KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA
2023

DASAR-DASAR TEKNIK MESIN

Heri Yudianto
Ahya' Alimuddin

SMK/MAK KELAS X

Hak Cipta pada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia
Dilindungi Undang-Undang

Penafian: Buku ini disiapkan oleh Pemerintah dalam rangka pemenuhan kebutuhan buku pendidikan yang bermutu, murah, dan merata sesuai dengan amanat dalam UU No. 3 Tahun 2017. Buku ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Buku ini merupakan dokumen hidup yang senantiasa diperbaiki, diperbarui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan yang dialamatkan kepada penulis atau melalui alamat surel buku@kemdikbud.go.id diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini.

Dasar-Dasar Teknik Mesin
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis
Heri Yudianto
Ahya' Alimuddin

Penelaah
Thomas Sukardi
Enda Permana

Penyelia/Penyelaras
Supriyatno
Wijanarko Adi Nugroho
Robertus Krisnanda Windhartoko

Kontributor
Wachid Hariyadi
Sidiq Pramono

Ilustrator
Daniel Tirta Ramana (ikon)
Frisna Yulinda Natasya (kover dan isi)

Editor
Siti Maharani

Desainer
Frisna Yulinda Natasya

Penerbit
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi

Dikeluarkan oleh
Pusat Perbukuan
Kompleks Kemdikbudristek Jalan RS. Fatmawati, Cipete, Jakarta Selatan
https://buku.kemdikbud.go.id

Cetakan Pertama 2023
ISBN 978-623-194-530-3 (PDF)

Isi buku ini menggunakan huruf Noto Serif 11/17 pt, Steve Matteson.
xvi, 208 hlm, 17,6 cm × 25 cm.

KATA PENGANTAR

Pusat Perbukuan; Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan; Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi memiliki tugas dan fungsi mengembangkan buku pendidikan pada satuan Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah, termasuk Pendidikan Khusus. Buku yang dikembangkan saat ini mengacu pada Kurikulum Merdeka. Kurikulum ini memberikan keleluasaan bagi satuan/program pendidikan dalam mengimplementasikan kurikulum dengan prinsip diversifikasi sesuai dengan kondisi satuan pendidikan, potensi daerah, dan peserta didik.

Pemerintah dalam hal ini Pusat Perbukuan mendukung implementasi Kurikulum Merdeka di satuan pendidikan dengan mengembangkan buku siswa dan buku panduan guru sebagai buku teks utama. Buku ini dapat menjadi salah satu referensi atau inspirasi sumber belajar yang dapat dimodifikasi, dijadikan contoh, atau rujukan dalam merancang dan mengembangkan pembelajaran sesuai karakteristik, potensi, dan kebutuhan peserta didik. Adapun acuan penyusunan buku teks utama adalah Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Nomor 033/H/KR/2022 tentang Perubahan Atas Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka.

Sebagai dokumen hidup, buku ini tentu dapat diperbaiki dan disesuaikan dengan kebutuhan dan perkembangan keilmuan dan teknologi. Oleh karena itu, saran dan masukan dari para guru, peserta didik, orang tua, dan masyarakat sangat dibutuhkan untuk pengembangan buku ini di masa yang akan datang. Pada kesempatan ini, Pusat Perbukuan menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penyusunan buku ini, mulai dari penulis, penelaah, editor, ilustrator, desainer, dan kontributor terkait lainnya. Semoga buku ini dapat bermanfaat khususnya bagi peserta didik dan guru dalam meningkatkan mutu pembelajaran.

Jakarta, Maret 2023
Kepala Pusat,

Supriyatno
NIP 196804051988121001

PRAKATA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji Syukur kami panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan penulisan buku ini.

Buku ini merupakan bahan bacaan dan panduan untuk mendorong peserta didik menguasai keterampilan di bidang Teknik Mesin. Harapan kami semoga buku ini dapat dijadikan sebagai referensi dan pegangan peserta didik dalam menambah wawasan dan pengetahuan. Kami menyadari masih banyak kekurangan dan kelemahan dalam menyusun buku ini, untuk itu, kami menerima berbagai kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan buku ini di masa yang akan datang.

Pada buku ini, peserta didik diarahkan untuk menguasai materi melalui aktivitas individu maupun kelompok. Apabila peserta didik sudah menguasai keterampilan ini diharapkan mereka bisa menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari dan dapat memberi manfaat serta kontribusi kepada khalayak luas. Selain itu peserta didik, guru, pengelola pendidikan, dan masyarakat dapat memanfaatkan buku ini untuk mendukung kegiatan belajar mengajar di sekolah dan masyarakat.

Akhirnya, penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu tersusunnya buku ini.

Jakarta, Maret 2023

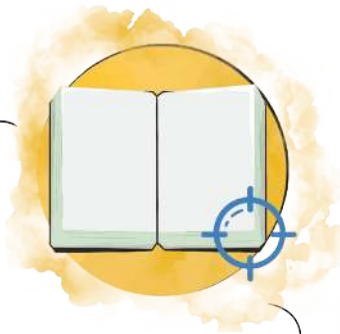
Penulis

PETUNJUK PENGGUNAAN BUKU

Buku Dasar-Dasar Teknik Mesin ini disusun sebagai pegangan kalian dalam menempuh mata pelajaran dasar kejuruan untuk Program Keahlian Teknik Mesin. Buku ini diharapkan dapat membekali kalian dengan pengetahuan, keterampilan sehingga mampu menemukan sendiri berbagai fakta, membangun konsep, dan nilai-nilai baru secara mandiri dalam bidang teknik mesin.

Buku ini terbagi dalam delapan bab, yaitu Bab 1 Proses Bisnis Bidang Manufaktur, Bab 2 Perkembangan Teknologi di Industri Manufaktur, Bab 3 Profesi dan Kewirausahaan, Bab 4 K3LH dan Budaya Kerja Industri, Bab 5 Teknik Dasar Proses Produksi pada Bidang Manufaktur Mesin, Bab 6 Pengetahuan Bahan Teknik, Bab 7 Dasar Sistem Mekanik, dan Bab 8 Gambar Teknik Mesin.

Agar tujuan pembelajaran mudah dicapai, buku ini disusun dengan berbasis aktivitas individu ataupun kelompok. Selain itu, juga dilengkapi dengan berupa gambar, infografis, dan tabel agar mempermudah pemaham kalian. Berikut penjelasan komponen-komponen buku yang akan ditemukan pada setiap bab.



Tujuan Belajar

Tujuan Belajar adalah bagian paling awal dari bab yang memberikan gambaran besar mengenai tujuan yang akan dicapai dari materi yang akan dipelajari. Ada penjelasan dalam bab sehingga memunculkan minat dan motivasi kalian untuk mempelajari ide utama atau ide besar yang menghubungkan konsep-konsep.

Pertanyaan Pemantik

Bagian ini berisi pertanyaan yang menuntun pemahaman materi dan pengembangannya sepanjang pembelajaran bab tersebut. Kalian akan menemukan kedalaman materi dan pemahaman secara bermakna sesuai dengan tujuan pembelajaran dari materi pelajaran tersebut.



Kata Kunci

Kata atau konsep yang merupakan kunci untuk dihubungkan dengan kata atau konsep lain. Pemahaman terhadap kata kunci akan membantu kalian untuk mengaitkan konsep yang satu dengan konsep lainnya.



Peta Konsep

Peta konsep yang terdapat pada awal bab merupakan diagram yang menunjukkan hubungan antarkonsep yang terdapat dalam setiap bab. Kalian perlu mencermati peta konsep ini untuk mendapatkan gambaran yang luas tentang isi bab tersebut.



Apersepsi

Kalian akan menemukan pengalaman belajar yang sudah dimiliki dengan materi yang akan dipelajari.



Materi Pengayaan

Kegiatan yang dapat digunakan untuk memperluas atau memperdalam wawasan dan pemahaman atas konsep dasar teknik mesin yang sedang dipelajari. Materi pengayaan dapat bersifat sebagai pendalaman materi, penerapan dalam bidang teknologi/informatika, atau kegiatan eksplorasi/proyek.





Uji Kompetensi

Terdapat pada akhir bab, merupakan sarana bagi kalian untuk mengukur pencapaian kalian dalam topik bab. Kalian dapat mengerjakan sejumlah soal yang bervariasi dari yang sederhana hingga yang kompleks. Selain itu, soal dapat berupa pilihan ganda ataupun uraian.



Refleksi

Pada akhir bab, kalian akan diajak memikirkan kembali apa yang sudah dipelajari dan seberapa dalam/tepat pemahamanmu atas pembelajaran pada bagian tersebut.



Ayo Bereksplorasi

Kegiatan ini untuk menyelidiki konsep yang berkaitan dengan pembahasan materi. Eksplorasi selalu dilakukan sebelum kalian mendalami konsep beserta aplikasinya.

Ayo Berpikir Kritis

Kegiatan ini bertujuan menganalisis informasi untuk mengambil kesimpulan atau menilai suatu hal dengan tepat. Keterampilan ini perlu kalian latih terus-menerus karena merupakan salah satu dari keterampilan abad ke-21.

Ayo Berpikir Kreatif

Kegiatan ini bertujuan membuat ide atau alternatif solusi baru yang berbeda dari hal umum.

Ayo Berliterasi

Kalian diharapkan terbiasa mencari sumber pengetahuan yang dapat dipercaya. Tidak mudah termakan hoaks dan mempunyai karakter sadar literasi.

Ayo Mencoba

Kalian diharapkan dapat mengerjakan soal atau kegiatan sejenis setelah diberikan penjelasan penyelesaian satu soal atau lebih.

Ayo Berdiskusi

Bertukar pikiran dengan teman-teman dan menyatakan gagasan merupakan kegiatan yang bermanfaat untuk memperdalam pengetahuan sehingga dapat menyelesaikan masalah atau menjawab pertanyaan.

Ayo Mengingat Kembali

Apa yang telah kalian pelajari di SMP berhubungan dengan apa yang akan kalian pelajari di kelas 10 SMK. Kalian akan lebih mudah memahami materi pelajaran kelas 10 dengan pengetahuan yang telah dipelajari di SMP.

Ayo Berkolaborasi

Kalian bekerja sama untuk menyelesaikan masalah atau menjawab pertanyaan sehingga pemahaman kalian terhadap materi pelajaran lebih baik lagi. Selain itu, dengan bekerja sama kalian akan saling memahami dan menghargai.

Ayo Berefleksi

Merenungkan dan melihat kembali secara evaluatif dan mendalam apa yang sudah dipelajari, membandingkannya, dan menarik pelajaran atau kesimpulan sederhana.

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
Kata Pengantar Pusat Perbukuan iii
Prakata iv
Petunjuk Penggunaan Buku v
Daftar Isi vi
Daftar Gambar xii
Daftar Tabel xvi



Bab 1

PROSES BISNIS BIDANG MANUFAKTUR

Tujuan Pembelajaran 1
Pertanyaan Pemantik 2
Kata Kunci 2
Peta Konsep 2
Apersepsi 3
A. Perancangan Produk (*Design for X*) 4
B. Mata Rantai Pasok, Logistik, dan Proses Produksi 9
C. Perawatan Mesin 14
D. Pengelolaan Sumber Daya Manusia 18
Pengayaan 18
Asesmen 20
Refleksi 23





Bab 2

PERKEMBANGAN TEKNOLOGI DI INDUSTRI MANUFAKTUR

Tujuan Pembelajaran 25
Pertanyaan Pemantik 26
Kata Kunci 26
Peta Konsep 26
Apersepsi 27
A. Perkembangan Proses Industri Manufaktur 27
B. *Internet of Things* (IoT) dan Digitalisasi Industri 33
C. Isu Pemanasan Global 38
D. Pengelolaan Sumber Daya Manusia 41
E. *Life Cycle* Produk 45
Pengayaan 48
Asesmen 48
Refleksi 52



Bab 3

PROFESI DAN KEWIRAUSAHAAN

Tujuan Pembelajaran 53
Pertanyaan Pemantik 54
Kata Kunci 54
Peta Konsep 54
Apersepsi 55
A. Profesi Kerja di Perusahaan Manufaktur 55
B. Jabatan Kerja di Bidang Manufaktur 57
C. Peluang Usaha Bidang Manufaktur 60
Pengayaan 66
Asesmen 67
Refleksi 68



Bab 4

K3LH DAN BUDAYA KERJA INDUSTRI

Tujuan Pembelajaran 69
Pertanyaan Pemantik 70
Kata Kunci 70
Peta Konsep 70
Apersepsi 71
A. Penerapan K3LH di Industri 72
B. Pengenalan Keadaan dan Prosedur Darurat 78
C. Penerapan Budaya Kerja Industri 85
D. Mengenali Pengolahan Limbah Industri 87
Pengayaan 91
Asesmen 91
Refleksi 92

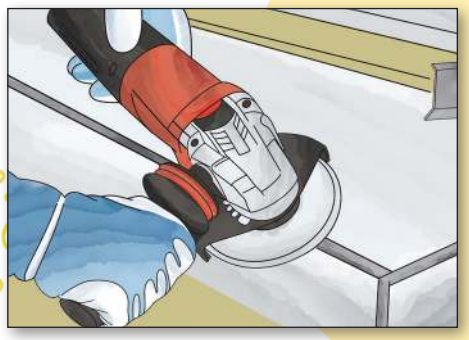




Bab 5

TEKNIK DASAR PROSES PRODUKSI

Tujuan Pembelajaran	93	D. Teknologi Pemindah Bahan	108
Pertanyaan Pemantik	94	E. Teknologi Manufaktur Terbaru	109
Kata Kunci	94	Pengayaan	111
Peta Konsep	94	Asesmen	111
Apersepsi	95	Refleksi	112
A. Alat Ukur pada Bidang Teknik Mesin	95		
B. Teknologi *Cutting* dan *Noncutting*	103		
C. Teknologi Perkakas Tangan dan Perkakas Bertenaga	106		



Bab 6

PENGETAHUAN BAHAN TEKNIK

Tujuan Pembelajaran	113
Pertanyaan Pemantik	114
Kata Kunci	114
Peta Konsep	114
Apersepsi	115
A. Jenis-jenis Bahan	115
B. Sifat-sifat Logam	122
C. Sifat-sifat Nonlogam	124
Pengayaan	126
Asesmen	126
Refleksi	130

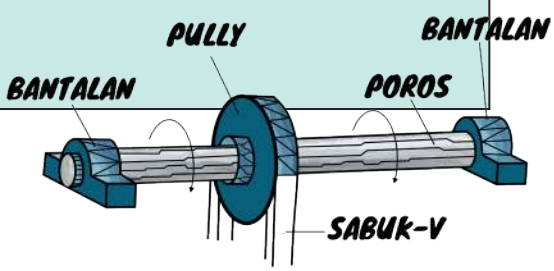




Bab 7

DASAR SISTEM MEKANIK

Tujuan Pembelajaran	131	C. Transmisi Mesin	141
Pertanyaan Pemantik	132	D. Pemipaan	147
Kata Kunci	132	Pengayaan	155
Peta Konsep	132	Asesmen	155
Apersepsi	133	Refleksi	156
A. Jenis-jenis Sambungan	133		
B. Tumpuan (Bantalan)	137		

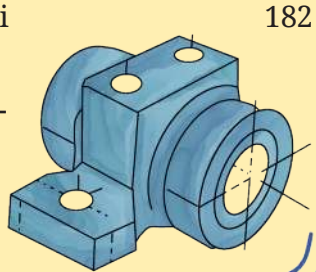


Bab 8

GAMBAR TEKNIK MESIN

Tujuan Pembelajaran	157	C. Membaca Gambar menurut Proyeksinya	163
Pertanyaan Pemantik	158	D. Membuat Gambar menurut Proyeksinya	165
Kata Kunci	158	Pengayaan	174
Peta Konsep	158	Asesmen	174
Apersepsi	159	Refleksi	182
A. Macam-Macam Peralatan Gambar	159		
B. Standardisasi Pembuatan Sketsa Gambar	161		

Glosarium 183
Daftar Pustaka 186
Indeks 192
Daftar Kredit Gambar 195
Pelaku Perbukuan 200



DAFTAR GAMBAR

BAB 1

Gambar 1.1 Alur proses manufaktur 3
Gambar 1.2 Rancangan desain kursi roda 6
Gambar 1.3 Proses perakitan televisi 9
Gambar 1.4 Proses produksi di industri manufaktur 13

BAB 2

Gambar 2.1 Perjalanan revolusi industri 1.0 hingga 4.0 28
Gambar 2.2 Mesin uap buatan James Watt 29
Gambar 2.3 Ilustrasi ban berjalan pada industri otomotif 30
Gambar 2.4 Peserta didik SMK mempraktikkan mesin frais konvensional 31
Gambar 2.5 Peserta didik SMK mempraktikkan mesin CNC *Milling* 32
Gambar 2.6 Infografis IoT untuk kontrol kualitas di industri 34
Gambar 2.7 Infografis IoT untuk kontrol keselamatan di industri 35
Gambar 2.8 Infografis IoT untuk kontrol perawatan di industri 36
Gambar 2.9 Infografis efek rumah kaca 39
Gambar 2.10 Kedisiplinan pekerja di pabrik garmen 44
Gambar 2.11 Tahapan siklus hidup produk 47

BAB 3

Gambar 3.1 Kegiatan perancangan di industri 57
Gambar 3.2 Operator mesin CNC 58
Gambar 3.3 Kegiatan pengecoran di industri logam 58
Gambar 3.4 Kegiatan pemeliharaan mesin di pabrik 59
Gambar 3.5 Potret usaha las skala kecil 62
Gambar 3.6 Industri kreatif dari limbah onderdil 63

BAB 4

Gambar 4.1 Formasi apel di perusahaan membentuk logo K3 72
Gambar 4.2 Simbol peringatan 73
Gambar 4.3 Simbol perintah 74
Gambar 4.4 Simbol larangan 74
Gambar 4.5 Simbol petunjuk 75
Gambar 4.6 Rambu K3 di industri 75
Gambar 4.7 APD pekerja di industri manufaktur 76
Gambar 4.8 Kondisi kerja yang kurang ergonomis 79
Gambar 4.9 Prosedur Pengangkatan Benda Kerja 80
Gambar 4.10 Kotak P3K 81
Gambar 4.11 Pemasangan rambu titik kumpul 83
Gambar 4.12 Langkah penggunaan APAR 83
Gambar 4.13 Prosedur penyemprotan APAR 84
Gambar 4.14 Budaya 5R 85
Gambar 4.15 Simbol limbah B3 89
Gambar 4.16 Alur pengolahan limbah cair non B3 90

BAB 5

Gambar 5.1 Mistar baja 96
Gambar 5.2 Jangka sorong (*vernier caliper*) 96
Gambar 5.3 Skala pada jangka sorong (*vernier caliper*) 96
Gambar 5.4 Mikrometer luar (*external micrometer*) 98
Gambar 5.5 Contoh pembacaan mikrometer luar 99
Gambar 5.6 Busur derajat 99
Gambar 5.7 Skala pada busur derajat 100
Gambar 5.8 Laser *scan* micrometer 101
Gambar 5.9 CNC *Measuring Machine* 101
Gambar 5.10 Teknologi produksi menurut Gerling 104
Gambar 5.11 Jenis-jenis perkakas bertenaga 107

Gambar 5.12 Beberapa contoh peralatan pemindah bahan 108
Gambar 5.13 Hasil cetak mesin 3D *Printing* 109

BAB 6

Gambar 6.1 Klasifikasi material teknik 115
Gambar 6.2 Benda-benda yang terbuat dari logam 117
Gambar 6.3 Benda-benda terbuat dari bahan nonlogam 120
Gambar 6.4 Benda-benda yang terbuat dari polimer 121

BAB 7

Gambar 7.1 Sambungan dalam proses manufaktur 133
Gambar 7.2 Sambungan las 134
Gambar 7.3 Sambungan paku keling 135
Gambar 7.4 Sambungan mur dan baut 136
Gambar 7.5 Bagian transmisi sambungan pasak 136
Gambar 7.6 Poros dan bantalan 138
Gambar 7.7 Bagian-bagian bantalan luncur 138
Gambar 7.8 Bagian-bagian bantalan gelinding 140
Gambar 7.9 Transmisi roda gigi 142
Gambar 7.10 Transmisi *pulley* dan sabuk 143
Gambar 7.11 Rantai rol dan *sprocket* 144
Gambar 7.12 Rantai gigi 145
Gambar 7.13 Rantai pembawa 145
Gambar 7.14 *Foot Valve* 154
Gambar 7.15 Jenis-jenis katup *On/Off* 154

BAB 8

Gambar 8.1 Gambar sketsa *Pillow Block* 161
Gambar 8.2 Skala gambar 162
Gambar 8.3 Contoh gambar rakitan 164

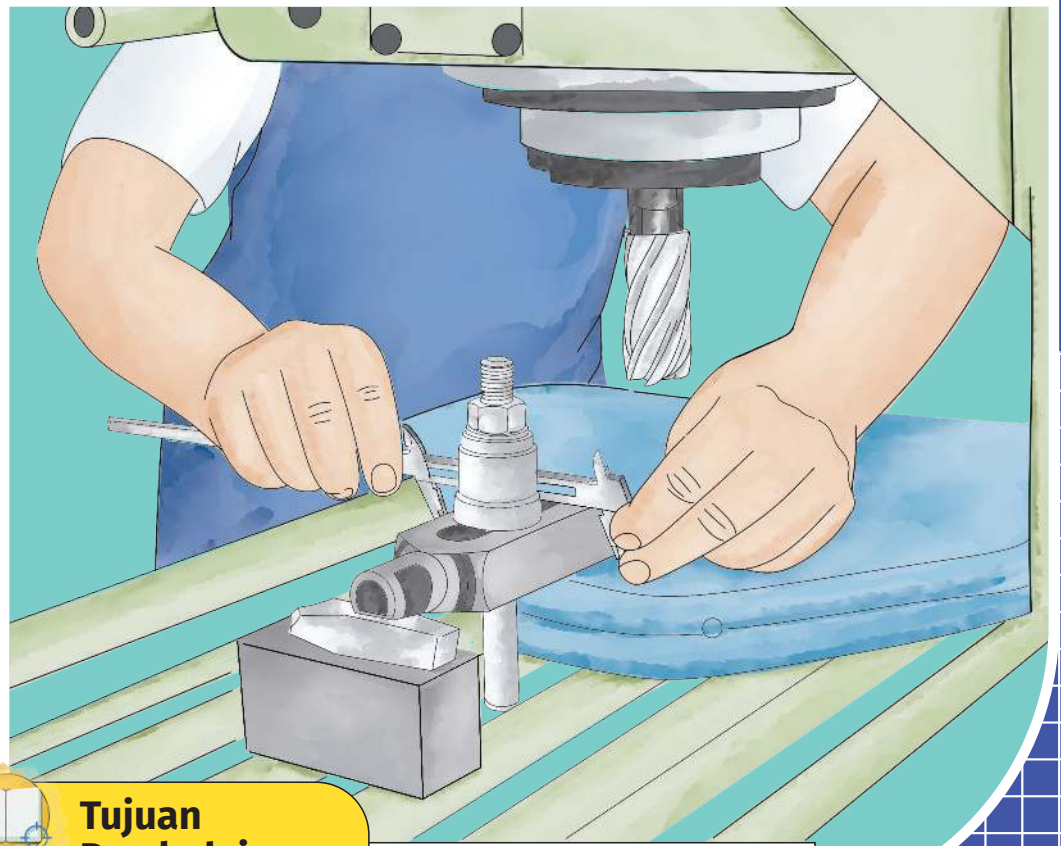
Gambar 8.4	Pemberian tanda panah	167
Gambar 8.5	Gambar blok	167
Gambar 8.6	Gambar Isometri	167
Gambar 8.7	Proyeksi Dimetri	168
Gambar 8.8	Kotak kaca ortogonal	169
Gambar 8.9	Gambar ortogonal	169
Gambar 8.10	Tampilan gambar ortogonal	170
Gambar 8.11	Mengubah proyeksi dimetri menjadi proyeksi Eropa	171
Gambar 8.12	Mengubah proyeksi dimetri menjadi proyeksi Amerika	172
Gambar 8.13	Simbol (a) proyeksi Eropa (b) proyeksi Amerika	173

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Peta fungsi kompetensi sektor logam mesin 59
Tabel 4.1 Arti simbol warna pada helm keselamatan 76
Tabel 4.2 Kategori potensi risiko keselamatan kerja 79
Tabel 4.3 Istilah 5S pada beberapa negara 86
Tabel 6.1 Kandungan kimia beberapa logam besi 118
Tabel 6.2 Jenis-jenis aluminium dan fungsinya 119
Tabel 6.3 Bahan nonlogam 121
Tabel 6.4 Lembar Aktivitas 1 122
Tabel 6.4 Lembar Aktivitas 2 124
Tabel 6.4 Lembar Aktivitas 3 125
Tabel 7.1 Macam-macam sambungan pipa dan fungsinya 150
Tabel 7.2 Peralatan untuk fluida gas 152
Tabel 8.1 Ukuran garis tepi dari berbagai ukuran kertas..... 165

KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Dasar-Dasar Teknik Mesin
untuk SMK/MAK Kelas X
Penulis: **Heri Yudianto dan Ahya' Alimuddin**
ISBN: 978-623-194-530-3 (PDF)

Bab 1 PROSES BISNIS BIDANG MANUFAKTUR



Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kalian dapat:

1. Memahami perancangan produk (*Design for X*)
2. Memahami mata rantai pasok, logistik, dan proses produksi
3. Memahami perawatan mesin
4. Memahami pengelolaan sumber daya manusia

Pertanyaan Pemantik

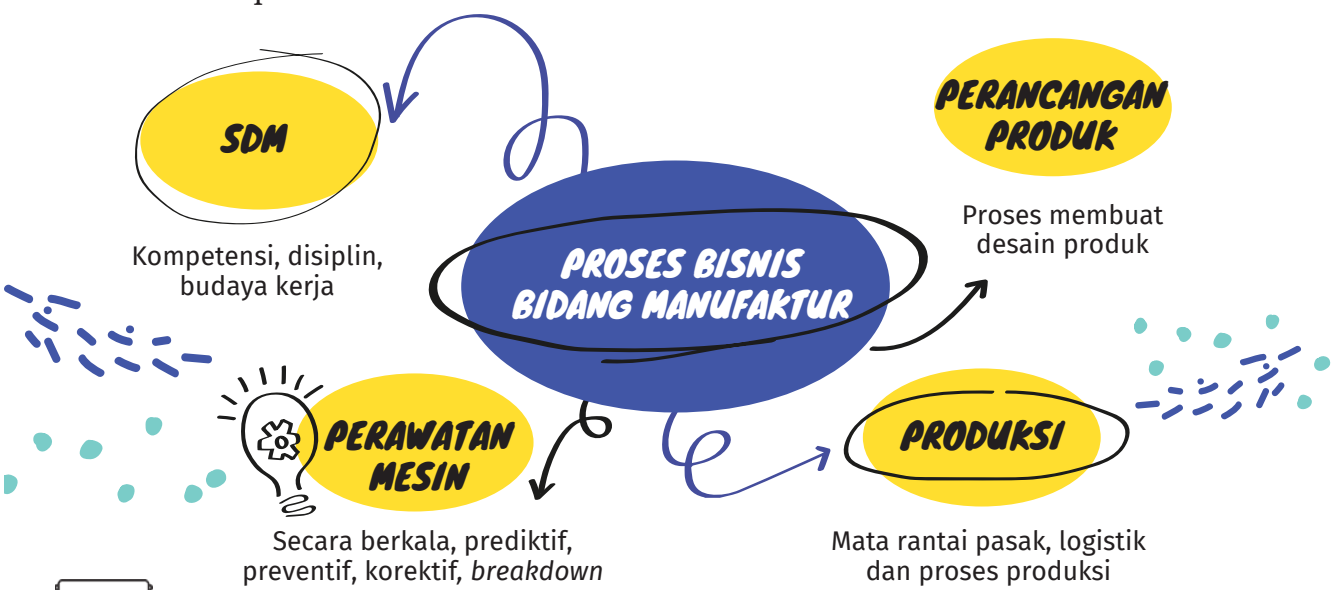
Perhatikan orang-orang terdekat kalian, baik saudara maupun tetangga, di mana mereka bekerja? Apakah di antara mereka ada yang bekerja di pabrik atau perusahaan? Bila ada, pernahkah kalian menanyakan, pabrik atau perusahaan tempat mereka bekerja memproduksi barang apa?

Kata Kunci

- Bisnis manufaktur
- Perancangan produk,
- Mata rantai pasok
- Logistik
- Proses produksi
- Perawatan mesin
- Pengelolaan sumber daya manusia.

Peta Konsep

Agar lebih mudah memahami materi pada bab ini, perhatikan peta konsep berikut.



Apersepsi

Gambar 1.1 menjelaskan alur proses dalam bisnis bidang manufaktur. Menurut *Corporate Finance Institute*, manufaktur adalah proses memproduksi bahan baku mentah hingga menjadi barang jadi dengan menggunakan alat, peralatan, mesin produksi, dan sebagainya dalam skala besar. Dalam gambar 1.1 tersebut setiap bagian memiliki fungsi yang berbeda. Proses dimulai dari bagian penerimaan bahan mentah, kemudian pengolahan dan perakitan, pengecekan, hingga pengemasan dan pendistribusian. Proses-proses tersebut merupakan gambaran dari kegiatan manufaktur.



Gambar 1.1 Alur proses manufaktur
Sumber: Diolah dari pikisuperstar/Freepik

Industri manufaktur di Indonesia memiliki jenis yang beragam misalnya industri makanan dan minuman, tekstil, elektronik, hingga otomotif. Industri ini menjadi salah satu penggerak perekonomian bangsa. Berdasarkan data Kementerian Perindustrian tahun 2021, sektor manufaktur memberi kontribusi besar terhadap Produk

Domestik Bruto (PDB) nasional, yaitu sebesar 17,34%. Selain itu, nilai investasi di sektor manufaktur mencapai Rp 325,4 triliun dengan jumlah angkatan kerjanya mencapai 18,7 juta orang. Angka ini menunjukkan bahwa bisnis manufaktur menciptakan lapangan kerja yang signifikan.

A. Perancangan Produk (*Design for X*)

Perancangan desain dibuat untuk meraih tujuan yang diharapkan. Tujuan perancangan atau pembuatan desain dalam bidang industri adalah untuk menghasilkan sebuah produk. Kegiatan perancangan didasari pemikiran tentang prinsip dasar pemenuhan kebutuhan manusia. Pemikiran tersebut dimulai dengan pembuatan konsep awal. Kemudian dilanjutkan dengan perancangan, pengembangan yang disertai dengan perbaikan dan penyempurnaan produk. Hasil akhir yang diharapkan bisa berupa barang fisik seperti mesin pencacah bonggol jagung, maupun nonfisik seperti aplikasi Android, *software* perhitungan neraca, maupun desain 3D. Selama perancangan, banyak keputusan yang akan memengaruhi tahap kegiatan lainnya. Salah satunya terkait dengan ketersediaan bahan baku di dalam negeri yang akan dipakai. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa keahlian merancang sangat diperlukan sebagai langkah awal bisnis manufaktur.

Aktivitas 1 AYO BERPIKIR KRITIS

1. Apa alasan pemerintah mengeluarkan kebijakan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) terhadap produksi barang manufaktur?
2. Apakah kebijakan tersebut berhubungan dengan kegiatan perancangan produk?

Perancangan produk terdiri dari dua komponen. Dua komponen dalam perancangan produk adalah sebagai berikut.

1. Produk

Produk merupakan sebuah benda yang dihasilkan dari sebuah proses produksi, yaitu dimulai dari perancangan, kemudian pembuatan, dan kegiatan lain yang berkaitan dengan tata cara pembuatannya. Produk tidak terjadi secara alamiah akan tetapi dihasilkan dari proses yang bertahap. Tujuan pembuatan produk adalah dapat menjalankan fungsinya untuk membantu dan meringankan aktivitas manusia.

2. Perancangan

Perancangan sebagai langkah awal produksi dapat dikatakan tepat apabila dibuat melalui proses pengumpulan fakta yang nyata dan proses diskusi bersama dalam organisasi. Jadi, perancangan bukanlah didasarkan atas kemampuan pribadi perencana, namun hasil kerja sama. Prinsip-prinsip yang dapat didiskusikan selama proses perancangan dikenal dengan 5W dan 2H sebagai berikut.

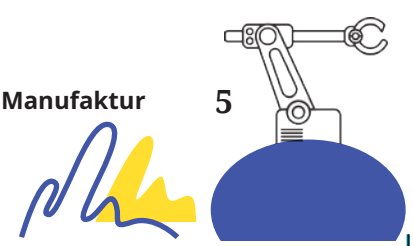
a) *What* (apa) adalah hal apa saja yang harus dikerjakan. Hal-hal terinci berkaitan dengan kegiatan yang dilakukan dalam mencapai tujuan yang diinginkan, termasuk faktor-faktor produksi yang harus dirancang secara detail.

b) *Where* (di mana) adalah lokasi fisik di mana pekerjaan itu harus dilaksanakan. Lokasi harus dirancang dengan mengacu pada kecukupan proses produksi.

c) *When* (kapan) merupakan waktu pengerjaan, yakni kapan dimulai dan diakhirinya suatu pekerjaan. Rincian waktu pengerjaan harus mencakup sub-sub bagian dan waktu produksi secara keseluruhan.

d) *Who* (siapa) adalah siapa saja yang dianggap tepat untuk melakukan suatu pekerjaan. Hal yang perlu diperhatikan adalah kualifikasi akademik, pengalaman, kemampuan, dan ketersediaan sumber daya manusia.

e) *Why* (mengapa) mencakup alasan pekerjaan itu harus dilakukan sehingga dapat mencapai tujuan bersama.

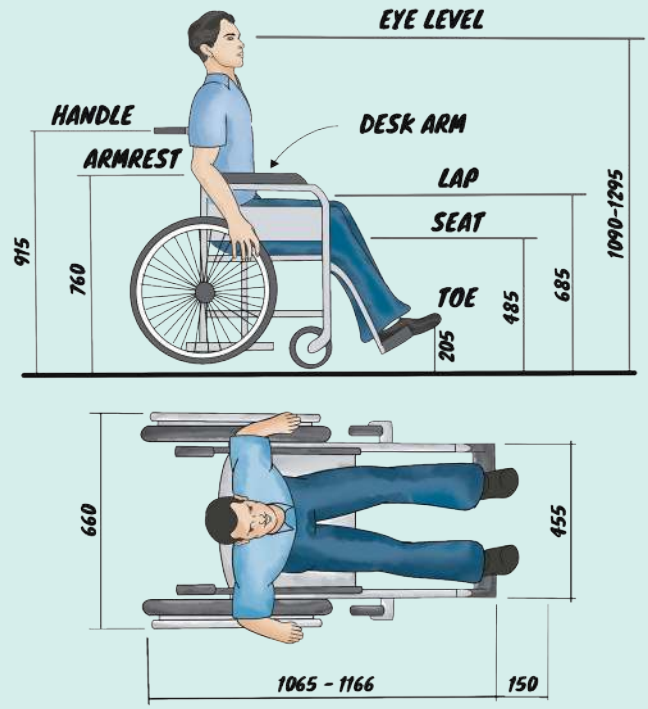


f) *How* (bagaimana) adalah bagaimana cara mengerjakan prosedur produksi yang terdiri dari teknik atau metode pelaksanaan pekerjaan.

g) *How* (berapa) adalah prinsip yang kedua terkait dengan biaya yang diperlukan untuk pekerjaan itu. Rincian biaya yang perlu diperhitungkan adalah berkaitan dengan biaya produksi dan alokasi ke masing-masing bagian. Perancangan biaya sangat menentukan untung ruginya produksi.

Aktivitas 2 AYO BERPIKIR KREATIF

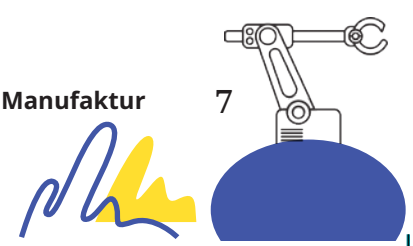
Perhatikan contoh desain produk kursi roda di bawah ini. Buatlah tabel dari prinsip 5W dan 2H berdasarkan penjelasan di atas, kemudian analisislah rencana pembuatan kursi rodanya.



Gambar 1.2 Rancangan desain kursi roda

Perancangan pada industri masa kini mengenal istilah *Design for X* (DfX) atau juga bisa disebut *Design for Excellence*. Huruf "X" bisa diartikan suatu prinsip tersendiri sesuai dengan tujuan desainer. Prinsip ini menghubungkan antara tim desain dengan tim manufaktur dan pemasaran. Hal ini mengacu pada seperangkat metodologi, prinsip, dan kriteria untuk mengembangkan produk berkualitas tinggi. Contoh penerapan prinsip *Design for X* adalah sebagai berikut.

1. Desain manufaktur (*Design for Manufacturing*) adalah desain untuk memastikan bahwa produk dibuat dengan menggunakan metode dan bahan yang sudah ada. Desain ini mempermudah proses dan menurunkan biaya produksi serta membuat durasi lebih singkat. Desainer menggunakan desain manufaktur untuk meningkatkan efisiensi desain komponen, rakitan, dan produk lengkap.
2. Desain rakitan (*Design for Assembly*) digunakan agar produk mudah dibuat dan dirakit. Risiko kesalahan dapat dikurangi dengan membuat komponen yang lebih sederhana. Selain itu, desain ini mampu mengurangi perawatan karena lebih sedikit bagian yang perlu diuji dan dipertahankan.
3. Desain biaya (*Design to Cost*) digunakan menghindari pengeluaran yang tidak perlu dengan menganalisis biaya produk dan melakukan pengurangan dari tahap awal desain. Prinsip ini mempertimbangkan tahap awal hingga harga akhir yang ditawarkan kepada pelanggan. Biaya mendesain ulang dan revisi juga harus diperhitungkan.
4. Desain rantai pasok (*Design for Supply Chain*) digunakan untuk mengoptimalkan kesesuaian antara ketersediaan komponen dan desain produk. Prinsip ini mengatasi keterbatasan infrastruktur saat produk berkembang dan memudahkan pelanggan mendapatkan suku cadang produk di pasaran.
5. Desain ergonomis (*Design for Ergonomics*) digunakan untuk membuat produk sesuai dengan kondisi pengguna agar dapat digunakan secara nyaman. Desainer memberi petunjuk cara mengaksesnya dan membuat kontrol pengguna mudah dibaca.



6. Desain kualitas (*Design for Quality*) digunakan untuk memastikan produk memiliki kualitas untuk bersaing di pasaran. Ada delapan dimensi kualitas yang harus dimiliki produk, yaitu kinerja, keandalan, fitur, daya tahan, kesesuaian spesifikasi, estetika, kualitas yang dirasakan, dan kemampuan rawat.
7. Desain perawatan (*Design for Maintenance*) digunakan untuk memastikan produk yang dibuat mampu digunakan selama masa pakai yang diharapkan. Kalaupun membutuhkan perawatan, hanya perawatan berkala dan terencana (misalnya, penggantian oli pada mesin CNC). Ketika ada satu bagian yang bermasalah bukan berarti mengganti seluruh komponen, melainkan hanya satu bagian yang bermasalah tersebut.

Aktivitas 3 **AYO BERPIKIR KRITIS**

Apakah kalian pernah memiliki pengalaman tidak menyenangkan dengan barang yang kalian beli? Misalkan barang tidak sesuai spesifikasi dengan promosi atau barangnya cepat rusak. Prinsip DfX manakah yang kira-kira belum diterapkan oleh perancangnya?

Langkah-langkah dalam proses perancangan produk adalah sebagai berikut.

1. Fase pengumpulan informasi, yakni berkaitan dengan gambar produk awal, penentuan kriteria minat konsumen, kriteria manufaktur, dan kriteria pembiayaan.
2. Fase kreatif bertujuan menunjukkan berbagai kemungkinan alternatif untuk memenuhi fungsi yang dibutuhkan.
3. Fase analisis bertujuan untuk menganalisis hasil dari fase kreatif dan memberikan rekomendasi lanjutan.
4. Fase pengembangan dilakukan untuk memilih alternatif terbaik dari beberapa alternatif yang ada.
5. Fase presentasi dilakukan dengan mengemas produk sebaik dan semenarik mungkin agar laku di pasaran.

B. Mata Rantai Pasok, Logistik, dan Proses Produksi

Sebelum mempelajari materi ini, kalian dapat melakukan aktivitas berikut.

Aktivitas 4 AYO BERPIKIR KRITIS

Perhatikan gambar berikut kemudian jawablah pertanyaan yang diberikan.



Gambar 1.3 Proses perakitan televisi
Sumber: Ricardo/JPNN.com (2016)

1. Apa saja bahan baku televisi itu?
2. Bagaimana televisi dapat dibuat dan dirakit?
3. Bagaimana produk ini bisa sampai ke tangan pembeli?

1. Mata Rantai Pasok

Mata rantai pasok (*supply chain*) adalah sebuah rangkaian yang digunakan untuk menghubungkan pemasok bahan baku, produsen, gudang penyimpanan, serta toko secara efektif agar barang dapat diproduksi serta didistribusikan pada jumlah, waktu, dan lokasi yang tepat. Sistem ini sangat membantu efisiensi perusahan terutama untuk meminimalkan kerugian. Kerugian bisa terjadi akibat produk yang tidak sesuai dengan permintaan pembeli atau produk yang menumpuk lama di gudang. Dengan manajemen *supply chain* yang tepat maka potensi kerugian akan terdeteksi lebih dini dan bisa dihindari.

Penerapan manajemen mata rantai pasok memerlukan beberapa strategi. Heizer (2017) mengemukakan strategi dalam manajemen mata rantai pasok sebagai berikut.

a. Bernegosiasi dengan banyak pemasok

   Pada umumnya perusahaan memilih pemasok bahan baku yang memberikan penawaran rendah. Hal tersebut wajar dalam prinsip ekonomi, namun perlu diperhatikan bahwa terkadang terjadi permasalahan dengan pemasok yang dipilih. Oleh karena itu, penting untuk menjalin hubungan dengan lebih dari satu pemasok agar rantai pasokan tidak terputus jika terjadi permasalahan.

b. Mengembangkan kemitraan

   Merawat kemitraan jangka panjang dengan pemasok pilihan adalah hal yang perlu dilakukan. Pemasok yang telah bekerja sama dalam kurun waktu lama akan lebih berkomitmen dan memahami tujuan perusahaan.

c. Integrasi vertikal

   Perusahaan harus memikirkan kebutuhan komponen dalam jangka panjang. Salah satu caranya dengan mengintegrasikan pemasok potensial ke dalam perusahaan. Strategi ini akan menjadikan hubungan kerja sama jangka panjang antara keduanya sehingga mutu produk dapat terjaga.

d. Perusahaan maya

   Perusahaan maya (*virtual company*) merupakan strategi menggunakan pemasok sesuai dengan kebutuhan. Strategi ini tidak selalu membutuhkan komitmen jangka panjang namun mengandalkan berbagai jenis hubungan. Pasokan barang dan jasa pun akan terus berjalan.

   Agar lebih memahami tentang *supply chain*, kalian dapat menonton video pada tautan berikut.

https://bit.ly/smkpasok
Sumber: Mercy Corps Indonesia

Aktivitas 5 AYO BERKOLABORASI

Buatlah kelompok berisi 5–6 orang. Kemudian kunjungi salah satu bengkel pengelasan di sekitar kalian. Bengkel pengelasan merupakan industri manufaktur skala mini. Dokumentasikan kegiatan yang terjadi di bengkel dalam bentuk video selama 30–60 detik. Lengkapi dengan narasi hasil wawancara pemilik usaha. Lakukan dengan tetap menjaga sopan santun dan keselamatan kerja. Unggah video melalui media sosial yang kalian miliki kemudian tandai akun guru kalian masing-masing.

2. Logistik

Logistik merupakan manajemen aliran barang dari hulu hingga ke hilir. Proses aliran dimulai dari barang di gudang pabrik hingga sampai ke tangan pembeli. Logistik termasuk dalam rangkaian sistem mata rantai pasok dalam sebuah industri manufaktur. Tujuan logistik untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Manajemen logistik terdiri atas sistem gudang, peti kemas, dan transportasi. Manajemen logistik terdiri atas dua peran, yaitu sebagai produksi dan pemasaran (*marketing*). Peran logistik sebagai produksi berhubungan dengan penyediaan material dari pemasok ke perusahaan dalam rangka memenuhi proses produksi. Sementara itu, peran logistik sebagai pemasaran berfungsi menyalurkan barang dari perusahaan ke konsumen (*end user*).

Aktivitas 6 AYO BERLITERASI

Seorang karyawan bernama Sulistyo akan membeli lemari es di kawasan perdagangan elektronik Kertajaya Surabaya. Sulistyo merupakan pegawai baru perusahaan konstruksi dan dia baru datang dari daerah beberapa hari yang lalu.

Setelah Sulistyo sampai ke toko, dia mendapati berbagai macam merek lemari es. Meskipun merek lemari es bermacam-macam, akan tetapi lemari es memiliki fungsi yang sama, yaitu sebagai tempat penyimpanan makanan bersuhu dingin. Sulistyo akan memilih lemari es yang sesuai fungsi kebutuhannya, desain, dan harga. Dia sudah menentukan pilihan, yaitu sebuah lemari es merek Rahwana berwarna hijau tua dan mempunyai dua pintu.

Kepada karyawan toko, Sulistyo mengatakan akan membeli lemari es tersebut. Ternyata setelah dicek di gudang, stok lemari es tersebut habis (*out of stock*). Karyawan toko selanjutnya menanyakan ke tempat grosir dan berdasarkan informasi yang didapat lemari es tersebut baru datang paling cepat dua minggu lagi. Padahal Sulistyo butuh lemari es hari di Minggu, karena dia mengundang kawan-kawan kerjanya untuk berkunjung ke rumahnya. Kemudian karyawan toko menawari lemari es lain dengan fitur dan harga yang sepadan dengan merek Rahwana, yaitu merek Hanoman. Meski dengan sedikit kecewa, Sulistyo akhirnya memutuskan tetap membeli lemari es di toko tersebut. Lemari es yang dibeli bukan lemari es merek Rahwana akan tetapi lemari es merek Hanoman.

Pada hari Minggu, ketika kawan-kawan Sulistyo datang, dia menceritakan kejadian tersebut kepada mereka. Sulistyo juga menulis di media sosial tentang pengalamannya yang kecewa karena tidak jadi membeli lemari es merek Rahwana karena stoknya habis.

Aktivitas 7 AYO BERDISKUSI

Ajaklah teman sebangku kalian menganalisis cerita di atas berdasarkan sudut pandang ilmu manajemen logistik. Apa efeknya bagi perusahaan Rahwana dan Hanoman?

3. Proses Produksi



Gambar 1.4 Proses produksi di industri manufaktur
Sumber: Kateryna Babaieva/Pexels (2019)

Kegiatan produksi adalah bagian utama dari perusahaan manufaktur. Melalui aktivitas ini, perusahaan mampu menghasilkan *output* berupa produk setengah jadi maupun jadi yang memiliki nilai jual. Secara umum, proses produksi didefinisikan sebagai suatu kegiatan mengubah barang mentah (*raw material*) atau setengah jadi menjadi barang atau produk siap jual. Sistem produksi dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu *make to stock* (*MTS*), *make to order* (*MTO*), dan *engineer to order* (*ETO*). Ketiga sistem produksi tersebut akan dijelaskan sebagai berikut.

a. *Make to Stock*

   Make to stock lazim digunakan oleh industri besar. Cara ini dilakukan dengan memproduksi barang kemudian disimpan di gudang sebelum didistribusikan. Contohnya industri otomotif, konveksi, dan makanan.

b. *Make to Order*

   Cara ini dilakukan perusahaan dengan membuat produk menyesuaikan dengan permintaan konsumen. Sistem ini memudahkan pelanggan untuk mendapatkan barang sesuai

dengan keinginan. Selain itu, pelanggan dapat mengubah bentuk maupun spesifikasi sesuai keinginan. Contohnya industri furnitur dan roti.

c. *Engineer to Order*

Cara ini mirip dengan sistem *make to order*, akan tapi lebih khusus dalam merancang produk sesuai permintaan konsumen. Contohnya pembuatan software analisis keuangan.

C. Perawatan Mesin

Apakah kalian pernah membayangkan mesin di pabrik yang bekerja terus menerus selama 24/7 (24 jam sehari dan 7 hari perminggu)? Mesin bagi industri adalah alat utama untuk menghasilkan produk. Berhentinya mesin walaupun sebentar akan menjadi sebuah kerugian. Untuk itu, diperlukan perhatian khusus kepada mesin-mesin dengan cara perawatan yang baik.

Aktivitas 8 **AYO BEREKSPLORASI**

Simaklah video berikut dan aktifkan terjemahan agar kalian mudah memahaminya. Kemudian kalian bisa menjawab pertanyaan yang diberikan.

1. Apakah sekolah kalian mempunyai mesin-mesin tersebut?
2. Apakah mesin-mesin tersebut sudah dirawat seperti terlihat di dalam video? Tanyakan hal tersebut kepada guru yang menjabat kepala bengkel.

https://bit.ly/123smkmachine
Sumber: Hass Automation, Inc/Youtube

1. Tujuan Perawatan Mesin

Perawatan yang dilakukan secara berkala dapat menciptakan kondisi kerja maksimal dan mempertahankan kondisi sarana

sehingga pelaksanaan kegiatan produksi dan keamanannya terjamin lancar. Berikut merupakan tujuan dari perawatan mesin.

a. Memperpanjang umur mesin.
b. Menjamin ketersediaan peralatan yang dipasang untuk produksi.
c. Menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat.
d. Menjamin keselamatan pengguna mesin.
e. Menjamin kondisi komponen mesin dalam keadaan baik dengan pergantian atau perawatan berkala.

2. Jenis Perawatan Mesin

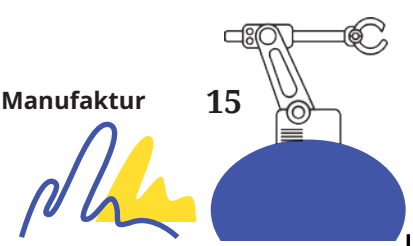
Perawatan mesin yang terdapat dalam industri umumnya terdiri dari dua jenis, yaitu perawatan terencana dan perawatan tidak terencana.

a. Perawatan terencana

Perawatan terencana terdiri dari beberapa jenis dan dijelaskan sebagai berikut.

1) Perawatan pencegahan (*Preventive maintenance*)
   Perawatan pencegahan adalah program pemeliharaan yang bertujuan untuk mencegah kerusakan. Kegiatan yang dilakukan berupa evaluasi rutin peralatan, mesin, dan sistem pabrik. Hal ini untuk mendeteksi secara dini potensi masalah dan segera menjadwalkan tugas pemeliharaan. Perawatan pencegahan dapat berupa perawatan berkala maupun perawatan prediktif.

2) Perawatan korektif (*Corrective maintenance*)
   Tujuan perawatan korektif adalah memperbaiki masalah yang ada. Pemeliharaan korektif difokuskan pada tugas-tugas rutin dan terencana yang akan memelihara semua mesin dan sistem pabrik dari ketidakwajaran. Ketidakwajaran yang terjadi pada mesin misalnya getaran, suara berisik yang berlebihan, suhu yang tidak normal, ataupun putaran mesin yang tidak stabil.



3) Perawatan berjalan (*Running maintenance*)
Perawatan berjalan dilakukan ketika peralatan dalam keadaan beroperasi. Jenis perawatan ini cocok diterapkan untuk mesin yang bekerja secara terus menerus dalam proses produksi.

4) Perawatan prediktif (*Predictive maintenance*)
Perawatan prediktif dilakukan untuk mendeteksi adanya kelainan fisik maupun fungsi dari sistem peralatan. Perawatan ini dilakukan dengan bantuan alat pemonitor atau pemindai.

5) Perawatan kerusakan (*Breakdown maintenance*)
Perawatan kerusakan dilakukan terhadap mesin pabrik yang kritis atau mati total. Tujuannya adalah membuat mesin atau sistem secepat mungkin dapat kembali bekerja. Setelah mesin berfungsi kembali meskipun pada tingkat minimum maka perawatan dinilai efektif. Jenis perawatan ini tidak efektif dan sangat mahal.

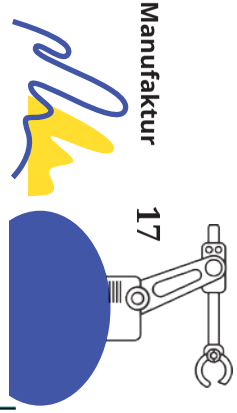
b. Perawatan tidak terencana

Perawatan tidak terencana atau perawatan darurat adalah perawatan berupa perbaikan yang harus dilakukan karena terjadi kerusakan peralatan yang tidak terduga sebelumnya.

Aktivitas 9 **AYO BERPIKIR KRITIS**

Berkunjunglah ke ruang teknisi di bengkel sekolah kalian. Tanyakan kepada teknisi yang bertugas tentang jenis perawatan yang dilakukan terhadap mesin-mesin yang ada di sekolah. Kemudian tuliskan hasil pengamatanmu seperti tabel berikut dan beri tanda centang (√) pada jenis perawatan yang sesuai.

Aktivitas Perawatan	JENIS PERAWATAN					
	Preventive Maintenance	*Corrective Maintenance*	*Running Maintenance*	*Predictive Maintenance*	*Breakdown Maintenance*	*Emergency Maintenance*
1..... 2..... 3..... dst						



D. Pengelolaan Sumber Daya Manusia

Karyawan bagi perusahaan adalah aset yang terus berkembang dari sisi kompetensi. Bukan hal yang baru bahwa banyak perusahaan terus mengembangkan kemampuan karyawannya melalui berbagai macam cara. Cara yang dapat dilakukan misalnya dengan pelatihan, uji kompetensi maupun dengan menempuh jenjang pendidikan yang lebih tinggi. Hal ini karena karyawan yang memiliki kompetensi terjamin akan membuat perusahaan berkembang. Karyawan merupakan Sumber Daya Manusia (SDM) dalam suatu perusahaan. Semakin baik mutu SDM maka semakin baik pula kinerja perusahaan.

Akan tetapi, seringkali terjadi permasalahan SDM dalam perusahaan. Oleh karena itu, perlu pengelolaan SDM yang baik agar suasana kerja menjadi aman, nyaman, dan kondusif. Salah satu bagian yang termasuk dalam pengelolaan SDM adalah rekrutmen. Rekrutmen dilakukan oleh perusahaan untuk mendapatkan calon karyawan dengan melakukan seleksi agar dapat memilih orang-orang terbaik. Selain untuk mendapatkan karyawan baru, pola rekrutmen juga bisa dipakai untuk mengisi posisi jabatan tertentu.

Aktivitas 10 **AYO BEREKSPLORASI**

Di SMK kalian pasti sering diadakan *job fair* maupun rekrutmen oleh perusahaan. Meskipun kalian baru kelas X, cobalah ikuti kegiatan tersebut sebagai pengunjung. Silakan kalian berkenalan dengan pihak perusahaan yang hadir. Bertanyalah tentang bagaimana sistem rekrutmen dan kriteria karyawan yang dibutuhkan oleh mereka.

Kisah Inspiratif

Mari kita melihat contoh sukses di bidang manufaktur yang ada di sekitar kita dengan menonton video pada tautan berikut.

Diskusikan pertanyaan berikut dengan teman kalian.

1. Bagaimana pendapat kalian setelah melihat video tersebut?
2. Hal apa yang dapat menjadi inspirasi dari video di atas?

https://bit.ly/smkgravure

Sumber: PecahTelur/ Youtube



Pengayaan

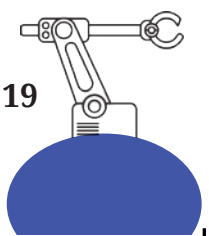
Jika kalian tertarik dengan materi ini dan ingin mendalaminya lebih jauh, berikut kegiatan yang dapat kalian lakukan.

1. Carilah sebuah video profil perusahaan di Youtube
2. Tuliskan manajemen atau cara mereka menggerakkan perusahaan, kaitkan dengan materi pada bab ini.
3. Postinglah hasil tulisan pada akun media sosial yang kalian miliki kemudian tandai akun guru kalian.



Ayo Merangkum

Setelah kalian menyelesaikan aktivitas dalam bab ini, silakan kalian rangkum materi-materi penting dalam buku catatan kalian. Kemudian diskusikan hasil rangkuman kalian dengan teman sebangku kalian.



Asesmen

A. Soal Pilihan Ganda

Pilihlah salah satu jawaban yang menurutmu paling benar!

1. Pengertian manufaktur berikut yang paling tepat adalah . . . .
   a. Tahapan pembuatan barang jadi dari bahan baku mentah dengan menggunakan peralatan industri
   b. Tahapan untuk menambah nilai *raw material* agar mampu laku di pasaran sesuai dengan hukum pasar
   c. Tahapan masukan dan keluaran yang menghasilkan keuntungan bagi perusahaan
   d. Tahapan pembuatan produk yang dimulai dari perencanaan, pembuatan, control, dan distribusi
   e. Tahapan penyediaan informasi dari produk kepada konsumen

2. Salah satu prinsip yang dipakai dalam proses perancangan produk adalah *Where*, yang artinya adalah . . . .
   a. Kapan dimulai dan diakhirinya suatu pekerjaan
   b. Lokasi fisik pekerjaan itu harus dilaksanakan
   c. Apa saja hal yang harus dikerjakan
   d. Mencakup alasan pekerjaan itu harus dilakukan
   e. Bagaimana cara mengerjakan prosedur produksi

3. Prinsip dari *Design for* X yang menganalisis biaya produk dan memasukkan pengurangan dari tahap awal desain adalah . . . .
   a. *Design for Manufacturing*
   b. *Design for Assembly*
   c. *Design to Cost*
   d. *Design for Supply Chain*
   e. *Design for Ergonomics*

4. Berikut yang bukan akibat dari sistem *Supply Chain* perusahaan tidak berjalan dengan baik adalah . . . .
   a. Potensi kerugian karena barang menumpuk di gudang.
   b. Konsumen curhat di media sosial karena stok barang habis.
   c. Barang yang dibuat mengalami reject karena cacat produksi.
   d. Stok barang kosong karena bahan baku sulit didapat.
   e. Jalur distribusi terputus akibat jalan longsor.

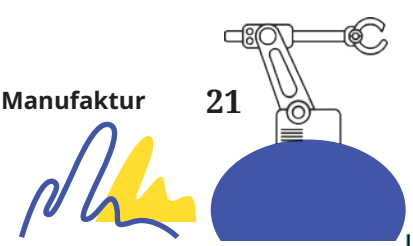
5. Mesin bubut yang ada di bengkel sekolah hanya bisa berputar di putaran rendah. Padahal untuk melakukan pekerjaan bor, diperlukan putaran tinggi. Penyebabnya adalah *belt* sudah aus. Perawatan yang harus dilakukan pada mesin bubut adalah . . . .
   a. *Breakdown maintenance*
   b. *Preventive maintenance*
   c. *Corrective maintenance*
   d. *Predictive maintenance*
   e. *Continued maintenance*

B. Soal Pilihan Ganda Kompleks

Pilihlah jawaban yang benar dengan memilih jawaban lebih dari satu.

1. Pada mulanya, industri rumahan ini memiliki nama Fa Wings. Saat berdiri di tahun 1949 Fa Wings hanya memproduksi sabun colek buatan rumahan dan menawarkannya melalui pintu ke pintu. Melihat sabunnya banyak peminat, akhirnya Fa Wings membuat produk baru, di antaranya sabun toilet, bedak, pembersih lantai dan pelembut kain.

   Saat ini Fa Wings berubah menjadi PT.Wings dan telah diakui sebagai produsen lokal dan distributor untuk produk rumah tangga dan produk perawatan pribadi yang terkemuka. Kombinasi antara ilmu pengetahuan dan teknologi manufaktur yang mutakhir membuat Wings mampu menyediakan produk-produk berkualitas dengan harga terjangkau sesuai visi perusahaan.



Berdasarkan cerita di atas, bisnis yang dijalankan PT.Wings adalah . . . .

a. Membuat produk
b. Memberikan pelayanan
c. Mengemas produk
d. Mengembangkan teknologi
e. Memasarkan produk

2. Sistem mata rantai pasok akan berhubungan dengan perusahaan dari proses awal sampai dengan proses akhir secara efektif dan efisien. Berikut yang merupakan fungsi dari sistem mata rantai pasok adalah . . . .

a. Merencanakan bagaimana mencapai tujuan bisnis
b. Tahap koordinasi semua lini dari segi sumber daya
c. Memberikan instruksi kerja kepada staf
d. Sebagai penjamin kualitas barang yang diedarkan
e. Sebagai pengendalian dan pemberian instruksi

3. Robert adalah peserta didik kelas XI di SMK Konsentrasi Keahlian Teknik Pemesinan. Saat ini dia sedang menjalani Praktik Kerja Lapangan (PKL) di industri pabrik gula. Saat musim giling tebu tiba, mesin produksi bekerja 24 jam penuh. Kemungkinan perawatan yang akan dilakukan Robert adalah . . . .

a. *Breakdown maintenance*
b. *Preventive maintenance*
c. *Emergency maintenance*
d. *Running maintenance*
e. *Corrective maintenance*

4. Perawatan mesin pada umumnya dilakukan oleh staf operator mesin dan staf *maintenance*. Terkadang ada pula pihak eksternal di luar perusahaan, yaitu pihak produsen mesin yang bisa membantu pada proses perawatan jika ada hal-hal yang tidak mampu ditangani oleh pihak internal. Berikut yang termasuk aktivitas perawatan korektif adalah . . . .

a. *Overhaul* mesin
b. Mengganti *bushing* yang bengkok
c. Mengganti *seal*
d. Mengganti dudukan eretan bubut
e. Mengganti baut yang aus

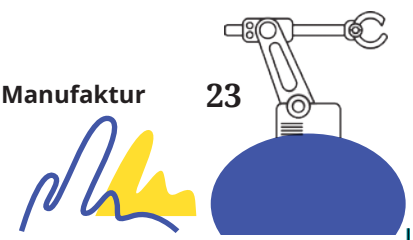
5. Sistem produksi diimplementasikan untuk memastikan produk dapat memenuhi kebutuhan pasar pada waktu, tempat dan jumlah yang tepat. Salah satunya adalah sistem *make to stock*. Berikut yang merupakan contoh kegiatan *make to stock* adalah . . . .
   a. Konsumen memesan kursi sesuai rancangannya sendiri
   b. Perusahaan penghasil baut memproduksi baut sejumlah 1 juta unit
   c. Industri garmen membuat baju dengan model dan ukuran yang sama dalam jumlah ribuan
   d. Wawan memesan aplikasi Android yang berfungsi untuk mengecek CCTV di rumahnya dari jarak jauh
   e. Industri sepatu membuat pantofel untuk jenis kasual dalam berbagai ukuran



Refleksi

Agar pembelajaran kita lebih efektif dan untuk mengetahui sejauh mana pemahamanmu, kalian dapat melakukan refleksi dengan menjawab pertanyaan berikut.

1. Materi apa yang sudah kalian ketahui sebelum masuk pada pembelajaran ini?
2. Materi apa yang belum kalian kuasai?
3. Materi apa yang menurut kalian mudah dikuasai?
4. Materi apa yang menurut kalian mampu meningkatkan pengalaman?
5. Apabila ada materi yang belum dikuasai, apa yang akan kalian lakukan agar pemahaman kalian menjadi lebih baik?



6. Berikan tanda centang pada kriteria yang sesuai dengan penguasaan materi kalian.

No	Materi Pembelajaran	Baik	Cukup	Kurang
1	Perancangan Produk (*Design for X*)			
2	Mata rantai pasok			
3.	Mata rantai logistik,			
4.	Proses produksi			
5.	Perawatan Mesin			
6.	Pengelolaan SDM			

KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Dasar-Dasar Teknik Mesin
untuk SMK/MAK Kelas X
Penulis: **Heri Yudianto dan Ahya' Alimuddin**
ISBN: 978-623-194-530-3 (PDF)

Bab 2 PERKEMBANGAN TEKNOLOGI DI INDUSTRI MANUFAKTUR



Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kalian dapat:

1. Memahami perkembangan teknologi manufaktur
2. Memahami *Internet of Things* dan teknologi digital dalam dunia industri
3. Memahami isu pemanasan global dan perubahan iklim
4. Memahami aspek-aspek ketenagakerjaan
5. Memahami *life cycle* produk industri, *reuse*, dan *recycling* produk.

Pertanyaan Pemantik

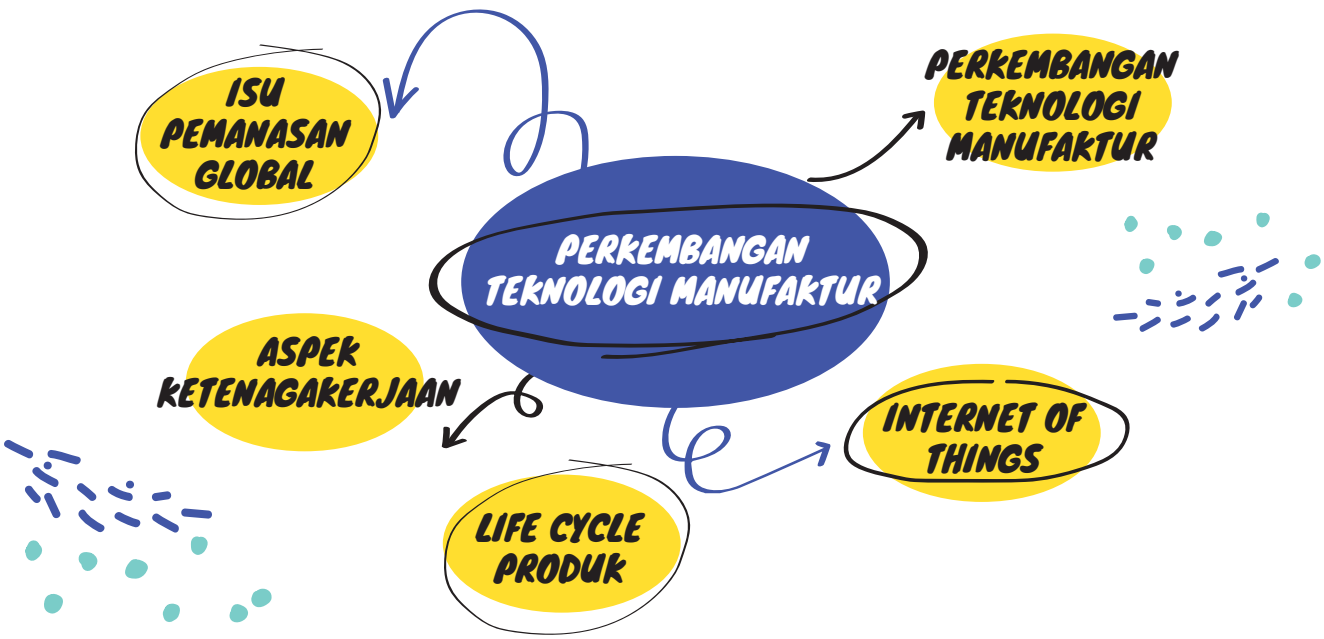
Tahukah kalian, pada tahun 2025 nanti diprediksi 85 juta pekerjaan di dunia akan hilang karena telah tergantikan oleh kecerdasan buatan ataupun robot?

Kata Kunci

- *Internet of Things*
- isu pemanasan global
- aspek- aspek ketenagakerjaan
- *life cycle* produk industri

Peta Konsep

Agar lebih mudah memahami materi pada bab ini, perhatikan peta konsep berikut.



Apersepsi

Smartphone yang kalian gunakan sehari-hari adalah perwujudan dari kecanggihan teknologi. Benda tersebut merupakan produk dari teknologi modern di bidang telekomunikasi. Saat ini kita akan memasuki revolusi industri 4.0 yang memaksimalkan penggunaan teknologi automasi untuk kebutuhan manusia sehari-hari. Contohnya, melalui penggunaan *Artificial Intelligence* (AI), *Internet of Things* (IoT), data *science*, dan pengolahan *big data*. Sebagai insan pemelajar dunia teknologi, tentu kalian harus mengikuti perkembangan teknologi. Hal ini karena perkembangan teknologi tak bisa dibendung sehingga harus terus diikuti dan diadaptasi dalam kehidupan.

A. Perkembangan Proses Industri Manufaktur

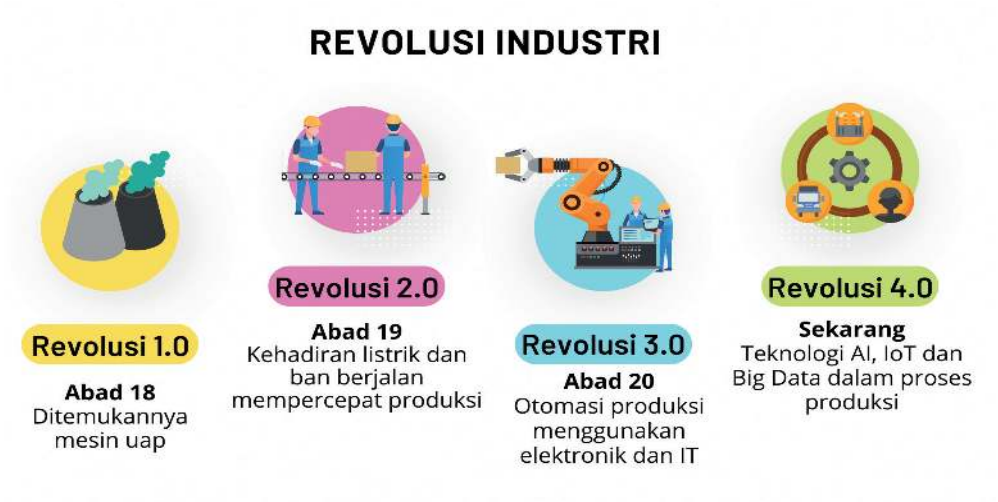
Sebelum mempelajari materi ini, kamu dapat melakukan aktivitas berikut.

Aktivitas 1 AYO BERDISKUSI

Apakah di rumah kalian ada sebuah mesin yang bekerja untuk kalian? Coba kalian tulis mesin apa saja itu, dan apa yang akan terjadi apabila mesin-mesin tersebut rusak. Diskusikan dengan teman sebangku kalian!

Teknologi hadir untuk membantu pekerjaan manusia sehingga keberadaannya saat ini menjadi hal yang tak terpisahkan dari kehidupan kita. Begitu juga dengan dunia industri di mana alat-alat modern berhasil diciptakan. Teknologi pada mesin pengolah bahan mentah menjadi barang jadi memberikan tingkat akurasi dan efisiensi yang tinggi. Kecepatan proses produksi dan kecermatan dalam dimensi produk akan memberikan keuntungan berlipat ganda bagi industri. Akan tetapi keuntungan tersebut juga menimbulkan hal yang ironis, yaitu berkurangnya peran manusia sebagai operator mesin.

Pengurangan tenaga kerja adalah hal yang tak bisa dihindari dengan hadirnya kemajuan teknologi.



Gambar 2.1 Perjalanan Revolusi Industri 1.0 hingga 4.0
Sumber: Ahya Alimuddin (2022)

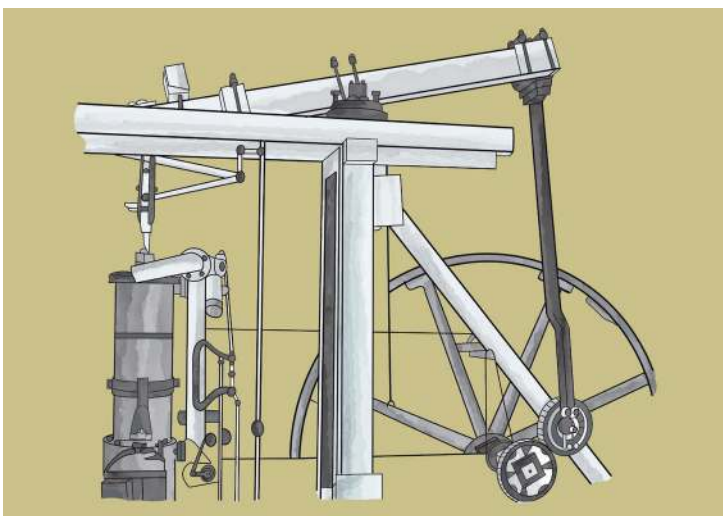
Kita sering mendengar istilah revolusi industri, yaitu sebuah siklus perkembangan dalam dunia industri yang ditandai dengan beberapa penemuan. Sebelum itu, ada keadaan ketika manusia bergantung pada tenaga hewan, sumber makanan dari tumbuhan, dan menggunakan kayu bakar sebagai sumber energi. Manusia juga menggunakan kincir angin dan kincir air untuk menangkap energi. Semua kegiatan manusia pada masa itu memanfaatkan siklus energi yang terjadi di antara bumi dan matahari. Saat itu, manusia hanya mengandalkan tenaga otot, air, dan angin untuk menggerakkan apa pun. Manusia masih sangat bergantung pada kondisi alam dan belum mampu menyimpan energi dalam jumlah besar dan jangka waktu yang lama. Kondisi ini tentu saja menghambat kemajuan perekonomian. Tenaga kerja tidak tersedia sebanyak yang dibutuhkan dan ini merupakan bentuk non-efisiensi waktu dan tenaga.

Semuanya berubah sejak revolusi industri, yang dimulai sekitar tahun 1750 di Inggris. Orang-orang mulai menebang pohon untuk membangun rumah, membuat kapal serta untuk kayu bakar. Selanjutnya, mereka menemukan sumber energi lain yang

menghasilkan energi lebih besar, yaitu bahan bakar fosil berupa batu bara, minyak bumi, dan gas alam. Sumber batubara yang lebih mudah ditemukan di lapisan bumi menjadi pilihan utama sebagai sumber energi sehingga mereka mulai menggali dan menambang batu bara.

.

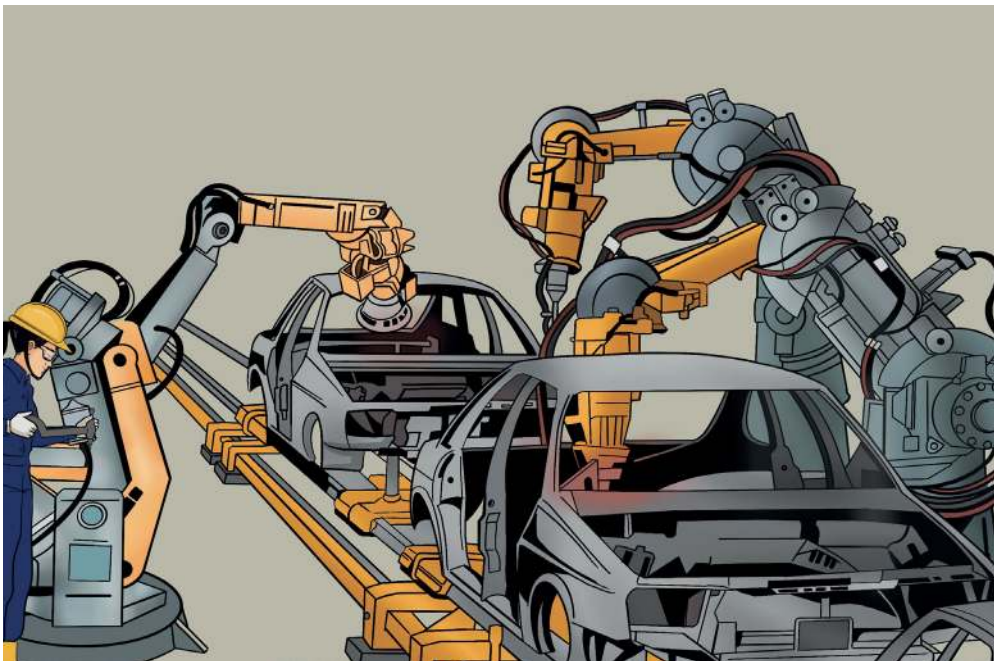
Kemudian seorang ilmuwan Inggris James Watt (1736-1819) merancang sebuah mesin yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar. Batu bara yang dibakar menghasilkan uap yang dapat menggerakkan piston dan digunakan sebagai mesin penggerak. Penemuan mesin uap telah meningkatkan efisiensi penggilingan gandum saat itu. Mereka tidak lagi membutuhkan energi air dan angin untuk menggerakkan mesin giling gandum. Saat itu bahkan sebuah kapal laut bermesin uap dapat berlayar selama 24 jam tanpa henti selama pasokan batu bara terus tersedia. Mesin uap inilah yang menjadi salah satu pendorong terjadinya revolusi industri pertama khususnya di Inggris dan Eropa yang dikenal dengan revolusi industri 1.0.



Gambar 2.2 Mesin uap buatan James Watt

Pada masa revolusi industri pertama, pengusaha manufaktur berlomba memanfaatkan mesin untuk menggantikan peran manusia sebagai penghasil barang. Perubahan cara pembuatan barang

tersebut memengaruhi beberapa industri seperti manufaktur tekstil, pertambangan, pembuatan kaca, dan pertanian. Pada awalnya produk tekstil sebagian besar terbuat dari wol dan dipintal dengan tangan. Dengan adanya penemuan mesin pemintal dan alat tenun, wol dapat digantikan oleh kapas yang bisa diproduksi lebih cepat. Hal ini secara otomatis mengurangi waktu dan biaya produksi serta menjadi titik tolak revolusi dalam industri tekstil. Revolusi industri pertama telah mengubah masyarakat dunia dari agraris atau bekerja sebagai petani menjadi masyarakat industri.



Gambar 2.3 Ilustrasi ban berjalan pada industri otomotif
Sumber: scholarlykitchen.sspnet.org/Pinterest

Revolusi industri kedua berlanjut dengan ditemukannya "Ban Berjalan" atau *conveyor belt* yang digerakkan listrik pada tahun 1913. Penemuan ini meningkatkan *output* barang yang diproduksi oleh pabrik, yaitu satu produk dikerjakan oleh banyak orang sesuai bagiannya masing-masing. Misalnya dalam proses perakitan TV, komponen elektronik dirakit oleh pekerja A, kemudian TV diletakkan di atas ban berjalan ke bagian B yang memasang tabung luarnya, dan

terus berlanjut ke bagian berikutnya. Proses ini meningkatkan jumlah barang yang dapat diproduksi oleh pabrik.



Gambar 2.4 Peserta didik SMK mempraktikkan mesin frais konvensional
Sumber: Kemendikbudristek/Ahya Alimuddin (2022)

Pada masa revolusi industri 2.0, proses produksi di bidang manufaktur masih berupa kegiatan konvensional. Perancangan desain produk dilakukan secara manual memanfaatkan pensil, bolpoin, penggaris, dan kertas gambar. Pengolahan bahan baku menggunakan mesin pemroses seperti bubut, frais, bor, gerinda, sekrap, dan las. Proses pengecoran logam juga dilakukan secara manual yang dimulai dari membuat cetakan hingga menuangkan besi cair. Sehingga kualitas *output* yang dihasilkan sangat tergantung pada kemampuan operator. Untuk mengetahui penggunaan salah satu mesin konvensional di dunia manufaktur kalian dapat melihat video pada tautan berikut.

https://youtu.be/toI-h-hav70
Sumber: SMK SMTI Pontianak/Youtube

Revolusi industri 3.0, atau revolusi digital dimulai dengan penemuan mesin yang bergerak dan berpikir secara otomatis. Komputer dan robot memberikan dampak besar bagi pekerjaan manusia. Meski pada awalnya ukuran komputer yang dibuat sangat besar, akan tetapi kemampuan berpikir otomatis sebuah komputer telah memberikan harapan besar bagi dunia. Perubahan

ini telah menggantikan penggunaan mesin konvensional menjadi mesin yang sudah terprogram oleh komputer. Peran manusia hanya menjadi operator dan pengawas dari mesin-mesin tersebut.

Demikian juga halnya dalam dunia manufaktur, mesin-mesin konvensional dilengkapi komponen otomatisasi atau mengganti sepenuhnya dengan komputer. Contohnya *Computer Numerically Control* (CNC) yang digunakan pada mesin bubut dan frais. Bidang perancangan desain pun beralih menggunakan software komputer seperti *Autodesk Inventor* dan *SolidWork*. Penggunaan perangkat otomatisasi memudahkan proses produksi dan memiliki beberapa keuntungan antara lain meningkatkan produktivitas, meminimalkan kesalahan operator, menghemat waktu, dan meningkatkan ketelitian ukuran produk.



Gambar 2.5 Peserta didik SMK mempraktikkan mesin CNC *Milling*
Sumber: Kemendikbudristek/Ahya Alimuddin (2022)

Revolusi industri secara umum terjadi perlahan dan dalam jangka yang lama, namun perubahan dari era industri 3.0 menuju 4.0 berlangsung cepat. Pada awal abad 21 penggunaan komputer dan robot tidaklah hilang, melainkan mengalami peningkatan kemampuan. Selain itu, bentuk komputer yang semakin praktis menjadikan penggunaan komputer terus meningkat pesat. Contoh peningkatan kemampuan komputer pada era ini adalah dengan diciptakannya kecerdasan buatan (AI), robotika, *Internet of Things* (IoT), pencetakan logam 3D, rekayasa genetika, komputasi kuantum, dan teknologi lainnya. Hal yang paling terasa dalam revolusi industri 4.0

adalah penggunaan internet pada komputer yang dapat menghubungkan seluruh dunia tanpa melalui kontak fisik..

Aktivitas 2 **AYO BERPIKIR KRITIS**

Simaklah video pada tautan berikut kemudian jawablah pertanyaan yang diberikan.

Apakah menurutmu kehadiran robot dan kecerdasan buatan pada Revolusi Industri 4.0 akan mengancam peran manusia dalam industri? Jelaskan alasanmu!

https://bit.ly/ironsmk
Sumber: Nas Daily/ Youtube

B. *Internet of Things* (IoT) dan Digitalisasi Industri

Sebelum kalian mempelajari tentang IoT kalian dapat melakukan kegiatan berikut.

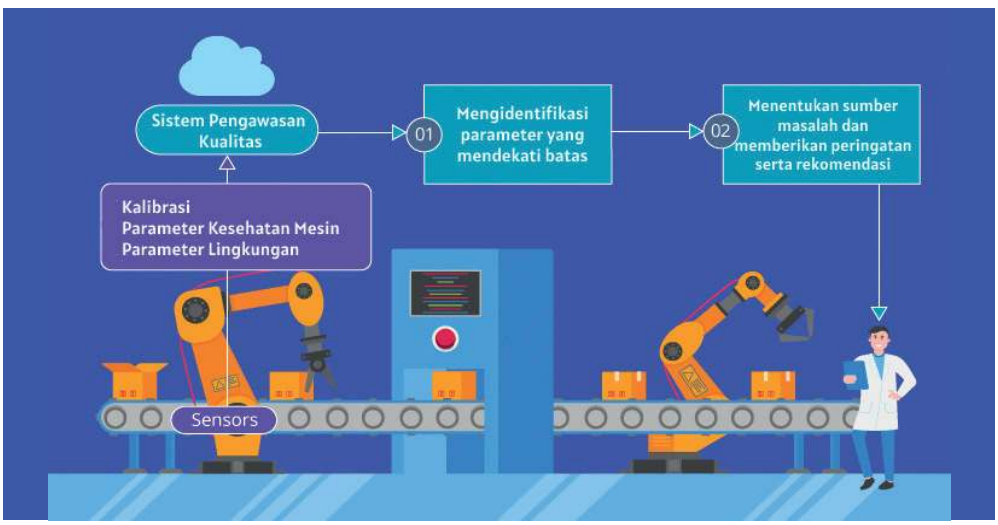
Aktivitas 3 **BEREKSPLORASI**

1. Apakah kalian pernah melanggar dan tertangkap kamera CCTV lalu lintas sehingga mendapatkan surat tilang?
2. Bagaimanakah sistem yang bekerja pada jalur tilang elektronik mulai dari kamera hingga mengirim surat tilang ke rumah? Carilah informasi bersama teman sebangku kalian.

Internet of Things (IoT) dalam industri adalah sebuah sistem yang terhubung dalam jaringan internet dengan tujuan saling berbagi data. Melalui IoT peralatan fisik dapat saling terhubung tanpa terhalang ruang. Penggunaan IoT pada industri adalah menggunakan jaringan sensor untuk mengumpulkan data dan kemudian mengubah data

tersebut dengan perangkat lunak menjadi laporan sistem produksi. Pemanfaatan IoT dalam dunia manufaktur berkaitan dengan sistem pengawasan dan pengoptimalan kinerja mesin.

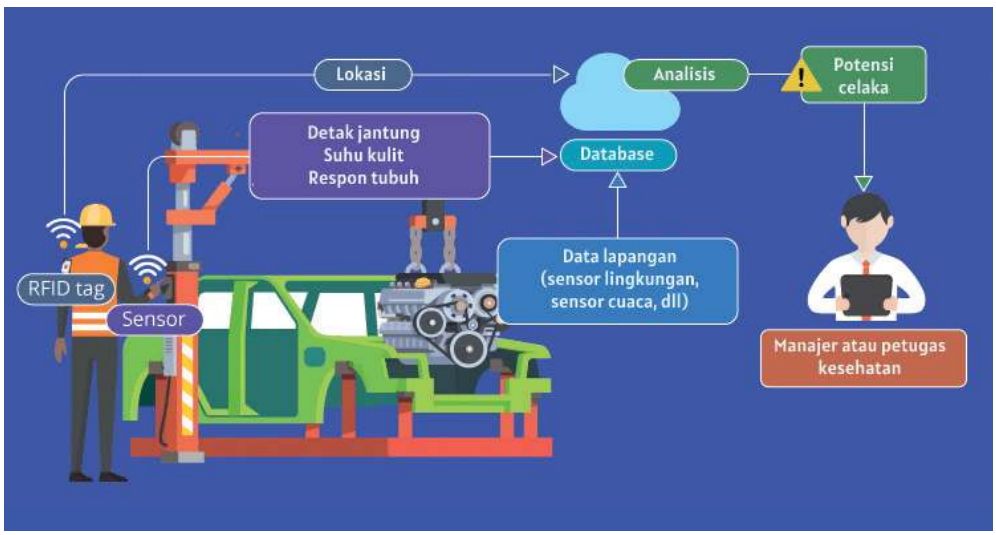
Penerapan IoT di industri sering disebut *Industrial Internet of Things* (IIoT). Penggunaan IIoT dapat menjadi solusi untuk mengontrol *output* produk yang dihasilkan oleh mesin. Sensor IIoT akan dipasang pada mesin untuk mengenali potensi gangguan sejak dini. Hal yang dipantau meliputi kalibrasi peralatan, kondisi mesin (kecepatan, getaran) dan kondisi lingkungan (suhu, kelembaban) untuk kemudian diidentifikasi saat melampaui ambang batas normal. Jika pembacaan sensor mendekati ambang batas maka akan menyebabkan potensi cacat produk. Selanjutnya monitor akan menunjukkan sumber masalah, memberi peringatan, dan merekomendasikan tindakan mitigasi untuk memperbaiki mesin dan meminimalkan keluarnya produk berkualitas rendah. Untuk lebih memahami IIoT kalian dapat melihat infografis IIoT yang disajikan melalui Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Infografis IoT untuk kontrol kualitas di Industri
Sumber: Ahya Alimuddin (2022)

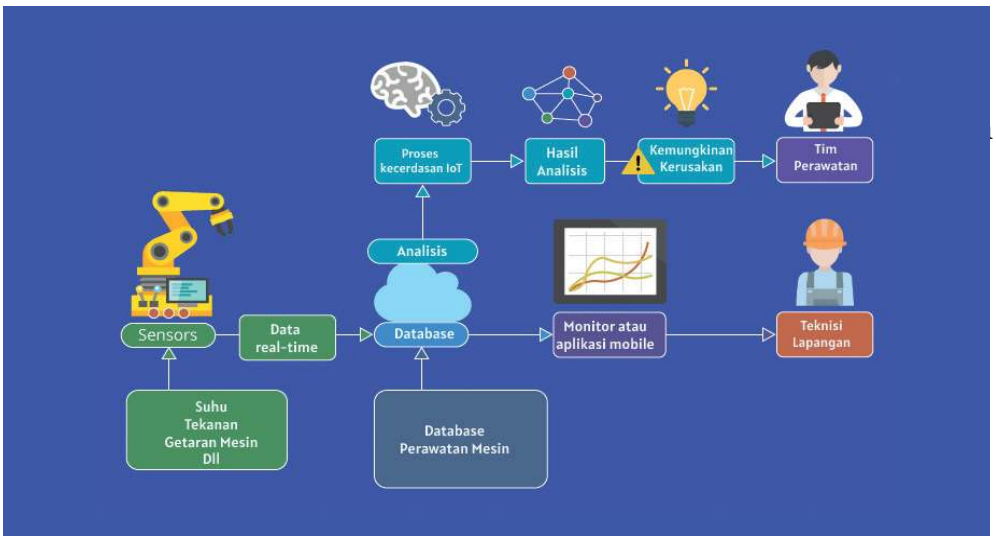
Berbagai sektor industri seperti pertambangan minyak dan transportasi menggunakan perangkat digital untuk mencegah terjadinya kecelakaan. Pekerja ditempeli sensor tubuh (RFID - *Radio*

Frequency Identification) yang mengumpulkan data tentang lokasi mereka, ritme detak jantung, suhu tubuh, dan parameter lainnya. Data diteruskan ke pusat penyimpanan data untuk dianalisis berdasarkan data lapangan dari sensor lain misalnya dari sensor lingkungan, sistem perencanaan kerja, dan cuaca. Hal ini dilakukan untuk mendeteksi pola perilaku yang tidak biasa seperti gerakan vertikal yang tiba-tiba, detak jantung yang tidak biasa dengan tujuan untuk mencegah kecelakaan pekerja, kelelahan, dan cedera lainnya sekaligus melaporkan ancaman keselamatan secara tepat waktu.



Gambar 2.7 Infografis IoT untuk kontrol keselamatan di Industri
Sumber: Ahya Alimuddin (2022)

Dengan metode yang sama, sensor IIoT juga bekerja untuk mendukung perawatan prediktif pada mesin. Sensor akan mengumpulkan data parameter mesin yang menentukan kesehatan dan kinerja mesin contohnya suhu, tekanan, dan frekuensi getaran. Data tersebut kemudian ditransmisikan ke pusat data dan digabungkan dengan metadata seperti model peralatan, konfigurasi, pengaturan operasional, riwayat penggunaan peralatan, sistem pemeliharaan dan sumber lainnya. Seluruh data kemudian dianalisis, divisualisasikan, dan disajikan kepada teknisi. Hal ini dilakukan untuk menghindari kerusakan mesin yang parah dan meminimalkan waktu henti mesin.



Smart Factory Manufacturing (SFM), yaitu sebuah konsep industri yang dirancang dengan berbagai teknologi. Penggunaan SFM dapat meningkatkan kinerja karyawan untuk membantu mengatasi tantangan, meraih tujuan bisnis, dan memperlancar jaringan logistik. Agar kalian lebih memahami tentang SFM kalian dapat melihat video pada tautan berikut.

https://bit.ly/smksmartf
Sumber: Deloitte US/ Youtube

Sistem perusahaan manufaktur yang dikontrol oleh IoT terbukti mampu meningkatkan efisiensi dan kemudahan kerja dengan keuntungan sebagai beriku.

1. Menciptakan lingkungan kerja yang aman
   Perangkat IoT memiliki berbagai sensor yang dapat memantau suhu, getaran, tegangan, arus, dan lainnya. Jadi, sensor ini dapat membantu mendeteksi kerusakan mesin melalui tanda peringatan dini.
2. Menambah nilai produk
   Penambahan IoT pada produk akan memudahkan pelanggan mendapatkan pelayanan pascajual. Pelayanan pascajual yang dapat diterima antara lain perawatan produk, rekaman perawatan yang dilakukan, dan info penjualan produk jika ingin menjual kembali produknya.

3. Proses logistik berjalan lancar
   Proses logistik pada distribusi barang akan sangat terbantu dengan sistem IoT. Hal ini karena jumlah stok akan terpantau dan manajemen rantai pasok akan lebih mudah untuk mengatur ketersediaan produk.
4. Penghematan biaya
   Sistem IoT akan membuat mesin bekerja dengan optimal karena waktu hentinya berkurang. Selain itu, penggunaan energi menjadi lebih efisien sehingga perusahaan dapat meminimalkan biaya operasional.
5. Penghematan waktu
   Sistem IoT membuat perusahaan memproduksi barang dengan lebih cepat dan efektif sehingga produk akan lebih cepat sampai ke pasar.
6. Produktivitas meningkat
   Sistem IoT akan meningkatkan produktivitas karena proses produksi dan suplai bahan baku berjalan lancar.

Aktivitas 4 **AYO BEREKSPLORASI**

Untuk melihat sejauh mana pemahaman kalian tentang materi IoT, kerjakan soal pada Quizizz dengan cara memindai atau mengklik tautan berikut. Bila muncul *invalid game code*, klik *Okay* saja. Kemudian masukkan kode Quizizz dari guru kalian dan klik *Join a game*.

https://bit.ly/quizsmk123

C. Isu Pemanasan Global

Sebelum kamu mempelajari tentang pemanasan global kamu dapat melakukan aktivitas berikut.

Aktivitas 5 **AYO BERPIKIR KRITIS**

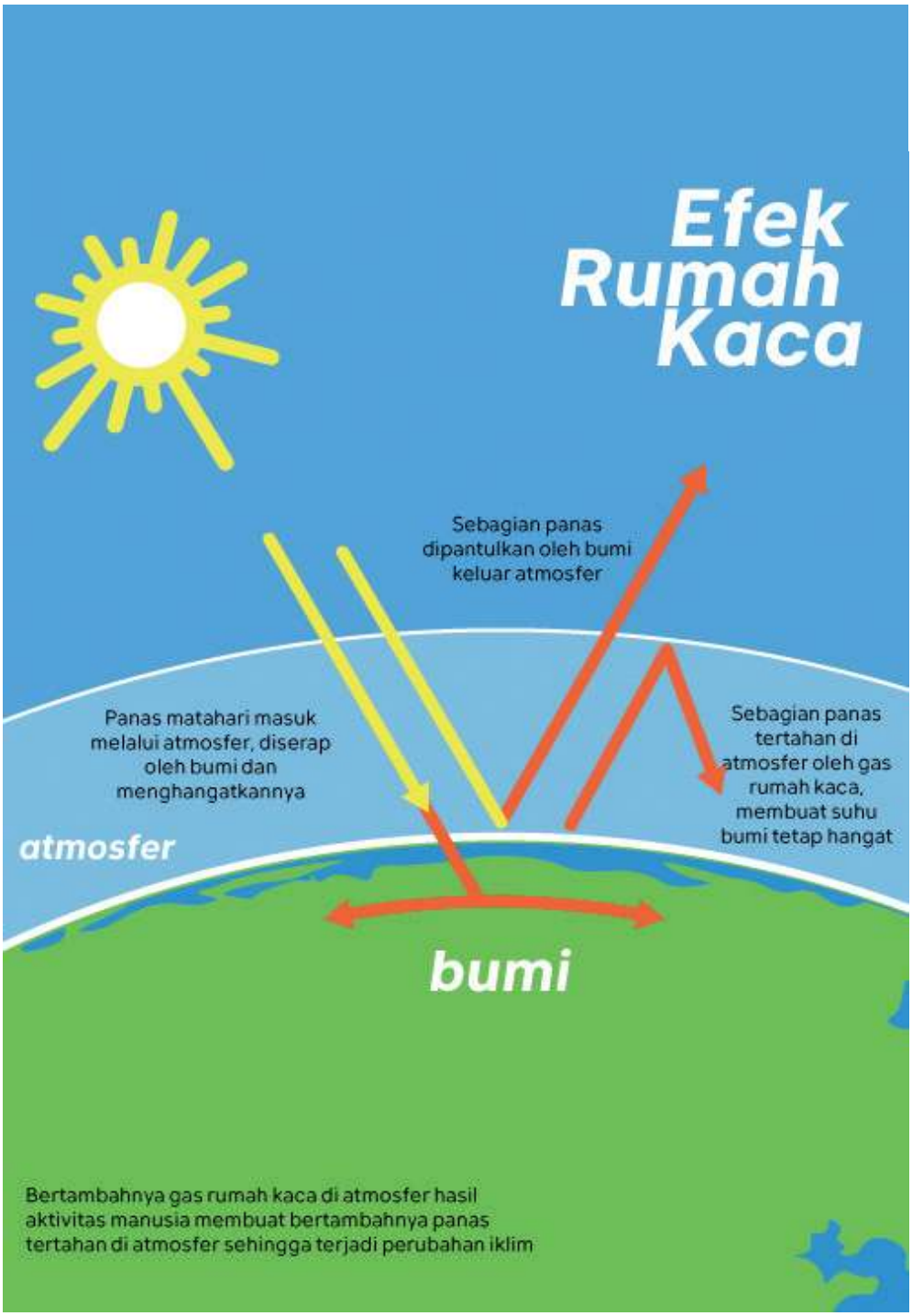
Simaklah video pada tautan berikut kemudian jawablah pertanyaan yang diberikan.

Setelah melihat video, menurut kalian apakah industri manufaktur berperan serta dalam menyumbang peningkatan pemanasan global?

https://youtu.be/MOov-5KbTF4
Sumber: Kuriositas/Youtube

Pemanasan global adalah fenomena meluas yang diakibatkan oleh kegiatan manusia terutama dalam penggunaan bahan bakar yang berasal dari pengolahan fosil dan alih guna hutan. Setiap saat suhu permukaan bumi meningkat karena tingginya emisi gas rumah kaca. Efek rumah kaca sendiri sebenarnya sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup, seperti melindungi tanaman dari panas dan dingin yang berlebihan dan mencegah hama. Akan tetapi jika berlebihan dari kondisi normalnya maka efek rumah kaca akan bersifat merusak.

Revolusi industri pertama menyebabkan peralihan dari tenaga manual ke mesin-mesin penghasil emisi rumah kaca. Hal ini menjadi salah satu penyebab pemanasan global. Selain itu, efek rumah kaca juga diakibatkan oleh penebangan hutan, limbah pertanian, penggunaan listrik berlebihan, dan polusi kendaraan bermotor. Jika dilihat dari sumbernya, efek rumah kaca bisa diakibatkan dari aktivitas manusia yang memunculkan emisi gas berlebih. dengan demikian, solusi untuk mengurangi pemanasan global adalah dengan mengubah pola hidup dan perilaku dalam kehidupan sehari-hari.



Gambar 2.9 Infografis efek rumah kaca
Sumber: DitjenPPI

Kita harus turut serta dalam gerakan penyelamatan bumi dari efek rumah kaca. Berikut beberapa langkah meminimalkan efek dari pemanasan global.

1. Konservasi lingkungan, dengan melakukan penanaman pohon dan penghijauan di lahan-lahan kritis. Tumbuhan hijau memiliki peran mengurangi gas karbon dioksida melaui proses fotosintesis.
2. Hemat energi, dengan menggunakan energi yang bersumber dari energi alternatif guna mengurangi penggunaan energi bahan bakar fosil (minyak bumi dan batu bara). Misalnya dengan menggunakan mobil tenaga surya ataupun listrik. Selain itu, tidak sering menggunakan kendaraan pribadi, melainkan menggunakan transportasi umum. Hal lain yang dapat dilakukan adalah dengan menghemat penggunaan listrik dan air di rumah.
3. Mengurangi penggunaan peralatan yang mengandung klorofluorokarbon seperti pendingin ruangan. Sebagai upaya untuk mengatasi suhu ruangan yang panas, kita dapat merancang bangunan yang mempunyai banyak ventilasi udara sehingga tidak perlu memakai pendingin ruang. Akan tetapi, bila penggunaan pendingin ruangan terpaksa diperlukan maka dapat menggunakan pendingin ruangan yang ramah lingkungan.
4. Melakukan upaya *reduce*, *reuse*, dan *recycle* dalam kehidupan seharihari. Langkah *reduce* (mengurangi) dapat berupa meminimalisir penggunaan kemasan plastik. Sedangkan reuse (menggunakan kembali) dapat dicerminkan dengan penggunaan benda-benda bekas seperti kantong atau botol plastik. Yang terakhir *recycle* (daur ulang) dilakukan dengan mendaur ulang limbah menjadi sesuatu yang bermanfaat.
5. Menghemat penggunaan perangkat elektronik seperti televisi, komputer, mesin cuci, AC, dan *handphone*. Bila tidak sedang dipakai, apalagi dalam jangka waktu lama lebih baik mencabut stop kontak perangkat tersebut. Bisa juga dengan mengganti lampu rumah dengan lampu LED beserta sensor cahaya agar mati secara otomatis.

D. Pengelolaan Sumber Daya Manusia

Sebelum mempelajari tentang materi ini kalian dapat melakukan aktivitas berikut.

Aktivitas 6 **AYO BERLITERASI**

Lulusan SMK diharapkan mampu melakukan B-M-W. B-M-W adalah singkatan dari Bekerja – Meneruskan pendidikan - Wirausaha. Bekerja menjadi pilihan mayoritas lulusan SMK. Apabila kita membaca berita banyak ditemukan hal terkait pelanggaran terhadap hak karyawan. Carilah berita yang berkaitan dengan hal tersebut melalui internet. Diskusikan alasan permasalahan tersebut dengan teman sebangkumu.

Seorang karyawan perlu memiliki pengetahuan tentang hak dan kewajiban ketika berhubungan dengan perusahaan. Pemenuhan hak dan kewajiban memiliki tujuan untuk menjaga hubungan baik dan saling menguntungkan antara karyawan dan perusahaan. Pemahaman tentang tenaga kerja perlu dilakukan agar hak dan kewajiban dapat terpenuhi. Menurut UU No. 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan Bab I pasal 1 ayat 2, tenaga kerja adalah setiap orang yang mampu melakukan pekerjaan guna menghasilkan barang dan/atau jasa baik untuk memenuhi kebutuhan sendiri maupun untuk masyarakat. Hak dan kewajiban pekerja telah diatur oleh undang-undang. Apabila kalian nanti bekerja, kalian harus memahami hak dan kewajiban sebagai pekerja.

Hak-hak karyawan yang wajib dipenuhi oleh perusahaan adalah sebagai berikut.

1. Hak memperoleh upah

Upah atau sering diistilahkan sebagai gaji, merupakan imbalan yang diberikan oleh pemberi kerja kepada pekerjanya. Pada umumnya upah diberikan dalam bentuk uang. Hak memperoleh upah adalah hak mendasar yang dimiliki oleh karyawan.

2. Hak mendapatkan kesempatan dan perlakuan yang sama

Perusahaan berkewajiban memberikan keadilan bagi seluruh pekerja sesuai dengan tugas dan fungsi masing-masing. Peraturan perundang-undangan menyebutkan setiap tenaga kerja memiliki kesempatan yang sama untuk memperoleh pekerjaan.

3. Hak mendapatkan pelatihan kerja

Karyawan memiliki hak untuk meningkatkan kompetensinya. Kompetensi dalam hal pekerjaan atau hal lain dapat ditingkatkan untuk mengembangkan potensi dan daya kreasi. Peningkatan kompetensi bertujuan untuk meningkatkan kecerdasan dan keterampilan kerja.

4. Hak memiliki waktu kerja yang proporsional

Waktu kerja berdasarkan Undang-undang Cipta Kerja Nomor 11 Tahun 2020 Pasal 81 No. 21 adalah sebagai berikut.

a. Tujuh jam setiap hari dan empat puluh jam seminggu untuk enam hari kerja.
b. Delapan jam setiap hari dan empat puluh jam seminggu untuk lima hari kerja.

5. Hak untuk mendapatkan kesehatan dan keselamatan kerja

Hak ini diperlukan agar karyawan merasa aman ketika melakukan pekerjaan sehari-hari dalam rangka meningkatkan produksi dan produktivitas nasional. Oleh karena itu, karyawan harus dilindungi dari berbagai persoalan yang mengganggu di sekitarnya.

6. Hak untuk mendapatkan kesejahteraan

Karyawan beserta keluarganya berhak memperoleh jaminan sosial tenaga kerja.

7. Hak bergabung dengan serikat pekerja

Setiap karyawan berhak mendirikan dan menjadi anggota perserikatan tenaga kerja. Perserikatan tenaga kerja atau serikat pekerja perlu diadakan untuk melindungi dan memperjuangkan kepentingan tenaga kerja. Penyampaian aspirasi dilakukan sesuai

aturan, yaitu memiliki ijin dari kepolisian, tidak menganggu ketertiban, dan dilarang menggunakan kekerasan.

8. Hak cuti

Perusahaan wajib memberi waktu istirahat dan cuti pada karyawan. Jumlah cuti yang diberikan oleh perusahaan sekurangnya dua belas hari kerja setelah karyawan tersebut bekerja selama satu tahun secara terus-menerus.

9. Hak khusus pekerja perempuan

Karyawan perempuan berhak mendapatkan cuti pada hari pertama dan kedua saat haid serta cuti selama satu setengah bulan sebelum melahirkan dan satu setengah bulan setelah melahirkan. Hak tersebut juga berlaku bagi karyawan wanita yang mengalami keguguran.

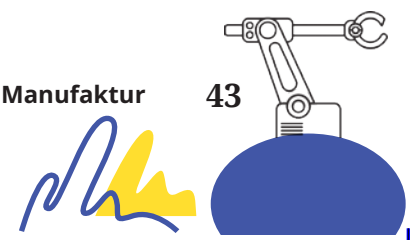
Selain hak yang harus dipenuhi, karyawan juga memiliki kewajiban yang harus dilakukan. Kewajiban seorang karyawan pada perusahaan adalah sebagai berikut.

1. Kewajiban ketaatan

Setiap karyawan memiliki kewajiban untuk taat pada atasan terkait dengan pekerjaan di perusahaan. Setiap perusahaan memiliki aturan kerja yang menjadi budaya kerja di tempat tersebut. Contohnya, aturan 5K, yaitu ketelitian, kerapian, kebersihan, keteraturan dan kedisiplinan. Apabila pekerja melanggar ketentuan kontrak, perusahaan dapat mengeluarkan surat peringatan pertama, kedua hingga ketiga yang dapat diakhiri dengan pemecatan. Kejadian tersebut dianggap tidak menyalahi aturan karena sudah diatur dalam perjanjian kerja yang disepakati oleh kedua belah pihak.

Beberapa hal yang perlu diwaspadai bagi karyawan untuk tidak mematuhi perintah yang diberikan.

a. Sesuatu yang amoral seperti perintah untuk menipu, menyuap, dan lain sebagainya.



b. Sesuatu yang tidak wajar seperti perintah untuk merenovasi rumah atasan.
c. Sesuatu yang berlebihan dan tidak sesuai tugas pokoknya



Gambar 2.10 Kedisiplinan pekerja di pabrik garmen
Sumber: Garry Lotulung/ Kompas.com (2021)

2. Kewajiban konfidensial

Kewajiban konfidensial adalah kewajiban untuk menyimpan informasi yang bersifat rahasia perusahaan, baik itu resep rahasia maupun strategi penjualan. Setiap perusahaan akan mengadakan perjanjian kerja pada saat penandatanganan kontrak dengan karyawan. Dalam perjanjian kerja tersebut dicantumkan persetujuan karyawan untuk menyimpan rahasia perusahaan dan tidak akan menyebarluaskannya. Jika pekerja melanggar, perusahaan dapat menuntut karyawan secara hukum. Contohnya, PT Kecap Nomor Satu memproduksi sebuah merek kecap yang sangat laris di pasaran. Oleh karena itu, banyak kompetitor yang berusaha menyainginya. Perusahaan tentu saja akan menjaga resepnya agar tidak bocor dengan mengikat karyawan melalui kewajiban konfidensialitas.

3. **Kewajiban loyalitas**

   Karyawan harus membantu perusahaan mencapai visi dan misi dengan loyalitas tinggi. Loyalitas karyawan bisa berupa kedisiplinan yang tinggi, menaati aturan kerja, etika dan moral kerja yang baik, serta memiliki semangat kerja yang tinggi.

4. **Menjaga etos kerja**

   Karyawan wajib memiliki semangat atau etos kerja untuk memberikan hasil terbaik bagi perusahaan. Etos kerja dapat ditumbuhkan melalui hubungan timbal balik yang baik antara karyawan dan perusahaan. Kenyamanan dalam sebuah perusahaan juga dapat meningkatkan etos kerja karyawannya. Karyawan dengan semangat atau etos kerja tinggi akan memberikan hasil kerja yang baik. Agar memiliki etos kerja tinggi, kalian bisa memulai dari diri sendiri dan tidak bergantung pada perusahaan.

E. *Life Cycle* Produk

Sebelum mempelajari materi ini kamu dapat melakukan kegiatan berikut.

Aktivitas 7 **AYO BEREKSPLORASI**

Simaklah video pada tautan berikut kemudian jawablah pertanyaan yang diberikan.

Setelah melihat video tersebut, apa pesan yang kalian dapatkan dengan runtuhnya kejayaan sebuah produk?

https://bit.ly/nokiafall
Sumber: GA Story/ Youtube

Life cycle dapat berarti siklus hidup suatu produk. *Life cycle* bermakna bahwa sebuah produk dapat tercipta, berkembang, laris terjual, lalu hilang dari pasaran. Sebuah produk diciptakan dari sebuah

ide lalu dikembangkan menjadi wujud nyata. Suatu produk akan sulit bertahan jika tidak dilakukan penelitian dan pengembangan lebih lanjut. Oleh karena itu, sebuah perusahaan memiliki divisi penelitian dan pengembangan (*Research and Development* – R&D). Tugas divisi ini adalah membuat produk dapat bertahan di pasaran dan berpotensi memberikan keuntungan secara terus-menerus.

Dengan mempelajari *life cycle*, manajemen perusahaan dapat menentukan waktu yang tepat untuk mengeksekusi strategi kelangsungan suatu produk seperti meningkatkan promosi, memperbanyak produksi, mengatur harga, memberikan diskon, memperluas pasar, atau memberikan penyegaran ulang pada kemasan. Tahapan *life cycle* produk terbagi menjadi empat, yaitu pengenalan, pertumbuhan, kematangan, dan penurunan.

1. Pengenalan

Tahap ini dilakukan untuk memberi tahu konsumen akan keberadaan dan manfaat suatu produk. Kegiatan yang bisa dilakukan misalnya promosi melalui media, pemberian diskon, endorsemen media sosial, penyebaran produk gratis untuk dicoba , dan menjadi sponsor kegiatan masyarakat.

2. Pertumbuhan

Tahap pertumbuhan ditandai dengan peningkatan produksi karena naiknya permintaan, hingga perluasan stok produk. Salah satu contohnya adalah penggunaan kendaraan listrik. Mungkin saat ini produknya belum banyak yang mengenal, namun inovasi terus dilakukan secara konsisten. Potensi penjualan pun diprediksi akan terus meningkat seiring memasuki fase kematangan dari inovasi produknya.

3. Kematangan

Tahap ini merupakan tahap yang paling menguntungkan. Hal ini karena produk sudah dikenal dan digunakan secara terus-menerus. Adapun biaya produksi dan pemasaran pada tahap ini akan semakin menurun.

4. Penurunan

Tahap ini terjadi jika sebuah produk tidak mampu bersaing dengan para kompetitornya. Ketika suatu produk sukses, tentu perusahaan lain akan meniru dengan meningkatkan kualitas atau menawarkan harga lebih rendah. Produk kemungkinan akan kehilangan konsumen dan penjualan akan mulai menurun. Penyebab hal ini adalah perubahan selera pasar, perubahan teknis lapangan, kurang inovasi, munculnya pesaing, dan permasalahan pada hak paten.



Gambar 2.11 Tahapan Siklus Hidup Produk
Sumber: Diolah dari www.economicshelp.org

Kisah Inspiratif

Mari kita melihat video tentang *Internet of Things* dibawah ini.

https://youtu.be/-9YM87KMtfM

Sumber: KemkominfoTV/Youtube

Pengayaan

Jika kalian tertarik dengan materi ini dan ingin mendalaminya lebih jauh, berikut kegiatan yang dapat kalian lakukan.

1. Mintalah surat pengantar dari sekolah untuk berkunjung ke perusahaan manufaktur di sekitar lingkungan kalian.
2. Carilah informasi tentang inovasi yang dilakukan perusahaan untuk mengembangkan produknya.
3. Posting informasi yang didapatkan melalui akun media sosial yang kalian miliki kemudian tandai akun guru kalian.

Ayo Merangkum

Setelah kalian menyelesaikan aktivitas dalam bab ini, silakan kalian rangkum materi-materi penting dalam buku catatan kalian. Kemudian diskusikan hasil rangkuman kalian dengan teman sebangku kalian.

Uji Kompetensi

A. Soal Pilihan Ganda

Pilihlah salah satu jawaban yang menurutmu paling benar!

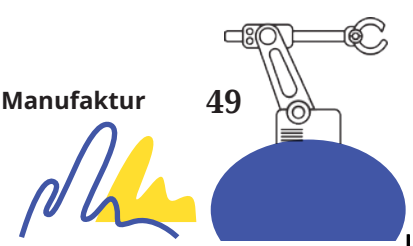
1. Ciri-ciri yang menandai terjadi Revolusi Industri 1.0 adalah . . . .
   a. Orang-orang menebang pohon untuk membangun rumah, membuat kapal serta untuk kayu bakar
   b. Masyarakat menggali dan menambang batubara jumlah besar
   c. Terciptanya mesin yang menghasilkan uap untuk menggerakkan piston
   d. Ditemukannya "Ban Berjalan" atau *conveyor belt* yang digerakkan listrik
   e. Perancangan desain gambar produk dilakukan dengan manual.

2. Berikut yang bukan merupakan dampak dari Revolusi Industri 3.0 terhadap proses produksi manufaktur adalah . . . .
   a. Produktivitas meningkat
   b. Meminimalisasikan kesalahan operator
   c. Menghemat waktu
   d. Tingkat ketelitian ukuran produk meningkat
   e. Tenaga manusia digantikan kecerdasan buatan.

3. UPJ di bengkel SMK Teknik Pemesinan ingin mengerjakan pesanan produk berupa *adjuster bolt* sebanyak 10 buah. Alat produksi yang dibutuhkan adalah . . . .
   a. Mesin bubut
   b. Mesin *frais*
   c. CNC *milling*
   d. Mesin katrol
   e. Mesin gerinda

4. Undang-undang yang mengatur hak dan kewajiban karyawan adalah . . . .
   a. UU No. 18 tahun 2003
   b. UU No. 13 tahun 2003
   c. UU No. 13 tahun 2013
   d. UU No. 16 tahun 2003
   e. UU No. 13 tahun 2006

5. Meningkatnya permintaan pasar disertai peningkatan jumlah produksi, hingga perluasan ketersediaan produk adalah ciri dari siklus produk . . . .
   a. Pengenalan
   b. Pertumbuhan
   c. Kematangan
   d. Penurunan
   e. Peningkatan



B. Soal Pilihan Ganda Kompleks

Pilihlah jawaban yang benar dengan memilih jawaban lebih dari satu.

1. Sistem IoT untuk manufaktur (IIoT) berkaitan dengan kegiatan operasional seperti memantau dan mengoptimalkan kinerja peralatan, kontrol kualitas produksi dan interaksi manusia ke mesin. Berikut yang merupakan contoh penerapan IioT adalah . . . .
   a. Memindahkan barang yang sedang diproses dari satu meja ke meja yang lain
   b. Mencegah terjadinya kecelakaan kerja pada karyawan
   c. memberi peringatan bila terjadi sesuatu yang tidak normal pada mesin
   d. mengontrol *output* produk yang dihasilkan oleh mesin
   e. Memasarkan produk

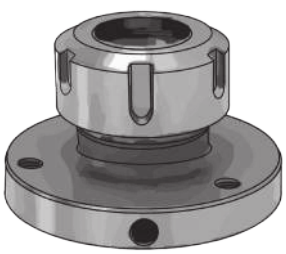
2. Efisiensi kerja industri yang bisa dihasilkan dari penggunaan IIoT adalah . . . .
   a. Menambah nilai produk
   b. Gaji karyawan bisa ditekan
   c. Menjamin kelancaran logistik
   d. Menghemat waktu produksi
   e. Sebagai pengendalian dan pemberian instruksi.

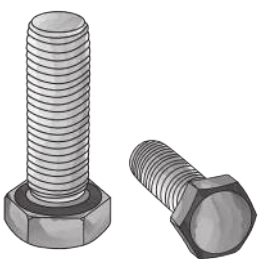
3. Gunawan adalah peserta didik kelas XI di SMK Teknik Pemesinan dan saat ini dia sedang menjalani Praktik Kerja Lapangan (PKL) di industri pengecoran logam. Keterampilan manufaktur yang didapatkan Gunawan dari tempat PKL adalah . . . .
   a. Perancangan tuangan
   b. Desain pola
   c. Penekukan pelat
   d. Pengelasan
   e. Peleburan

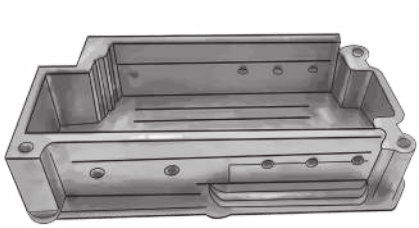
4. Mesin produksi konvensional banyak digunakan di era Revolusi Industri 3.0 salah satunya adalah mesin frais. Benda berikut yang diproses dengan menggunakan mesin frais adalah . . . .

a. 

b. 

c. 

d. 

e. 

5. Revolusi Industri menjadi tonggak perubahan pola hidup masyarakat dunia. Peningkatan pendapatan rumah tangga membawa perubahan sosial, ekonomi dan budaya. Sampai saat ini, Revolusi Industri berkembang beriringan dengan kemajuan teknologi. Berikut yang merupakan dampak positif dari Revolusi Industri adalah . . . .
   a. Meningkatkan jumlah produksi barang
   b. Mekanisasi besar-besaran pada industri
   c. Pemanasan global yang semakin meningkat
   d. Memperbesar jumlah orang kaya
   e. Menyebabkan menurunnya konsumsi masyarakat



Refleksi

Agar pembelajaran kita lebih efisien dan untuk mengetahui sejauh mana pemahamanmu, kamu dapat melakukan refleksi dengan menjawab pertanyaan berikut.

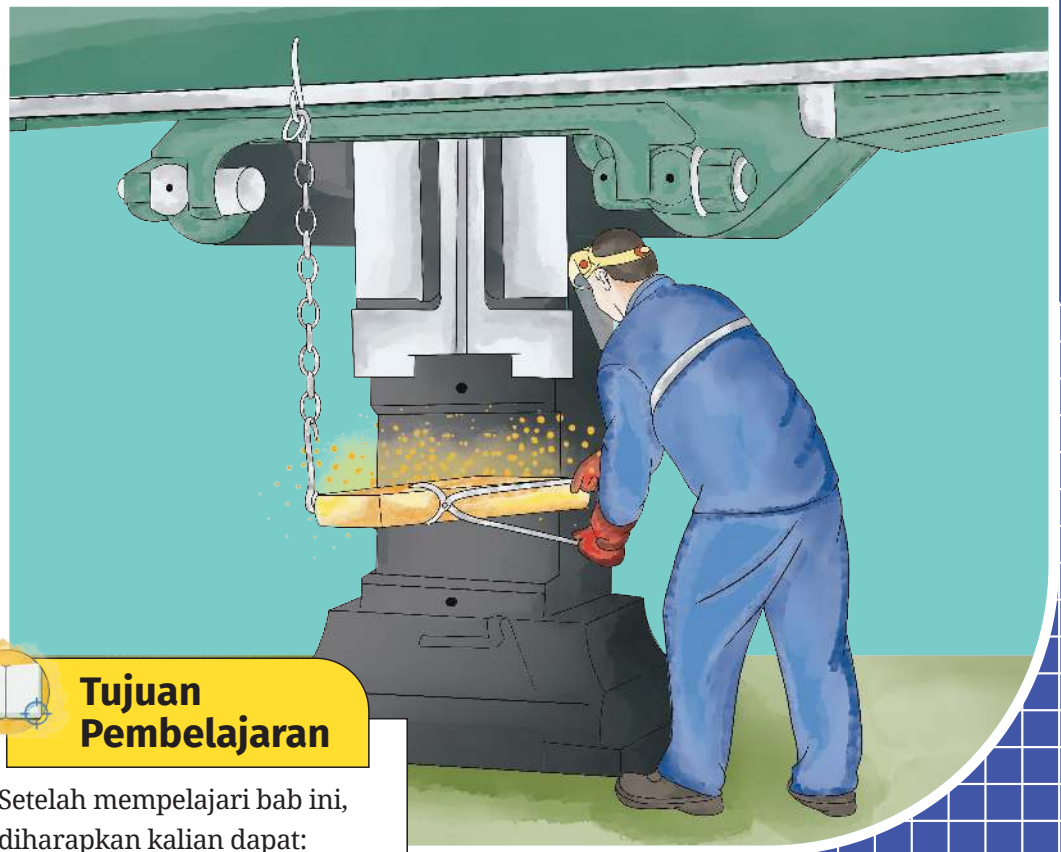
1. Materi apa yang belum kalian kuasai?
2. Materi apa yang menurut kalian mudah dikuasai?
3. Berikan tanda centang pada kriteria yang sesuai dengan penguasaan materi kalian.

No	Materi Pembelajaran	Baik	Cukup	Kurang
1.	Perkembangan teknologi manufaktur			
2.	*Internet of Things* dan digitalisasi industri			
3.	Isu pemanasan global dan perubahan iklim			
4.	Aspek-aspek ketenagakerjaan			
5.	*Life cycle* produk industri			

4. Apabila ada materi yang belum dikuasai, apa yang akan kalian lakukan agar pemahaman kalian menjadi lebih baik?

KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Dasar-Dasar Teknik Mesin
untuk SMK/MAK Kelas X
Penulis: **Heri Yudianto dan Ahya' Alimuddin**
ISBN: 978-623-194-530-3 (PDF)

Bab 3 PROFESI DAN KEWIRAUSAHAAN



Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kalian dapat:

1. Memahami profesi dan kewirausahaan (*job profile* dan *technopreneurship*)
2. Memahami peluang usaha di bidang manufaktur mesin.

Pertanyaan Pemantik

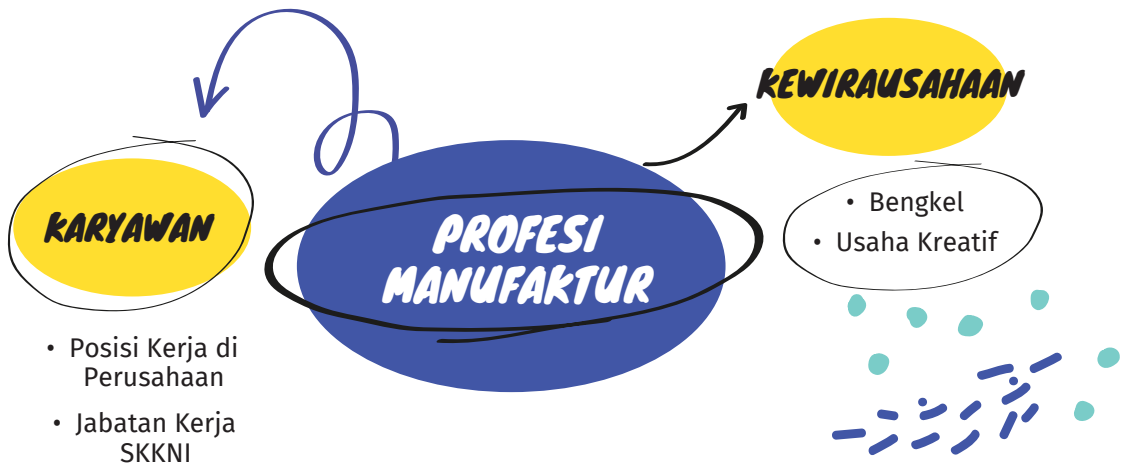
Ketika pertama kali masuk SMK dan memilih Program Keahlian Teknik Mesin, apakah kalian sudah memiliki gambaran pekerjaan di masa depan? Apa gambaran pekerjaan itu?

Kata Kunci

- Profesi
- Kewirausahaan
- Peluang usaha

Peta Konsep

Agar lebih mudah memahami materi pada bab ini, perhatikan peta konsep berikut.



Apersepsi

Salah satu daya tarik SMK adalah lulusannya dinilai siap bekerja. Saat ini industri membutuhkan banyak tenaga kerja baru di bidang manufaktur, tak terkecuali tenaga kerja yang berasal dari SMK Program Keahlian Teknik Mesin. Secara umum lulusan SMK menginginkan untuk langsung bekerja. Bahkan ketika masih bersekolah di kelas XII, beberapa sudah ada yang mengikuti rekrutmen kerja dan diterima. Meski begitu, sebenarnya peluang kerja lulusan SMK tidak hanya bekerja di industri, tetapi berwirausaha juga bisa dijadikan pilihan. Percepatan teknologi dan perkembangan internet memberikan peluang kerja yang bisa dimanfaatkan untuk berwirausaha.

A. Profesi Kerja di Perusahaan Manufaktur

Perusahaan manufaktur menyediakan produk yang dibutuhkan oleh pasar. Semakin besar permintaan maka semakin banyak proses produksi yang dilakukan. Manufaktur di Indonesia sering disebut pabrik dan proses produksinya disebut fabrikasi. Contoh perusahaan manufaktur adalah industri otomotif, garmen, alat berat, plastik, kimia, farmasi, dan barang konsumsi. Manufaktur membutuhkan banyak sekali tenaga kerja, sehingga keberadaannya menjadi salah satu yang menentukan perekonomian bangsa.

Aktivitas 1 AYO BEREKSPLORASI

Simaklah video pada tautan berikut kemudian jawablah pertanyaan yang diberikan.

Setelah melihat video tersebut, apakah kamu sudah bisa membayangkan apa saja peluang kerja lulusan teknik mesin?

https://bit.ly/mengsmk
Sumber: Bangdid TV/ Youtube

Beberapa jenis pekerjaan yang bisa kalian dapatkan di industri manufaktur adalah sebagai berikut.

1. Bidang Produksi

Bidang produksi adalah bagian yang mengerjakan kegiatan untuk menghasilkan produk. Contoh kegiatan dalam bidang produksi adalah sebagai berikut.

a. Menyediakan bahan mentah yang akan diolah menjadi produk setengah jadi bahkan produk jadi.
b. Mengoperasikan alat produksi yang memproses bahan baku.
c. Mengatur jadwal proses mesin produksi
d. Menjaga kebersihan area dan alat produksi.
e. Mengirim produk setengah jadi ke pemrosesan berikutnya.

2. Bidang Perawatan (*Maintenance Engineering*)

Teknisi merupakan pekerjaan yang berhubungan langsung dengan mesin produksi, instalasi sarana dan prasarana pabrik, mesin pembangkit listrik, dan lain-lainnya. Gambaran tugas seorang teknisi adalah sebagai berikut.

a. Melakukan perawatan terhadap mesin produksi di pabrik.
b. Memperbaiki kerusakan mesin produksi yang membutuhkan perawatan besar.
c. Mengupayakan inovasi agar mesin produksi berjalan lebih efektif dan efisien.
d. Menjaga kondisi mesin agar dapat digunakan secara maksimal sepanjang proses produksi.
e. Melakukan pemasangan mesin produksi yang baru.

3. Penjamin Kualitas (*Quality Assurance*)

Penjamin kualitas adalah divisi yang mempunyai tugas di bidang penjaminan kualitas produk. Penjamin kualitas bertugas untuk memastikan tingkat kualitas yang tinggi selama pengembangan produk atau layanan. Penjamin kualitas juga memastikan perusahaan telah menyediakan produk atau layanan sebaik

mungkin untuk kepuasan pelanggan. Adapun pekerjaan yang dilakukan penjamin kualitas adalah sebagai berikut.

a. Melakukan uji terhadap produk untuk mengetahui tingkat kualitas meliputi dimensi yang tepat, bentuk yang ideal dan tingkat kekasaran/performa yang sesuai.
b. Berkoordinasi dengan bidang lain terkait hasil uji kualitas produk.

B. Jabatan Kerja di Bidang Manufaktur

Dalam rangka menyiapkan kompetensi di bangku sekolah kejuruan, pemerintah memberikan acuan berupa Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI). Berdasarkan Permenaker RI No. 3 Tahun 2016 tentang Tata Cara Penetapan SKKNI, SKKNI didefinisikan sebagai "rumusan kemampuan kerja yang mencakup aspek pengetahuan, keterampilan dan/atau keahlian serta sikap kerja yang relevan dengan pelaksanaan tugas dan syarat jabatan yang ditetapkan". Apabila di SMK kalian terdapat Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP), kalian dapat menempuh uji kompetensi berstandar SKKNI dengan sertifikat diakui oleh industri. SKKNI pada bidang teknik mesin adalah bidang industri logam mesin yang ditetapkan oleh Menteri Ketenagakerjaan Nomor 109 Tahun 2018 yang memuat jabatan pekerjaan sebagai berikut.

1. Jabatan Pekerjaan pada Proses Perancangan

Bidang perancangan merupakan sebuah bagian pekerjaan di industri manufaktur untuk membuat desain produk melalui proses gambar manual bahkan dengan komputer.



Gambar 3.1 Kegiatan perancangan di bidang industri
Sumber: Fanjianhua/Freepik

2. Jabatan Pekerjaan pada Proses Produksi

Bagian produksi bertugas membuat komponen yang terbuat dari bahan baku menjadi barang jadi melalui proses pemesinan, fabrikasi ataupun yang lainnya. Pekerjaan pada bagian produksi berupa operator mesin perkakas dan mesin CNC.



Gambar 3.2 Operator mesin CNC
Sumber: Daniel Smyth/Pexels.com (2020)

3. Jabatan Pekerjaan pada Proses Pengolahan

Pekerjaan pengolahan dapat berupa pengecoran logam yang meliputi peleburan, pencampuran atau pemaduan, dan penuangan besi cair untuk menghasilkan produk tuangan dalam bentuk kasar seperti besi tuang, baja tuang, dan baja tuang paduan.



Gambar 3.3 Kegiatan pengecoran pada industri logam
Sumber: Hasan Sakri/Tribun Jogja

4. Jabatan Pekerjaan pada Proses Pemeliharaan

Bagian pemeliharaan bertugas untuk menjaga keberlangsungan proses produksi. Bagian pemeliharaan bertugas menyiapkan mesin dalam kondisi yang terawat.



Gambar 3.4 Kegiatan pemeliharaan mesin di pabrik
Sumber : Chandra Satwika/Jawa Pos (2017)

Klasifikasi pekerjaan pada industri logam mesin berdasarkan SKKNI adalah sebagai berikut.

Tabel 2.1 Peta fungsi kompetensi sektor logam mesin

Tujuan Utama	Fungsi Kunci	Fungsi Utama
Memproduksi produk *raw material* setengah jadi dan barang jadi dari bahan logam	Merancang produk	Merancang mekanik umum
		Merancang perkakas presisi
	Melakukan proses produksi	Merencanakan dan mengendalikan produksi
		Melakukan proses perakitan (*assembling*)
		Melakukan proses pengecoran
		Membuat perkakas presisi
		Melakukan proses pabrikasi (*fabrication*)
		Melakukan proses permesinan (*machining*)

Tujuan Utama	Fungsi Kunci	Fungsi Utama
		Melakukan instalasi (*installation*) dan uji kelayakan (*commissioning*)
		Melakukan proses tempa (*forging*)
		Melakukan proses akhir permukaan produk (*surface finishing*)
		Melaksanakan pengukuran
		Melaksanakan penjaminan kualitas (*quality assurance*)
	Mendukung proses produksi	Melakukan pemeliharaan mekanik
		Melakukan pemeliharaan elektrik
		Melakukan pemeliharaan hidrolik dan pneumatik
		Melakukan pemeliharaan refrigerator dan *air conditioner*
		Melakukan pemeliharaan elektronik
		Melakukan *material handling*
		Melakukan supervisi
		Melakukan dukungan pada proses produksi

Aktivitas 2 **AYO BERPIKIR KRITIS**

Dari berbagai macam profesi di bidang manufaktur, profesi manakah yang menarik minat kalian? Jelaskan alasannya!

c. Peluang Usaha Bidang Manufaktur

Selama ini sektor manufaktur menjadi andalan pemerintah untuk menyerap tenaga kerja dan dianggap mampu menjadi *leading sector*

peningkatan ekonomi negara. Kemajuan perekonomian suatu negara biasanya diukur dengan keberhasilannya dalam melaksanakan proses industrialisasi. Kesempatan untuk berperan serta mengembangkan sektor manufaktur terbuka lebar tanpa bekerja sebagai karyawan, yaitu berperan sebagai *entrepreneur* (wirausahawan). Pola pikir generasi muda harus terbuka menghadapi perubahan zaman salah satunya dengan menjadi wirausahawan.

Technopreneur adalah sebutan yang tepat bagi lulusan teknik mesin yang menginginkan berwirausaha di bidang manufaktur. *Technopreneur* adalah gabungan dari *technology* dan *entrepreneur* yang dapat diartikan sebagai pemanfaatan teknologi untuk menciptakan peluang kerja baru. Era industri 4.0 saat ini dengan segala koneksi antarindividu seharusnya memberikan sudut pandang baru dalam berwirausaha.

Aktivitas 3 **AYO BERPIKIR KRITIS**

Untuk lebih memahami materi ini kalian dapat melihat video tentang sosok *technopreneurship* pada tautan berikut. Kemudian jawablah pertanyaan yang diberikan.

Setelah melihat video di atas, menurutmu apakah faktor yang menentukan kesuksesan perusahaan tersebut?

https://youtu.be/ItfPDfLou9A
Sumber: Kemenperin RI/Youtube

Beberapa jenis contoh wirausaha di bidang manufaktur dijelaskan sebagai berikut.

1. Bengkel Permesinan

Permesinan adalah proses menghilangkan sebagian material dari benda kerja untuk mendapatkan bentuk geometris tertentu. Proses ini dilakukan dengan menggunakan mesin perkakas yang memanfaatkan gerakan antara pahat dengan benda kerja. Mesin

perkakas yang paling umum dipakai adalah bubut, frais, gerinda, dan bor. Alat-alat tersebut biasanya digunakan untuk mengerjakan berbagai proyek rumahan seperti otomotif, pertanian maupun yang lain. Selain itu, bengkel pemesianan juga berpeluang untuk menjalin hubungan kerjasama dengan industri manufaktur sebagai rekanan.

2. Bengkel Pengelasan

Pengelasan (*welding*) adalah sebuah teknik dalam bidang manufaktur yang merupakan upaya penyambungan antar logam dengan bantuan logam pengisi. Jadi, bengkel las adalah usaha yang menyediakan jasa pengelasan untuk berbagai jenis logam. Dua jenis pengelasan pada logam dijelaskan sebagai berikut.

a. Las listrik

Las jenis ini menggunakan sumber berupa listrik. Biasanya digunakan untuk mengelas batang besi maupun pelat tebal.



Gambar 3.5 Potret usaha las skala kecil
Sumber: Igorovsyannykov/Pixabay (2017)

b. Las karbit

Las karbit menggunakan gas sebagai sumber pengelasan. Las karbit biasanya digunakan untuk melumerkan besi, karena mampu mengeluarkan api bertekanan. Las karbit bisa juga digunakan untuk mengelas bodi kendaraan.

Jenis usaha ini mudah ditemui di sekitar kita karena identik dengan usaha pembuatan pagar, kanopi dan sebagainya. Peserta didik SMK Teknik Mesin juga sering memanfaatkan bengkel pengelasan sebagai tempat Praktek Kerja Lapangan (PKL). Apabila nanti kalian berkesempatan PKL di bengkel las, kalian dapat mencari informasi tentang keunggulan bengkel las di tempatmu sehingga mendapatkan banyak langganan. Hal ini dapat menambah wawasanmu jika kelak akan membuat usaha bengkel las.

3. Juru Gambar

Perkembangan teknologi dan industri di Indonesia khususnya di sektor manufaktur berjalan seiring dengan perkembangan bidang rancang bangun. Perkembangan tersebut menuntut adanya keseragaman kompetensi profesi dalam hal ini sebagai seorang *drafter Computer Aided Design* (CAD). Dengan keterampilan yang kalian dapat di bangku SMK, kalian dapat menjadi seorang *drafter freelance*. Selain menerima order gambar teknik, kalian juga bisa mengikuti kompetisi-kompetisi gambar manufaktur secara daring.

4. Usaha Kreatif

Membuat usaha yang belum pernah ada sebelumnya adalah hal yang tidak mudah. Apabila kalian mempunyai keinginan berwirausaha, usaha kreatif bisa menjadi pilihan. .



Gambar 3.6 Industri kreatif dari limbah onderdil
Sumber: Mohammad Ayudha/ANTARA FOTO (2018)

Hal yang dapat dilakukan misalnya dengan memodifikasi usaha lain menjadi produk berbeda Kemampuan menemukan ide baru perlu diasah supaya bisnis kita tidak mempunyai banyak pesaing. Usaha kecil manufaktur mempunyai lahan yang luas untuk digarap. Berikut beberapa contoh usaha kreatif.

a. Mainan kreatif anak dari bahan kayu, logam, maupun cor.
b. Desain perhiasan
c. Perkakas tangan rumahan
d. Pengelasan dengan bentuk sesuai kustom
e. Pagar berukir menggunakan CNC
f. Pembuatan *sparepart* mesin
g. Produk daur ulang
h. Hiasan dekorasi rumah

Aktivitas 4 **AYO BEREKSPLORASI**

Berikut akan diberikan video tentang kisah usaha kreatif di bidang teknik mesin. Kalian dapat melihatnya melalui tautan berikut.

https://youtu.be/EVxZAe2ogiU
Sumber: PecahTelur/Youtube

Menjadi wirausaha di usia muda tentu bukan hal yang mudah. Berikut beberapa tips tentang melakukan usaha sendiri atau berwirausha.

1. Memperkuat mental

Saat berwirausaha tidak hanya diperlukan modal ilmu akan tetapi mental juga perlu disiapkan. Cara menumbuhkan mental berwirausaha adalah dengan berkumpul bersama wirausahawan. Jika perlu kalian melakukan magang di tempat usaha tersebut. Selain itu, kalian juga harus banyak membaca buku-buku wirausaha yang bisa dengan mudah kalian temukan di internet maupun toko buku.

2. **Menumbuhkan *passion***

   Kalian harus memiliki *passion* (hasrat) untuk melakoni usaha yang dirintis serta mengetahui secara rinci usaha tersebut. Sebisa mungkin kalian membuka usaha yang sesuai dengan minat, agar tidak mudah dilanda bosan dan untuk menghindari berganti jenis usaha.

3. **Menyiapkan modal**

   Skala usaha yang dipilih menentukan besaran modal yang harus dipersiapkan. Selain modal materi kalian juga harus menyiapkan modal peralatan dan lokasi.

4. **Memetakan konsumen**

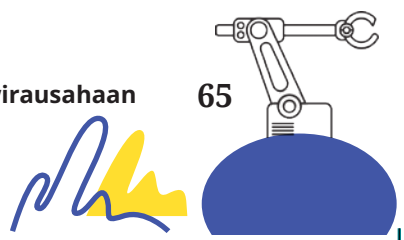
   Menentukan konsumen adalah salah satu langkah awal dalam merintis usaha. Kalian perlu mengamati kebutuhan dari konsumen tersebut, entah pengguna langsung, bengkel-bengkel kecil maupun industri besar. Dengan mengetahui kebutuhan mereka maka persiapan yang kita lakukan akan lebih tepat sasaran.

5. **Fokus**

   Ketika menjalani usaha kalian harus tetap objektif tentang kelangsungan usaha tersebut. Kalian dapat mengevaluasi sejauh mana perkembangan usaha yang telah kalian lakukan. Kalian dapat meminta saran dari pengusaha yang sudah berhasil atau dari seseorang yang tidak berhubungan dengan bisnis kalian. Kalian juga harus memperhatikan untung dan rugi, keadaan pasar saat ini, dan sumber daya yang dimiliki.

6. **Mengurus perizinan**

   Usaha yang kalian lakukan sebaiknya harus memiliki perizinan. Kalian bisa mengunjungi laman https://www.ukmindonesia.id/ untuk menambah wawasan terkait jenis usaha sekaligus mendaftarkan usaha kalian. Dengan memiliki izin resmi, usaha kalian dapat bekerja sama dengan konsumen dari instansi, industri maupun melebarkan sayap menerima order dari luar negeri.



7. Memperbaiki sikap

Saat akan memulai usaha sendiri tentu kalian akan memiliki kepercayaan diri yang sangat tinggi. Akan tetapi, kepercayaan diri tersebut harus dikendalikan sehingga tidak berlebihan dan tidak meninggalkan kesan sombong bagi orang lain.

8. Manfaatkan media sosial

Saat ini kehidupan manusia sangat dipengaruhi oleh media sosial. Media sosial tidak hanya digunakan sebagai sarana komunikasi akan tetapi dapat digunakan sebagai sarana promosi. Media sosial yang dapat digunakan untuk pemasaran atau promosi sebuah produk atau jasa misalnya Facebook, Instagram, Tik Tok, dan Twitter. Pemasaran melalui media sosial dinilai sangat efektif karena memiliki jangkauan sangat luas dan hemat biaya.



Aktivitas 5 AYO BEREKSPLORASI

Setelah mempelajari macam-macam wirausaha di bidang manufaktur, bertanyalah kepada gurumu mengenai daftar alumni sekolahmu yang berwirausaha di bidang manufaktur. Kalian dapat mengunjungi dan mewawancarai alumni yang berwirausaha tersebut. Pertanyaan berkaitan dengan usahanya harus memenuhi 5W+1H. Tulis hasilnya di kertas folio dan serahkan kepada guru kalian.



Pengayaan

Jika kalian tertarik dengan materi ini dan ingin mendalaminya lebih jauh, kalian dapat melakukan kegiatan berikut.

1. Carilah seorang pengusaha muda di sekitar kalian dalam bidang apapun.
2. Mintalah izin kepada pemilik usaha tersebut untuk magang sehari saja di hari libur sekolah kalian.
3. Postinglah pengalaman positifmu magang ke media sosial kemudian tandai akun gurumu.

Ayo Merangkum

Setelah kalian menyelesaikan aktivitas dalam bab ini, silakan kalian rangkum materi-materi penting dalam buku catatan kalian. Kemudian diskusikan hasil rangkuman kalian dengan teman sebangku kalian.

Asesmen

A. Soal Uraian

Jawablah pertanyaan berikut dengan jawaban yang tepat!

1. Apabila kalian menginginkan bekerja sebagai karyawan di perusahaan manufaktur, apa saja langkah nyata yang bisa dilakukan saat ini ketika masih duduk di kelas X? Jelaskan dengan minimal tiga langkah!
2. Menurut kalian, apa usaha di bidang manufaktur yang memiliki prospek tinggi di masa industri digital saat ini? Sebutkan minimal tiga bidang usaha!
3. Jelaskan bagaimana alur perizinan untuk membuka usaha!
4. Apa saja faktor yang harus diperhatikan sebelum mendirikan usaha di bidang manufaktur?
5. Menurutmu bagaimana cara menumbuhkan hasrat berwirausaha pada usia muda?



Refleksi

Agar pembelajaran kita lebih efisien dan untuk mengetahui sejauh mana pemahamanmu, kalian dapat melakukan refleksi dengan menjawab pertanyaan berikut.

1. Materi apa yang belum kalian kuasai?
2. Materi apa yang menurut kalian mudah dikuasai?
3. Berikan tanda centang pada kriteria yang sesuai dengan penguasaan materi kalian.

No	Materi Pembelajaran	Baik	Cukup	Kurang
1	Profesi di bidang manufaktur			
2	Kewirausahaan di bidang manufaktur			
3	Peluang usaha di bidang manufaktur			

4. Apabila ada materi yang belum dikuasai, apa yang akan kalian lakukan agar pemahaman kalian menjadi lebih baik?

KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Dasar-Dasar Teknik Mesin
untuk SMK/MAK Kelas X
Penulis: **Heri Yudianto dan Ahya' Alimuddin**
ISBN: 978-623-194-530-3 (PDF)

Bab 4 K3LH DAN BUDAYA KERJA INDUSTRI



Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kalian dapat:

1. Menerapkan K3LH
2. Mengenali keadaan dan prosedur darurat di tempat kerja.
3. Menerapkan budaya kerja industri.
4. Mengenali pengolahan limbah industri.

Pertanyaan Pemantik

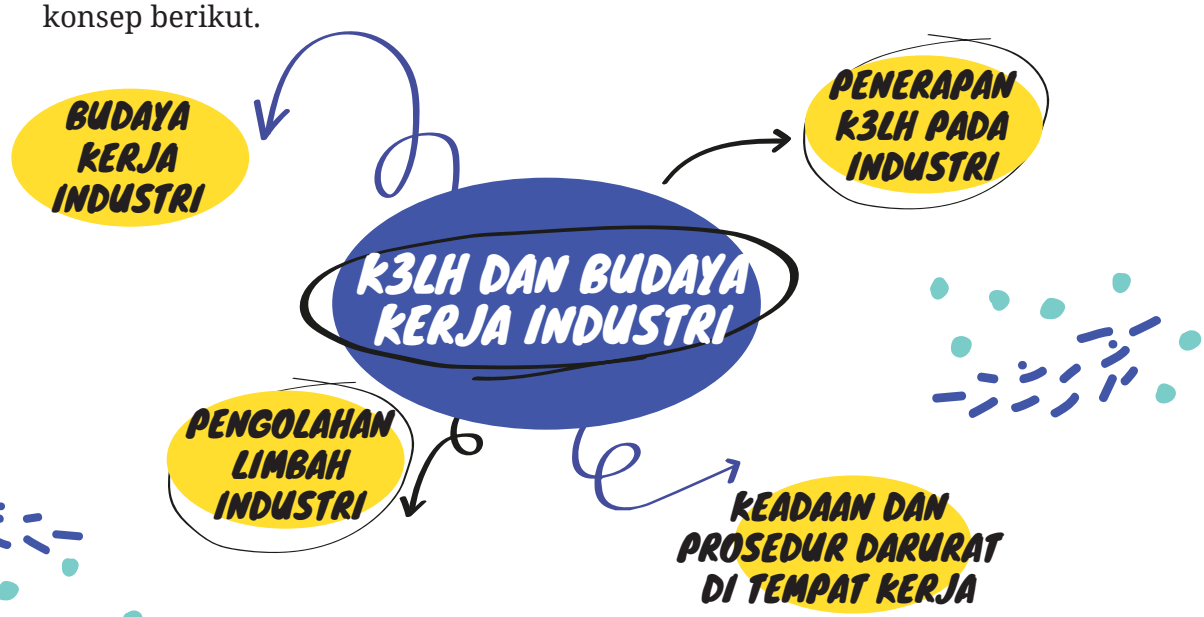
Pernahkah kalian masuk bengkel praktik di sekolah tanpa memakai alas kaki, apakah menurut kalian tindakan tersebut aman untuk dilakukan?

Kata Kunci

- K3LH
- Keadaan dan prosedur darurat
- Budaya kerja industri
- Pengolahan limbah industri

Peta Konsep

Agar lebih mudah memahami materi pada bab ini, perhatikan peta konsep berikut.



Apersepsi

Menurut laporan Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Ketenagakerjaan jumlah kecelakaan kerja yang terjadi pada tahuan 2020 sebanyak 177.000 kasus dan 234.270 kasus terjadi pada tahun 2021. Angka ini adalah jumlah kecelakaan kerja yang terjadi pada industri dan menunjukkan adanya peningkatan dari tahun ke tahun. Di sisi lain, perusahaan juga harus menanggung biaya yang besar apabila terjadi kecelakaan di tempat kerja.

Fakta di lapangan menunjukkan bahwa perusahaan sangat berhati-hati dalam menentukan strategi bisnis demi mendapat keuntungan besar. Namun sayangnya beberapa dari mereka mengabaikan faktor keselamatan, kesehatan, dan kondisi kerja. Hal inilah alasan pentingnya mempelajari materi Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH). Setelah risiko kecelakaan kerja dikenali, nantinya kecelakaan di lingkungan kerja akan dapat dikurangi. Meskipun tidak hilang secara keseluruhan, namun pekerja akan terlindungi dari kecelakaan jika bertindak sesuai dengan peraturan.

Aktivitas 1 AYO BEREKSPLORASI

Sebelum mempelajari materi tentang K3LH, kalian dapat melihat video pada tautan berikut.

Setelah melihat video ini, kalian tuliskan jenis penerapan K3 yang dilakukan di industri.

https://bit.ly/k3beng
Sumber: Dir Bina K3 Kemenaker RI/Youtube

A. Penerapan K3LH di Industri

Menurut PP No. 50 Tahun 2012, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah segala kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja. Kegiatan K3 menjadi salah satu upaya menciptakan tempat kerja yang dapat melindungi dan memberikan rasa aman bagi pekerja. Upaya tersebut diwujudkan dengan menyiapkan peralatan kerja yang sesuai dan memastikan lokasi pekerjaan terhindar dari risiko bahaya.

Kampanye penerapan K3 biasa ditemui di lingkungan perusahaan, misalkan dengan poster yang memuat simbol atau menggunakan bendera K3. Penanda K3 perlu ditunjukkan di lingkungan kerja agar kewaspadaan mengenai keselamatan akan selalu diingat. Setiap pekerja berhak mendapatkan jaminan keselamatan dan kesehatan yang layak dari perusahaan. Oleh karena itu, karyawan wajib memahami logo maupun rambu-rambu K3 sesuai Kepmenaker RI 1135/MEN/1987.



Gambar 4.1 Formasi karyawan membentuk logo K3
Sumber: Dawan Setiawan (2019)

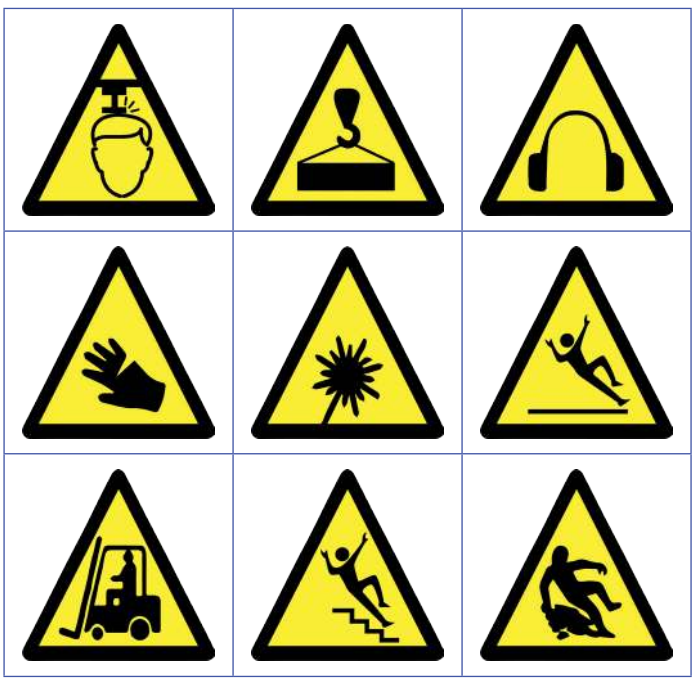
Logo K3 memiliki bentuk palang di dalam roda bergerigi sebelas berwarna hijau dengan latar belakang putih. Lambang ini dapat ditempel pada seragam, helm maupun peralatan kerja yang lain. Setiap komponen logo mempunyai filosofi sebagai berikut.

1. Palang simetris berarti bebas dari kecelakaan kerja dan penyakit yang muncul di tempat kerja.
2. Roda gigi bermakna mampu bekerja dengan baik yang ditunjang jiwa dan raga yang kuat.
3. Gerigi berjumlah sebelas melambangkan sebelas bab UU No. 1 tahun 1970 tentang keselamatan kerja.
4. Warna putih berarti bersih.
5. Warna hijau melambangkan sehat, selamat dan sejahtera.

Rambu-rambu K3 merupakan elemen penting di tempat kerja dan harus diperhatikan oleh setiap pekerja. Rambu-rambu tersebut memuat informasi yang berbeda-beda. Beberapa rambu-rambu K3 akan dijelaskan sebagai berikut.

1. Simbol Peringatan

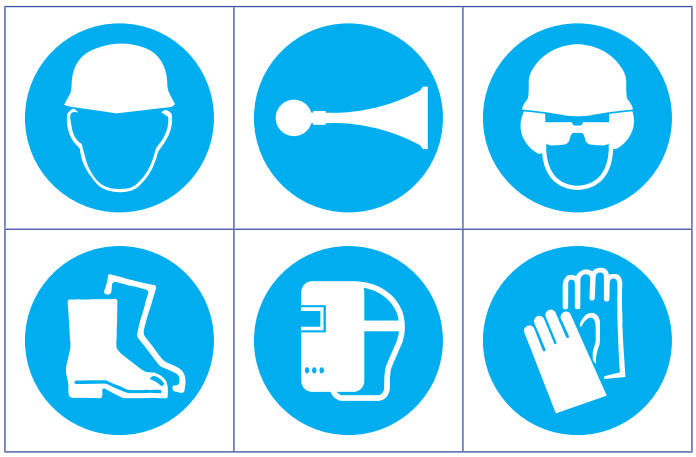
Simbol peringatan memiliki warna dasar kuning atau oranye sedangkan gambar dan garis berwarna hitam. Rambu ini berarti peringatan waspada.



Gambar 4.2 Simbol peringatan

2. Simbol Perintah

Simbol ini bermakna perintah yang wajib dipatuhi. Simbol perintah memiliki warna dasar biru dan gambar berwarna putih. Misalnya instruksi penggunaan masker, tutup telinga, ataupun sepatu *safety*.



Gambar 4.3 Simbol perintah

3. Simbol Larangan

Simbol larangan berwana merah dan bermakna peringatan bahaya. Misalnya larangan merokok, larangan mendekati area cairan yang mudah terbakar, ataupun larangan mendekati zat beracun.



Gambar 4.4 Simbol larangan

4. Simbol Petunjuk

Simbol petunjuk berwarna hijau dan menjadi arahan suatu kegiatan tertentu, misalnya petunjuk jalur evakuasi saat situasi darurat.



Gambar 4.5 Simbol petunjuk

Aktivitas 2 AYO BERPIKIR KRITIS

Perhatikan Gambar 4.6, sebutkan larangan dan perintah apa saja yang tertera pada rambu tersebut. Jelaskan arti dari simbol-simbol pada rambu berikut!

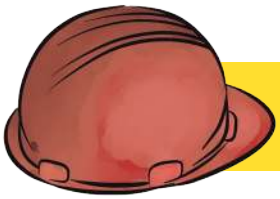


Gambar 4.6 Rambu K3 di industri
Sumber: Askoldsb/ Dreamstime

Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) wajib diperhatikan dalam upaya menghindari bahaya dan risiko kerja. Penggunaannya disesuaikan dengan kebutuhan saat bekerja. Indonesia memiliki regulasi nasional yang terkait APD yakni Permenakertrans No. PER.08 MEN VII 2010. Saat penggunaannya, APD harus menyesuaikan dengan jenis kegiatan, contohnya pekerja di mesin bubut tidak memerlukan sarung tangan karena berpotensi membahayakan.



Gambar 4.7 APD pekerja di industri manufaktur

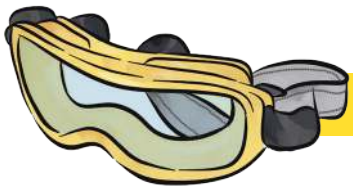


1. Helm keselamatan (*safety helmet*)

Helm berfungsi melindungi kepala dari hal-hal yang membahayakan, seperti benturan dengan lantai, kejatuhan barang dari atas, dan terantuk peralatan yang bergerak.

Tabel 4.1 Arti simbol warna pada helm keselamatan

Warna	Arti Warna
	Dipakai oleh Manager, Pengawas, Insinyur atau Mandor.
	Dipakai oleh Pengawas Lingkungan.
	Dipakai oleh Supervisi Elektrikal Kontraktor atau Pengawas Sementara.
	Dipakai oleh *Safety Officer* yang bertanggung jawab atas K3.
	Dipakai oleh Tamu Perusahaan/ Proyek.
	Dipakai oleh Pekerja Umum, Operator atau Sub Kontraktor.



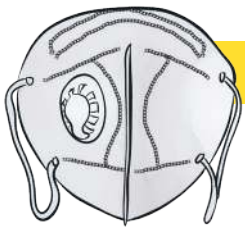
2. Kacamata (*Spectacles*)

Kacamata berfungsi melindungi mata dari debu, percikan api, sinar cahaya yang cukup tinggi, dan hal lain yang bisa merusak kesehatan mata. Kacamata ini didesain khusus untuk menutupi area mata agar tidak ada benda-benda kecil masuk dan melukai mata.



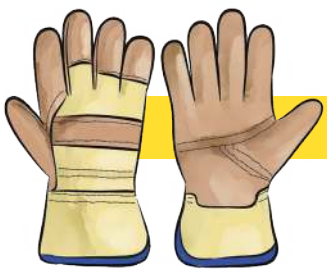
3. Penyumbat telinga (*Ear plug*)

Penyumbat telinga berfungsi melindungi telinga dari suara dengan tingkat kebisingan yang tinggi.



4. Masker (*Mask*)

Masker digunakan untuk melindungi pekerja dari debu atau bau menyengat dan tidak sedap, seperti bahan-bahan kimia yang berbahaya untuk dihirup.



5. Sarung tangan (*Gloves*)

Sarung tangan berguna untuk melindungi tangan dari paparan suhu panas, benturan keras, listrik, maupun infeksi.



6. Sepatu (*Safety shoes*)

Sepatu berguna untuk memproteksi kaki dari kecelakaan, semisal tertusuk benda tajam, terkena cairan panas, tergelincir atau tertimpa benda berat.

B. Pengenalan Keadaan dan Prosedur Darurat

Keadaan darurat akan ditemui saat bekerja di bidang manufaktur. Berikut akan dijelaskan mengenai keadaan dan prosedur darurat.

1. Keadaan darurat

Keadaan darurat memungkinkan kita mengenali istilah potensi dan risiko. Potensi bahaya adalah sesuatu yang berpotensi menimbulkan kecelakaan yang berakibat kerugian. Adapun risiko adalah kombinasi suatu kejadian yang berbahaya dan peluang terjadinya kejadian tersebut. Kegiatan K3 merupakan upaya untuk mengenali potensi bahaya dan menghindari risiko yang ada misalnya bekerja menggunakan tangga yang tidak stabil atau tidak memakai kacamata saat menggerinda. Namun demikian, banyak kecelakaan kerja terjadi dari kejadian sehari-hari misalnya tersandung kabel listrik yang menjuntai. Kabel listrik sebenarnya tidak berbahaya, tetapi karena penempatannya yang kurang tepat menjadi potensi bahaya dalam kasus ini.

Adapun penyebab umum kecelakaan kerja di bidang industri adalah sebagai berikut.

a. Kondisi yang tidak aman (*Unsafe Condition*)

Kondisi ini muncul saat pekerja tidak terlindungi dari potensi bahaya. Hal ini bisa dilihat dari peralatan yang digunakan maupun kondisi tempat kerjanya. Misal APD yang tidak sesuai standar, tempat kerja yang bising ataupun jam kerja yang berlebih.

b. Perbuatan berbahaya (*Unsafe Act*)

Perbuatan berbahaya umumnya berkaitan langsung dengan karakter pekerja. Misalnya membuang sampah sembarangan, bercanda di area mesin produksi ataupun mengoperasikan mesin bubut tanpa memakai kacamata.

Potensi bahaya keselamatan dan kesehatan kerja dapat bermacam jenisnya. Masing-masing risiko bisa menjadi tinggi atau rendah bergantung pada tingkat peluang bahaya yang ada. Risiko yang ditimbulkan dapat berupa berbagai konsekuensi dan dikelompokkan menjadi empat kategori sebagai berikut.

Tabel 4.2 Kategori potensi risiko keselamatan kerja

Kategori A	Kategori B	Kategori C	Kategori D
Berdampak jangka panjang pada kesehatan	Berdampak langsung	Berdampak pada kesehatan sehari-hari	Berdampak kesehatan atau psikologis pribadi
• Faktor kimia • Faktor biologi • Faktor fisik • Faktor ergonomi	• Kebakaran • Listrik • Perawatan mesin yang buruk	• Toilet • Kantin • P3K • Transportasi	• Pelecehan • Kekerasan • Stres • Terinfeksi HIV • Narkoba

Sumber : ILO

a) Kategori A



Gambar 4.8 Kondisi kerja yang kurang ergonomis

Risiko kesehatan dapat timbul bila pekerja terpapar gangguan pada tubuh. Gangguan dapat berupa bahan kimia berbahaya seperti debu, uap, zat kimia yang masuk lewat hidung, mulut maupun kulit. Selain itu juga karena bakteri, jamur, dan virus. Kemudian getaran, suhu, radiasi, dan kebisingan. Faktor ergonomi yang tidak sesuai dengan bentuk tubuh juga mempengaruhi pekerja. Faktor ergonomi sendiri adalah faktor kenyamanan kerja yang mempunyai pengaruh nyata dalam hal peningkatan maupun penurunan efisiensi dan efektivitas kerja.

Pengangkatan secara manual sudah banyak disosialisasikan dan diterapkan pada perusahaan. Konsep ini bertujuan untuk menghindari terjadinya cidera pada tulang belakang saat melakukan pengangkatan.



Gambar 4.9 Prosedur pengangkatan benda kerja

b) Kategori B

Kategori ini dapat menyebabkan kecelakaan secara langsung karena risiko yang tidak dikendalikan dengan baik, seperti menyalahi *Standar Operating Procedure* (SOP). Contohnya, kunci cekam mesin bubut tertinggal di cekam ketika mesin berputar sehingga terlempar dan mengenai pekerja. Selain itu, kecelakaan dapat terjadi karena faktor lingkungan seperti korsleting listrik dan kebakaran.

c) Kategori C

Kategori yang menyangkut kesejahteraan para pekerja misalnya penyediaan fasilitas kesehatan sebagai berikut.

1) Ketersediaan air minum dan kamar mandi.
2) Kantin yang bersih dan nyaman.
3) Ruang laktasi untuk ibu menyusui maupun ruang bermain anak.
4) Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K) di tempat kerja.

Kotak P3K minimal berisi kasa steril terbungkus, perban, plester, kapas, kain segitiga/ mittela, gunting, peniti, sarung tangan sekali pakai, masker, pinset, lampu senter, gelas untuk cuci mata, kantong plastik bersih, akuades, dan alkohol 70%.



Gambar 4.10 Kotak P3K

d) Kategori D

Kategori ini menyangkut risiko psikologis yang mungkin terjadi, seperti ancaman, intimidasi, pelecehan, perundungan, dan penganiayaan. Rasa aman dan dihormati diperlukan oleh pekerja di tempat kerja dan kewajiban perusahaan memberikan jaminan akan keduanya. Perundungan sendiri menjadi fokus pemerintah bahkan sejak di bangku sekolah karena dinilai bisa menghancurkan psikologis anak hingga terbawa ke usia dewasa.

Perundungan dapat diartikan sebagai perilaku tidak menyenangkan baik secara verbal, fisik, ataupun sosial di dunia nyata maupun dunia maya yang membuat seseorang merasa tidak nyaman, sakit hati dan tertekan baik dilakukan oleh perorangan maupun kelompok. Pelaku perundungan dapat dikenai sanksi kurungan maksimal 15 tahun dan denda hingga tiga miliar rupiah (Undang-Undang No. 35 tahun 2014 tentang Perlindungan Anak).

Aktivitas 3 **AYO BERPIKIR KRITIS**

Amatilah lingkungan bengkel kerja di sekolah kalian!
Catatlah potensi bahaya yang ada dan laporkan kepada guru kalian.

2. Prosedur darurat

Prosedur darurat adalah pedoman untuk menanggulangi keadaan berbahaya demi mencegah atau mengurangi kerugian yang lebih besar. Berdasarkan Permenaker No. PER. 05/MEN/1996 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3), setiap perusahaan harus menyusun prosedur berikut untuk mengantisipasi terjadinya kecelakaan kerja.

a. Membuat prosedur bila terjadi keadaan darurat untuk memandu karyawan meminimalkan cedera, kerusakan aset serta kerugian material.
b. Mengidentifikasi potensi bahaya yang mungkin terjadi di tempat kerja yang dapat menimbulkan keadaan darurat
c. Menyiapkan sarana darurat seperti Alat Pemadam Api Ringan (APAR) dan keperluan evakuasi berupa jalur serta titik kumpul.
d. Membuat tim tanggap darurat K3LH yang salah satunya bertugas menyosialisasikan simulasi bencana.

Berikut merupakan contoh SOP ketika terjadi kebakaran.

a. Hentikan pekerjaan saat itu juga, bersikap tenang.
b. Segera keluar dari area kebakaran.

c. Apabila asap memenuhi ruangan, maka berpindah dengan merangkak agar terhindar dari keracunan asap.
d. Berilah tanda kepada orang lain, bila memungkinkan hubungi Petugas Pemadam Kebakaran.
e. Lakukan pemadaman api secara sederhana seperti menggunakan karung yang telah dibasahkan atau menggunakan APAR bila tersedia.
f. Berkumpul di titik kumpul yang sudah disediakan.



Gambar 4.11
Pemasangan rambu titik kumpul

Sumber:
Setiawanoki / Safetysignindonesia.id

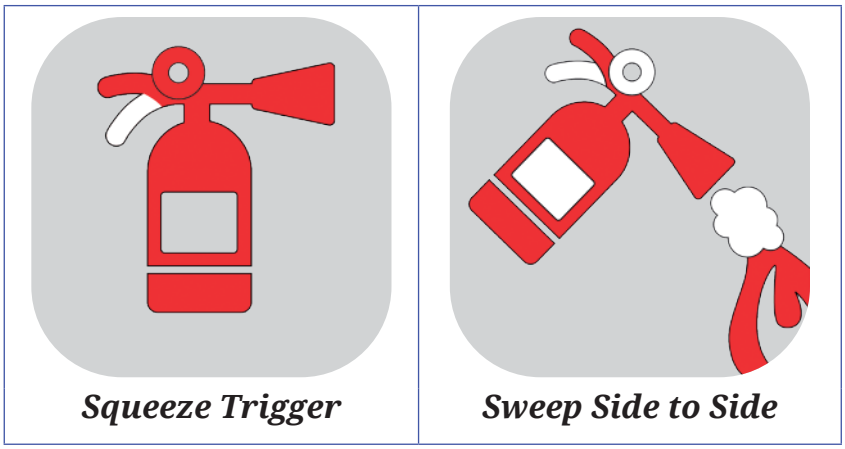
Pemakaian APAR terlihat mudah, namun ada aturan yang harus diikuti agar dapat berfungsi maksimal. Berikut merupakan cara penggunaan APAR dengan teknik PASS (*Pull*, *Aim*, *Squeeze*, *Sweep*).



Pull The Safety Pin



Aim at Base of Fire



Gambar 4.12 Langkah penggunaan APAR

a. *Pull* atau tarik adalah langkah menarik *safety pin* untuk membuka tuas APAR.
b. *Aim* atau arahkan adalah mengarahkan corong selang ke titik api. Arahkan corong ke pangkal api agar upaya pemadaman berjalan maksimal.
c. *Squeeze* atau tekan adalah langkah menekan tuas APAR agar media pemadam api keluar dari dalam tabung.
d. *Sweep* atau semprot yaitu menyapukan pemadam ke arah titik api dari kiri ke kanan atau sebaliknya.

Sebelum melakukan prosedur PASS, pastikan memperhatikan arah angin dengan tidak melawan arah angin. Apabila di dalam ruangan posisinya harus dekat dan membelakangi pintu keluar.



Gambar 4.13 Prosedur penyemprotan APAR
Sumber: Modul 5K Komatsu Indonesia (2022)

C. Penerapan Budaya Kerja Industri

Perusahaan dibangun dengan tujuan tertentu yang hendak dicapai. Kerjasama tim yang efektif menjadi hal yang wajib untuk mencapai tujuan tersebut. Solusi terbaik untuk mencapai tujuan tersebut adalah menerapkan budaya kerja dengan baik agar berdampak positif. Kenyamanan karyawan di tempat kerja diperlukan agar loyalitas terhadap perusahaan juga tetap terjaga.

Budaya kerja merupakan sebuah tatanan yang mengatur kepercayaan, proses berpikir, serta perilaku karyawan yang didasarkan pada ideologi dan prinsip suatu organisasi. Budaya kerja membentuk semacam identitas sebuah perusahaan. Budaya kerja tidak serta merta ada melainkan dilakukan melalui proses yang terkendali.



Gambar 4.14 Contoh penerapan budaya industri di SMK
Sumber: Ari Sukma Darmawan (2022)

Salah satu budaya kerja yang dipakai di industri adalah budaya 5S yang merupakan singkatan dari *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu*, dan *Shitsuke*. Budaya kerja ini juga dikenal sebagai 5R, yaitu: Ringkas, Rapi, Resik, Rawat dan Rajin. Budaya 5S atau 5R diterapkan untuk meningkatkan kualitas kerja. Keuntungan dari penerapan budaya 5S ialah tercapainya peningkatan efisiensi, perbaikan, pelayanan, keuntungan serta keselamatan. Pada beberapa negara, 5S dikenal

dengan berbagai istilah. Untuk lebih memahami tentang budaya 5S pada beberapa negara kalian dapat melihat pada tabel berikut.

Tabel 4.3 Istilah 5S pada beberapa negara

Jepang	Indonesia			INGGRIS
5S	**5R**	**5K**	**5P**	**5C**
Seiri	Ringkas	Ketelitian	Pemilahan	*Clear-out*
Seiton	Rapi	Kerapian	Penataan	*Classify*
Seiso	Resik	Kebersihan	Pembersihan	*Cleaning*
Seiketsu	Rawat	Kesegaran	Penjagaan	*Conformity*
Shitsuke	Rajin	Kedisiplinan	Penyadaran	*Custom*

1. Ringkas atau *Seiri*

Ringkas artinya membuang, memisahkan, atau menyingkirkan barang yang tidak dipergunakan ke tempat penyimpanan atau pembuangan. Hal-hal yang tidak dibutuhkan tidak boleh berada di tempat kerja. Inti dari *seiri* adalah penggunaan barang yang benar-benar digunakan dalam aktivitas di tempat kerja.

2. Rapi atau *Seiton*

Rapi berarti menyimpan barang sesuai tempatnya. Manfaat dari penerapan budaya ini adalah memudahkan mencari barang yang diperlukan sehingga waktu akan lebih efisien. Rapi (*Seiton*) merupakan upaya pencegahan bukan untuk memperbaiki.

3. Resik atau *Seiso*

Resik artinya membersihkan alat dan tempat kerja. Kebersihan sangat penting karena jika dihindari dapat menimbulkan perasaan tidak nyaman. Hal tersebut akhirnya berdampak juga pada menurunnya produktivitas.

4. Rawat atau *Seiketsu*

Rawat adalah menjaga lingkungan kerja yang sudah rapi dan bersih. Perusahaan merencanakan dan membuat standar kerja

yang jelas berupa jadwal yang mengatur peran dan tanggung jawab masing-masing personil.

5. Rajin atau Shitsuke

Shitsuke adalah pemeliharaan kedisiplinan masing-masing pekerja dalam menjalankan 5S. Dengan menerapkan 5S maka akan muncul kebiasaan praktis yang berorientasi pada efisiensi, keamanan dalam berkerja serta peningkatan produktivitas kerja.

Aktivitas 4 **AYO BERPIKIR KREATIF**

Lakukan kegiatan 5R atau 5S di lingkungan bengkel sekolah kalian. Catat kegiatan tersebut kemudian presentasikan hasil kerja kalian bersama teman dan guru.

Budaya kerja patut diimplementasikan di lingkungan sekolah agar kalian terbiasa dengan budaya 5R atau 5S. Ada beberapa cara yang bisa dilakukan untuk pembiasaan budaya 5R misalnya dengan mengadakan demonstrasi pelaksanaan 5R dan membentuk piket 5R di bengkel. Apabila budaya 5R sudah dilaksanakan dengan baik maka akan tercipta situasi kerja yang nyaman dan mudah.

D. Mengenali Pengolahan Limbah Industri

Limbah adalah sisa suatu kegiatan yang mengandung bahan berbahaya atau beracun. Perkembangan sektor industri yang semakin pesat turut memberikan dampak positif maupun negatif. Dampak positif pada sektor perekonomian, yaitu tercipta banyaknya lapangan kerja dan masifnya pemanfaatan teknologi baru yang dapat diaplikasikan di berbagai bidang. Adapun dampak negatifnya adalah limbah yang dibuang sehingga setiap industri perlu mengelola limbah industrinya. Pencemaran lingkungan merupakan isu sensitif karena menyangkut kesehatan dan keselamatan manusia.

1. Jenis Limbah Industri

Dalam proses industri untuk menghasilkan produk berupa barang, akan terdapat komponen buangan yang disebut limbah industri. Limbah tersebut harus ditangani secara tepat agar tidak menimbulkan efek lanjutan yang berbahaya seperti mencemari lingkungan sekitar.

Berdasar karakteristiknya, limbah industri dibagi menjadi empat macam dengan penjelasan sebagai berikut.

a. Limbah padat

Limbah padat merupakan limbah dari hasil produksi yang berbentuk padatan. Contohnya adalah plastik, kantong, sisa pakaian, kertas, kabel listrik, dan lain sebagainya.

b. Limbah cair

Limbah cair adalah sisa proses produksi yang mempunyai bentuk cair. Limbah industri berbahaya bila dibuang langsung ke sungai, laut, maupun selokan tanpa melalui proses pengolahan. Contohnya sisa pewarna pakaian cair, sisa pengawet cair, limbah tempe, limbah tahu, dan kebocoran minyak di laut.

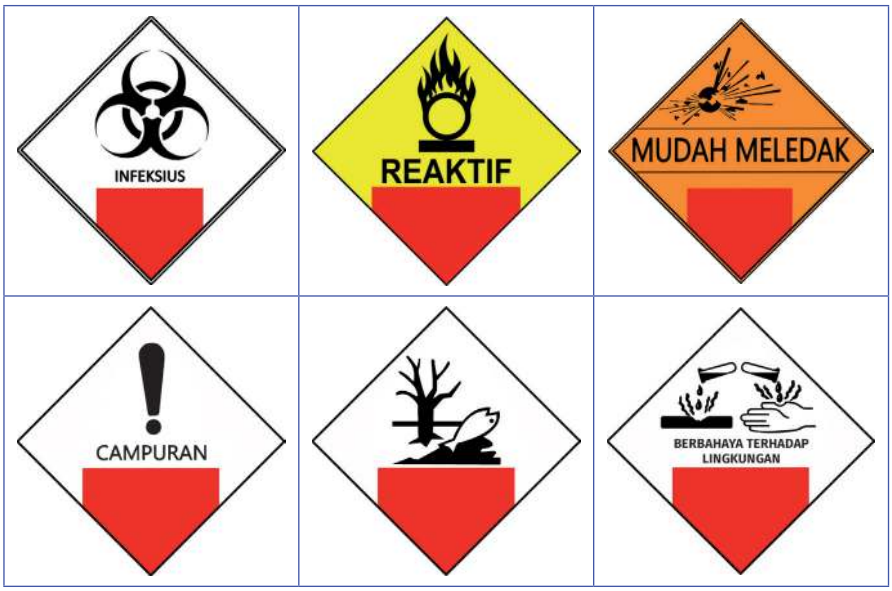
c. Limbah gas

Limbah gas adalah limbah yang disebabkan oleh sumber alami maupun hasil aktivitas manusia yang berbentuk molekul- molekul gas. Misalnya kebocoran gas dan asap pabrik sisa produksi.

d. Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)

Limbah B3 adalah sisa kegiatan produksi yang mengandung bahan-bahan berbahaya dan beracun. Limbah ini dapat merusak dan membahayakan lingkungan.





Gambar 4.15 Simbol limbah B3

2. Pengolahan Limbah Industri

Berikut adalah pengolahan limbah industri sebelum dibuang.

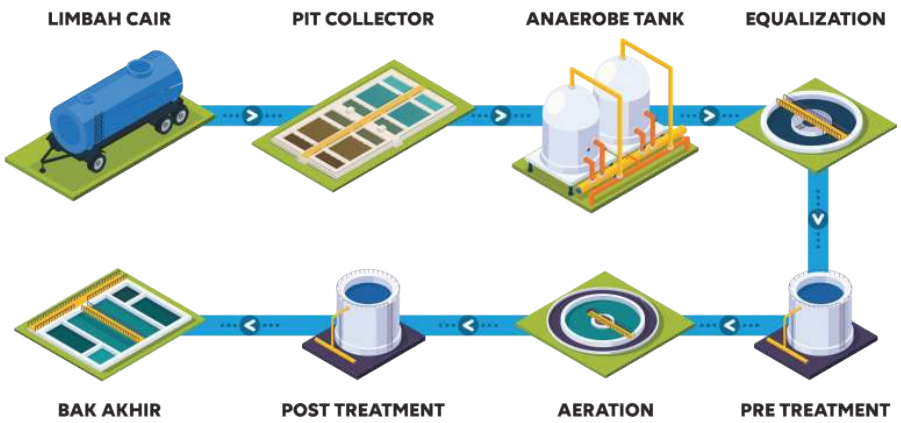
a. Pengolahan limbah padat

Limbah padat dapat ditimbun, karena akan terurai oleh organisme. Cara lain dapat dilakukan dengan pembakaran yang akan mengubah sampah organik menjadi abu dan gas. Pilihan lainnya adalah dengan mengubah sampah padat menjadi kompos dan didaur ulang.

b. Pengolahan limbah cair

Keharusan pengolahan limbah cair oleh siapapun yang menghasilkannya, membuat beragam inovasi pun bermunculan dari sektor pengolahan limbah cair. Meskipun terdapat beragam inovasi, secara umum pengolahan limbah cair menggunakan instalasi pengolahan air limbah (IPAL)

Agar tidak berbahaya ketika dibuang, limbah cair perlu diolah dengan cara disaring, diendapkan, dan tahap pengapungan. Selanjutnya, dilakukan pengolahan skunder dengan menggunakan mikroorganisme untuk menguraikan bahan dan disinfeksi serta diakhiri pengolahan lumpur.



Gambar 4.16 Alur pengolahan limbah cair non B3
Sumber: mtlb.co.id

c. Pengolahan limbah gas

Pengolahan limbah gas dapat dilakukan dengan mengontrol emisi gas buang dan menghilangkan materi partikulat dari udara pembuangan.

d. Pengolahan limbah B3

Limbah B3 sangat berbahaya apabila dibiarkan. Oleh karena itu limbah B3 harus diolah terlebih dahulu dengan metode pengolahan secara fisika, kimia, dan biologi yang terdiri dari instalasi sumur dalam, kolam penyimpanan, dan *landfill*.

Aktivitas 5 AYO BERPIKIR KRITIS

Untuk lebih memahami cara pengolahan limbah B3 kalian bisa melihat video pada tautan berikut. Kemudian jawablah pertanyaan yang diberikan.

Setelah melihat video, apakah menurut kalian limbah industri berbahaya bagi lingkungan? Jelaskan alasannya!

https://youtu.be/pC2EH-1bpsM
Sumber: Edutainment Trans7 Official/Youtube

Pengayaan

Jika kalian tertarik dengan materi ini dan ingin mendalaminya lebih jauh, kalian dapat melihat video pada tautan berikut.

1. https://youtu.be/7epjbQAc-eQ
   Sumber: Direktorat Bina K3 Kemenaker RI
2. https://youtu.be/njv2VFNO0mA
   Sumber: GUREK

Ayo Merangkum

Setelah kalian menyelesaikan aktivitas dalam bab ini, silakan kalian rangkum materi-materi penting dalam buku catatan kalian. Kemudian diskusikan hasil rangkuman kalian dengan teman sebangku kalian.

Asesmen

A. Soal Uraian

Jawablah pertanyaan berikut dengan jawaban yang tepat!

1. Apa risiko yang terjadi pada karyawan apabila K3LH tidak diterapkan dengan baik pada industri?
2. Pemakaian APD saat bekerja sangat penting untuk menjaga keselamatan. Apa saja APD yang pernah kalian gunakan saat bekerja di bengkel?
3. Risiko bahaya dapat terjadi di mana saja. Jelaskan risiko bahaya yang kemungkinan terjadi pada bengkel di sekolah kalian!

4. Jelaskan cara penggunaan APAR!
5. Identifikasi limbah di lingkungan sekolah kalian, apakah dalam pengelolaan limbah gram besi dan lainnya sudah menerapkan prinsip pengelolaan limbah? Jelaskan bagaimana proses pengolahan limbah yang dilakukan!



Refleksi

Agar pembelajaran kita lebih efektif dan untuk mengetahui sejauh mana pemahamanmu, kalian dapat melakukan refleksi dengan menjawab pertanyaan berikut.

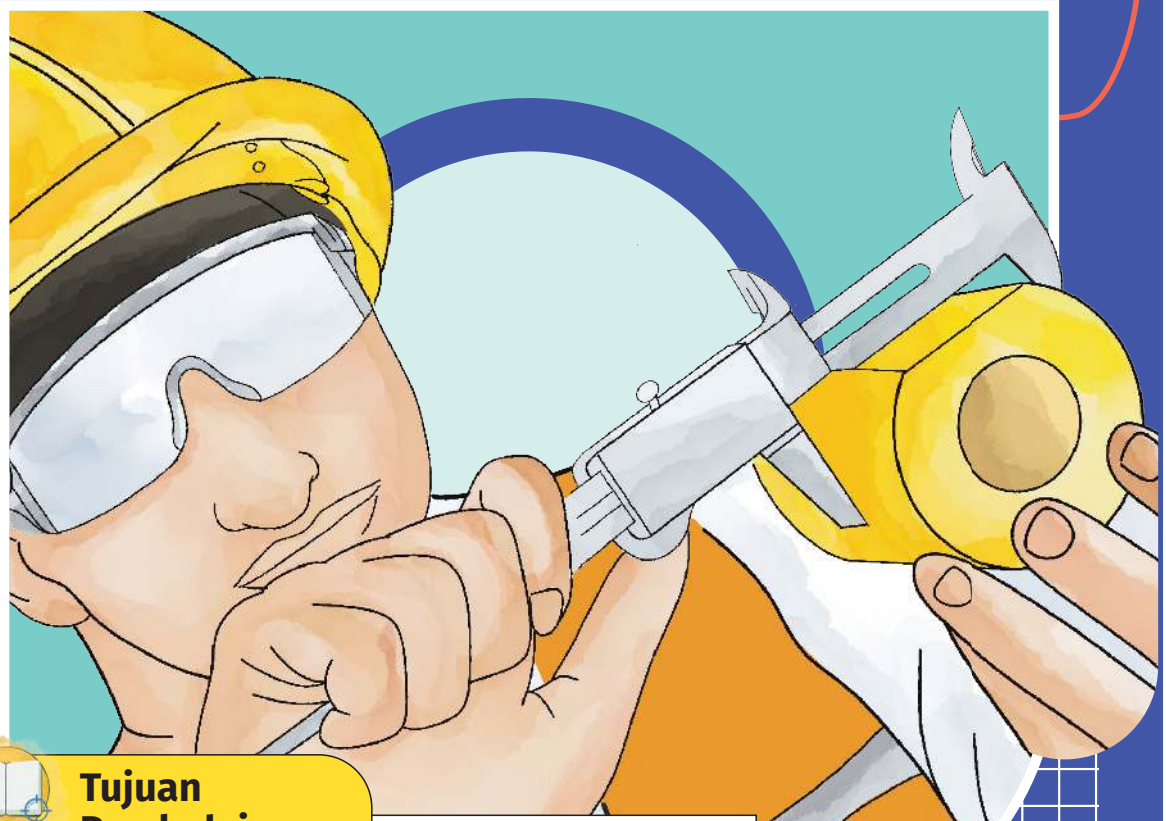
1. Materi apa yang belum kalian kuasai?
2. Materi apa yang menurut kalian mudah dikuasai?
3. Berikan tanda centang pada kriteria yang sesuai dengan penguasaan materi kalian.

No	Materi Pembelajaran	Baik	Cukup	Kurang
1	Penerapan K3LH di industri			
2	Pengenalan keadaan dan prosedur darurat			
3	Penerapan budaya kerja industri			
4	Mengenali pengolahan limbah industri			

4. Apabila ada materi yang belum dikuasai, apa yang akan kalian lakukan agar pemahaman kalian menjadi lebih baik?

KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Dasar-Dasar Teknik Mesin
untuk SMK/MAK Kelas X
Penulis: **Heri Yudianto dan Ahya' Alimuddin**
ISBN: 978-623-194-530-3 (PDF)

Bab 5 TEKNIK DASAR PROSES PRODUKSI



Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kalian dapat:

1. Menggunakan alat ukur mekanik dasar;
2. Mengidentifikasi teknologi *cutting* dan *noncutting*;
3. Memahami teknologi perkakas tangan dan bertenaga;
4. Memahami teknologi pemindah bahan;
5. Memahami teknologi manufaktur terbaru.

Pertanyaan Pemantik

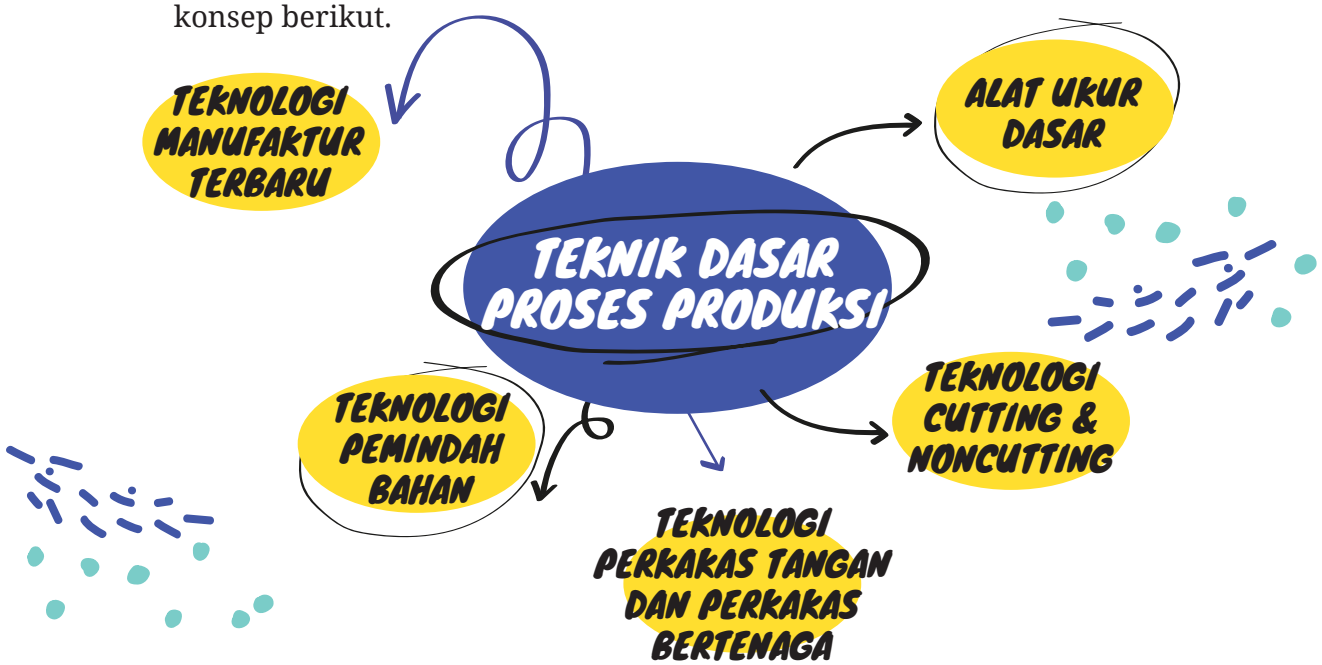
Tahukah kalian apa sajakah proses produksi dalam bidang teknik mesin yang ada di lingkungan terdekatmu?

Kata Kunci

- Alat ukur mekanik dasar
- Teknologi *cutting*
- Teknologi *noncutting*
- Teknologi perkakas tangan
- Teknologi perkakas tangan bertenaga
- Teknologi pemindah bahan,
- Teknologi manufaktur terbaru

Peta Konsep

Agar lebih mudah memahami materi pada bab ini, perhatikan peta konsep berikut.



Apersepsi

Sebelum mempelajari materi pada bab ini kalian dapat menyimak video pengenalan proses produksi pada dunia industri melalui tautan berikut.

Setelah menyimak video tersebut apakah kalian mengetahui apa saja teknik dasar dalam proses produksi? Apa fungsi masing-masing teknik dasar tersebut pada proses produksi?

https://youtu.be/wtAtsSic9fI
Sumber: Kementerian Perindustrian RI/ Youtube

A. Alat Ukur pada Bidang Teknik Mesin

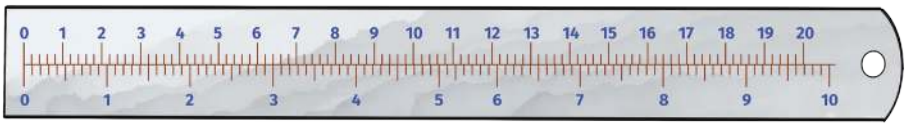
Alat ukur menjadi peralatan yang sangat penting dalam bidang teknik mesin. Alat ukur pada bidang teknik mesin dibagi menjadi tiga jenis, yaitu alat ukur yang menggunakan sistem mekanik, alat ukur yang menggunakan sistem elektronika, dan alat ukur dengan sistem mekanik dan sistem elektronika. Ketiga jenis alat ukur tersebut akan dijelaskan sebagai berikut.

1. Alat Ukur yang Menggunakan Sistem Mekanik

Alat ukur ini digunakan secara mekanik. Contoh dari alat ukur yang menggunakan sistem mekanik adalah sebagai berikut.

a. Mistar Baja

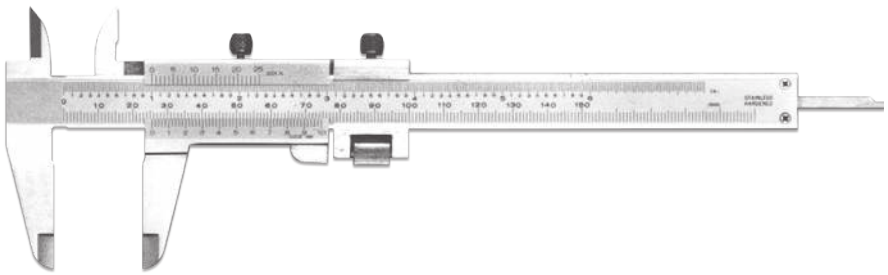
Mistar baja termasuk peralatan pengukuran dasar yang mudah digunakan. Alat ini terdiri dari sebilah lembaran yang terbuat dari bahan logam *ferro* atau logam *nonferro*. Pada salah satu sisi permukaannya diberi skala dengan satuan metris dan inci. Mistar baja memiliki panjang antara 150 sampai dengan 300 milimeter. Alat ukur ini memiliki pembagian skala bagian dalam 0,5 atau 1 milimeter. Cara penggunaan peralatan ini cukup dengan menempelkan mistar pada benda kerja yang akan diukur. Nantinya hasil pengukuran dari obek ukur dapat langsung dibaca pada skala yang tertera pada mistar baja.



Gambar 5.1 Mistar baja

b. Jangka Sorong (*Vernier Caliper*)

Jangka sorong adalah alat yang digunakan untuk mengukur diameter luar, diameter dalam, panjang, lebar, dan kedalaman dari suatu benda kerja.



Gambar 5.2 Jangka sorong (*vernier caliper*)

Bagian utama dari jangka sorong terdiri dari dua rahang, yaitu rahang geser dan rahang tetap. Adapun untuk skala ukur pada jangka sorong dalam satuan milimeter atau satuan inci (Perhatikan Gambar 5.3).



Gambar 5.3 Skala pada jangka sorong (*vernier caliper*)

Adapun tingkat ketelitian jangka sorong yang sering digunakan dalam bidang teknik mesin dalam satuan milimeter, yaitu 0,05 mm, 0,02 mm, dan 0,01 mm. Untuk satuan inci, tingkat ketelitian jangka sorong adalah 1/128 inci dan 1/1000 inci.

c. Mikrometer *(Micrometer)*

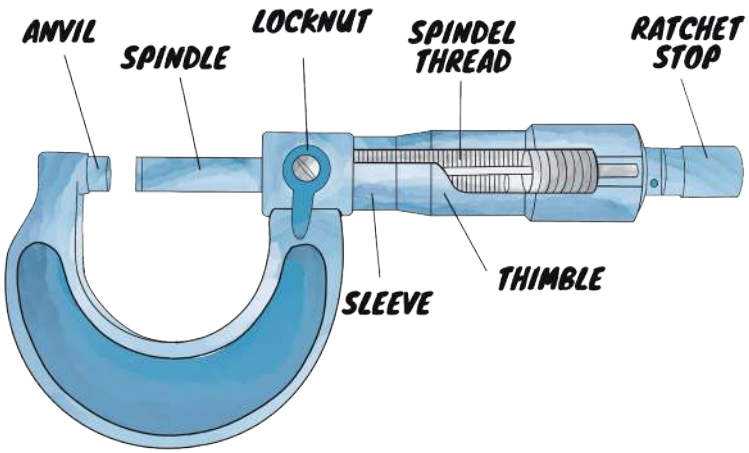
Mikrometer merupakan sebuah alat ukur yang berfungsi untuk mengukur diameter, kedalaman atau ketebalan suatu benda kerja. Tingkat akurasi pengukuran alat ini bergantung pada keakuratan ulir dari spindel. Jenis dari mikrometer menurut penggunaannya dibagi menjadi empat jenis, yaitu:

1) mikrometer luar,
2) mikrometer dalam,
3) mikrometer kedalaman, dan
4) mikrometer celah.

Adapun tingkat ketelitian mikrometer yang sering digunakan adalah ketelitian 0,001 mm dan ketelitian 0,001 mm. Mikrometer terdiri atas tujuh bagian seperti pada Gambar 5.4. Bagian-bagian mikrometer akan dijelaskan sebagai berikut.

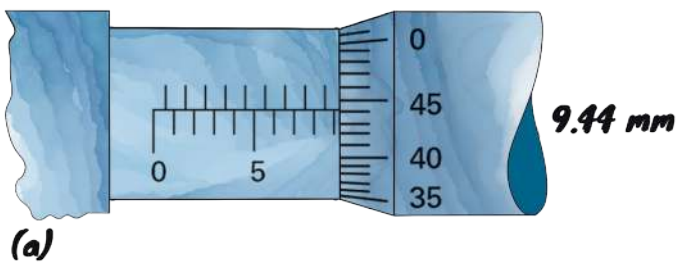
1) Rahang tetap atau *anvil*, yaitu rahang terletak pada bagian ujung dan tidak dapat bergerak. Fungsinya untuk menahan benda kerja yang akan diukur.
2) Rahang geser atau *spindle*, yaitu rahang yang bisa bergerak maju atau mundur. Fungsinya untuk menjepit benda kerja yang akan diukur.
3) *Spindle thread* yaitu ulir dari *spindle*.
4) *Locknut*, yaitu pengunci yang berfungsi mengunci mikrometer agar tidak terjadi pergeseran.
5) *Ratchet stop*, yaitu bagian dari mikrometer yang memiliki mekanisme untuk mencegah *spindle* bergerak. Jika *ratchet stop* ini diputar sampai terdengar bunyi maka hal ini mengindikasikan bahwa *spindle* telah menyentuh benda kerja. Saat kondisi ini terjadi *spindle* tetap dapat diputar, namun jika hal ini tetap dilakukan maka hasil pengukuran tidak akan akurat (presisi).
6) *Sleeve*, yaitu bagian dari mikrometer yang berfungsi sebagai tempat dari peletakan skala utama.

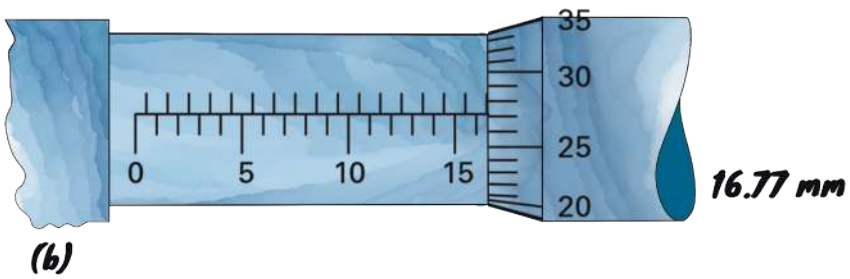
7) *Thimble* yaitu bagian dari micrometer yang berfungsi sebagai tempat dari peletakan skala nonius. Setiap putaran dari *thimble* akan menggerakkan *spindle*.



Gambar 5.4 Mikrometer luar (*external micrometer*)

Cara pembacaan mikrometer dengan skala ketelitian 0,01 mm diberikan pada Gambar 5.5. Coba kalian perhatikan Gambar 5.5a, skala utama menunjukkan angka 9 maka nilainya adalah 9 mm. Adapun skala vernier dengan garis memanjang yang lurus pada angka 44 maka nilainya 44 × 0,01 = 0,44 mm. Sehingga hasil pembacaan seluruh skala adalah 9,44 mm. Selanjutnya, kalian perhatikan Gambar. 5.5b, skala utama telah menunjukkan pada angka 16 mm dan 0.5 mm. Adapun skala nonius dengan garis memanjang yang lurus pada 27 = 27 × 0,01 = 0,27 mm. Sehingga hasil pembacaan seluruh skala adalah 16,77 mm.





Gambar 5.5 Contoh pembacaan mikrometer luar

d. Busur Derajat (*Bevel Vernier* atau *Bevel Protactor*)

Busur derajat berfungsi untuk menentukan atau mengukur sudut pengukuran dari sebuah benda kerja (Perhatikan Gambar 5.7). Alat ukur ini menggunakan dua skala, yaitu skala utama dan skala nonius. Untuk skala utama di mana setiap kelipatan 10 derajat menjadi bernomor 0, 10, 20, 30, dst.



Gambar 5.6 Busur derajat

Adapun skala nonius dibagi menjadi 12 bagian sama yang menempati ruang yang sama dengan 23 derajat pada skala utama (Perhatikan Gambar 5.7).



Gambar 5.7 Skala pada busur derajat

2. Alat Ukur yang Menggunakan Sistem Elektronika

Alat ukur yang menggunakan sistem elektronika antara lain jangka sorong digital (*vernier caliper digital)* dan mikrometer digital (*micrometer digital)*.

3. Alat Ukur yang Menggunakan Sistem Mekanik Dan Sistem Elektronika

Beberapa jenis alat ukur yang menggunakan sistem mekanik dan sistem elektronika akan dijelaskan sebagai berikut.

a. Mikrometer Pemindaian Laser (*Laser Scan Micrometer*)

Mikrometer pemindaian laser merupakan sebuah alat presisi tinggi yang menggunakan sistem pengukuran laser tanpa kontak fisik. Pengukuran dimensi menggunakan kecepatan tinggi pemindaian sinar laser. Dengan kemampuan ini, pengukuran dapat dilakukan pada benda kerja yang sulit diukur menggunakan sistem pengukuran konvensional. Contoh benda kerja yang sulit diukur menggunakan sistem pengukuran konvensional antara lain benda kerja panas, benda kerja rapuh atau elastis, benda kerja yang harus dijaga bebas dari kontaminasi, dan benda kerja lunak yang akan dipengaruhi oleh kekuatan pengukuran.

Prinsip dasar pengukuran dengan alat ini adalah sinar laser diarahkan melintasi benda kerja. Bagian dari balok tidak terhalang oleh benda kerja mencapai penerima yang

mengirimkan sinyal untuk diproses dan dimensi ditampilkan secara digital pada layar yang terhubung satuan tampilan. Perangkat lunak data tersedia yang memungkinkan *impor* data pengukuran dari satu atau lebih unit tampilan ke PC untuk tujuan statistik dan kontrol kualitas. Lebih jelasnya mengenai tampilan alat ukur ini, kalian bisa memperhatikan Gambar 5.8.



Gambar 5.8 *Laser Scan Micrometer*
Sumber: Business Wire, Eastern Standard Time (2018)

b. CNC *Coordinate Measuring Machine* (CMM)

Pada dasarnya CMM merupakan sistem mekanis yang menggerakkan *probe* pengukur yang akan menentukan koordinat titik-titik pada permukaan suatu benda kerja. CMM merupakan perangkat ukur digital yang terdiri atas beberapa komputer mesin yang dikendalikan komputer itu sendiri, *probe* pengukur, sistem kontrol digital, dan suatu perangkat lunak pengukuran. Desain CMM yang populer adalah jenis jembatan bergerak di mana *slide* bergerak bebas pada bantalan udara di sekitar meja kerja granit.



Gambar 5.9 *CNC Measuring Machine*
Sumber: Mitutoyo.co.jp (2015)

Aktivitas 1 AYO BEREKSPLORASI

Simaklah video pada tautan di samping kemudian jawablah pertanyaan yang diberikan.

https://youtu.be/pGyf1YxcdXc
Sumber: MCCS Teachers/Youtube

1. Setelah kalian menyimak video tersebut, carilah nama-nama alat ukur yang diterapkan dalam bidang teknik mesin beserta dengan fungsinya melalui:
   a. Pengamatan langsung di bengkel
   b. Membaca buku di perpustakaan
   c. Pencarian melalui internet
2. Buat laporan singkat seperti tabel di bawah ini pada buku tulismu, selanjutnya presentasikan hasilnya di depan teman dan guru kalian!

No.	Nama Alat Ukur	Fungsi
1.		
2.		
3.		
dst.		

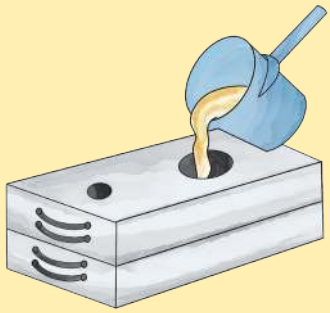
Aktivitas 2 AYO BERDISKUSI

1. Buatlah kelompok dengan jumlah 4-6 orang.
2. Lakukan pembelajaran teman sebaya dengan ketentuan teman yang lebih menguasai materi menjadi tutor untuk membahas tentang cara:
   a. menggunakan jangka sorong ketelitian 0,05 mm
   b. menggunakan jangka sorong ketelitian 0,02 mm
   c. menggunakan mikrometer luar ketelitian 0,01 mm
   d. menggunakan busur derajat

B. Teknologi *Cutting* dan *Noncutting*

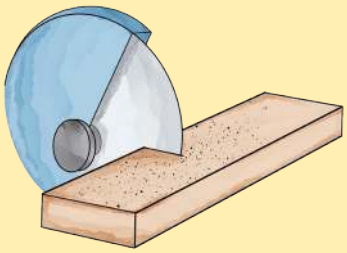
Teknologi produksi pada bidang teknik mesin (Gerling, 1974) terbagi menjadi dua jenis yaitu, *cutting* dan *noncutting* (Perhatikan Gambar 5.10).

NONCUTTING

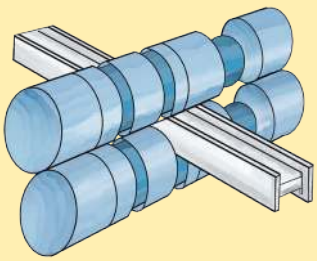


Casting

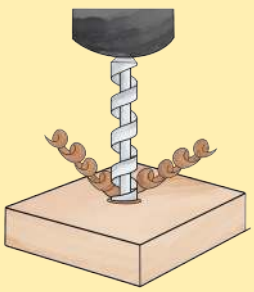
CUTTING



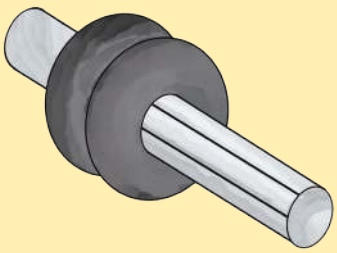
Sawing



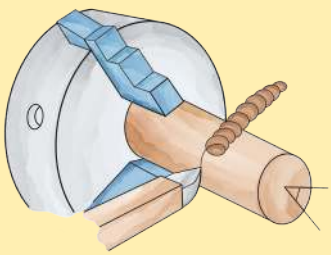
Rolling



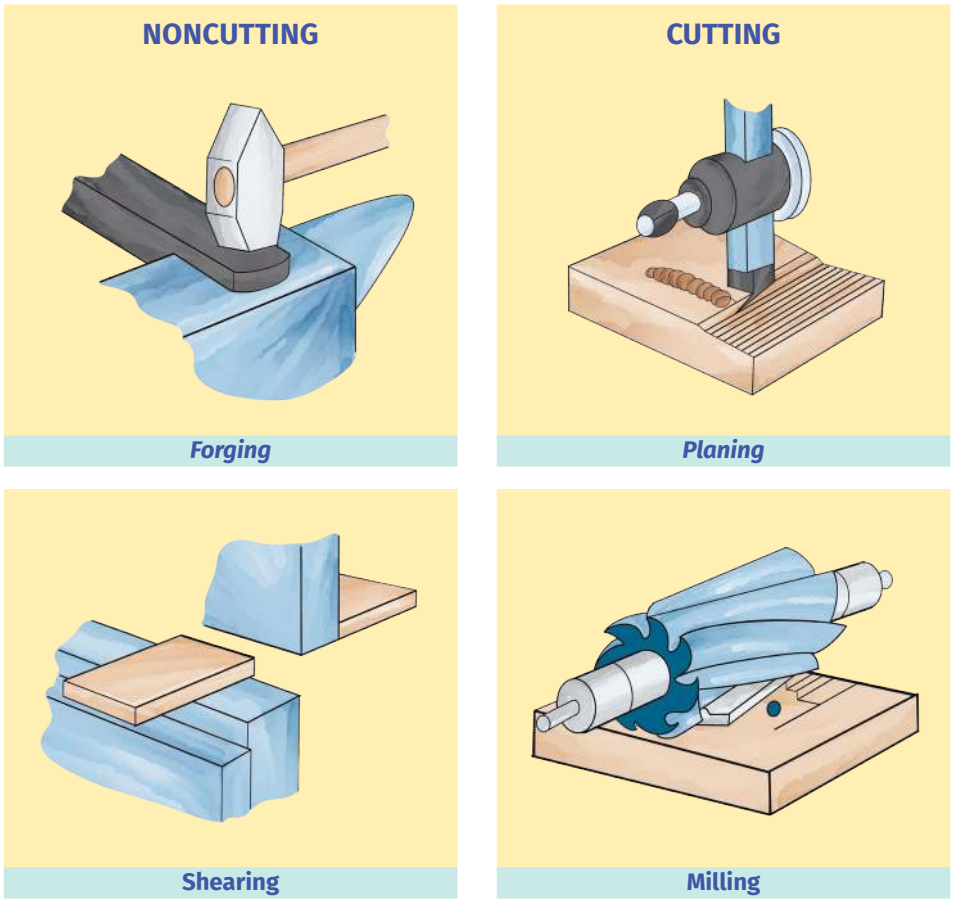
Drilling



Drawing



Turning



Gambar 5.10 Teknologi produksi menurut Gerling

1. Proses *Noncutting*

Beberapa contoh dari proses *noncutting* yang sering dijumpai di dunia industri di antaranya sebagai berikut.

a. *Casting*

Casting merupakan salah satu teknologi produksi dengan cara menuang bahan cair ke dalam cetakan yang berongga dengan bentuk yang dikehendaki dan selanjutnya didiamkan menjadi padat. Kemudian cetakan dibongkar dan hasil cetakan dikerjakan proses selanjutnya.

b. *Rolling*

Rolling merupakan proses pengurangan ketebalan pada benda kerja dengan dimensi memanjang menggunakan alat rol yang

berputar dan menekan pada benda kerja sehingga terjadi perubahan bentuk.

c. *Drawing*

Drawing merupakan salah satu proses pengerjaan logam yang menggunakan kekuatan tarik untuk menghasilkan benda kerja menjadi lebih kecil atau lebih tipis sehingga mencapai bentuk dan ketebalan yang dikehendaki.

d. *Forging*

Forging merupakan salah satu proses pembentukan benda kerja dengan gaya tekan atau tempa menggunakan palu manual atau mekanis.

e. *Shearing*

Shearing atau *die cutting* merupakan proses pengerjaan benda kerja tanpa menggunakan proses pembakaran atau peleburan.

2. Proses *Cutting*

Beberapa contoh dari proses *cutting* adalah sebagai berikut.

a. *Sawing*

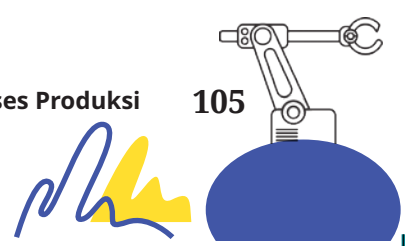
Sawing atau penggergajian merupakan salah satu proses pemotongan benda kerja dengan menggunakan pisau bulat bergerigi yang berputar.

b. *Drillling*

Drilling atau pengeboran merupakan salah satu proses pemotongan benda kerja untuk membuat lubang bulat melingkar pada benda kerja menggunakan alat potong berupa mata bor yang berputar dan menusuk memasuki benda kerja.

c. *Turning*

Turning atau proses pembubutan merupakan salah satu proses permesinan di mana pahat potong tidak berputar namun benda kerja yang berputar. Proses pembubutan kebalikan dari proses *drilling*.



d. *Planning*

Planning atau *shaping* atau sekrap digunakan untuk proses pekerjaan pada bidang-bidang yang rata, cembung atau cekung, posisi datar, posisi tegak atau posisi miring. Proses pekerjaan ini memiliki gerakan lurus bolak balik secara horizontal, selain itu ada juga yang vertikal.

e. *Milling*

Milling merupakan salah satu proses pemesinan di mana alat potong berputar dan benda kerja bergerak dengan arah horizontal atau garis mendatar.

Aktivitas 3 **AYO BERPIKIR KRITIS**

Perhatikan Gambar 5.10, kemudian jawablah pertanyaan berikut.

1. Apa sajakah kelebihan dari teknologi *cutting* dan teknologi *noncutting*?
2. Apakah yang membedakan kedua teknologi tersebut?
3. Bagaimana proses yang terjadi pada kedua teknologi tersebut?

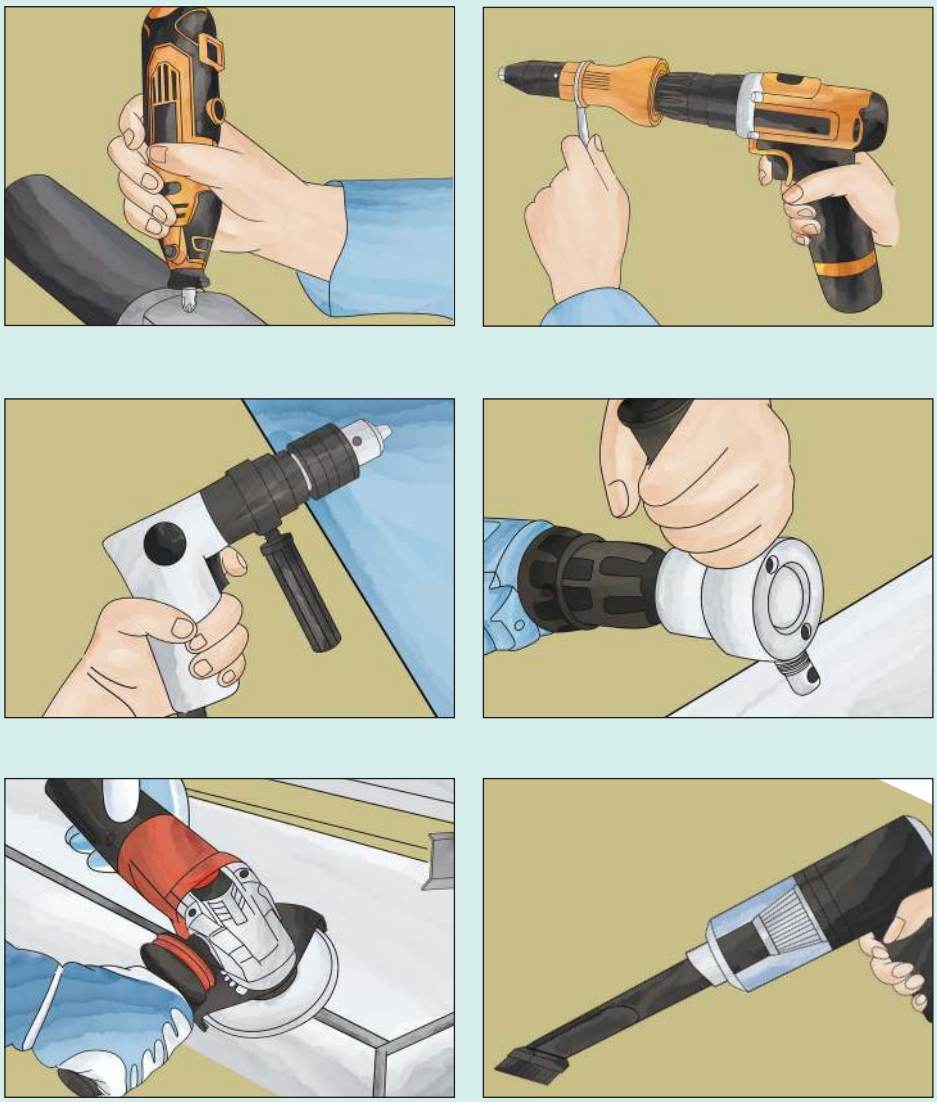
C. Teknologi Perkakas Tangan dan Perkakas Bertenaga

Kalian pasti pernah melihat proses produksi yang menggunakan perkakas tangan dan bertenaga yang ada di sekitarmu. Cobalah kalian perhatikan perkakas apa saja yang digunakan di sekitarmu baik perkakas tangan maupun bertenaga. Kalian amati juga apa saja kelebihan dan kekurangan dari penggunaan perkakas tangan dan perkakas bertenaga. Agar kalian lebih memahami penggunaan perkakas tangan, kalian bisa menyimak sumber belajar pada tautan berikut.

https://youtu.be/N4rzOljvzRc
Sumber: Dhea Maharani Dhany Putri/ Youtube

Aktivitas 4 AYO BERPIKIR KRITIS

Perhatikan Gambar 5.11, kemudian jawablah pertanyaan yang diberikan dengan tepat.



Gambar 5.11 Jenis-jenis perkakas bertenaga

1. Coba tunjukkan mana saja yang termasuk perkakas bertenaga?
2. Apakah yang menjadi kelebihan dari perkakas tersebut?
3. Diskusikan dengan teman sebangku kalian.
4. Presentasikan hasil diskusi kalian ke depan teman dan guru kalian dengan komunikatif.

D. Teknologi Pemindah Bahan

Kalian pasti pernah melihat proses pemindahan bahan yang ada di sekitarmu. Cobalah kalian perhatikan peralatan pemindah bahan apa saja yang digunakan.

Aktivitas 5 AYO BERPIKIR KRITIS

Perhatikan gambar berikut kemudian jawablah pertanyaan yang diberikan dengan tepat.



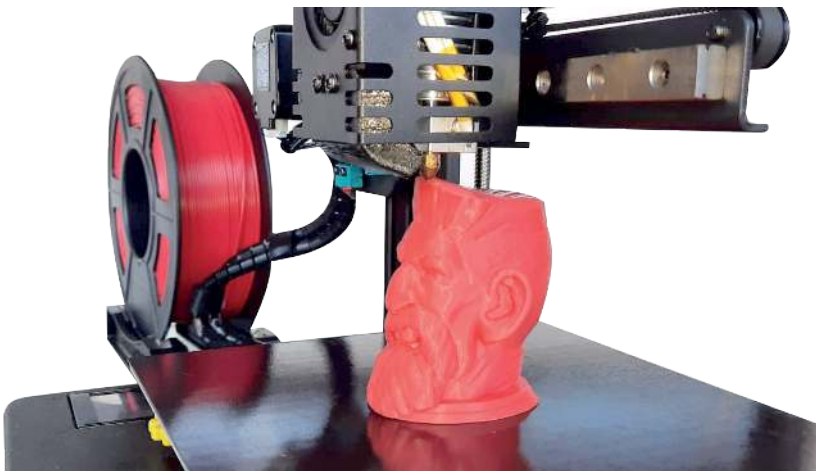
(a) (b) (c)

Gambar 5.12 Beberapa contoh peralatan pemindah bahan

1. Berdasarkan gambar di atas, sebutkan nama-nama dari peralatan pemindah pada gambar tersebut?
2. Coba kelompokkan alat manakah yang menggunakan sistem kerja mekanis dan sistem kerja hidrolis?

3. Apa fungsi dari masing-masing peralatan pemindah pada gambar tersebut?
4. Sebutkan kelebihan masing-masing peralatan pemindah pada gambar tersebut?
5. Diskusikan dengan teman sebangku kalian.

E. Teknologi Manufaktur Terbaru



Gambar 5.13 Hasil cetak mesin 3D *printing*
Sumber: Tantan Yulianto (2023)

Kalian sudah mengetahui tentang mesin printer yang digunakan untuk mencetak gambar atau tulisan pada kertas yang telah dibuat pada komputer.

Hasil cetakan gambar atau tulisan tersebut berbentuk dua dimensi (*2D printing*) dan ada juga dalam bentuk tiga dimensi atau yang lebih dikenal dengan istilah *3D printing*. Teknik *3D printing* digunakan untuk mencetak benda padat berbentuk tiga dimensi dari desain yang sudah tersedia dalam format digital. Pada teknologi manufaktur bahan yang dicetak bukan berupa tinta di atas kertas namun bisa berupa material plastik dan bahkan logam.

Penggunaan *3D printing* dapat digunakan dalam skala kecil, misalnya pada usaha kecil dan menengah (UKM) atau bahkan dalam skala besar. Contoh penerapan *3D printing* dalam skala besar, yaitu pada industri manufaktur komponen mesin. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil cetak dari mesin *3D printing* kalian bisa melihat Gambar 5.13.

Mesin pencetak tiga dimensi merupakan teknologi produksi modern yang mampu mengubah bentuk digital menjadi benda nyata yang memiliki volume. Teknologi ini merupakan penemuan terbaru pada abad ke-21 karena terbukti sangat membantu dalam dunia industri. Hal ini menjadikan fungsi dari printer tidak hanya terbatas untuk mencetak dokumen ke dalam bentuk kertas namun dapat menghasilkan bentuk yang lebih realistis dan nyata.

Aktivitas 6 **AYO BERPIKIR KRITIS**

Carilah teknologi manufaktur terbaru lainnya dari sumber belajar yang ada di perpustakaan sekolah atau dari internet. Laporkan hasil pencarian kalian dalam bentuk tulisan dan diskusikan dengan teman sekelas kalian.

Aktivitas 7 **AYO BERDISKUSI**

1. Buatlah kelompok dengan jumlah 4–6 orang.
2. Lakukan pembelajaran teman sebaya dengan ketentuan teman yang lebih menguasai materi menjadi tutor untuk membahas tentang cara:
   a. menggunakan alat ukur dasar
   b. menggunakan perkakas tangan
   c. menggunakan perkakas tangan bertenaga
   d. menggunakan alat pemindah bahan
   e. menggunakan 3D *printing*

Pengayaan

Jika kalian tertarik dengan materi ini dan ingin mendalaminya lebih jauh, kalian dapat melakukan kegiatan berikut.

1. Simaklah sumber belajar berupa video pengenalan alat ukur mekanik presisi melalui tautan berikut.

   https://youtu.be/5Bh-R7orEnE
   Sumber: Eric Brennan/YouTube

2. Setelah kalian menyimak video di atas, diskusikan pendapatmu mengenai penerapan teknologi alat ukur mekanik presisi dan teknologi manufaktur terbaru pada kehidupan kalian sehari-hari!
3. Presentasikan hasilnya ke depan teman dan guru kalian.

Ayo Merangkum

Setelah kalian menyelesaikan aktivitas dalam bab ini, silakan kalian rangkum materi-materi penting dalam buku catatan kalian. Kemudian diskusikan hasil rangkuman kalian dengan teman sebangku kalian.

Asesmen

A. Soal Uraian

Jawablah pertanyaan berikut dengan jawaban yang tepat!

1. Sebutkan tiga nama alat ukur dengan sistem mekanik beserta fungsinya!
2. Mengapa kita perlu mempelajari alat ukur dasar?
3. Jelaskan bagian-bagian dari jangka sorong dengan ketelitian 0,05 mm!

4. Jelaskan bagian-bagian dari mikrometer dengan ketelitian 0,01 mm!
5. Sebutkan lima proses dari teknologi *cutting*!
6. Sebutkan lima proses dari teknologi *noncutting*!
7. Sebutkan lima nama perkakas tangan beserta fungsinya!
8. Sebutkan lima nama perkakas tangan bertenaga beserta fungsinya!
9. Sebutkan tiga nama alat pemindah bahan beserta fungsinya!
10. Jelaskan kelebihan dari mesin pencetak 3D!



Refleksi

Agar pembelajaran kita lebih efisien dan untuk mengetahui sejauh apa pemahamanmu, kalian dapat melakukan refleksi dengan menjawab pertanyaan berikut. Berilah tanda centang (√) pada kolom yang sesuai.

No	Uraian	Hasil Refleksi	
		Ya	Tidak
1.	Apakah kalian mengalami kesulitan saat mempelajari materi pada bab ini?		
2.	Apakah kalian sudah mengetahui jenis-jenis alat ukur dasar yang digunakan dalam bidang manufaktur teknik mesin?		
3.	Apakah kalian sudah mengetahui fungsi alat ukur dasar yang digunakan dalam bidang manufaktur teknik mesin?		
4.	Apakah kalian memahami penggunaan satu alat ukur dasar dalam bidang manufaktur teknik mesin?		
5.	Apakah kalian memahami jenis dan fungsi alat ukur dalam bidang manufaktur teknik mesin?		
6.	Apakah kalian memiliki gambaran tentang profesi yang berkaitan dengan keterampilan menggunakan alat ukur dalam bidang manufaktur teknik mesin?		

KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Dasar-Dasar Teknik Mesin
untuk SMK/MAK Kelas X
Penulis: **Heri Yudianto dan Ahya' Alimuddin**
ISBN: 978-623-194-530-3 (PDF)

Bab 6 PENGETAHUAN BAHAN TEKNIK



Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kalian dapat:

1. Memahami jenis-jenis bahan;
2. Memahami sifat fisik bahan,
3. Memahami sifat kimia bahan,
4. Memahami sifat mampu listrik bahan, dan
5. Memahami sifat mampu mekanik bahan terkait dengan fungsinya dalam proses manufaktur.

Pertanyaan Pemantik

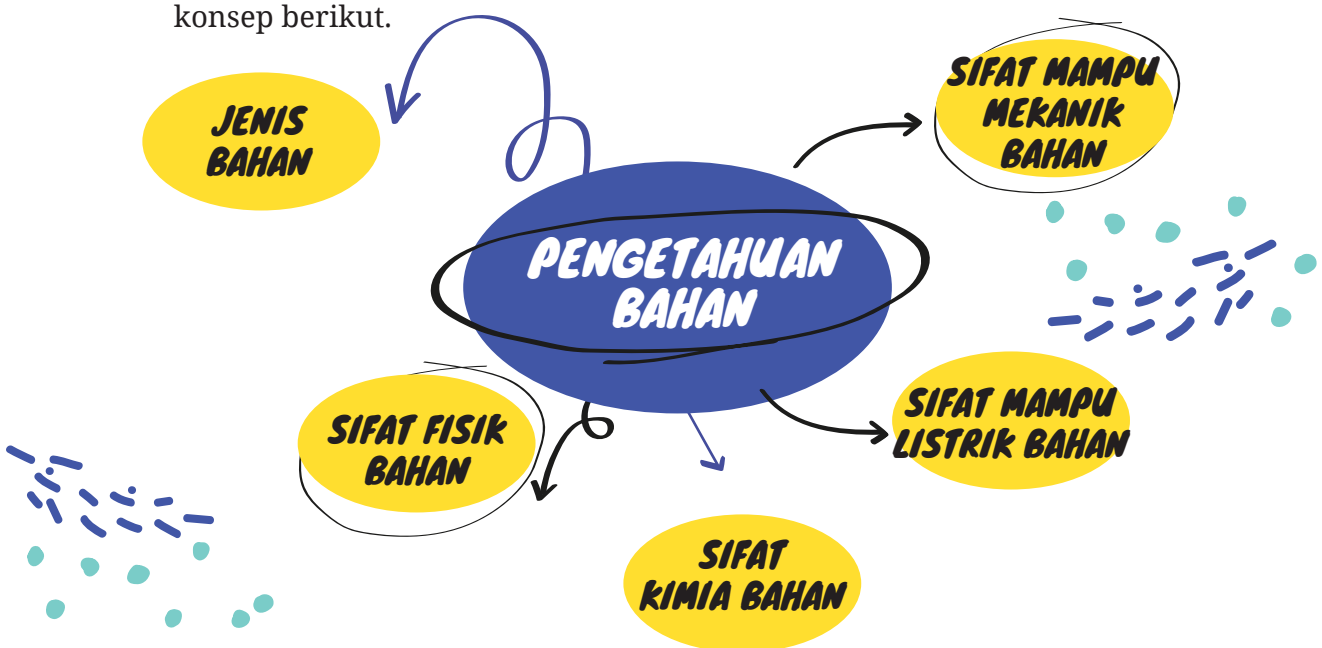
Apakah kalian mengetahui bahan-bahan apa saja yang biasa digunakan dalam bidang teknik mesin yang ada di lingkungan terdekatmu?

Kata Kunci

- Jenis bahan
- Sifat fisik bahan
- Sifat kimia bahan
- Sifat mampu listrik bahan
- Sifat mampu mekanik bahan

Peta Konsep

Agar lebih mudah memahami materi pada bab ini, perhatikan peta konsep berikut.



Apersepsi

Sebelum mempelajari materi pada bab ini kalian dapat menyimak video tentang pengetahuan bahan melalui tautan berikut.

Setelah kalian menyimak video tersebut, cobalah kalian amati dan temukan dari lingkungan sekitar kalian terkait bahan-bahan yang umumnya digunakan dalam bidang teknik mesin.

https://youtu.be/g04XbntImRY
Sumber: Guru Pembelajar Indonesia/ Youtube

A. Jenis-jenis bahan

Pembuatan alat atau benda yang beraneka ragam tentunya membutuhkan bahan baku untuk proses pembuatan. Jenis-jenis bahan yang dibutuhkan disesuaikan dengan karakteristik alat atau benda yang dibuat. Besarnya kebutuhan untuk pemenuhan bahan disebabkan banyaknya kesamaan kebutuhan bahan baku untuk pembuatan jenis-jenis alat atau benda.



Gambar 6.1 Klasifikasi material teknik
Sumber: (Yudianto & Agung, 2021)

Pengelompokkan bahan-bahan dalam bidang teknik dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu bahan logam dan bahan nonlogam seperti pada Gambar 6.1. Klasifikasi bahan-bahan tersebut akan dijelaskan sebagai berikut.

1. Bahan logam

Bahan logam adalah bahan yang mengandung unsur logam dalam kadar yang banyak maupun sedikit. Bahan logam diklasifikasikan menjadi dua jenis dan akan dijelaskan sebagai berikut.

a. Logam *Ferro* (Logam Besi)

Bahan ini mengandung unsur besi (Fe) sebagai unsur utama. Selama berabad-abad, besi menjadi salah satu bahan baku yang sangat penting untuk pembuatan peralatan dalam bidang teknik. Untuk menghasilkan logam besi, diperlukan pengolahan dalam tanur perapian. Besi kasar yang dihasilkan dari tanur perapian memiliki komposisi kimia sebagai berikut.

1) Karbon (C) 3 - 4,5 %
2) Mangan (Mn) 0,15 - 2,5 %
3) Fosfor (P) 0,1 - 2 %
4) Silikon (Si) 1 - 3 %
5) Sulfur (S) 0,05 - 0,1 %

Bahan teknik yang berasal dari bahan logam *ferro* umumnya berbentuk paduan antara besi (Fe) dengan unsur lain dan yang paling banyak adalah unsur karbon (C) sehingga umum disebut dengan besi karbon misalnya baja dan baja tuang. Kadar karbon pada baja rentangnya antara 0,2% sampai dengan 2,1%. Kandungan mineral lainnya dalam baja antara lain mangan (Mn), krom (Cr), vanadium (V), nikel (Ni), silikon (Si), tembaga (Cu), sulfur (S), dan fosfor (P). Fungsi karbon dalam baja adalah untuk mencegah terjadinya dislokasi atau pergeseran atom-atom dalam kristal atom logam besi.

Kandungan karbon (C) dalam besi tuang antara 3% sampai dengan 5%. Adapun mineral tambahan lainnya dalam besi

tuang adalah silikon (Si) dengan kadar 1,8 - 2,4%. Pemanfaatan besi tuang yang bersifat mampu tempa yang sangat baik dipergunakan untuk membuat peralatan pertanian, komponen pada industri kereta api, komponen otomotif, jangkar kapal, dan rantai.



Gambar 6.2 Benda-benda yang terbuat dari logam
Sumber: Frisna Y.N, (2023)

1). Baja karbon

Merupakan jenis logam *ferro* yang umum digunakan. Baja karbon ini merupakan paduan antara besi (Fe) dan karbon (C) dengan unsur besi (Fe) mempunyai kadar yang banyak. Adapun kadar karbon dalam baja karbon paling sedikit kurang dari 0,3% dan paling banyak 1,7%. Menurut kadar karbonnya, baja karbon dibagi menjadi tiga yaitu baja karbon rendah, baja karbon sedang, dan baja karbon tinggi.

2). Baja karbon rendah

Baja karbon rendah memiliki kadar karbon (C) maksimal 0,3% dan banyak digunakan pada pembuatan kawat, baja profil, ulir, baut, konstruksi jembatan, konstruksi bangunan, dan lain-lain.

3). Baja karbon sedang

Baja karbon sedang memiliki kadar karbon antara 0,3% sampai dengan 0,7% dan jenis logam ini banyak digunakan untuk pembuatan rel kereta api, poros, roda gigi, dan suku cadang yang membutuhkan kekuatan tinggi.

4). Baja karbon tinggi

Baja karbon tinggi mempunyai kadar karbon antara 0,7% sampai dengan 1,7% dan digunakan untuk pembuatan pisau, pegas, mata bor, dan peralatan lain yang tahan terhadap gesekan dan panas.

5). Baja paduan

Baja paduan merupakan baja yang dipadu dengan satu atau lebih unsur logam maupun nonlogam dengan kadar tertentu dengan tujuan memperbaiki sifat-sifat mekanis.

6). Baja tuang atau besi cor

Baja tuang merupakan baja yang mempunyai komposisi besi dan karbon dengan kadar antara 1,7 % s.d. 3,8%. Dalam bidang teknik baja tuang diklasifikasikan menjadi empat, yaitu besi tuang putih, besi tuang kelabu, besi tuang mampu tempa, dan besi tuang nodular.

Tabel 6.1 Kandungan Kimia Beberapa Logam Besi

No.	Logam	Kandungan Karbon	Kandungan Kimia Lainnya
1.	Besi Tuang Putih	1,8 – 3,6 %	0,25–0,80 % Mangan 0,06–0,2 % Fosfor 0,06–0,2 % Sulfur
2.	Besi Tuang Kelabu	2,5 – 4 %	0,2–1,0 % Mangan 0,002–1,0 % Fosfor 0,02–0,025 % Sulfur
3.	Besi Tuang Tempa	2,5 – 4 %	1–3 % Silikon
4.	Besi Tuang Nodular	3 – 4 %	0,1–1 % Mangan 1,8–2,8 % Silikon

Sumber: (Yudianto, 2021)

b. Logam *Nonferro* (Logam Bukan Besi)

Logam *nonferro* merupakan jenis bahan logam yang tidak mengandung unsur besi (Fe) misalnya aluminium, zink, tembaga, nikel, dan lain-lain.

1). Tembaga (Cu)

Tembaha memiliki warna cokelat kemerahan dengan sifat dapat ditempa, liat, dan penghantar panas serta listrik yang baik. Tembaga digunakan untuk membuat suku cadang bagian listrik, radio penerangan, dan alat-alat dekorasi.

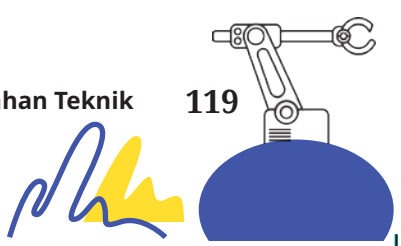
2). Aluminium (Al)

Aluminium mempunyai warna biru putih dengan sifat dapat ditempa, liat, bobot ringan, penghantar panas dan listrik yang baik, serta mampu dituang. Alumunium digunakan untuk membuat peralatan masak, elektronik, industri mobil, dan pesawat terbang. Jenis-jenis aluminium dijelaskan pada tabel berikut.

Tabel 6.2 Jenis-Jenis Aluminium dan Fungsinya

No.	Jenis Aluminium	Kandungan Kimia Lainnya	Fungsinya
1.	Duralumin	0,5 % Tembaga 0,5 % Mangan 1,5 % Magnesium 1,2 % Silikon 0,1 % Besi (Fe)	• Bahan utama untuk industri kapal dan pesawat terbang • Bahan utama kontruksi
2.	Silumin	0,15–0,4 % Mangan 0,5 % Magnesium 3–25 % Silikon	• Elektrode pengelasan • Bahan utama untuk pembuatan komponen otomotif, contohnya piston motor bakar, *silinder head* motor bakar, dan lain sebagainya
3.	Duralium	1,5 % Tembaga 2,5 % Mangan 0,3 % Kromium	• Bahan utama untuk industri pesawat terbang • Bahan utama kontruksi

Sumber: (Yudianto, 2021)



3). **Timbal (Pb)**

Warna timbal adalah biru kelabu dengan sifat dapat ditempa, sangat liat, tahan korosi, air asam, dan bobot sangat berat. Timbal digunakan sebagai bahan pembuat kabel, baterai, bubungan atap, dan bahan pengisi.

4). **Timah (Sn)**

Warna timah adalah bening keperakan dengan sifat dapat ditempa, liat, dan tahan korosi. Timah digunakan sebagai pelapis lembaran baja lunak (pelat timah) dan industri pengawetan.

2. Bahan nonlogam

Bahan nonlogam adalah bahan yang di dalamnya tidak mengandung unsur logam. Bahan nonlogam mencakup semua bahan organik maupun bahan anorganik. Bahan organik contohnya kayu, kertas, dan karton. Adapun bahan anorganik contohnya botol plastik, kaca, dan keramik.



Gambar 6.3 Benda-benda terbuat dari bahan nonlogam
Sumber: Frisna Y.N, (2023)

Beberapa contoh dari bahan nonlogam disajikan pada Tabel 6.3

Tabel 6.3 Bahan Nonlogam

No.	Bahan Organik	Bahan Anorganik
1.	Plastik	Semen
2.	Kayu	Keramik
3.	Kertas	Gelas
4.	Kulit	Grafit
5.	Karet	Polimer

Sumber: (Yudianto, 2021)

Kemajuan teknologi bahan dengan proses kimia yang modern telah mengembangkan bahan yang disebut polimer. Polimer telah banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Contoh bahan polimer antara lain *polyetilena, polypropilena, polyvinil chlorida, polytirena*. Jenis polimer tersebut mempunyai sifat-sifat yang berbeda-beda sehingga penggunaannya juga berbeda.



Gambar 6.4 Benda-benda yang terbuat dari polimer
Sumber: Frisna Y.N, (2023)

Aktivitas 1 AYO BERDISKUSI

Perhatikan Gambar 6.3 dan Gambar 6.4 kemudian jawablah pertanyaan berikut.

1. Cobalah kalian sebutkan nama-nama peralatan pada gambar tersebut? Kelompokkan peralatan pada gambar tersebut manakah yang termasuk bahan organik dan anorganik? Cobalah kalian sebutkan kandungan unsur kimia pada masing-masing peralatan gambar tersebut?
2. Bentuklah kelompok yang beranggotakan 2-3 orang.
3. Diskusikan dengan teman dalam kelompok kalian. Laporkan hasil diskusi kalian ke dalam buku catatan.

Tabel 6.4 Lembar Aktivitas 1

No.	Gambar	Bahan Organik	Bahan Anorganik
1.			
2.			
3.			
dst.			

B. Sifat-sifat logam

Logam mempunyai beberapa sifat teknik antara lain sifat mekanis, sifat fisika, sifat kimia, dan sifat pengerjaan. Sifat-sifat dari logam penting diketahui untuk menentukan penggunaan dan proses pengerjaan.

1. Sifat mekanis bahan

Sifat mekanis bahan adalah kemampuan suatu bahan untuk menahan beban yang diberikan pada bahan tersebut. Pembebanan yang diberikan dapat berupa pembebanan statis (besar dan

arahnya tetap) ataupun berupa pembebanan dinamis (besar dan arahnya berubah). Sifat-sifat mekanis pada logam antara lain kekuatan bahan *(strength)*, kekerasan, elastisitas, kekakuan, plastisitas, dan kelelahan bahan.

a. Kekuatan *(strength)* adalah kemampuan material untuk menahan tegangan tanpa kerusakan.
b. Kekerasan *(hardness)* adalah ketahanan suatu bahan untuk menahan pembebanan yang dapat berupa goresan atau penekanan.
c. Kekakuan adalah ukuran kemampuan suatu bahan untuk menahan perubahan bentuk atau deformasi setelah diberi beban.
d. Kelelahan bahan adalah kemampuan suatu bahan untuk menerima beban yang berganti-ganti dengan tegangan maksimum diberikan pada setiap pembebanan.
e. Elastisitas adalah kemampuan suatu bahan untuk kembali ke bentuk semula setelah menerima beban yang mengakibatkan perubahan bentuk.
f. Plastisitas adalah kemampuan suatu bahan padat untuk mengalami perubahan bentuk tetap tanpa ada kerusakan.

2. Sifat fisika bahan

Sifat fisika bahan adalah karakteristik suatu bahan saat mengalami peristiwa fisika, misalnya pengaruh panas. Sifat-sifat fisika bahan antara lain titik lebur, kepadatan, dan daya hantar panas.

3. Sifat kimia bahan

Sifat kimia bahan adalah kemampuan suatu bahan logam dalam mengalami peristiwa karat (korosi). Korosi adalah terjadinya reaksi kimia antara suatu bahan logam dengan oksigen atau udara di lingkungannya. Secara garis besar ada dua macam korosi, yaitu korosi karena efek galvanis dan korosi karena reaksi kimia langsung.

Aktivitas 2 AYO BERDISKUSI

Setelah kalian mempelajari sifat-sifat logam, lakukan langkah-langkah aktivitas berikut ini.

1. Bentuklah kelompok yang beranggotakan 4 - 5 orang.
2. Diskusikan bersama teman kalian mengenai tempat usaha atau industri yang akan dikunjungi.
3. Amatilah mesin-mesin atau peralatan industri yang dimiliki oleh tempat usaha atau industri yang kalian kunjungi.
4. Berdasarkan hasil pengamatan kalian, catatlah sesuai dengan lembar aktivitas 2 seperti tabel berikut.

Tabel 6.5 Lembar Aktivitas 2

No.	Nama Bagian	Fungsi Bagian	Jenis Logam	Sifat Logam
1.				
2.				
3.				
dst.				

5. Laporkan kegiatan pengamatan kalian secara tertulis berdasarkan lembar aktivitas 2 dengan bimbingan guru kalian.
6. Carilah informasi tambahan dari beraneka sumber belajar yang dapat mendukung laporan kalian.
7. Bandingkan hasil pengamatan kalian dengan kelompok lain.
8. Presentasikan hasil kegiatan pengamatan kalian.

C. Sifat-sifat Nonlogam

Bahan nonlogam banyak di jumpai pada lingkungan sekitar kalian. Coba perhatikan bengkel kejuruan di sekolah kalian. Amatilah mesin perkakas non konvensional misalnya mesin bubut CNC atau mesin frais CNC. Perhatikan bagian tombol darurat dan tombol-tombol pada

panel kontrol CNC. Pada bagian tombol darurat dan tombol-tombol pada panel kontrol CNC terbuat dari bahan nonlogam. Salah satu sifat nonlogam yang penting yaitu bahan nonlogam bersifat isolator. Isolator dapat diartikan tidak mampu menghantarkan panas atau listrik. Coba bayangkan jika tombol-tombol darurat terbuat dari bahan yang menghantarkan panas atau listrik, pasti berbahaya bukan?

Aktivitas 3 AYO BERDISKUSI

Setelah kalian mempelajari sifat-sifat nonlogam, lakukan langkah-langkah aktivitas berikut ini.

1. Bentuklah kelompok yang beranggotakan 4–5 orang.
2. Diskusikan bersama teman kalian mengenai tempat usaha atau industri yang akan dikunjungi.
3. Amatilah mesin-mesin atau peralatan industri yang dimiliki oleh tempat usaha atau industri yang kalian kunjungi.
4. Berdasarkan hasil pengamatan kalian, catatlah sesuai dengan lembar aktivitas 3 seperti tabel berikut..

Tabel 6.6 Lembar Aktivitas 3

No.	Nama Bagian	Fungsi Bagian	Jenis Logam	Sifat Nonlogam
1.				
2.				
3.				
dst.				

5. Laporkan kegiatan pengamatan kalian secara tertulis berdasarkan lembar aktivitas 3 dengan bimbingan guru kalian.
6. Carilah informasi tambahan dari beraneka sumber belajar yang dapat mendukung laporan kalian.
7. Bandingkan hasil pengamatan kalian dengan kelompok lain.
8. Presentasikan hasil kegiatan pengamatan kalian .

Pengayaan

Cobalah kalian amati teknologi pengetahuan bahan yang terbaru dari beraneka sumber belajar yang kalian dapat akses melalui perpustakaan sekolah, internet, radio dan televisi. Diskusikan dengan teman sekelas dan laporkan hasil pengamatan kalian secara lisan dan tulisan.

Ayo Merangkum

Setelah kalian menyelesaikan aktivitas dalam bab ini, silakan kalian rangkum materi-materi penting dalam buku catatan kalian. Kemudian diskusikan hasil rangkuman kalian dengan teman sebangku kalian.

Asesmen

A. Soal Pilihan Ganda

Jawablah pertanyaan berikut dengan jawaban yang tepat!

1. Baja paduan memiliki sifat fisik dan mekanik lebih baik dari pada baja karbon. Upaya meningkatkan sifat mekanik pada baja tahan karat dilakukan dengan penambahan unsur ...
   a. krom dan mangan
   b. krom dan nikel
   c. krom dan plumbum
   d. krom dan ferro
   e. krom dan *steel*.

2. Berikut yang **bukan** termasuk sifat mekanik dari suatu bahan adalah ...
   a. kekuatan
   b. kekerasan
   c. kekakuan

d. kelelahan
e. kemuluran

3. Salah satu bahan yang sering dipakai untuk peralatan teknik karena bersifat mudah menghantarkan listrik yaitu ...
   a. besi
   b. seng
   c. tembaga
   d. timah
   e. kuningan

4. Pada pompa air ada salah satu bagian yang terbuat dari bahan yang tahan korosi. Bagian tersebut terbuat dari logam ...
   a. *low carbon iron*
   b. *medium carbon steel*
   c. *high carbon steel*
   d. *stainless steel*
   e. *high impact steel*

5. Berikut ini yang **bukan** termasuk benda-benda terbuat dari logam adalah ...
   a. bakelit
   b. perunggu
   c. timah
   d. kuningan
   e. tembaga

6. Kemampuan suatu bahan untuk menahan pembebanan disebut . . . .
   a. kekuatan
   b. kekenyalan
   c. kekerasan
   d. kelenturan
   e. kemampuan

7. Salah satu jenis bahan dari logam yang sering digunakan untuk pembuatan alat-alat potong yaitu . . . .
   a. baja karbon campuran
   b. baja karbon rendah
   c. baja karbon sedang
   d. baja karbon tinggi
   e. baja karbon paduan

8. Salah satu bahan dari nonlogam yang sering digunakan untuk komponen mesin pengemasan yang bersifat tahan panas yaitu . . . .
   a. arsenik
   b. bakelit
   c. *polyetilena*
   d. *polypropilena*
   e. *polymer*

9. Salah satu jenis logam *ferro* yang bersifat mudah ditempa dan ulet serta banyak digunakan untuk pembuatan peralatan pertanian, jangkar kapal, dan rantai adalah . . . .
   a. besi tempa
   b. besi tuang
   c. besi karbon
   d. baja karbon
   e. baja tempa

10. Salah satu jenis logam *nonferro* yang bersifat tahan terhadap gesekan, tahan panas, ringan dan kebanyakan digunakan untuk piston pada motor bakar yaitu . . . .
   a. silumim
   b. aluminium
   c. duralium
   d. duralumin
   e. silumin

B. Soal Uraian

Jawablah pertanyaan berikut dengan jawaban yang tepat.

1. Isilah tabel berikut dengan memberikan tanda centang (√) pada kolom jenis bahan yangs sesuai.

No.	Nama Bahan	Jenis Bahan	
		Logam	Nonlogam
1.	Aluminium		
2.	PVC		
3.	Baja		
4.	Baja tuang		
5.	Tembaga		

2. Menurut kalian apa pertimbangan pemilihan bahan aluminium pada pembuatan panci pengolah makanan?
3. Jelaskan pengertian dari bahan logam?
4. Isilah tabel berikut dengan memberikan tanda centang (√) pada kolom jenis logam yang sesuai.

No.	Nama Bahan	Jenis Bahan	
		Ferro	Nonferro
1.	Emas		
2.	Baja karbon		
3.	Baja		
4.	Baja tuang		
5.	Tembaga		

Sumber: (Yudianto & Agung, 2021)

5. Sebutkan 5 (lima) bahan yang memiliki sifat tahan karat!
6. Jelaskan pengertian tentang sifat mekanik dari bahan!
7. Jelaskan pengertian tentang sifat kimia dari bahan!
8. Jelaskan pengertian tentang sifat fisik dari bahan!

9. Jelaskan alasan pemilihan tembaga sebagai bahan untuk kabel listrik!
10. Bahan logam dapat dibentuk melalui teknik pengecoran. Jelaskan pendapatmu mengenai sifat fisik dan sifat mekanis yang dimiliki bahan logam tersebut!



Refleksi

Agar pembelajaran kita lebih efisien dan untuk mengetahui sejauh apa pemahamanmu, kalian dapat melakukan refleksi dengan menjawab pertanyaan berikut. Berilah tanda centang (√) pada kolom yang sesuai.

No	Uraian	Hasil Refleksi	
		Ya	Tidak
1.	Apakah kalian mengalami kesulitan saat mempelajari bab ini?		
2.	Apakah kalian sudah memahami jenis-jenis bahan?		
3.	Apakah kalian sudah memahami penggunaan bahan pada barang-barang manufaktur?		
4.	Apakah kalian bisa membedakan antara bahan logam dan bahan bukan logam?		
5.	Apakah kalian bisa membedakan logam *ferro* dengan logam *nonferro*?		
6.	Apakah kalian sudah memahami sifat-sifat logam?		

KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Dasar-Dasar Teknik Mesin
untuk SMK/MAK Kelas X
Penulis: **Heri Yudianto dan Ahya' Alimuddin**
ISBN: 978-623-194-530-3 (PDF)

Bab 7 DASAR SISTEM MEKANIK



Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kalian dapat:

1. Memahami sambungan dalam proses manufaktur
2. Memahami tumpuan (*bushing* dan *bearing*) dalam proses manufaktur
3. Memahami transmisi mesin dalam proses manufaktur
4. Memahami pemipaan dalam proses manufaktur

Pertanyaan Pemantik

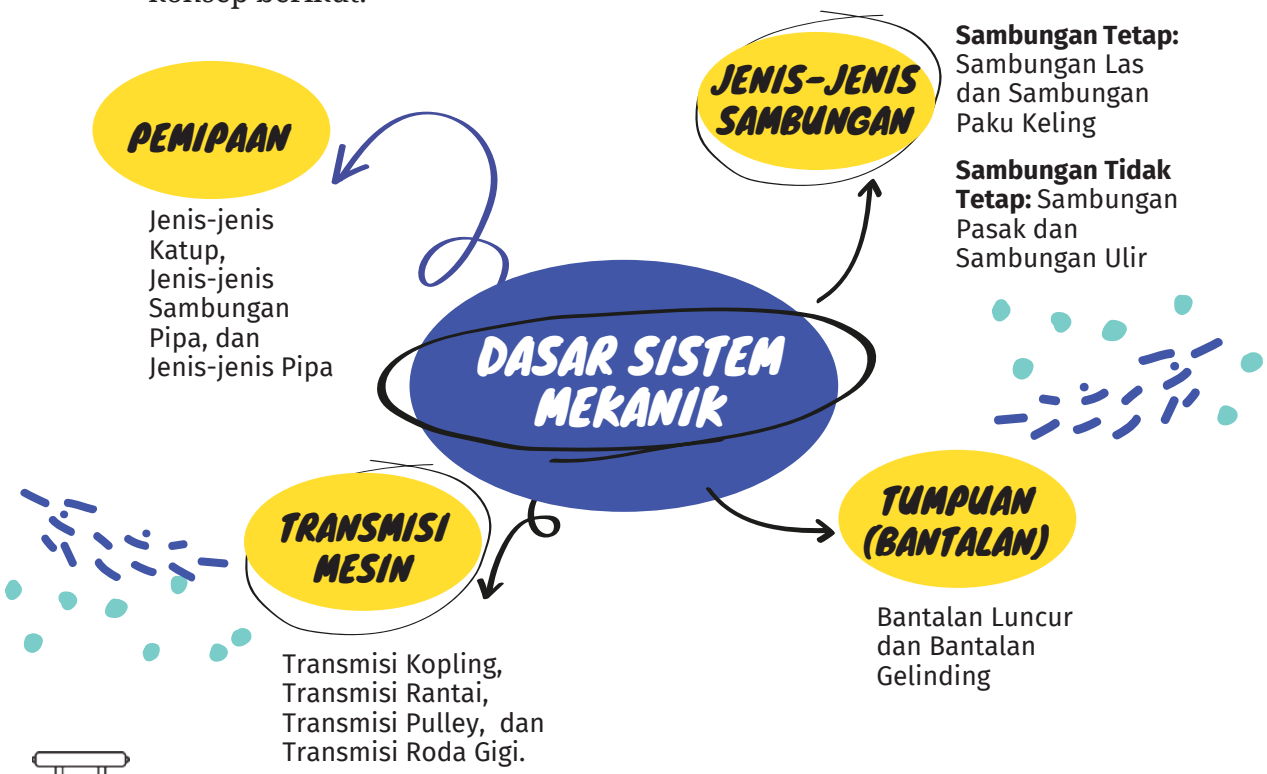
Tahukah kalian mesin penggerak sepeda motor dihubungkan dengan transmisi apa saja?

Kata Kunci

- Sambungan
- Tumpuan
- Transmisi mesin
- Pemipaan

Peta Konsep

Agar lebih mudah memahami materi pada bab ini, perhatikan peta konsep berikut.



Apersepsi

Setiap mesin atau peralatan pasti memiliki sambungan seperti gambar berikut.



Gambar 7.1 Sambungan dalam proses manufaktur
Sumber: Yudianto & Widyastara (2021)

Apakah kalian mengetahui apa saja jenis sambungan tersebut? Bagaimana ciri-ciri sambungan tersebut?

A. Jenis-jenis sambungan

Dalam proses perakitan konstruksi mesin atau peralatan, diperlukan berbagai bentuk komponen dengan jumlah lebih dari satu. Alasan inilah yang menjadi penyebab dibutuhkannya sambungan. Kegunaan sambungan pada proses perakitan mesin sangat penting, karena sambungan harus dirancang agar mampu menahan jenis-jenis pembebanan dan dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya. Jenis sambungan (*joint*) berdasarkan sifatnya terdiri atas dua jenis, yaitu sambungan tetap dan sambungan tidak tetap. Kedua sambungan tersebut akan dijelaskan sebagai berikut.

1. Sambungan Tetap

Sambungan tetap adalah salah satu jenis sambungan yang bersifat permanen sehingga sambungan jenis ini tidak dapat dilepas. Cara melepas sambungan dapat dilakukan dengan cara merusaknya. Jenis sambungan tetap yang sering dijumpai dalam bidang teknik mesin adalah sambungan las (*welded joint*) dan sambungan paku

keling (*rivet joint*). Contoh penggunaan sambungan las dapat kalian lihat pada konstruksi instalasi pipa, konstruksi kapal laut, konstruksi truk, dan kerangka baja pada bangunan dan lain sebagainya. Adapun penerapan sambungan paku keling dapat kalian lihat pada konstruksi jembatan, konstruksi kapal ringan, konstruksi pesawat terbang, pintu bak truk, konstruksi bus, konstruksi kereta api dan lain sebagainya.

a. Sambungan las

Sambungan las adalah sambungan dua buah bagian logam atau lebih dengan cara memanaskan logam tersebut sampai mencapai titik lebur sehingga logam dapat menyatu dengan menggunakan logam pengisi ataupun tanpa logam pengisi. Sambungan las termasuk jenis sambungan tetap karena bersifat permanen. Oleh karena itu, sambungan las banyak digunakan untuk menyambungkan komponen-komponen logam yang bersifat permanen. Sambungan las lebih banyak digunakan dalam konstruksi perpipaan dan pemesinan karena lebih mudah dalam pembuatannya.



Gambar 7.2 Sambungan las
Sumber: Yudianto & Widyastara (2021)

b. Sambungan paku keling

Sambungan paku keling adalah sambungan yang berguna untuk menyatukan bagian-bagian dari benda yang hendak disambung. Peralatan yang digunakan untuk jenis penyambungan ini adalah tang keling. Adapun bahan yang dibutuhkan untuk

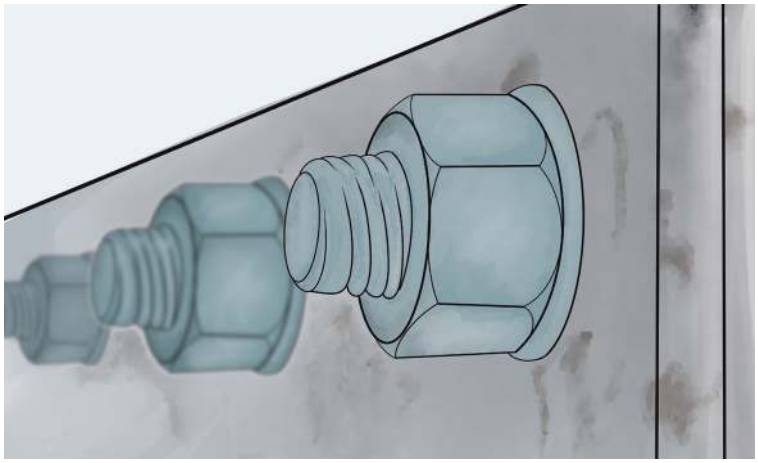
proses penyambungan ini adalah paku keling. Sambungan paku keling termasuk salah satu jenis sambungan yang bersifat tetap. Penyebabnya karena sambungan jenis ini sulit dibongkar kecuali dengan cara merusak sambungan tersebut (Perhatikan Gambar7.3).



Gambar 7.3 Sambungan paku keling
Sumber: Yudianto & Widyastara (2021)

2. Sambungan Tidak Tetap

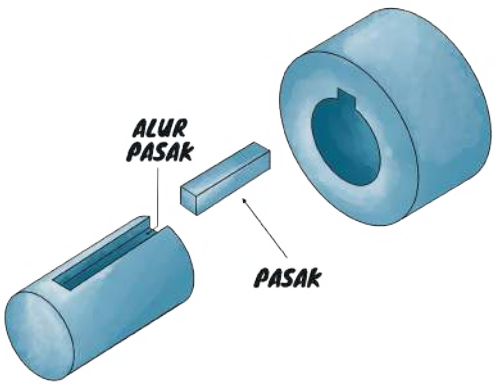
Sambungan tidak tetap adalah salah satu jenis sambungan yang sifatnya sementara, dan jika dibutuhkan maka jenis sambungan ini dapat dibongkar pasang dengan mudah. Hal ini tentunya harus memenuhi persyaratan, yaitu salah satunya kondisi sambungan masih dalam kondisi baik (tidak rusak ataupun berkarat). Dalam kehidupan sehari-hari penerapan sambungan tidak tetap dapat dijumpai pada sambungan pasak (*keys joint*) dan sambungan ulir atau sambungan baut dan mur (*screwed joint*). Contoh sambungan baut dan mur misalnya sambungan antara baut dengan mur seperti pada gambar 7.4.



Gambar 7.4 Sambungan Mur dan Baut

a. Sambungan pasak

Dalam bidang ilmu teknik mesin, pasak (*key*) merupakan salah satu komponen penting yang sering dipakai terkait dengan fungsi menghubungkan atau mengunci komponen mesin yang berputar. Contoh nyata penerapan pasak dalam kehidupan sehari-hari bisa kalian jumpai pada poros dan *pulley*. Sambungan yang menggunakan pasak dapat dilakukan pembongkaran tanpa merusak komponen utama yang terhubung. Contohnya sambungan antara poros motor listrik dengan *pulley* seperti terlihat pada Gambar 7.5..



Gambar 7.5 Bagian transmisi sambungan pasak

b. Sambungan ulir

Sambungan ulir atau disebut juga sambungan dengan baut dan mur yang merupakan salah satu contoh sambungan tidak tetap. Sambungan ini bisa kalian jumpai pada komponen-komponen mesin yang menggunakan baut dan mur untuk mengikatnya. Kelebihan dari sambungan ini, yaitu mudah dipasang dan dilepas dengan cepat tanpa merusak konstruksi dengan biaya relatif murah. Konstruksi baut terdiri atas batang berbentuk silinder yang memiliki kepala pada salah satu ujungnya dan terdapat alur di sepanjang (ataupun hanya di bagian ujung) batang silinder tersebut. Kepala baut umumnya berbentuk segi enam, segi delapan, dan segi empat. Baut umumnya memiliki ulir pada bagian luar. Adapun mur umumnya memiliki ulir pada bagian dalam. Dengan demikian mur biasanya berpasangan dengan baut.

Aktivitas 1 **AYO BERPIKIR KRITIS**

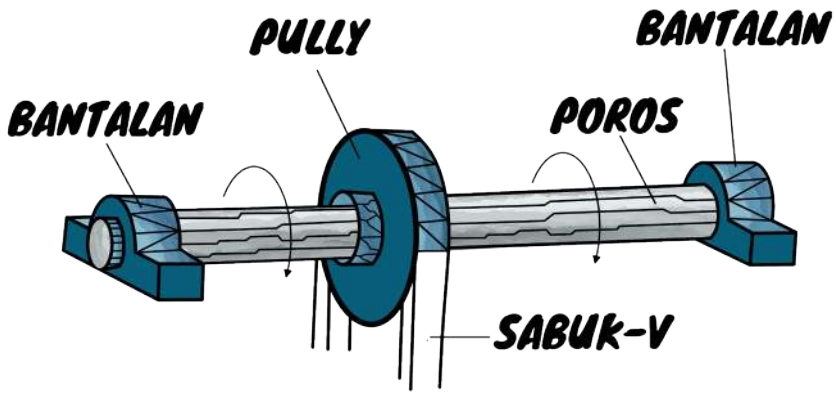
Perhatikan Gambar 7.4 dan Gambar 7.5.

1. Cobalah kalian sebutkan kelebihan dari jenis sambungan pada tiap gambar tersebut?
2. Sebutkan kekurangan dari jenis sambungan pada masing-masing gambar!
3. Menurut pendapat kalian bagaimanakah cara membongkar sambungan pada tiap gambar tersebut?
4. Diskusikan hasil berpikir kritis kalian dengan teman sekelas

B. Tumpuan (Bantalan)

Bantalan merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang memegang peranan cukup penting karena fungsi dari bantalan adalah untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa

mengalami gesekan yang berlebihan. Selain itu bantalan harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik.



Gambar 7.6 Poros dan bantalan

Pada umumnya bantalan diklasifikasikan menjadi dua, yaitu bantalan luncur dan bantalan gelinding. Kedua jenis bantalan tersebut akan dijelaskan sebagai berikut.

1. Bantalan Luncur

Bantalan luncur adalah suatu elemen mesin yang berfungsi untuk menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung dengan halus dan aman.



Gambar 7.7 Bagian-bagian bantalan luncur

Bantalan luncur mampu menumpu poros dengan beban besar. Jika kedua permukaan logam bersinggungan satu dengan lainnya maka hal ini menimbulkan gesekan dan panas. Untuk mencegah terjadinya gesekan dan panas maka perlu ditambahkan pelumas. Pelumas ini bertujuan menghasilkan lapisan yang halus dan licin pada kedua permukaan yang bersinggungan. Pada bantalan luncur biasanya terdapat alur pelumas.

Aktivitas 2 **AYO BERPIKIR KRITIS**

Supaya kalian lebih memahami mengenai bantalan luncur, bentuklah kelompok yang beranggotakan 2 - 3 orang. Selanjutnya diskusikan dalam kelompok kalian untuk mengerjakan lembar kerja seperti tabel berikut.

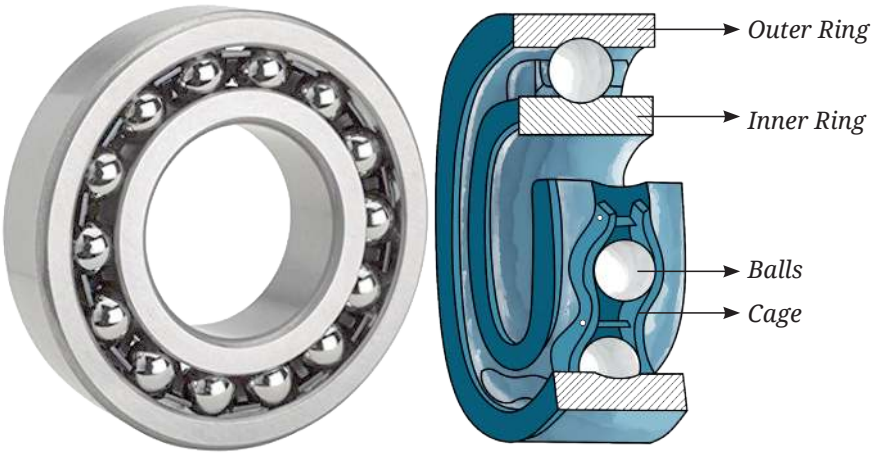
No.	Nama Komponen	Fungsi	Gambar
1.	Bantalan luncur silinder penuh		
2.	Bantalan luncur silinder memegas		
3.	Bantalan luncur belah		
4.	Bantalan *inside*		
5.	Bantalan luncur sebagian		

Setelah mengerjakan lembar kerja di atas, silakan kalian presentasikan hasilnya ke depan kelas

2. Bantalan Gelinding

Bantalan gelinding (*bearing*) adalah elemen mesin yang berfungsi menumpu poros berbeban di mana terjadi gesekan gelinding antara bagian berputar dengan yang bagian melalui elemen gelinding seperti bola, rol atau jarum. Bantalan gelinding ini memiliki beberapa

komponen, salah satunya mempunyai fungsi sebagai elemen yang berputar. Elemen yang berputar tersebut berada di antara bagian *outer ring* (*race*) dan *inner* ring (*race*) dengan perantara (*retainer*) dan pelindung (*shield*). Perhatikan Gambar 7.8.



Gambar 7.8 Bagian-bagian bantalan gelinding

Dengan memutar salah satu *outer* atau *inner ring*, maka akan terjadi gerakan menggelinding pada bola tersebut sehingga menimbulkan gesekan. Gesekan pada bantalan gelinding lebih kecil jika dibandingkan dengan gesekan pada bantalan luncur.

Aktivitas 3 AYO BEREKSPLORASI

1. Carilah sumber belajar di perpustakaan atau internet mengenai cara membaca kode pada bantalan gelinding.
2. Sebutkan kelebihan dan kekurangan dari bantalan gelinding!
3. Menurutmu bagaimanakah cara mengganti bantalan gelinding yang rusak?
4. Diskusikan dengan teman sekelas dan laporkan hasil diskusi kalian melalui lisan dan tulisan.

C. Transmisi mesin

Transmisi mesin adalah pemindahan daya dari sumber daya (motor listrik, motor bakar, turbin) ke mesin pemakai daya sehingga mesin pemakai daya tersebut bergerak atau bekerja menurut kebutuhan yang diinginkan.

Adapun pengertian transmisi adalah suatu alat untuk meneruskan tenaga dari poros satu ke poros yang lain dan dibantu dengan alat yang sesuai dengan kebutuhan. Jenis transmisi yang biasa digunakan di mesin antara lain sebagai berikut.

1. Transmisi roda gigi
2. Transmisi *pulley* dan sabuk
3. Transmisi rantai dan *sprocket*
4. Transmisi kopling

Tujuan sistem transmisi pada mesin adalah sebagai berikut.

1. Mengatur kecepatan putar, kecepatan putaran yang diperlukan mesin tidak sama dengan kecepatan penggerak mula (sumber tenaga) yang biasanya lebih rendah.
2. Mengatur perubahan kecepatan putar dan arah putaran sesuai kebutuhan agar mudah pengoperasiannya.
3. Mengubah torsi putaran, pada periode tertentu mesin memerlukan torsi yang jauh lebih besar dari yang diperoleh dari poros motor.
4. Membagi gerakan ke beberapa mesin dengan kecepatan yang berbeda-beda.
5. Mengubah gerak putar motor menjadi gerak lurus pada mesin.

1. Transmisi roda gigi

Dalam teknik mesin roda gigi merupakan komponen pemindah tenaga yang sangat penting. Roda gigi sebagai komponen mesin berfungsi sebagai pemindah tenaga dari poros satu ke poros yang lain. Hampir semua mesin mekanik menggunakan roda gigi karena dapat memindahkan daya yang besar. Fungsi roda gigi pada sistem transmisi mesin adalah sebagai berikut.

a. Memindahkan daya dan putaran dari poros penggerak ke poros yang digerakkan.
b. Mempercepat atau memperlambat putaran.
c. Membalikkan putaran.



Gambar 7.9 Transmisi roda gigi
Sumber: Yudianto & Widyastara (2021)

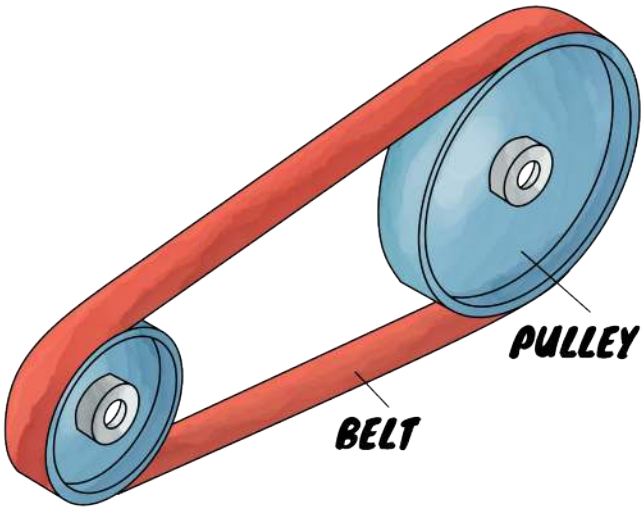
2. Transmisi *pulley*

Pulley dan sabuk banyak digunakan pada konstruksi mesin seperti pada mesin bubut, mesin frais, penggerak kipas, pompa, alternator pada mesin mobil, dan alat-alat lainnya. Beberapa jenis *pulley* dan sabuk yang banyak digunakan antara lain sebagai berikut.

a. *Pulley* datar dan sabuk rata

Pulley datar dan sabuk rata digunakan untuk transmisi putaran atau daya dengan jarak yang jauh dan bertujuan menghasilkan putaran *output* searah putaran penggerak dengan cara pemasangan sabuk silang. Sebagai gambaran tentang transmisi *pulley* dan sabuk perhatikan Gambar 7.10.

Contoh penggunaan transmisi jenis ini adalah pada mesin penggiling padi, mesin pencacah daun kering, dan mesin pencacah sampah plastik.



Gambar 7.10 Transmisi *pulley* dan sabuk

b. *Pulley* V dan sabuk V (*V-belt*)

Transmisi jenis ini mempunyai karakteristik alur *pulley* berbentuk huruf V dan sabuk juga mempunyai penampang bentuk V sehingga disebut *pulley* V. Jumlah alur pada *pulley* bermacam-macam, yaitu alur tunggal dan alur lebih dari satu. Jenis *pulley* dan sabuk ini paling banyak digunakan pada transmisi putaran tinggi dan daya besar. Salah satu contoh penggunaan transmisi jenis ini adalah pada kendaraan mobil sebagai penggerak pompa, kipas, AC, dan alternator.

c. *Pulley* bergerigi dan sabuk bergerigi

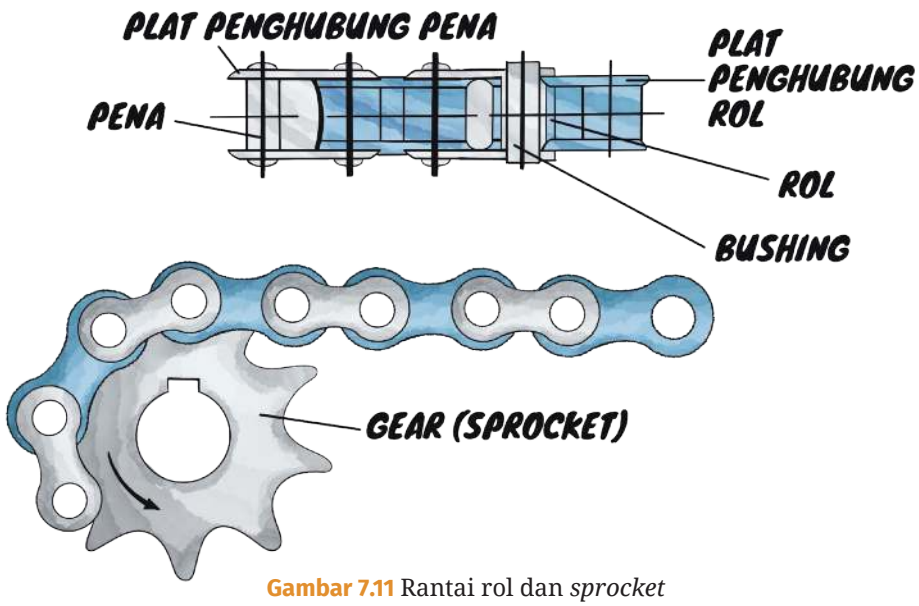
Pulley jenis ini memiliki alur-alur yang posisinya sejajar dengan sumbu poros dan dipasang berpasangan dengan sabuk bergerigi. Jenis *pulley* sabuk bergerigi digunakan untuk pemindahan tenaga atau putaran yang tidak diperbolehkan terjadi selip. Contoh penggunaannya pada penggerak katup di kendaraan mobil.

3. Transmisi rantai

Transmisi rantai (*chain and sprocket transmission*) adalah salah satu jenis transmisi pada mesin. Sama halnya dengan jenis transmisi lainnya, transmisi rantai berfungsi untuk meneruskan daya dari satu poros ke poros lainnya. *Sprocket* adalah roda yang memiliki banyak gigi. Adapun rantai adalah kumpulan banyak *roller* yang saling terhubung satu sama lainnya. Penggunaan transmisi jenis ini biasanya digunakan pada sepeda, sepeda motor, *forklif*, *conveyor* dan lain sebagainya. Beberapa jenis transmisi rantai akan dijelaskan sebagai berikut.

a. Rantai rol (*roller chain*)

Rantai jenis ini banyak digunakan dan pemakaiannya cukup luas. Salah satu ciri transmisi rantai jenis ini adalah ditemukannya pena silinder sebagai penghubung pelat sisi dari rantai yang masing-masing terkunci. Secara umum rantai pena silinder ini terdiri dari pena, pelat sisi, dan bus. Untuk mengatur panjang dan pendeknya rantai dengan menggunakan elemen pengunci pada salah satu mata rantainya, yaitu berupa ring penahan atau pena belah.



Gambar 7.11 Rantai rol dan *sprocket*

b. Rantai gigi (*gear chain*)

Berbeda dengan rantai pena, rantai gigi dikonstruksikan tanpa ada pena atau *bush* pengait, melainkan bentuk kaitannya berupa celah pada pelat yang tersusun. Fungsi pena pada rantai gigi hanya sebagai penghubung pelat sisi dari rantai gigi. Jenis rantai ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan konstruksi berupa beban besar, putaran tinggi, dan tidak menimbulkan suara sehingga sering disebut juga dengan nama *silent chain*.



Gambar 7.12 Rantai gigi

c. Rantai pembawa (*conveyor chain*)

Rantai jenis ini mempunyai bentuk khusus yang memang dirancang agar sesuai dengan fungsinya sebagai pembawa. Berdasarkan kebutuhan besar kecilnya beban serta *conveyor* yang akan dibuat, maka rantai *conveyor* ini mempunyai bentuk khusus sebagai dudukan pembawanya. Kecepatan dari rantai ini dirancang cukup lambat dan variasi konstruksinya cukup banyak karena disesuaikan dengan kebutuhan.



Gambar 7.13
Rantai pembawa
Sumber: (Yudianto & Widyastara, 2021)

4. Transmisi kopling

Kopling adalah suatu mekanisme yang dirancang untuk menghubungkan dan memutuskan putaran pada pemindahan tenaga dari satu poros ke poros yang lain. Penggunaan kopling pada mesin terutama untuk memutuskan dan menghubungkan putaran atau daya dengan mudah. Pada kehidupan sehari-hari kalian bisa menjumpai penerapan transmisi jenis ini pada kendaraan seperti mobil dan motor. Pada saat kopling diinjak maka roda dapat berhenti meskipun mesin mobil bekerja. Kopling dapat digolongkan menjadi dua jenis, yaitu kopling tetap dan kopling tidak tetap. Kedua jenis kopling tersebut akan dijelaskan sebagai berikut.

a. Kopling tetap

Kopling tetap adalah suatu elemen mesin yang berfungsi sebagai penerus putaran dan daya dari poros penggerak ke poros yang digerakkan secara pasti (tanpa terjadi *slip*). Pada kopling tetap, sumbu kedua poros tersebut terletak pada satu garis lurus atau bisa berbeda sedikit sumbunya. Kopling tetap selalu dalam keadaan terpasang, sehingga untuk memutuskan putaran harus dilakukan pembongkaran atau melepas kopling. Kopling tetap dibedakan menjadi tiga jenis dan akan dijelaskan sebagai berikut.

1). Kopling kaku

Pada kopling jenis ini posisi poros harus sesumbu (segaris). Contoh penerapan dari kopling kaku antara lain pada kopling *bushing* dan kopling *flens*.

2). Kopling luwes

Pada kopling jenis ini posisi poros fleksibel (bisa berubah-ubah). Contoh penerapan dari kopling luwes antara lain pada kopling karet ban dan kopling karet bintang.

3). Kopling universal

Pada kopling jenis ini posisi poros dapat membentuk sudut tertentu. Contoh penerapan dari kopling universal antara lain kopling silang pada gardan mobil.

b. Kopling tidak tetap

Kopling tidak tetap adalah kopling yang digunakan untuk menghubungkan dan memutuskan putaran poros penggerak dan poros yang digerakkan tanpa harus menghentikan putaran dari poros penggerak. Untuk memutuskan dan menghubungkan putaran poros penggerak dan poros yang digerakkan harus dapat dilakukan dengan mudah dan halus. Beberapa jenis kopling tidak tetap akan dijelaskan sebagai berikut.

1). Kopling cakar

Kopling jenis ini, meneruskan momen putar melalui perantaraan gesekan sehingga tidak terjadi slip.

2). Kopling pelat

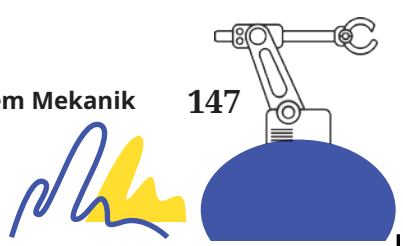
Kopling jenis ini, meneruskan momen putar tanpa dengan perantaraan gesekan sehingga beban yang berlebihan saat poros penggerak dihubungkan dapat dihindari. Kopling ini dapat berfungsi juga sebagai pembatas momen untuk mencegah kemungkinan terjadinya slip.

3). Kopling Kerucut

Kopling ini menggunakan bidang gesek yang berbentuk kerucut. Kopling kerucut memiliki keuntungan yaitu dengan gaya aksial yang kecil dapat ditransmisikan momen yang besar.

D. Pemipaan

Sistem pemipaan adalah suatu sistem yang digunakan untuk melakukan transportasi fluida (cair atau gas) yang mengalir dari suatu tempat menuju ke tempat lainnya. Sistem pemipaan terdiri dari rangkaian instalasi komponen-komponen yang mendukung terjadinya aliran atau fluida. Dalam dunia industri, sistem perpipaan dikenal dengan istilah *piping* dan *pipeline*. *Piping* adalah sistem pemipaan di suatu *plant*,



sebagai fasilitas untuk mengantarkan fluida (cair atau gas) antara satu peralatan ke peralatan lainnya untuk melewati proses-proses tertentu. *Piping* ini hanya berada pada satu wilayah atau kawasan. Adapun *pipeline* adalah sistem pemipaan untuk mengantarkan atau mengalirkan fluida antara satu wilayah ke wilayah lainnya yang biasanya melewati beberapa daerah dengan jarak yang relatif jauh.

1. Jenis-jenis pipa

Jenis-jenis pipa yang lazim dikenal di dunia industri berdasarkan bahannya antara lain sebagai berikut.

a. Pipa PVC.

Sesuai namanya pipa ini terbuat dari bahan *poly vinyl chloride* (PVC). Pipa PVC mempunyai karakter pipa yang ringan, tahan karat, kuat, tidak mudah rusak, mudah dirangkai dan harganya yang relatif terjangkau. Oleh karena kelebihan ini maka pipa PVC banyak digunakan dalam instalasi pemipaan fluida cair. Karena sifatnya tidak tahan terhadap panas, pipa ini tidak cocok digunakan untuk mengalirkan air panas yang bersuhu di atas 60^{o} C.

b. Pipa CPVC

Pipa jenis ini terbuat dari *chlorinated poly vinyl chlorid* yang mempunyai karakter pipa yang tahan panas sehingga mampu mengalirkan air dengan suhu sampai 82^{0}C.

c. Pipa Galvanis

Pipa galvanis adalah jenis pipa yang terbuat dari bahan logam besi yang diberi paduan seng untuk menghindari terjadinya korosi (karat). Pipa jenis ini lebih kuat dari dua jenis pipa sebelumnya. Selain itu pipa ini dirancang untuk tahan terhadap tekanan dari luar. Pipa jenis ini dapat digunakan untuk mengalirkan fluida cair dan gas yang bertekanan rendah atau tinggi. Umumnya pipa jenis ini digunakan untuk instalasi pipa di bawah permukaan tanah.

d. Pipa tembaga

Pipa jenis ini terbuat dari tembaga yang bersifat tahan korosi, dan kuat (Harsoady, 2013). Selain itu pipa jenis ini mampu mengalirkan fluida cair dengan suhu panas dan dingin yang memiliki tekanan tinggi. Pipa jenis ini sering digunakan pada sistem pendingin udara seperti pada *air conditioner* dan lemari pendingin.

e. Pipa PEX

Pipa PEX adalah pipa yang terbuat dari material XLPE (*compounds silane based*) yang merupakan bahan baku untuk pipa PEX-AL-PEX (*cross linked polyethylene-aluminium- cross linked polyethylene*) dan bersifat fleksibel. Di pasaran pipa ini umumnya tersedia dengan ukuran kecil bertanda warna merah untuk air panas dan bertanda warna biru untuk air dingin.

f. Pipa HDPE

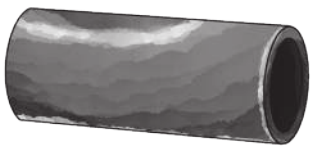
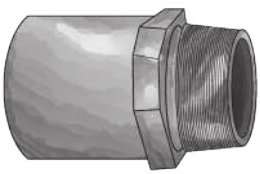
Pipa ini merupakan jenis pipa yang memiliki tingkat fleksibilitas lebih tinggi dari pada pipa PEX. HDPE merupakan singkatan dari *high density polyethylene*. Biasanya jenis pipa ini digunakan untuk instalasi pipa bawah tanah dengan kondisi tanah yang labil.

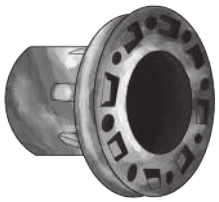
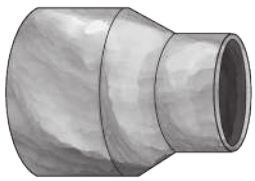
2. Jenis-Jenis Sambungan Pipa

Sambungan pipa merupakan bagian yang digunakan untuk menghubungkan pipa pada satu bagian dengan pipa pada bagian lainnya. Melalui sambungan pipa maka arah pipa bisa diubah, ukuran pipa bisa diubah, dapat dibuat bercabang atau tidak, dan pipa-pipa dapat digabungkan dengan mudah dan cepat. Proses penyambungan pipa berdasarkan sifat sambunganya dibedakan menjadi dua jenis, yaitu sambungan pipa tetap dan sambungan pipa tidak tetap. Sambungan dari pipa tetap bersifat permanen (tidak bisa dilepas). Jenis sambungan ini biasanya dijumpai pada pipa baja untuk keperluan aliran fluida cair dan fluida gas. Sambungan pipa

tidak tetap adalah sambungan yang bisa dibongkar pasang dengan mudah dan cepat. Sambungan jenis ini digunakan terutama pada instalasi yang membutuhkan perawatan (*maintenance*). Macam-macam sambungan pipa untuk memindahkan fluida cair beserta fungsinya dapat kalian lihat pada Tabel 7.1.

Tabel 7.1 Macam-macam sambungan pipa dan fungsinya

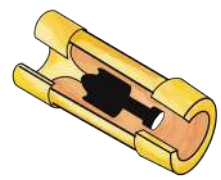
No.	Nama	Gambar	Fungsinya
1.	*Sock*		Menghubungkan dua pipa secara lurus
2.	*Sock Ulir Luar*		Menghubungkan pipa pada bagian *sock* dan menyambung pada bagian *fitting* lain di bagian ulir dan biasanya di pasang pada bagian *flanges* pada pompa air.
3.	*Sock Ulir Dalam*		Menghubungkan pipa yang terhubung pada pipa dengan ulir luar.
4.	*Knee 90 Derajat*		Menghubungkan pipa yang membentuk sudut 90°.
5.	*Knee 45 Derajat*		Menghubungkan pipa yang membentuk sudut 45°.

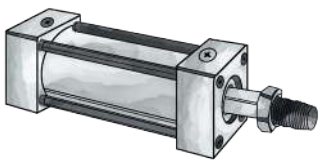
No.	Nama	Gambar	Fungsinya
6.	*Tee Sock*		Menghubungkan pipa cabang tiga, lurus, dan tegak lurus
7.	*Knee Ulir Dalam*		Menghubungkan kran air dengan pipa keran
8.	*Sock Flange*		Menghubungkan pipa dengan fitting dengan sambungan baut dan mur.
9.	*Reducer Sock*		Menghubungkan pipa dengan ukuran diameter berbeda.
10.	*End Cup*		Digunakan sebagai tutup pipa akhir pada perpipaan.

Sumber: Yudianto & Widyastara (2021)

Adapun untuk fluida berupa gas digunakan peralatan-peralatan antara lain seperti disajikan pada Tabel 7.2.

Tabel 7.2 Peralatan untuk fluida gas

No.	Nama	Gambar	Fungsinya
1.	Kompresor		Menaikkan tekanan fluida gas dengan jalan memperkecil volumenya.
2.	Regulator dan Gauge		Regulator berfungsi mengatur suplai udara bertekanan yang masuk ke dalam sistem pneumatik. Gauge berfungsi menunjukkan besar tekanan udara di dalam sistem pneumatik.
3.	Check Valve		Mencegah terjadinya aliran balik dari fluida kerja, dalam hal ini udara bertekanan.
4.	Tangki Akumulator		Menyediakan cadangan udara bertekanan dan mencegah ketidakstabilan suplai udara bertekanan yang masuk ke aktuator.
5.	Selang		Mendistribusikan udara bertekanan dari kompresor atau tangki aktuator menuju ke komponen aktuator lainnya

No.	Nama	Gambar	Fungsinya
6.	*Directional Valve*		Mengatur perintah kerja pada aktuator melalui pengaturan arah udara terkompresi yang masuk atau keluar dari aktuator.
7.	*I/P Controller*		Menerjemahkan perintah kontrol dari sistem elektronika berupa sinyal arus menjadi besar kecilnya tekanan udara yang harus disuplai.
8.	*Mechanical Actuator*		Melakukan perintah pekerjaan mekanik.

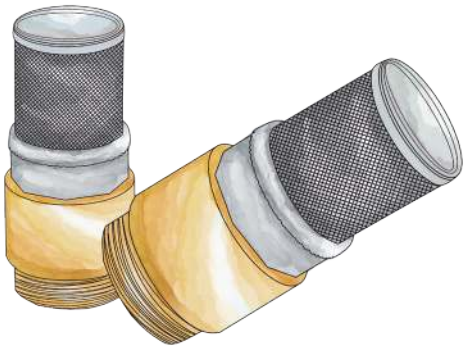
Sumber: Yudianto (2021)

3. Jenis-jenis katup atau pengatur aliran

Pada instalasi perpipaan di dunia industri khususnya pada bidang teknik mesin dikenal sebuah alat yang berfungsi sebagai pengatur aliran fluida atau dikenal dengan nama katup (*valve*). Berikut jenis-jenis pengatur aliran yang biasa dijumpai di bidang teknik mesin.

a. *Foot valve*

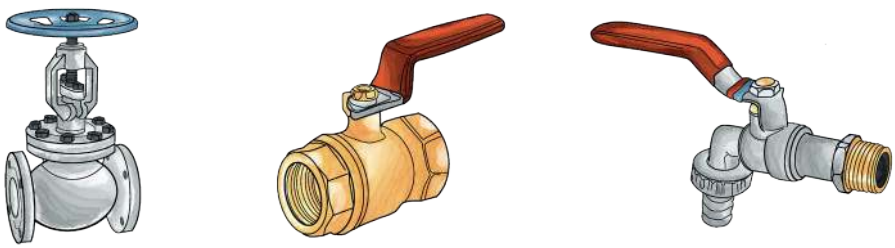
Jenis katup ini berfungsi untuk menahan aliran air yang berada dalam pipa agar tidak kembali turun ke bagian di bawahnya. Pada kehidupan sehari-hari, jenis katup ini bisa kalian jumpai dipasang pada ujung pipa hisap pemasangan pompa isap.



Gambar 7.14 *Foot Valve*

b. Katup *on/off*

Jenis katup ini berfungsi untuk membuka atau menutup aliran fluida cair atau fluida gas pada sumber keluarnya fluida (katup pintu), tengah instalasi (*stop kran*), atau pada kran. Jenis katup ini biasanya bekerja dengan bola yang terbuat dari bahan logam besi atau logam baja.



Katup Pintu ***Stop Kran*** **Kran**

Gambar 7.15 Jenis-jenis katup *On/Off*

Aktivitas 4 **AYO BERPIKIR KRITIS**

1. Perhatikan dengan saksama Gambar 7.15.
2. Carilah sumber belajar di perpustakaan atau di internet mengenai kelebihan dan kekurangan dari jenis katup pada gambar tersebut.
3. Diskusikan dengan teman sekelas dan laporkan hasil diskusi dalam bentuk lisan dan tulisan.

Pengayaan

Cobalah kalian amati teknologi mengenai transmisi mesin yang terbaru dari beraneka sumber belajar yang kalian dapat akses (perpustakaan sekolah, internet, radio dan televisi). Diskusikan dengan teman sekelas dan sampaikan hasil pengamatan kalian dengan komunikatif.

Ayo Merangkum

Setelah kalian menyelesaikan aktivitas dalam bab ini, silakan kalian rangkum materi-materi penting dalam buku catatan kalian. Kemudian diskusikan hasil rangkuman kalian dengan teman sebangku kalian.

Asesmen

A. Soal Uraian

Jawablah pertanyaan berikut dengan jawaban yang tepat.

1. Mengapa sambungan las termasuk jenis sambungan tetap?
2. Apa jenis sambungan dari dua buah pelat yang disambungkan menggunakan proses pengelasan?
3. Jelaskan kelebihan dari penggunaan sambungan las apabila ditinjau dari kekuatannya!
4. Kekuatan sambungan las tergantung dari kualitas pengelasannya. Menurutmu, apa yang memengaruhi proses las untuk menghasilkan las yang baik?
5. Salah satu kelebihan sambungan las adalah sambungannya menjadi lebih kuat. Apakah menurutmu pernyataan tersebut benar atau salah? Jelaskan alasannya!
6. Jenis sambungan dengan paku keling termasuk sambungan tetap, Jelaskan alasannya!
7. Sambungan paku keling mempunyai kelebihan, jelaskan apa saja kelebihan sambungan paku keling!

8. Jelaskan langkah-langkah membuat sambungan dengan paku keling dengan urut!
9. Jenis sambungan mur atau baut banyak digunakan pada konstruksi mesin karena mudah memasang dan membongkar. Seorang siswa diperintah gurunya melepas baut dengan cara memutar ke arah kiri. Menurumu, apa jenis ulir yang terdapat pada baut tersebut?



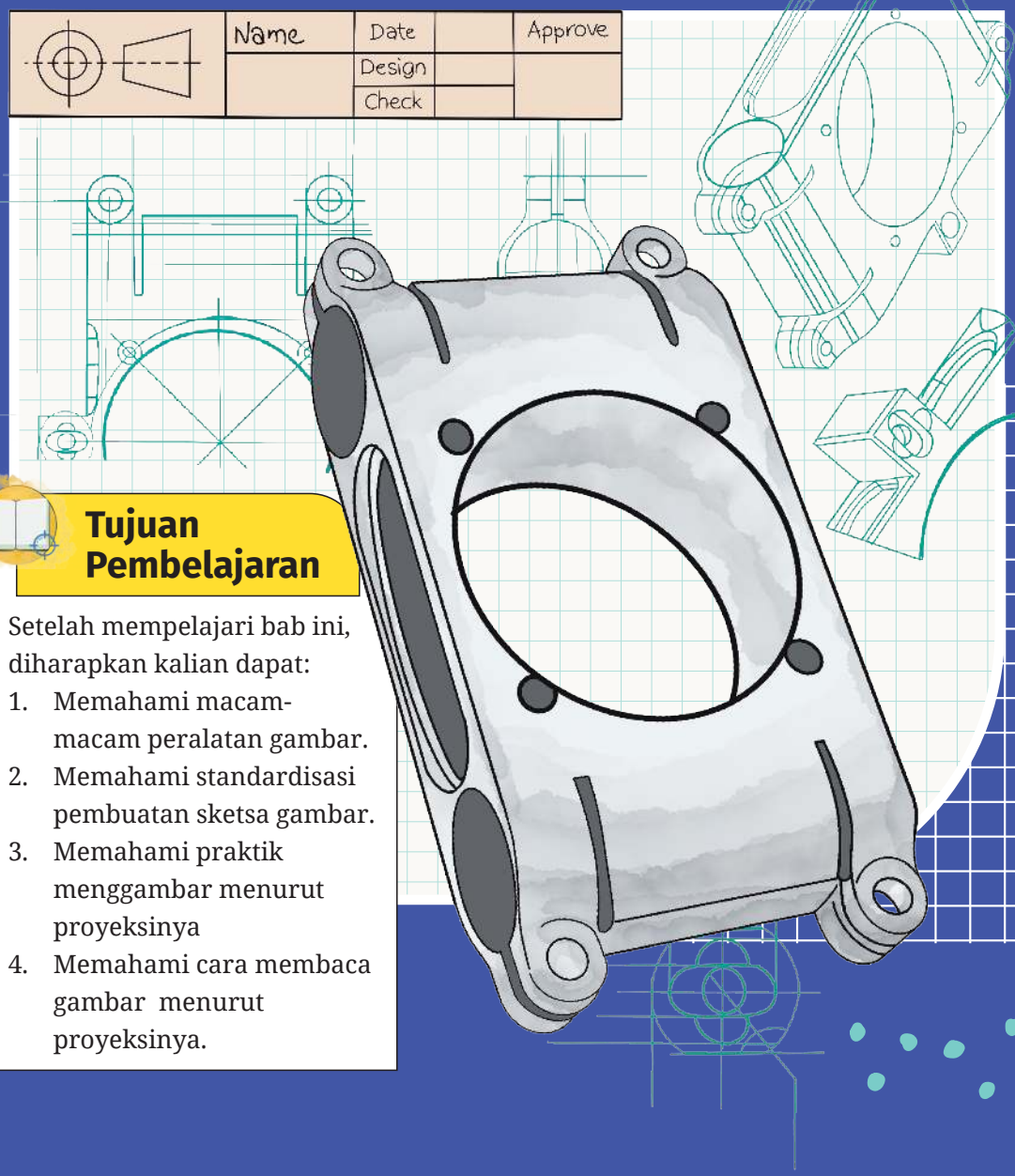
Refleksi

Agar pembelajaran kita lebih efisien dan untuk mengetahui sejauh apa pemahamanmu, kalian dapat melakukan refleksi dengan menjawab pertanyaan berikut. Berilah tanda centang (√) pada kolom yang sesuai.

No	Uraian	Hasil Refleksi	
		Ya	Tidak
1.	Apakah kalian mengalami kesulitan ketika mempelajari bab ini?		
2.	Apakah kalian sudah mengetahui jenis-jenis sambungan pada elemen mesin ?		
3.	Apakah kalian sudah memahami ciri-ciri sambungan tetap dan sambungan tidak tetap?		
4.	Apakah kalian sudah memahami karakteristik sambungan baut mur?		
5.	Apakah kalian sudah memahami karakteristik sambungan pasak?		
6.	Apakah kalian bisa menggambarkan jenis sambungan pasak?		
7.	Apakah kalian sudah memahami penggunaan sambungan pasak ?		
8.	Apakah kalian sudah memahami jenis-jenis tumpuan?		
9.	Apakah kalian sudah memahami fungsi tumpuan pada konstruksi mesin?		
10.	Apakah kalian sudah bisa membedakan antara bantalan luncur dengan bantalan gelinding?		

KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Dasar-Dasar Teknik Mesin
untuk SMK/MAK Kelas X
Penulis: **Heri Yudianto dan Ahya' Alimuddin**
ISBN: 978-623-194-530-3 (PDF)

Bab 8 GAMBAR TEKNIK MESIN



Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kalian dapat:

1. Memahami macam-macam peralatan gambar.
2. Memahami standardisasi pembuatan sketsa gambar.
3. Memahami praktik menggambar menurut proyeksinya
4. Memahami cara membaca gambar menurut proyeksinya.

Pertanyaan Pemantik

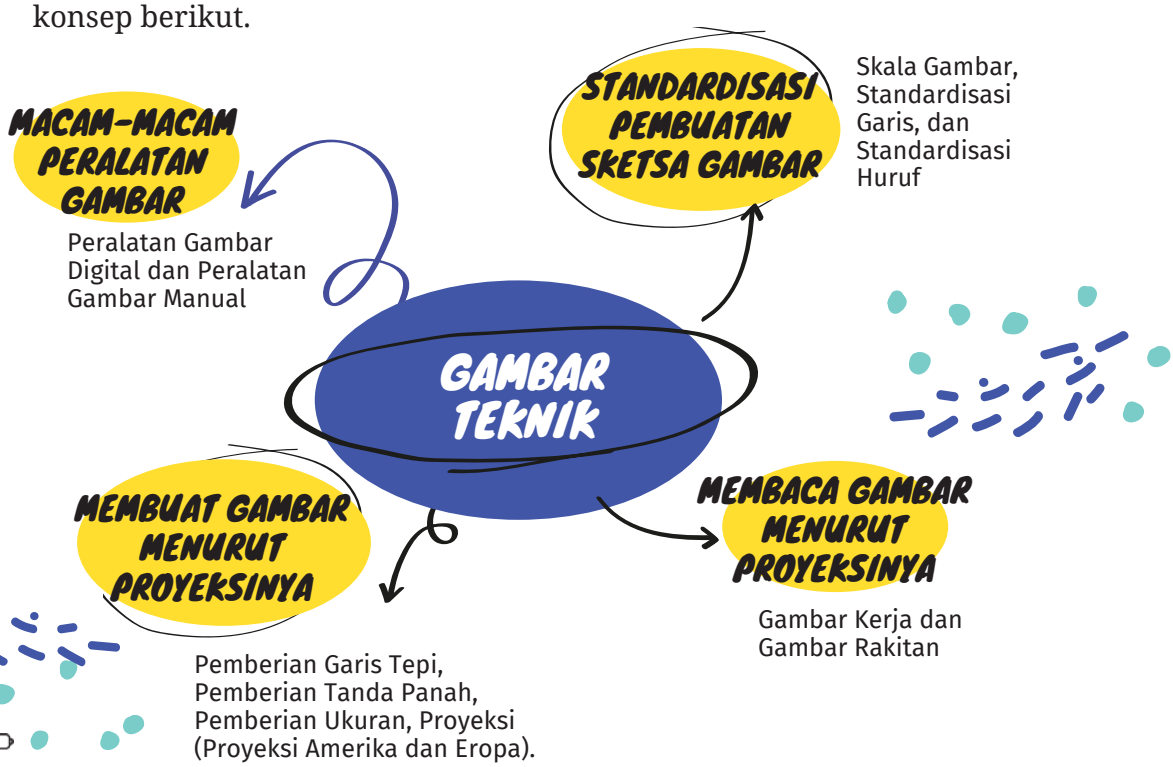
Tahukah kalian fungsi dari gambar terkait proses produksi suatu barang yang akan diproduksi secara massal?

Kata Kunci

- Gambar Teknik
- Proyeksi
- Gambar kerja
- Gambar 2 dimensi
- Gambar 3 dimensi
- Sketsa

Peta Konsep

Agar lebih mudah memahami materi pada bab ini, perhatikan peta konsep berikut.



Apersepsi

Sebelum kalian mempelajari materi pada bab ini, kalian dapat melakukan observasi ke tempat usaha atau industri yang memiliki peralatan gambar di daerah kalian. Kemudian lakukan kegiatan berikut.

1. Bentuklah kelompok terdiri dari 3–4 orang.
2. Amatilah lingkungan di tempat yang kalian observasi. Perhatikan beraneka peralatan gambar yang tersedia.
3. Carilah informasi sebanyak-banyaknya dari berbagai sumber belajar mulai dari internet, buku, majalah dan lain sebagainya mengenai jenis-jenis peralatan gambar beserta fungsinya.
4. Kolaborasikan aktivitas pencarian informasi ini.
5. Diskusikan dengan teman sekelompokmu.

A. Macam-Macam Peralatan Gambar

Menurut teknologinya, peralatan gambar dibedakan menjadi dua, yaitu peralatan gambar manual dan peralatan gambar digital. Kedua peralatan tersebut akan dijelaskan sebagai berikut.

1. Peralatan Gambar Manual

Saat kalian membuat gambar secara manual dengan tangan atau tidak menggunakan bantuan *software*, maka kalian akan memerlukan beberapa peralatan, antara lain sebagai berikut.

a. Meja gambar
b. Penggaris
c. Kertas Gambar
d. Jangka
e. Pensil
f. Mal
g. Rapido

Agar kalian lebih memahami tentang peralatan gambar secara manual, kalian bisa menyimak video pada tautan berikut.

https://youtu.be/GPZxJcyc_78
Sumber: Adira Channel
Ni Luh Putu Mahaputri/
YouTube

2. Peralatan Gambar Digital

Peralatan gambar digital atau lebih dikenal dengan istilah *computer-aided design* (CAD) dan *computer-aided manufacturing* (CAM) adalah perangkat lunak dalam menggambar digital. Desain yang telah dibuat dengan aplikasi CAD kemudian diunduh ke perangkat CAM secara bertahap dengan menerapkan *computer numerical control* (CNC) untuk proses peroduksinya. Peralatan gambar digital dengan bantuan komputer dan *software* memiliki beberapa kelebihan, antara lain sebagai berikut.

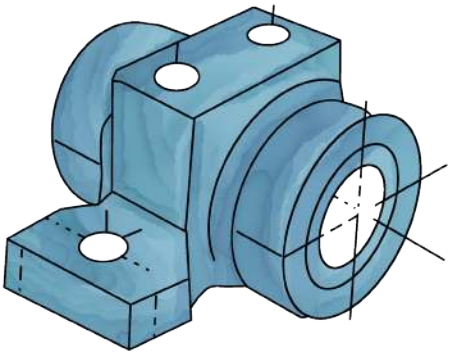
a. Meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil rancangan gambar
b. Menghasilkan rancangan gambar yang ketelitiannya dapat dipertanggung jawabkan

Aktivitas 1 AYO BERPIKIR KRITIS

Setelah kalian mempelajari macam-macam peralatan gambar, lakukan langkah-langkah aktivitas berikut ini.

1. Bentuklah kelompok yang beranggotakan 3 - 4 orang.
2. Diskusikan bersama teman kalian mengenai tempat usaha atau industri yang akan dikunjungi.
3. Pastikan tempat usaha atau industri yang dikunjungi memiliki peralatan gambar.
4. Amati macam-macam peralatan gambar yang dimiliki oleh tempat usaha atau industri yang kalian kunjungi.
5. Laporkan kegiatan pengamatan kalian secara tertulis pada lembar aktivitas 1 dengan bimbingan guru kalian.
6. Carilah informasi tambahan dari beraneka sumber belajar yang mendukung laporan kalian.
7. Presentasikan hasil kegiatan pengamatan kalian.

B. Standardisasi Pembuatan Sketsa Gambar



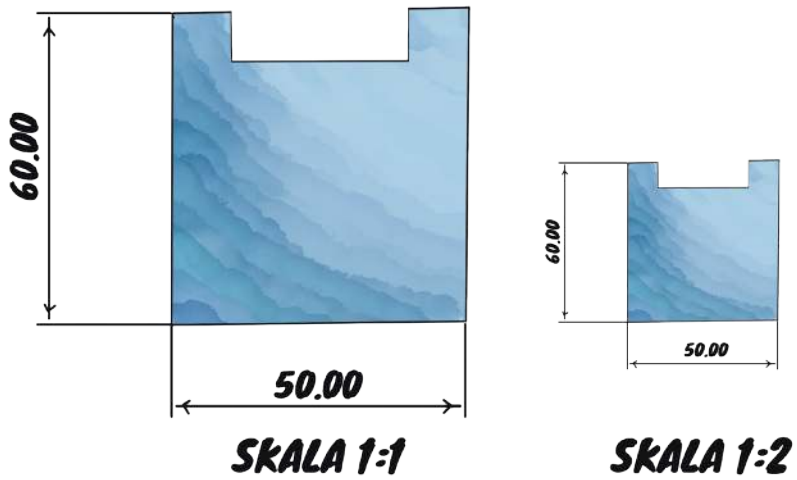
Gambar 8.1 Gambar sketsa *Pillow Block*

Salah satu cara terbaik untuk mengomunikasikan ide seseorang adalah melalui gambar. Jadi, gambar teknik memiliki peranan yang sangat penting sebagai alat komunikasi atau bahasanya orang teknik untuk mengomunikasikan dalam lingkup teknik khususnya bidang teknik mesin (Tim penyusun modul hasil penyelarasan smk sesuai kebutuhan industri kompetensi keahlian teknik pemesinan, 2017). Pada materi ini kalian akan menemukan bahwa sketsa dan menggambar sebagai satu bagian yang tidak dapat dipisahkan. Sketsa adalah menggambar bebas dengan menggunakan tangan. Adapun menggambar adalah menggambar menggunakan peralatan menggambar, mulai dari meja gambar hingga penggunaan komputer untuk memudahkan proses menggambar dengan presisi.

1. Skala Gambar

Skala gambar adalah suatu perbandingan antara ukuran pada gambar dengan ukuran atau dimensi benda yang sesungguhnya. Skala gambar berfungsi untuk memperbesar atau memperkecil ukuran gambar sebuah benda. Standardisasi penggunaan skala dibagi menjadi tiga, yaitu sebagai berikut.

a. Skala sebenarnya = 1:1
b. Skala pembesaran = 2:1, 5:1, 10:1
c. Skala pengecilan = 1:2, 1:5, 1:10



Gambar 8.2 Skala gambar

2. Standardisasi Garis

Standardisasi garis dalam gambar teknik memiliki arti yang berbeda-beda. Jenis-jenis garis yang biasa digunakan dalam gambar teknik antara lain garis tebal kontinu, garis tipis kontinu, garis tipis bebas kontinu, garis tipis putus- putus, garis tipis bertitik satu, garis zig zag tipis, garis tebal bertitik satu, dan garis tipis bertitik satu dengan ujung tebal.

3. Standardisasi Huruf dan Angka

Standardisasi huruf pada gambar teknik memiliki beberapa tujuan, yaitu memudahkan dibaca dan supaya seragam. Tinggi minimal huruf dalam gambar teknik yaitu 3,5 mm dan indeks penulisan toleransinya 2,5 mm. Untuk lebih memahami tentang garis dan huruf serta contohnya, kalian bisa membaca sumber belajar pada tautan di samping.

https://drive.google.com/drive/folders/1H9rMce-KqMONWGMh3733Ox-ewjmU3zXqyD
Sumber: (Yudianto & Agung, 2021)

Aktivitas 2 AYO BERPIKIR KRITIS

Setelah kalian mempelajari standardisasi pembuatan sketsa gambar, lakukan langkah-langkah aktivitas berikut ini.

1. Bentuklah kelompok yang beranggotakan 2 - 3 orang.
2. Carilah informasi mengenai jenis-jenis garis, keterangan dan penggunaannya dari berbagai sumber belajar yang bisa kalian temukan.
3. Diskusikan bersama teman dalam kelompok kalian.
4. Catat hasil diskusi kalian dalam lembar aktivitas 2 dengan bimbingan guru.

C. Membaca Gambar menurut Proyeksinya

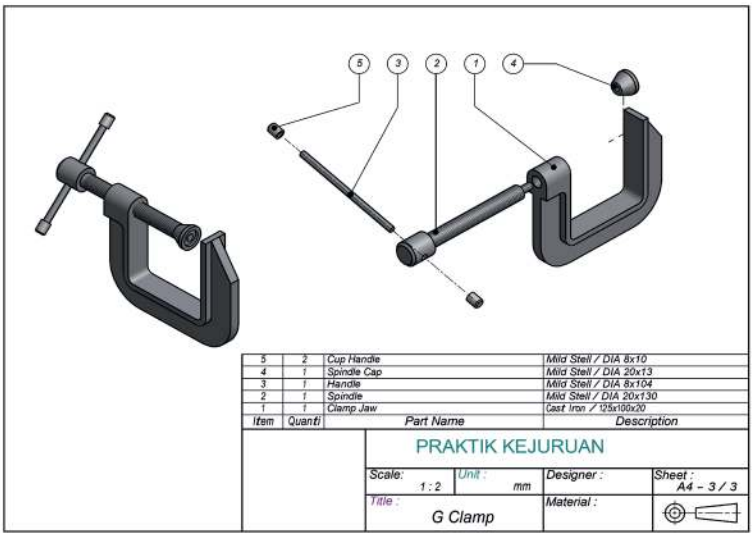
1. Gambar Kerja

Gambar kerja adalah gambar yang dipakai dalam dunia teknik sebagai sarana komunikasi tertulis untuk beraneka pekerjaan teknik. Pembuatan gambar kerja lebih memudahkan dalam komunikasinya dengan menggunakan gambar proyeksi. Kalian dapat memilih menggunakaan proyeksi Eropa atau proyeksi Amerika. Untuk lebih memahami tentang proyeksi Eropa dan proyeksi Amerika, kalian dapat menyimak video pada tautan di samping.

https://youtu.be/D4d338k_SzM
Sumber: Gamtek40/ YouTube

2. Gambar Rakitan

Gambar rakitan adalah gambar yang digunakan untuk melakukan pekerjaan perakitan komponen pada mesin. Pada gambar rakitan akan dituliskan data-data komponen yang dirakit. Data-data tersebut meliputi nama, spesifikasi, dan jumlah dari komponen sambungan misalnya mur, baut, bearing dan lain-lain. Perhatikan contoh gambar rakitan pada Gambar 8.3.



Gambar 8.3 Contoh gambar rakitan
Sumber: (Alimuddin, 2020)

Aktivitas 3 AYO BERPIKIR KRITIS

Setelah kalian mempelajari standardisasi pembuatan sketsa gambar, lakukan langkah-langkah aktivitas berikut ini.

1. Amati gambar 8.3.
2. Kemukakan pendapat kalian mengenai gambar 8.3.
3. Carilah informasi terkait contoh gambar rakitan dari berbagai sumber belajar yang bisa kalian temukan.
4. Simpanlah contoh gambar rakitan yang kalian peroleh dalam gawai kalian.
5. Bentuklah kelompok yang beranggotakan 2 - 3 orang.
6. Diskusikan bersama kelompok kalian mengenai kelebihan dan kekurangan dari gambar rakitan yang kalian peroleh sebelumnya.
7. Catat hasil diskusi kalian dalam lembar aktivitas 3 dengan bimbingan guru.
8. Presentasi hasil diskusi di depan teman-teman kalian.

D. Membuat Gambar menurut Proyeksinya

Ketika melakukan pekerjaan desain, terkadang kalian harus membuat gambar tanpa menggunakan alat bantu penggaris atau jangka. Hal ini terjadi misalnya saat kalian harus mengambar dengan cepat sebuah roda gigi pada mesin yang harus segera dipasang kembali. Langkah cepat yang dapat dilakukan adalah membuat sketsa dengan tangan, kemudian membuat dengan lebih baik sesuai dengan standar gambar teknik. Kalian dapat menyiapkan pensil dengan kode H atau HB, penghapus dan kertas. Untuk mendapatkan keterampilan membuat sketsa gambar, dengan hasil yang baik, kalian harus sering berlatih.

1. Pemberian Garis Tepi

Garis tepi merupakan garis yang menjadi penanda batas area gambar yang terletak pada kiri, kanan, atas dan bawah dari sebuah gambar. Pada umumnya ukuran garis tepi sebelah kiri lebih lebar daripada garis tepi pada sisi lainnya. Perhatikan Gambar 8.4 yang menyajikan ukuran garis tepi dari berbagai ukuran kertas.

Tabel 8.1 Ukuran garis tepi dari berbagai ukuran kertas

No.	Ukuran	Garis Tepi (mm)			
		Sisi Kiri (A)	Sisi Atas (B)	Sisi Kanan (C)	Sisi Bawah (D)
1.	A0	20	10	10	10
2.	A1	20	10	10	10
3.	A2	20	10	10	10
4.	A3	20	10	10	10
5.	A4	20	5	5	5

Sumber: (Yudianto & Agung, 2021)

2. Pemberian Ukuran

Cara penulisan garis ukuran pada gambar kerja mengikuti beberapa acuan sebagai berikut.

a. Garis ukuran pararel terhadap sisi atau garis yang diukur.
b. Garis ukuran sebaiknya diletakan di luar gambar, kecuali jika untuk memperjelas boleh diletakan di dalam gambar.
c. Garis ukuran sebaiknya tidak saling berpotongan.
d. Garis ukuran untuk radius harus menuju kearah titik pusatnya.
e. Garis bantu ukuran diperpanjang kira-kira 1 mm melewati garis ukuran.

Dalam memberikan ukuran pada gambar ada beberapa prinsip yang harus diingat sebagai berikut.

a. Ukuran yang tercantum pada gambar adalah ukuran jadi.
b. Ukuran tidak boleh ditulis dua kali, dan pilih pandangan yang paling dapat menjelaskan ukuran tersebut.
c. Satuan ukuran adalah milimeter (tidak perlu ditulis dalam milimeter atau mm).

Adapun jenis ukuran menurut aturan di bengkel antara lain sebagai berikut.

a. Ukuran fungsional

Ukuran ini harus ada karena menentukan fungsi, bentuk, besar, dan posisi suatu benda. Ukuran fungsional biasanya menggunakan toleransi khusus atau ISO.

b. Ukuran nonfungsional

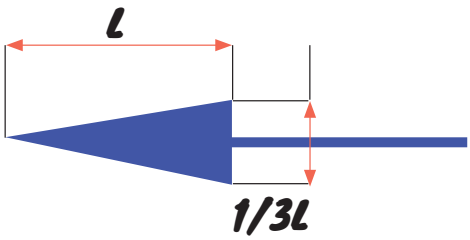
Ukuran ini biasanya menggunakan toleransi umum.

c. Ukuran pembantu

Ukuran pembantu tidak harus ada dan biasanya ditulis di dalam kurung.

3. Pemberian Tanda Panah

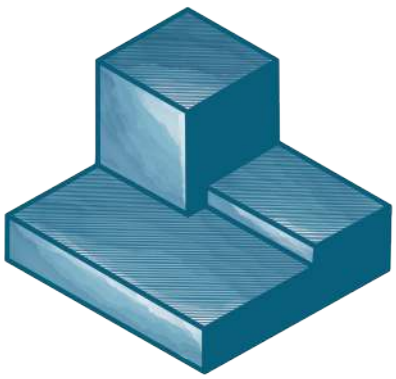
Untuk memudahkan pembacaan diberikan anak panah pada ujung. Ukuran anak panah tersebut dengan perbandingan panjang: tebalnya adalah 1:1/3.



Gambar 8.4 Pemberian tanda panah

4. Proyeksi

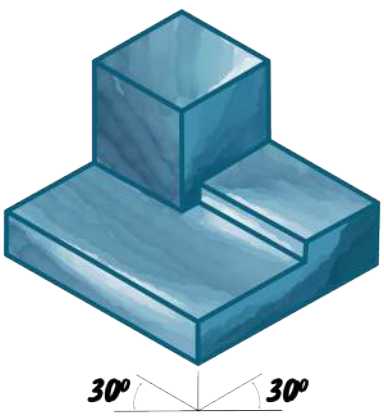
Coba kalian perhatikan blok pada Gambar 8.5 dari berbagai sudut. Kemukakan apa yang kalian bisa cermati dari gambar tersebut menurut pendapat kalian.



Gambar 8.5 Gambar blok

a. Gambar isometri

Coba kalian perhatikan Gambar 8.6 berikut ini.



Gambar 8.6 Gambar isometri

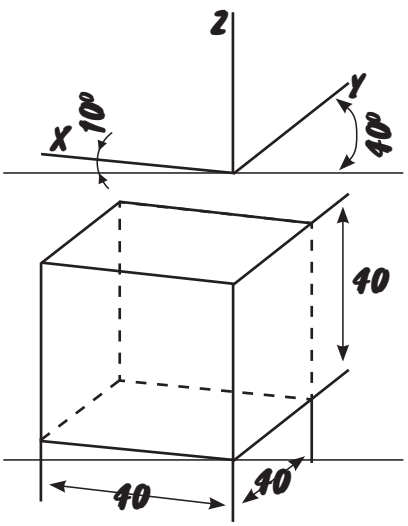
Gambar tersebut merupakan gambar isometri. Gambar isometrik merupakan salah satu jenis tampilan gambar tiga dimensi. Pada gambar isometri, garis vertikal objek digambar secara vertikal dan garis horizontal pada lebar dan bidang kedalaman ditunjukkan dengan sudut 30^0 terhadap horizontal. Saat digambar maka garis-garis yang sejajar dengan ketiga sumbu ini berada pada panjang dengan skala sesungguhnya.

b. Gambar Dimetri

Gambar dimetri merupakan salah satu tampilan gambar teknik yang memiliki skala pemendekan dengan arah sumbu *x*, *y* ,dan *z* dengan kedua arah sumbunya skala pemendekannya besarnya sama sedangkan kedua sudut proyeksinya bisa sama atau berbeda. Jenis gambar ini mempunyai beberapa ketentuan antara lain sebagai berikut.

1) Sudut yang dibentuk antara sumbu *x* dengan garis horizontal adalah 7^0 ($\alpha = 7^0$) dan untuk sudut yang dibentuk antara sumbu *y* dengan garis horizontal sebesar 40^0 ($\beta = 40^0$). Sehingga besar sudut yang dibentuk antara sumbu x dan sumbu y sebesar 133^0.

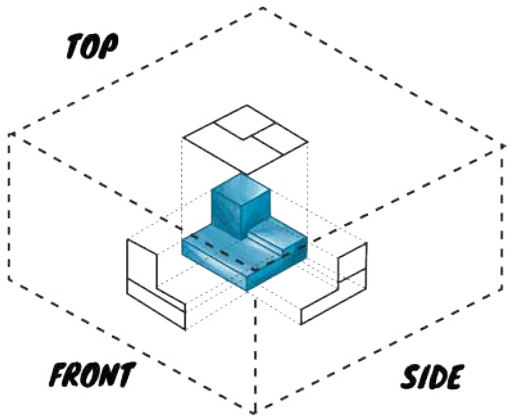
2) Memiliki perbandingan garis sumbu *x*, *y*, dan *z* adalah 1:1/2:1. Cobalah kalian cermati Gambar 8.7. Terlihat pada sumbu *y* ada skala pemendekan sementara untuk sumbu lainnya tetap.



Gambar 8.7 Proyeksi dimetri

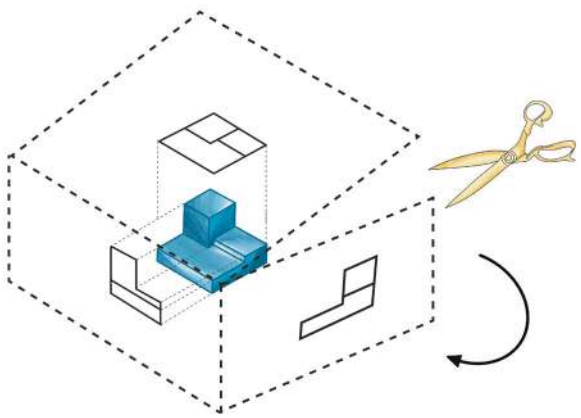
c. Gambar Ortogonal

Coba kalian bayangkan memiliki benda yang digantung dengan benang transparan di dalam kotak kaca seperti pada Gambar 8.8.



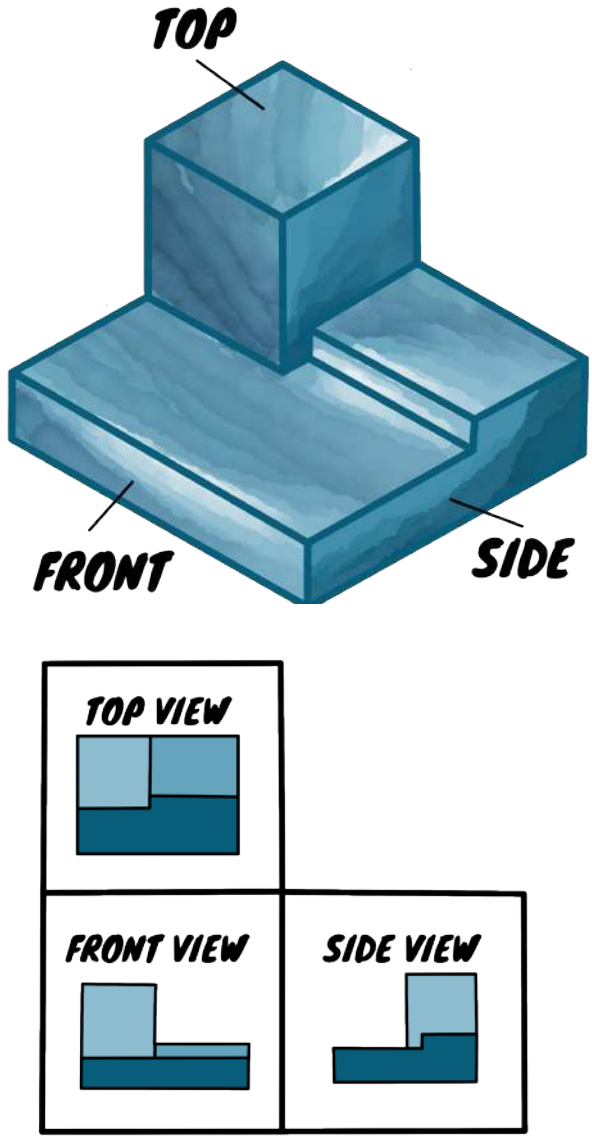
Gambar 8.8 Kotak kaca ortogonal

Kemudian gambarlah objek pada masing-masing dari tiga sudut pandang seperti yang terlihat dari arah itu. Ketika kalian membuka kotaknya seperti pada Gambar 8.9 maka gambar tersebut akan memiliki tiga tampilan. Gambar inilah yang dinamakan gambar proyeksi ortogonal. Gambar proyeksi ortogonal adalah salah satu tampilan gambar teknik yang memproyeksikan secara tegak lurus dengan benda yang diproyeksikan.



Gambar 8.9 Gambar ortogonal

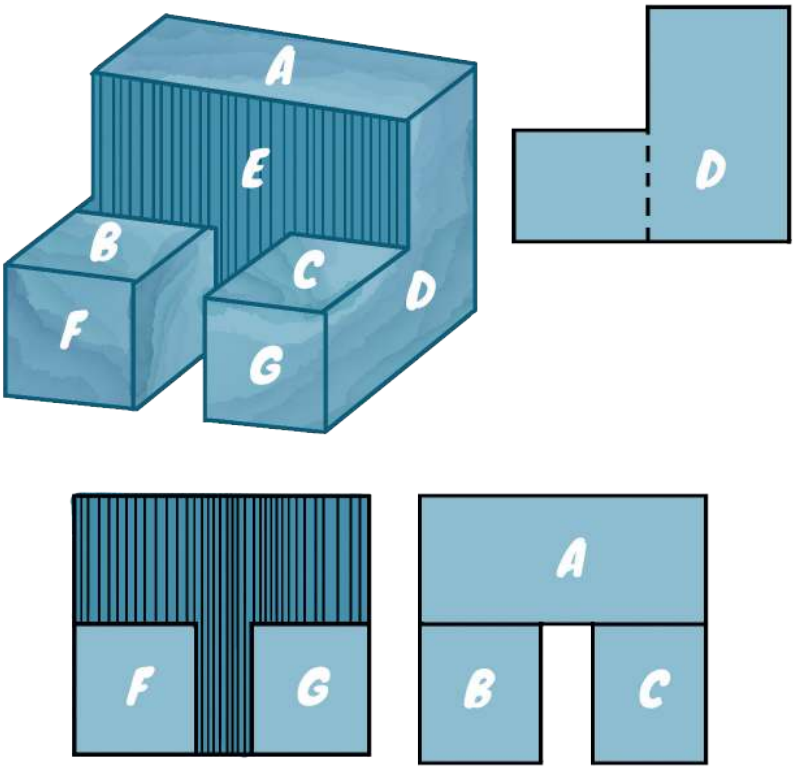
Agar lebih memahami gambar ortogonal, kalian bisa melihat Gambar 8.10.



Gambar 8.10 Tampilan Gambar ortogonal

Gambar ortogonal dibagi menjadi dua jenis, yaitu proyeksi sudut pertama (proyeksi Eropa) dan proyeksi sudut ketiga (proyeksi Amerika). Kedua jenis proyeksi ini sering digunakan pada gambar kerja di dunia industri khususnya pada bidang teknik mesin.

1). Proyeksi Eropa atau proyeksi sudut pertama.



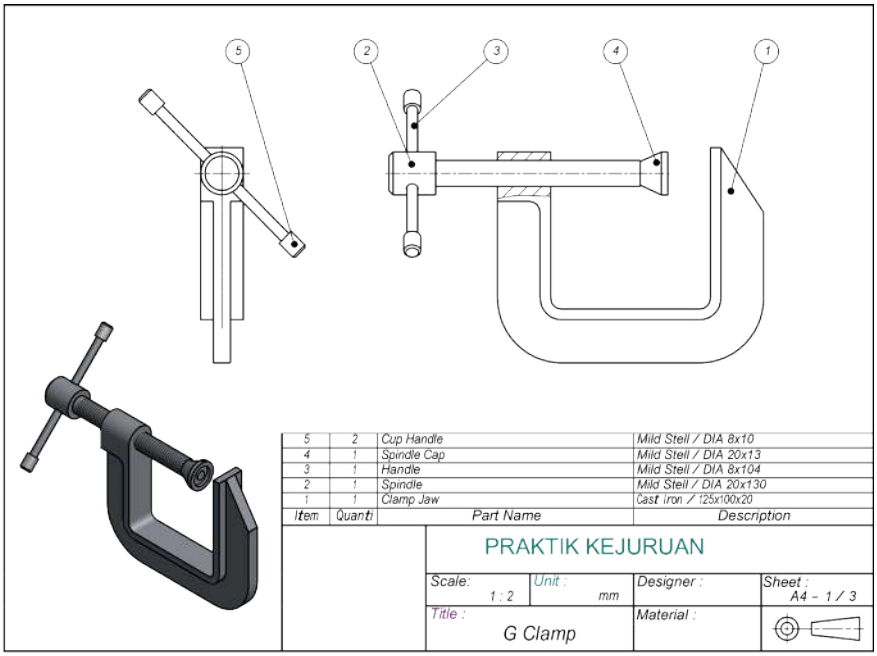
Gambar 8.11 Mengubah proyeksi dimetri menjadi proyeksi Eropa

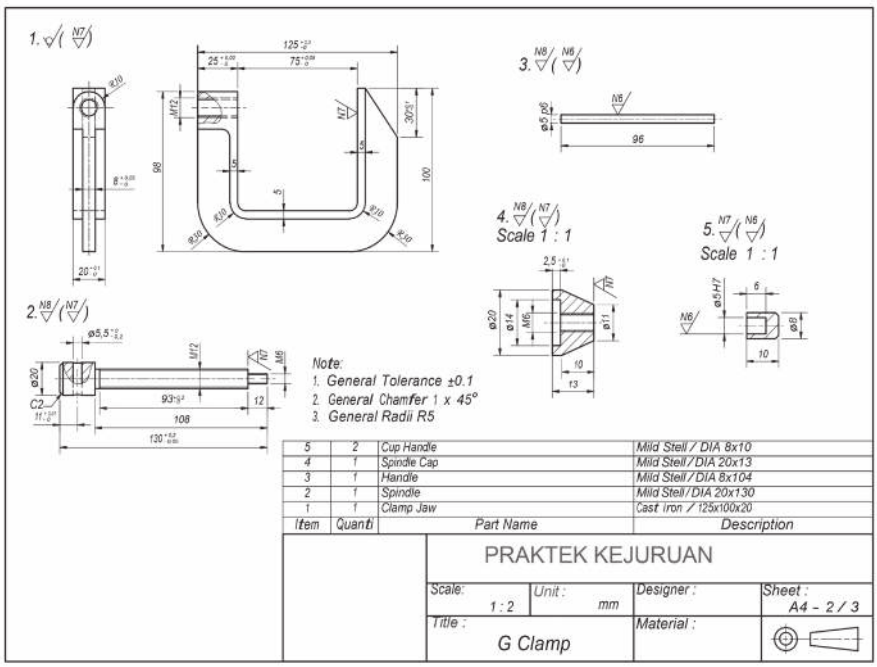
Pada proyeksi ini benda kerja seolah-olah diletakkan pada kuadran pertama dan diproyeksikan pada bidang belakangnya.

Dalam proyeksi ini, gambar diproyeksikan secara terbalik untuk peletakan pandangannya.

2). Proyeksi sudut ketiga (proyeksi Amerika)

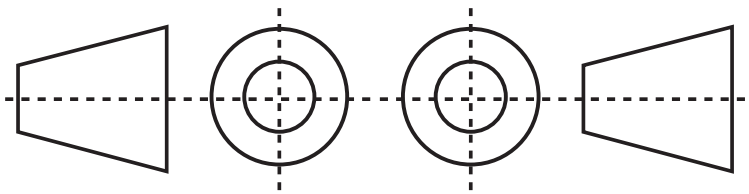
Pada proyeksi ini, benda diposisikan pada kuadran ketiga kemudian diproyeksikan pada bidang di depannya. Penempatan pandangan pada proyeksi ini sesuai dengan arah pandangan. Hal ini berarti jika pandangan depan maka diletakan pada bagian depan.





Gambar 8.12 Mengubah proyeksi dimetri menjadi proyeksi Amerika

Untuk menyeragamkan simbol proyeksi Amerika dan proyeksi Eropa maka sebaiknya digunakan simbol menurut standar ISO. Berikut merupakan tampilan simbol proyeksi Amerika dan proyeksi Eropa menurut standar ISO.



(a) (b)

Gambar 8.13 Simbol (a) proyeksi Eropa (b) proyeksi Amerika

Aktivitas 4 AYO BERPIKIR KRITIS

Setelah kalian mempelajari standardisasi pembuatan sketsa gambar, lakukan langkah-langkah aktivitas berikut ini.

1. Amati gambar 8.12.
2. Kemukakan pendapat kalian mengenai gambar 8.12.
3. Carilah informasi terkait materi membuat gambar kerja menurut proyeksinya dari berbagai sumber belajar yang bisa kalian temukan.
4. Bentuklah kelompok yang beranggotakan 8–9 orang.
5. Kerjakan lembar aktivitas 4 bersama kelompok kalian.
6. Mintalah bantuan pada guru kalian jika kalian mengalami kendala.
7. Catatlah dalam lembar aktivitas 4 mengenai kelebihan dan kekurangan dari gambar yang telah kalian buat.
8. Presentasi hasil kerja di depan teman-teman kalian
9. Diskusikan hasil kerja kalian dengan kelompok lainnya.

Pengayaan

1. Simaklah video tentang teknik menggunakan pensil, pengaris, jangka, dan mal pada tautan disamping.
2. Setelah kalian menyelesaikan aktivitas dalam bab ini, silakan kalian rangkum materi yang sangat penting dalam buku catatan kalian. Diskusikan hasil rangkuman dengan teman sebangku kalian.

https://youtu.be/dd2Lz9iuPE0
Sumber: Sugeng Nuryanto/ YouTube

Ayo Merangkum

Setelah kalian menyelesaikan aktivitas dalam bab ini, silakan kalian rangkum materi-materi penting dalam buku catatan kalian. Kemudian diskusikan hasil rangkuman kalian dengan teman sebangku kalian.

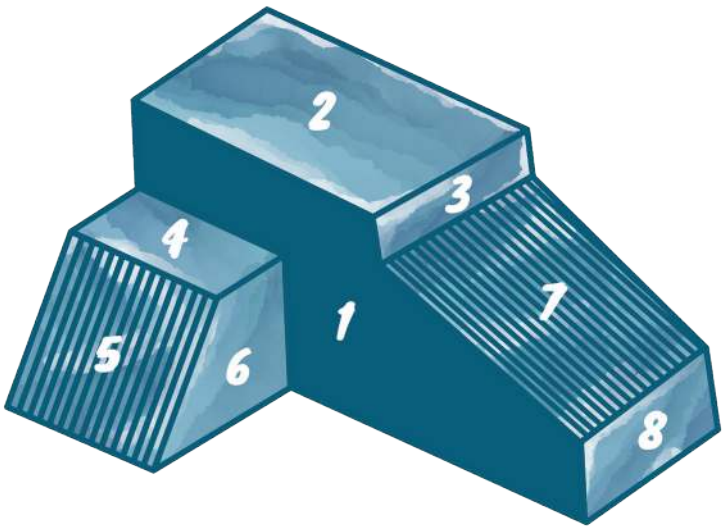
Asesmen

A. Soal Uraian

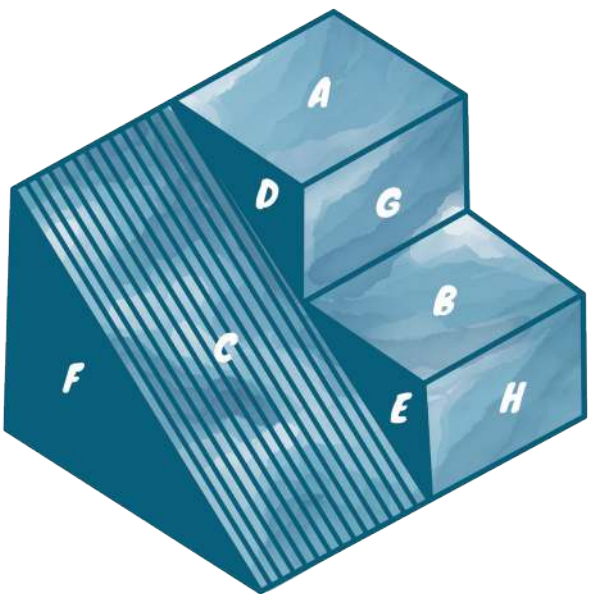
Jawablah pertanyaan berikut dengan jawaban yang tepat.

1. Jelaskan peranan dari gambar teknik sebagai bahasa teknik menurut pendapat kalian!
2. Tuliskan 4 nama peralatan gambar yang kalian ketahui!
3. Tuliskan ukuran batas margin kertas gambar mulai dari A4, A3, A2, A1 dan A0!
4. Jelaskan pengertian dari gambar proyeksi isometri!
5. Jelaskan pengertian dari gambar proyeksi dimetri!
6. Jelaskan pengertian dari gambar proyeksi ortogonal!
7. Jelaskan ketentuan dari gambar proyeksi Amerika!
8. Jelaskan ketentuan dari gambar proyeksi Eropa!

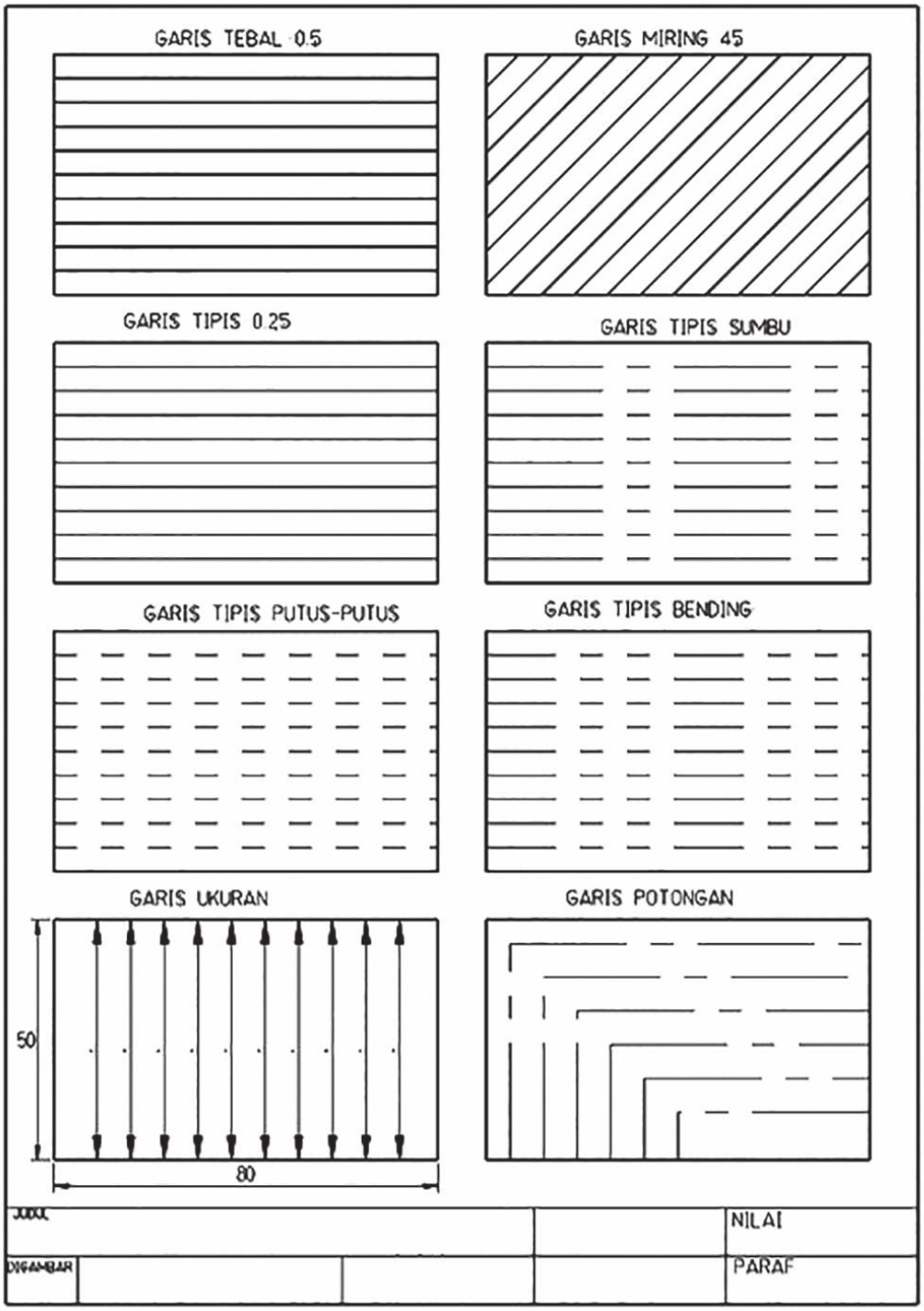
9. Buatlah gambar proyeksi Amerika berdasarkan gambar isometri berikut!



10. Buatlah gambar proyeksi Eropa berdasarkan gambar isometri berikut!



11. Siapkan kertas gambar A4, pensil 2H, penggaris lurus, mal huruf dan penggaris segitiga. Selanjutnya kerjakanlah latihan pada gambar berikut. Kalian bisa berkonsultasi dengan guru kalian saat mengalami kesulitan atau setelah selesai mengerjakan.

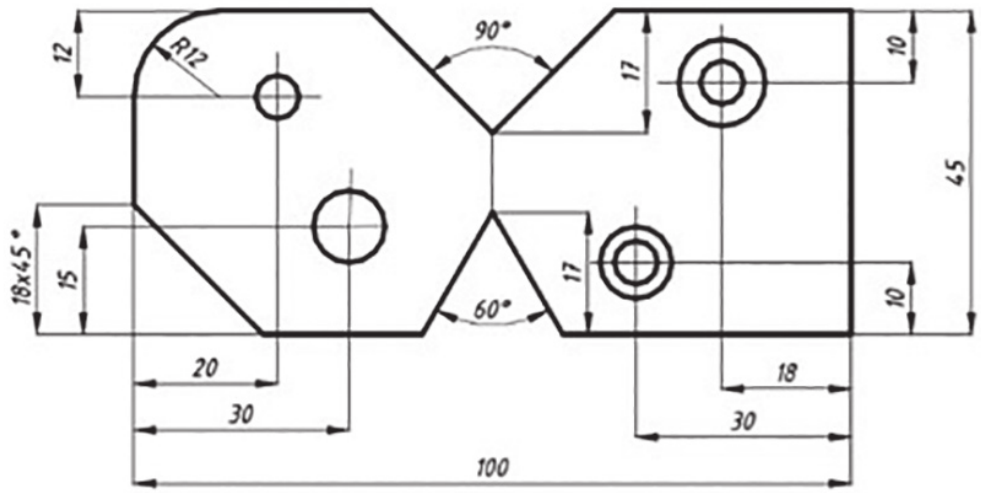

GARIS TEBAL 0.5
GARIS MIRING 45
GARIS TIPIS 0.25
GARIS TIPIS SUMBU
GARIS TIPIS PUTUS-PUTUS
GARIS TIPIS BENDING
GARIS UKURAN
GARIS POTONGAN
50
80
JUDUL
NILAI
DIGAMBAR
PARAF

12. Siapkan kertas gambar A4, pensil 2H, penggaris lurus, dan penghapus. Sebelum kalian menggunakan pensil, pastikan pensil telah diraut sesuai dengan standar. Sebelum kalian mengerjakan, baca dan pahami petunjuk pengerjaan berikut.

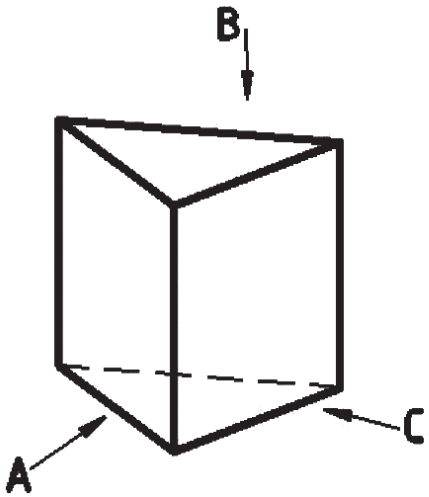
    Petunjuk pengerjaan:

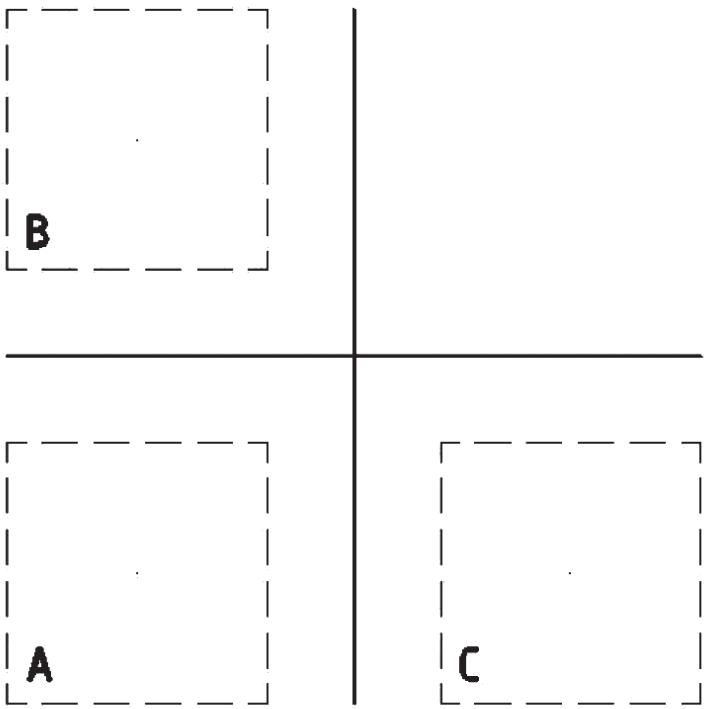
    a. Menggambar tanda panah dan garis ukur secara mendatar, tegak, dan miring.
    Untuk mengerjakan tugas ini, bagilah kertas gambar A4 menjadi tiga bagian. Kemudian buatlah masing-masing 10 garis untuk garis horizontal, vertikal dan miring.

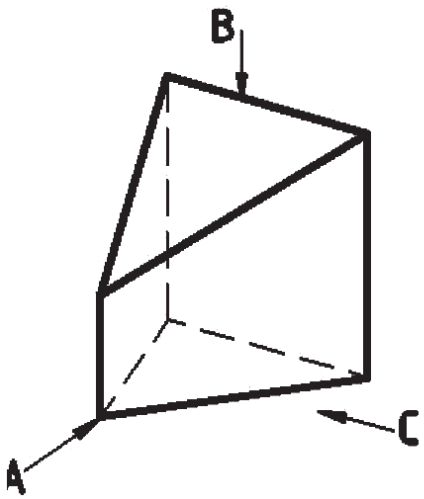
    b. Menggambar sketsa benda rumit.
    Siapkan kertas gambar A4, kemudian gambarlah sketsa beda seperti pada gambar berikut.

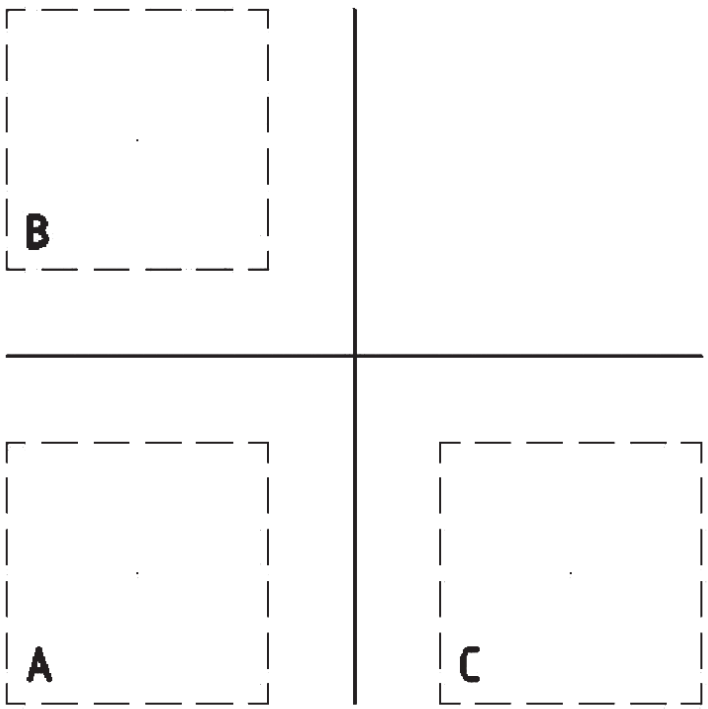


13. Buatlah gambar pandangan menurut proyeksi Amerika dari gambar isometri berikut! Buatlah masing-masing gambar pada kertas gambar berukuran A4!

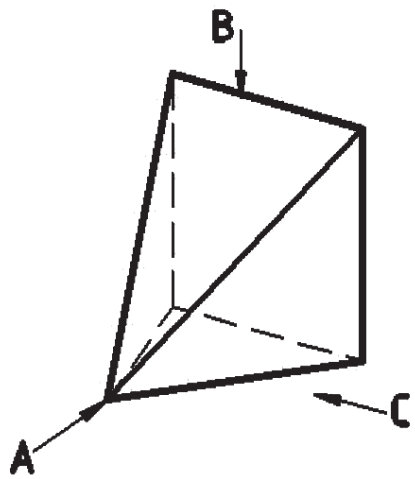

B
A
C

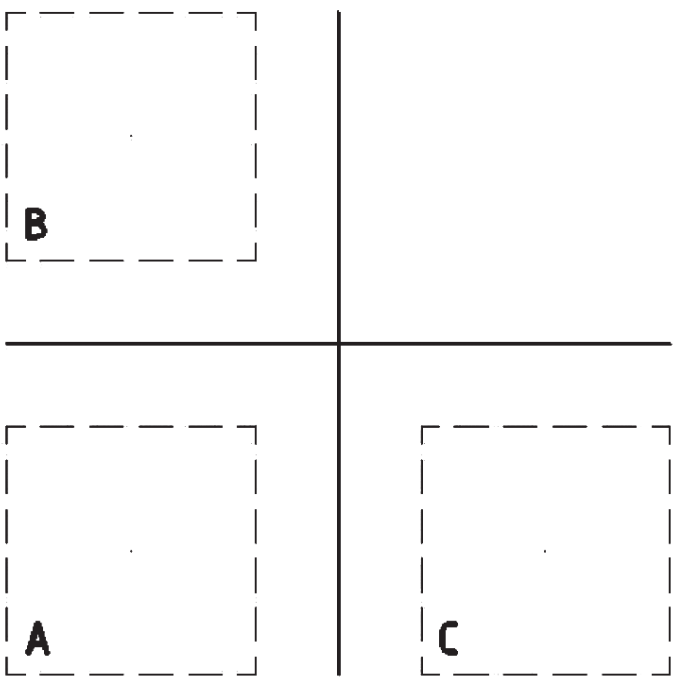

B
A
C

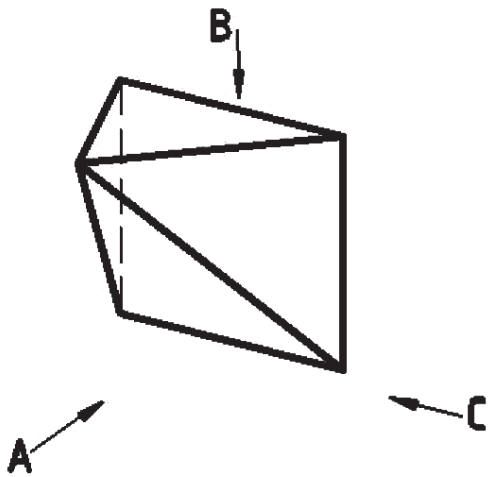


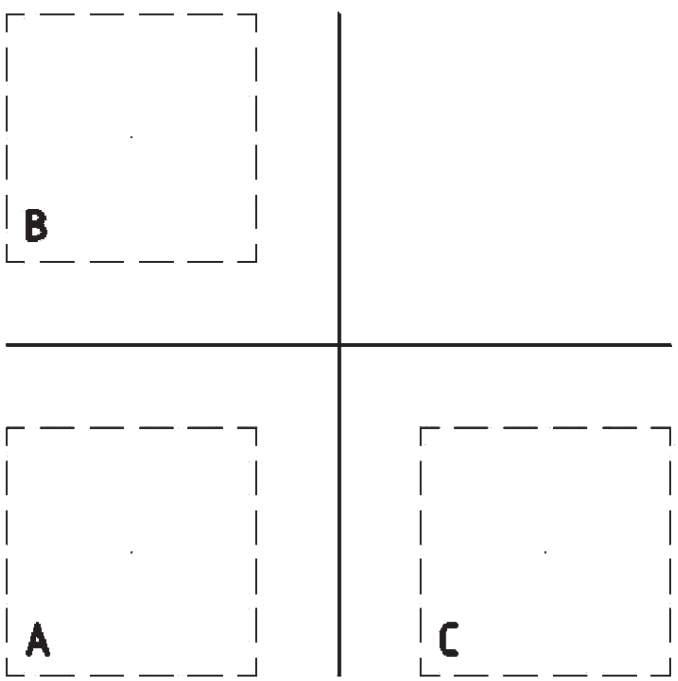


14. Buatlah gambar pandangan menurut proyeksi Amerika dari gambar isometri berikut! Buatlah masing-masing gambar pada kertas gambar berukuran A4!


B
C
A


B
A
C


B
A
C


B
A
C



Refleksi

Agar pembelajaran kita lebih efisien dan untuk mengetahui sejauh apa pemahamanmu, kalian dapat melakukan refleksi dengan menjawab pertanyaan berikut. Berilah tanda centang (√) pada kolom yang sesuai.

No	Uraian	Hasil Refleksi	
		Ya	Tidak
1.	Apakah kalian mengalami kesulitan mempelajari materi pada bab ini?		
2.	Apakah kalian sudah mengkomunikasikan hasil observasi kepada teman dan guru		
3.	Apakah kalian sudah mengenali macam- macam peralatan menggambar?		
4.	Apakah kalian sudah memahami dengan skala gambar?		
5.	Apakah kalian sudah memahami dengan macam-macam proyeksi?		
6.	Apakah kalian sudah memahami cara membuat garis lurus, garis miring, menggunakan peralatan gambar seperti jangka, mal, dan pengaris?		
7.	Apakah kalian sudah memahami macam-macam proyeksi?		
8.	Apakah kalian sudah memahami cara pemberian ukuran?		
9.	Apakah kalian sudah mengetahui perbedaan proyeksi dimetri dan proyeksi isometri		
10.	Apakah kalian sudah mengetahui perbedaan proyeksi Amerika dan proyeksi Eropa?		

GLOSARIUM

Air conditioning	:	pendingin ruangan
Alur *pulley*	:	celah pada *pulley* sebagai tempat sabuk penggerak *(belt)*
Autodesk inventor	:	perangkat lunak desain pemodelan solid mekanik 3D yang dikembangkan oleh Autodesk untuk membuat prototipe digital 3D
Bos Rantai	:	komponen pada transmisi rantai yang berfungsi untuk meredam getaran pada rantai saat bergerak
Browser	:	aplikasi yang digunakan untuk mengakses dan melihat situs web
Casting	:	proses produksi menggunakan logam cair dan cetakan untuk memproduksi bahan dengan bentuk tertentu sesuai yang dirancang
CNC	:	Singkatan dari Computer Numerical Control, Suatu cara mengontrol kerja mesin menggunakan program yang dibuat oleh sistem komputer
Conveyor	:	ban berjalan untuk membawa material
cutting	:	metode atau proses pembentukan menggunakan alat potong untuk membentuk seluruh bagian atau sebagian
Design	:	kerangka bentuk; rancangan
Drafter	:	teknisi yang membuat gambar teknis terperinci atau rencana untuk mesin, bangunan, elektronik, infrastruktur
Drawing noncutting	:	proses pembentukan benda dengan memberikan sejumlah gaya atau energi supaya mengalami deformasi plastis yang mengikuti bentuk dari punch dengan kedalaman tertentu.
Drilling	:	proses pemotongan yang digunakan untuk membuat lubang lingkaran pada suatu bahan

Efek rumah kaca	:	kenaikan suhu atmosfer bumi karena gas rumah kaca menyerap gelombang panas yang dipantulkan permukaan bumi
Eretan	:	bagian dari mesin bubut yang dapat digerakkan memanjang, melintang dan menyudut
Ergonomi	:	ilmu tentang hubungan di antara manusia, mesin yang digunakan, dan lingkungan kerjanya
Etos kerja	:	semangat kerja yang menjadi ciri khas dan keyakinan seseorang atau suatu kelompok
Fabrikasi	:	pembuatan sebuah komponen peranti atau peranti itu sendiri
Ferrous	:	Bahan logam yang merupakan gabungan dari unsur karbon dan unsur besi
Forklif	:	Peralatan atau kendaraan pengangkut yang digunakan untuk mengangkat dan menurunkan barang
Furnitur	:	mebel
Gambar teknik	:	gagasan atau ide yang dikomunikasikan melalui wujud gambar untuk memudahkan pemahaman
Internet of Things	:	istilah umum yang mengacu pada apa pun yang terhubung ke Internet
Landfill	:	timbunan tanah
Loyalitas	:	kepatuhan
Material teknik	:	jenis-jenis material yang umum digunakan dalam bidang rekayasa teknik
Material	:	bahan yang akan dipakai untuk membuat barang lain
Mesin	:	peralatan tertentu yang diciptakan manusia untuk memudahkan dalam mengerjakan sebagian produk atau keseluruhan produk
Noncutting	:	metode atau proses menggunakan teknik pembentukan tanpa menggunakan alat potong
Nonferrous	:	Bahan logam yang tidak mengandung unsur besi

Passion	:	rasa hati yang kuat
Profesi	:	bidang pekerjaan yang dilandasi pendidikan keahlian (keterampilan, kejuruan, dan sebagainya) tertentu
Proyeksi	:	cara menggambar atau cara memandang suatu benda terhadap suatu bidang gambar
Sambungan	:	hasil penyatuan sebagian atau seluruh bagian menggunakan teknik penyatuan tertentu
Sawing	:	proses pemotongan yang digunakan untuk memotong benda kerja menggunakan roda potong
Seal	:	bagian dari mesin yang berfungsi mencegah merembesnya oli dari suatu celah
Sistem Elektronika	:	sistem yang merupakan gabungan dari bagian-bagian yang menerapkan prinsip-prinsip elektronika
Sistem Mekanik	:	sistem yang merupakan gabungan dari bagian-bagian yang menerapkan prinsip-prinsip mekanika
Sketsa	:	sebagian atau keseluruhan rancangan secara garis besar yang dibuat untuk memudahkan dalam memahami proses pengerjaan
Solidwork	:	Aplikasi untuk mendesain, menggantikan gambar desain di kertas
Torsi	:	pergerakan yang terjadi akibat gaya dorong yang berasal dari sumber penggerak
Transmisi	:	sistem yang menghubungkan sebagian atau seluruh bagian mekanik dari mesin penggerak yang menggunakan mekanisme hidrolik atau non hidrolik
Turning	:	proses pemotongan menggunakan alat potong atau pahat potong untuk membuang bahan dari permukaan benda kerja menjadi bentuk geram melalui perputaran dari benda kerja yang dijepit

DAFTAR PUSTAKA

Alimuddin, Ahya. 2020. *Modul Menggambar Teknik Mesin*. SMKN 2 Jiwan.

Anjoran, Renaud. 2021. *"The Design for X Approach: 12 Common Examples"*. *Quality Inspection*. 15 Maret 2021. Dilihat 1 September 2022. https://qualityinspection.org/the-design-for-x-approach-12-common-examples/

Anwari. 1997) *Menggambar Teknik Mesin*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.

Artaya, I Putu. 2018. *Dasar-dasar Manajemen Operasi dan Produksi*. Narotama University Press

Ayu. 2022.*"5R Strategi Peningkatan Kualitas Kerja Pada Perusahaan"*. Smpl. 3 Februari 2022. Dilihat 24 September 2022. https://smpl.co.id/5r-kualitas-kerja/

Benabdellah, A.C., Bouhaddou, I., Benghabrit, A. et al. *A systematic review of design for X techniques from 1980 to 2018: concepts, applications, and perspectives*. Int J Adv Manuf Technol 102, 3473–3502 (2019). https://doi.org/10.1007/s00170-019-03418-6

Brown, Cynthia S.-.*"Fossil Fuels, Steam Power, and the Rise of Manufacturing"*. Khan Academy. Dilihat 6 September 2022. https://www.khanacademy.org/humanities/big-history-project/acceleration/bhp-acceleration/a/the-industrial-revolution

Bruce J. Black. 2015. *Workshop Processes, Practices and Materials* (Fifth edit). Routledge.

Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2012). *Material Science and Engineering Technology In Advanced Materials Research (Vol. 462)*. John Wiley & Sons, Inc.

CFI Team. 2020. "*Manufacturer*". Corporatefinanceinstitute. 12 Mei 2020. Dilihat 31 Agustus 2022. https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/other/manufacturer/.

Creese, Robert C. 1999. *Introduction to Manufacturing Processes and Materials*. West Virginia University Morgantown, West Virginia

Daniel, F., & Gossard, D. 2009. *Design Handbook: Engineering Drawing and Sketching*.

Evarista,Tiara. 2020. *15 Tahun Perkembangan Ekonomi Kreatif di Indonesia*. 8 Desember 2020. Dilihat 8 Maret 2023. https://mridn.com/perkembangan-ekonomi-kreatif-di-indonesia/

Fitri,Husnul. 2019. *"Simbol Limbah B3 & Label Limbah B3"*. 28 Agustus 2019. Dilihat 8 Maret 2023. https://www.garudasystrain.co.id/simbol-limbah-b3-label-limbah-b3/

Gerling. 1974. *All About Machine Tools*. Wiley Eastern Private Limited.

Harsoady, P. T. 2013. *Penggunaan Pipa Tembaga pada Sistem Plambing*. Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Bidang Mesin dan Teknik Industri.

Heizer, Jay, dkk. 2017. *Operation Management: Sustainability and Supply Chain Management*. Pearson

Higgins, Lindley R. 2002. *Maintenance Engineering Handbook*. McGraw-Hill

Idris, Muhammad. 2022. "*Apa Itu Perusahaan Manufaktur: Pengertian, Sistem Kerja, dan Contohnya*". Kompas. 16 Juli 2021. Dilihat 20 September 2022. https://money.kompas.com/read/2021/07/16/235100926/apa-itu-perusahaan-manufaktur--pengertian-sistem-kerja-dan-contohnya

ILO Score. 2013. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta:International Labour Organization.

Imai, Masaaki. 1998. "*GembaKaizen: Pendekatan Akal Sehat, Berbiaya Rendah Pada Manajemen*". Jakarta: PT. Pustaka Binaman Pressindo.

Ivana. 2021. "*Pahami! Hak dan Kewajiban Karyawan terhadap Perusahaan*". Konsultanku. 13 September 2021. Dilihat 11 September 2022. https://konsultanku.co.id/blog/pahami-hak-dan-kewajiban-karyawan-terhadap-perusahaan

Kasih, Ayunda P. 2022. "*Sejarah Revolusi Industri 1.0 hingga 4.0 dan Perbedaannya*". Kompas. 29 April 2022. Dilihat 6 September 2022. https://www.kompas.com/edu/read/2022/04/29/134500171/sejarah-revolusi-industri-1.0-hingga-4.0-dan-perbedaannya?page=all#:~:text=Revolusi%20industri%20muncul%20pertama%20kali,%2Dan%20dan%2040%2Dan.

Khalid, Hisyam. 2021. "*Contoh Limbah Industri dan Cara Menanggulanginya*". Environment Indonesia. 11 Februari 2021. Dilihat 25 September 2022. https://environment-indonesia.com/contoh-limbah-industri-dan-cara-menanggulanginya/

Lazuardi, Dania. 2022. "*Yuk Kenalan Dengan Industry 5.0, Revolusi Industri Bisnis dan Manufaktur yang Berkelanjutan*". Inmarketing. 12 Agustus 2022. Dilihat 4 September 2022. https://inmarketing.id/revolusi-industry-5-0-adalah.html

Leotronics. 2022. *Robots dont get sick robotization and the time of new possibilities as one of the results of the pandemic*. Leotronics. 25 Agustus 2022. Dilihat 4 September 2022. https://leotronics.eu/en/blog/robots-dont-get-sick-robotization-and-the-time-of-new-possibilities-as-one-of-the-results-of-the-pandemic

Lukman. 2021. *Supply Chain Management*. Cahaya Bintang Cemerlang

Netty Erawati, S. 2021. *Gambar Proyeksi Piktorial*. Embrio Publisher.

Nn. 2022. "*Ide Bisnis Manufaktur Terbaik Startup Kecil Yang Menguntungkan*". 24 Mei 2022. Dilihat 20 September 2022. https://realdiaperindustry.org/ide-bisnis-manufaktur-terbaik-startup-kecil-yang-menguntungkan/

Nn.-. "*Industri Manufaktur untuk Percepatan Pertumbuhan Ekonomi Indonesia*". BKPM. Dilihat 31 Agustus 2022. https://www.bkpm.go.id/id/publikasi/detail/berita/industri-manufaktur-untuk-percepatan-pertumbuhan-ekonomi-indonesia

Nn.-. 2019. "*7 Contoh Profesi Pekerjaan Di Pabrik Industri*". Samiinstansi. 13 November 2019. Dilihat 20 September 2022. http://www.samiinstansi.com/2019/11/7-contoh-profesi-pekerjaan-di-pabrikindustri.html

Nn.-."*Rambu K3 yang Digunakan Pada Proyek yang Dijalankan oleh PT Semesta Nusantara Konstruksi*". Semesta Konstruksi. Dilihat 23 September 2022 https://www.semestakonstruksi.co.id/rambu-k3-yang-digunakan-pada-proyek-yang-dijalankan-oleh-pt-semesta-nusantara-konstruksi/

Nn.-."*SOP Pelatihan Penggunaan Apar Yang Baik Dan Benar*". Guardall. Dilihat 24 September 2022. https://guardall.co.id/sop-pelatihan-penggunaan-apar/

Nn.-."*What is a product life cycle? (definition, stages and examples)*". Twi-global. Dilihat 11 September 2022. https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-a-product-life-cycle#:~:text=A%20product%20life%20cycle%20is,growth%2C%20maturity%2C%20and%20decline

Nn.2022. *"Grafik Kecelakaan Kerja DiIndonesia 5 Tahun Terakhir*". Pelatihan K3. 11 Februari 2022. Dilihat 23 September 2022. https://www.pelatihank3.co.id/informasi/grafik-kecelakaan-kerja-diindonesia-5-tahun-terakhir.html

Pathak, Amrita. 2022. "*Robots, IoT, and Artificial Intelligence are Leading Digital Transformation*". Geekflare. 27 April 2022. Dilihat 7 September 2022. https://geekflare.com/digital-transformation-ai-robots-iot/

Peranzo, Pete. 2022. "*How is IoT Used in Manufacturing: 8 Use Cases and Upcoming Trends*". Imaginovation. 18 Maret 2022. Dilihat 6 September 2022. https://imaginovation.net/blog/iot-in-manufacturing/#:~:text=IoT%20in%20Manufacturing%20Industry,workers%2C%20increasing%20productivity%20and%20efficiency.

Rahmayanti, Dina, dkk. 2018. *Perancangan Produk dan Aplikasinya*. Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas

Ramesh, Prasad. 2020. "*Logistik dan Manajemen Perusahaan (Bagian 1)*". ERPNext. 10 September 2020. Dilihat 1 September 2022. https://erpnext.com/blog/manufacturing/mts-mto-eto-manufacturing-methods

Riskita, Amelia. 2022. "Kenali "*Product Life Cycle*" Mulai dari Pengertian, Tahapan, dan Contohnya". Store Sirclo. 18 Mei 2022. Dilihat 11 September 2022. https://store.sirclo.com/blog/product-life-cycle/

Sari, Janlika PI. 2021. *10 Cara Mudah Jadi Pengusaha Muda Sukses*. Entrepreneur Bisnis. 9 Juli 2021. Dilihat 20 September 2022. https://entrepreneur.bisnis.com/read/20210709/88/1415920/10-cara-mudah-jadi-pengusaha-muda-sukses

Schwab, Klaus. 2016. The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum.

Setiawan, Dawan. 2022. "*Rambu Keselamatan Kerja K3*". Ngerti Aja. 21 September 2022. Dilihat 23 September 2022. https://ngertiaja.com/lambang-k3/

Shiklo, Boris. 2022. "*IoT in Manufacturing: The Ultimate Guide*". Scnsoft. 29 Agustus 2022. Dilihat 7 September 2022. https://www.scnsoft.com/blog/iot-in-manufacturing

Siaran Pers. 2022. "*Industri Manufaktur Indonesia Semakin Ekspansif*". Kemenperin. 10 Februari 2022. Dilihat 31 Agustus 2022. https://kemenperin.go.id/artikel/23125/Industri-Manufaktur-Indonesia-Semakin-Ekspansif.

Tami. 2021. *"Mengenal Apa itu Limbah Industri dan Contohnya"*. 21 April 2021. Dilihat 8 Maret 2023. https://mutuinstitute.com/post/apa-itu-limbah-industri-dan-contohnya/

Tim Penulis Daya. 2021. *"5 Tips Memulai Usaha Bengkel Bubut Yang Laris Manis*". Daya. 18 April 2021. Dilihat 20 September 2022. https://www.daya.id/usaha/artikel-daya/pengembangan-diri/5-tips-memulai-usaha-bengkel-bubut-yang-laris-manis

Tim Penyusun. 2013. *Buku Teks Bahan Ajar Siswa Gambar Teknik*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.

Tim Penyusun. 2017. *Modul Hasil Penyelarasan Sekolah Menengah Kejuruan Sesuai Kebutuhan Industri (Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan)*. Kementerian Perindustrian.

Truptimayee.-. "*What is Product Life Cycle?*". Economicsdiscussion. Dilihat 11 September 2022. https://www.economicsdiscussion.net/marketing-management/product-life-cycle/what-is-product-life-cycle/32115

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja. https://jdih.esdm.go.id/storage/document/uu-01-1970.pdf Diunduh tanggal 23 September 2022 pukul 21.20 WIB

Undang-undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan

Usmani, Fahad. 2022. "*Design for X or DfX: Definition, Meaning & Examples*". PMS Study Circle. 2 September 2022. Dilihat 2 September 2022. https://pmstudycircle.com/design-for-x-dfx/

Utomo, A. K. G. ; P. D. D., Sukardi, T., & Munadi, S. (2017). *Analisis Kualitas Geometris Hasil Praktik Pemesinan Bubut Siswa SMK Jurusan Teknik Pemesinan. Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin, 1*. http://journal.uny.ac.id/index.php/dynamika/issue/view/1385

Waluyanti, Sri. 2008. *"Alat Ukur dan Teknik Pengukuran"*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional

Wibowo, Bagas N. 2020."*Budaya Kerja Sebagai Pondasi Bekerja di Perusahaan*". Kemenperin. 25 Juni 2020. Dilihat 24 September 2022. https://kemenperin.go.id/artikel/21789/Budaya-Kerja-Sebagai-Pondasi-Bekerja-di-Perusahaan

WorksafeBC.com.2008. *Understanding the risks of musculoskeletal injury (MSI): an educational guide for workers on sprains, strains and other MSIs*. British Columbia

Yudianto, Heri. 2021. *Modul Pengetahuan Bahan*. SMKN 1 Driyorejo.

Yudianto, H., & Agung, W. 2021. *Dasar-Dasar Teknik Mesin I untuk SMK/MAK kelas X*. Kemendikbud.

Yudianto, H., & Agung, W. 2021. *Dasar-Dasar Teknik Mesin I untuk SMK/MAK kelas X*. Kemendikbud.

Yudianto, Heri, & Widyastara, A. 2021. *Dasar-Dasar Teknik Mesin II untuk SMK/MAK Kelas X*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi.

Zaroni. 2017. "*Logistik dan Manajemen Perusahaan (Bagian 1)*". Supply Chain Indonesia. 15 November 2017. Dilihat 1 September 2022. https://supplychainindonesia.com/logistik-dan-manajemen-perusahaan-bagian-1/

INDEKS

3D printing 109–112, 110–112, 192–208
5K 84, 86, 192
5R xiii, 85, 86, 87, 186, 192
5S xiii, 82, 83, 84, 92, 192

A

APAR xiii, 82, 83, 84, 92, 182
artificial intelligence**,** 192–208

B

B3 xiii–xvi, 88–92, 89–92, 90–92, 192–208
bantalan xiv–xvi, 101–112, 132–156, 137–156, 138–156, 139–156, 140–156, 156, 192–208
browser 183–208, 192–208
budaya kerja 2–24, 69–92, 85–92, 192–208

C

CAD 63–68, 160–182, 192–208, 203–208
CNC xii–xvi, xiii–xvi, 8–24, 58–68, 64–68, 101–112, 160–182, 183–208, 192–208
conveyor belt 192–208
cutting 93–112, 94–112, 103–112, 105–112, 106–112, 112, 183–208, 192–208

D

design viii–xvi, 1–24, 4–24, 7–24, 8–24, 20–24, 24, 63–68, 183–208, 186–208, 187–208, 190–208, 192–208, 198–208, 199–208, 206–208
drafter 173–198, 182–198
drilling 103–112, 105–112, 173–198, 182–198

E

efek rumah kaca xii–xvi, 38–52, 39–52, 40–52, 182–198
elastisitas 123–128, 182–198
ergonomi 174–198, 182–198

F

fabrikasi 174–198, 182–198
ferro 95–112, 116–128, 117–128, 124–128, 126–128, 128, 182–198
forklif 174–198, 182–198

I

internet of things 182–198

K

K3LH v–xvi, ix–xvi, 69–92, 70–92, 71–92, 72–92, 82–92, 91–92, 182–198
karbit 62–68, 182–198
kopling 139–154, 144–154, 145–154, 182–198

korosi 120–128, 123–128, 125–128, 146–154, 147–154, 182–198

L

Landfill
life cycle 25–52, 46–52, 178–198, 182–198
limbah xiii–xvi, 38–52, 40–52, 63–68, 69–92, 70–92, 87–92, 88–92, 89–92, 90–92, 92, 177–198, 182–198, 186–198
logistik 1–24, 2–24, 11–24, 12–24, 24, 36–52, 37–52, 50–52, 181–198, 182–198

M

maintenance 15–24, 16–24, 21–24, 22–24, 148–154, 182–198
manufaktur xii–xvi, xiii–xvi, xiv–xvi, 2–24, 3–24, 4–24, 7–24, 8–24, 11–24, 13–24, 19–24, 20–24, 21–24, 25–52, 26–52, 29–52, 31–52, 32–52, 34–52, 36–52, 38–52, 48–52, 49–52, 50–52, 52, 53–68, 54–68, 55–68, 56–68, 57–68, 60–68, 61–68, 62–68, 63–68, 64–68, 66–68, 67–68, 68, 76–92, 78–92, 92, 93–112, 94–112, 109–112, 110–112, 111–112, 112, 113–128, 128, 129–154, 131–154, 177–198, 178–198, 182–198
mata rantai pasok 1–24, 10–24, 11–24, 22–24, 183–198
metadata 35–52, 183–198
mikrometer 183–198

N

noncutting 103–112, 183–198
nonferro 95–112, 119–128, 126–128, 128, 183–198

O

ortogonal 170–174, 183–198

P

pengelasan 11–24, 62–68, 63–68, 119–128, 153–154, 183–198, 190–198
perawatan xii–xvi, 1–24, 7–24, 8–24, 14–24, 15–24, 16–24, 21–24, 22–24, 35–52, 36–52, 56–68, 148–154, 183–198
PKL 22–24, 50–52, 63–68, 183–198
polimer xiv–xvi, 121–128, 183–198
profesi v–xvi, ix–xvi, 54–68, 55–68, 57–68, 68, 92, 175–198, 178–198, 183–198, 190–198, 191–198, 193–198, 194–198, 197–198, 198
proyeksi xv–xvi, 160–174, 166–174, 167–174, 168–174, 169–174, 170–174, 173–174, 174, 183–198

R

rambu-rambu 72–92, 73–92, 183–198
revolusi industri 27–52, 28–52, 29–52, 31–52, 32–52, 33–52, 48–52, 49–52, 51–52, 183–198

S

sambungan xiv–xvi, xvi, 129–154, 130–154, 131–154, 132–154, 133–154, 134–154, 135–154, 147–154, 148–154, 149–154, 153–154, 154, 160–174, 183–198
sawing 103–112, 105–112, 175–198, 183–198
seal 175–198, 183–198
skala 3–24, 11–24, 62–68, 95–112, 96–112, 97–112, 98–112, 99–112, 110–112, 159–174, 164–174, 165–174, 174, 183–198
sketsa xi–xvi, 156–174, 158–174, 175–198, 184–198
SKKNI 183–198
SOP 178–198, 183–198
spesifikasi 8–24, 14–24, 160–174, 183–198
stok 12–24, 21–24, 37–52, 46–52, 183–198

T

technopreneurship 53–68, 61–68, 183–198
TKDN 4–24, 183–198
torsi 175–198, 184–198
transmisi xiv–xvi, 129–154, 130–154, 134–154, 139–154, 140–154, 141–154, 142–154, 144–154, 153–154, 173–198, 183–198
tumpuan 129–154, 154, 183–198
turning 103–112, 105–112, 175–198, 184–198

V

vernier caliper xiii–xvi, 96–112, 100–112, 183–198

DAFTAR KREDIT GAMBAR

Gambar 1.1 Diunduh dari https://www.freepik.com/free-vector/manufacturing-infographic-concept_8810715.htm dan diolah dengan Canva for Education pada 31 Agustus 2022

Gambar 1.2 Diunduh dari https://pin.it/jpiscl1 pada 31 Agustus 2022

Gambar 1.3 Diunduh dari https://m.jpnn.com/foto/nasional/11765/bangun-pabrik-di-karawang-pt-sharp-sanggup-produksi-15-juta-tv-lcdled pada 4 November 2022

Gambar 1.4 Diunduh dari https://www.pexels.com/photo/man-standing-beside-heavy-equipment-2760242/ pada 1 September 2022

Gambar 2.2 Diunduh dari https://www.khanacademy.org/humanities/big-history-project/acceleration/bhp-acceleration/a/the-industrial-revolution pada 6 September 2022

Gambar 2.3 Diunduh dari https://pin.it/5x3m4q0 pada 20 September 2022

Gambar 2.9 Diunduh dari http://ditjenppi.menlhk.go.id/kcpi/index.php/info-iklim/perubahan-iklim pada 20 September 2022 pukul 15.15 WIB

Gambar 2.10 Diunduh dari https://www.kompas.com/skola/read/2021/11/11/190000969/upaya-pemerintah-indonesia-dalam-meningkatkan-kualitas-tenaga-kerja pada 22 September 2022 pukul 16.20 WIB

Gambar 3.1 Diunduh dari https://pin.it/41mxmEh pada 20 September 2022

Gambar 3.2 Diunduh dari https://www.pexels.com/id-id/foto/pria-orang-orang-industri-teknologi-10824760/ pada 24 September 2022

Gambar 3.3 Diunduh dari https://www.tribunnews.com/images/regional/view/1754903/pengecoran-logam-bahan-baku pada 20 September 2022

Gambar 3.4 Diunduh dari https://www.jawapos.com/photo/lensa-ekspedisi-pabrik-gula-kota-delta/ pada 20 September 2022

Gambar 3.5 Diunduh dari https://pixabay.com/id/photos/rakyat-pria-busur-konstruksi-3047306/ pada 7 Maret 2023

Gambar 3.6 Diunduh dari https://www.antarafoto.com/bisnis/v1539333610/kerajinan-limbah-onderdil pada 7 Maret 2023

Gambar 4.1 Diunduh dari https://docplayer.info/82053496-Free-magazine-leading-in-port-information-bulan-k3-nasional.html pada 23 September 2022

Gambar 4.3 Diunduh dari https://www.dreamstime.com/worker-personal-protective-equipment-safety-icons-construction-helmet-gloves-shoes-image124652167 pada 24 September 2022

Gambar 4.4 Diunduh dari https://binamarga.pu.go.id/balai-dki-jabar/index.php/infografis/arti-warna-helm-pada-proyek-kontruksi pada 25 September 2022

Gambar 4.7 Diunduh dari https://safetysignindonesia.id/4-poin-penting-yang-harus-anda-ketahui-tentang-titik-kumpul/ pada 24 September 2022

Gambar 5.1 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Informasi Mengukur dengan Meng-gunakan Alat Ukur, 2018, Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan R.I, Bandung:P4TK BMTI

Gambar 5.2 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Workshop Processes, Practices and Materials, 2015, Routledge

Gambar 5.3 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Workshop Processes, Practices and Materials, 2015, Routledge

Gambar 5.4 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Workshop Processes, Practices and Materials, 2015, Routledge

Gambar 5.5 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Workshop Processes, Practices and Materials, 2015, Routledge

Gambar 5.6 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Workshop Processes, Practices and Materials, 2015, Routledge

Gambar 5.7 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Workshop Processes, Practices and Materials, 2015, Routledge

Gambar 5.8 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Workshop Processes, Practices and Materials, 2015, Routledge

Gambar 5.9 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Workshop Processes, Practices and Materials, 2015, Routledge

Gambar 5.10 hasil pengolahan gambar pindai dari buku All About Machine Tools, 1974, Wiley Eastern Private Limited.

Gambar 5.11 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Workshop Processes, Practices and Materials, 2015, Routledge

Gambar 5.12 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Workshop Processes, Practices and Materials, 2015, Routledge

Gambar 5.13 Diunduh dari https://www.builder.id/teknologi-3d-printer-bagaimana-kelebihan-dan-kekurangannya/ pada 6 September 2022, pukul 18.30 WIB

Gambar 6.1 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Dasar-Dasar Teknik Mesin, 2021, Kemendikbud

Gambar 6.2 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Material Science and Engineering Technology In Advanced Materials Research, 2012, John Wiley & Sons

Gambar 6.3 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Material Science and Engineering Technology In Advanced Materials Research, 2012, John Wiley & Sons

Gambar 6.4 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Material Science and Engineering Technology In Advanced Materials Research, 2012, John Wiley & Sons

Gambar 7.1 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Dasar-Dasar Teknik Mesin, 2021, Kemendikbud

Gambar 7.2 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Dasar-Dasar Teknik Mesin, 2021, Kemendikbud

Gambar 7.3 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Dasar-Dasar Teknik Mesin, 2021, Kemendikbud

Gambar 7.4 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Dasar-Dasar Teknik Mesin, 2021, Kemendikbud

Gambar 7.5 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Dasar-Dasar Teknik Mesin, 2021, Kemendikbud

Gambar 7.6 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Dasar-Dasar Teknik Mesin, 2021, Kemendikbud

Gambar 7.7 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Dasar-Dasar Teknik Mesin, 2021, Kemendikbud

Gambar 7.8 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Dasar-Dasar Teknik Mesin, 2021, Kemendikbud

Gambar 7.9 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Dasar-Dasar Teknik Mesin, 2021, Kemendikbud

Gambar 7.10 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Dasar-Dasar Teknik Mesin, 2021, Kemendikbud

Gambar 7.11 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Dasar-Dasar Teknik Mesin, 2021, Kemendikbud

Gambar 7.12 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Dasar-Dasar Teknik Mesin, 2021, Kemendikbud

Gambar 7.13 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Dasar-Dasar Teknik Mesin, 2021, Kemendikbud

Gambar 7.14 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Dasar-Dasar Teknik Mesin, 2021, Kemendikbud

Gambar 7.15 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Dasar-Dasar Teknik Mesin, 2021, Kemendikbud

Gambar 8.1 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Design Handbook: Engineering Drawing and Sketching, 2009

Gambar 8.2 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Dasar-Dasar Teknik Mesin, 2021, Kemendikbud

Gambar 8.3 hasil pengolahan gambar pindai dari Modul Menggambar Teknik Mesin, 2020

Gambar 8.4 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Dasar-Dasar Teknik Mesin, 2021, Kemendikbud

Gambar 8.5 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Dasar-Dasar Teknik Mesin, 2021, Kemendikbud

Gambar 8.6 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Design Handbook: Engineering Drawing and Sketching, 2009

Gambar 8.7 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Design Handbook: Engineering Drawing and Sketching, 2009

Gambar 8.8 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Gambar Proyeksi Piktorial, 2021

Gambar 8.9 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Design Handbook: Engineering Drawing and Sketching, 2009

Gambar 8.10 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Design Handbook: Engineering Drawing and Sketching, 2009

Gambar 8.11 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Design Handbook: Engineering Drawing and Sketching, 2009

Gambar 8.12 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Menggambar Teknik Mesin, 1997

Gambar 8.13 hasil pengolahan gambar pindai dari buku Menggambar Teknik Mesin, 1997

Gambar 8.14 hasil pengolahan gambar pindai dari Buku Teks Bahan Ajar Siswa Gambar Teknik, 2013

PROFIL PELAKU PERBUKUAN

PENULIS



Heri Yudianto, S.T., Gr., M.Pd

E-mail : *heriyudianto89@guru.smk.belajar.id*
Instansi : SMKN 1 Driyorejo
Alamat Instansi : Jl. Mirah Delima, Perumnas Kota Baru Driyorejo, Gresik
Bidang Keahlian : Teknik Mesin

Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 tahun terakhir

- Guru teknik pengelasan SMKN 1 Duduksampeyan, Gresik (2011 – 2014)
- Guru teknik pemesinan SMKN 1 Driyorejo, Gresik (2014 s.d sekarang)

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

S1: Teknik Mesin, Universitas Brawijaya (1999-2004)
S2: Teknologi Pendidikan, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya (2020-2022)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Modul Pneumatika Dasar, (Kemendikbud Direktorat Pembinaan SMK – 2017)
2. Menguasai Dasar Perancangan Teknik Mesin, (Latif Kitto Mahesa – 2018)
3. Terampil Mengelas Busur Manual, (Latif Kitto Mahesa – 2018)
4. Satu Minggu Satu Modul, (CV. Kanaka Media – 2019)
5. Dasar-Dasar Teknik Mesin, (Kemendikbud Direktorat Pembinaan SMK – 2021)

Judul penelitian dan tahun terbit (10 tahun terakhir)

Interaksi Motivasi Belajar Tinggi Serta Rendah Versus Hasil Belajar Materi Perkakas Tangan, ISSN: 2656-1417 (*Online*) ISSN: 2503-0602 (Printed), Vol. 7 Nomor 2 (Oktober 2022)

Informasi Lain dari Penulis (tidak wajib)

1. Peserta Guru Magang SMK ke Jerman 2017
2. Penyusun Capaian Pembelajaran Fase E Teknik Mesin 2020
3. Penyusun Capaian Pembelajaran Fase F Teknik Pemesinan 2021



Ahya' Alimuddin, M.Pd

E-mail : *ahyaalimuddin57@guru.smk.belajar.id*
Instansi : SMK Negeri 2 Jiwan
Alamat Instansi : Jl Raya Solo No 7 Jiwan Kab Madiun Jawa Timur
Bidang Keahlian : Teknik Mesin

Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 tahun terakhir

- Guru SMK Negeri 1 Gemarang (2009-2014)
- Guru SMK Negeri 2 Jiwan (2014-sekarang)

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

S1: Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Malang (2007)
S2: Pendidikan Guru Vokasi Universitas Sebelas Maret (2023)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Gambar Teknik Manufaktur kelas XII SMK Teknik Mesin (Latif Kitto Mahesa – 2018)
2. Gambar Teknik Manufaktur kelas XI SMK Teknik Mesin (Latif Kitto Mahesa – 2018)

Judul penelitian dan tahun terbit (10 tahun terakhir)

Pengembangan Model Discovery Learning Berbasis Mobile Untuk Meningkatkan Keterampilan Abad 21 Pada Sekolah Menengah Kejuruan. Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik dan Kejuruan UNS. 1979-0031 (*Print*), 2598-6430 (Online). Vol 15 No 1 (Oktober 2022).

Informasi Lain dari Penulis (tidak wajib)

1. Juara 2 Lomba Keahlian Guru (LKG) SMK Bidang Teknik Pemesinan – 2019
2. Asesor Kompetensi Teknik Pemesinan LSP P1 SMKN 2 Jiwan – 2016 s.d sekarang
3. Guru Penggerak Angk 5 Kab Madiun Jawa Timur

PENELAAH



Prof. Dr. Thomas Sukardi, M.Pd

E-mail : *thomas_sukardi@uny.ac.id*
Alamat Instansi : Jl. Colombo No. 1 Yogyakarta
Instansi : Universitas Negeri Yogyakarta (UNY)
Bidang Keahlian : Pembelajaran Teknik Pemesinan.

Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 tahun terakhir

- Dosen Universitas Negeri Yogyakarta (1977 – sekarang)
- Kepala Lab Metrologi 2015 - 2018
- Kepala bengkel pemesinan 2019 -2022

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

S1: Pendidikan Teknik Mesin IKIP Yogyakarta lulus Th.1977
S2: Pendidikan Teknologi dan Kejuruan IKIP Jakarta lulus Th.1989
S3: Pendidikan Teknologi dan Kejuruan UNY lulus Th. 2008

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Teori Pemesinan Bubut. Tahun 2018
2. Teori Pengujian Mesin Perkakas . Tahun 2019
3. Pendidikan Karakter. Tahun 2019

Judul penelitian dan tahun terbit (10 tahun terakhir)

1. Applied CAD learning model for design product innovation and optimization of small and medium enterprise in Indonesia. Th. 2022
2. Implementasi strategi kolaboratif online learning untuk meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar pemesinan bubut. Th.2022

3. Pengembangan Bahan Pembelajaran Online Sebagai Subtitusi Shop-Talk pada Latihan Kompetensi Pemesinan Gerinda. Th. 2021.
4. Implementasi pendekatan blended learning pada pembelajaran pemesinan bubut untuk meningkatkan kompetensi membubut mahasiswa. Th. 2020.
5. Employability Skill Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Diploma III Di Era Revolusi Industri 4.0. Th.2019.
6. Implementasi K3 berbasis industri di SMK rumpun teknologi permesinan se-DIY. Th.2018.
7. Pengembangan Rolling Gear Tester untuk Pengukuran Roda Gigi. Th.2017.

Informasi Lain dari Penelaah (tidak wajib)

Tidak ada



Drs. Enda Permana, M.Eng.

E-mail : *enda_per@upi.edu*
Alamat Instansi : Jl. Dr. Setiabudhi 207 Bandung
Bidang Keahlian : Kinematika dan Dinamika Teknik, Getaran Mekanis, Teknik Merancang Mesin, dan Mekanika Teknik.

Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 tahun terakhir

- Dosen pendamping SMK Pusat Keunggulan di SMK TI Muhammadiyah Cikampek (2021)
- Anggota tim penelaah penyusunan buku Teknik Permesinan untuk SMK tahun 2022 (2022)

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

S1: Pend. Teknik Mesin di IKIP Bandung
S2: Mechanical Engineering di National University of Singapore

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Implementasi Animasi Mekanisme Pneumatik sebagai Media Pembelajaran Teknik Pneumatic (2013)
2. Pengaruh Filler Organoclay Terhadap Kekuatan Bending Material Nanokomposit Epoxy-organoclay (2014)
3. Desain dan Pengembangan Multimedia Animasi Korosi Pada Perkuliahan Korosi dan Pelapisan Untuk Mahasiswa Kejuruan Teknik Mesin. (2016)
4. Desain Dan Pengembangan Alat Uji Beban Tumbukan (Impact Load Sensor) Dalam Pembelajaran Dinamika Teknik Untuk Meningkatkan Akademik Mahasiswa (2017)
5. Pembuatan Green Corrosion Inhibitor dari Ekstrak Limbah Teh Untuk Aplikasi Perawatan Pipa di Industri Panas Bumi (2019-2021)
6. Pengembangan Grinding Ball Berbahan Baku Material Low Chromium White Cast Iron Untuk Pembuatan Semen Di PT. Semen Indonesia Group (2021)
7. Pengembangan Dan Aplikasi Besi Cor Putih Tahan Aus Dan Beban Impak Pada Komponen Concrete Mixer Di PT. Wijaya Karya Beton Untuk Subsitusi Impor (2022)

Judul penelitian dan tahun terbit (10 tahun terakhir)



1. Desain dan Pengembangan Simulattor Split AC untuk Mengeliminasi Miskonsepsi pada Pembelajaran Teknik Tata Udara dalam jurnal *Prosiding FPTK EXPO* 2013.
2. Pengaruh Filler Organoclay Terhadap Kekuatan Bending Material Nanokomposit Epoxy-organoclay dalam TORSI, Jurnal Teknik Mesin 2016.
3. Multimedia Animated Corrosion for Corrosion and Coating Metals Course, dalam jurnal 5th UPI International Conference on Techincal and Vocational Education Training (ICTVET) pada tahun 2018

Informasi Lain dari Penelaah (tidak wajib)

1. Pertemuan ilmiah/Seminar 2nd AASEC (Annual Applied Science and Enineering Conference) dalam judul ilmiah “Design and Development of Impact Load Sensor for Dynamic Testing Purposes”, Bandung 2017

EDITOR



Siti Maharani

E-mail : *angularani@gmail.com*
Alamat Kantor : Kp. Tipar- Mekarsari Cimanggis Depok
Bidang Keahlian : Editing

Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 tahun terakhir

- Guru Bimbel 2013-sekarang
- Guru IPA SMP Yaspen Tugu Ibu II 2019-2022
- Editor lepas 2021-sekarang

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

S1: Universitas Negeri Jakarta Program Studi Pendidikan Fisika

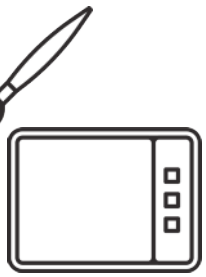
Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Fisika X Ganeca Digital 2018
2. Fisika XI Ganeca Digital 2018
3. Proyek IPAS SMK Kelas 10 Erlangga 2022
4. Soal CBT E-Book Proyek IPA SMP Bagian Fisika Kelas 7
5. Soal CBT E-Book Proyek IPAS SMK, IPA Kimia SMA, IPA Fisika SMA, dan Matematika Kelas 10 Erlangga 2022

Informasi Lain dari Editor (tidak wajib)

1. Editor Buku Fisika di CV.Ganeca Exact (2006 – 2008)
2. Editor Buku Pelajaran di CV. Arya Duta (2008 – 2009)
3. Mengajar Bimbel milik sendiri (2010 – 2022)
4. Guru IPA SMP Yaspen Tugu Ibu 2 Depok (2019 – 2022)
5. Freelance Korektor Erlangga membuat soal CBT untuk Ebook Erlangga (2021 – 2022)

DESINER & ILUSTRATOR ISI



Frisna Yulinda Natasya S.Des

E-mail : *Frisna.yn@gmail.com*
Alamat Kantor : Bekasi Utara 17124
Bidang Keahlian : Desain Komunikasi Visual

Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 tahun terakhir

2013-2017 : Artistik Majalah GADIS
2016 : Desainer Georgian Furniture
2016-sekarang : Owner Greengrass Shoes & Triof Shoes



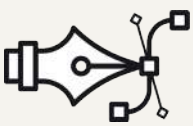
Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

S1: Desain Komunikasi Visual (2009-2013)

Karya/Pameran Tahun Pelaksanaan (10 Tahun Terakhir)

Pameran Tugas Akhir, Sekolah Tinggi Media Komunikasi Trisakti (2013).

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)



- Perancangan Buku Ilustrasi sebagai Media Pengenalan Penyandang Tunagrahita (2013)
- Desain dan Ilustrasi Buku Kurikulum 2013 dan Kurikulum Merdeka (2013-sekarang)

Informasi Lain dari Desainer (tidak wajib)

- https://www.behance.net/Frisna
- https://id.linkedin.com/in/frisna-y-n-669039a5