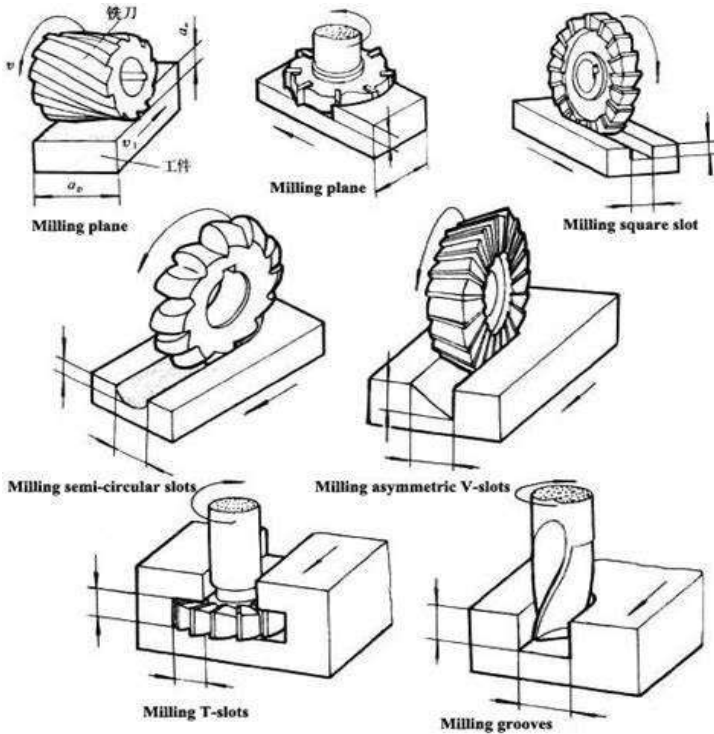
Umumnya jenis pisau frais akan mempengaruhi bentuk bidang hasil pengerjaan mesin frais. (Gambar 6.10) jenis-jenis pisau frais.



Gambar 6.10. Jenis-jenis Pisau Frais
(Sumber : googlee.com)

Bentuk pengerjaan mesin frais (*milling mechine*) yaitu :

1. **End Milling** proses pengerjaan pada benda kerja untuk dilakukan sesuai dengan yang ditentukan seperti bentuk profil, bentuk slot, dan bahkan bentuk permukaan yang rumit.
2. **Chamfer Milling** pengerjaan pada tepi benda kerja atau bagian yang berbentuk menyudut, atau disebut juga dengan *men-chamfer*, dengan kisaran sudut sekitar 45^0 , hal ini mampu mengerjakan permukaan luar maupun dalam disempanjang yang berbentuk lurus maupun berbentuk radius.
3. **Face Milling** untuk membuat permukaan benda kerja rata dan mulus. Hasil penyanyatannya biasanya agak tipis, dan pengerjaannya berada pada satu lintasan dengan pemakanan disepanjang permukaan benda kerja lebih tipis .
4. **Drilling** adalah memasukan mata pahat pada benda kerja secara lurus membuat lubang dengan diameter yang sama dan juga membuat lubang yang memanjang pada kedalaman tertentu pada benda kerja.
5. **Boring** pekerjaan untuk fungsinya untuk menambah ukuran diameter lubang setelah selesai dibor supaya ukurannya lebih tepat. Pengerjaannya dengan menyesuaikan mata bor dengan sesuai.
6. **Counterboring** bentuk pengerjaan untuk pembuatan dudukan bagi alat pengikat, seperti kepala baut supaya duduk tepat pada permukaan permukaan benda kerja.
7. **Countersinking** proses pengerjaan untuk membuat ruang berbentuk kerucut sebagai dudukan, seperti kepala sekrup terikab duduk tepat pada permukaan benda kerja. Sudutnya antara 60, 82, 90, 100, 118, dan 120 derajat.
8. **Reaming** pengerjaan untuk membersihkan diameter lobang agar lebih akurat halus. atau membesarkan lubang masuk benda kerja secara lurus sesuai dengan diameter pada pahat *reaming*.
9. **Tapping** secara lurus akan menyanyat ulir pada bagian dalam dari suatu lubang untuk dibesarkan menyesuaikan ukuran yang diinginkan



Gambar 6.11. Contoh Pengerjaan pada Mesin Frais
(Sumber : googlee.com)

6.2.4 Mesin Bor (*Drilling*)

Mesin bor merupakan alat pemotong yang berputar pada sumbu mesin untuk melakukan pengeboran atau pembuatan lubang bulat pada benda kerja. Selain itu digunakan juga untuk memperluas lubang.



Gambar 6.12. Mesin Bor
(Sumber : goooglee.com)

Mesin bor memiliki beragam kemampuan, seperti pengeboran datar, pengeboran bertahap, pengeboran inti, boring, *counterboring*, pemesian ulir, pengetapan, dan trepanasi. misalnya pengerjaan *chamfering*, menghilangkan tepi tajam, membersihkan *chip* dan pembuatan dudukan kepala baut serta paku keling.

6.2.5 Mesin Gerinda (*Grinding*)

Mesin gerinda merupakan kelompok mesin untuk pengerjaan pemotongan serta menggerus bagian permukaan secara kasar maupun halus. Fungsi utama mesin gerinda untuk meratakan dan menghaluskan permukaan benda kerja serta pekerjaan *finishing* . Ada dua jenis mesin gerinda yang ada dipasaran yakni mata halus, dan mata kasar. Mata halus digunakan pada proses *finishing* seperti mesin gerinda silindris berfungsi membuat bentuk yang silindris yang bertingkat.



Gambar 6.13. Mesin Grinda Silindris
(Sumber : goooglee.com)

Mesin gerinda internal kegunaannya mengerjakan bagian diameter yang berbentuk bul maupun bentuk tirus, begitu juga membentuk bidang bagian dalam luar yang berbentuk lengkungan.



Gambar 6.14. Mesin Gerinda Internal
(Sumber : googlee.com)

Sedangkan mesin gerinda yang datar untuk pengerjaan pada permukaan halus dan rata sesuai dengan ukuran yang di inginkan. Gerakannya adalah *horizontal* secara bolak-balik sedangkan bendanya diikat pada bagian meja yang mengandung magnet sambil bergerak dengan maju mundur.



Gambar 6.15. Mesin Gerinda Datar
(Sumber : googlee.com)

Mesin gerinda yang dirancang khusus untuk memperbaiki atau mengasah bagian pahat yang memiliki bentuk tertentu supaya dapat dipergunakan kembali dengan baik seperti mengasah pisau frais.



Gambar 6.16. Mesin Khusus Pemotong
(Sumber : googlee.com)

Mesin gerinda tangan untuk memfinishing permukaan pekerjaan agar lebih halus dan presisi. Contohnya seperti pengerjaan pengelasan dan pengerjaan pengecoran logam.



Gambar 6.17. Mesin Tangan
(Sumber : googlee.com)

Mesin gerinda duduk bekerja memutar roda abrasif, cara kerjanya ketika roda *abrasif* berputar kemudian didekatkan ke benda kerja, mesin gerinda ini digunakan untuk mengasah mata bor dan pahat bubut.



Gambar 6.18. Mesin Gerinda Duduk
(Sumber : googlee.com)

Jenis mesin gerinda berdiri (*floor stand*) memiliki cara kerja yang hampir sama dengan mesin gerinda duduk, bedanya mesin gerinda ini dilengkapi tiang penyangga dan roda *abrasive*-nya lebih besar.



Gambar 6.19. Mesin Gerinda Berdiri
(Sumber : goooglee.com)

Mesin gerinda poros fleksibel fungsinya sama dengan mesin gerinda tangan, bedanya pada mesin gerinda ini porosnya fleksibel sehingga dapat digunakan secara fleksible.



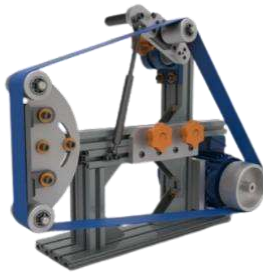
Gambar 6.20. Mesin Gerinda Poros Fleksible
(Sumber : goooglee.com)

Sedangkan jenis mesin gerinda *swing frame* ukurannya lebih besar dari mesin gerinda lainnya. Mesin ini terdiri dari *frame* atau kerangka yang dapat digerakkan. Adapun cara kerjanya benda kerja diletakkan atau di ikat berdekatan dengan posisi mata gerinda, kemudian mesin gerinda di gerakan mendekati benda kerja sampai bergesekan dengan benda kerja dan dapat diatur sesuai dengan yang kita inginkan.



Gambar 6.21. Mesin Gerinda (*Swing Frame*)
(Sumber : googlee.com)

Mesin gerinda jenis *abrasive belt* memiliki perbedaan dengan mesin gerinda lainnya, karena menggunakan *abrasive belt* sebagai alat pemotongnya. Penggunaannya untuk menghaluskan atau menajamkan bagian alat potong seperti kampak, mata pisau, pedang, dan lainnya.



Gambar 6.22. Mesin Gerinda Abrasive
(Sumber : googlee.com)

6.3 Proses Pengelasan (*Welding Process*)

Pengelasan adalah pekerjaan menyambung material besi atau logam yang terpisah agar menyatu akibat panas yang terbentuk. Secara umum mesin las terbagi dua yaitu mesin las listrik dan las karbit (*assetelin*). Dalam pengoperasiannya, mesin las listrik menggunakan elektroda sebagai bahan tambah untuk menggabungkan logam.



Gambar 6.23. Mesin Las Listrik
(Sumber : googlee.com)

Mesin las karbit (*asetelin*) salah satu cara menyambung logam menggunakan energi panas yang diperoleh dari pembakaran karbit (*asetelin*) dengan gas oksigen, panas tersebut digunakan untuk mencairkan bahan tambah pada proses pengelasan.

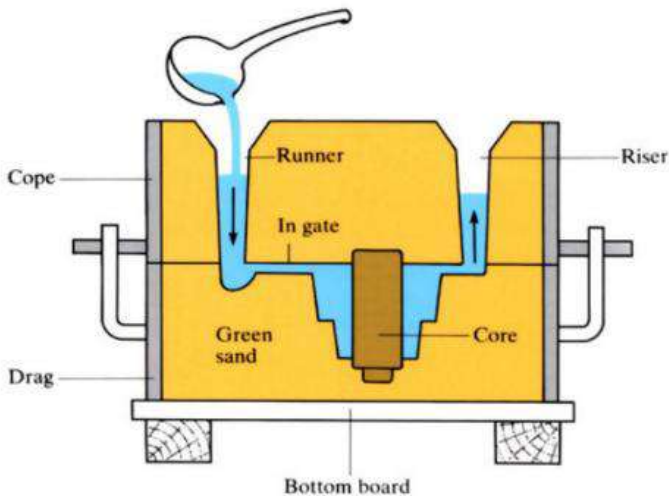


Gambar 6.24. Mesin Las Karbit (*Asetelin*)
(Sumber : googlee.com)

6.4 Proses Pengecoran (*Casting Process*)

Pengecoran merupakan bidang manufaktur dalam mengerjakan bentuk produk cara pembuatannya adanya logam cair yang dituangkan ke dalam cetakan yang terbentuk dengan adanya pola sebagai model yang di inginkan. Jenis pola terbagi atas pola setengah, pola tunggal dan pola belahan. Pola digunakan untuk pembuatan cetakan pasir Dimana pola diletakkan di sekitar pasir yang dibatasi rangka cetak, pasir dipadatkan dengan cara ditumbuk tumbuk hingga padat. Cetakan pasir ini hanya bisa dipakai sekali untuk pengecoran dan sering disebut cetakan sekali pakai.

Bagiannya dari cetakan yaitu bagian atas yang disebut dengan *cope* dan bagian bawahnya disebut dengan *drag*.

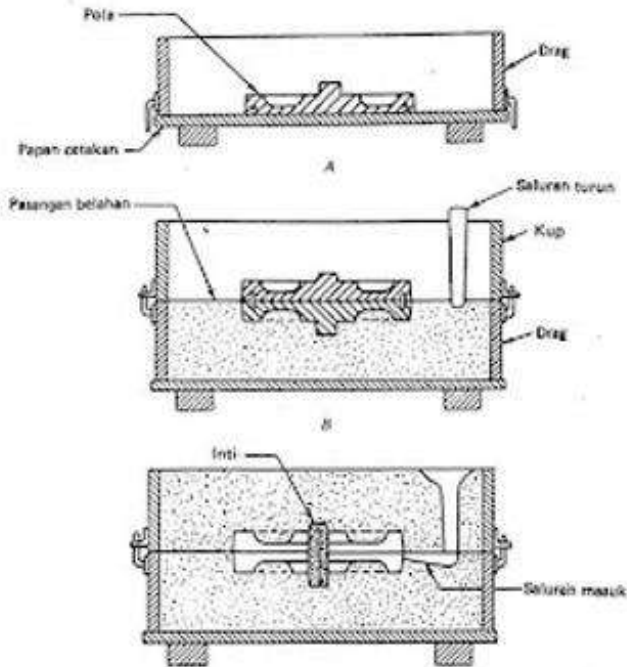


Gambar 6.25. Pengecoran Logam
(Sumber : googlee.com)

Selain dari pasir cetakan juga bisa terbuat logam dan juga keramik. Setelah logam cair dituang kedalam cetakan dibiarkan mendingin dan mengeras sesuai bentuknya pola yang dibuat pada cetakan. Pada saat dikeluarkan dari cetakan dengan cara memecahkan atau memisahkan cetakan. Bagian lain pada cetakan disebut dengan inti yang dibuat secara terpisah dari pola, inti terbuat dari pasir kuarsa dicampur dengan air kaca (*water glass*) dan dikeraskan menggunakan gas CO₂.

6.4.1 Cetakan

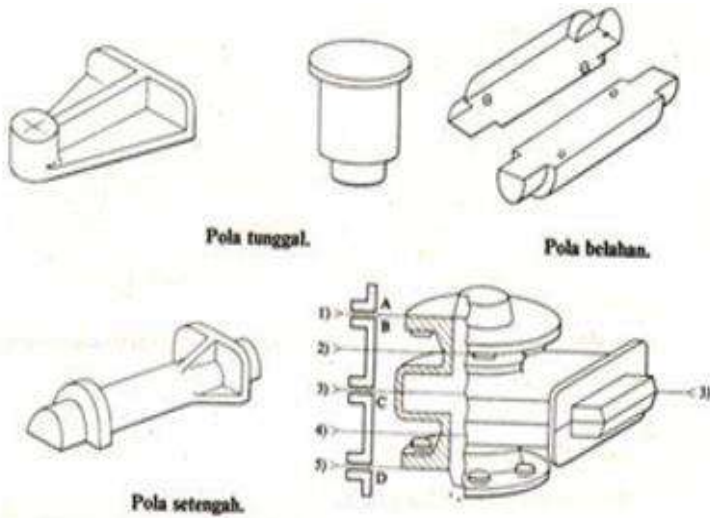
Cetakan merupakan wadah yang terbuat dari pasir untuk diisi dengan logam cair. Proses pembuatannya pada sebuah rangka cetak yang dibuat khusus terdiri dari bagian *cope* dan *drag*. *Cope* adalah bagian cetakan yang terletak di atas dan *drag* bagian cetakan yang terletak di bawah.



Gambar 6.26. Cetakan Pasir
((Sumber : googlee.com))

6.4.2 Pola

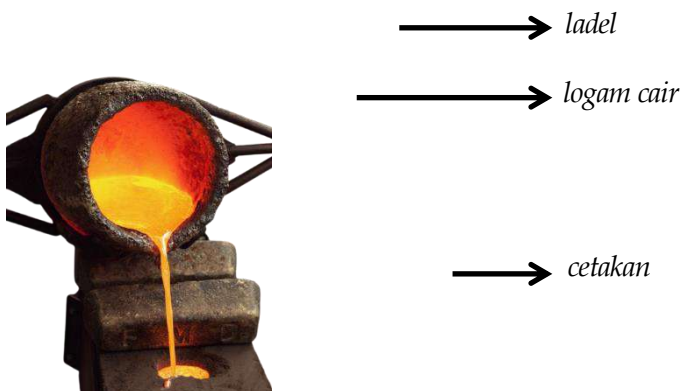
Pola (*pattern*) merupakan alat bantu yang berfungsi sebagai bentuk yang diinginkan pada proses pengecoran logam. Pola dibuat berdasarkan hasil gambar produk dari perancang (*konsumen*). Bahan pola terbuat dari berbagai jenis bahan diantaranya dari bahan kayu lunak yang memenuhi standar atau bahan lainnya. Karena pola membentuk model atau bentuk produk hasil pengecoran biasanya dirancang bagian penyusutan saat pengecoran, maka dimensi pola biasanya diletakkan sedikit untuk mengatasi penyusutan tersebut.



Gambar 6.27. Pola Cetakan
(Sumber : googlee.com)

6.4.4 Penuangan

Logam cair pada temperatur penuangan, selanjutnya akan dilakukan proses penuangan. Pada proses ini sedikit agak krusial sebab logam cair mengalir dari ladle ke cawan tuang. Pada pada proses penuangan biasa umumnya logam cair yang dituang memiliki pengaruh gaya berat, namun ada juga penuangan dengan menggunakan tekanan pada saat penuangan. Penuangan berlangsung sangat singkat, oleh karenanya keberhasilan rangkaian pengecoran logam sangat ditentukan proses penuangan, sehingga operator perlu menguasai teknik penuangan. Pelaksana penungan terdiri dari operator pengarah ladle, operator pemutar ladle, pemberi aba-aba, biasanya memegang kendali *crane* dan cukup operator ini saja yang memberikan perintah.



Gambar 6.28. Proses Penuangan
(Sumber : googlee.com)

DAFTAR PUSTAKA

- Aan Ardian, M.Pd., 2019. *Pendalaman Materi Teknik Mesin Modul. 4 Perawatan dan Perbaikan Mesin*, Kementerian Pendidikan dan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Kebudayaan.
- Aan Ardian, M.Pd., 2020. *Handout Perawatan dan Perbaikan Mesin*, Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Aris Eko Wibowo., 2020. *Pekerjaan Dasar Teknik Mesin*. PT Dinamika Astrapedia Sejahtera. ISBN. 978-623-302-018-3
- Cok Istri Putri Kesuma Kencanawati., 2017. Modul Bahan Ajar Proses Pemesinan. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana Denpasar.
- Laboratorium Pemesinan., 2022. *Mesin Sekrap*. Politeknik Negeri Bandung
- Paryanto., M.Pd. *Proses Sekrap (Shaping)*. Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

BAB 7

RUANG LINGKUP TEKNIK MESIN

Oleh Mochamad Choifin

7.1 Pendahuluan

Teknik Mesin adalah ilmu yang mempelajari tentang perancangan, manufaktur, dan pengoperasian mesin, serta penerapannya dalam berbagai bidang industri. Teknik Mesin merupakan salah satu disiplin ilmu teknik tertua dan terluas, dengan cakupan yang meliputi berbagai aspek kehidupan manusia. Teknik Mesin telah berkembang sejak zaman kuno, dengan penemuan mesin-mesin sederhana seperti roda, katrol, dan tuas. Perkembangan pesat Teknik Mesin terjadi pada masa Revolusi Industri, dengan penemuan mesin uap dan mesin pembakaran internal. Seiring dengan kemajuan teknologi, Teknik Mesin terus berkembang dan melahirkan berbagai disiplin ilmu baru, seperti Teknik Otomotif, Teknik Penerbangan, dan Teknik Robotika.

Teknik Mesin memiliki banyak cabang, antara lain:

1. Teknik Konversi Energi : Mempelajari tentang konversi energi dari satu bentuk ke bentuk lain, seperti energi panas menjadi energi mekanik, energi listrik menjadi energi cahaya, dan sebagainya.
2. Teknik Manufaktur : Mempelajari tentang proses manufaktur produk-produk mesin, mulai dari perancangan produk, pemilihan bahan, hingga proses produksi.
3. Teknik Mekanik : Mempelajari tentang analisis dan desain sistem mekanik, seperti mesin, robot, dan struktur bangunan.
4. Teknik Termal : Mempelajari tentang ilmu panas dan aplikasinya dalam berbagai bidang, seperti sistem pemanasan dan pendinginan, mesin pendingin, dan pembangkit listrik.
5. Teknik Fluida : Mempelajari tentang aliran fluida (cairan dan gas) dan aplikasinya dalam berbagai bidang, seperti aerodinamika, hidrodinamika, dan turbomachinery.

Peran Teknik Mesin dalam Kehidupan

Teknik Mesin memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Hampir semua aspek kehidupan manusia, mulai dari bangun tidur hingga tidur kembali, tersentuh oleh produk atau teknologi yang dihasilkan oleh Teknik Mesin (Suryaningrat, 2020). Berikut adalah beberapa contoh peran Teknik Mesin dalam kehidupan :

1. Transportasi : Teknik Mesin berperan dalam pengembangan berbagai alat transportasi, seperti mobil, pesawat terbang, kereta api, dan kapal laut.
2. Energi : Teknik Mesin berperan dalam pengembangan berbagai sumber energi, seperti pembangkit listrik, mesin pembakaran internal, dan energi terbarukan.
3. Manufaktur : Teknik Mesin berperan dalam pengembangan berbagai produk manufaktur, seperti elektronik, peralatan rumah tangga, dan mesin industri.
4. Kesehatan : Teknik Mesin berperan dalam pengembangan berbagai peralatan medis, seperti alat bantu pernapasan, mesin cuci darah, dan alat bedah.

7.2 Penjelasan Ruang Lingkup Teknik Mesin

Desain mekanik dan konstruksi adalah salah satu aspek utama dalam ruang lingkup Teknik Mesin. Ini melibatkan pengembangan konsep dan perancangan komponen atau sistem mekanis untuk memenuhi kebutuhan spesifik dalam suatu aplikasi. Desain Mekanik dan Konstruksi merupakan salah satu cabang ilmu Teknik Mesin yang berfokus pada perancangan dan pembuatan mesin dan struktur (Suryaningrat, 2020). Ruang lingkup Desain Mekanik dan Konstruksi meliputi:

1. Prinsip Dasar Desain Mekanik
 - a. Penerapan ilmu mekanika, seperti mekanika statistika, mekanika dinamika, dan mekanika fluida, dalam perancangan mesin.
 - b. Penggunaan prinsip-prinsip desain seperti kinematika, mekanika material, dan ilmu manufaktur.
 - c. Pertimbangan faktor-faktor seperti estetika, ergonomi, dan faktor keselamatan dalam desain.

2. Analisis Tegangan dan Regangan

Analisis tegangan dan regangan merupakan langkah penting dalam desain mekanik. Ini melibatkan pemodelan dan analisis struktural komponen atau sistem untuk memprediksi responsnya terhadap beban mekanis yang diterapkan. Dengan memahami tegangan dan regangan yang terjadi, insinyur dapat memastikan bahwa desainnya memenuhi persyaratan kekuatan dan keandalan yang diperlukan. Analisis tegangan dan regangan bertujuan untuk

- a. Mempelajari tentang sifat material dan bagaimana material berperilaku di bawah beban.
- b. Menghitung tegangan dan regangan pada elemen mesin.
- c. Menerapkan teori kegagalan material untuk memastikan desain yang aman.

3. Desain Elemen Mesin

Desain elemen mesin mencakup pengembangan komponen individual dalam sistem mekanis, seperti roda gigi, poros, bantalan, dan sebagainya. Ini melibatkan pemilihan dimensi, materi, dan geometri yang tepat untuk memastikan kinerja optimal dan umur pakai yang panjang (Hadiswoyo, Suyitno and ..., 2018). Desain elemen mesin bertujuan untuk :

- a. Mempelajari tentang berbagai elemen mesin seperti poros, bantalan, roda gigi, dan sambungan.
- b. Merancang elemen mesin dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti kekuatan, kekakuan, dan keausan.
- c. Memilih bahan yang tepat untuk elemen mesin.

4. Konstruksi Mesin

Konstruksi mesin mencakup proses pembuatan komponen mekanis dan perakitan mereka menjadi sistem yang lengkap. Ini melibatkan penggunaan teknik manufaktur yang tepat, seperti pengecoran, pemesian, pengelasan, dan perakitan presisi, untuk memastikan bahwa mesin yang dihasilkan memenuhi spesifikasi desain dengan baik (Santoso *et al.*, 2019). Konstruksi Mesin bertujuan untuk :

- a. Mempelajari tentang proses pembuatan mesin, termasuk fabrikasi, perakitan, dan pengujian.

- b. Memahami berbagai teknik manufaktur seperti pengecoran, pengelasan, dan pemesian.
 - c. Memastikan kualitas dan keandalan mesin yang dihasilkan.
5. Contoh Penerapan Desain Mekanik dan Konstruksi diantaranya
- 1. Perancangan dan pembuatan mobil, pesawat terbang, dan mesin industri.
 - 2. Desain dan pembangunan struktur seperti jembatan, gedung, dan menara.
 - 3. Pengembangan robot dan sistem otomasi.
 - 6. Keterampilan yang Dibutuhkan untuk Desain Mekanik dan Konstruksi adalah
 - 4. Kemampuan untuk menganalisis dan menyelesaikan masalah.
 - 5. Pemahaman yang kuat tentang prinsip-prinsip mekanika dan ilmu material.
 - 6. Keterampilan desain yang baik.
 - 7. Kemampuan untuk menggunakan perangkat lunak CAD (*Computer Aided Design*).
 - 8. Kemampuan untuk bekerja secara tim dan berkomunikasi dengan baik.

7.3 Proses Manufaktur dan Sistem Produksi

7.3.1 Teknik Pemesian

Teknik Pemesian adalah proses manufaktur yang menggunakan mesin bubut, mesin frais, mesin ketam, dan mesin gergaji untuk membentuk bahan baku menjadi produk jadi. Teknik Pemesian dapat digunakan untuk membuat berbagai macam produk, seperti roda gigi, poros, dan komponen mesin lainnya (Hidayatullah *et al.*, 2022).

7.3.2 Jenis-jenis Teknik Pemesian:

- 1. Pembubutan : Menghilangkan material dari benda kerja dengan memutarnya dan menggunakan pahat untuk memotong material.

2. Pengefraisan : Menghilangkan material dari benda kerja dengan menggunakan alat frais yang berputar.
3. Pengetaman : Menghaluskan permukaan benda kerja dengan menggunakan pisau ketam.
4. Penggergajian: Memotong benda kerja menjadi beberapa bagian dengan menggunakan gergaji.

7.3.3 Teknik Pencetakan

Teknik Pencetakan adalah proses manufaktur yang menggunakan cetakan untuk membentuk bahan baku menjadi produk jadi. Teknik Pencetakan dapat digunakan untuk membuat berbagai macam produk, seperti plastik, logam, dan keramik.

Jenis-jenis Teknik Pencetakan:

1. Pencetakan Cetak Injeksi: Melelehkan bahan baku dan kemudian menyuntikkannya ke dalam cetakan.
2. Pencetakan Die Casting: Melelehkan bahan baku dan kemudian menekannya ke dalam cetakan dengan tekanan tinggi.
3. Pencetakan Sand Casting: Menuangkan bahan baku cair ke dalam cetakan yang terbuat dari pasir.
4. Pencetakan 3D: Membangun produk tiga dimensi secara berlapis-lapis dari bahan baku digital.

7.3.4 Teknik Pengelasan

Teknik Pengelasan adalah proses manufaktur yang menggabungkan dua atau lebih logam dengan memanaskannya dan kemudian mendinginkannya kembali. Teknik Pengelasan dapat digunakan untuk membuat berbagai macam produk, seperti struktur bangunan, kapal, dan mobil (Jaman and Hakim, 2017).

Jenis-jenis Teknik Pengelasan

1. Pengelasan Busur Listrik Manual: Menggunakan elektroda yang dilapisi dengan bahan fluks untuk menghasilkan busur listrik yang melelehkan logam.
2. Pengelasan MIG/MAG: Menggunakan gas inert untuk melindungi logam dari kontaminasi selama proses pengelasan.

3. Pengelasan TIG: Menggunakan elektroda tungsten yang tidak terkonsumsi dan gas inert untuk melindungi logam dari kontaminasi selama proses pengelasan.

7.3.5 Sistem Produksi

Sistem Produksi adalah sistem yang digunakan untuk mengatur dan mengendalikan proses manufaktur. Sistem Produksi dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa faktor, seperti:

1. Volume produksi: Sistem produksi massal, sistem produksi batch, dan sistem produksi satu per satu.
2. Tata letak: Tata letak garis, tata letak fungsional, dan tata letak seluler.
3. Aliran material: Sistem aliran dorong dan sistem aliran tarik.

Tujuan Sistem Produksi :

1. Meningkatkan efisiensi dan produktivitas.
2. Mengurangi biaya produksi.
3. Meningkatkan kualitas produk.
4. Meningkatkan kepuasan pelanggan.

7.4 Konversi Energi

Konversi energi adalah proses mengubah energi dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, tetapi hanya dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Konversi energi terjadi di mana-mana di alam dan dalam kehidupan manusia.

7.4.1 Termodinamika

Termodinamika adalah ilmu yang mempelajari hubungan antara panas, kerja, dan energi. Termodinamika mempelajari empat hukum termodinamika yang mengatur bagaimana energi dapat diubah dan digunakan.

1. **Hukum Pertama Termodinamika:** Energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, tetapi hanya dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya.

2. **Hukum Kedua Termodinamika:** Entropi, atau tingkat ketidakteraturan, suatu sistem selalu meningkat dalam proses spontan.
3. **Hukum Ketiga Termodinamika:** Entropi suatu sistem mendekati nilai konstan pada temperatur nol absolut.

7.4.2 Mesin Fluida

Mesin fluida adalah mesin yang menggunakan fluida (cairan atau gas) untuk mengubah energi dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Contoh mesin fluida termasuk turbin, pompa, dan kompresor.

1. **Turbin:** Mengubah energi kinetik fluida menjadi energi mekanik.
2. **Pompa:** Mengubah energi mekanik menjadi energi kinetik fluida.
3. **Kompresor:** Mengubah energi mekanik menjadi energi tekanan fluida.

7.4.3 Mesin Pembakaran Dalam

Mesin pembakaran dalam adalah mesin yang mengubah energi kimia bahan bakar menjadi energi mekanik. Contoh mesin pembakaran dalam termasuk mesin bensin, mesin diesel, dan mesin gas alam.

1. **Mesin bensin:** Membakar campuran udara dan bensin untuk menghasilkan energi mekanik.
2. **Mesin diesel:** Membakar udara yang dikompresi untuk menghasilkan energi mekanik.
3. **Mesin gas alam:** Membakar gas alam untuk menghasilkan energi mekanik.

7.4.4 Energi Terbarukan

Energi terbarukan adalah energi yang berasal dari sumber yang secara alami terisi kembali, seperti matahari, angin, dan air. Contoh energi terbarukan termasuk energi surya, energi angin, dan energi air.

1. **Energi surya:** Mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik.

2. **Energi angin:** Mengubah energi kinetik angin menjadi energi listrik.
3. **Energi air:** Mengubah energi potensial air menjadi energi listrik.

7.5 Penjelasan Material Teknik

Material Teknik adalah ilmu yang mempelajari tentang sifat, struktur, dan pengolahan material yang digunakan dalam berbagai bidang teknik. Material Teknik sangat penting dalam pengembangan produk dan teknologi baru.

7.5.1 Sifat-sifat Material

Sifat-sifat material dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori, seperti:

1. Sifat mekanik: Kekuatan, kekerasan, keuletan, dan ketahanan terhadap kelelahan.
2. Sifat fisik: Massa jenis, konduktivitas termal, konduktivitas listrik, dan titik leleh.
3. Sifat kimia: Ketahanan terhadap korosi, ketahanan terhadap oksidasi, dan biokompatibilitas.

7.5.2 Metalurgi

Metalurgi adalah ilmu yang mempelajari tentang logam dan paduannya. Metalurgi meliputi proses ekstraksi logam dari bijihnya, pengolahan logam, dan pembuatan paduan logam.

7.5.3 Komposit

Komposit adalah material yang terbuat dari dua atau lebih material yang berbeda. Komposit memiliki sifat yang lebih baik daripada material penyusunnya. Contoh komposit termasuk fiberglass dan beton bertulang.

7.5.4 Material Cerdas

Material cerdas adalah material yang dapat merespon perubahan lingkungannya. Contoh material cerdas termasuk material yang dapat berubah warna, material yang dapat menyembuhkan diri sendiri, dan material yang dapat menghasilkan

energi.

7.6 Mekatronika dan Robotika

Mekatronika dan Robotika adalah dua bidang ilmu yang saling terkait erat. Mekatronika adalah ilmu yang menggabungkan mekanika, elektronik, dan informatika untuk merancang dan membangun sistem yang cerdas dan terintegrasi. Robotika adalah cabang ilmu mekatronika yang berfokus pada pengembangan robot, yaitu mesin yang dapat bekerja secara mandiri atau dengan instruksi dari manusia.

7.6.1 Sistem Mekatronika

Sistem mekatronika terdiri dari beberapa elemen utama, yaitu

1. Sensor: Digunakan untuk mendeteksi dan mengukur berbagai parameter fisik, seperti temperatur, tekanan, dan posisi.
2. Aktuator: Digunakan untuk mengontrol dan menggerakkan sistem mekanis.
3. Kontroler: Digunakan untuk memproses informasi dari sensor dan memberikan sinyal kontrol kepada aktuator.
4. Perangkat lunak: Digunakan untuk memprogram kontroler dan mengimplementasikan algoritma kontrol.

7.6.2 Robotika

Robotika adalah ilmu yang mempelajari tentang desain, konstruksi, operasi, dan aplikasi robot. Robot dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa faktor, seperti:

1. Struktur: Robot manipulator, robot mobile, dan robot humanoid.
2. Fungsi: Robot industri, robot layanan, dan robot medis.
3. Tingkat otonomi: Robot autonom, robot semi-otonom, dan robot teleoperated.

7.6.3 Kontrol Sistem

Kontrol sistem adalah ilmu yang mempelajari tentang bagaimana mengendalikan sistem dinamis agar mencapai tujuan yang diinginkan. Teknik kontrol sistem digunakan dalam berbagai

bidang, seperti mekatronika, robotika, dan otomasi.

Jenis-jenis kontrol sistem:

1. Kontrol loop terbuka: Kontrol sistem yang tidak menggunakan umpan balik.
2. Kontrol loop tertutup: Kontrol sistem yang menggunakan umpan balik untuk meningkatkan kinerja sistem
3. Kontrol adaptif: Kontrol sistem yang dapat menyesuaikan diri dengan perubahan parameter sistem.

7.6.4 Otomasi

Otomasi adalah penggunaan teknologi untuk mengendalikan proses atau sistem tanpa campur tangan manusia. Otomasi digunakan dalam berbagai bidang, seperti industri, manufaktur, dan pertanian.

Jenis-jenis otomasi:

1. Otomasi tetap: Otomasi yang diprogram untuk melakukan tugas yang berulang.
2. Otomasi fleksibel: Otomasi yang dapat diprogram untuk melakukan berbagai tugas.
3. Otomasi terprogram: Otomasi yang dikendalikan oleh program komputer.

Rangkuman Ruang Lingkup Teknik Mesin

Teknik Mesin adalah ilmu yang mempelajari tentang perancangan, manufaktur, dan pengoperasian mesin, serta penerapannya dalam berbagai bidang industri. Ruang lingkup Teknik Mesin sangat luas, meliputi:

1. Desain Mekanik dan Konstruksi: Mempelajari tentang perancangan dan pembuatan mesin dan struktur, termasuk prinsip dasar desain mekanik, analisis tegangan dan regangan, desain elemen mesin, dan konstruksi mesin.
2. Proses Manufaktur dan Sistem Produksi: Mempelajari tentang berbagai teknik manufaktur seperti pengecoran, pengelasan, dan pemesinan, serta sistem produksi seperti sistem aliran dorong dan sistem aliran tarik.
3. Konversi Energi: Mempelajari tentang konversi energi dari satu bentuk ke bentuk lainnya, termasuk termodinamika,

- mesin fluida, mesin pembakaran dalam, dan energi terbarukan.
4. **Material Teknik:** Mempelajari tentang sifat, struktur, dan pengolahan material yang digunakan dalam berbagai bidang teknik, termasuk sifat mekanik, sifat fisik, dan sifat kimia material.
 5. **Mekatronika dan Robotika:** Mempelajari tentang sistem mekatronika yang terdiri dari sensor, aktuator, kontroler, dan perangkat lunak, serta robotika yang berfokus pada pengembangan robot.

Pentingnya Teknik Mesin dalam Peradaban

Teknik Mesin memiliki peran yang sangat penting dalam peradaban manusia. Hampir semua aspek kehidupan manusia, mulai dari bangun tidur hingga tidur kembali, tersentuh oleh produk atau teknologi yang dihasilkan oleh Teknik Mesin. Berikut adalah beberapa contoh peran Teknik Mesin dalam peradaban:

1. **Transportasi:** Teknik Mesin berperan dalam pengembangan berbagai alat transportasi, seperti mobil, pesawat terbang, kereta api, dan kapal laut.
2. **Energi:** Teknik Mesin berperan dalam pengembangan berbagai sumber energi, seperti pembangkit listrik, mesin pembakaran internal, dan energi terbarukan.
3. **Manufaktur:** Teknik Mesin berperan dalam pengembangan berbagai produk manufaktur, seperti elektronik, peralatan rumah tangga, dan mesin industri.
4. **Kesehatan:** Teknik Mesin berperan dalam pengembangan berbagai peralatan medis, seperti alat bantu pernapasan, mesin cuci darah, dan alat bedah.
5. **Lingkungan:** Teknik Mesin berperan dalam pengembangan teknologi untuk mengatasi masalah lingkungan, seperti polusi udara dan air, dan perubahan iklim.

DAFTAR PUSTAKA

- Hadiswoyo, S., Suyitno, B. and ... (2018) '... Pada Perluasan Ruang Lingkup Implementasi Sistem Enterprise Resource Planning (ERP) Hingga Ke Lantai Produksi: Kasus Proyek Fabrikasi E-House di PT ...', ... *Jurnal Ilmiah Program ...*, 8(1), pp. 34–40. Available at: <https://journal.univpancasila.ac.id/index.php/teknobiz/article/view/906/586>.
- Hidayatullah, A. *et al.* (2022) 'Jurnal saintesa (' 2, pp. 7–11.
- Jaman, A.B. and Hakim, A.R. (2017) 'Perancangan Mesin Pemotong Pipa', *Bandung: Politeknik Manufaktur ...*, 2(1). Available at: http://repository.polman-bandung.ac.id/file_publikasi/21736143_ahmad_PERANCANGAN_MESIN_PEMOTONG_PIPA.pdf.
- Santoso, D.D. *et al.* (2019) 'Perancangan Mesin Pengolah Minyak Kelapa Dengan Sistem Sentrifugal', *Imdec*, 1, pp. 1–15.
- Suryaningrat (2020) 'PERANCANGAN SISTEM INFORMASI INVENTORI MESIN KONSTRUKSI RINGAN BERBASIS WEB (Studi Kasus PT. GMW Tangerang Banten)', *Humanika: Jurnal Ilmu Sosial, Pendidikan, dan Humaniora Vol.*, 3(3), pp. 30–53.

BAB 8

JENIS-JENIS ALAT YANG DIGUNAKAN

Oleh Syaiful

8.1 Jenis-jenis Alat Pemesinan

Perkembangan teknologi pemesinan sudah sedemikian tinggi dan kompleks. Tidak dapat dipungkiri bahwa suatu proses pemesinan mendorong laju perkembangan kemajuan sebuah negara, walaupun kemajuan teknologi pemesinan sudah sedemikian tinggi tetapi pada awalnya kemajuan itu didasari oleh kemampuan menggunakan alat-alat di bidang pemesinan, bahkan setiap *finishing* hasil proses pemesinan selalu melibatkan jenis alat-alat yang digunakan (Winarno, 2016). Secara umum jenis-jenis alat pemesinan dibagi menjadi tiga bagian ialah diantaranya jenis alat-alat perkakas tangan (*handtools*), jenis alat-alat ukur, dan jenis-jenis alat yang digunakan dalam proses pemesinan.

8.2 Jenis alat-alat perkakas tangan (*hand tools*)

Jenis alat-alat perkakas tangan (*hand tools*) merupakan suatu jenis-jenis alat yang digunakan saat pekerjaan perkakas tangan dengan tujuan untuk membentuk, memperbaiki dan merakit perkakas tangan sesuai fungsinya masing-masing dan hampir semua bidang pekerjaan dilakukan di proses bangku kerja. Ketika melaksanakan suatu proses pengerjaan perlu untuk mengetahui cara penggunaan standar perkakas tangan yang disebut pekerjaan (Juniawan, 2023). Dalam *bench work*, fokusnya bukan dari tujuan pekerjaannya, namun tahapan-tahapan yang dilakukan. Proses ini hanya terfokus motivasi dalam bekerja yang terdiri dari tekad, kedisiplinan, daya tahan dan teknik sebelum bekerja dengan suatu proses pemesinan. Keberhasilan kerja bangku ialah bekerja dengan penuh kesabaran dan ketelitian dalam mengerjakannya (Aditiya, 2017). Jenis-jenis alat yang digunakan saat pekerjaan perkakas tangan (*hand tools*).

8.2.1 Ragum

Ragum ialah salah satu dari beberapa alat yang dapat mencekam ataupun mengencangkan *spesimen* material yang akan dikerjakan sesuai jenis pekerjaan yang diinginkan (di sney, digergaji, dipahat, di tap, dikikir, dan sebagainya). Tahapan penggunaan dari suatu jenis alat *vice* saat pekerjaan perkakas tangan ialah terlebih dahulu putar tangkai *vice*, kemudian bagian mulut ragum akan mencekam *spesimen* material yang akan dikerjakan. Pada bagian bibir ragum harus diperhatikan jangan sampai rusak akibat terkena sayatan saat mengikir (Hari Din Nugraha, 2020).



Gambar 8.1. Ragum

8.2.2 Palu (*Hammer*)

Palu ialah salah satu alat perkakas yang mempunyai manfaat dalam melakukan suatu pekerjaan bangku. Ada beberapa jenis palu dengan fungsi yang berbeda-beda. Palu ialah suatu peralatan perkakas yang dapat berfungsi untuk memaku, menempa, memperbaiki suatu benda, ataupun untuk menghancurkan benda lainnya.



Gambar 8.2. Palu

8.2.3 Tang (*Piler*)

Tang merupakan suatu peralatan perkakas, dimana mempunyai manfaat untuk memegang, menjepit, dan memotong benda kerja. Ada beberapa jenis tang yang dapat kita gunakan untuk melakukan suatu proses jenis pekerjaan (Pratiwi, 2016).



Gambar 8.3. Tang (*Piler*)

Tang terdiri dari beberapa jenis, yaitu:

1. Tang potong, suatu jenis tang potong digunakan untuk memotong.
2. Tang cucut atau tang lancip ialah jenis tang yang pada bagian kepalanya jepit berbentuk lancip.
3. Tang kombinasi ialah jenis tang yang fungsinya gabungan dari tang potong dan tang jepit.
4. Tang elektrik ialah jenis tang yang khusus digunakan untuk memotong dan menguliti suatu kabel.
5. Tang pengunci ialah jenis tang yang memiliki suatu pengunci, lebar penekanan pada capitnya dapat disetel sesuai kebutuhan jenis pekerjaan. Cara penyetelnya dengan menggunakan sekrup yang terdapat pada ujung tang tersebut.

8.2.4 Obeng (*Screw Drivers*)

Obeng (*Screw Drivers*) ialah suatu alat perkakas yang berfungsi untuk membuka dan menutup rangka pada sebuah mesin, memiliki satuan ukuran dan bentuk yang berbeda, dimana bentuknya ada yang pendek dan ada yang panjang, serta dapat digerakan dengan sebuah sistem elektrikal. Pada bagian pegangan

obeng biasanya gagang obeng tersebut terbuat dari plastik, karet dan kayu.



Gambar 8.4. Obeng (*Screw Drivers*)

Obeng (*Screwdriver*) dan pada umumnya ada dua jenis, diantaranya

1. Obeng *Minus* (-) berbentuk pipih atau seperti tanda *minus* (-) yang fungsinya untuk membuka baut yang bentuk bautnya *minus* (-).
2. Obeng *plus* (+), berbentuk seperti kembang yang dimana fungsinya untuk melepaskan baut atau mengencangkan baut yang bentuk bautnya seperti kembang atau *plus* (+).

8.2.5 Kikir

Kikir merupakan suatu peralatan perkakas yang fungsinya sebagai menyayat *spesimen* material dengan tujuan demi mendapatkan suatu *spesimen* material yang memiliki kerataan dan kahalusan pada permukaannya dimana pengerjaannya dilakukan dengan tangan.



Gambar 8.5. Kikir

Kikir terdiri dari beberapa jenis, yaitu:

1. Kikir gepeng adalah suatu jenis kikir yang berguna untuk meratakan suatu permukaan benda kerja dengan membuat bidangnya searah serta tegak lurus.
2. Kikir persegi empat adalah jenis kikir yang difungsikan membentuk permukaan bidang datar sehingga siku pada bagian yang lainnya.
3. Kikir yang berbentuk segi tiga adalah jenis kikir yang difungsikan untuk mendatarkan dan menghaluskan suatu permukaan bidang untuk mendapatkan sudut sebesar 60 derajat.
4. Kikir yang berbentuk setengah bulat adalah suatu jenis kikir yang mempunyai kegunaan untuk meratakan ataupun menghaluskan permukaan suatu bidang yang berbentuk cekung.
5. Kikir bulat adalah suatu jenis kikir yang berbentuk bulat difungsikan menghaluskan suatu permukaan ataupun memperbesar diameter pada bidang berbentuk bulat.

8.2.6 Gergaji Tangan

Gergaji tangan ialah suatu jenis alat-alat perkakas yang berfungsi untuk memotong ataupun membelah kayu, besi, dan lainnya. Gergaji memiliki beberapa jenis dengan fungsi yang berbeda pada media dan disesuaikan dengan mata gergaji yang juga berbeda (Hermawan, Aldori and Hidayat, 2023).



Gambar 8.6. Gergaji Tangan

8.2.7 Tap (*Thread Tap*)

Thread Tap ialah salah satu jenis alat-alat perkakas dalam proses pekerjaan logam yang difungsikan untuk membentuk ulir di dalam lubang. Ada beberapa jenis tap sesuai bentuk alur yang dihasilkan yaitu tap pipa, *point tap*, tap *spiral*, tap tangan, serta *forming tap*. Pada penggunaan *thread tap* diperlukan *handle tap*. Bagian yang berbentuk persegi pada pangkal tap, dipasangkan dan dijepit sampai kuat-kuatnya terhadap *handle tap* sehingga memungkinkan pekerja memberikan daya tekan yang merata dan sekuatnya pada bagian tuas dengan tujuan untuk memastikan bahwa sudut tap tegak lurus terhadap material yang sedang dikerjakan.



Gambar 8.7. Tap (*Thread Tap*)

8.2.8 Snai (*Thread Die*)

Snei merupakan suatu jenis alat perkakas yang digunakan untuk membentuk suatu ulir luar pada baut, memperbaiki ulir pada baut yang sudah rusak dan tidak teratur.



Gambar 8.8. Snai (*Thread Die*)

8.2.9 Penitik (Center Punch)

Penitik (*Center Punch*) merupakan suatu jenis alat perkakas yang difungsikan membentuk lubang pada *spesimen* material. Alat ini terbuat dari struktur material besi karbon tinggi yang kemudian dipanaskan hingga keras. Pada bagian ujungnya lancip membentuk sudut 30° hingga 90° . Penggunaan alat ini ialah diawali dengan memegang penitik dengan tangan kiri kemudian diarahkan pada *spesimen* material hingga penitik tegak lurus terhadap *spesimen* tersebut.



Gambar 8.9. Penitik (*Center Punch*)

8.2.10 Penggores (*Scriber*)

Penggores merupakan suatu peralatan pekerjaan bangku untuk membuat garis gambar pada permukaan *spesimen* yang akan dikerjakan. Jenis peralatan ini terbuat dari struktur material yang keras, di mana pada sisi penggores dibuat gerigi *kartel* agar tidak licin pada saat di pegang. Kedua ujungnya berbentuk runcing membentuk sudut $\pm 30^\circ$. Tujuan penggunaan alat ini ialah untuk memperoleh garis lurus di atas permukaan *spesimen*, penggores tersebut harus dimiringkan agar hasilnya membentuk sudut 15° sampai 30° .



Gambar 8.10. Penggores (*Scriber*)

8.2.11 Penyiku (Steel Square)

Penyiku (*Steel Square*) adalah suatu alat berbentuk siku difungsikan untuk mengetahui kesikuan suatu *spesimen* benda kerja. Penyiku dimanfaatkan juga untuk mencari kesikuan ataupun pembanding siku sudut yang tidak menyerupai sudut 90 derajat.



Gambar 8.11. Penyiku (*Steel Square*)

8.2.12 Pahat (Cold Chisel)

Pahat (*Cold Chisel*) merupakan jenis alat perkakas yang terbuat dari logam besi keras dan mempunyai ujung yang tajam. Pahat ini dapat melubangi dan mengukir berbagai jenis logam, kayu maupun batu. Cara penggunaan dari alat ini ialah dengan cara dipukul dengan menggunakan palu terhadap benda kerja.



Gambar 8.12. Pahat (*Cold Chisel*)

8.2.13 Sikat Kawat (*Brush Wire*)

Sikat kawat (*Brush Wire*) adalah alat abrasif dengan *filamen* kaku yang terbuat dari berbagai bahan kaku yang dirancang untuk

membersihkan dan menyiapkan permukaan logam. Fungsi sikat kawat adalah untuk membersihkan permukaan, sikat kawat juga memiliki tujuan lain, seperti menyiapkan bahan untuk pengecatan atau menghilangkan terak dan percikan setelah pengelasan. Sikat kawat telah menjadi bagian penting dalam beberapa operasi produksi untuk mempersiapkan produk dalam suatu pemrosesan, penyelesaian akhir, dan perawatan.



Gambar 8.13. Sikat Kawat (*Brush Wire*)

8.2.14 Meja Perata

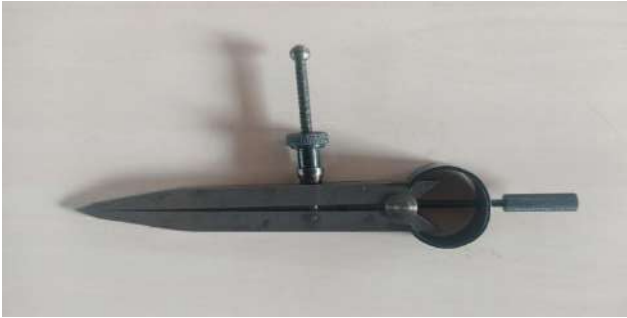
Jenis alat ini berbentuk meja tetapi memiliki landasan yang terbuat dari batu granit, batu keramik atau besi tuang. Meja perata ini digunakan sebagai alat untuk menguji kerataan suatu permukaan benda kerja dan juga dapat meletakkan alat-alat saat menggambar. Alat ini harus di jaga kerataan permukaan agar tidak rusak serta hasil dari proses pengukurannya tetap baik.



Gambar 8.14. Meja Perata

8.2.15 Jangka

Jangka merupakan suatu alat ukur dan juga sebagai alat gambar yang mempunyai fungsi untuk mengukur dan membentuk suatu lingkaran. Kekurangan alat ini ialah tidak dapat memberitahu nilai dan ukuran secara langsung, sehingga alat ini memerlukan bantuan alat ukur lainnya.



Gambar 8.15. Jangka

8.3 Jenis-Jenis Alat Ukur

Dalam dunia mekanik, banyak sekali pengukuran yang menjadi pedoman kita dalam mengerjakan suatu benda kerja. Ada ukuran fungsional dan non-fungsional. Setelah mengolah/membuat benda kerja, perlu untuk kita ketahui bahwa untuk mengukur benda kerja yang kita buat dengan mesin tersebut sesuai dengan ukuran yang diharapkan atau tidak. Dengan menggunakan alat ukur kita dapat lebih mudah mengetahui keadaan nilai sesungguhnya dari hasil pengukuran pada suatu benda kerja. Selain sebagai pengukuran, alat ukur juga digunakan sebagai alat bantu *setting* benda kerja maupun *accessories* mesin/jig lain (Setuju, 2013). Dalam teknik permesinan, alat ukur atau instrumen pengukuran ini sangat beragam. Alat ukur yang sering digunakan dalam proses pemesinan adalah alat ukur untuk mengukur panjang, diameter, kesikuan, kerataan, ulir dan lain-lain. Berikut ini jenis alat ukur yang umum dalam dunia teknik mesin dan mekanik.

8.3.1 Jangka Sorong (*Vernier Caliper*)

Vernier caliper merupakan satu dari beberapa jenis alat pengukuran yang dapat digunakan untuk mencari nilai dari panjang, diameter luar, dan diameter dalam sebuah *spesimen* material tertentu. Alat ukur ini juga dapat digunakan untuk mengukur kedalaman suatu lubang seperti selinder (Mufarrih, Harijono and Qosim, 2022).



Gambar 8.16. Jangka Sorong (*Vernier Caliper*)

Alat ini lebih akurat dibandingkan penggaris. Akurasi diartikan sebagai nilai skala terkecil yang dapat diukur lebih detail atau lebih presisi dengan menggunakan jangka sorong. Skala terkecil pada *Vernier caliper* ialah 0,01 cm atau 0,1 mm, dan untuk skala terbesar pada alat ini ialah 0,1 cm atau 1 mm.

8.3.2 Mikrometer (*Micrometer*)

Mikrometer (*Micrometer*) adalah instrumen yang digunakan untuk melakukan pengukuran linier yang tepat terhadap dimensi seperti diameter, ketebalan, dan panjang benda padat. Mikrometer terbuat dari bingkai yang berbentuk C dengan rahang bergerak yang dioperasikan oleh sekrup bekerja secara integral. Kehalusan suatu pengukuran bergantung pada ujung sekrup sedangkan keakuratan pengukuran bergantung pada keakuratan kombinasi sekrup-mur.



Gambar 8.17. Mikrometer (*Micrometer*)

Seringkali disalahpahami dengan mikrometer (μm) – satuan standar pengukuran panjang. Nama umum lainnya yang digunakan untuk mikrometer adalah jangka sorong mikrometer karena kemiripannya dengan jangka sorong.

8.3.3 Dial indicator

Dial indicator yaitu suatu alat pengukur untuk mencari rata dan kesejajaran pada bagian permukaan *spesimen* material dengan skala ukur yang sangat kecil.



Gambar 8.18. Dial Indicator (*Dial Gauge*)

Hal ini sangat penting dalam dunia permesinan, seperti mengukur kerataan permukaan suatu benda atau kebulatan suatu poros. Bentuknya menyerupai jam analog, menampilkan skala utama dan skala nonius, serta dilengkapi dengan batang indikator yang dapat ditekan langsung pada permukaan suatu benda. Keunikan alat ini adalah tingkat simpangannya yang begitu sangat kecil hingga dapat mencapai 0,0002 m.

8.3.4 Busur Derajat (*Protractor*)

Protractor ialah jenis peralatan permesinan yang digunakan untuk mengukur suatu sudut derajat ($^{\circ}$). Alat ini terbuat dari plastik dan logam yang bentuknya setengah lingkaran serta dapat mengukur suatu sudut 180 derajat hingga 360 derajat. Pertama, letakkan benda kerja di antara bilah dengan poros bevel busur derajat. Satu sisi permukaan yang mengukur sudut bersentuhan dengan bilah dan sisi lainnya bersentuhan dengan poros bevel. Dengan permukaan pengukuran bersentuhan penuh dengan poros dan bilah, gunakan sekrup set untuk menyesuaikan sudut. Selanjutnya amati nilai pada skala utama. Ini adalah nilai sudut dalam derajat yang sama dengan nol pada skala nonier. Untuk mendapatkan sudut yang lebih akurat, amati garis graduasi pada vernier untuk mendapatkan nilai sudut dalam hitungan menit.



Gambar 8.19. Busur Derajat (*Protractor*)

Busur derajat (*bevel protractor*) adalah busur derajat berbentuk bulat dengan skala yang digunakan untuk mengukur sudut suatu benda kerja. Berbeda dengan busur derajat pada umumnya, alat ini juga dapat mengatur sudut benda kerja yang akan diukur dengan mengatur sudut busur derajat tersebut.

8.3.5 *Screw Pitch Gauge*

Jenis alat ini merupakan suatu jenis alat pengukur mencari besaran nilai dari ulir yang digunakan dalam teknik pemesinan. Jenis alat ini berguna sebagai pengukur jarak ulir suatu baut atau mur yang dimana merupakan salah satu alat ukur mekanik. Untuk menggunakan alat ini bersihkan terlebih dahulu dari segala kotoran

seperti debu dari kondisi ulir agar tidak mempengaruhi hasil pengukuran panjang ulir.



Gambar 8.20. *Crew Pitch Gauge*

Mengukur nilai dari ulir sama halnya dengan mengukur ketebalan. Mengukur nilai ulir dibuat dengan plat material yang bergerigi dan jarak antara gigi bervariasi pada setiap bilahnya tergantung pada ukuran standar sekrup atau mur yang akan diukur.

8.3.6 Vibration Meter

Vibration meter merupakan alat khusus untuk mengukur getaran. Cara penggunaannya yaitu dengan mendekatkan alat pengukur getaran atau menempelkannya pada objek tertentu, sensor mendeteksi getaran yang akan memberikan informasi tentang kekuatan getaran. Vibration meter memberikan informasi nilai getaran yang sangat berguna untuk berbagai bidang industri.



Gambar 8.21. *Vibration Meter*

8.3.7 *Water Pass/Straight Edge*

Water pass/straight edge merupakan suatu jenis alat ukur mekanik yang berfungsi untuk mengukur kerataan bidang permukaan suatu benda. Bentuk dari alat ini bagaikan mistar baja, tapi jenis alat ini tidak memiliki skala ukuran.



Gambar 8.22. *Water Pass/Straight Edge*

8.3.8 Mistar Baja

Jenis struktur material alat pengukuran ini adalah *stainless steel*. Permukaan dan sisinya sama rata dan sangat halus dengan dilengkapi tanda ukur seperti kombinasi milimeter, sentimeter dan inchi. Peran dari mistar baja pada proses kerja bangku adalah mengukur lebar dan tebal benda kerja.



Gambar 8.23. Mistar Baja

8.4 Jenis-jenis alat yang digunakan dalam proses pemesinan

Tujuan penggunaan proses pemesinan adalah untuk mencapai kepresisian suatu benda kerja dibandingkan dengan proses lain seperti pengecoran, pencetakan dan juga untuk mencapai bentuk bagian dalam dari suatu benda tertentu (Arif, 2016). Dalam proses pemesinan dibutuhkan suatu alat-alat pendukung dalam proses produksinya, adapun jenis-jenis alat yang digunakan dalam proses pembubutan (*turning*), menyekrap (*shaping dan planing*), mengefreis (*milling*), dan pengelasan (*welding*).

8.4.1 Jenis-jenis alat yang digunakan dalam proses pembubutan (*turning*)

Dalam proses pembubutan dibutuhkan suatu alat bantu pada saat pembubutan, jenis-jenis alat bantu yang digunakan dalam proses produksi pembubutan pada benda kerja adalah sebagai berikut.

1. Pahat bubut, suatu alat bantu pembubutan benda kerja, alat ini perannya sangat besar dalam proses pembubutan suatu benda kerja.



Gambar 8.24. Pahat Bubut

2. Kunci *chuck*, suatu jenis alat yang digunakan untuk mengencangkan dan mengendorkan cekam ragam pada mesin bubut.



Gambar 8.25. Kunci *Chuck*

3. Kunci L, suatu jenis alat bantu dalam proses pembubutan yang sering digunakan pada kedudukan pahat bubut dengan tujuan untuk mengencangkan dan mengendorkan pahat bubut.



Gambar 8.26. Kunci L

4. *Centre Drill*, suatu jenis alat bantu untuk bor tengah yang mempunyai ujung yang tumpul dengan ujung tengah yang tajam, alat ini yang difungsikan membuat lubang atau tanda awal pada *spesimen* material yang akan dibubut nantinya.



Gambar 8.27. *Centre Drill*

8.4.2 Jenis-jenis alat yang digunakan dalam proses mengefrais (*milling*)

Dalam proses mengefrais (*milling*) dibutuhkan suatu alat bantu pada saat mengefrais, jenis-jenis alat bantu yang digunakan dalam proses produksi mengefrais pada benda kerja adalah sebagai berikut.

1. Arbor adalah tempat dipasangnya alat pemotong pada mesin milling. Jenis alat ini berguna untuk memposisikan pemotong milling pada sumbu mesin. Ada dua jenis arbor yaitu arbor pendek digunakan pada mesin milling vertikal, sedangkan Arbor panjang digunakan pada mesin



Gambar 8.28. Arbor

2. *Collet chuck* merupakan jenis alat bantu dan salah satu perlengkapan jenis mesin milling yang digunakan sebagai pengikat pahat (*end mill, slot drill, center drill, dll*), yang posisi penempatannya pada *spindel* utama.



Gambar 8.29. Collet Chuck

8.4.3 Jenis-jenis alat yang digunakan dalam proses pengelasan (*Welding*)

Dalam proses pengelasan (*welding*) dibutuhkan suatu alat bantu pada saat pengelasan (*welding*), jenis-jenis alat bantu yang digunakan dalam proses pengelasan adalah sebagai berikut.

1. Pemegang kawat las merupakan jenis alat pada proses pengelasan benda kerja dan yang dipegang oleh *welder* saat proses pengelasan. Holder terbuat dari bahan yang memiliki ketahanan panas dengan tujuan untuk mengantisipasi posisi holder berdekatan langsung dengan elektroda.



Gambar 8.30. Pemegang Kawat Las

2. Kabel las (*Lead superfleksibel*) adalah suatu jenis alat yang menghubungkan mesin las dengan benda kerja atau bagian yang akan disambung. Kabel ini membantu mengalirkan arus negatif dari mesin las ke material yang dilas, yang akan membantu menyumbat aliran listrik sehingga membentuk busur listrik.



Gambar 8.31. Kabel las

3. *Face Shield* berfungsi sebagai alat pelindung wajah yang sangat penting untuk mengurangi kecelakaan kerja akan terpapar zat kimia yang berbahaya, percikan material yang panas dan tajam, serta goresan benda kecil. Jenis alat ini digunakan pada proses pengerjaan pengelasan dan penggerindaan.



Gambar 8.32. *Face shield*

4. *Ear plug* (penyumbat telinga) adalah alat yang digunakan untuk menyumbat atau menutup telinga dengan tujuan untuk melindungi dan mengurangi kebisingan yang masuk ke dalam telinga. Selain itu, alat ini juga mampu meredam intensitas suara hingga 30 dB sehingga praktis digunakan. Model berbahan busa berbentuk bulat untuk dimasukkan ke dalam liang telinga dan penggunaannya paling nyaman dipakai.



Gambar 8.33. *Ear plug*

5. Asap las berbeda dengan asap pada umumnya, sehingga masker berfungsi sebagai pelindung pernapasan terhadap bahaya akan asap las. Asap las ini dihasilkan oleh suatu proses pembakaran bahan kimia yang digunakan untuk

melindungi lasan dan pembakaran atau peleburan bahan las. Oleh karena itu, asap las ini hampir seperti bubuk bersih dan akan menyebabkan kerusakan serius pada bagian peralatan pernapasan. Alat Pelindung Diri Dalam Pengelasan tersebut ialah masker yang akan berfungsi dengan baik jika tata cara pengelasan yang lazim terdapat di tempat kerja atau lokasi mana pun tidak dikerjakan, setiap para pekerja itu harus menumbuhkan sikap etos kerja yang baik dan menyesuaikan proses kerja kami sesuai jenis pekerjaannya.



Gambar 8.34. Masker

DAFTAR PUSTAKA

- Aditiya, D. (2017) 'Optimalisasi Peralatan Praktikum Kerja Bangku Untuk Mencapai Tuntutan Kompetensi Dasar Melaksanakan Teknik Penggunaan Perkakas Tangan', *Universitas Pendidikan Indonesia*, P. 89.
- Arif, R.K. (2016) 'Diktat Mata Kuliah Proses Permesinan', In.
- Baihaq, F. (2017) 'Pengaruh Penyuluhan Terhadap Pengetahuan, Sikap, Dan Tindakan Mahasiswa Terkait Penggunaan Alat Pelindung Telinga Dari Bahaya Kebisingan Saat Menggerinda Di Ruang Pengelasan Universitas Negeri Malang'.
- Hari Din Nugraha (2020) *Kerja Bangku Dan Kerja Plat: Teori Implementasi*. Bandung: Guepedia.
- Hermawan, I., Aldori, Y.R. And Hidayat, T.W. (2023) 'Pelatihan Pembuatan Wrench Menggunakan Teknik Kerja Bangku Bagi Mahasiswa Di Growth Centre Lldikti Wilayah - I Wrench Manufacturing Training Using Bench Work Techniques For Students At Regional Lldikti Growth Center – I', 1(1), Pp. 16–22.
- Juniawan (2023) *Kerja Bangku Bubut Dan Las*. Edited By Hozairi. Bandung: Widina.
- Mufarrih, A., Harijono, A. And Qosim, N. (2022) 'Pelatihan Penggunaan Jangka Sorong Siswa Madrasah Aliyah Singosari', 1(10), Pp. 1156–1163.
- Pratiwi, H. (2016) 'Penerapan Model Pembelajaran Problem Posing Pada Praktik The Implementation Of Problem Posing Learning Model In Bench Work', Pp. 261–268.
- Setuju (2013) 'Analisis Kreativitas Guru Dalam Pembelajaran Menggunakan Alat Ukur (Mau) Keahlian Teknik Pemesinan Di Kabupaten Sleman Pada Tahun Ajaran 2012/2013', Pp. 20–30.
- Winarno, E. (2016) *Teknik Menggunakan Perkakas Tangan (Kerja Bangku)*. Yogyakarta: Deepublish.

BAB 9

PROSES KERJA TEKNIK MESIN

Oleh Eko Winarno

9.1 Pengertian Proses Kerja Teknik Mesin

Proses kerja teknik mesin merupakan serangkaian proses pembuatan benda kerja menjadi sebuah produk yang tepat guna dengan beberapa tahapan mulai dari persiapan gambar kerja, proses pengerjaan benda kerja dan pengecekan kualitas pengerjaan.

9.2 Persiapan Gambar Kerja

Bahasa yang mudah dipahami dalam bidang teknik adalah bahasa gambar. Melalui media gambar seseorang akan lebih cepat menangkap maksud orang lain daripada dengan kata – kata, sehingga memiliki gambaran yang jelas tentang proses dan hasil akhir dari sebuah produk.

Dalam dunia teknik, segala sesuatu dikomunikasikan melalui gambar. Dengan demikian gambar harus memenuhi tuntutan :

1. Tepat

Sebuah gambar harus sesuai dengan fungsinya. Sebuah gambar berfungsi :

- a. Penyampai informasi.
Gambar harus dapat menyampaikan maksud dari perancang kepada pembuat.
- b. Penyimpan informasi.
Dalam gambar semua informasi tertulis dengan lengkap sehingga dapat dijadikan dokumentasi, yang membutuhkan modifikasi dalam penyimpanan dan pengarsipan.
- c. Sarana meningkatkan daya kreativitas.
Gambar sebagai sarana untuk meningkatkan daya kreativitas karena harus melewati beberapa proses dari ide menjadi sebuah gambar.

2. **Objektif**

Objektif mengandung arti bahwa gambar harus dapat diterima secara umum, maka harus sesuai standar gambar.

3. **Komunikatif**

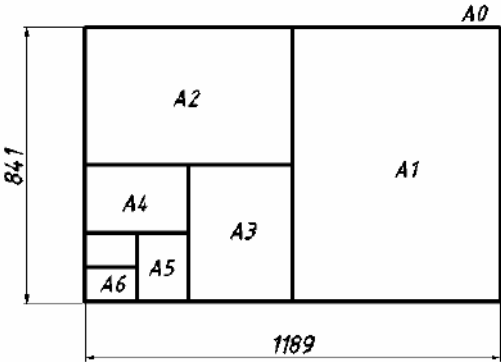
Komunikatif dapat diartikan bahwa gambar harus dapat menyampaikan informasi secara jelas dari perancang kepada orang lain.

9.2.1 **Standar Gambar Kerja**

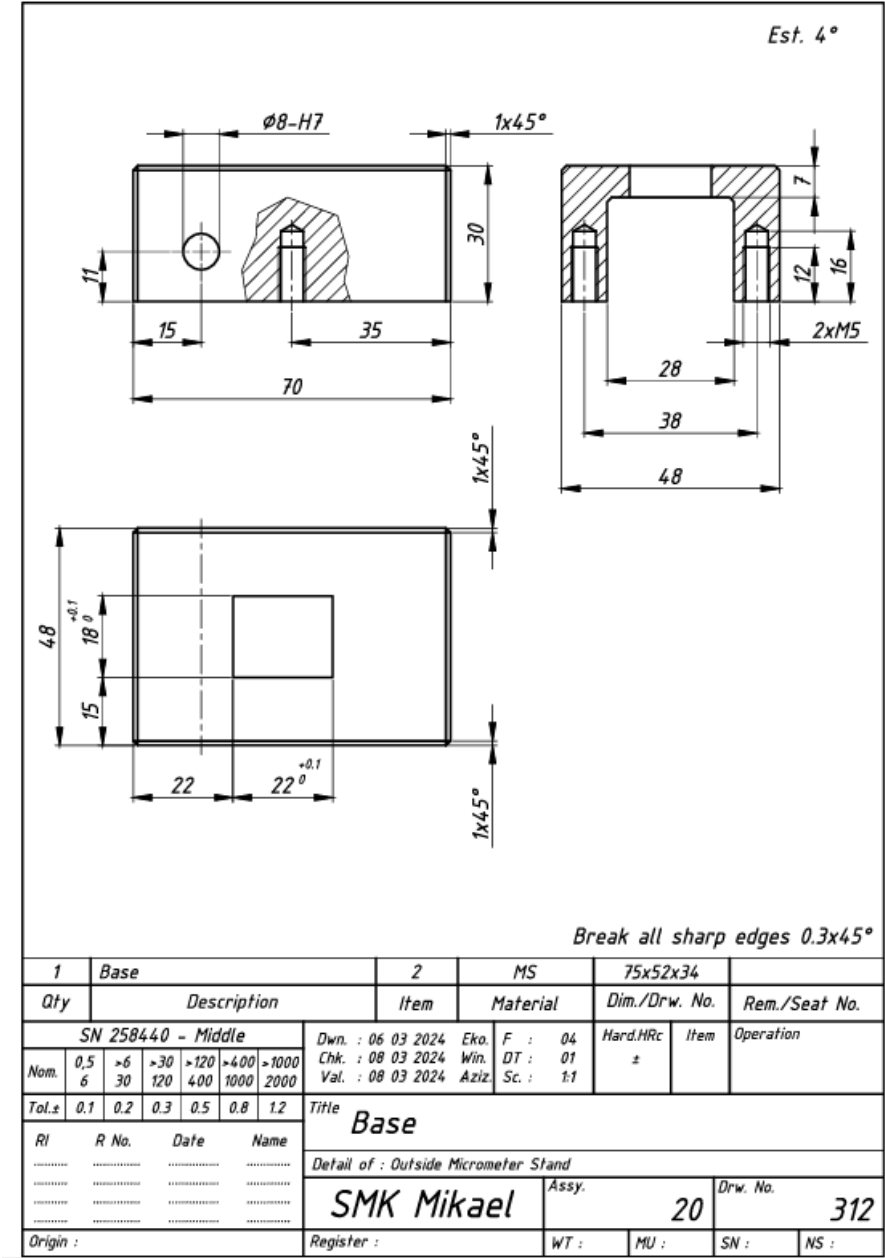
Standar gambar kerja dibuat diatas kertas dan memiliki etiket. Standar kertas gambar yang digunakan biasanya menggunakan seri A dan diawali dengan angka 0 dan semakin besar angka yang ditunjukkan ukuran kertas semakin kecil.

Tabel 9.1. Ukuran kertas gambar

Ukuran Kertas	Dimensi L x P
A0	841 x 1189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297



Gambar Kerja



Gambar 9.1. Gambar Kerja

Gambar kerja memuat beberapa informasi mengenai :

1. Estimasi Waktu.

Estimasi waktu adalah waktu yang diijinkan atau ditetapkan untuk membuat benda kerja yang tertuang pada gambar kerja. Jika penggunaan waktu melebihi atau kurang dari estimasi waktu, maka akan berdampak pada nilai sebuah benda kerja. Jika waktu pengerjaan melebihi batas estimasi, maka nilai barang akan menjadi lebih mahal, namun jika waktu pengerjaan lebih kecil dari estimasi waktu maka nilai sebuah barang akan menjadi lebih murah.

2. Jenis Ukuran dan Toleransi

Ukuran nominal adalah ukuran pada tuntutan gambar. Toleransi merupakan batas – batas penyimpangan yang masih diijinkan dengan tujuan, agar pekerjaan perakitan dapat dilakukan.

Toleransi dibedakan menjadi 3 yaitu toleransi umum, khusus dan ISO. Toleransi umum digunakan untuk ukuran - ukuran Non Fungsional (NF), ukuran khusus dan ISO digunakan untuk ukuran – ukuran Fungsional (F). Adapun kriteria masing – masing jenis ukuran.

Tabel 9.2. Jenis Ukuran dan Toleransi

No	Jenis Ukuran / Toleransi	Definisi	Penulisan Ukuran
1	Umum b. <i>Rough</i> c. <i>Middle</i> d. <i>Fine</i>	Tidak ada angka, simbol atau huruf yang menyertai pada ukuran.	12
2	Khusus	Pemberian ukuran disertai dengan simbol dan angka	12 ± 0.1
2	ISO	Pemberian ukuran disertai dengan huruf dan angka	12 – H7

Tabel 9.3. Tingkat ketelitian toleransi umum ukuran panjang

Ukuran Nominal (mm)		0.5 - 3	>3 - 6	>6 - 30	>30 - 120	>120 - 400	>400 - 1000	>1000 - 2000
Tol ±	Rough	0.2	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3
	Middle	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.2
	Fine	0.05	0.05	0.1	0.15	0.2	0.3	0.5

Contoh :

Ukuran 47 toleransi *Middle*

Toleransi Ukuran yang diijinkan ± 0.3 mm dari nominal : 47 ± 0.3

Ukuran Batas Atas : $47.30 \text{ mm} = 47 + 0.3$

Ukuran Batas Bawah : $46.70 \text{ mm} = 47 - 0.3$

Tabel 9.4. Tingkat ketelitian toleransi umum ukuran radius dan kemiringan

Tingkat Ketelitian	Ukuran Nominal (mm)				
	0,5 ÷ 3	>3 ÷ 6	>6 ÷ 30	>30 ÷ 120	>120 ÷ 400
	Penyimpangan (mm)				
Halus	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	± 1	± 2	± 4
Menengah					
Kasar	$\pm 0,4$	± 1	± 2	± 4	± 8

Tabel 9.5. Tingkat ketelitian toleransi umum ukuran sudut

Ukuran nominal panjang kaki sudut yang pendek	Ukuran Nominal (mm)							
	<10		>10 ÷ 50		>50 ÷ 120		>120 ÷ 400	
	Penyimpangan							
Tingkat Ketelitian	Derajat menit	$\frac{100}{mm}$	menit	$\frac{100}{mm}$	menit	$\frac{100}{mm}$	menit	$\frac{100}{mm}$
Halus	± 1°	± 1,7	± 30'	± 0,9	± 20'	± 0,6	± 10'	± 0,3
Menengah								
Kasar	± 1°30'	± 2,5	± 1°	± 1,7	± 30'	± 0,9	± 15'	± 0,4

9.2.2 Etiket gambar

Etiket memuat beberapa informasi yang memungkinkan gambar dapat dipahami dan diterjemahkan dalam proses.

1	Base					2	MS		75x52x34				
Qty	Description					Item	Material		Dim./Drw. No.		Rem./Seat No.		
SN 258440 - Middle						Dwn. : 06 03 2024 Chk. : 08 03 2024 Val. : 08 03 2024		Eko. Win. Aziz	F : 04 DT : 01 Sc. : 1:1	Hard.HRc ±	Item	Operation	
Nom.	0.5 6	>6 30	>30 120	>120 400	>400 1000 >1000 2000								
Tol.±	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.2	Title						
Ri	R No.	Date		Name		Base							
Detail of : Outside Micrometer Stand													
SMK Mikael						Assy.		20		Drw. No.		312	
Origin :						Register :		WT :		MU :		SN :	NS :

Gambar 9.2. Etiket Gambar

- 1. **Item**
Item merupakan identitas gambar bagian yang akan dirakit.
- 2. **Description**
Description adalah nama dari produk.
- 3. **Qty**
Qty atau *quantity* merupakan jumlah keseluruhan produk yang harus dihasilkan atau dibuat.
- 4. **Material**
Material menunjukkan jenis material yang dikerjakan.
- 5. **Dim / Dwg. No**
Dim adalah ukuran dimensi awal dari benda kerja sebelum dikerjakan menjadi produk. Dimensi ukuran material benda kerja ini bertujuan untuk memastikan bahwa ukuran awal benda kerja dapat dikerjakan menjadi produk.
- 6. **Rem / Set No.**
Rem / Set No. merupakan tempat pengarsipan dari sebuah gambar.
- 7. **SN 258446 - Middle**
Nominal, besaran dan jenis toleransi umum *Rough*, *Middle* atau *Fine*.

8. R1, RNo, Date, Name

R1, RNo, Date, Name menunjukkan informasi tentang revisi gambar ke berapa, pada tanggal dan oleh siapa yang merevisi.

9. Dwg, Chk, Val

Dwg, Chk, Val adalah seorang yang menggambar, yang mengecek untuk memastikan bahwa gambar benar dan tepat dan tervalidasi oleh kepala bagian *design*.

10. F

F menunjukkan ukuran kertas gambar F0 - F4 atau A0 - A4.

11. Sc

Sc singkatan dari skala. Gambar yang dibuat dapat diperbesar maupun diperkecil menyesuaikan dengan ukuran kertas yang memungkinkan digunakan.

Contoh :

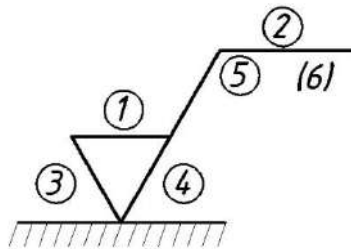
Sc 1 : 2 menunjukkan bahwa ukuran gambar dimensinya diperkecil 0,5 dari ukuran sebenarnya. Demikian juga sebaliknya, jika Sc 2 : 1, maka ukuran dimensi gambar diperbesar 2 x lipat dari ukuran sebenarnya.

12. Hard. HRc

Hard. HRc tuntutan tingkat kekerasan benda kerja dengan satuan HRc.

13. Operation

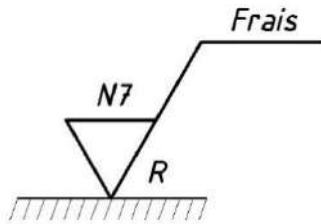
Operation menunjukkan proses pengerjaan yang berupa tingkat kekasaran, proses pengerjaan mesin, kelonggaran pengerjaan, bentuk hasil arah pengerjaan dan panjang samel. Informasi tentang tingkat kekasaran, arah proses atau hasil bekas dan tanda pengerjaan diatur dalam sebuah simbol.



Gambar 9.3. Proses Pengerjaan

Keterangan :

- a. Nilai kekasaran (R_a) atau tingkat kekasaran (N).
 - b. Proses pengerjaan atau pelapisan.
 - c. Kelonggaran atau *clearance* pengerjaan.
 - d. Bentuk hasil arah pengerjaan.
 - e. Panjang contoh.
 - f. Nilai kekasaran yang lain dan dalam kurung.
- Contoh



Gambar 9.4. Contoh Proses Pengerjaan

Keterangan.

Sebuah benda kerja diproses di mesin frais memiliki tingkat kehalusan N7 dengan arah pengerjaan radial.

14. Title

Title merupakan judul atau nama produk.

15. Detail of

Detail of merupakan keterangan gambar bagian dari bagian.

16. Assy

Assy keterangan gambar yang menunjukkan bahwa produk bagian dari gambar assembling.

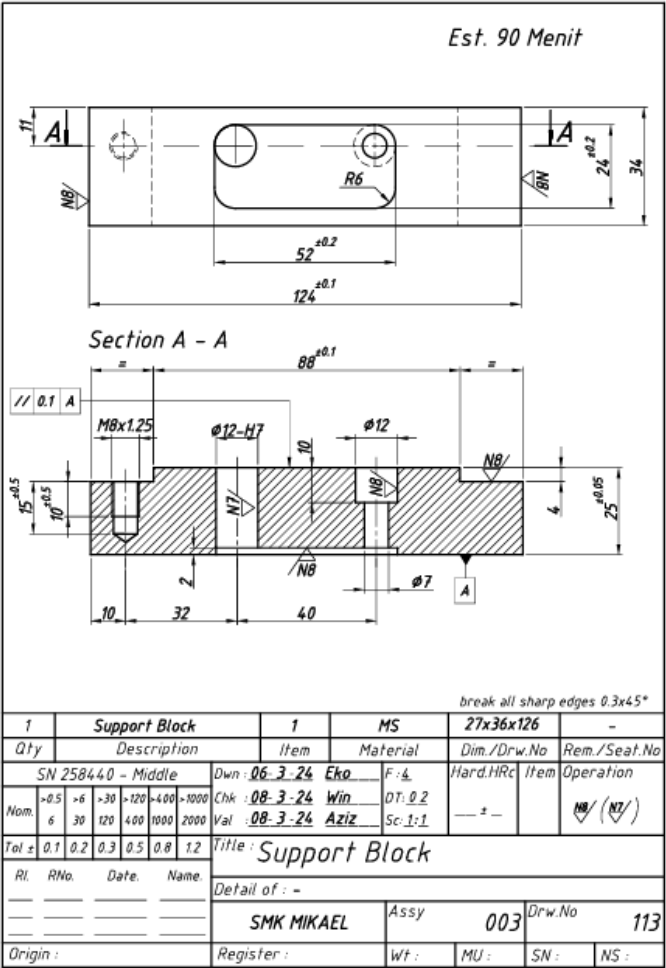
17. Dwg No.

Dwg No. merupakan nomer atau identitas gambar produk, yang memungkinkan mudah dalam mencari.

9.3 Persiapan dan Proses Pengerjaan

Persiapan awal dalam proses kerja dalam teknik mesin adalah pemahaman terhadap gambar kerja, urutan proses pengerjaan dalam permesinan dan penilaian sebuah produk atau hasil pengerjaan.

Gambar Kerja Support Block



Gambar 9.5. Support Block

Persiapan dan proses pengerjaan sering disebut *Work Preparation (WP)*.

9.3.1 Pengertian WP.

Work Preparation merupakan langkah awal persiapan kerja yang dibuat / dipakai untuk memudahkan dalam melaksanakan proses pekerjaan khususnya pembuatan produk.

9.3.2 Tujuan dan Manfaat WP

Work preparation / WP, selain untuk memberi kemudahan dalam memahami proses, WP juga bertujuan untuk :

- 1. Mengantisipasi kesalahan proses pengerjaan yang terdiri dari:
 - a. Urutan proses, yang mengakibatkan benda kerja tidak dapat diproses di-section / bagian lain (*restart*).
 - b. Penentuan penjepitan.
 - c. Pemilihan alat potong.
 - d. Penentuan putaran / kecepatan putar spindle mesin.
 - e. Pemilihan alat ukur.
- 2. Mempercepat proses, sehingga penggunaan waktu lebih efisien.
- 3. Meminimalkan biaya proses.
- 4. Pemanfaatan peralatan dan perlengkapan mesin secara maksimal.

9.3.3 Bagian WP

WP yang dipakai peserta didik dalam praktek

WORK PREPARATION										
Name :	:	:	:	:	:	:	:	:	:	Est Used :
Section :	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Subject :	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Material :										
Schema	No	Operation	Est Time	Clamp Device	Cutting Tool	V	N	S	Measuring Tool	

Gambar 9.6. Bagian WP

1. Name / No

Name / No, berisikan identitas kelas dan nomer peserta didik.

2. **Section**

Section diisi sesuai dengan bagian masing – masing (BW, Welding atau LW).

3. **Subject**

Subject merupakan judul dari kompetensi produk yang dikerjakan sesuai dengan section.

4. **Material**

Material berisi informasi mengenai jenis dan ukuran material awal benda kerja yang akan dikerjakan. Sebelum dikerjakan peserta didik harus memastikan, bahwa ukuran material aman untuk dapat dikerjakan sesuai tuntutan gambar.

5. **Est. Time**

Est. Time merupakan waktu yang diijinkan untuk mengerjakan benda kerja pada setiap tahapan proses.

6. **Used. Time**

Used Time merupakan penggunaan waktu siswa dalam mengerjakan kompetensi / produk.

7. **Schema**

Schema adalah gambar sketsa tangan yang menunjukkan tahapan proses. *Schema* diisi dengan gambar tangan, untuk mempercepat proses persiapan.

8. **No**

No adalah nomer pada schema menunjukkan urutan tahapan proses pengerjaan.

9. **Operation**

Operation berisi keterangan yang merujuk pada gambar *schema*.

10. **Time**

Time adalah perkiraan waktu yang digunakan untuk setiap tahapan proses pengerjaan.

11. **Clamping Device**

Clamping device merupakan alat pencekam yang digunakan untuk tahapan proses.

12. **Cutting Tool**

Cutting tool jenis alat potong yang dipakai.

13. V, n dan s

V, n dan s adalah hasil perhitungan untuk menentukan kecepatan potong, putaran mesin dan *feeding*.

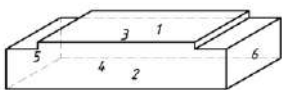
14. *Measuring Tool*

Measuring tool adalah alat ukur yang dipakai selama proses pengerjaan.

15. *Check by*

Setiap WP harus dicek dan divalidasi oleh guru pengampu /instruktur untuk menghindari kesalahan proses sebagai bentuk pertanggungjawaban, baik oleh peserta didik maupun instruktur.

WP Pengerjaan *Support Block*



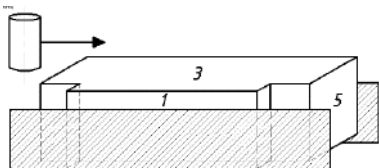
Cek ukuran pre machine benda kerja

Bidang 1 dan 2 : Bidang tebal

Bidang 3 dan 4 : Bidang lebar

Bidang 5 dan 6 : Bidang panjang

1. Masukkan Ukuran Lebar 34 mm.



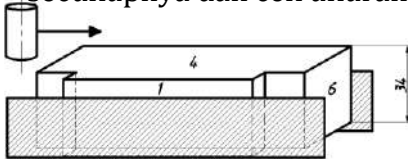
- Jepit benda kerja bidang tebal (1 dan 2)
- Pasang cutter EMCF Ø20 n

- Jepit benda kerja bidang lebar (3 dan 4).
- Posisi bidang panjang, sedikit keluar dari rahang vise.
- Setting sumbu Z nol.
- Sayat bidang 2 (bidang tebal) sedalam 1 mm.
- Turunkan cutter dengan menggunakan *drill attachment* dan dikunci.
- Setting sumbu X nol.
- Sayat bidang 5 (bidang panjang), sedalam 1 mm. Penyayatan dengan sumbu Y konvensional.
- Kedudukan *drill attachment* jangan diubah (Skala sumbu Z tetap).
- Lepas benda kerja dan *debur* secukupnya.

3. Masukkan Ukuran Panjang $124^{\pm 0,1}$ dan $25^{\pm 0,05}$

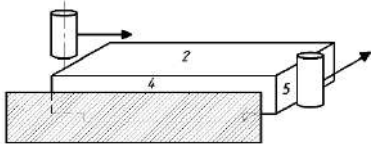
= 400

- Sayat bidang 3 bidang lebar sedalam 1 mm.
- Skala sumbu Z dinolkan.
- Lepas benda kerja, *deburr* secukupnya dan cek ukuran.

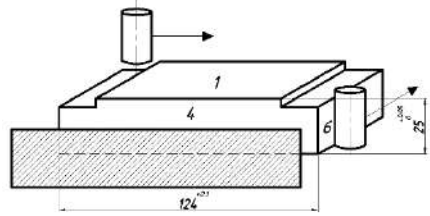


- Jepit benda kerja pada bidang tebal (1 dan 2), tanpa mengubah referensi *parallel block*.
- Masukkan depth untuk memasukkan ukuran 34 mm.
- Sayat bidang 4 (bidang lebar) hingga ukuran 34 mm.
- Lepas benda kerja dan *deburr* seperlunya, tanpa mengecek ukuran.

2. Sayat Bidang Tebal dan Panjang.



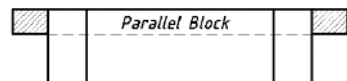
- Posisi Benda kerja di tengah tengah vise.



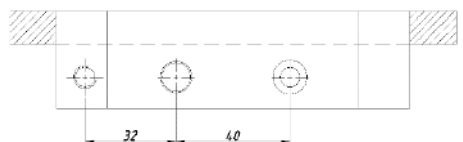
- Jepit benda kerja pada bidang lebar (3 dan 4). Posisi bidang panjang, sedikit keluar dari rahang vise.
- Setting nol pada sumbu X.
- Masukkan depth dan sayat bidang 6 (panjang), hingga ukuran panjang $124 \pm 0,1$
- Naikkan / bebaskan drill attachment.
- Setting nol pada sumbu Z.
- Masukkan depth dan sayat bidang 1 (bidang tebal), hingga ukuran $25 \pm 0,05$.
- Lepas benda kerja, *deburr* dan cek ukuran.

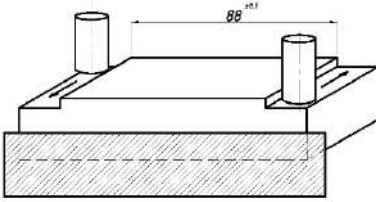
4. Masukkan ukuran Depth 4 mm x 88 mm.

- Jepit benda kerja dengan posisi *parallel block* aman untuk pengeboran.



6. Membuat Lubang Ø12 – H7.





- Setting sumbu Z dengan depth 4 mm.
- Setting sumbu X1 = 0, geser X1 = 18 mm dan sayat dengan sumbu Y.
- Setting sumbu X2 = 0 geser X2 = 17 mm dan sayat dengan sumbu Y.
- Cek ukuran benda kerja pada ukuran 88 ± 0.1
- Geser X2 = mm hingga ukuran 88 ± 0.1 dan sayat dengan sumbu Y.
- *Deburr* dan cek hasil pengerjaan tanpa melepas benda kerja.

5. Membuat Lubang Ø7 Sedalam 15 mm dan Tap M8 Depth 10 mm.



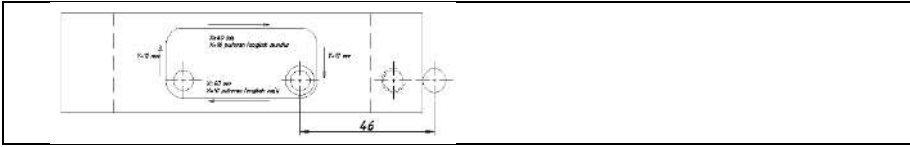
- Setting jarak lubang dengan dowel pin (pastikan posisi lubang tepat).
Sumbu X = $10 + 4 = 14$ mm (3 putaran + 2 mm).
Sumbu Y = $11 + 4 = 15$ mm (3 putaran + 3 mm).

- Geser sumbu X = 32 mm (8 putaran).
- Membuat lubang NC Ø8 dengan *drill chuck* n = 630
- Cek jarak lubang - disesuaikan.
- Drill tembus dengan TD Ø 7 n = 630
- menggunakan *drill attachment*.
Drill tembus dengan TD Ø 11.8 n = 630
- *Reamer* Ø12 – H7 n = 100
- Selalu gunakan *cooling*.

7. Membuat Lubang Counterbore Ø7 x Ø12 mm dengan Depth 10 mm.

- Geser sumbu X = 40 mm (10 putaran).
- Membuat lubang NC Ø8 dengan drill chuck n = 630
- Cek jarak lubang - disesuaikan.
- Drill tembus dengan TD Ø 7 n = 630
- menggunakan *drill attachment*.
- *Counterbore* dengan EMCF Ø12 depth 10 mm n = 630
- Sebelum dilepas buat stoper bidang panjang dengan menggunakan kaliper.

- Membuat lubang NC Ø8 dengan drill chuck n = 630 Cek jarak lubang – disesuaikan. - Drill tidak tembus dengan TD Ø 7 x 15 mm. n = 630 menggunakan <i>drill attachment</i>. - Countersink 1.5 x 45° n = 100 - Taping M8 sedalam 10 mm, secara manual. Ditumpu dengan <i>centre tap</i> dan dicek dengan <i>plug thread gauge</i>. Kedalaman pengetapan dengan melihat skala <i>drill attachment</i>. Alternatif. - Setting jarak lubang dengan dowel pin Ø 8mm sesuai dengan skema. Sumbu Y = Tidak diubah Sumbu X = $4 + 10 + 32$ = 46 mm (11 putaran + 2 mm). Sumbu Z = 2 mm memasukkan depth dengan sumbu Z. Pocket $52^{+0,2} \times 24^{+0,2}$ Hati hati dengan jarak bebas ketika gerakan bolak balik.	- Lepas benda kerja, <i>deburr</i> dan cek ukuran 8. Membuat Pocket $52^{+0,1} \times 24^{+0,1}$ Depth 2 mm. - Jepit benda kerja, balik secara memanjang kedudukan bidang sesuai dengan posisi sebelumnya. - Dengan menggunakan kaliper, sesuaikan penjepitan benda kerja dengan ukuran stoper pada kaliper dari referensi yang sama. Catatan : - Deburr benda kerja pada sisi yang tajam. - Cek semua ukuran. - Beri identitas Kelas dan no absen pada pojok kanan atas - bidang tebal dengan <i>electric scriber</i>.
---	---



9.3.4 Jenis Proses Pengerjaan

Jenis mesin yang digunakan untuk mengerjakan benda *support block* adalah mesin frais.

Jenis proses pengerjaan di mesin frais:

1. *Block* $34 \times 124 \pm 0,1$.
2. Pengerjaan bertingkat / *step* $88 \pm 0,1$ depth 4 mm.
3. *Pocket* $24 \pm 0,2 \times 52 \pm 0,2$.
4. *Thread* M8 x 1,25.
5. *Reamer* $\varnothing 12$ - H7.
6. *Counterbore* $\varnothing 7 \times \varnothing 12$ depth 10 mm.

9.4 Kualitas Pengerjaan

Kualitas pengerjaan dituangkan dalam format penilaian dipengaruhi oleh beberapa faktor :

9.4.1 Waktu

Dalam proses pengerjaan produk harus memperhatikan estimasi waktu, semakin lama sebuah produk dikerjakan melebihi dari batas waktu estimasi maka harga produk semakin mahal.

9.4.2 Ukuran

Ukuran sangat berpengaruh pada hasil pengerjaan terutama pada proses assembling.

9.4.3 Tampilan

Tampilan sebuah produk dapat meliputi, fungsi ukuran, bentuk benda kerja, kehalusan permukaan benda kerja, cacat atau tidaknya benda kerja karena salah proses dan ketika dipegang terasa nyaman tidak menimbulkan luka karena sisi tajam bekas pengerjaan benda kerja.

9.4.4 Format Nilai

LEMBAR PENILAIAN / ASESMEN

Nama Peserta Didik : _____
 Kelas / Nomer Presensi : _____
 Estimasi : 90 Menit
 Hari / Tanggal : _____

Mulai				
Selesai				
Interupsi				
Waktu				

FUNCTIONAL MEASURE POINT (A)

Reamer	Ø 12-H7							
Block	25 ^{+0,05}	//	0.1	A				
Thread + Pocket	M8 x 1.25	52 ^{+0,2}	24 ^{+0,2}					

OBJECTIVE MEASURING POINT (B)

Block	124 ^{+0,1}	34						
Tap	10 ^{+0,5}	15 ^{+0,5}						
Step	4	88 ^{+0,1}	Sym (18)					
Pocket	2	Sym X	Sym Y	R6				
Drill	Ø 7	Ø 12	Depth 10					
Hole Spacing	10	11	32	40				

OBJECTIVE EXECUTION POINT (C)

Pocket	N8a							
Step	N8b		N8c					
Block	N8a	N8b	N8c	N8d				
	N8e		N8f					
Drill	N8g		N8h					
Reamer	N7							

SUBYEKTIF EXECUTION POINT (D)

	Penilai A	Penilai B	
Performance (bentuk,cacat,kebersihan)			

TOTAL NILAI (E) (50% A + 20% B + 20% C + 10% D)

Perubahan Nilai karena waktu (F) (0.5 poin per 15 menit)

Perubahan Nilai karena Sikap Kerja (G) Sesuai SOP Penilaian

NILAI AKHIR FRAIS (E+F+G)

Kreteria	Point	Jumlah	Total
Fungsi	-1		
Bentuk	-1		
Cacat	-0,5		
Champer	-0,2		
Kehalusan	-0,2		
Total Pengurangan :			

Surakarta,	
Peserta Didik	Guru Pengampu / Instruktur
(.....) nama dan tanda tangan	(.....) nama dan tanda tangan

Gambar 9.7. Format Nilai

1. *Functional measure point.*

Functional measure point adalah penilaian pengukuran berdasarkan fungsi dari benda kerja, yang memiliki bobot

paling besar diantara ukuran yang lain. Jenis ukuran yang dipakai adalah ukuran ISO dan khusus.

Tabel 9.6. Jenis ukuran, toleransi dan ketentuan penilaian.

No	Toleransi	Ciri-Ciri Ukuran & Toleransi	Ukuran	Nilai	Kriteria
1	Umum <i>a. Rough</i> <i>b. Middle</i> <i>c. Fine</i>	- Tidak ada angka, simbol atau huruf yang menyertai pada ukuran.	12	10	Ukuran masuk toleransi.
				4	Penyimpangan sebesar 2 kali toleransi.
				1	Penyimpangan lebih dari 2 kali toleransi.
2	Khusus	- Pemberian ukuran disertai dengan simbol dan angka	12 ± 0.1	10	Ukuran masuk toleransi khusus.
				1	Ukuran diluar toleransi khusus.
3	ISO	- Pemberian ukuran disertai dengan huruf dan angka	12 – H7	10	Ukuran masuk toleransi.
				0	Ukuran keluar toleransi.

2. Objective Measuring Point

Objective measuring point adalah penilaian pengukuran yang didasarkan pada toleransi umum dan mempengaruhi fungsi benda.

Tabel 9.7. *Objective measuring point*

No	Bidang ukur	Ukuran	Jenis Ukuran	Kriteria Nilai		
1	Step	4 Tol $\pm 0,1$	Umum	10	4	1
2		$88 \pm 0,1$	Khusus	10	1	
3		Sym (18)	Umum	10	4	1

No	Bidang ukur	Ukuran	Jenis Ukuran	Kriteria Nilai		
		Tol $\pm 0,2$				
4	Block	124 $\pm 0,1$	Khusus	10	1	
5		34 Tol $\pm 0,2$	Umum	10	4	1
6	Pocket	2 Tol $\pm 0,1$	Umum	10	4	1
7		Sym x Tol $\pm 0,2$				
8		Sym y Tol $\pm 0,1$				
9		R6				
10	Drill	$\varnothing 7$	Umum	10	4	1
11		$\varnothing 12$				
12		10				
13	Tap	10 $\pm 0,5$	Khusus	10	1	
14		15 $\pm 0,5$				
15	Hole Spacing	10	Umum	10	4	1
16		11				
17		32 Tol $\pm 0,2$				
18		40 Tol $\pm 0,2$				

3. **Objective Execution Point.**

Objective execution point adalah penilaian kualitas permukaan dengan ketentuan :

- Kehalusan sesuai dengan tanda pengerjaan yang ditentukan 10
- Lebih halus dari tanda pengerjaan yang ditentukan 10
- Kurang halus satu tingkat dari tanda pengerjaan yang ditentukan,
 - Terletak pada ukuran ISO 1
 - Terletak pada ukuran lain 5
- Penyimpangan selanjutnya. 1

4. **Subjective Execution Point**

Subjective execution point merupakan penilaian *performance* berdasarkan kondisi benda kerja meliputi, fungsi, bentuk, cacat atau tidaknya benda kerja, bentukan chamfer atau keberadaan chip, dan kehalusan benda kerja. Nilai subyektif awal benda kerja sempurna adalah 10. Jika kondisi benda kerja ada penyimpangan fungsi, bentuk, cacat atau tidaknya benda kerja, bentukan chamfer atau keberadaan chip, dan kehalusan benda kerja, maka nilainya dikurangi jumlah keseluruhan total penyimpangan berdasarkan bobot pengurangan.

- a. Fungsi : Jumlah fungsi diambilkan pada bidang yang belum selesai dikerjakan antara pengerjaan *block*, *step*, ulir, *reamer*, *counterbore*, atau *pocket*.
- b. Bentuk : Jumlah bentuk diisi jika benda kerja menyimpang dari bentuk standar.
- c. Cacat : Jumlah cacat yang berada di benda kerja karena pengerjaan atau jatuh.
- d. *Chamfer* : Jumlah sisi benda kerja yang belum di-*deburr*.
- e. Kehalusan : Jumlah penyimpangan pada pengukuran tingkat kehalusan.

Nilai akhir *performance* merupakan nilai selisih 10 – jumlah total pengurangan nilai subyektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Eko Winarno. 2016. *Teknik Menggunakan Perkakas Tangan (Kerja Bangku)*. Yogyakarta: Deepublish.
- _____. 2017. *Teknik Menggunakan Alat Ukur*. Yogyakarta: Deepublish.
- _____. 2022. *Rack & Spur Gear*. Yogyakarta: Deepublish.
- Harun A.R. 1986. *Teori dan Praktik Kerja Logam*. Jakarta: Erlangga.
- Muslam. 2011. *Mengoperasikan Mesin Frais (Kompleks)*. Yogyakarta: PT. Skripta Media Creative.
- Wirawan Sumbodo, dkk. 2008. *Teknik Produksi Mesin Industri untuk SMK Jilid 2*. Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah.

BAB 10

ETIKA DAN KESELAMATAN KERJA DALAM TEKNIK MESIN

Oleh Nur Fuadah

10.1 Defenisi etika

Dalam kehidupan bermasyarakat dan bernegara, setiap orang menginginkan kondisi yang aman dan tentram. Demi tercapainya kondisi tersebut, maka kita senantiasa menjaga ketertiban dan mematuhi perundang-undangan yang berlaku. Sebagaimana tercantum dalam pasal 27, ayat (2) bahwa tiap-tiap warga negara berhak atas pekerjaan dan penghidupan yang layak bagi kemanusiaan. Dengan kondisi tersebut tidak terlepas dari perilaku kita sebagai warga negara yang senantiasa menjunjung tinggi nilai etika dan kemanusiaan.

Etika mengacu pada "prinsip-prinsip perilaku yang mengatur individu atau kelompok." Keputusan etis juga melibatkan moral yang merupakan standar perilaku yang diterima masyarakat. Menurut Kees Bertens dalam buku berjudul Sejarah Filsafat Yunani (1999), etika adalah nilai-nilai atau norma-normal (moral) yang menjadi pegangan bagi seseorang atau suatu kelompok untuk mengatur tingkah lakunya. Berbeda halnya dengan W. J. S. Poerwadarminta, mendefenisikan etika adalah ilmu tentang tingkah laku atau perbuatan manusia yang dilihat dari sisi baik dan buruknya yang dapat ditentukan oleh akal manusia. Sedangkan menurut Martin, etika adalah suatu disiplin ilmu yang berperan sebagai acuan atau pedoman untuk mengontrol tingkah laku atau perilaku manusia.

Etika memainkan peran yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, baik ketika bermasyarakat, di lingkungan pekerjaan dan di lingkungan pendidikan. Etika merupakan perwujudan dari disiplin, nilai, integritas, dan kejujuran seseorang saat berada di tengah orang lain yang kemudian akan diterapkan

dalam kehidupan sehari-hari. Tindakan kita tidak hanya memengaruhi diri kita sendiri tetapi juga orang-orang di sekitar kita. Dalam dunia akademi, etika merupakan salah satu cabang utama dalam filsafat. Etika menjadi disiplin ilmiah khusus di dalam filsafat. Secara keilmuan, etika berada di bawah kedudukan subdisiplin filsafat, yaitu ontologi, aksiologi dan epistemologi. Etika sebagai disiplin ilmiah filsafat mengkaji tentang hakikat dari nilai kebaikan dan moralitas. Sementara itu, di bidang ilmu lainnya, etika merupakan bagian dari disiplin ilmiah populer. Setiap disiplin ilmiah ini mengembangkan etika secara teoretis maupun praktis. Sementara itu, etika juga berperan sebagai pembatas keberpihakan suatu ilmu dalam epistemologi.

Terdapat macam-macam etika, di antaranya sebagai berikut :

1. Etika Umum

Jenis etika yang pertama adalah Etika Umum. Etika umum adalah etika yang berhubungan dengan kondisi dasar etika perilaku manusia. Etika secara umum juga mengacu pada cara orang membuat keputusan etis, teori etika, dan prinsip-prinsip moral dasar yang memandu perilaku manusia.

2. Etika Khusus

Etika khusus adalah bentuk etika yang menerapkan konsep moral standar pada situasi kehidupan tertentu. Etika khusus dapat dibagi menjadi dua jenis:

- a. Etika pribadi, suatu bentuk etika tentang tugas dan sikap manusia terhadap diri sendiri.
- b. Etika Sosial. Suatu bentuk etika yang menitikberatkan pada kewajiban, sikap, dan pola perilaku manusia sebagai anggota masyarakat.

3. Etika Deskriptif

Etika deskriptif adalah berbagai kategori yang secara kritis dan rasional mencakup perilaku dan tindakan manusia serta apa yang diinginkan manusia dalam kehidupan sebagai sesuatu yang diyakini layak untuk diterapkan dalam kehidupan.

4. Etika Normatif

Jenis etika selanjutnya adalah etika normatif. Etika normatif adalah jenis etika yang berusaha menentukan berbagai

perilaku dan pola perilaku baik yang seharusnya dimiliki orang dalam kehidupan sebagai memiliki nilai-nilai moral yang perlu diperhatikan dalam kelompok masyarakat.

5. Etika Profesional

Etika profesional adalah jenis etika yang Anda patuhi sebagai karyawan atau anggota profesional suatu perusahaan. Misalnya, wartawan, dokter, pengacara dan lain sebagainya.

Etika semacam ini dapat ditegakkan jika Anda adalah bagian dari lingkungan profesional atau jika Anda dilatih atau dididik untuk bekerja dalam profesi tertentu. Kegagalan untuk mematuhi etika profesional dapat merusak reputasi profesional individu yang tidak mematuhi.

6. Etika Bisnis

Jenis etika yang berikutnya adalah etika bisnis. Etika ini dapat didefinisikan sebagai blueprint prinsip dan nilai yang mengatur keputusan dan tindakan dalam perusahaan. Dalam dunia bisnis, arti budaya organisasi menetapkan standar untuk memastikan perbedaan antara pengambilan keputusan dan perilaku yang baik dan buruk.

Setelah dijabarkan beberapa macam etika di atas, maka perlu mengetahui tujuan dari etika. Disamping etika bersifat deskriptif sekaligus preskriptif. Deskriptif berarti bahwa etika menyajikan pengamatan tentang karakteristik individu. Sementara, preskriptif berarti bahwa etika bertujuan untuk mengevaluasi tindakan manusia dan memberikan rekomendasi atau persetujuan atas tindakan manusia.

Perilaku etis dimulai dengan kesadaran moral. Apakah orang itu bahkan mengakui bahwa suatu masalah moral ada dalam situasi ini? Seorang manajer dalam suatu perusahaan harus mempengaruhi etika karyawan dengan membudidayakan norma-norma yang tepat seperti kepemimpinan, sistem penghargaan, dan budaya. Dengan memberikan komando dan arahan untuk mengerjakan suatu pekerjaan dengan baik, maka akan direspon positif oleh karyawan sehingga tercipta suasana pekerjaan yang menyenangkan, sebaliknya jika ada sebagian karyawan yang memberikan contoh

yang buruk untuk karyawan yang lain, maka perilaku etis diberikan kepadanya seperti memberikan sanksi atau hukuman dengan harapan kita mendisiplinkan karyawan tersebut. Akan tetapi, hukum bukan panduan terbaik tentang apa yang etis karena sesuatu mungkin legal tetapi tidak benar, dan sesuatu mungkin benar tetapi tidak legal. Etika berarti membuat keputusan yang mewakili apa yang Anda perjuangkan bukan hanya apa yang legal. Sehubungan dengan tempat kerja, para ahli umumnya mendefinisikan keadilan organisasi dalam hal keadilan distributif dan keadilan prosedural. Keadilan distributif mengacu pada keadilan hasil keputusan. Keadilan prosedural mengacu pada keadilan dari proses itu sendiri. Meskipun hukum dapat memberikan pedoman untuk perilaku dan tindakan organisasi di masa depan, prosedur etis bergantung pada standar yang kita cita-citakan dalam budaya dan masyarakat kita. Masyarakat tidak bergantung pada etika pengusaha atau rasa keadilan atau moralitas untuk memastikan bahwa mereka melakukan yang benar. Masyarakat juga melembagakan berbagai undang-undang dan prosedur untuk menegakkan kebenaran.

10.2 Keselamatan Kerja

10.2.1 Defenisi keselamatan kerja

Perlindungan tenaga kerja memiliki beberapa aspek dan salah satunya yaitu perlindungan keselamatan, perlindungan tersebut bermaksud agar tenaga kerja secara aman melakukan kerjanya secara aman melakukan kerjanya sehari-hari untuk meningkatkan produktivitas.

Menurut Undang-Undang keselamatan kerja dalam dokumen Binwasnaker Kemenakertrans RI Nomer 1 tahun 1970 secara etimologi mengatakan bahwa keselamatan dan kesehatan kerja adalah memberikan upaya perlindungan agar tenaga kerja dan orang lain di tempat kerja selalu dalam keadaan selamat, sehat dan sumber produksi dapat dipakai atau dioperasikan secara aman dan efisien.

Beberapa defenisi Keselamatan Kerja menurut para ahli, antara lain:

1. Keselamatan kerja adalah perlindungan atas keamanan kerja yang dialami pekerja baik fisik maupun mental dalam lingkungan pekerjaan (Bangun Wilson, 2012)

2. Keselamatan kerja menunjukkan pada kondisi yang aman atau selamat dari penderitaan, kerusakan atau kerugian di tempat kerja (Mangkunegara, 2000)
3. Keselamatan kerja adalah keadaan terhindar dari akan bahaya selama melakukan pekerjaan. Keselamatan kerja merupakan salah satu faktor yang harus dilakukan selama melakukan pekerjaan. Keselamatan kerja sangat bergantung pada jenis, bentuk, dan lingkungan dimana pekerjaan itu dilaksanakan. (Buntarto, 2015).

Keselamatan kerja sangat diperlukan untuk memperoleh hasil pekerjaan yang optimal dan merupakan salah satu aspek yang perlu diperhatikan disamping pemenuhan target produksi dan pengurangan dampak negatif terhadap lingkungan. Ketiga aspek tersebut tidak dapat berdiri sendiri, melainkan suatu kesatuan yang saling terkait dan juga memiliki peran strategis serta tidak dapat terlepas satu dengan lainnya.



Gambar 10.1. Bagan Keselamatan Kerja
(Sumber: <https://pelatihank3kemenaker.com>)

10.2.2 Fungsi dan Tujuan keselamatan kerja

Keselamatan kerja memiliki fungsi yaitu

1. Identifikasi dan melakukan penilaian terhadap risiko dari bahaya kesehatan di tempat kerja

2. Memberikan saran terhadap perencanaan, pengorganisasian dan praktek kerja termasuk desain tempat kerja
3. Memberi saran, informasi, pelatihan dan edukasi tentang kesehatan kerja dan APD
4. Melaksanakan surveilans terhadap kesehatan kerja
5. Terlibat dalam proses rehabilitasi
6. Mengelola tindakan P3K dan tindakan darurat
7. Antisipasi, identifikasi dan evaluasi kondisi praktek yang berbahaya
8. Membuat desain pengendalian bahaya, metode, prosedur dan program
9. Menerapkan pengendalian bahaya dan program pengendalian bahaya
10. Mengukur dan memeriksa kembali keefektifan pengendalian bahaya dan program pengendalian bahaya

Adapun tujuan dari keselamatan kerja, antara lain:

1. Melindungi para pekerja dan orang lain di tempat kerja
2. Menjamin agar setiap sumber produksi dapat dipakai secara aman dan efisien
3. Menjamin proses produksi berjalan lancar

10.2.3 Prinsip dan pentingnya keselamatan kerja

Prinsip keselamatan kerja dalam setiap pekerjaan harus dilaksanakan dengan aman dan selamat. Suatu kecelakaan yang terjadi dapat dikarenakan faktor manusia, peralatan dan mesin, metode kerja dan lingkungan. Penyebab kecelakaan ini harus segera ditangani untuk menghindari terjadinya kecelakaan kerja. Hal-hal yang perlu diketahui agar pekerjaan dapat dilakukan dengan aman, antara lain:

1. Mengetahui dan memahami pekerjaan yang akan dilakukan
2. Mengetahui bahaya-bahaya yang bisa timbul dari pekerjaan yang akan dilakukan
3. Mampu mengetahui resiko keselamatan yg ditimbulkan

4. Mengetahui dan melakukan pengendalian resiko sesuai dengan hirarkinya, agar resiko kecelakaan kerja dapat dihindari atau dicegah.
5. Melakukan komunikasi dan konsultasi kepada semua pekerja terkait resiko atas bahaya yang terjadi, termasuk pengendalian resiko yg ditentukan.

Dengan mengetahui hal tersebut di atas akan tercipta lingkungan kerja yang aman dan tidak akan terjadi kecelakaan, baik yang terjadi pada manusia ataupun peralatan.



Gambar 10.2. Pekerja yang memahami bahaya pekerjaan
(Sumber; <https://safety.net.asia/hazard-report-pelaporan-bahaya-di-tempat-kerja/>)

Keselamatan kerja sangat penting diperhatikan dan dilaksanakan antara lain untuk:

1. Menyelamatkan karyawan dari penderitaan sakit atau cacat, kehilangan waktu, dan kehilangan pemasukan uang.
2. Menyelamatkan keluarga pekerja dari kesedihan atau kesusahan, kehilangan penerimaan uang, dan masa depan yang tidak menentu akibat kecelakaan kerja.
3. Menyelamatkan perusahaan dari kehilangan tenaga kerja, pengeluaran biaya akibat kecelakaan, melatih kembali atau mengganti karyawan, kehilangan waktu akibat kegiatan kerja terhenti, dan menurunnya produksi serta mencegah kerusakan peralatan dan *property damage* ketika terjadi kecelakaan kerja termasuk kebakaran dan ledakan.



Gambar 10.3. Rambu-rambu keselamatan kerja

(Sumber; <https://www.sioforklift.com/rambu-rambu-k3-beserta-penjelasan/>)

Pencegahan terjadinya kecelakaan kerja perlu dilakukan, salah satunya dengan pembinaan keselamatan kerja terhadap karyawan agar dapat meminimalkan/meniadakan keadaan yang berbahaya di tempat kerja. Banyak cara yang dapat dilakukan oleh perusahaan untuk membina keselamatan kerja para karyawannya, baik yang bersifat di dalam ruangan (*in-door safety development*) atau praktik di lapangan (*out-door safety development*). Setiap perusahaan harus memiliki *safety officer* sebagai personil atau bagian yang bertanggung jawab terhadap pembinaan keselamatan kerja karyawan maupun tamu perusahaan. Usaha-usaha yang dapat dilakukan dalam rangka pembinaan keselamatan kerja antara lain:

1. Penyuluhan singkat atau *safety talk*
 - a. Motivasi singkat tentang keselamatan kerja yang umumnya dilakukan setiap mulai kerja atau pada hari-hari tertentu selama 10 menit sebelum bekerja dimulai.
 - b. Pemasangan poster keselamatan kerja
 - c. Pemutaran film atau *slide* tentang keselamatan kerja
2. *Safety committee*
 - a. Mengusahakan terciptanya suasana kerja yang aman.
 - b. Menanamkan rasa kesadaran atau disiplin yang sangat tinggi tentang pentingnya keselamatan kerja
 - c. Pemberian informasi tentang teknik-teknik keselamatan kerja serta peralatan keselamatan kerja.
3. Pendidikan dan pelatihan
Melaksanakan kursus keselamatan kerja baik dengan cara mengirimkan karyawan ke tempat-tempat diklat keselamatan kerja atau mengundang para ahli keselamatan kerja dari luar perusahaan untuk memberikan pelatihan di dalam perusahaan.

10.2.4 Landasan hukum

Landasan hukum penerapan K3 layaknya sebuah program, maka program kesehatan dan keselamatan kerja harus memiliki landasan hukum yang kuat. Ada banyak dasar hukum yang sering menjadi acuan mengenai Keselamatan dan Kesehatan Kerja antara lain:

1. Undang-undang dasar 1945 pasal 27 ayat 2 “setiap warga negara berhak atas pekerjaan dan penghidupan”. Pengertiannya adalah bahwa yang dimaksud dengan pekerjaan adalah pekerjaan yang bersifat manusiawi dan memungkinkan tenaga kerja tetap sehat dan selamat sehingga dapat hidup dengan layak sesuai martabat manusia.
2. Undang-undang (uu) no. 1 tahun 1970 tentang keselamatan kerja undang-undang ini memuat antara lain ruang lingkup pelaksanaan keselamatan kerja, syarat keselamatan kerja, pengawasan, pembinaan tentang kecelakaan, kewajiban dan hak tenaga kerja, kewajiban memasuki tempat kerja,

kewajiban pengurus dan ketentuan penutup (ancaman pidana) dan lain-lain.

3. Uu no. 13 tahun 2003 tentang ketenagakerjaan khususnya alinea 5 tentang keselamatan dan kesehatan kerja, pasal 86 dan pasal 87. Pasal 86 ayat 1: setiap pekerja/buruh mempunyai hak untuk memperoleh perlindungan atas keselamatan dan kesehatan kerja. Pasal 86 ayat 2: untuk melindungi keselamatan pekerja/buruh guna mewujudkan produktivitas kerja yang optimal diselenggarakan upaya keselamatan dan kesehatan kerja. Pasal 87: setiap perusahaan wajib menerapkan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja yang terintegrasi dengan sistem manajemen perusahaan.
4. Peraturan menteri tenaga kerja Per. No. 05/MEN/1996 tentang sistem manajemen kesehatan dan keselamatan kerja. Permenakertrans ini adalah landasan pedoman penerapan sistem manajemen kesehatan dan keselamatan kerja (SMK3), mirip ISO 45001 atau BS 8800 di Inggris. Peraturan pemerintah (pp) no. 50 tahun 2012 tentang penerapan SMK3 bahwa system manajemen keselamatan dan kesehatan kerja adalah kebijakan nasional sebagai pedoman perusahaan untuk penerapan k3 yaitu keselamatan dan kesehatan kerja yang merupakan kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja.

10.2.5 Keselamatan kerja dalam Teknik Mesin

Dalam teknik mesin, beberapa komponen perlu diperhatikan demi terciptanya keselamatan kerja. Mengingat bahwa resiko kecelakaan kerja rentan terjadi pada saat pekerja menggunakan mesin-mesin baik mesin industri skala kecil maupun mesin industri skala besar. Komponen tersebut meliputi tenaga kerja, alat dan bahan.



Gambar 10.4. Komponen keselamatan dan kesehatan kerja dalam lingkungan kerja

(Sumber: <https://pelatihank3kemenaker.com/>)

Pada gambar di atas menunjukkan bahwa seorang pekerja/tenaga kerja menggunakan alat/mesin untuk mengolah dan memproduksi suatu bahan baik setengah jadi maupun bahan jadi dengan tetap memperhatikan keselamatan dan kesehatan kerja, sehingga dapat tercipta lingkungan kerja yang aman dan kondusif.

Dengan mengabaikan ketiga komponen tersebut, maka resiko kecelakaan kerja akan rentan untuk terjadi.

Kecelakaan

Kecelakaan adalah suatu keadaan atau kejadian yang tidak direncanakan, tidak diingini, dan tidak diduga sebelumnya. Kecelakaan dapat terjadi sewaktu-waktu dan mempunyai sifat merugikan terhadap manusia (cedera) maupun peralatan atau mesin (kerusakan) yang mengakibatkan dampak negatif kecelakaan terhadap manusia, peralatan, dan produksi akibatnya kegiatan kerja terhenti secara menyeluruh.

Kecelakaan kerja menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. 03/Men/1998 adalah suatu kejadian yang tidak dikehendaki atau tidak diduga semua yang dapat menimbulkan korban manusia dan atau harta benda. Sementara menurut OHSAS 18001:2007 "Kecelakaan kerja didefinisikan sebagai kejadian yang berhubungan dengan pekerjaan yang dapat menyebabkan cedera atau kesakitan (tergantung dari keparahannya), kejadian kematian atau kejadian yang dapat menyebabkan kematian." Pengertian ini

juga digunakan untuk kejadian yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan atau yang berpotensi menyebabkan merusak lingkungan.

Sedangkan menurut Undang – Undang No. 3 Tahun 1992 tentang Jaminan Sosial Tenaga Kerja maka “kecelakaan kerja adalah kecelakaan yang terjadi dalam pekerjaan sejak berangkat dari rumah menuju tempat kerja dan pulang ke rumah melalui jalan yang biasa atau atau wajar dilalui.

Klasifikasi kecelakaan kerja

Menurut *International Labour Organization* (ILO), kecelakaan akibat kerja ini diklasifikasikan berdasarkan 4 macam penggolongan, yakni :

1. Klasifikasi kecelakaan kerja menurut tipe kecelakaan (orang jatuh, tertimpa, terbentur, terjepit, terkena radiasi, tersengat arus listrik, dan lain-lain)
2. Klasifikasi kecelakaan kerja menurut benda (mesin, alat angkat dan sarana angkutan, perancah dan lain-lain)
3. Klasifikasi kecelakaan kerja menurut jenis luka-luka (retak, dislokasi, terkilir, gegar otak, luka dalam, sesak nafas, dan lainlain) Klasifikasi kecelakaan kerja menurut lokasi luka (kepala, leher, badan tangan, tungkai, dan lain-lain)

Klasifikasi-klasifikasi tersebut bersifat jamak karena pada kenyataannya kecelakaan akibat kerja biasanya tidak hanya satu faktor tetapi banyak faktor

Klasifikasi kecelakaan kerja lainnya, adalah:

1. Kecelakaan kerja ringan, yaitu kecelakaan kerja yang perlu pengobatan pada hari itu dan bisa melakukan pekerjaannya kembali atau istirahat < 2 hari. Contoh kecelakaan ringan yaitu : terpeleset, tergores, terkena pecahan beling, terjatuh dan terkilir.
2. Kecelakaan kerja sedang, yaitu kecelakaan kerja yang memerlukan pengobatan dan perlu istirahat selama > 2 hari. Contoh kecelakaan kerja sedang yaitu : terjepit, luka sampai robek, luka bakar.

3. Kecelakaan kerja berat, yaitu kecelakaan kerja yang mengalami amputasi dan kegagalan fungsi tubuh. Contoh kecelakaan kerja berat yaitu : patah tulang.

Penyebab kecelakaan

Setiap kecelakaan selalu ada penyebabnya yang tidak diketahui atau direncanakan sebelumnya. Hasil studi memperlihatkan grafik proporsi penyebab kecelakaan yang disebabkan oleh tindakan karyawan tidak aman (88%), kondisi kerja tidak aman (10%), dan diluar kemampuan manusia (2%). Beberapa penyebab terjadinya kecelakaan, antara lain:

1. Tindakan karyawan yang tidak aman
Dapat ditinjau dari pemberi pekerjaan, yaitu pengawas, *foreman*, *superintendent* atau manager; dan dari karyawannya sendiri.
 - a. Tanggung jawab pemberi pekerjaan
 - 1) Instruksi tidak diberikan
 - 2) Instruksi diberikan tidak lengkap
 - 3) Alat proteksi diri tidak disediakan
 - 4) Pengawas kerja yang bertentangan
 - 5) Tidak dilakukan pemeriksaan yang teliti terhadap mesin, peralatan dan pekerjaan
 - b. Tindakan atau kelakuan karyawan
 - 1) Tergesa-geza atau ingin cepat selesai
 - 2) Alat proteksi diri yang tersedia tidak dipakai
 - 3) Bekerja sambil bergurau
 - 4) Tidak mencurahkan perhatian pada pekerjaan
 - 5) Tidak mengindahkan peraturan dan instruksi
 - 6) Tidak berpengalaman
 - 7) Posisi badan yang salah
 - 8) Cara kerja yang tidak benar
 - 9) Memakai alat yang tidak tepat dan aman
 - 10) Tindakan teman sekerja
 - 11) Tidak mengerti instruksi disebabkan kesukaran bahasa yang dipakai pemberi pekerjaan (misalnya Pengawas, Foreman, dan sebagainya)

2. Kondisi kerja yang tidak aman

Dapat ditinjau dari peralatan atau mesin yang bekerja secara tidak aman dan keadaan atau situasi kerja tidak nyaman dan aman.

- a. Peralatan atau benda-benda yang tidak aman, antara lain :
 - 1) Mesin atau peralatan tidak dilindungi
 - 2) Peralatan yang sudah rusak
 - 3) Barang-barang yang rusak dan letaknya tidak teratur
- b. Keadaan tidak aman
 - 1) Lampu penerangan tidak cukup
 - 2) Ventilasi tidak cukup
 - 3) Kebersihan tempat kerja
 - 4) Lantai atau tempat kerja licin
 - 5) Ruang tempat kerja terbatas
 - 6) Bagian-bagian mesin berputar tidak dilindungi

Alat Pelindung Diri (APD) dan Alat Pengaman Kerja (APK)

Demi meminimalkan terjadinya resiko kecelakaan kerja, maka perlu dilakukan perencanaan. Suatu rencana mengantisipasi terjadinya kecelakaan kerja harus ditindak lanjuti dengan penyediaan perlengkapan K3 yang meliputi Alat Pelindung Diri (APD) dan Alat Pengaman Kerja (APK).

Penyusunan kebutuhan perlengkapan K3 dibuat secara lengkap sesuai kondisi kerja, sehingga pada saat akan mulai melaksanakan pekerjaan, perlengkapan K3 tersebut dapat diperiksa dan dipakai atau digunakan sesuai dengan prosedur.

1. Buat daftar kebutuhan APD sesuai dengan kondisi kerja, antara lain:
 - a. Pelindung tubuh (baju kerja/ *protective overall*);
 - b. Pelindung kaki (sepatu keselamatan/*safety shoes*);
 - c. Pelindung kepala (helm keselamatan/*safety helmet*);
 - d. Pelindung mata (kaca mata keselamatan/*safety glasses*);
 - e. Pelindung tangan (sarung tangan/*safety gloves*);
 - f. Pelindung pernafasan (*masker/dust mask*);

- g. Pelindung telinga (tutup telinga/*ear protection* atau *ear plug*).
2. Buat kebutuhan alat pengaman kerja (APK) sesuai dengan kondisi kerja, antara lain:
 - a. Alat pemadam kebakaran ringan (APAR);
 - b. Rambu-rambu kerja;
 - c. Obat P3K.

Beberapa Alat Pelindung Diri, antara lain:

1. Pelindung tubuh (baju kerja/ *protective overall*);
Pelindung tubuh digunakan untuk melindungi terhadap:
 - a. Bahan kimia berbahaya
 - b. Oil, grease
 - c. Panas dan dingin
 - d. Perlindungan bahaya jatuh

Type:

- a. *Overall*
- b. *Chemical suits*
- c. *Disposable coverall*



Baju kerja



Baju kerja dan sabuk pengaman dalam pelaksanaan



Baju rompi pengaman



Jas hujan

Gambar 10.5. Pelindung Tubuh

(Sumber: Diklat Pemeliharaan dan Perawatan Rusunawa, Modul 8)

2. Pelindung kaki (sepatu keselamatan/*safety shoes*)
Alat keselamatan kaki untuk melindungi kaki dari dampak luka tusukan, panas, dingin, basah, lumpur, dan arus listrik.



Gambar 10.6. Pelindung kaki

(Sumber: Diklat Pemeliharaan dan Perawatan Rusunawa, Modul 8)

3. Pelindung kepala (helm keselamatan/*safety helmet*);
Pelindung kepala memiliki standard: ANZI Z89.1, BS 5240 Part 11987, A5801-81, ANSI Z89 1986, DIN 4840, SIRIS.
Digunakan untuk melindungi:
- Kepala
 - Terhadap benturan
 - Benda jatuh
 - Sengatan listrik



Gambar 10.7. Pelindung kepala

(Sumber; Diklat Pemeliharaan dan Perawatan Rusunawa, Modul 8)

4. Pelindung mata (kaca mata keselamatan/safety glasses



Gambar 10.8. Pelindung mata

(Sumber: Diklat Pemeliharaan dan Perawatan Rusunawa, Modul 8)



Gambar 10.9. Helm untuk las dan pelindung pekerjaan gerinda

(Sumber: Diklat Pemeliharaan dan Perawatan Rusunawa, Modul 8)

5. Pelindung tangan (sarung tangan/safety gloves

Sarung tangan untuk melindungi tangan dari bahaya, seperti: terpotong/teriris dan tergores, suhu tinggi dan bahan kimia. Setiap operasi harus dikaji dengan cermat dengan menggunakan sarung tangan yang tepat sesuai tipe operasinya, terutama untuk pekerjaan berbahaya



Gambar 10.10. Pelindung tangan
(Sumber; Diklat Pemeliharaan dan Perawatan Rusunawa, Modul 8)

6. Pelindung pernafasan (masker/dust mask);



Gambar 10.11. Pelindung tangan
(Sumber; Diklat Pemeliharaan dan Perawatan Rusunawa, Modul 8)

7. Pelindung telinga (tutup telinga/ear protection atau ear plug).

Paparan pada kebisingan tinggi dapat mengakibatkan rusak permanen pada alat pendengaran (telinga). Tingkat kebisingan (*Noise Level*): Maksimal 85 dB.



Gambar 10.12. Pelindung tangan

(Sumber: Diklat Pemeliharaan dan Perawatan Rusunawa, Modul 8)

8. Sabuk pengaman



Gambar 10.13. Sabuk Pengaman

(Sumber: Diklat Pemeliharaan dan Perawatan Rusunawa, Modul 8)



Gambar 10.14. Cara pemakaian sabuk pengaman

(Sumber: Diklat Pemeliharaan dan Perawatan Rusunawa, Modul 8)

DAFTAR PUSTAKA

- Djarmiko, R. 2016. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Yogyakarta: Deepublish.
- Diklat Pemeliharaan dan Perawatan Rusunawa. Modul 8. 2016. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja-Lingkungan*. Bandung : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Diklat Sistem Manajemen Keselamatan Kesehatan Kerja Konstruksi Tingkat Dasar.. Modul 3. 2016. *Pengetahuan Dasar K3*. Bandung: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
- Ekasari, K. dan Nurfitriasi, D. M. (2019). *Etika Bisnis*. Malang: Polinema Press. hlm. 3. ISBN 978-623-7408-54-3
<https://stekom.ac.id/artikel/macam-macam-etika>
<https://repository.uin-suska.ac.id>
- Kartiwan, I. dkk. 2010. *Wajah Jasa Konstruksi Indonesia: Tinjauan Keberpihakan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Kuswana, W. 2016. *Ergonomi dan K3: Kesehatan Keselamatan Kerja*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Mangkunegara, A. 2007. *Manajemen Sumber Daya Manusia Perusahaan*. Bandung: Remaja Risdakarya
- Prabowo S, M. N., dan Hasibuan, A. A. (2017). *Pengantar Studi Etika Kontemporer: Teoretis dan Terapan*. Malang: UB Press. hlm. 4. ISBN 978-602-432-412-4
- Ridley, J. 2008. *Ikhtisar Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

BAB 11

APLIKASI TEKNIK MESIN

Oleh Bobie Suhendra

Aplikasi konsep dan metodologi pemecahan masalah rekayasa dari desain hingga manufaktur untuk berbagai hal dikenal sebagai teknik mesin. Ilmu mesin menerapkan konsep-konsep fisika fundamental untuk desain, manufaktur, dan pemeliharaan sistem mekanik (Wiedenmann et al. 2020).

11.1 Aplikasi Teknik Mesin dalam industri

11.1.1 Industri Manufaktur dan Proses Produksi

Di dalam subbab ini berisi beberapa aplikasi ilmu teknik mesin dalam bidang manufaktur. Dalam dunia industri, proses manufaktur pembuatan produk tidak lepas dari peranan beberapa disiplin ilmu, salah satunya disiplin ilmu teknik mesin. Dalam beberapa dekade terakhir proses manufaktur telah mengalami integrasi teknologi mutakhir dan dicetuskan istilah Revolusi industri 4.0. Istilah ini pertama kali digunakan di Hannover Messe dari tanggal 4 hingga 8 April 2011, dan digunakan oleh pemerintah Jerman untuk menggunakan teknologi guna membawa sektor industri yang ada ke tingkat berikutnya. Integrasi teknologi mutakhir ini dimaksudkan dalam proses produksi selain konsep dasar ilmu teknik mesin juga menggunakan konsep *machine learning*. Salah satu pokok bahasan atau studi yang sangat penting dalam bidang keteknikkan. Contoh dalam proses pemanasan induksi baja, ilmu perpindahan panas yang dikombinasikan dengan machine learning dapat digunakan untuk memprediksi zona yang terpengaruh panas pada pelat baja (Bärring et al. 2018). Hal ini membantu mengungkap hubungan antara parameter pemanasan dan ukuran zona yang terkena dampak panas, sehingga memungkinkan kontrol yang lebih baik terhadap deformasi lembaran logam dalam proses pembuatan plat baja. Di dalam bidang permesinan seperti proses pembubutan, konsep dasar proses

produksi dan *machine learning* telah digunakan untuk memaksimalkan penggunaan alat dan meningkatkan hasil akhir permukaan (Peraković et al. 2020) (Tian et al. 2019). Dengan meneliti kaitan usia pakai pahat dengan kekasaran permukaan, dikembangkan sebuah metode untuk mengoptimalkan parameter pemotongan untuk proses pembubutan, sehingga dihasilkan permukaan akhir yang lebih baik dan lebih efisien dalam pemakaian pahat.

Contoh aplikasi teknik mesin yang paling signifikan di bidang manufaktur adalah pemeliharaan prediktif. Dengan menganalisis data sensor dan catatan pemeliharaan historis mesin dapat memprediksi waktu kerusakan yang terjadi pada peralatan sehingga memungkinkan pemeliharaan yang tepat waktu, meminimalkan waktu henti (*downtime*), pengembangan model perawatan prediktif yang akurat dan mengoptimalkan jadwal perawatan, serta mengurangi biaya perawatan (Supriandi 2023).

Pada tahap desain produk dan manufaktur, khususnya proses permesinan menggunakan mesin CNC, digunakan teknologi komputer CAD (*Computer Aided Design*) yang sudah tidak asing lagi bagi mahasiswa teknik mesin. Software ini dipakai untuk pembuatan prototipe dan finishing produksi.

11.1.2 Industri Otomotif dan Transportasi

Peran ilmu teknik mesin dalam industri otomotif sangat krusial, karena berkontribusi terhadap proses desain dan development sebuah kendaraan, pengembangan efisiensi bahan bakar pada sebuah mesin, analisis pengurangan emisi karbon dan global warming. Selain itu industri otomotif mengalami kemajuan sangat pesat, dimana industri memproduksi kendaraan bermesin dengan bahan bakar fosil beralih ke kendaraan elektrik (baterai). Hal ini akan membuat para engineer melakukan pengembangan dan penelitian seperti meneliti pelumas tranmisi yang cocok untuk digunakan pada mobil listrik. Secara umum peran ilmu teknik mesin dalam industri otomotif diantaranya:

Penerapan teknik mesin di bidang otomotif sangat luas dan mencakup berbagai aspek, mulai dari desain dan manufaktur hingga pemeliharaan dan perbaikan.



Gambar 11.1. Mobil listrik (Dwi Lestari et al. 2022)

Di bawah ini adalah beberapa contoh penerapan teknik mesin dalam industri otomotif.

1. Desain Mekanik dan Kendaraan

Engineer berkontribusi pada desain mesin kendaraan, termasuk mesin pembakaran internal dan sistem transmisi sistem suspensi dan komponen lainnya. Perangkat lunak desain seperti CAD (desain berbantuan komputer) memungkinkan desain akurat dan simulasi kinerja sebelum pembuatan prototipe.

2. Proses Manufaktur

Para engineer merencanakan dan mengembangkan proses manufaktur untuk produksi suku cadang otomotif seperti proses pembentukan, pengecoran, dan perakitan logam menggunakan prinsip teknik mesin untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi.

3. Analisis Tegangan dan Keausan

Para engineer melakukan analisis tegangan dan keausan komponen struktural kendaraan untuk memastikan keamanan dan daya tahan material. Biasanya dengan melakukan analisis elemen hingga untuk mensimulasikan kondisi pembebanan dan mendeteksi potensi kegagalan.

4. Teknologi Material

Pengembangan dan penerapan material baru yang ringan namun kuat dan tahan korosi merupakan bagian penting dari

inovasi di sektor otomotif. Penelitian teknologi material memerlukan pemahaman mendalam tentang sifat mekanik dan termal material serta Pemilihan material dan jenis sistem suspensi agar dapat meningkatkan kenyamanan pengendara.

Beberapa peneliti melakukan penelitian material jenis komposit untuk bodi mobil listrik seperti yang dilakukan oleh Diharjo dkk. Penelitian terhadap Sifat lentur dari komposit hibrida serat karbon/serat kaca yang diperkuat dengan tenunan bisphenol-A. Hasil pengujian sesuai dengan ASTM D6272 menunjukkan bahwa kekuatan lentur dan modulus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah serat karbon. Kekuatan lentur tertinggi dicapai bila serat tulangan benda uji terdiri dari 90% serat karbon(Diharjo et al. 2013).

5. Sistem Kendali dan Elektronika

Teknik Mesin berkaitan dengan desain dan pengembangan sistem kendali otomotif seperti sistem injeksi bahan bakar, sistem pengereman anti-lock (ABS), dan sistem kendali stabilitas. Elektronika dan teknologi informasi semakin menjadi bagian integral dari mobil modern.

6. Optimalisasi Efisiensi Bahan Bakar

Peningkatan efisiensi bahan bakar melalui teknik mesin mencakup desain mesin yang lebih efisien, penggunaan teknologi hybrid, dan pengembangan sistem manajemen bahan bakar yang canggih.

7. Pemeliharaan dan Perbaikan

Teknisi mekanik terlibat dalam pemeliharaan dan perbaikan kendaraan, mulai dari perawatan rutin hingga perbaikan mesin yang rumit. Diagnostik modern menggunakan teknologi pemantauan dan sensor untuk mendeteksi masalah sejak dini.

11.1.3 Energi dan Lingkungan

Pemanfaatan teknik mesin dalam pengembangan energi terbarukan dan teknologi ramah lingkungan serta mitigasi dampak lingkungan tidak lepas peran dari aplikasi ilmu teknik mesin.

1. Aerospace industri (Industri kedirgantaraan)

Peran ilmu teknik mesin mempunyai peran penting dalam industri dirgantara, adapun contoh dalam aplikasi diantaranya:

a. Desain dan pengembangan pesawat ruang angkasa

Para Insinyur mesin memainkan peran penting dalam desain dan pengembangan berbagai jenis pesawat ruang angkasa, termasuk satelit, pesawat pengintai ruang angkasa, dan kendaraan berawak seperti pesawat ulang-alik. Mereka membantu membuat kerangka struktural, merancang komponen, dan memastikan fungsionalitas dan keamanan mesin secara keseluruhan. Insinyur mekanik menggunakan perangkat lunak desain berbantuan komputer (CAD) untuk memodelkan dan mensimulasikan struktur dan bagian pesawat ruang angkasa. Mereka memperhitungkan faktor-faktor seperti aerodinamika, manajemen termal, dan integritas struktural untuk memastikan pesawat dapat bertahan dalam kondisi perjalanan luar angkasa yang keras. Juga Proses desain juga mencakup pertimbangan terkait tujuan misi pesawat, muatannya kapasitas, dan tantangan spesifik yang dihadapi eksplorasi ruang angkasa.

b. Menciptakan sistem propulsi yang berkelanjutan dan efisien.

Insinyur mesin telah memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pengembangan sistem propulsi yang menggerakkan pesawat, satelit, dan kendaraan lain. Efisiensi dan daya tahan sistem propulsi ini sangat penting bagi keberhasilan misi luar angkasa. Inovasi dalam sistem propulsi dapat mencakup pengembangan mesin roket canggih, mesin ion, atau teknologi canggih lainnya. Sistem ini dirancang untuk memberikan daya dorong yang diperlukan untuk membawa pesawat mencapai tujuannya. Insinyur mekanik bekerja untuk mengoptimalkan kinerja sistem propulsi, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti efisiensi bahan bakar, daya dorong terhadap berat.

rasio dan keandalan. . Mereka juga mengatasi tantangan yang terkait dengan kondisi luar angkasa yang keras, seperti ruang hampa dan gaya berat mikro.

c. Pengembangan material ringan

Berat merupakan faktor penting dalam desain ruang angkasa karena secara langsung mempengaruhi jumlah energi yang dibutuhkan untuk lepas landas dan bergerak di ruang angkasa. Insinyur mekanik fokus pada pengembangan material ringan untuk menjaga kekuatan dan daya tahan. Material canggih seperti komposit dan paduan sering digunakan untuk mengurangi berat keseluruhan pesawat tanpa mengorbankan integritas struktural. Bahan-bahan ini dipilih dengan cermat agar tahan terhadap dampak selama peluncuran, perjalanan di luar angkasa, dan pengembalian. Tujuannya adalah untuk memaksimalkan kapasitas muatan pesawat, sehingga memungkinkan pesawat untuk membawa lebih banyak peralatan ilmiah, satelit, atau anggota awak. sekaligus meminimalkan jumlah energi yang dibutuhkan untuk propulsi.

Secara umum, teknik mesin sangat penting dalam industri dirgantara karena berkaitan dengan desain, pengembangan, dan optimalisasi pesawat ruang angkasa dan sistem propulsi. Penelitian terhadap material ringan merupakan aspek penting dari pekerjaan ini, yang berkontribusi terhadap efisiensi dan keberhasilan misi luar angkasa. Tantangan yang dihadapi eksplorasi ruang angkasa memerlukan keahlian insinyur mesin untuk memastikan keandalan, keamanan, dan kinerja teknologi dirgantara.

11.2 Aplikasi Teknik Mesin dalam dunia medis dan kesehatan

Saat ini, ilmu mesin telah berkembang menjadi bidang yang secara signifikan memajukan kompleksitas teknologi. Contohnya termasuk bidang studi yang berfokus pada perangkat medis,

manufaktur, nanoteknologi, bahan komposit, biomekatronik, dan mekatronik (Liang et al. 2023). Keahlian teknik mesin sangat penting untuk pembuatan perangkat medis di bidang biomedis, baik dalam hal komposisi material dan desain. Para peneliti di lembaga riset, universitas dan pemerintah melakukan penelitian dalam pengembangan dan pembuatan alat kesehatan untuk kemandirian bangsa terhadap produksi alat-alat kesehatan sehingga mengurangi ketergantungan impor alat-alat kesehatan. (Hermawan 2016)



Gambar 11.2. Alat Biomedik(Dwi Lestari et al. 2022)



Gambar 11.3. Pengembangan produk implan lokal untuk patah tulang wajah oleh tim dari Fakultas Kedokteran Indonesia (FKUI) bersama Fakultas Teknik Universitas Indonesia (FTUI) (Arlinta 2023)

Pada Gambar 11.3 merupakan contoh aplikasi ilmu teknik mesin dalam bidang medis dan kesehatan. Produk implan ini meliputi bagian pelat mikro dan sekrup yang memiliki diameter 1.5 milimeter dan panjang 4 milimeter. Dengan ukuran tersebut produk ini bisa digunakan untuk implan bagian tengah wajah, seperti tulang rahang atas serta bagian tengah tulang pipi. Produk Implan tersebut merupakan riset dari FKUI dan FTUI juga melibatkan kolaborasi dari berbagai pihak, seperti RS Cipto Mangunkusumo, Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Indonesia, Badan Riset dan Inovasi Nasional, serta industri. Pelibatan berbagai pihak tersebut dimaksudkan untuk memastikan hilirisasi produk riset terwujud serta sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan industri dalam memproduksi.

Pada produk yang dikembangkan, material yang digunakan, yakni titanium Ti6Al4V. Material titanium dipilih karena bersifat biokompatibilitas atau dapat diterima oleh tubuh manusia serta memiliki kekuatan yang cukup untuk mempertahankan segmen patahan tulang. Dalam pemeriksaan rontgen atau X-Ray, CT-scan, dan pemeriksaan lainnya juga tidak ditemukan gangguan.

Dari penelitian dan pengujian yang dilakukan, produk implan ini terbukti tidak menimbulkan toksisitas, biokompatibel (cocok dengan tubuh penerima), serta dapat mempertahankan reduksi yang terjadi. Alat ini pun mudah digunakan dalam tata laksana patah tulang wajah. Produk implan yang dikembangkan oleh tim dari Universitas Indonesia ini juga sudah mendapatkan paten. Paten untuk sekrup diberikan pada 2022 dengan nomor paten IDP000082409 dan paten untuk bagian pelat diberikan pada 2021 dengan nomor IDP000077115(Arlinta 2023).

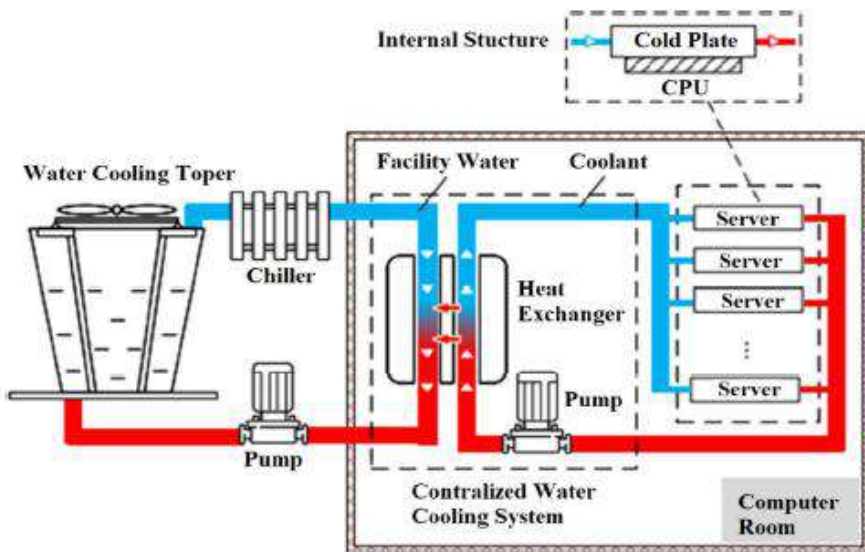


Gambar 11.4. Foto implan tulang produk Zebmed+ baja nirkarat 316 L (Lestari 2017).

Gambar 11.4 merupakan salah satu contoh aplikasi teknik mesin dalam bidang medis dan kesehatan berupa material implan tulang. Implan tulang ini menggunakan material Stainless steel 316L yang telah memenuhi persyaratan komposisi kimia bahan sesuai kualitas implan ASTM F138 (316L *Implant Quality*) dan kekuatan mekanis ASTM F138 (316L *Implant Quality*) sehingga tidak diragukan lagi untuk digunakan. Material implan tulang ini dikembangkan oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi pada tahun 2017 atau sekarang disebut Badan Riset dan Teknologi Nasional (BRIN) bersama PT Zenith Allmart Precisindo untuk tulang pengganti tubuh manusia. (Lestari 2017).

11.3 Aplikasi Teknik Mesin dalam dunia Teknologi Informasi dan Komunikasi

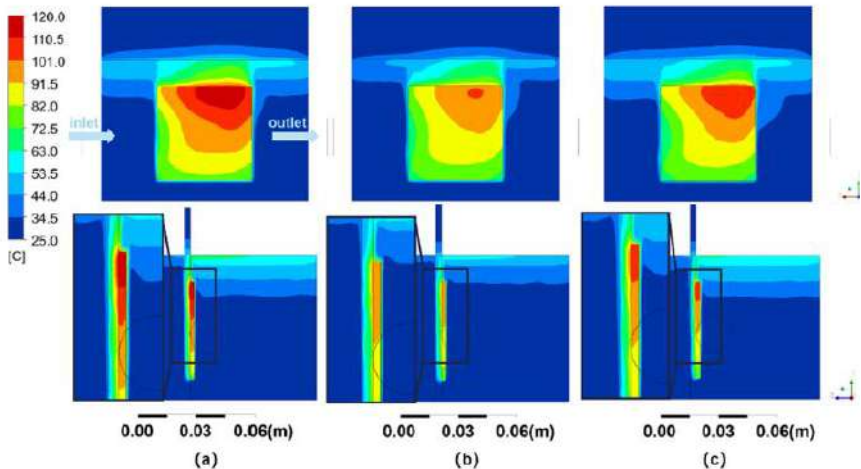
Teknik mesin memiliki peran vital dalam dunia Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) melalui pengembangan dan pemeliharaan infrastruktur fisik yang mendukung teknologi tersebut. Contoh salah satunya yaitu Desain sistem pendingin untuk data center untuk memastikan efisiensi operasional perangkat IT. Biasanya para engineer menggunakan simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dalam perancangan sistem pendingin dan desain alat penukar kalor.



Gambar 11.5. Desain sistem pendingin air pada data center (Pambudi et al. 2022)

Pada gambar 11.5 merupakan salah satu sistem pendingin perangkat IT pada data center. sistem pendingin air terdiri dari dua putaran fluida, fluida dalam putaran pertama menyerap panas dari server ke penukar panas; dan fluida dalam putaran kedua dengan air sebagai fluida pendingin yang memfasilitasi perpindahan panas dari penukar panas ke menara pendingin air luar ruangan melalui penguapan. Sering kali teperatur air yang digunakan untuk pendingin data center 7°C hingga 10°C (Pambudi et al. 2022).

Berikut gambar 11.6 contoh penggunaan simulasi CFD dalam merancang sistem pendingin pada perangkat IT



Gambar 11.6. Simulasi CFD dengan variasi jenis fluida pendingin pada sistem *immersion cooling* pada data center (Pambudi et al. 2022).

Para engineer menggunakan simulasi CFD dengan tujuan untuk mengetahui fenomena yang akan terjadi sebelum eksperimen sekaligus untuk memperhemat waktu dan biaya.

Pemeliharaan prediktif bergantung pada *Internet of Things* (IoT), salah satu aplikasi utama teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dalam industri teknik mesin. Dengan memungkinkan peralatan mesin terhubung ke jaringan internet, IoT memungkinkan pengumpulan data dari sensor yang terpasang pada mesin secara real-time. Selanjutnya, algoritma cerdas digunakan untuk menganalisis data ini untuk menemukan pola yang menunjukkan kegagalan atau kebutuhan pemeliharaan. Contohnya: Untuk meningkatkan efisiensi dan ketersediaan mesin mereka, sebuah pabrik kertas menggunakan *Internet of Things* untuk pemeliharaan prediktif. Mereka memasang sensor getaran pada mesin kertas utama dan menghubungkannya ke sistem *Internet of Things* yang terpusat. Setiap saat, sensor mengirimkan data tentang getaran

mesin ke sistem analitik yang terhubung.

Pabrik tersebut dapat secara konsisten memantau kesehatan mesin melalui teknologi pengajaran mesin dan analisis data. Mereka menemukan pola getaran yang tidak biasa, yang dapat menunjukkan masalah potensial dengan komponen mesin. Misalnya, peningkatan amplitudo atau frekuensi getaran dapat menunjukkan bahwa komponen tertentu mengalami kerusakan atau keausan.

Pabrik kertas dapat merencanakan pemeliharaan dengan lebih efisien dengan memahami perilaku mesin mereka. Mereka dapat menggunakan prediksi dari data getaran untuk melakukan pemeliharaan preventif daripada menunggu kerusakan atau kegagalan yang tidak terduga terjadi. Ini menunjukkan bahwa mereka memiliki kemampuan untuk mengganti bagian yang aus atau melakukan perawatan berkala sebelum masalah yang lebih serius muncul.

Dengan menjaga mesin beroperasi pada tingkat kinerja optimal, pabrik dapat meningkatkan efisiensi operasi secara keseluruhan dan mempertahankan keunggulan kompetitif di pasar, dan waktu henti produksi yang tidak terjadwal dapat dihindari.

Penggunaan teknik mesin telah menjadi komponen penting dalam meningkatkan proses industri dengan menggunakan teknologi informasi dan komunikasi (ICT) di era transformasi digital.

Digi Manufacturing berarti perubahan paradigma dalam sektor manufaktur, di mana teknologi informasi diadopsi untuk mengoptimalkan efisiensi proses produksi. Dalam kerangka kerja khusus ini, banyak teknologi, termasuk sensor, *Internet of Things* (IoT), robot, dan otomatisasi, digunakan dengan cara yang kohesif untuk merevolusi metode produksi konvensional, menghasilkan pengembangan sistem yang lebih dapat beradaptasi dan responsif.

Sebuah ilustrasi eksplisit dari penggunaan gagasan Digi Manufacturing dapat diamati dalam penggunaan sistem kontrol yang saling terhubung dengan mesin CNC. Mengendalikan sistem numerik komputer. Mesin CNC memfasilitasi manufaktur digital yang akurat. Dalam konteks sistem kontrol yang terhubung ke jaringan, integrasi mesin CNC memfasilitasi pertukaran informasi

langsung antara mesin dan sistem informasi terpusat. Sebuah fasilitas manufaktur kendaraan menggunakan DigiManufaktur dengan mengintegrasikan sistem kontrol dengan mesin kontrol numerik komputer (CNC). Sistem informasi memiliki kemampuan untuk memberikan instruksi produksi ke mesin CNC ketika ada permintaan untuk varian mobil tertentu yang menyimpang dari model konvensional.

Oleh karena itu, mesin CNC memberikan kemampuan untuk secara otonom menyesuaikan produksi untuk memenuhi permintaan tersebut tanpa memerlukan keterlibatan pengguna yang luas. Ini tidak hanya meningkatkan efisiensi keseluruhan produksi tetapi juga memungkinkan produsen untuk merespon dengan cepat dan beradaptasi terhadap permintaan pasar. Penggunaan DigiManufacturer menghasilkan beberapa keuntungan yang luar biasa, yang meliputi penggunaan teknologi otomatisasi telah menyebabkan peningkatan yang signifikan dalam efisiensi produksi. Kemampuan untuk beradaptasi dan menanggapi permintaan pasar yang berkembang. Meningkatkan akurasi dan keunggulan produk dengan menggunakan mesin CNC yang saling terhubung.

Mengurangi durasi siklus produksi dan waktu lead.

Integrasi teknologi informasi dan komunikasi (ICT) dalam sektor manufaktur menawarkan prospek baru untuk meningkatkan daya saing dan efisiensi operasional, seperti yang diilustrasikan oleh konsep DigiManufaktur. Perusahaan dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas, serta beradaptasi dengan perubahan permintaan pasar, dengan menggunakan teknologi canggih seperti mesin CNC yang terintegrasi dengan sistem kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

- Arlinta, D., 2023, *Pelat Titanium untuk Implan Patah Tulang Wajah*, Kompas.
- Bärring, M., Lundgren, C., Åkerman, M., Johansson, B., Stahre, J., Engström, U. & Friis, M., 2018, *5G Enabled Manufacturing Evaluation for Data-Driven Decision-Making*, *Procedia CIRP*, vol. 72, 266–271, Elsevier B.V.
- Diharjo, K., Priyanto, K., Purwanto, A., Suharty, N.S., Jihad, B.H., Nasiri, S.J.A., Widiyanto, D. & Suyitno, 2013, *Study of flexural strength on hybrid composite of glass/carbon-bisphenol for developing car body of electrical vehicle*, *Proceedings of the 2013 Joint International Conference on Rural Information and Communication Technology and Electric-Vehicle Technology, rICT and ICEV-T 2013*, IEEE Computer Society.
- Dwi Lestari, W., Biomedik di Jurusan Teknik Pemesinan SMK Turen Malang Wahyu Dwi Lestari, D., Edahwati, L., Puspa Sari, T. & Adyono, N., 2022, *Sosialisasi tentang Implementasi Ilmu Teknik Mesin pada*, vol. 2.
- Hermawan, H., 2016, *Biomaterials and Medical Devices: A Perspective from an Emerging Country*.
- Lestari, D., 2017, *Implan tulang buatan negeri sendiri*, *Antaranews*.
- Liang, Y., Huang, D., Zhou, X., Wang, Z., Shi, Q., Hong, Y., Pu, H., Zhang, M., Wu, J. & Wen, W., 2023, *Efficient Electrorheological Technology for Materials, Energy, and Mechanical Engineering: From Mechanisms to Applications*, *Engineering*, 24, 151–171.
- Pambudi, N.A., Sarifudin, A., Firdaus, R.A., Ulfa, D.K., Gandidi, I.M. & Romadhon, R., 2022, *The immersion cooling technology: Current and future development in energy saving*, *Alexandria Engineering Journal*, 61(12), 9509–9527.
- Peraković, D., Periša, M., Zorić, P. & Cvitić, I., 2020, *Development and Implementation Possibilities of 5G in Industry 4.0*, in V. Ivanov, J. Trojanowska, I. Pavlenko, J. Zajac & D. Peraković (eds.), *Advances in Design, Simulation and Manufacturing III*, 166–175, Springer International Publishing, Cham.

- Supriandi, H.N.M., 2023, 'Penerapan Teknologi Mesin Pembelajaran Dalam Sistem Manufaktur', *Jurnal Multidisiplin West Science*, Vol. 02, No. 09, 833–846.
- Tian, M.W., Wang, L., Yan, S.R., Tian, X.X., Liu, Z.Q. & Rodrigues, J.J.P.C., 2019, 'Research on Financial Technology Innovation and Application Based on 5G Network', *IEEE Access*, 7, 138614–138623.
- Wiedenmann, M., Dreher, S., Humbeck, P., Schöllhammer, O. & Bauernhansl, T., 2020, *How current trends in mechanical engineering can shape interorganizational R&D*, *Procedia CIRP*, vol. 93, 736–741, Elsevier B.V.

BIODATA PENULIS



Ir. Pungkas Prayitno, S.St.Pi., M.T.

Dosen Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Pamulang Kota Serang

Penulis lahir di Pemalang tanggal 05 September 1983. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin, Universitas Pamulang Kota Serang. Menyelesaikan pendidikan DIV pada Program Studi Permesinan Perikanan Sekolah Tinggi Perikanan Jakarta pada tahun 2008 dan melanjutkan S2 pada Program studi Teknik Mesin konsentrasi Manufaktur Universitas Pancasila Jakarta lulus tahun 2018 serta mengambil profesi di Universitas Hasanuddin lulus tahun 2021. Saat ini sedang menempuh studi S3 Cand. PhD Universitas Kuala Lumpur Malaysia. Adapun penulis pernah mengikuti pelatihan diantaranya: Bela Negara di Rindam Jaya Jakarta pada tahun 2004, Basic Safety Training (BST) di Sekolah Tinggi perikanan Jakarta pada tahun 2005, Proficiency in Survival Craft and Rescue Boats (PSCRB) di Pertamina Maritime Training Center Jakarta pada tahun 2009, Tanker Familiarization (TF) di Pertamina Maritime Training Center Jakarta pada tahun 2009, Pekerti di UPI pada tahun 2020, Pekerti AA di UPI pada tahun 2020, dan Ahli K3 Umum di PT. DSS pada tahun 2020. Pengalaman bekerja penulis antara lain: pada tahun 2009 – 2010 di MV. Armada Oil menjabat sebagai Masinis 3, pada tahun 2010 - 2012 di SMK Baruna Petarukan – Pemalang menjabat sebagai Kaprodi Teknik Mesin, pada tahun 2012 - 2019 di BAPPL-STP SERANG PROFIL PENULIS Kualitas dan Keandalan Sistem

Tenaga Listrik | 87 menjabat sebagai Pengelola Workshop Mesin, pada tahun 2020 - 2021 di Politeknik AUP Jakarta menjabat sebagai Masinis I Kapal Latih dan Riset KM. Madidihang 03, dan pada tahun 2021 - sekarang di Universitas Pamulang kota Serang menjabat sebagai Kaprodi Teknik Mesin. Adapun beberapa karya yang ditulis penulis diantaranya: pada tahun 2020 “Analisis Konverter Gas Dengan Uji Validasi Kinerja Liquefied Petroleum Gas (LPG) Motor Penggerak Perahu / Kapal Ikan” Penerbit Yayasan Pendidikan dan Sosial Indonesia Maju (YPSIM) Banten No ISBN: 9786237815082, dan pada tahun 2023 “Analisa Struktur” PT. Mafy Media literasi Indonesia No ISBN: 9766238343492. “Mekanika Teknik Soal dan Jawaban Penerbit PT. Mafy Media literasi Indonesia No ISBN: 9786238390052. Sistem Kelistrikan penerbit Widina Media Utama Bandung ISBN: 978-623-459-743-1. Penulis dapat dihubungi pada alamat email: dosen10015 @unpam.ac.id.

BIODATA PENULIS



Enni sulfiana ST.,MT

Dosen Program Studi Teknik Manufaktur Industri Agro Politeknik
ATI Makasar

Penulis lahir di Wajo tanggal 03 April 1988. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Manufaktur Industri Agro Politeknik ATI Makassar. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Mesin dan melanjutkan S2 pada Jurusan Teknik Mesin di Universitas Hasanuddin. Penulis menekuni bidang Menulis. Penulis adalah asesor kompetensi BNSP di LSP Politeknik ATI Makassar dan Auditor AMI Politeknik ATI Makassar. Penulis juga sebagai asesor TVET 4.0 di Politeknik ATI Makassar. Saat ini penulis menjabat sebagai Kepala Laboratorium Pengujian Material di Jurusan Teknik Manufaktur Industri Agro Politeknik ATI Makassar.

BIODATA PENULIS



Dr. Muh. Setiawan Sukardin , ST., MT.

Dosen Program Studi Teknik Manufaktur Industri Agro
Politeknik ATI Makassar

Muh. Setiawan Sukardin lahir di Makassar, pada 28 Mei 1976. Dosen Program Studi Teknik Manufaktur Industri Agro Politeknik ATI Makassar Kementerian Perindustrian sejak tahun 2001. Pendidikan S1, S2, S3 di Teknik Mesin Universitas Hasanuddin. Ketua Komite Skema Sertifikasi Kompetensi Lembaga Sertifikasi Profesi Teknik Industri Politeknik ATI Makassar 2013-sekarang). Asesor Kompetensi Lembaga Sertifikasi Profesi Teknik Industri Politeknik ATI Makassar 2013-sekarang). Asesor Beban Kinerja Dosen (2022 – sekarang). Ketua Asosiasi Pengelasan Indonesia API-IWS Sulawesi Selatan (2017-sekarang). email : setiawan_mkz@yahoo.co.id

BIODATA PENULIS



Dr. Jufri, SST., MT

Dosen Program Studi Teknik Manufaktur Industri Agro
Politeknik ATI Makassar

Penulis lahir di Padang tanggal 10 November 1972. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Manufaktur Industri Agro Politeknik ATI Makassar. Menyelesaikan pendidikan D4 pada Jurusan Teknik Mesin, melanjutkan S2 pada Teknik Mesin dan melanjutkan S3 pada Teknik Mesin. Penulis menekuni bidang Menulis Eergi terbaru dan Perancangan Mesin.

BIODATA PENULIS



Lilla Puji Lestari, S.Pd., M.Si

Dosen Tetap Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin di
Universitas Maarif Hasyim Latif/UMAHA Sidoarjo

Lilla Puji Lestari, S.Pd., M.Si lahir di Sidoarjo, 17 Mei 1979. Penulis menyelesaikan S-1 di Universitas Negeri Surabaya. Jurusan Pendidikan Kimia (1997-2001), S-2 di Institut Teknologi Sepuluh November (ITS Surabaya) Jurusan Kimia Bidang Ilmu Biokimia melalui Beasiswa Unggulan (2007 – 2009). Sebelum menjadi Dosen sejak 2001- 2015 aktif sebagai guru swasta di Surabaya dan wakil kurikulum SMP dan SMA. Juga aktif sebagai Narasumber Teknis Kesetaraan Paket B dan Paket C tingkat Propinsi Jawa Timur dari tahun 2001 – hingga sekarang. Kemudian sejak 2015 Bulan September berpindah ke Perguruan Tinggi untuk menjadi Dosen Tetap Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin di Universitas Maarif Hasyim Latif/UMAHA Sidoarjo hingga sekarang. Sebagai Dosen Luar Biasa di Fakultas Hukum Universitas Maarif Hasyim Latif Sidoarjo mengajar mata kuliah Ilmu Alamiah Dasar. Aktif di organisasi Ahli dan Dosen Republik Indonesia Sejak 2017 – hingga sekarang. Aktif juga di organisasi Flipmas Legowo Jawa Timur dari tahun 2018 – hingga sekarang. Pernah sebagai direktur pengabdian masyarakat LPPM Umaha sejak 2018 – 2023. Saat ini sedang menempuh pendidikan studi Doktor Of Phylosofi di Universitas Sultan Zainal Abidin Kuala Trengganu Malaysia di Faculty Saint Kesehatan Bidang Nutrition and Dietetic.

Dapat dihubungi di email lillafikesumaha@gmail.com atau lilla_puji_lestari@dosen.umaha.ac.id dengan kontak person 081327334663

ID Scopus : 57203716496

ID Sinta : 6014024

ID Google Scholar : HaMJOMYAAAAJ

BIODATA PENULIS



Dr. Hasbullah Panggabean., ST. MT

Dosen Program Studi Teknik Perawatan Mesin
Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng (Sul-Sel)

Penulis lahir di Desa Ujung Batu Kecamatan Barus Kabupaten Tapanuli Tengah Sibolga (SUMUT) tanggal 12 Oktober 1969. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Perawatan Mesin, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Sumatera Utara (UISU), dan melanjutkan S2 pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara (USU). Selanjutnya melanjutkan S3 Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan (TVET) Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang (UNP). Saat ini penulis ingin menekuni bidang menulis buku ajar, modul dan buku referensi.

BIODATA PENULIS



Mochamad Choifin, ST.,MT

Dosen Universitas Maarif Hasyim latif Sidoarjo

Mochamad Choifin, ST.,MT lahir di Sidoarjo 16 Maret 1983, menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN Pamotan 1 Porong (1990 – 1996), SLTP Negeri 1 Porong (1996 – 1999) dan MA Negeri Sidoarjo (1999 – 2002). Setelah lulus dari bangku Sekolah Menengah Atas penulis melanjutkan studinya di Diploma 3 Teknik Mesin FTI-ITS Bidang Studi Manufaktur (2002 – 2006), Pada tahun (2006-2008) Penulis sempat bekerja di salah satu perusahaan Group Astra Autopart yaitu PT. IGP Groups Jakarta. Kemudian penulis melanjutkan ke program Sarjana S1 melalui program Lintas Jalur Reguler di Teknik Mesin Bidang Studi Desain, FTI-ITS (2008 – 2011). Di samping kuliah penulis juga menjadi staf Pengajar Teknik Mesin di SMK PGRI 1 Surabaya (2008-2010), pada tahun yang sama yaitu (2008-2011) Penulis juga Bekerja di PT. TUSTIKA NAGATA Surabaya dengan jabatan Kepala Divisi Greenscope Energy. Pada Tahun 2010 Penulis mendirikan sebuah Perusahaan dibidang EBT (Energi Baru Terbarukan) dan Menjabat sebagai Direktur Utama hingga sekarang. Pada tahun (2011-2014) Penulis melanjutkan studi S2 Dengan mengambil Bidang Studi Desain Sistem Mekanikal (DSM), Ditahun 2014 Penulis diterima sebagai Dosen salah satu Universitas Maarif Hasyim latif Sidoarjo. Penulis juga aktif di kegiatan-kegiatan Penelitian yang di biayai oleh kementerian Riset dan teknologi. Saat ini penulis telah menjabat sebagai Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Maarif Hasyim Latif Sidoarjo.

BIODATA PENULIS



Ir. Syaiful, S.T., M.T.

Dosen Program Studi Teknik Perawatan Mesin
Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng

Penulis lahir di Ujung Pandang tanggal 5 Juni 1987. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Perawatan Mesin, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng, Kementerian Perindustrian. Menyelesaikan pendidikan D3 pada Jurusan Teknik Mesin, melanjutkan S1 pada Jurusan Teknik Mesin, melanjutkan S2 pada Jurusan Teknik Mesin dan melanjutkan Pendidikan Profesi Insinyur. Penulis menekuni bidang Material, Manufaktur dan Konstruksi Mesin.

BIODATA PENULIS



Eko Winarno, S.Pd.

Guru Teknik Pemesinan
SMK Katolik St, Mikael, Surakarta.

Penulis lahir di Sukoharjo Tanggal 24 Maret 1983. Penulis adalah Guru Tetap Yayasan (GTY) di SMK Katolik St. Mikael Jurusan Teknik Pemesinan. Menyelesaikan Pendidikan S1 pada Jurusan Psikologi Pendidikan dan Bimbingan pada tahun 2008 di Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo.

Penulis menekuni menulis dari tahun 2016 sampai sekarang. Judul Buku ber-ISBN yang pernah diterbitkan oleh penulis Buku Teknik Menggunakan Perkakas Tangan (Kerja Bangku) tahun terbit 2016, Buku Teknik Menggunakan Alat Ukur tahun terbit 2017 dan Buku Rack & Spur Gear terbit tahun 2022.

Selain menjadi guru dan penulis, saat ini penulis juga ditetapkan sebagai asesor kompetensi teknik pemesinan oleh Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP) BNSP pada tahun 2012 sampai sekarang pada bidang Logam Mesin Indonesia (LMI).

BIODATA PENULIS



Nur Fuadah, S.T.,M.T

Dosen Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik

Penulis lahir di Pangkajene tanggal 3 Desember 1980. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Sawerigading Makassar. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Mesin dan melanjutkan S2 pada Jurusan Teknik Mesin.

Buku ini membahas tentang Etika dan Keselamatan Kerja yang didalamnya memberikan pengetahuan terkait bagaimana seseorang bersikap dan berperilaku dalam lingkungan kerja yang membutuhkan kehati-hatian agar terhindar dari kecelakaan kerja, dengan selalu mengutamakan keselamatan kerja.

BIODATA PENULIS



Bobie Suhendra, S.T., M.T., IPP., CIIQA

Dosen tetap di Program studi S1 Teknik Mesin Universitas Singaperbangsa Karawang (Unsika)

Bobie Suhendra, S.T., M.T., IPP., CIIQA lahir di Bekasi tanggal 5 Januari 1986. Pendidikan dasar sampai menengah diselesaikan di Kota Bekasi. Bobie Suhendra menyelesaikan pendidikan program sarjana Teknik Mesin dari Universitas Sebelas Maret Surakarta (UNS) pada tahun 2010 dan Pada tahun 2012, ia menyelesaikan program Magister Teknik Mesin di kampus yang sama. Sejak tahun 2012 hingga 2020 beliau sempat bekerja di perusahaan otomotif terbesar di Indonesia yaitu PT.Honda Prospect Motor sebagai Staf Supplier Development yang mempunyai tugas melakukan audit *Quality Management System* di *supplier* selain itu pula beliau auditor internal ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 dan ISO 45001:2018 di perusahaannya. Selain itu pula sebagai dosen tidak tetap pada program S1 Teknik Mesin Universitas Islam 45 Bekasi dari tahun 2012 hingga akhir tahun 2020.

Penulis memulai karirnya sebagai Pegawai Negeri Sipil (PNS) pada bulan Desember tahun 2020, ia menjadi dosen tetap di Program studi S1 Teknik Mesin Universitas Singaperbangsa Karawang (Unsika). Pada tahun 2021 beliau mendapatkan gelas Insinyur profesional Pratama (IPP) dari Persatuan Insinyur Indonesia (PII). Pada tahun 2022 beliau mendapatkan gelar non akademik CIIQA (Certified International internal Quality Audit). Penulis dapat dihubungi melalui email: bobie.suhendra@ft.unsika.ac.id