

Ujian Evaluasi Pekerja Berketerampilan Spesifik Bidang Manufaktur Tingkat 1

Kategori Pemmesinan dan Pengolahan Logam

Buku Referensi Pembelajaran



Bab 1
Garis Besar Ujian dan Cara Belajar



Bab 2
Keselamatan dan Kesehatan Kerja



Bab 3
Pengendalian Mutu



Bab 4
Pengetahuan Umum



Bab 5
Inspeksi



Bab 6
Pengukuran



Bab 7
Pembuatan Gambar Teknik



Bab 8
Pengoperasian dan Pengelolaan Mesin



Bab 9
Bahan Logam dan Pengolahan Logam



Bab 10
Peralatan Listrik,
Pembentukan Plastik, Pengecatan,
Pengemasan, Pengerolan Aluminium,
dan Pembuatan Produk Ekstrusi

Daftar Isi

Bab 1

Garis Besar Ujian dan Cara Belajar

1

1. Garis Besar Ujian 1
 - 1.1 Materi Ujian1
 - 1.2 Kesesuaian Kategori Pemesinan dan Pengolahan Logam dengan Jenis Pekerjaan2
 - 1.3 Hal-Hal yang Perlu Diperhatikan Saat Mengikuti Ujian2
2. Hal-Hal yang Perlu Diperhatikan Saat Belajar 3

Bab 2

Keselamatan dan Kesehatan Kerja

5

1. Pekerjaan Dasar 5
 - 1.1 Prinsip-prinsip Keselamatan dan Kesehatan Kerja5
 - 1.2 Undang-Undang Keselamatan dan Kesehatan Kerja (UU K3)6
 - 1.3 Mengucapkan Salam8
 - 1.4 Ho-Ren-So8
 - 1.5 Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, dan Shitsuke (5S).....9
 - 1.6 San-Tei 11
2. Edukasi Keselamatan Kerja 12
 - 2.1 Edukasi untuk pekerja baru dan saat materi pekerjaan berubah.....12
 - 2.2 Edukasi Khusus12
 - 2.3 On the Job Training (OJT)13
 - 2.4 Pelatihan Identifikasi Bahaya (Kiken Yochi Training / KYT)13

3.	APD	16
4.	Pengetahuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja	17
4.1	Hukum Heinrich	17
4.2	Asesmen Risiko	17
4.3	Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (OSHMS)	18
4.4	Keselamatan Mutlak	18
5.	Tanda Peringatan Keselamatan	19
5.1	Tanda Larangan	19
5.2	Tanda Perhatian	20
5.3	Tanda Zat Kimia Berbahaya / Berdampak Bahaya	21
5.4	Tanda Lainnya	22
6.	Poin-Poin Keselamatan untuk Setiap Jenis Pekerjaan	23

Bab 3

Pengendalian Mutu

25

1.	Dasar-dasar Pengendalian Mutu	25
1.1	Pengertian Mutu	25
1.2	Pola Pikir Pengendalian Mutu	26
2.	Standardisasi	31
2.1	Standar Kerja	31
2.2	Bagan Proses QC	32
3.	Tujuh Alat QC	33
4.	Standar	36
4.1	ISO (Organisasi Standardisasi Internasional)	36
4.2	Standar Industri Jepang (Japanese Industrial Standards / JIS)	37
4.3	Sistem Satuan Internasional (SI)	38

Bab 4

Pengetahuan Umum

39

1.	Ilmu Kimia	39
1.1	pH.....	39
1.2	Oksidasi dan Reduksi	39
1.3	Berat Jenis	40
2.	Pemanfaatan Sumber Daya	40
2.1	Reduce, Reuse, Recycle	40
2.2	Ekonomi Sirkular.....	41
3.	Listrik	42

Bab 5

Inspeksi

43

1.	Inspeksi Mutu.....	43
1.1	Dasar dan Pekerjaan inspeksi Mutu	43
1.2	Jenis Inspeksi	45
1.3	Perhitungan persentase barang tidak sesuai	48
2.	Uji Material.....	50
2.1	Uji Tarik	50
2.2	Uji Kekerasan.....	52
2.3	Uji Impak	55
2.4	Uji Tekuk.....	55
2.5	Pengujian Lelah	55
3.	Inspeksi Lainnya	57
3.1	Inspeksi Non-Destruktif.....	57
3.2	Uji Sensorik.....	59

Bab 6

Pengukuran

61

1.	Dasar Dari Pengukuran	61
1.1	Pekerjaan Pengukuran	61
2.	Pengukuran Langsung	64
2.1	Jangka sorong	64
2.2	Mikrometer	67
2.3	Alat Ukur Lainnya	70
3.	Pengukuran Komparatif	71
3.1	Piranti Ukur Dial	71
3.2	Alat Ukur Komparatif Lainnya	74
3.3	Pengukur Referensi dan Pengukur Batas	76

Bab 7

Pembuatan Gambar Teknik

79

1.	Format Gambar Teknik	79
1.1	Kertas Gambar Teknik	79
1.2	Skala	79
1.3	Garis	80
1.4	Huruf	82
1.5	Jenis Gambar Teknik	82
2.	Menyatakan Bentuk	83
2.1	Proyeksi Sudut Ketiga	83
2.2	Gambar Tampak Depan	84
2.3	Gambar Penampang	84
3.	Menyatakan Dimensi	86
3.1	Dasar-dasar Penunjukan Dimensi	86

3.2	Pencantuman Garis Dimensi	86
3.3	Pencantuman Nilai Dimensi.....	86
3.4	Penulisan Toleransi.....	87
3.5	Simbol Bantu Dimensi	89
3.6	Pencantuman Dimensi Bagian Detail	90
3.7	Dimensi Referensi.....	91
4.	Penunjukan Gambar Lainnya.....	93
4.1	Toleransi Geometris	93
4.2	Tekstur Permukaan	96
4.3	Pengelasan	97

Bab 8

Pengoperasian dan Pengelolaan Mesin 100

1.	Dasar-dasar dan Praktik Keselamatan Kerja.....	100
1.1	Prinsip-prinsip Manajemen Keselamatan dan Kepatuhan hukum	100
1.2	Pengoperasian Mesin dan Pencegahan Bahaya	102
1.3	Penggunaan APD dan Respon Kondisi Abnormal	105
2.	Pemeliharaan dan Perbaikan Lingkungan Kerja	107
2.1	Penerapan 5S Secara Menyeluruh	107
2.2	Penetapan dan Pelaksanaan Prosedur Kerja	109
2.3	Inspeksi Berkala dan Inspeksi Harian	111
3.	Prinsip dan Teknik Pengendalian Mutu	113
3.1	Konsep Pengendalian Mutu dan Pendekatan Organisasi.....	113

Bab 9

Bahan Logam dan Pengolahan Logam

115

1.	Sifat dan Karakteristik Bahan Logam	115
1.1	Sifat Fisik Dasar Logam.....	115
1.2	Sifat Mekanik dan Evaluasinya.....	118
1.3	Struktur Material dan Perlakuan Panas.....	120
2.	Teknik dan Proses Pemessinan Logam	122
2.1	Proses Pemessinan.....	122
2.2	Proses Penggerindaan dan Pemolesan	125
2.3	Pengelasan, Pengecoran Logam dan Pengolahan Plastik	125
3.	Inspeksi dan Evaluasi Produk Logam	128
3.1	Jenis Inspeksi	128
3.2	Inspeksi Non-Destruktif.....	129
3.3	Inspeksi Dimensi dan Bentuk serta Pengukuran Kekasaran Permukaan.....	132

Bab 10

Peralatan Listrik, Pembentukan Plastik, Pengecatan, Pengemasan, Pengerolan Aluminium, dan Pembuatan Produk Ekstrusi

135

1.	Dasar-Dasar Peralatan Listrik dan Aspek Keselamatan	135
1.1	Pengetahuan Dasar Listrik dan Rangkaian Listrik	135
1.2	Mengoperasikan Peralatan Listrik secara Aman dan Mencegah Sengatan Listrik	137
1.3	Fungsi dan Standar Peralatan Listrik Utama.....	139
2.	Sifat Kelistrikan Bahan dan Aplikasinya	141
2.1	Konduktor, Semikonduktor dan Isolator.....	141
2.2	Dasar-Dasar Komponen Elektronik	142
3.	Dasar-dasar Pembentukan Plastik, Pengecatan dan Pengemasan	144
3.1	Pembentukan Plastik	144

3.2	Teknik Pengecatan.....	148
3.3	Teknik Pengemasan.....	150
4.	Dasar-dasar Pengerolan Aluminium.....	153
4.1	Dua Jenis Proses Pengerolan	153
4.2	Peran Penting Minyak Pengerol di Lapangan	154
4.3	Proses setelah Menjadi Produk.....	154
5.	Pembuatan Produk Ekstrusi.....	157
5.1	Proses Produksi Ekstrusi.....	157
5.2	Produk Utama Hasil Ekstrusi dan Karakteristiknya	158
5.3	Pemanasan Awal Bilet dan Kontrol Suhu	158
5.4	Teknologi dan Pemeliharaan Cetakan (Die).....	159



Bab 1 **Garis Besar Ujian dan Cara Belajar**

1. **Garis Besar Ujian** (per Juli 2026)

Untuk memperoleh status SSW Tingkat 1, seseorang harus memiliki "keterampilan dengan tingkat pengetahuan atau pengalaman yang memadai". Ujian Evaluasi SSW Tingkat 1 Bidang Manufaktur adalah ujian untuk memastikan tingkat keterampilan tersebut.

1.1 Materi Ujian

Tabel 1-1: Materi Ujian

Standar Ujian	Standar ujian dibuat setara dengan Ujian Sertifikasi Keterampilan Tingkat 3, guna memastikan peserta memiliki keterampilan melakukan pekerjaan hingga tingkat tertentu tanpa perlu pembinaan atau pelatihan khusus.
Metode Pelaksanaan	Metode CBT (tes berbasis komputer)
Jumlah Soal	Ujian tertulis: 30 soal (benar/salah) Ujian praktik: 10 soal (terdiri dari soal pilihan ganda dan soal penyusunan rencana kerja)
Waktu Ujian	Ujian tertulis: 40 menit Ujian praktik: 40 menit
Kriteria Kelulusan	Ujian tertulis: Persentase jawaban benar minimal 65% Ujian praktik: Persentase jawaban benar minimal 60%
Bahasa	Bahasa Jepang *Disertai cara baca hiragana untuk huruf kanji
Kualifikasi Ujian	Secara prinsip, warga negara asing dengan usia minimal genap 17 tahun (minimal 18 tahun untuk warga negara Indonesia) pada hari ujian dan memiliki keinginan bekerja di Jepang jika lulus ujian



1.2 Kesesuaian Kategori Pemesinan dan Pengolahan Logam dengan Jenis Pekerjaan



Tabel 1-2: Hubungan Kategori Ujian dengan Jenis Pekerjaan

Kategori Pemesinan dan Pengolahan Logam	Pembuatan besi cor, pengecoran logam non-besi, penempaan palu tempa, penempaan cetakan pres, die casting ruang panas, die casting ruang dingin, mesin bubut konvensional, mesin frais, mesin bubut CNC, pusat pemesinan, pengepresan logam, fabrikasi struktur baja, pengerjaan pelat logam, pemeliharaan mesin, penyelesaian jig dan perkakas, penyelesaian logam cetakan, penyelesaian perakitan mesin, inspeksi mesin, perakitan mesin listrik rotari, perakitan trafo, perakitan panel distribusi dan panel kontrol, perakitan peralatan pemutus dan kontrol, pembuatan lilitan mesin listrik rotari, pencetakan kompresi, pencetakan injeksi, pencetakan ekstrusi film, pencetakan tiup, pengecatan bangunan, pengecatan logam, pengecatan jembatan baja, pengecatan semprot, pengelasan manual, pengelasan semiotomatis, pengemasan industri, perlakuan panas menyeluruh, perlakuan panas permukaan (karburisasi, karbonitridasi, nitridasi), perlakuan panas parsial (perlakuan panas frekuensi tinggi, perlakuan panas dengan api), pencetakan laminasi manual, perakitan peralatan elektronik, pencetakan busa polistirena metode butiran, pembuatan bahan cetak plastik, pembuatan produk aluminium pengerolan dan ekstrusi (penarikan), pembuatan produk aluminium pengerolan dan ekstrusi (penyelesaian), pengolahan film (laminasi kering, laminasi ekstrusi, pemotongan film, pembuatan kantong, benang pipih)
--	--

1.3 Hal-Hal yang Perlu Diperhatikan Saat Mengikuti Ujian

(1) Dilarang membawa keluar atau membagikan soal dan jawaban



Dilarang keras membawa keluar soal ujian atau jawabannya (termasuk hanya sebagian) dengan cara apa pun, serta membagikan melalui media sosial (SNS) atau cara lain, baik secara terbuka maupun tertutup. Membawa keluar atau membagikan soal merupakan perbuatan curang serius yang menghilangkan keadilan bagi peserta ujian.

(2) Langkah keamanan



Terdapat kamera pengawas dan pengawas di lokasi ujian. Selama mengikuti ujian, perilaku peserta ujian akan selalu diawasi dan akan segera ditemukan jika melakukan perilaku yang mencurigakan.



(3) Penanganan terhadap perbuatan curang



Peserta ujian yang melakukan perbuatan curang akan dibatalkan hasil ujiannya dan akan diberikan tindakan tegas jika diperlukan.



Contoh Tindakan

- Pencabutan kualifikasi untuk mengikuti ujian kedepan
- Dilaporkan ke Badan Kontrol Imigrasi, yang bertanggung jawab atas status ijin tinggal

2. Hal-Hal yang Perlu Diperhatikan Saat Belajar

(1) Pelajari bahasa Jepang agar Anda dapat memahami isi buku ini.

Ujian dibuat dalam bahasa Jepang seperti yang tertulis pada buku ini. Oleh karena itu, jika tidak mengerti bahasa Jepang, Anda tidak akan dapat memahami arti pertanyaannya.

Jika bahasa Jepang dalam buku ini sulit, disarankan untuk belajar bahasa Jepang juga.

(2) Tanyakan ke atasan atau rekan kerja Anda di tempat kerja.

Buku ini berisi banyak terminologi teknis mengenai keterampilan. Jika Anda menelitinya sendiri, mungkin ada istilah-istilah yang tidak Anda pahami. Dalam hal demikian, tanyakan ke atasan atau rekan kerja, agar istilah teknis dapat dipahami.

(3) Bacalah berulang-ulang sampai dapat memahaminya tanpa mencari tahu maknanya.

Waktu ujiannya 80 menit. Waktunya akan habis jika terlalu memikirkan makna bahasa Jepang-nya. Baca buku ini berulang-ulang agar bahasa Jepang menjadi terbiasa serta diperoleh pengetahuan keterampilan.



(4) Bacalah dengan saksama sampai akhir kalimat untuk mengetahui apakah kalimatnya benar atau salah.

Makna yang benar dalam bahasa Jepang tidak dapat dipahami jika tidak membacanya dengan saksama sampai akhir. Jika membacanya dengan terburu-buru, terdapat kemungkinan untuk memahaminya sebagai makna yang sebaliknya. Baca dengan baik hingga akhir agar tidak salah.





Bab 2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja

1. Pekerjaan Dasar

1.1 Prinsip-prinsip Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Di lingkungan manufaktur ada berbagai bahaya, seperti suhu tinggi, benda berat, mesin dan peralatan, serta bahan kimia. Kegiatan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan upaya untuk melindungi keselamatan jiwa dan kesehatan pekerja dari berbagai bahaya tersebut.

Cedera/penyakit yang dialami pekerja akibat pekerjaan atau dalam perjalanan berangkat/pulang kerja disebut kecelakaan kerja. Setiap pekerja harus berupaya untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja.

Prinsip Penting Keselamatan Kerja

- 1) Patuhi peraturan di tempat kerja. Peraturan dibuat untuk melindungi para pekerja.
Jika peraturan tak dipatuhi, juga dapat berdampak pada keselamatan orang lain disekitarnya
- 2) Jangan menyentuh atau mengoperasikan mesin/peralatan yang belum dikenal tanpa ijin.
Pastikan menanyakan terlebih dahulu ke atasan.
- 3) Gunakan peralatan dengan hati-hati. Setelah digunakan, simpanlah di tempat yang semestinya. Jangan melemparkan atau meletakkan sembarangan.
- 4) Patuhi hukum dan peraturan, meskipun tidak terlihat ada bahaya.
Hukum di Jepang dibuat untuk melindungi setiap pekerja.
- 5) Jika menemukan sesuatu yang tidak biasa (misalnya suara aneh, bau, atau getaran), segera hentikan mesin, laporkan ke atasan, dan ikuti petunjuk yang diberikan.



1.2 Undang-Undang Keselamatan dan Kesehatan Kerja (UU K3)



UU K3 merupakan undang-undang di Jepang yang ditetapkan untuk melindungi keselamatan dan kesehatan pekerja. UU ini memiliki 3 pokok ketentuan sebagai berikut:

(1) Penetapan Standar pencegahan bahaya untuk mencegah kecelakaan kerja

UU ini menetapkan pedoman untuk mencegah kecelakaan kerja. Baik perusahaan maupun pekerja wajib mematuhi pedoman tersebut.

(2) Penegasan sistem tanggung jawab

UU ini mengatur sistem tanggung jawab dalam K3 yang wajib dibentuk oleh perusahaan.

"Komite K3" merupakan organisasi yang membahas berbagai permasalahan terkait keselamatan dan kesehatan di tempat kerja. Selain itu, perusahaan juga wajib menunjuk tenaga profesional K3, seperti "Manajer Keselamatan Kerja" dan "Dokter Perusahaan" (dokter yang bertugas menjaga kesehatan para pekerja), untuk memeriksa kondisi keselamatan di tempat kerja dan mendukung terciptanya lingkungan kerja yang aman.

(3) Mendorong kegiatan proaktif

UU ini mendorong agar setiap pekerja memikirkan dan menerapkan keselamatan kerja secara proaktif. Melalui diskusi di tempat kerja, identifikasi potensi bahaya dalam pekerjaan beserta upaya pencegahan, kesadaran pentingnya keselamatan kerja akan meningkat sehingga tercipta tempat kerja yang aman.





Soal Latihan 2-1

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Saat bekerja di pabrik, pakaian apa pun boleh digunakan asalkan nyaman untuk bergerak.
- 2) () Jika ada sesuatu yang “berbahaya” di tempat kerja, selesaikan sendiri tanpa memberitahu siapa pun.



Penjelasan

- 1) Pakaian kerja yang aman sangat penting untuk melindungi tubuh dari risiko tersangkut pada mesin atau terhadap kotoran. Meskipun nyaman dipakai bergerak, pakaian yang longgar dapat tersangkut pada mesin. Selain itu, sandal dapat menyebabkan kaki terluka akibat tertimpa benda jatuh.

Jawaban: B

- 2) Jika menemukan sesuatu yang berbahaya atau tidak biasa di tempat kerja, segera laporkan ke atasan atau pemimpin tim. Dengan demikian, tindakan dapat diambil sebelum menjadi kecelakaan yang lebih besar. Jika mengambil keputusan sendiri, kondisi justru dapat menjadi lebih buruk atau bahkan membahayakan diri sendiri.

Jawaban: B



1.3 Mengucapkan Salam



Diantara upaya untuk mencegah kecelakaan, hal yang paling mendasar dan penting adalah mengucapkan salam. Saat berpapasan dengan pekerja di jalur kerja pada pagi hari, ucapkan “**Ohayo gozaimasu (selamat pagi)**” atau “**Otsukaresama desu (selamat bekerja)**”. Selain itu, ada juga ucapan seperti “**Go-anzen ni (tetap aman ya)**” Saling memberi salam sesama pekerja, meskipun dari jenis pekerjaan yang berbeda, dapat menumbuhkan rasa kebersamaan sehingga suasana kerja menjadi lebih nyaman. Berilah salam dengan semangat walaupun tidak mengenal orangnya.

1.4 Ho-Ren-So

Komunikasi adalah hal yang penting untuk menjalankan pekerjaan dengan lancar. Ada istilah yang disebut “**Ho-Ren-So**” untuk menggambarkan poin-poin pentingnya. “**Ho-Ren-So**” adalah gabungan dari kata *Houkoku* (melapor), *Renraku* (menginformasikan), dan *Soudan* (berkonsultasi). Istilah ini disesuaikan dengan nama sayuran, yaitu *hourenso* atau bayam dalam bahasa Jepang agar mudah diingat.

Berbicaralah dengan ramah, sampaikan pokok pembicaraan secara singkat dan jelas, serta utamakan menyampaikan kesimpulan terlebih dahulu.

- (1) **Houkoku:** Menyampaikan kemajuan atau hasil pekerjaan ke senior atau atasan.
- (2) **Renraku:** Menyampaikan informasi mengenai pekerjaan atau jadwal kerja ke senior atau atasan.
- (3) **Soudan:** Menyampaikan ke senior atau atasan saat ada masalah atau hal yang tak dipahami.



1.5 Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, dan Shitsuke (5S)



Kelima kata ini disebut “5S” karena semuanya dimulai dengan huruf S. Ini adalah aturan dasar untuk melakukan pekerjaan dengan aman, pasti, dan efisien. Bekerjasamalah di tempat kerja agar dapat melakukan 5S dengan biasa.

(1) Seiri

Menyingkirkan barang yang tak diperlukan. Memisahkan barang yang diperlukan dengan yang tak diperlukan, dan menyingkirkan yang tak diperlukan.

(2) Seiton

Menempatkan barang yang diperlukan di tempat yang mudah dijangkau. Menetapkan tempatnya agar siapa pun dapat segera menemukan barang tersebut.

(3) Seiso

Membersihkan dengan baik. Menjaga tempat kerja dari kotoran dan sampah agar selalu bersih dan berkilau.

(4) Seiketsu

Menjaga kondisi yang bersih. Kelanjutan seiri, seiton dan seiso, menjaga tempat kerja tetap bersih.

(5) Shitsuke

Membiasakan diri untuk mematuhi aturan.





Soal Latihan 2-2

■ Tuliskan A jika berkaitan dengan 5S, dan B jika tidak berkaitan dengan 5S.

- 1) () Di tempat kerja ada banyak peralatan, tetapi hampir tak pernah digunakan.
- 2) () Sedang mencari peralatan, tetapi sulit sekali ditemukan.
- 3) () Lantai kotor dengan minyak mesin, sehingga licin.
- 4) () Ada yang tidak mematuhi aturan kerja.
- 5) () Sejak pagi demam dan kondisi tubuh kurang baik.



Penjelasan

- 1) Menunjukkan Seiri belum diterapkan dengan baik.

Jawaban: A

- 2) Menunjukkan Seiton belum diterapkan dengan baik.

Jawaban: A

- 3) Seiso belum diterapkan dengan baik. Belum mencapai kondisi Seiketsu.

Jawaban: A

- 4) Shitsuke belum diterapkan dengan baik.

Jawaban: A

- 5) Menjaga kesehatan memang penting, tetapi tidak berkaitan dengan 5S.
Jika kondisi fisik kurang fit, sampaikan ke atasan Anda.

Jawaban: B



1.6 San-Tei



Ini adalah aturan untuk membuat pekerjaan lebih lancar dengan menentukan dimana dan berapa banyak barang yang harus ditempatkan. Penentuan lokasi, jenis barang dan jumlah disebut "San-Tei". Dengan San-Tei, "siapa pun, kapan pun, dan tanpa ragu" dapat menemukan barang yang diperlukan. Hasilnya membuat efisiensi pekerjaan meningkat dan siapa pun dapat melakukan pekerjaan yang sama.

(1) Tei-i: Menentukan tempat



Menentukan dengan jelas penempatan semua barang. "Alamat barang" ditentukan dengan membuat garis pada lantai atau menempelkan namanya pada rak. Dengan ini, "waktu untuk mencari" dapat dihilangkan.

(2) Tei-hin: Menentukan barang yang ditempatkan.



Hanya meletakkan barang yang ditentukan di tempat yang ditentukan. Contohnya, di "tempat barang A" hanya boleh diletakkan "barang A". Ini untuk mencegah tercampurnya barang dan terjadinya kesalahan.

(3) Tei-ryo: Menentukan jumlah yang ditempatkan



Menentukan barang yang diletakkan di tempat yang ditentukan dan menjaga jumlahnya. Jumlah yang tepat ditentukan dan dikontrol, misalnya "di rak ini ditempatkan sekrup 10-20 unit".



2. Edukasi Keselamatan Kerja



Untuk mencegah kecelakaan kerja dan gangguan kesehatan, pekerja diberikan pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan melalui edukasi. Hal tersebut diatur dalam UU K3.

2.1 Edukasi untuk pekerja baru dan saat materi pekerjaan berubah

Edukasi K3 dilakukan untuk melindungi pekerja dari bahaya. Jadi, saat memulai pekerjaan baru, pastikan memperoleh edukasi keselamatan kerja untuk pekerjaan tersebut.

Materi edukasi untuk pekerja baru dan saat materi pekerjaan berubah

- 1) Bahaya / dampak berbahaya dari mesin, bahan baku, dsb, serta cara penanganannya
- 2) Fungsi perangkat keselamatan dan APD, serta cara penanganannya
- 3) Prosedur kerja
- 4) Inspeksi saat memulai pekerjaan
- 5) Menjaga terlaksananya Seiri, Seiton, Seiso dan Seiketsu
- 6) Tanggap darurat dan evakuasi saat terjadi kecelakaan, dan sebagainya

2.2 Edukasi Khusus

UU K3 mengatur bahwa untuk pekerjaan yang khususnya berbahaya atau berdampak bahaya bagi kesehatan, pekerja wajib mengikuti edukasi khusus terlebih dahulu. (Contoh: pengoperasian forklift, pemeliharaan dan penyetelan robot industri, pengikatan beban*)

*Pengikatan beban (*tamagake*): pekerjaan mengikat beban pada kait crane, dsb untuk diangkat atau dipindahkan



2.3 On the Job Training (OJT)



Metode pendidikan yang untuk memperoleh pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan dalam pekerjaan melalui pekerjaan yang sesungguhnya.

Pertama, atasan akan menjelaskan dan mendemonstrasikan pekerjaan tersebut. Setelah itu karyawan baru akan mencoba melakukan. Kemudian, atasan akan memberi saran kepada karyawan baru untuk mengoreksi kesalahannya.

2.4 Pelatihan Identifikasi Bahaya (Kiken Yochi Training / KYT)

Pelatihan identifikasi potensi bahaya dalam pekerjaan melalui diskusi berdasarkan ilustrasi/foto di tempat kerja.

Dengan saling berdiskusi, kepekaan setiap orang terhadap bahaya akan meningkat. Umumnya digunakan metode KYT 4 putaran

Metode KYT 4 Putaran

Putaran1: “Bahaya apa yang mengintai?”

Mencari perilaku dan kondisi yang tidak aman dari gambar atau kondisi di lapangan.

Putaran 2: “Menentukan titik bahayanya”

Melalui diskusi, dipilih bahaya yang paling signifikan dari berbagai perilaku dan kondisi tidak aman tersebut.

Putaran 3: “Apa yang akan Anda lakukan?”

Mengidentifikasi langkah penanggulangan yang spesifik terhadap bahaya tersebut.

Putaran 4: “Menentukan yang akan kita lakukan”

Melalui diskusi, dipilih langkah yang akan diterapkan di tempat kerja dari berbagai langkah tersebut. Kemudian, menentukan “target perilaku tim” untuk mempraktikkannya dan menyebutkannya bersama-sama.





Soal Latihan 2-3

- Lihatlah ilustrasi pekerjaan di bawah ini dan pikirkan mengenai KYT putaran 1: "Bahaya apa yang mengintai?"

- A.** Melakukan pekerjaan pengepresan logam. (pengoperasian dengan menekan kedua tombol di kiri dan kanan)



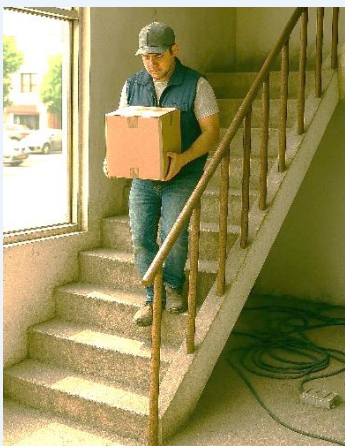
- B.** Memproses logam dengan mesin bor duduk.



- C.** Berjalan di jalan di dalam pabrik.



- D.** Menurunkan barang dari lantai 2.



- E.** Membersihkan tangki yang digunakan untuk pekerjaan menghilangkan minyak pada logam. Cairan pembersihnya mengandung pelarut organik.





A	1) Karena sakelar kanan selalu diposisikan ON dengan menggunakan selotip, tangan dapat terjepit jika tangan kanan masih berada di dalam mesin dan sakelar kiri tak sengaja ditekan. 2) Karena tak ada sensor pencegah masuk tangan dapat terjepit secara tidak sengaja. 3) Bagian belakangnya terbuka sehingga pihak ketiga dapat terjepit jika mendekat.
B	1) Bornya berputar sehingga serpihannya akan beterbangan akibat komponennya saling bersentuhan. 2) Tidak memakai kaca mata pengaman sehingga serpihan dan debu dapat masuk ke mata. 3) Mengenakan sarung tangan katun sehingga mata bor dapat tersangkut pada sarung tangan dan melukai tangan.
C	1) Forklift tidak dapat melihat ke depan karena ada barang sehingga dapat menabrak truk atau orang. 2) Karena penutup parit terbuka, orang atau roda kendaraan dapat terperosok kedalam parit. 3) Karena berjalan dengan tangan masuk ke dalam saku, dapat cedera serius saat terjatuh karena tangan tak dapat menopang tubuh.
D	1) Karena kaki tidak terlihat akibat ada barang bawaan, maka dapat terpeleset dari tangga dan terjatuh. 2) Karena tak dapat memegang pegangan tangga, terjatuh saat salah menginjak. 3) Tersandung kabel atau benda yang menonjol sehingga terjatuh. 4) Dapat menyebabkan sakit punggung jika barangnya berat.
E	1) Tidak mengenakan alat pelindung diri untuk pelarut organik sehingga dapat menghirup pelarut yang menguap. 2) Kipas ventilasi tidak berputar sehingga pelarut organik yang menguap menumpuk di dalam ruangan. 3) Karena penutup ember terbuka, pelarut organik menyebar ke dalam ruangan. 4) Lantainya basah sehingga pekerja terjatuh karena terpeleset.



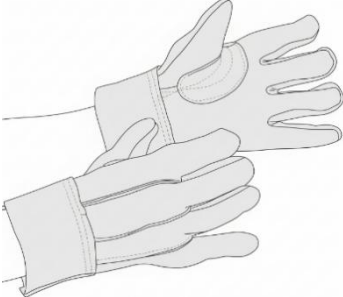
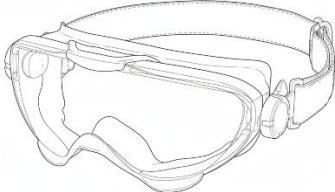
3. APD



Perlengkapan yang dikenakan untuk melindungi tubuh dari kecelakaan dan bahaya selama bekerja. Pekerja wajib menggunakan APD (Alat Pelindung Diri) yang telah ditentukan.

Karena setiap pekerjaan memiliki tingkat dan jenis bahaya yang berbeda, APD untuk suatu pekerjaan justru dapat menjadi sumber bahaya pada pekerjaan lainnya. (Contoh: saat mengoperasikan mesin bor duduk, sarung tangan dapat menyebabkan tangan tersangkut pada mesin). Oleh karena itu, gunakan APD yang sesuai dengan jenis pekerjaan.

Tabel 2-1: APD Umum

sepatu keselamatan	sarung tangan keselamatan	kacamata pelindung
		
Melindungi kaki dari benda jatuh dan rintangan pada kaki.	Melindungi tangan dari bahaya. Gunakan jenis yang sesuai dengan pekerjaan.	Melindungi mata dari bahaya. Gunakan jenis yang sesuai dengan pekerjaan.



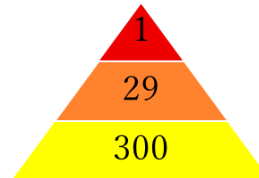
4. Pengetahuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja



4.1 Hukum Heinrich

Pola pikir bahwa setelah terjadi banyak kecelakaan kecil akan terjadi kecelakaan besar.

Satu kecelakaan besar
Dibaliknya terdapat 29 kecelakaan kecil
Di baliknya terdapat 300 kejadian nyaris celaka



"Kejadian nyaris celaka" adalah kejadian "berbahaya!" namun tak sampai menimbulkan celaka tetapi membuat seseorang merasa bahaya dan waswas. Kecelakaan besar dapat dicegah jika melakukan penanggulangan dengan tidak mengabaikan "kejadian nyaris celaka".

4.2 Asesmen Risiko

Asesmen risiko adalah kegiatan mengidentifikasi bahaya dan potensi gangguan kesehatan dalam pekerjaan, dan memikirkan cara menghilangkannya.

Prosedur Asesmen Risiko

1) Mengidentifikasi bahaya

Mengamati tempat kerja untuk mengidentifikasi "dimana ada bahayadan bahaya apa yang ada"

2) Menilai tingkat risiko

Menilai tingkat risiko dari setiap bahaya (misalnya tingkat keparahan bahaya dan frekuensi pekerjaan).

3) Menentukan langkah pengendalian

Menentukan langkah pengendalian konkret untuk menurunkan tingkat risiko, mulai dari risiko yang tingkatnya paling tinggi

4) Melaksanakan dan memastikan pengendalian

Melaksanakan langkah pengendalian yang telah ditetapkan.



4.3 Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (OSHMS)



OSHMS (Occupational Safety and Health Management System) adalah aturan dan mekanisme di perusahaan untuk menciptakan “tempat kerja yang aman dan sehat”. Keempat langkah berikut ini dilakukan secara berulang-ulang.

Prosedur OSHMS

- 1) **Rencana:** Memeriksa kondisi bahaya, serta menetapkan sasaran keselamatan kerja, dan menyusun rencana.
- 2) **Implementasi:** Melaksanakan aturan keselamatan kerja yang telah direncanakan. Selain itu juga melakukan pendidikan keselamatan.
- 3) **Evaluasi:** Memeriksa kondisi dan hasil implementasi rencana.
- 4) **Perbaikan:** Jika masih ada masalah, penyebabnya dianalisis dan rencana diperbaiki.

4.4 Keselamatan Mutlak

Istilah keselamatan mutlak artinya "benar-benar tidak berbahaya", namun kondisi seperti itu dianggap tidak mungkin dicapai. Betapapun ketat pengendalian yang diterapkan, kemungkinan terjadi kecelakaan/bencana tak dapat dibuat nol.

Mesin dapat mengalami kerusakan secara tiba-tiba.

Manusia dapat melakukan kesalahan karena lalai.

Alam dapat memunculkan bencana tak terduga.

Oleh karena itu, tujuan kita bukan untuk mencapai "keselamatan mutlak", tetapi "mengurangi risiko semaksimal mungkin". "Keselamatan" sejati tiada lain dicapai melalui upaya pengurangan risiko sehingga kemungkinan terjadinya kecelakaan menjadi sekecil mungkin.



5. Tanda Peringatan Keselamatan



Di pabrik dan lingkungan masyarakat Jepang, ada berbagai macam tanda peringatan dan keselamatan. Pahami dengan benar dan patuhi petunjuknya.

5.1 Tanda Larangan

Tanda untuk melarang tindakan atau perilaku tertentu di tempat atau dalam situasi tertentu.

Tabel 2-2: Tanda Larangan

Larangan umum Prohibition	Dilarang merokok No Smoking	Dilarang menggunakan api No Fires	Dilarang masuk No Entry	Dilarang berlari/terburu-buru No Running
Jangan disentuh Don't Touch	Tidak dapat diminum Not for drinking	Dilarang memakai ponsel No Cell Phones	Dilarang menggunakan perangkat elektronik No Electronics	Dilarang masuk No Entry



5.2 Tanda Perhatian

Tanda untuk memberi tahu adanya bahaya atau kondisi yang dapat membahayakan kesehatan.

Tabel 2-3: Tanda Perhatian

Waspada umum Caution	Waspada halangan Caution: Obstacles	Waspada undakan naik Caution: Step Up	Waspada undakan turun Caution: Step Down	Waspada licin Caution: Slippery Surface
				
Waspada terjatuh Caution: Falling Hazard	Waspada diatas kepala Caution: Watch Your Head	Waspada sengatan listrik Caution: Electric Shock Hazard	Zona bahaya tsunami Tsunami Hazard Zone	Waspada tebing / tanah longsor Caution: Landslide Rockfall
				

5.3 Tanda Zat Kimia Berbahaya / Berdampak Bahaya



Tanda yang menunjukkan zat kimia berbahaya / berdampak bahaya. Tercantum pada kemasan zat kimia atau lembar data keamanannya.

Tabel 2-4: Tanda Zat Kimia Berbahaya / Berdampak Bahaya

Bahan mudah terbakar Gas mudah terbakar Flammable Materials	Korosif logam, korosif kulit Corrosive	Berbahaya bagi kesehatan Health Hazard	Berbahaya bagi lingkungan akuatik Aquatic Hazard	Toksisitas akut, iritasi kulit, iritasi mata, dsb Toxic/Irritant
				



5.4 Tanda Lainnya



Tabel 2-5: Tanda Lainnya

Alat pemadam api Fire Extinguisher	Defibrilator eksternal otomatis AED	Lokasi evakuasi area luas Wide Area Evacuation Site	Lokasi evakuasi (gedung) Evacuation Building	Lokasi evakuasi tsunami Tsunami Evacuation Site
				

Defibrilator eksternal otomatis: Perangkat medis yang menggunakan stimulus listrik untuk memulihkan ritme normal saat jantung mengalami kejang dan tak mampu memompa darah ke seluruh tubuh. Disebut juga AED (Automated External Defibrillator). Tersedia di lokasi yang diberi tanda ini.

Lokasi evakuasi area luas: Ruang terbuka luas tempat evakuasi sementara untuk melindungi diri dari kebakaran besar seiring gempa bumi. Digunakan ketika api menyebar di daerah perkotaan dan tidak dapat menjamin keselamatan di tempat evakuasi biasa.



6. Poin-Poin Keselamatan untuk Setiap Jenis Pekerjaan



(1) Pengoperasian mesin

- 1) Menginspeksi mesin sebelum mulai bekerja. Jika ditemukan kerusakan, segera lapor ke atasan.
- 2) Jangan pernah melepas perangkat keselamatan, seperti guard atau cover, yang dipasang untuk mencegah kecelakaan.
- 3) Jangan pernah memasukkan tangan / bagian tubuh saat mesin sedang beroperasi.
- 4) Tombol berhenti darurat adalah perangkat keselamatan untuk segera menghentikan mesin saat terjadi kondisi bahaya.

Pastikan letak tombol tersebut.



sakelar berhenti darurat

(2) Pencegahan sengatan listrik

Jika arus listrik kuat mengalir ke tubuh, otot dapat berkontraksi sehingga tangan tak dapat dilepaskan, fungsi jantung terganggu, atau dapat menyebabkan luka bakar. Bahkan dapat berakibat kematian. Untuk mencegah sengatan listrik, dilakukan berbagai pengamanan, seperti pembumian pada mesin guna mencegah kebocoran listrik (arus bocor ke luar).

(3) Pekerjaan pengangkutan

- 1) Saat mengangkat beban berat, tekuk lutut dan pegang beban dengan erat, kemudian angkat dengan meluruskan kaki.
- 2) Selama pekerjaan pengikatan beban, jauhi area di bawah dan disekitar beban yang digantung.

(4) Proses pengecoran

- 1) Karena suhu disekitar tungku sangat tinggi, waspadai serangan panas (heatstroke).
- 2) Karena timbul debu saat pembuatan cetakan pasir dan pekerjaan gerinda, gunakan masker debu.





(5) **Penanganan bahan kimia**

- 1) Bacalah Lembar Data Keselamatan (SDS), karena memuat informasi mengenai bahaya, potensi bahaya terhadap kesehatan, cara penanganan, serta tindakan darurat untuk bahan kimia tersebut.
- 2) Perhatikan pictogram bahaya pada wadah, pahami bahaya / dampak berbahayanya, dan tangani dengan hati-hati.
- 3) Operasikan peralatan pengendali paparan (seperti fume hood atau sistem ventilasi) selama bekerja.
- 4) Jalani pemeriksaan kesehatan khusus untuk memantau kondisi kesehatan.





Bab 3 Pengendalian Mutu

1. Dasar-dasar Pengendalian Mutu

Perusahaan-perusahaan Jepang telah mengembangkan manajemen mutu sehingga memperoleh pengakuan yang tinggi di dunia. Berikut dijelaskan dasar-dasar manajemen mutu.

1.1 Pengertian Mutu

Mutu adalah sesuatu yang menunjukkan seberapa besar produk atau layanan memenuhi harapan atau persyaratan dari pelanggan atau pengguna. Mutu bukan untuk memenuhi persyaratan dari pihak yang memproduksi. Konsepnya luas dan bukan sekadar masalah “baik atau buruk”, melainkan mencakup keandalan, keamanan, dan nilai keseluruhan yang dirasakan oleh pelanggan.

- **Mutu Rancangan (Mutu Target)**

Mutu yang memenuhi maksud pelanggan seperti yang ditentukan pada tahap perencanaan dan perancangan produk. Mutu ditentukan dengan menganalisis kebutuhan pelanggan dan tren pasar.

- **Mutu Produksi (Mutu Hasil)**

Mutu yang diwujudkan sebagai produk melalui produksi. Merujuk pada kemampuan untuk mewujudkan secara stabil kinerja dan karakteristik sesuai rancangan.

- **Kualitas Logistik**

Tingkatan pemenuhan persyaratan atau harapan pelanggan dalam proses logistik hingga produk sampai ke pelanggan. Merujuk pada penyerahan produk dengan kuantitas, tenggat dan mutu sesuai pesanan.



1.2 Pola Pikir Pengendalian Mutu



(1) Tiga unsur pengendalian mutu: QCD

Mutu, biaya, dan tenggat disebut **QCD** dengan mengambil huruf pertama masing-masing dalam bahasa Inggris. Ada yang menyebut **QCDS** dengan menambahkan keselamatan, sebagai dasar dari manufaktur.



Gambar 3-1: Struktur QCDS



(2) 4M dalam Produksi



Istilah ini merujuk pada unsur dasar kegiatan produksi dalam industri manufaktur. Keempat unsur ini sangat penting untuk mengendalikan dan memperbaiki **mutu**, **biaya**, dan **tenggat** dari produk. Disebut sebagai 4M karena semuanya diawali dengan huruf M.

Tabel 3-1: 4M dalam Produksi

Man Pekerja		Pekerja yang membuat produk. Unsur-unsur berupa keterampilan, pengetahuan, pengalaman, dan pendidikan serta pelatihan pekerja akan berpengaruh terhadap mutu.
Machine Mesin/peralatan		Mesin dan peralatan yang digunakan untuk memproduksi produk. Kinerja dan kondisi mesin akan berpengaruh terhadap efisiensi produksi dan mutu produk.
Material Material/komponen		Bahan baku atau komponen untuk memproduksi produk. Kestabilan mutu dan pasokan material akan berpengaruh langsung pada mutu produk akhir.
Method Metode		Metode atau prosedur kerja untuk memproduksi produk. Walaupun menggunakan material dan mesin yang sama, akan muncul perbedaan pada mutu atau efisiensi produksinya jika prosedur kerjanya berbeda.





(3) Prinsip San-gen

Fakta yang benar harus diketahui untuk dapat mengontrol atau menyelesaikan masalah. Sikap untuk berupaya memahami fakta dengan benar disebut prinsip san-gen.

Tabel 3-2: Prinsip San-gen

Genba (tempat sebenarnya)	Mendatangi tempat terjadinya masalah. Tidak hanya dengan laporan atau diskusi, tetapi mengamati dan memeriksa dengan pergi ke lapangan.
Genbutsu (barang sebenarnya)	Mengamati barang atau produk yang menyebabkan masalah. Melihat langsung barang cacat untuk mencari tahu kondisi dan penyebabnya.
Genjitsu (fakta sebenarnya)	Mengambil keputusan berdasarkan fakta yang diperoleh dari lapangan dan barang sebenarnya. Menemukan penyebab sesungguhnya berdasarkan fakta yang diperiksa sendiri.



(4) Siklus kontrol: PDCA

Kadang-kadang pengendalian dan penyelesaian masalah tidak dapat diselesaikan dalam satu kali upaya. Hal yang penting adalah memahami hasilnya dan melakukan perbaikan berulang kali. Pengulangan ini disebut “**siklus kontrol**” atau disebut juga **PDCA** dengan mengambil huruf depan setiap langkahnya.

- **Plan (Rencana)**

Tahap menentukan tujuan dan membuat rencana spesifik untuk mencapainya.

- **Do (Eksekusi)**

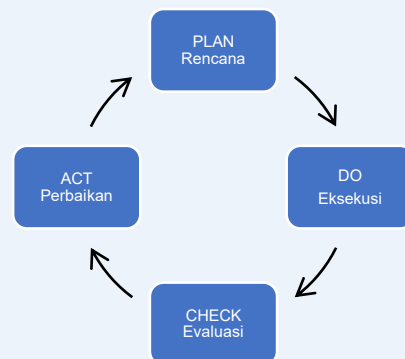
Tahap mengeksekusi tindakan atau pekerjaan yang spesifik berdasarkan rencana.

- **Check (Evaluasi)**

Tahap mengevaluasi dengan membandingkan hasil tindakan yang dieksekusi dan target.

- **Act (Perbaikan)**

Tahap mempertimbangkan langkah perbaikan untuk direfleksikan dalam rencana atau tindakan pada siklus berikutnya berdasarkan hasil evaluasi.



Gambar 3-2: Siklus PDCA



Soal Latihan 3-1

- Kelompokkan 20 kata-kata berikut ini.

Keselamatan, seiri, mutu, C: evaluasi, seiton, material/komponen, metode, seiketsu,
D: eksekusi, seiso, pekerja, tenggat, A: perbaikan, genjitsu, shitsuke, genbutsu
P: rencana, mesin/peralatan, biaya, genba

Tabel 3-3: Jawaban Soal Latihan

Kelompok	Istilah
QCDS	
Siklus kontrol	
4M	
Prinsip San-gen	
5S	



Penjelasan

Silakan lihat isi teks.



2. Standardisasi



Ini adalah aturan atau standar yang diatur agar siapa pun dapat memahami produk dan proses produksi dengan sama. Hal ini dapat menghilangkan ketidakmerataan dan meningkatkan efisiensi serta mutu.

Kestabilan dan peningkatan mutu

Dapat dibuat produk dengan kualitas yang sama, terlepas dari siapa yang membuat atau dimana dibuat. Cacat menjadi berkurang dan dapat meningkatkan tingkat kepuasan pelanggan.

Efisiensi

Menyamakan prosedur akan membuat pemborosan dalam pekerjaan hilang sehingga produktivitasnya meningkat. Dapat mengurangi biaya juga dengan produksi massal jika komponennya juga distandardisasi.

2.1 Standar Kerja

Standar kerja mengatur isi pekerjaan, prosedur, metode, peralatan yang digunakan, dan alat ketika memproduksi produk. Ini adalah buku aturan agar siapa pun dan kapan pun mengerjakannya, mutu yang sama dapat dijaga dengan aman.





Tabel 3-4: Contoh Dokumen Standar Kerja

Dokumen Standar Kerja		Dibuat: 21 Desember 2024	Tempat Kerja: Seksi Manufaktur 3, Dept Manufaktur
		Nomor: RS-200-BP03	Proses: Mesin Press Bodi No. 03
Prosedur Perbaikan Silinder Pengangkat Mesin Press Bodi No. 03 - Bagian 3			
No.	Prosedur kerja	Poin penting	Jika tidak mematuhi
10	Lepaskan bagian bawah silinder *Gunakan sarung tangan *Pekerjaan dua orang *Pekerjaan di ketinggian	Harus mengenakan helm karena pekerjaan di ketinggian. Saat menurunkan bagian bawah silinder dari mesin, lakukan pekerjaan dua orang.	Dapat mengakibatkan cedera serius jika jatuh. Dapat terjatuh karena kehilangan keseimbangan. Jatuh dari mesin.
11	Membersihkan mesin pres	Hilangkan gerigi/beram dengan batu gerinda jika terdapat gerigi.	Dapat menggores komponen lain pada saat dipasang.
12	Bersihkan bagian bawah silinder dan ganti packing logamnya	Hilangkan gerigi/beram dengan batu gerinda jika terdapat gerigi.	Dapat menggores komponen lain pada saat dipasang.
13	Pasang bagian bawah silinder *Gunakan sarung tangan *Pekerjaan dua orang *Pekerjaan di ketinggian	Harus mengenakan helm karena pekerjaan di ketinggian. Saat menurunkan bagian bawah silinder dari mesin, lakukan pekerjaan dengan dua orang.	Dapat mengakibatkan cedera serius jika jatuh. Dapat terjatuh karena kehilangan keseimbangan. Jatuh dari mesin.
14	Bersihkan rod dan ganti packing-nya.	Hilangkan gerigi/beram pada ulir sekrup dengan batu gerinda jika terdapat beram.	Flensa tidak dapat berputar pada saat memasang flensa.

2.2 Bagan Proses QC

Bagan yang mencantumkan dengan jelas mengenai “apa”, “kapan”, dan “bagaimana” mengontrol proses produksi pada setiap proses. Ada yang menyebutnya tabel proses QC.

- **Nama proses:** Setiap tahap proses produksi (Contoh: pemotongan, pengelasan, pengecatan, dsb).
- **Item kontrol:** Hal-hal yang harus dikontrol pada setiap proses. Merujuk pada karakteristik yang berpengaruh terhadap mutu, seperti dimensi, berat, kekerasan, dan suhu produk.
- **Metode kontrol:** Cara pengukuran atau pemeriksaan item kontrol (Contoh: pengukuran jangka sorong, pengecekan visual, dsb).
- **Frekuensi kontrol:** Seberapa sering pengukuran atau pemeriksaan dilakukan (Contoh: sekali per lot, sekali per jam, dsb).
- **Tindakan terhadap penyimpangan:** Tindakan yang harus dilakukan jika item kontrol tak memenuhi standar (Contoh: penghentian lini produksi, laporan ke atasan, isolasi produk cacat, dsb).



Tabel 3-5: Contoh Bagan Proses QC

Bagan Proses QC (Nama Produk: Baut Kepala Silinder)

Nomor Proses	Nama Proses / Bagan Proses		Poin Kontrol		Metode Kontrol					
			Item Kontrol	Karakteristik Mutu	Petugas Kontrol	Waktu	Tempat	Pengujian/ Pengukuran	Inspeksi dan Frekuensi	Kontak Darurat
1	Inspeksi Penerimaan Material (kawat tarik SX60)			Tampak luar Diameter kawat Kekuatan tarik Perpanjang an	Petugas inspeksi	Saat tiba	Material Gudang - Ruang pengujian	Visual Mikrometer - Mesin uji tarik	Inspeksi 100% Inspeksi sampel (AQL3%) 1 lot datang Per nomor lebur n = 1	1. Petugas subkontraktor → Produsen kawat tarik 2. Petugas pemrosesan internal 3. Petugas kontrol pabrik
2	Gudang material		Jumlah stok per lot	Antikarat	Petugas gudang	Saat masuk gudang Saat masih stok		Gudang material		
3	Proses Heading		Kondisi pemasangan jig dan alat Kecepatan pemrosesan Periode penggantian jig dan alat	Tampak luar Diameter poros Panjang poros Tinggi poros Diameter kepala	Pekerja	Saat memulai pekerjaan Saat mengganti jig dan alat Selama pekerjaan	Tempat kerja	Visual/sampel batas Mikrometer Jangka sorong idem idem	Tergantung pemeriksaan karakteristik mutu di bawah ini Per mesin Barang pertama n=2 Setiap 30 menit n=1 Lembar periksa	1. Petugas pemrosesan internal 2. Petugas kontrol mesin 3. Petugas kontrol pabrik
4										

3. Tujuh Alat QC

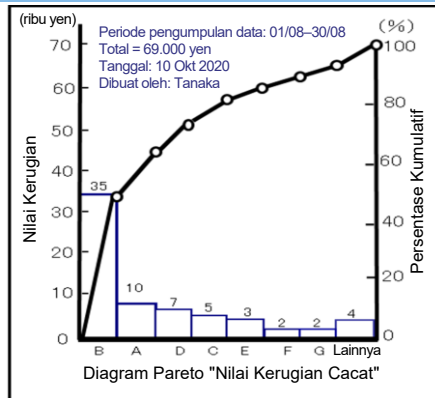
Tujuh Alat QC adalah tujuh metode dasar yang digunakan dalam pengendalian mutu untuk mengendalikan atau memperbaiki proses produksi. Umumnya digunakan untuk menganalisis data numerik secara visual dan dapat digunakan walaupun tidak memiliki pengetahuan khusus.

Tabel 3-6: Tujuh Alat QC

Lembar Periksa				
Lembar Periksa Item Cacat				
	4/5	4/6	4/7	4/8
Retak	///	///	///	///
Lubang jarum	///		///	
Kerut	///	///	///	///
Goresan	/	/	///	
Kotoran	///			///
Lainnya	/	///	///	///

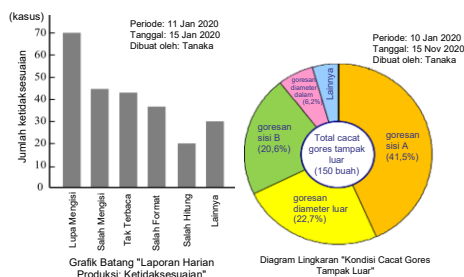
Tabel untuk mengumpulkan data yang sudah mencantumkan terlebih dahulu perihalnya. Data dapat diringkas secara efisien dengan merekam jenis cacat atau tempat kejadian.

Diagram Pareto



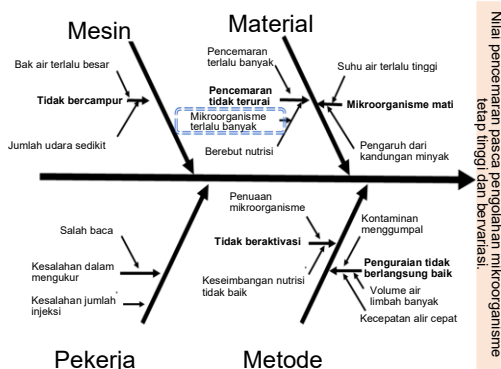
Bagan ini menggabungkan grafik batang yang menunjukkan penyebab masalah dan jenis cacat dalam urutan dari yang terbanyak dengan grafik garis yang menunjukkan rasio kumulatif. Item dengan tingkat penting yang tinggi dapat diidentifikasi untuk melakukan upaya perbaikan berdasarkan urutan prioritas.

Grafik



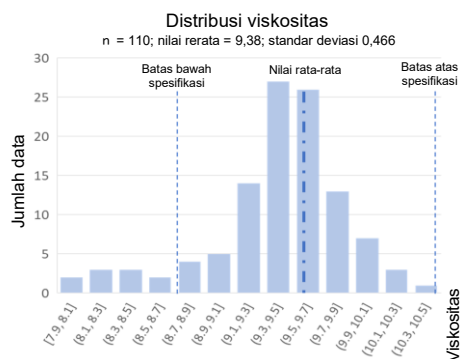
Merupakan alat dasar untuk menyajikan perubahan dan hubungan antar data secara visual. Berbagai jenis grafik, seperti grafik batang, grafik garis dan grafik lingkaran, digunakan sesuai dengan tujuan untuk memahami tren dan perubahan.

Bagan Sebab-Akibat



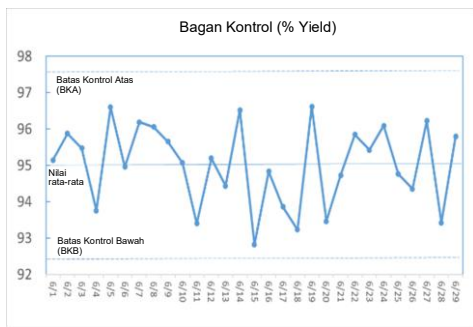
Bagan yang menyusun faktor-faktor yang memengaruhi suatu masalah dalam bentuk seperti "tulang ikan". Berguna untuk mengidentifikasi penyebab sesungguhnya dengan menggali penyebab dari perspektif 4M, seperti orang, mesin, material, dan metode.

Histogram



Grafik batang yang menunjukkan variasi dan distribusi data dengan jumlah data. Histogram digunakan untuk mengetahui distribusi data, seperti dimensi dan berat produk, serta untuk menganalisis kemampuan proses.

Bagan Kontrol



Grafik garis dalam deret waktu untuk mengontrol apakah proses produksi berada dalam kondisi stabil.

Abnormal dapat ditemukan secara dini dengan menentukan garis kontrol batas atas dan garis kontrol batas bawah untuk memantau apakah datanya berada dalam lingkup tersebut.

Diagram Pencar

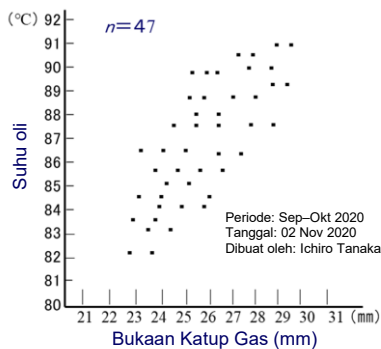


Diagram yang menggambarkan hubungan antara dua variabel (item) yang berbeda dalam sumbu vertikal dan horizontal.

Contohnya digunakan untuk menganalisis apakah terdapat korelasi seperti pada hubungan antara "waktu kerja" dan "jumlah barang cacat".



Soal Latihan 3-2

- Menjelaskan metode "Tujuh Alat QC" yang manakah kalimat berikut ini?
- 1) Menunjukkan hubungan antara 2 variabel yang berbeda secara jelas.
 - 2) Menunjukkan sebaran data dengan menyatakan jumlah data melalui panjang batang.
 - 3) Menampilkan rincian jenis cacat dalam urutan jumlah dengan grafik batang, serta persentase kumulatif dengan grafik garis.



Penjelasan

Silakan lihat isi teks.



4. Standar



Ini adalah ketentuan yang mengatur mutu, keamanan, kinerja, dimensi, dan metode uji dari produk. Dengan ini, produk akan memenuhi standar tertentu dan terjamin untuk dapat digunakan dengan aman.

4.1 ISO (Organisasi Standardisasi Internasional)

Ini adalah organisasi internasional yang mengatur standar global yang sama. Standar yang diatur adalah sebagai berikut.

(1) Standar barang/jasa

Standar untuk produk atau layanan tertentu, termasuk produk itu sendiri serta penandaan, dsb.

(2) Standar sistem manajemen

Standar mekanisme bagi organisasi untuk mengontrol aktivitasnya (sistem manajemen).



Contoh:

ISO 9001 (Sistem Manajemen Mutu)

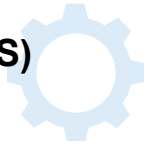
Mekanisme untuk terus menyediakan mutu produk dan layanan serta kepuasan pelanggan.

ISO 14001 (Sistem Manajemen Lingkungan)

Mekanisme untuk mengurangi beban lingkungan dari aktivitas perusahaan dan berupaya dalam melestarikan lingkungan.



4.2 Standar Industri Jepang (Japanese Industrial Standards / JIS)



Ini adalah standar yang diatur di Jepang.

Standar Industri Jepang memiliki “Sistem Tanda JIS”. Produk yang memiliki tanda ini telah dipastikan telah memenuhi persyaratan JIS dan diakui sebagai produk yang keandalannya tinggi.

Tanda JIS untuk Alat Ukur

Pengukuran yang presisi sangat penting dalam manufaktur. Jika alat ukur memiliki tanda JIS, hal itu berarti alat tersebut memberikan hasil pengukuran yang akurat dan stabil. Melakukan inspeksi dengan alat ukur yang bertanda JIS menjadi bukti bahwa produk tersebut dapat diandalkan.



Gambar 3-3: Tanda JIS



4.3 Sistem Satuan Internasional (SI)



Merupakan sistem satuan yang berlaku internasional. Ada 7 "satuan dasar SI" yang saling independen. Satuan-satuan tersebut digunakan di berbagai bidang, termasuk sains, teknologi, dan bisnis.

Panjang:	meter (m)
Massa:	kilogram (kg)
Arus listrik:	ampere (A)
Waktu:	detik (s)
Jumlah zat:	mol (mol)
Intensitas cahaya:	kandela (cd)
Suhu termodinamik:	kelvin (K)



Soal Latihan 3-3

■ Apa nama satuan SI berikut?

- 1) Panjang () 2) Massa () 3) Arus listrik ()



Penjelasan

Silakan lihat isi teks.





Bab 4 Pengetahuan Umum

1. Ilmu Kimia

1.1 pH

pH adalah satuan yang menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan, dan juga disebut indeks ion hidrogen. Nilai pH dinyatakan dalam skala 0-14, dengan pH 7 sebagai kondisi netral. Jika pH lebih kecil dari 7, larutan bersifat asam. Semakin kecil nilainya, semakin kuat sifat asamnya. Jika pH lebih besar dari 7, larutan bersifat basa. Semakin besar nilainya, semakin kuat sifat basanya.

1.2 Oksidasi dan Reduksi

Oksidasi adalah reaksi kimia dimana suatu zat berikatan dengan oksigen.

Dalam arti luas, oksidasi berarti suatu zat kehilangan elektron atau kehilangan hidrogen.

Contoh Oksidasi

Besi berkarat: Besi bereaksi dengan oksigen di udara sehingga berubah menjadi "oksida besi" yang berwarna cokelat kemerahan.

Benda terbakar: Pembakaran adalah reaksi dimana suatu zat bereaksi dengan oksigen secara cepat sehingga menghasilkan panas dan cahaya.

Reduksi adalah proses dimana zat yang telah teroksidasi kehilangan oksigen (atau menerima elektron/hidrogen).



1.3 Berat Jenis



Berat jenis adalah nilai yang menunjukkan seberapa berat suatu zat dibanding zat acuan. Untuk zat padat dan zat cair, air pada suhu 4°C digunakan sebagai acuan (berat jenis = 1).

Contoh Berat Jenis Logam

aluminium: 2,68, besi: 7,87, nikel: 8,69, tembaga: 8,82, timbal: 11,43, emas: 19,32

2. Pemanfaatan Sumber Daya

2.1 Reduce, Reuse, Recycle

Reduce: Mengurangi timbulnya sampah.

Membawa tas belanja dan botol minum sendiri

Menolak kemasan berlebihan, membeli hanya yang diperlukan

Reuse: Menggunakan kembali barang yang telah dipakai.

Menjual/beli barang di pasar loak atau toko daur ulang

Memilih produk isi ulang, memberikan barang yang sudah tidak perlu ke orang lain

Recycle: Mendaur ulang sampah untuk dimanfaatkan kembali sebagai sumber daya.

Membuang dengan memilah botol PET, kemasan susu dan kertas bekas

Memanfaatkan kotak pengumpulan sampah yang dapat didaur ulang

Membuang peralatan elektronik rusak dengan cara yang benar



2.2 Ekonomi Sirkular



Yaitu sistem ekonomi baru yang bertujuan mewujudkan masyarakat berkelanjutan yang mensirkulasikan sumber daya secara terus-menerus, sebagai pengganti sistem ekonomi satu arah yang selama ini mengandalkan produksi massal, konsumsi massal dan pembuangan massal.



Contoh:

Menghilangkan limbah dan pencemaran

Menghilangkan bahan penyebab limbah dan pencemaran lingkungan sejak tahap perancangan produk

Mensirkulasikan produk dan material

Mereparasi dan mendaur ulang produk atau komponennya agar dapat digunakan berulang kali

Memulihkan alam

Mendorong pemanfaatan energi terbarukan serta upaya pemulihan ekosistem



3. Listrik



(1) DC dan AC

Dari cara mengalirnya, arus listrik dibagi menjadi 2 jenis, yaitu arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC).

DC: Listrik selalu mengalir pada arah tertentu

AC: Arah aliran listrik berubah secara periodik

(2) Tegangan

Adalah "tekanan listrik" yang menyebabkan listrik mengalir. Satuannya adalah V (volt).

Tegangan listrik yang disalurkan untuk penggunaan umum disebut tegangan komersial. Di Jepang, tegangan untuk rumah tangga dan pabrik pada umumnya 100 V (AC), namun tegangan 200 V juga digunakan.

(3) Konduktivitas

Adalah sifat seberapa mudah listrik dihantarkan.

Isolator: Bahan yang sulit menghantarkan listrik (contoh: karet dan plastik)

Konduktor: Bahan yang mudah menghantarkan listrik (contoh: logam)





Bab 5 Inspeksi

1. Inspeksi Mutu

1.1 Dasar dan Pekerjaan inspeksi Mutu

(1) Tujuan inspeksi mutu

Tujuan inspeksi mutu adalah memastikan produksi dilakukan dengan benar tanpa adanya abnormal dan produk yang diproduksi memenuhi mutu yang ditentukan. Jika menemukan masalah dalam inspeksi mutu, produk tersebut tidak dapat dikirim.

(2) Pengertian Ketidaksesuaian

Sesuai adalah sebutan untuk lulus inspeksi, sedangkan barang yang lulus inspeksi disebut **barang yang sesuai**. Sebaliknya, **ketidaksesuaian** adalah sebutan untuk tidak lulus inspeksi, sedangkan barang yang tidak lulus inspeksi disebut **barang tidak sesuai** atau barang cacat.

(3) Pekerjaan inspeksi mutu

Inspeksi mutu dilakukan dengan mematuhi standar inspeksi dan dokumen prosedur inspeksi. Standar inspeksi tidak boleh diubah dengan keputusan sendiri. Selain itu, hasil inspeksi harus direkam dengan benar.

Walaupun tahu hasilnya akan sama setiap hari, dilarang untuk mengisi data tanpa melakukan inspeksi. Sebaiknya hasil inspeksi segera direkam untuk mencegah mengisi data yang salah.





Jika dalam pekerjaan terjadi kondisi berikut, jangan ambil keputusan sendiri, tetapi hubungi atasan atau bagian penanggungjawab mutu.

- Jika tak tercantum dalam standar atau prosedur inspeksi dan sulit untuk menentukan keputusan
- Jika ditemukan kesalahan dalam catatan sebelumnya (meskipun itu bukan dalam pekerjaan yang dilakukan sendiri)
- Jika pekerjaan sulit dilakukan dan berpotensi menimbulkan kesalahan (untuk mencegah kesalahan di kemudian hari)



Soal Latihan 5-1

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Ada barang yang sulit diputuskan dengan standar inspeksi, tetapi diputuskan lulus dengan keputusan sendiri.
- 2) () Karena banyak barang tidak sesuai, standar inspeksi diubah untuk mencapai tingkat kelulusan yang ditargetkan.



Penjelasan

- 1) Jika ragu untuk memutuskan, tanyakan ke atasan atau bagian penanggungjawab mutu dan jangan mengambil keputusan sendiri.

Jawaban: B

- 2) Standar inspeksi tidak dapat diubah sembarangan. Pelanggan akan dirugikan jika barang tidak sesuai dikirim dan sampai ke tangan pelanggan. Rumor tersebut dapat merusak reputasi perusahaan dan pada akhirnya menimbulkan masalah juga bagi perusahaan. Oleh karena itu, penting untuk mematuhi standar inspeksi dan tidak mengirim ke luar barang tidak sesuai.

Jawaban: B



1.2 Jenis Inspeksi



(1) Waktu untuk melakukan inspeksi mutu

Inspeksi mutu dilakukan pada berbagai waktu.

Inspeksi Penerimaan	Pemeriksaan yang dilakukan saat barang yang dibeli telah diterima. Menginspeksi apakah barang yang dibeli sesuai spesifikasi yang diminta.
Inspeksi Proses	Inspeksi yang dilakukan di tengah proses produksi (pemeriksaan antar proses, pemeriksaan dalam proses). Inspeksi proses akan menginspeksi karakteristik yang dibuat dalam proses produksi tersebut. Contohnya jika dalam proses pembubutan, dimensi diameter dalam dan diameter luar yang diproses akan diukur. Tujuannya untuk tidak mengirim barang tidak sesuai ke proses selanjutnya (menemukan barang tidak sesuai dengan cepat) dan memeriksa apakah ada penyimpangan dalam pengerjaan.
Inspeksi Pengiriman	Inspeksi yang dilakukan setelah produk selesai dibuat (inspeksi akhir). Inspeksi pengiriman akan melakukan pemeriksaan akhir untuk melihat apakah sesuai spesifikasi yang diminta pelanggan atau spesifikasi dan standar perusahaan.

(2) Inspeksi 100% dan inspeksi sampel

Inspeksi 100%	Inspeksi mutu yang dilakukan terhadap semua produk atau komponen. Inspeksi 100% dilakukan saat ketidaksesuaian tidak boleh terjadi sama sekali seperti terhadap karakteristik produk yang penting atau bagian yang berhubungan dengan nyawa manusia.
Inspeksi Sampel	Inspeksi mutu yang dilakukan terhadap sebagian produk atau komponen. Inspeksi sampel dilakukan jika kemungkinan tercampurnya sedikit barang tidak sesuai didalam barang sesuai dapat ditoleransi.





(3) Metode Inspeksi Sampel

Sekumpulan barang yang diproduksi dalam kondisi yang sama disebut **lot**.

Dari dalam lot dipilih secara acak produk atau komponen (sampel) yang akan diinspeksi. Jumlah sampel (ukuran sampel) ditentukan dalam standar inspeksi atau dokumen prosedur inspeksi. Semakin besar jumlah produk atau komponen dalam satu lot (ukuran lot), akan semakin besar juga ukuran sampelnya.

Lot akan lulus inspeksi jika dari inspeksi sampel, jumlah barang tidak sesuai kurang dari yang ditentukan, sedangkan jika jumlahnya diatas yang ditentukan, lot tersebut tidak lulus inspeksi.

Penanganan terhadap lot yang tidak lulus akan diputuskan oleh orang yang memiliki wewenang. Ada pilihan untuk dimusnahkan 100% (dikembalikan, jika barang dibeli), disortir (mengirim hanya barang yang sesuai setelah dilakukan inspeksi 100%), atau melakukan perbaikan.

(4) Inspeksi Destruktif dan Non-Destruktif

Inspeksi Destruktif	Inspeksi destruktif adalah inspeksi yang memotong sebagian produk atau melakukan pengujian sampai produk itu sendiri hancur. Inspeksi dilakukan dengan inspeksi sampel karena produknya menjadi tidak dapat digunakan jika melakukan inspeksi destruktif.
Inspeksi Non-Destruktif	Inspeksi non-destruktif adalah inspeksi yang tidak berdampak pada mutu produk. Inspeksi non-destruktif dapat dilakukan sebagai inspeksi sampel atau sebagai inspeksi 100%.

(5) Nilai Pengukuran dan Nilai Penghitungan

Data yang ditangani dalam inspeksi mutu terbagi menjadi **nilai pengukuran** dan **nilai penghitungan**.

Nilai Pengukuran	Nilai pengukuran adalah data yang dapat diukur sebagai nilai kontinu. Contoh: panjang, berat
Nilai Penghitungan	Nilai penghitungan adalah data yang diinspeksi dengan dihitung jumlahnya. Contoh: goresan, jumlah barang tidak sesuai



Soal Latihan 5-2

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Sampel yang akan diinspeksi dipilih acak dari dalam lot pada inspeksi sampel.
- 2) () Pada inspeksi 100%, tidak dilakukan inspeksi destruktif.



Penjelasan

- 1) Dalam inspeksi sampel, metode pengambilan sampel harus mengikuti standar inspeksi, tetapi umumnya dipilih secara acak dari dalam lot.

Jawaban: A

- 2) Produk tersebut menjadi tidak dapat digunakan jika melakukan inspeksi destruktif. Oleh karena itu, inspeksi sampel yang akan dilakukan jika melakukan inspeksi destruktif.

Jawaban: A



1.3 Perhitungan persentase barang tidak sesuai



Tingkat barang tidak sesuai (juga disebut tingkat ketidaksesuaian atau tingkat cacat) adalah perbandingan jumlah barang tidak sesuai terhadap jumlah barang yang diproduksi. Merupakan salah satu indikator yang penting. Dapat dinyatakan dengan rumus dibawah ini.

$$\text{tingkat barang tidak sesuai (\%)} = \frac{\text{jumlah barang tidak sesuai}}{\text{jumlah barang diproduksi}} \times 100$$



Contoh:

Barang diproduksi: 1.000 unit Barang tidak sesuai: 5 unit $\Rightarrow$ Tingkat barang tidak sesuai: 0,5%

Selain itu, jika melakukan inspeksi sampel, tingkat barang tidak sesuai dapat diperkirakan dari jumlah barang tidak sesuai yang ditemukan terhadap sampel yang diambil.

$$\text{tingkat barang tidak sesuai (\%)} = \frac{\text{jumlah barang tidak sesuai}}{\text{jumlah pengambilan sampel}} \times 100$$



Contoh:

Jumlah pengambilan sampel: 100 unit Barang tidak sesuai: 1 unit $\Rightarrow$ Tingkat cacat: 1%



Soal Latihan 5-3

- Jawab soal dibawah ini.

Hitung tingkat barang tidak sesuai saat menginspeksi 200 unit sampel, ada 199 unit barang sesuai dan 1 unit barang tidak sesuai.



Penjelasan

Tingkat barang tidak sesuai dihitung dengan membagi jumlah barang tidak sesuai dengan jumlah sampel yang diambil.

$$\frac{1}{200} \times 100 = 0.5\%$$

Jika dihitung, **jawabannya adalah 0,5%.**



2. Uji Material



Berbagai pengujian dapat dilakukan untuk mencari tahu karakteristik materialnya. Di sini akan dijelaskan beberapa yang umum.

2.1 Uji Tarik

(1) Pengertian Uji Tarik

Metode uji material yang paling umum adalah **uji tarik**. Dalam uji tarik dapat menemukan karakteristik seperti kekuatan tarik, kekuatan luluh, modulus Young, dan elongasi putus.

Saat ingin mencari tahu karakteristik material, benda uji dengan bentuk yang ditentukan akan dibuat untuk diuji. Ketika ingin mencari tahu kekuatan produk atau komponen, produk atau komponen itu sendiri dijadikan sebagai sampel untuk diuji.

Secara umum, ini adalah uji destruktif yang akan menguji sampai sampelnya hancur.

(2) Metode uji tarik

Bagian atas dan bawah sampel dipegang untuk ditarik secara perlahan. Besaran gaya tarik diukur pada saat tersebut. Selain itu, perpanjangan sampelnya juga diukur. Dua titik ukur ditandai pada sampel untuk mengukur jarak antara titik ukur dan titik ukur sebelum diberi gaya. Ketika diberi gaya, jarak yang bertambahnya disebut perpanjangan.

Tegangan dapat diketahui dengan membagi gaya yang diukur dengan luas penampang sampel. Regangan dapat diketahui dengan membagi perpanjangan ketika diberi gaya dengan jarak sebelum diberi gaya.



(3) Nilai karakteristik material

Kekuatan Tarik	Adalah tegangan maksimal yang dapat ditahan material saat ditarik sampai putus. Satuan yang digunakan adalah MPa (N/mm^2).
Kekuatan Luluh	Adalah tegangan maksimal yang dapat ditahan material sebelum mengalami luluh. Satuan yang digunakan adalah MPa. Disebut juga titik luluh atau tegangan luluh.
Elongasi Putus	Adalah regangan permanen setelah putus. Satuan yang digunakan adalah persen (%). Juga disebut regangan putus atau cukup disebut elongasi.



Soal Latihan 5-4

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Karakteristik material yang dapat diketahui dengan uji tarik adalah kekuatan tarik, kekuatan luluh, dan kekerasan.
- 2) () Uji tarik adalah inspeksi destruktif.



Penjelasan

- 1) Dalam uji tarik dapat menemukan kekuatan tarik, kekuatan luluh, modulus Young, dan elongasi putus. Kekerasan diukur dengan alat uji kekerasan.

Jawaban: B

- 2) Uji tarik dapat dikategorikan sebagai inspeksi destruktif karena menguji sampai sampelnya hancur.

Jawaban: A

2.2 Uji Kekerasan



(1) Pengertian Uji Kekerasan

Uji kekerasan adalah pengujian untuk mengevaluasi kekerasan material. Selain itu, uji kekerasan lebih mudah dilakukan daripada uji tarik. Oleh karena itu, pengujian ini sering dilakukan sebagai pengganti uji tarik.

Uji kekerasan memiliki berbagai kondisi pengujian sehingga perlu memasukkan kondisi pengujian dengan benar ke dalam mesin uji. Banyak uji kekerasan diukur secara otomatis hanya dengan memasang sampel. Selain itu, sampel tak perlu dimusnahkan dan dapat dikirim ke pelanggan setelah uji kekerasan karena pengujian hanya menyebabkan goresan kecil.

(2) Uji Kekerasan Rockwell

Uji kekerasan Rockwell adalah pengujian untuk menentukan kekerasan berdasarkan kedalaman lekukan yang dihasilkan dengan menekan indenter pada sampel.

Kekerasan Rockwell harus dipilih skalanya tergantung kekuatan materialnya. Skalanya dari A hingga K (I dan J tidak digunakan). Berdasarkan skalanya, bentuk indenter dan gaya uji total akan berubah.

Simbol kekerasan ditulis dengan **HR** diikuti oleh skala. Contohnya HRA jika menggunakan skala A atau HRC jika menggunakan skala C.

(3) Uji Kekerasan Brinell

Uji kekerasan Brinell adalah pengujian untuk mengetahui kekerasan dari diameter lekukan yang tersisa pada permukaan dengan menekan indenter berbentuk bola ke sampel.

Selama ini simbol kekerasannya sering menggunakan HB. Saat ini, untuk memperjelas bahwa bola yang digunakan terbuat dari karbida semen, digunakan notasi **HBW**.





(4) Uji kekerasan Vickers

Uji kekerasan Vickers adalah pengujian untuk menentukan kekerasan dari panjang diagonal lekukan yang tersisa pada permukaan dengan menekan indenter intan berbentuk limas persegi ke sampel.

Sampel dipotong, dan pengukuran kekerasan dilakukan berulang kali dalam interval tertentu ke arah kedalaman dari permukaan. Dengan cara tersebut, perubahan kekerasan dari permukaan ke arah kedalaman dapat diketahui.

Simbol kekerasan: **HV**.

(5) Uji Kekerasan Knoop

Uji kekerasan Knoop adalah pengujian untuk menentukan kekerasan dari panjang diagonal lekukan berbentuk wajik yang tersisa pada permukaan dengan menekan indenter intan berbentuk wajik ke sampel.

Simbol kekerasan: **HK**.

(6) Uji Kekerasan Shore

Uji kekerasan Shore adalah pengujian untuk menentukan kekerasan dengan menjatuhkan palu intan ke material dan mengukur tinggi pantulannya.

Simbol kekerasan: **HS**.





Soal Latihan 5-5

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Simbol untuk nilai kekerasan yang diperoleh melalui uji kekerasan Rockwell adalah HB.
- 2) () Kekerasan Brinell cocok untuk pengukuran lapisan tipis.



Penjelasan

- 1) Nilai kekerasan yang diperoleh melalui uji kekerasan Rockwell dinotasikan dengan “HR” dan skala. Contohnya jika hasil tes pada skala C adalah 40, maka ditulis 40 HRC.

Jawaban: B

- 2) Karena kekerasan Brinell mengukur area relatif besar, cocok untuk mengukur benda seperti produk cor yang kekerasannya tidak seragam. Untuk lapisan tipis, uji kekerasan Knoop dan metode sejenis lebih sesuai.

Jawaban: B



2.3 Uji Impak



Uji Impak adalah pengujian dengan mengayunkan palu berat dari ketinggian tertentu untuk mematahkan benda uji guna mengukur ketinggian pantulan palu akibat momentum. Dengan mengukur perbedaan ketinggian awal dan akhir, dapat diketahui energi yang diserap (absorpsi) saat mematahkan. Energi ini disebut energi impak atau energi absorpsi. Semakin besar energi impak, semakin tinggi pula ketangguhannya. Ketangguhan mengacu pada kekuatan dari material.

2.4 Uji Tekuk

Uji tekuk adalah pengujian untuk mengevaluasi kekuatan material dengan cara membengkokkan benda uji. Setelah ditekuk hingga sudut tertentu, bagian luar tekukan diamati, dan dinyatakan lulus jika tak ada cacat seperti retakan atau goresan.

Contohnya untuk kasus SS400, sudut tekukan ditentukan 180 derajat sehingga harus tidak ada retakan atau goresan di bagian luar walaupun ditekuk 180 derajat.

2.5 Pengujian Lelah

Uji tarik akan terus menarik tanpa mengendurkan gaya. Namun, saat produk digunakan secara aktual, besarnya gaya sering kali berubah. Sekalipun masih dalam rentang deformasi elastisitas, dapat terjadi kerusakan yang mendadak jika berkali-kali mengulang untuk memberi dan mengendurkan gaya. Hal ini disebut fraktur lelah.

Uji lelah adalah pengujian untuk mengevaluasi berapa banyak pengulangan yang diperlukan sampai terjadi fraktur lelah dengan berulang-ulang memberi dan mengendurkan gaya.





Soal Latihan 5-6

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Nilai impak dapat diketahui dari uji tekuk.
- 2) () Uji lelah adalah pengujian yang memberi tegangan secara berulang pada material.



Penjelasan

- 1) Uji tekuk adalah pengujian untuk memeriksa apakah tidak terjadi goresan setelah ditekuk. Nilai impak dapat diketahui dengan uji impak.

Jawaban: B

- 2) Uji kelelahan adalah pengujian yang berulang kali memberi gaya. Dengan kata lain, memberikan tegangan secara berulang.

Jawaban: A



3. Inspeksi Lainnya



3.1 Inspeksi Non-Destruktif

Inspeksi non-destruktif adalah inspeksi untuk menemukan cacat tanpa merusak material. Tergantung metode inspeksi, dapat digunakan untuk menemukan tak hanya goresan di permukaan, tetapi juga di bagian dalam (rongga). Di sini akan dijelaskan beberapa yang umum.

(1) Uji Radiografi

Uji radiografi (RT: radiographic test) adalah pengujian dengan menyinari sampel menggunakan radiasi seperti sinar-X atau sinar gamma, dan merekam hasilnya pada film atau media lainnya. Penyerapan radiasi akan berubah jika terdapat goresan seperti rongga di bagian dalam sehingga dapat menemukan goresan yang berada di bagian dalam. Pengujian ini sering digunakan dalam inspeksi goresan/cacat bagian dalam benda cor dan bagian yang dilas.

(2) Uji Ultrasonik

Uji ultrasonik (UT: ultrasonografi test) adalah pengujian dengan mengarahkan gelombang ultrasonik ke sampel, dan mengukur gelombang pantulnya. Gelombang ultrasonik akan kembali dengan memantul jika mencapai sisi berlawanan sampel sehingga jika terdapat goresan di bagian dalam, goresannya pun akan memantul. Pantulan ini yang akan diukur. Pengujian ini sering digunakan dalam inspeksi goresan/cacat bagian dalam material canai, material hasil tempa, dan bagian yang dilas.

(3) Uji Magnetik

Uji magnetik (MT: magnetic test) adalah pengujian dengan memagnetisasi sampel, lalu menyemprotkan serbuk magnetik dan mengamati pola serbuk magnetik yang terbentuk. Jika ada goresan di permukaan atau dekat permukaan, serbuk magnetik akan berkumpul karena terjadi medan magnet di sana. Dengan mengamati, dapat ditemukan. Untuk mempermudah menemukan serbuk magnetik, pengamatan sering dilakukan dengan menggunakan serbuk magnetik yang dilapisi agen fluoresen dan disinari dengan sinar UV (black light). Disebut juga uji serbuk magnetik karena menggunakan serbuk magnetik.





(4) Uji Penetran

Uji penetran (PT: penetrant test) adalah pengujian dengan menyemprotkan cairan berwarna yang disebut cairan penetran pada sampel, dan setelah permukaan dibersihkan, disemprotkan cairan yang disebut cairan pengembang pada sampel. Jika terdapat goresan, cairan yang tersisa di dalam goresan akan naik dan ini yang diamati untuk ditemukan. Pengujian ini sering digunakan untuk inspeksi goresan pada permukaan.

(5) Uji Arus Eddy

Uji arus eddy (ET: eddy current test) adalah pengujian dengan mendekatkan koil yang dialiri arus AC ke sampel, dan mengukur perubahan impedansi pada koil. Jika ada goresan di permukaan, arus eddy yang mengalir pada sampel akan berubah sehingga arus yang mengalir pada koil juga akan berubah. Pengujian ini disebut uji non-destruktif arus eddy, uji non-destruktif eddy, atau uji induksi elektromagnetik.

(6) Uji Visual

Uji visual (VT: visual test) adalah inspeksi untuk mencari goresan di permukaan dengan mata telanjang. Ada yang tanpa menggunakan peralatan, ada pula yang menggunakan kamera. Disebut juga inspeksi visual atau inspeksi visual tampak luar.



3.2 Uji Sensorik



Sensasi manusia seperti indera manusia, yaitu indera pengecap (dengan lidah), penciuman (dengan hidung), peraba (dengan kulit tangan), penglihatan (dengan mata), dan pendengaran (dengan telinga) disebut **sensasi sensorik**. Inspeksi yang menggunakan kemampuan inderawi disebut **inspeksi sensorik**.

Inspeksi sensorik dilakukan dalam kondisi-kondisi berikut:

- Jika sulit diperiksa dengan mesin dan lebih baik dicek oleh manusia
- Jika yang ingin dicek bukan sifat fisik, tetapi bagaimana dirasakan oleh manusia

Penglihatan: Inspeksi goresan, warna, kilap, dsb

Pendengaran: Kualitas suara, rongga dan kelonggaran sekrup melalui suara ketukan, dsb

Perabaan: Inspeksi kekasaran permukaan dsb

Sekalipun bukan penilai yang ahli, dalam pekerjaan sehari-hari kita harus memeriksa apakah ada yang berbeda dengan biasanya menggunakan indera-indera tersebut. Dengan itu dapat menyadari abnormal pada mesin.





Soal Latihan 5-7

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Uji radiografi dapat menemukan goresan/cacat di bagian dalam material.
- 2) () Uji magnetik tidak dapat menemukan goresan pada paduan aluminium.



Penjelasan

- 1) Uji radiografi dapat menemukan goresan/cacat di bagian dalam material menggunakan sinar-X atau sinar gamma.

Jawaban: A

- 2) Uji magnetik tak dapat digunakan untuk material non-magnetik seperti paduan aluminium.

Jawaban: A





Bab 6 Pengukuran

1. Dasar Dari Pengukuran

1.1 Pekerjaan Pengukuran

(1) Kalibrasi

Pekerjaan yang disebut **kalibrasi** diperlukan untuk memastikan nilai dari alat ukur selalu dapat diandalkan. Kalibrasi terdiri dari pengecekan untuk memeriksa apakah nilai alat ukurnya benar dan koreksi yang menyesuaikan menjadi nilai yang benar.

Umumnya kalibrasi dilakukan oleh produsen alat ukur sebelum pengiriman. Dalam hal ini akan ada sertifikat kalibrasinya. Setelah membeli alat ukur, pengguna akan melakukan kalibrasi secara berkala dalam jangka waktu menurut ketentuan atau dokumen prosedur.

(2) Penyebab Kesalahan

Selisih antara nilai yang diukur dengan nilai sebenarnya disebut **kesalahan pengukuran**. Penyebab kesalahan adalah pengukur, peralatan yang digunakan, kalibrasi peralatan, suhu, atau kelembaban.

Pengukur yang berpengalaman akan memiliki kesalahan yang kecil, tetapi pengukur yang tidak terbiasa akan memiliki kesalahan yang lebih besar.

Misalnya, skala pada alat ukur harus dilihat tegak lurus pada skala tersebut. Jika dilihat dari arah miring, hasil pembacaan dapat menjadi berbeda. Hal ini disebut paralaks.

Besarnya kesalahan juga berbeda-beda tergantung peralatannya. Ada alat ukur yang spesifikasinya ditetapkan oleh JIS, dan produk yang memenuhi kualitas JIS diberi tanda JIS.



(3) Alat Bantu Inspeksi



Alat untuk mempermudah inspeksi, misalnya untuk memfiksasi alat ukur atau sampel pada posisinya, disebut alat bantu atau jig.

Penggaris lurus	Alat bantu yang memiliki permukaan dengan kelurusan yang tinggi. Alat ini digunakan untuk menarik garis penanda lurus pada saat pemrosesan, tetapi untuk pengukuran, alat ini digunakan saat ingin menggerakkan alat ukur dalam garis lurus.
Penggaris siku	Alat bantu yang memiliki permukaan dengan kelurusan dan ketegaklurusan tinggi. Digunakan saat memerlukan sudut siku untuk membantu pengukuran.
Jangka ukur	Alat bantu untuk menyalin dimensi bagian yang sulit diukur langsung dengan alat ukur. Ada 2 jenis, yaitu: jangka dalam, untuk menyalin ukuran diameter dalam; dan jangka luar, untuk menyalin ukuran diameter luar.
Jarum penanda	Alat bantu yang terdiri atas ujung berbentuk seperti jarum dan bagian untuk memasang ujung tersebut. Digunakan untuk menggambar garis sejajar saat pemrosesan. Pada saat pengukuran, digunakan untuk memeriksa ketinggian.
Blok V	Alat bantu dengan alur berbentuk V 90 derajat. Umumnya digunakan untuk menahan benda berbentuk silinder.
Blok siku	Alat bantu yang memiliki alur dan sekrup pengunci. Dapat menjepit sampel dengan sekrup.
Dudukan magnet	Merupakan alat bantu yang terdiri atas magnet untuk dipasang pada meja rata dan bagian penjepit untuk memasang alat ukur dan lainnya. Digunakan untuk memfiksasi alat ukur.





Soal Latihan 6-1

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Harus melihat secara tegak lurus terhadap skala untuk menghindari kesalahan akibat paralaks.
- 2) () Kalibrasi harus dilakukan secara berkala untuk mencegah kesalahan.



Penjelasan

- 1) Skala bukan dilihat secara miring, melainkan harus dilihat tegak lurus untuk menghindari kesalahan akibat paralaks.

Jawaban: A

- 2) Kalibrasi harus dilakukan agar nilai pengukuran alat ukur dapat diandalkan. Metode dan periode kalibrasi harus dilakukan dengan metode yang diatur dalam peraturan atau dokumen prosedur.

Jawaban: A



2. Pengukuran Langsung



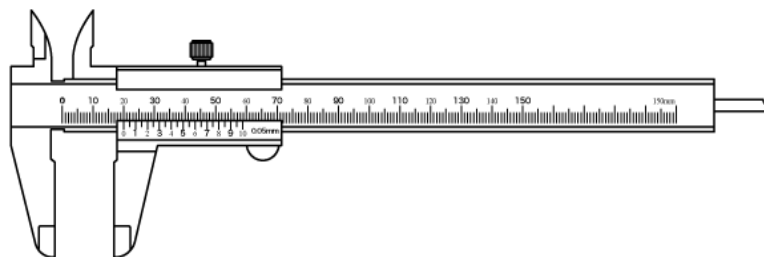
2.1 Jangka sorong

(1) Pengertian Jangka Sorong

Jangka sorong adalah alat ukur dengan penggeser yang bergerak sepanjang batang skala utama. Batang skala utama memiliki rahang tetap dan penggeser memiliki rahang pengukur. Bagian yang ingin diukur dijepit di permukaan pengukuran rahang. Jangka sorong umumnya memiliki rahang dalam dan rahang luar. Oleh karena itu, dapat mengukur dimensi bagian dalam maupun bagian luar. Jangka sorong yang dilengkapi batang pengukur kedalaman dapat pula mengukur kedalaman.

Nilai baca terkecil skala vernier ada yang 0,1 mm, 0,05 mm, dan 0,02 mm. Yang sering digunakan adalah 0,05 mm.

Nilai tampilan terkecil pada layar digital adalah 0,01 mm.



Gambar 6-1: Jangka Sorong

(2) Persiapan Menggunakan Jangka Sorong

Permukaan pengukuran dan permukaan geser dibersihkan sebelum mengukur. Periksa apakah penggeser dapat bergerak dengan lancar dan tidak goyang.

Periksa apakah tidak terdapat celah pada rahang dengan menutup penggeser dan mengarahkan ke cahaya. Kemudian, periksa apakah skala menunjukkan angka 0. Untuk tampilan digital, dapat diatur menjadi 0 dengan menekan tombol reset titik nol.





(3) Menggunakan Jangka Sorong

Pertama, bersihkan benda yang ingin diukur. Jika ada beram, maka harus dihilangkan.

Untuk mengukur diameter luar atau dimensi panjang keseluruhan, gunakan permukaan ukur bagian luar. Untuk mengukur diameter dalam atau lebar alur, gunakan permukaan ukur bagian dalam. Untuk mengukur kedalaman lubang atau alur, gunakan permukaan ukur kedalaman.

(4) Membaca Skala Jangka Sorong

Saat mengukur dimensi menggunakan skala vernier, pertama-tama baca skala utama dengan menggunakan posisi angka 0 pada skala vernier. Selanjutnya, cari garis skala pada skala vernier yang berimpit dengan garis skala pada skala utama. Nilai pengukuran adalah hasil penjumlahan nilai skala utama dan nilai skala vernier.

Misalnya sedang mengukur dimensi 30,35 mm. Pertama, baca dimana letak angka 0 skala vernier pada skala utama. Jika berada diantara 30 dan 31, berarti nilai pengukuran berada diantara 30 mm dan 31 mm. Selanjutnya, baca skala vernier yang berimpit dengan skala utama. Jika garis skala 0,35 berimpit, berarti nilainya adalah 0,35 mm. Oleh karena itu, nilai pengukuran adalah 30,35 mm yang merupakan jumlah dari nilai skala utama 30 mm dan nilai skala vernier 0,35 mm.



Gambar 6-2: Skala Jangka Sorong





Soal Latihan 6-2

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Jangka sorong tidak dapat mengukur diameter dalam.
- 2) () Kesalahan jangka sorong dapat diperkecil dengan menggunakan ujung rahangnya.



Penjelasan

- 1) Jangka sorong dapat mengukur diameter luar dengan permukaan ukur luar dan diameter dalam dengan permukaan ukur dalam. Jangka sorong dengan batang pengukur kedalaman dapat mengukur kedalaman juga.

Jawaban: B

- 2) Kesalahan jangka sorong dapat diperkecil dengan sedapat mungkin menggunakan pangkal rahangnya.

Jawaban: B



2.2 Mikrometer

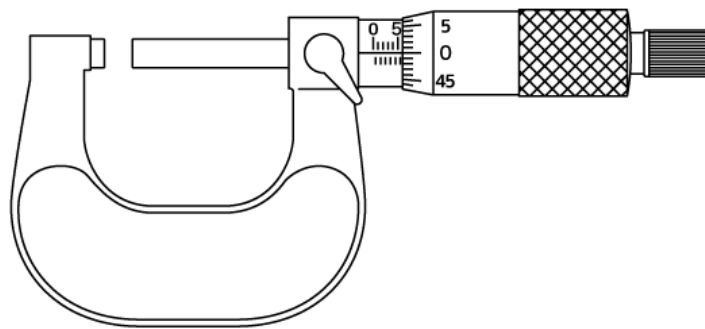


(1) Pengertian Mikrometer

Mikrometer adalah alat ukur yang dapat mengukur dimensi dengan presisi menggunakan prinsip ulir.

Mikrometer luar adalah mikrometer untuk mengukur dimensi luar. Pada salah satu sisi bingkai, terpasang landasan (anvil) secara tetap. Di sisi lainnya terpasang spindel yang digerakkan dengan mekanisme sekrup. Landasan (anvil) dan spindel dilengkapi dengan permukaan ukur. Pengukuran dimensi dapat dilakukan dengan akurat karena landasan (anvil), mekanisme ulir dan spindel berada dalam satu garis lurus.

Pada tipe analog, jarak antar ulirnya ada yang 0,5 mm, ada pula yang 1 mm. Keduanya memiliki nilai skala terkecil 0,01 mm.



Gambar 6-3: Mikrometer

(2) Persiapan Menggunakan Mikrometer

- 1) Perbedaan akibat pemuaian termal juga berpengaruh sehingga mikrometer dan objek ukur harus berada dalam suhu ruangan (20°C).
- 2) Bersihkan kotoran dari permukaan ukur. Biasanya dibersihkan dengan menyisipkan selembar kertas putih, kemudian menariknya keluar.
- 3) Periksa Titik Nol Perlahan-lahan dekatkan landasan (anvil) dan spindel hingga bersentuhan. Kemudian, putar bidal hingga berputar bebas sambil berbunyi “klik-klik”. Baca skalanya dan pastikan menunjukkan 0. Untuk mikrometer dengan rentang pengukuran dimulai dari nilai lebih besar dari 0, gunakan batang acuan untuk memeriksa titik acuan.





(3) Menggunakan Mikrometer

Pertama, bersihkan benda yang ingin diukur. Jika ada beram, maka harus dihilangkan.

Sama seperti saat memeriksa titik nol, perlahan-lahan buat objek ukur bersentuhan dengan spindel. Kemudian, putar bidal hingga berputar bebas sambil berbunyi “klik-klik”. Untuk mencegah kesalahan akibat paralaks, baca skala dari arah depan.

(4) Membaca Skala Mikrometer

Pertama, baca skala pada selongsong. Selanjutnya, baca skala pada bidal. Nilai pengukuran adalah hasil penjumlahan nilai selongsong dan nilai bidal.



Contoh:

Mengukur objek berukuran 20,45 mm.

Pertama, baca skala pada selongsong. Terlihat hingga skala 20,0 mm.

Selanjutnya, baca skala pada bidal. Menunjukkan skala 0,45 mm.

Mikrometer dapat membaca sampai 0,001 mm menggunakan nonius jika memiliki skala nonius. Meskipun tak ada skala nonius, nilai hingga 0,001 mm tetap dapat dibaca berdasarkan perkiraan mata.





Soal Latihan 6-3

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Sebelum pengukuran, perlu membersihkan debu pada permukaan ukur mikrometer.
- 2) () Mikrometer memiliki fungsi untuk mencegah pengaruh suhu sehingga tidak terpengaruh oleh suhu tempat pengukuran.



Penjelasan

- 1) Mikrometer digunakan untuk mengukur dimensi dengan presisi sehingga kontaminasi debu dapat menjadi penyebab kesalahan. Debu pada permukaan pengukur harus dibersihkan.

Jawaban: A

- 2) Mikrometer terpengaruh oleh suhu sehingga tempat pengukuran harus dijaga sedapat mungkin pada suhu 20°C, dan mikrometer serta objek ukur juga dijaga agar suhunya mendekati 20°C.

Jawaban: B



2.3 Alat Ukur Lainnya



(1) Penggaris

Penggaris adalah alat ukur untuk mengukur panjang. Cara penggunaannya sama seperti penggaris yang biasa digunakan sebagai alat tulis.

(2) Protraktor

Protraktor adalah alat ukur untuk mengukur sudut. Struktur umumnya kombinasi dari busur derajat dan penggaris alat tulis. Masing-masing disebut pelat busur dan batang. Tempelkan permukaan bawah pelat busur dan batang pada 2 bidang yang ingin diukur, dan baca skala pada pelat busur untuk mengetahui sudutnya.

(3) Piranti Ukur Ketinggian

Piranti ukur ketinggian adalah alat ukur untuk mengukur dimensi tinggi. Alat ukur ini digunakan diatas meja rata. Probe pengukur bergerak tegak lurus terhadap meja rata sehingga dimensi ketinggian dari meja rata dapat mengukur secara akurat.

Ada 2 jenis tampilan, sama seperti pada jangka sorong, yaitu tampilan analog dan digital. Pada tampilan analog, ada yang menggunakan skala vernier, ada pula yang menggunakan skala dial. Untuk skala vernier, nilai pembacaan terkecilnya 0,05 mm atau 0,02 mm.

(4) Piranti Ukur Kedalaman

Piranti ukur kedalaman adalah alat ukur untuk mengukur kedalaman. Permukaan ukur bergerak tegak lurus terhadap permukaan acuan sehingga dapat mengukur kedalaman dari permukaan acuan.

Ada 2 jenis tampilan, sama seperti pada jangka sorong, yaitu tampilan analog dan digital. Pada tampilan analog, ada yang menggunakan skala vernier, ada pula yang menggunakan skala dial. Untuk skala vernier, nilai pembacaan terkecilnya 0,05 mm atau 0,02 mm.





(5) Mesin Ukur 3D

Mesin Ukur 3D (CMM: Coordinate Measuring Machine) adalah alat ukur yang tidak hanya dapat mengukur panjang dan sudut, tetapi juga berbagai toleransi geometrik. Secara umum, pengukuran dilakukan dengan menyentuh probe pada objek ukur, memasukkan koordinat titik yang disentuh ke komputer, dan melakukan berbagai perhitungan.

(6) Mesin Ukur Kekasaran Permukaan

Mesin ukur kekasaran permukaan adalah mesin ukur untuk mengukur kekasaran permukaan. Secara umum, pengukuran dilakukan dengan menelusuri permukaan menggunakan jarum sentuh (stylus), memperbesar ketidakrataan permukaan, dan memasukkan data ke komputer untuk dihitung.

3. Pengukuran Komparatif

3.1 Piranti Ukur Dial

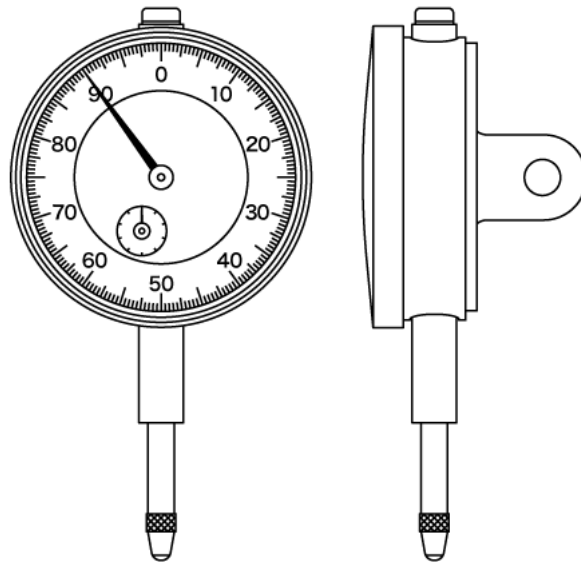
(1) Pengertian Piranti Ukur Dial

Piranti ukur dial adalah alat ukur yang menampilkan jumlah pergerakan dalam skala berbentuk lingkaran dengan memperbesar gerakan probe pengukur secara mekanis.

Pada pelat skala terdapat jarum panjang. Probe pengukur ditahan oleh plunyer (spindel). Jika batang pengukur (plunyer) ditekan, jarum panjang akan berputar searah jarum jam.

Piranti ukur dial digunakan dengan dipasang pada penyangga (stand). Pemasangan ke penyangga dilakukan menggunakan kuping pemasangan pada tutup belakang atau batang pemasangan (stem).





Gambar 6-4: Piranti Ukur Dial

(2) Menggunakan Piranti Ukur Dial

- 1) Sebelum menggunakan piranti ukur dial, periksa apakah jarum panjang dan plunyer dapat bergerak dengan lancar. Periksa apakah tidak ada yang longgar pada setiap bagiannya.
- 2) Tempelkan probe pada blok pengukur yang digunakan sebagai acuan, dan sesuaikan titik nol.
- 3) Ganti blok pengukur dengan objek ukur, dan baca nilai yang ditunjukkan jarum. Nilai pada jarum menunjukkan selisih dengan nilai blok pengukur.

(3) Membaca Skala Piranti Ukur Dial

Untuk tipe yang memiliki jarum pendek, baca terlebih dahulu jarum pendek. Selanjutnya baca jarum panjang. Jumlah nilai jarum pendek dan jarum panjang menunjukkan selisih dengan nilai blok pengukur.

Jika lebih besar dari nilai blok pengukur, jarum akan berada pada posisi berputar searah jarum jam dari titik nol. Jika lebih kecil dari nilai blok pengukur, jarum akan berada pada posisi berputar berlawanan arah jarum jam dari titik nol.





Contoh:

Mengukur 11,25 mm

Jika menggunakan blok pengukur 10 mm, titik nol berada pada posisi jarum pendek 5 mm dan jarum panjang 0 mm, maka saat dilakukan pengukuran, jarum pendek menunjukkan 6 mm dan jarum panjang 0,25 mm.



Soal Latihan 6-4

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Piranti ukur dial dapat dikategorikan alat ukur untuk pengukuran langsung.
- 2) () Plunyer pada piranti ukur dial harus sejajar terhadap arah yang ingin diukur.



Penjelasan

- 1) Piranti ukur dial dikategorikan alat ukur untuk pengukuran komparatif. Alat ukur ini menunjukkan seberapa besar perbedaan dimensi terhadap objek acuan seperti blok pengukur.

Jawaban: B

- 2) Plunyer pada piranti ukur dial harus sejajar terhadap arah yang ingin diukur. Jika miring terhadap arah yang ingin diukur, kesalahan akan menjadi besar.

Jawaban: A

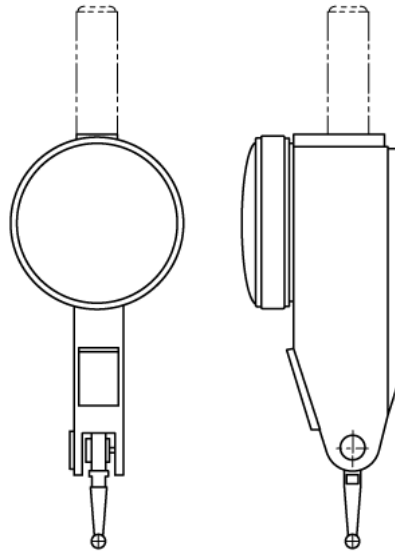


3.2 Alat Ukur Komparatif Lainnya



(1) Piranti Ukur Dial Tipe Tuas

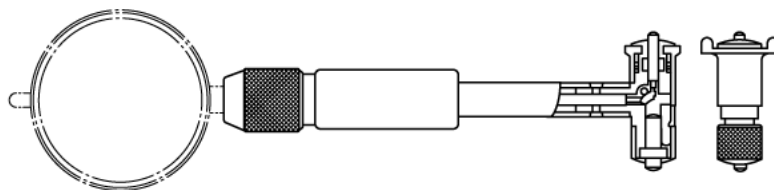
Ada **piranti ukur dial tipe tuas** dengan probe bergerak seperti tuas. Alur cara penggunaan sama seperti piranti ukur dial. Jika arah yang ingin diukur miring terhadap arah gerakan probe, kesalahan akan menjadi besar. Sedapat mungkin arah gerakan probe disesuaikan dengan arah yang ingin diukur.



Gambar 6-5: Piranti Ukur Dial Tipe Tuas

(2) Piranti Ukur Silinder

Piranti ukur dial yang berbentuk khusus untuk mengukur diameter dalam disebut **piranti ukur silinder**. Alur cara penggunaan hampir sama seperti piranti ukur dial. Piranti ukur cincin digunakan sebagai acuan pengukuran.



Gambar 6-6: Piranti Ukur Silinder



(3) Piranti Ukur Jangka Dial



Piranti ukur dial yang probe-nya berbentuk seperti jangka dalam atau jangka luar disebut **piranti ukur jangka dial**. Alat ini dapat mengukur bagian yang sulit diukur dengan alat ukur lain, seperti pengukuran diameter alur, dengan akurasi tinggi.



Soal Latihan 6-5

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Piranti ukur dial tipe tuas dapat melakukan pengukuran dengan piranti ukur cincin sebagai acuan.
- 2) () Piranti ukur silinder dapat melakukan pengukuran dengan blok pengukur sebagai acuan.



Penjelasan

- 1) Secara umum, piranti ukur dial tipe tuas melakukan pengukuran dengan blok pengukur sebagai acuan.

Jawaban: B

- 2) Secara umum, piranti ukur silinder melakukan pengukuran dengan piranti ukur cincin sebagai acuan.

Jawaban: B



3.3 Pengukur Referensi dan Pengukur Batas



(1) Piranti Ukur Blok

Blok pengukur adalah alat ukur untuk sebagai acuan dalam pengukuran komparatif terhadap panjang. Bentuknya berupa balok dengan 2 bidang cermin sebagai permukaan ukur. Permukaan ukur ini memiliki kerataan dan akurasi dimensi yang sangat tinggi.

Selain itu, jika antar permukaan ukur 2 blok pengukur digesekkan, akan terjadi fenomena yang disebut fenomena pelekatan (wringing). Jika 2 atau lebih blok pengukur digunakan dengan disusun menjadi satu, pastikan permukaan ukurnya saling melekat.

Setelah digunakan, kotoran seperti sidik jari dibersihkan dan dioleskan minyak anti karat. Jika pada permukaan ukur terdapat beram, harus dihilangkan dengan batu gerinda khusus penghilangan beram.

(2) Piranti Ukur Cincin

Piranti ukur cincin adalah alat ukur yang digunakan sebagai acuan untuk pengukuran komparatif diameter dalam. Berbentuk silinder dengan bidang diameter dalamnya merupakan permukaan ukur.

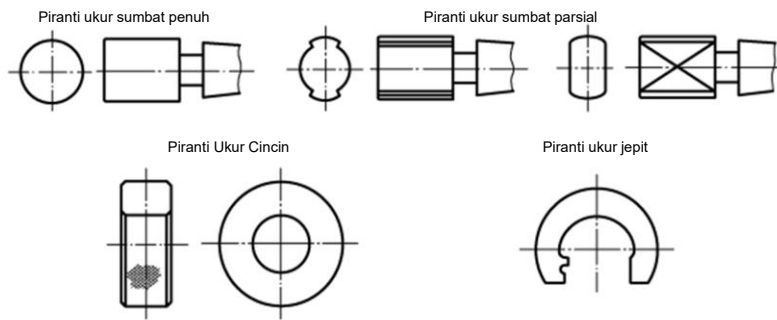
(3) Piranti Ukur Batas

Piranti ukur batas adalah piranti untuk memeriksa apakah dimensi lubang dan poros suatu produk berada dalam batas toleransi. Umumnya digunakan dalam 1 set “sisi GO” dan “sisi NO-GO”. Produk yang ingin diinspeksi dipastikan dapat melewati piranti ukur GO dengan lancar serta tidak dapat melewati piranti ukur NO-GO. Contohnya, saat lubang diperiksa dengan piranti ukur batas dan sisi GO tak dapat dilewati, artinya lubang tersebut lebih kecil dari batas toleransi minimal.

Untuk piranti ukur batas terhadap lubang, ada piranti ukur sumbat penuh (piranti ukur sumbat) dan piranti ukur sumbat parsial. Untuk piranti ukur batas terhadap poros, ada piranti ukur cincin dan piranti ukur jepit.

Piranti ukur cincin untuk sebagai acuan dalam pengukuran komparatif dapat disebut “piranti ukur cincin acuan (master ring gauge)”, sedangkan yang untuk sebagai piranti ukur batas disebut “piranti ukur cincin batas (limit ring gauge)”.





Batas 6-7: Piranti Ukur Batas

(4) Piranti Ukur Ulir

Piranti ukur ulir adalah piranti ukur batas untuk memeriksa diameter efektif ulir. Ada “piranti ukur ulir sumbat” untuk memeriksa ulir dalam, dan “piranti ukur ulir cincin” untuk memeriksa ulir luar. Selain itu, masing-masing juga memiliki piranti ukur ulir sisi GO dan piranti ukur ulir sisi NO-GO.



Gambar 6-8: Piranti Ukur Ulir





Soal Latihan 6-6

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Piranti ukur yang memiliki permukaan ukur pada diameter dalam disebut "piranti ukur sumbat", sedangkan yang memiliki permukaan ukur pada diameter luar disebut "piranti ukur cincin".
- 2) () Jika ulir dapat masuk pada sisi GO piranti ukur sumbat ulir, ulir tersebut pasti dinyatakan lulus.



Penjelasan

- 1) Piranti ukur yang memiliki permukaan ukur pada diameter dalam disebut "piranti ukur cincin", sedangkan yang memiliki permukaan ukur pada diameter luar disebut "piranti ukur sumbat".

Jawaban: B

- 2) Syarat untuk lolos adalah piranti ukur ulir sisi GO dapat dilewati dan piranti ukur ulir sisi NO-GO tak dapat dilewati.

Jawaban: B





Bab 7 Pembuatan Gambar Teknik

1. Format Gambar Teknik

1.1 Kertas Gambar Teknik

(1) Ukuran Kertas

Ukuran gambar teknik diprioritaskan menggunakan ukuran seri A (A0, A1, A2, A3 dan A4). Ukuran seri B (seperti B4 atau B5) dan ukuran kertas surat tidak digunakan dalam gambar teknik.

Selain itu, sedapat mungkin gunakan kertas terkecil yang dapat menggambarkan objek dengan jelas tanpa menggunakan kertas ukuran besar yang tak diperlukan.

(2) Orientasi Kertas

Gambar teknik menggunakan sisi panjang untuk arah horizontal. Hanya kertas A4 yang sisi pendeknya dapat digunakan untuk arah horizontal.

1.2 Skala

(1) Pengertian Skala

Rasio antara ukuran asli suatu objek dan ukurannya pada gambar disebut **skala**.

Jika ukuran asli dan ukuran dalam gambar adalah sama, disebut skala aktual. Jika ukuran diperbesar, disebut skala perbesaran. Sedangkan jika ukuran diperkecil, disebut skala pengecilan. Untuk skala aktual, dinyatakan sebagai 1 : 1. Pada skala perbesaran, rasio perbesaran dinyatakan dengan $x : 1$. Pada skala pengecilan, rasio pengecilan dinyatakan dengan $1 : x$.





(2) Skala Rekomendasi

Untuk skala perbesaran, disarankan salah satu dari 50 : 1, 20 : 1, 10 : 1, 5 : 1, 2 : 1. Untuk skala pengecilan, disarankan salah satu dari 1 : 2, 1 : 5, 1 : 10, 1 : 20, 1 : 50, 1 : 100, 1 : 200, 1 : 500, 1 : 1.000, 1 : 2.000, 1 : 5.000, 1 : 10.000.

1.3 Garis

(1) Ketebalan Garis

Ketebalan garis yang digunakan dalam gambar teknik ada 3 jenis. Yaitu: **garis tipis**, **garis tebal** dan **garis sangat tebal**. Ketebalannya masing-masing memiliki perbandingan 1 : 2 : 4.

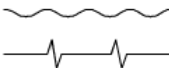
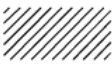
Saat membuat gambar teknik dengan pensil mekanik, umumnya digunakan ketebalan 0,3 mm, 0,5 mm, atau 0,7 mm.

(2) Jenis Garis

Jenis-jenis garis utama dalam gambar teknik ditunjukkan pada tabel.



Tabel 7-1: Jenis Garis pada Gambar Teknik

Garis Kontur	Garis tebal solid		Untuk menunjukkan bagian objek yang terlihat
Garis Dimensi	Garis tipis solid		Untuk penulisan dimensi
Garis Ekstensi Dimensi			Ditarik dari gambar untuk mencantumkan dimensi
Garis Tersembunyi	Garis putus-putus tipis ataupun tebal		Untuk menunjukkan bagian objek yang tak terlihat
Garis Pusat	Garis putus-titik tunggal tipis		Untuk menunjukkan pusat bentuk
Garis Imajiner	Garis putus-titik ganda tipis		Untuk menunjukkan bagian, seperti komponen, yang berdekatan sebagai referensi Untuk menunjukkan posisi alat dan jig sebagai referensi Untuk menunjukkan posisi gerakan bagian yang bergerak Untuk menunjukkan bentuk sebelum dan sesudah pemrosesan Untuk menunjukkan pengulangan Untuk menunjukkan bagian di depan penampang yang digambarkan.
Garis Patahan	Garis solid tipis bergelombang tak beraturan, atau garis zigzag		Batas bagian yang dipotong, atau diambil dari objek
Garis Potong	Garis putus-titik tunggal, dengan garis tebal pada bagian ujung dan bagian perubahan arah		Untuk menunjukkan posisi potongan pada gambar penampang
Garis Arsiran	Garis-garis solid tipis yang tersusun teratur		Menunjukkan permukaan potongan pada gambar penampang

1.4 Huruf



Ukuran huruf dinyatakan dengan "**tinggi huruf**". Ada 4 jenis tinggi huruf untuk huruf *kanji*: 3,5 mm, 5 mm, 7 mm dan 10 mm. Untuk huruf *kana* dan alfabet, serta angka, ada 5 jenis tinggi huruf: 2,5 mm, 3,5 mm, 5 mm, 7 mm dan 10 mm.

1.5 Jenis Gambar Teknik

Gambar untuk melakukan pemrosesan komponen disebut **gambar komponen**. Gambar untuk melakukan perakitan komponen disebut **gambar perakitan**. Sedangkan gambar untuk melakukan pemasangan mesin dan sejenisnya disebut **gambar tata letak**.



Soal Latihan 7-1

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Skala 2 : 1 berarti menggambar benda sebenarnya dengan ukuran setengahnya.
- 2) () Garis solid tipis menunjukkan bentuk bagian objek yang terlihat.



Penjelasan

- 1) 2 : 1 disebut skala perbesaran 2 kali, berarti objek digambar dengan ukuran 2 kali ukuran aslinya.

Jawaban: B

- 2) Garis solid tebal menunjukkan bentuk bagian objek yang tidak terlihat. Garis solid tipis digunakan untuk penulisan dimensi.

Jawaban: B



2. Menyatakan Bentuk



Pada awalnya, arti proyeksi adalah metode menggambar benda 3D pada permukaan datar. Dalam proyeksi, ada berbagai macam metode, seperti proyeksi isometrik, dimetrik, metode sudut pertama, metode sudut ketiga, dan sebagainya. Untuk gambar teknik mesin di Jepang, ditetapkan dalam JIS bahwa gambar dibuat menggunakan “metode proyeksi sudut ketiga”.

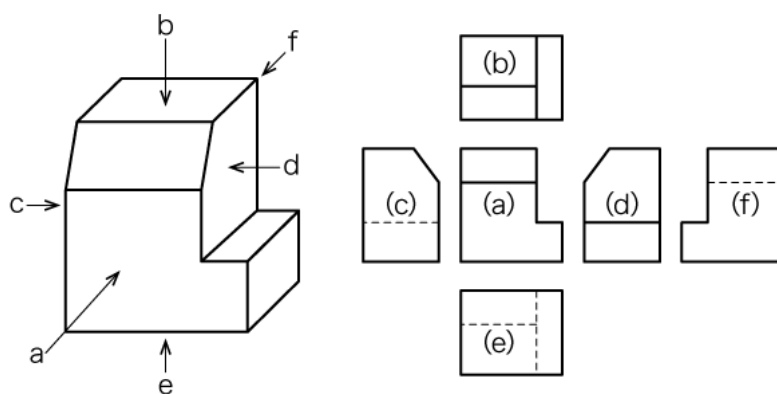
2.1 Proyeksi Sudut Ketiga

(1) Definisi Proyeksi Sudut Ketiga

Gambar proyeksi ortogonal adalah gambar yang dihasilkan dengan mengarahkan sinar sejajar ke objek dan memproyeksikannya ke arah tegak lurus terhadap sinar tersebut. **Proyeksi sudut ketiga** adalah metode proyeksi ortogonal dengan menempatkan objek di kuadran ketiga terhadap bidang datar dan bidang samping dalam ruang tiga dimensi.

(2) Susunan Proyeksi Sudut Ketiga

Gambar proyeksi menurut proyeksi sudut ketiga akan tersusun seperti pada gambar. Gambar tampak samping (d) yang dilihat dari kanan terhadap gambar tampak depan (a) ditempatkan di sebelah kanan gambar tampak depan. Gambar tampak atas (b) yang dilihat dari atas terhadap gambar tampak depan ditempatkan diatas gambar tampak depan.

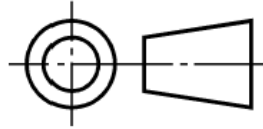


Gambar 7-1: Proyeksi Sudut Ketiga



(3) Penunjukan Metode Proyeksi Sudut Ketiga

Gambar dibawah ini adalah simbol metode proyeksi sudut ketiga. Untuk memperjelas bahwa gambar dibuat dengan proyeksi sudut ketiga, simbol proyeksi sudut ketiga dicantumkan di kolom judul atau di dekatnya.



Gambar 7-2: Simbol Metode Proyeksi Sudut Ketiga

2.2 Gambar Tampak Depan

Gambar proyeksi yang paling jelas menunjukkan bentuk dan fungsi objek disebut **gambar tampak depan (gambar proyeksi utama)**. Gambar tampak depan perakitan harus dibuat searah dengan arah penggunaan objek. Kemudian, gambar tampak depan komponen harus dibuat searah dengan arah penempatan objek pada proses pengerjaan utama.

Usahakan sedapat mungkin menghindari penggunaan garis tersembunyi. Oleh karena itu, gambar tampak depan harus dipilih sedemikian rupa garis tersembunyi dapat diminimalkan.

Jumlah gambar proyeksi yang digunakan untuk melengkapi gambar depan dibuat seminimal mungkin.

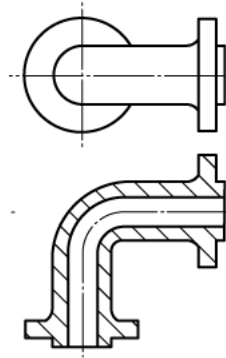
2.3 Gambar Penampang

Gambar yang dibuat dengan seolah memotong objek dan menghilangkan bagian diantara pengamat dan permukaan potongan disebut **gambar penampang**. Gambar penampang bermanfaat untuk menunjukkan dengan jelas bagian tersembunyi, seperti bagian diameter internal pada silinder.

Permukaan potongan biasanya diarsir.

Usahakan sedapat mungkin menghindari penggunaan garis tersembunyi. Oleh karena itu, jika ingin menunjukkan bagian tersembunyi, sedapat mungkin gunakan gambar penampang.

Contoh gambar penampang ditunjukkan pada gambar.



Gambar 7-3: Gambar Penampang



Soal Latihan 7-2

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Gambar teknik mesin di Jepang digambar menggunakan proyeksi sudut pertama.
- 2) () Saat membuat gambar penampang, seluruh komponen harus dipotong.



Penjelasan

- 1) Gambar teknik mesin di Jepang digambar menggunakan proyeksi sudut ketiga.

Jawaban: B

- 2) Yang mengganggu pemahaman atau tak ada gunanya jika dipotong tidak dijadikan gambar penampang.

Jawaban: B



3. Menyatakan Dimensi



3.1 Dasar-dasar Penunjukan Dimensi

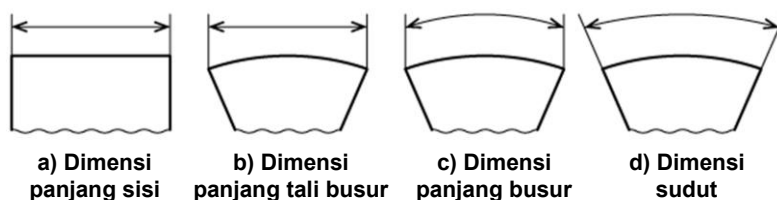
Pada gambar teknik harus ditunjukkan dimensi yang diperlukan dan mencukupi untuk fungsi dan pembuatan. Sedapat mungkin, dimensi ditunjukkan pada gambar tampak depan. Secara prinsip, dimensi yang digambar adalah dimensi akhir. Dimensi tidak boleh dinyatakan secara ganda.

3.2 Pencantuman Garis Dimensi

Garis untuk menyatakan dimensi disebut **garis dimensi**. Garis dimensi ditarik sejajar dengan arah pengukuran panjang atau sudut yang ditunjukkan pada gambar. Di kedua ujungnya diberi tanda ujung, misalnya anak panah.

Sedapat mungkin, garis dimensi digambar menggunakan **garis ekstensi dimensi**. Garis ekstensi dimensi ditarik tegak lurus terhadap garis dimensi, dari ujung dimensi yang ditunjukkan.

Panjang sisi, panjang tali busur, panjang busur, dan sudut masing-masing ditunjukkan pada gambar.



Gambar 7-4: Menggambar Garis Dimensi

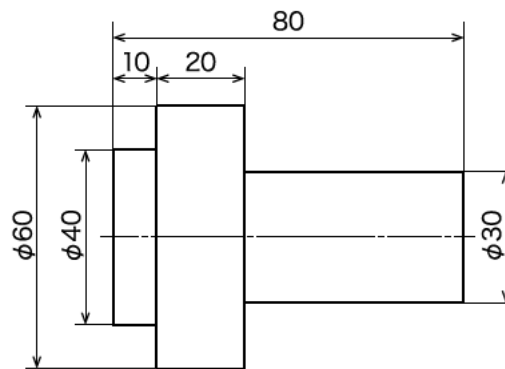
3.3 Pencantuman Nilai Dimensi

Satuan panjang biasanya dinyatakan dalam **milimeter**. Simbol satuan “mm” tidak perlu dicantumkan. Untuk sudut, dinyatakan dalam satuan **derajat** ($^{\circ}$). Untuk menyatakan angka desimal, dapat digunakan menit busur atau detik busur.

Nilai dimensi ditulis sedemikian rupa dapat dibaca dari arah tepi bawah atau tepi kanan gambar. Secara prinsip, ditulis kira-kira di tengah atas garis dimensi. Garis dimensi tidak boleh ditumpangkan pada garis lainnya.

Contoh ditunjukkan pada gambar.





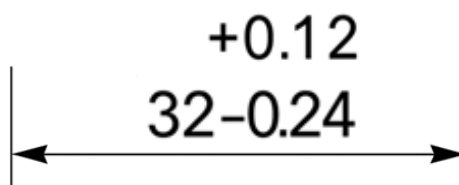
Gambar 7-5: Pencantuman Nilai Dimensi

3.4 Penulisan Toleransi

Jika dimensinya salah, mesin tidak akan berfungsi sebagaimana mestinya. Oleh karena itu, perlu ditunjukkan batas rentang dimensi yang diperbolehkan agar mesin berfungsi dengan benar. Rentang yang diperbolehkan disebut **toleransi**.

(1) Metode Numerik

Salah satu metode umum untuk menunjukkan rentang yang diperbolehkan adalah metode seperti pada gambar. Pada gambar, rentang yang diperbolehkan adalah dari 31,76 mm hingga 32,12 mm.



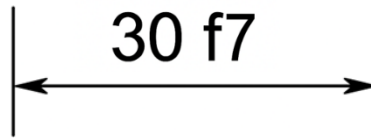
Gambar 7-6: Penulisan Toleransi

(2) Metode Simbol

Rentang yang diperbolehkan juga dapat dinyatakan menggunakan kelas toleransi seperti pada gambar. Pada gambar, "simbol toleransi dasar" adalah f, dan "nomor tingkat toleransi ukuran" adalah 7.

Metode ini disebut "metode kode ISO" (umumnya disebut "toleransi pasang"). Metode ini sering digunakan untuk kecocokan pasang, seperti saat lubang dan poros dipasangkan.





Gambar 7-7: Mencantumkan Toleransi dengan Kode ISO

"Simbol toleransi dasar" menggunakan huruf besar untuk lubang dan huruf kecil untuk poros. Semakin dekat huruf dengan A, semakin longgar, menunjukkan kecocokan pasang yang renggang. Sebaliknya, semakin dekat ke Z, semakin ketat, menunjukkan kecocokan pasang yang tidak mudah bergeser.

Kemudian, semakin kecil "nomor tingkat toleransi ukuran", semakin kecil toleransinya.



Soal Latihan 7-3

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Saat menyatakan dimensi, simbol mm harus dicantumkan.
- 2) () Jika "30h9" dan "30h6" dibandingkan, 30h6 memiliki toleransi yang lebih kecil.



Penjelasan

- 1) Dimensi dinyatakan dalam milimeter, tetapi simbol "mm" tak perlu dicantumkan.

Jawaban: B

- 2) Semakin kecil "nomor tingkat toleransi ukuran", semakin kecil toleransinya.

Jawaban: A



3.5 Simbol Bantu Dimensi



Pada tabel ditunjukkan simbol-simbol yang dapat ditambahkan sebelum nilai dimensi.

Tabel 7-2: Simbol Tambahan Dimensi

$\varnothing$	Diameter lingkaran, diameter busur yang melebihi 180°
S $\varnothing$	Diameter bola, diameter busur bola yang melebihi 180°
□	Panjang sisi bujur sangkar
R	Radius
CR	Radius kontrol
SR	Radius bola
⌒	Panjang busur
C	Chamfer 45°
∧	Chamfer kerucut
t	Ketebalan
⌊	Lubang dudukan (<i>counterbore</i>), lubang dudukan dalam (<i>deep counterbore</i>)
∇	Lubang tirus (<i>countersink</i>)
⌞	Kedalaman lubang

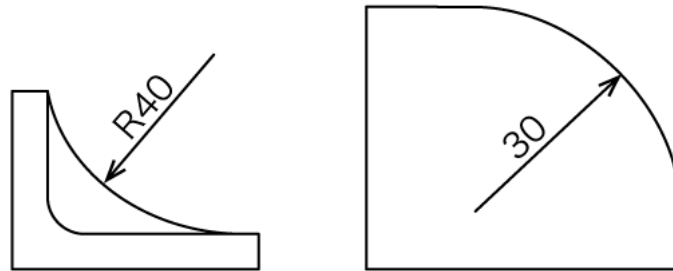


3.6 Pencantuman Dimensi Bagian Detail



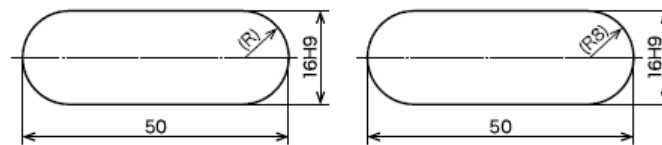
(1) Menyatakan Radius

Untuk radius, seperti ditunjukkan pada gambar, dituliskan simbol radius dan nilai dimensinya. Jika garis dimensi ditarik hingga ke tengah busur, simbol radius boleh dihilangkan.



Gambar 7-8: Menyatakan Radius

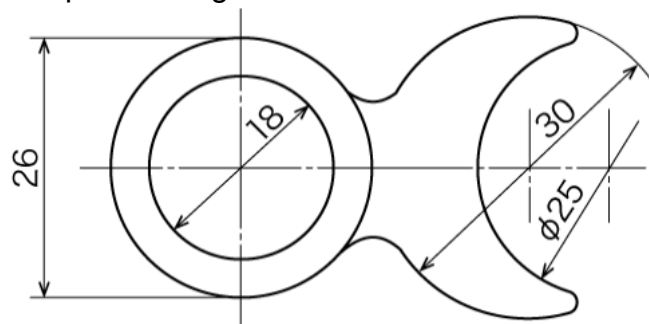
Jika radius dapat dihitung dari dimensi lain, seperti alur pasak pada gambar, maka dianggap sebagai dimensi referensi.



Gambar 7-9: Menyatakan Radius Alur Pasak dan Sejenisnya

(2) Menyatakan Diameter

Untuk menyatakan diameter, cantumkan simbol diameter beserta nilai dimensinya. Jika dari gambar sudah dapat diketahui bahwa yang ditunjukkan adalah diameter, misalnya ada tanda ujung di kedua ujung garis dimensi, maka simbol diameter dapat dihilangkan.



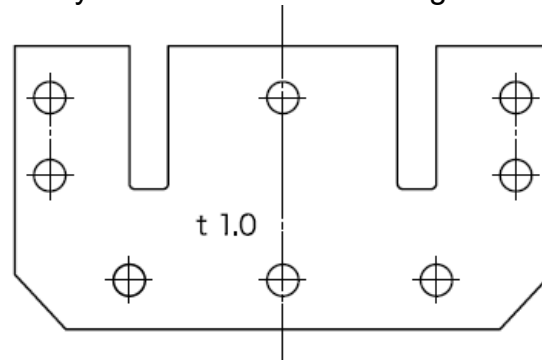
Gambar 7-10: Menyatakan Diameter





(3) Menyatakan Tebal Pelat

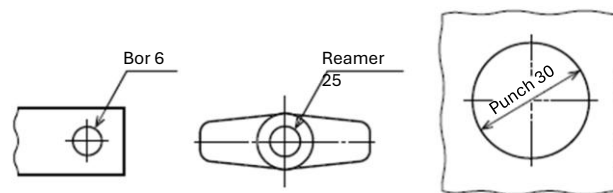
Untuk menyatakan tebal pelat, cantumkan simbol yang menunjukkan ketebalan beserta nilai dimensinya di dekat atau didalam gambar.



Gambar 7-11: Menyatakan Tebal Pelat

(4) Menyatakan Lubang

Jika perlu membedakan pengerjaan lubang, seperti lubang bor atau lubang hasil pengetukan, maka dimensi nominal alat dan metode pengerjaannya harus ditunjukkan. Untuk lubang tembus, kedalaman tak perlu dicantumkan.



Gambar 7-12: Menyatakan Lubang

3.7 Dimensi Referensi

Dimensi untuk tujuan referensi disebut **dimensi referensi**. Beri tanda kurung pada nilai dimensi.



Soal Latihan 7-4

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Simbol untuk radius adalah ϕ .
- 2) () Simbol untuk tebal pelat adalah ∇ .



Penjelasan

- 1) Simbol yang menyatakan radius adalah R. Diameter dinyatakan dengan simbol ϕ .

Jawaban: B

- 2) Simbol untuk tebal pelat adalah t. Simbol untuk kedalaman lubang adalah ∇ .

Jawaban: B





4. Penunjukan Gambar Lainnya

4.1 Toleransi Geometris

(1) Pengertian Toleransi Geometris

Pada bentuk geometri, ada penunjukan yang tidak dapat dinyatakan dengan dimensi maupun sudut. Misalnya, ketepatan bentuk garis lurus dan lingkaran, kesikuan dan kesejajaran, tingkat keselarasan sumbu, dan ketepatan posisi.

Untuk menunjukkan ketepatan bentuk seperti itu, digunakan **toleransi geometris**.

(2) Jenis-jenis Toleransi Geometris

Jenis-jenis toleransi geometris ditunjukkan pada tabel.

Tabel 7-3: Simbol Toleransi Geometris

Kelurusan	—
Kerataan	▱
Kebulatan	○
Kesilindrisan	⊘
Profil garis	⌒
Profil permukaan	⌒
Kesejajaran	//
Ketegaklurusan	⊥
Kemiringan	∠
Ketepatan posisi	⊕
Kekonsentrisan	⊙
Kekoaksialan	⊙
Kesimetrisan	≡
Simpangan keliling	↗
Simpangan total	↗↗



(3) Penunjukan Toleransi Geometris

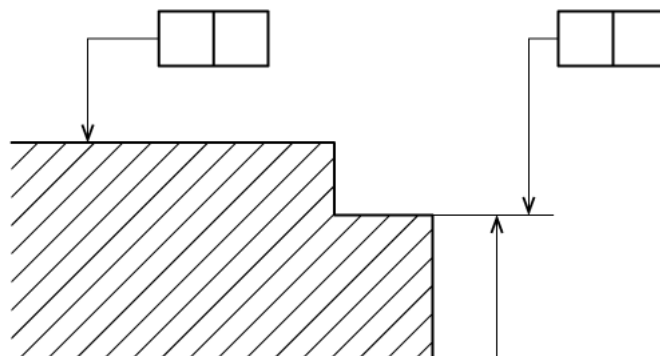


Penunjukan toleransi geometris dicantumkan didalam bingkai persegi panjang. Urutannya adalah simbol karakteristik geometris, nilai toleransi, kemudian datum (elemen yang menjadi acuan). Sebagai contoh, untuk menyatakan kesejajaran sebesar 0,1 mm terhadap datum A, gunakan simbol pada gambar.



Gambar 7-13: Penunjukan Toleransi Geometris

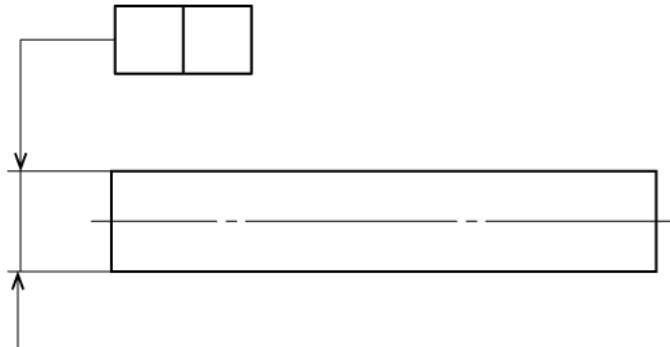
Saat menunjukkan toleransi geometris pada suatu permukaan, gunakan panah yang diarahkan ke garis kontur bentuk geometri atau ke perpanjangan garis kontur tersebut.



Gambar 7-14: Penunjukan Toleransi Geometris pada Permukaan



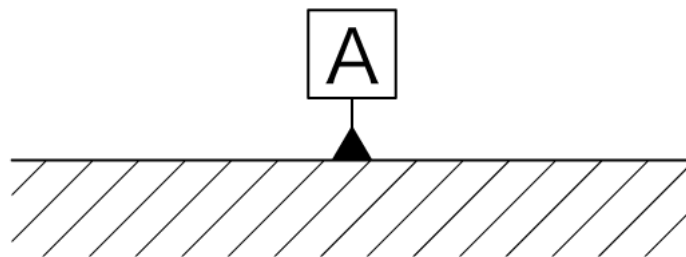
Saat menunjukkan toleransi geometris pada garis sumbu, gunakan panah yang diarahkan ke perpanjangan garis dimensi.



Gambar 7-15: Penunjukan Toleransi Geometris pada Garis Sumbu

(4) Datum

Datum adalah elemen acuan yang digunakan saat menyatakan toleransi. Penunjukan dilakukan dengan menggunakan simbol seperti pada gambar.



Gambar 7-16: Simbol Datum

Sama seperti toleransi geometris, jika permukaan dijadikan datum, penunjukannya dilakukan pada garis kontur atau pada perpanjangan garis kontur. Jika yang dijadikan datum adalah garis sumbu, penunjukan dilakukan pada perpanjangan garis dimensi.



4.2 Tekstur Permukaan



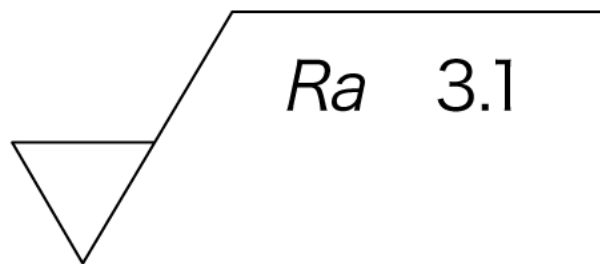
(1) Pengertian Tekstur Permukaan

Kehalusan permukaan juga berpengaruh terhadap kinerja mesin. Kehalusan permukaan disebut **tekstur permukaan**. Tekstur permukaan meliputi "**gelombang**", yaitu ketidakrataan dengan periode besar, dan "**kekasaran**", yaitu ketidakrataan dengan periode kecil.

Kekasaran dan tekstur permukaan secara umum disebut kekasaran permukaan.

(2) Penunjukan Tekstur Permukaan

Untuk tekstur permukaan, garis lurus ditambahkan ke simbol tekstur permukaan untuk mencantumkan "parameter tekstur permukaan" dan "nilai parameter", dsb. Sebagai contoh, pada gambar digunakan simbol proses pemesinan untuk penghilangan material, dengan "parameter tekstur permukaan" R_a dan "nilai parameter" yang menunjukkan syarat tekstur permukaan $R_a \leq 3,1 \mu\text{m}$.

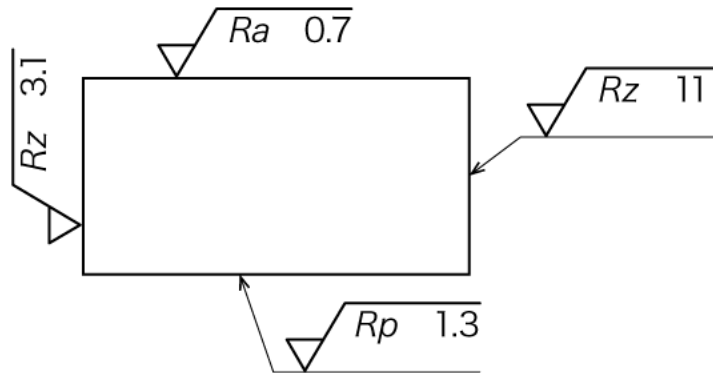


Gambar 7-17: Menyatakan Tekstur Permukaan

Parameter tekstur permukaan merupakan metode untuk mengubah ketidakrataan permukaan menjadi satu nilai. Parameter tekstur permukaan yang sering digunakan antara lain kekasaran rerata aritmetika R_a dan kekasaran ketinggian maksimum R_z .



Simbol dapat diberikan langsung pada garis kontur atau menggunakan garis pemandu, seperti pada gambar.

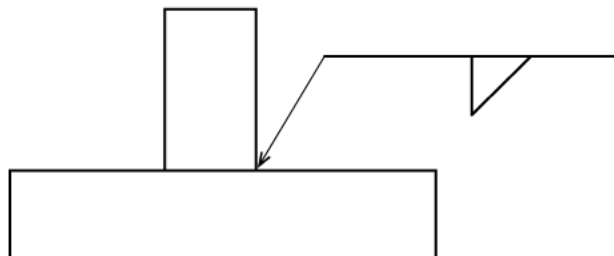


Gambar 7-18: Penunjukan Tekstur Permukaan

4.3 Pengelasan

(1) Penunjukan Pengelasan

Penunjukan pengelasan dilakukan dengan simbol pengelasan seperti pada gambar. Simbol pengelasan terdiri dari garis referensi dan simbol dasar. Dapat juga ditambahkan simbol tambahan, dimensi, atau petunjuk tambahan.



Gambar 7-19: Simbol Pengelasan





(2) Simbol Dasar

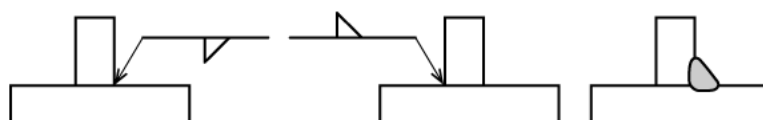
Ada berbagai simbol dasar yang sesuai jenis pengelasan. Contoh utamanya ditunjukkan pada tabel.

Gambar 7-4: Simbol Dasar

Las bevel I		
Las bevel V		
Las bevel tunggal		
Las filet		

(3) Posisi Pengelasan

Seperti pada gambar, posisi pengelasan secara prinsip harus sesuai arah panah. Jika pengelasan dilakukan pada sisi yang berlawanan dengan arah panah, simbol dasar diletakkan diatas garis referensi.



Gambar 7-20: Penunjukan Pengelasan ke Arah Berlawanan

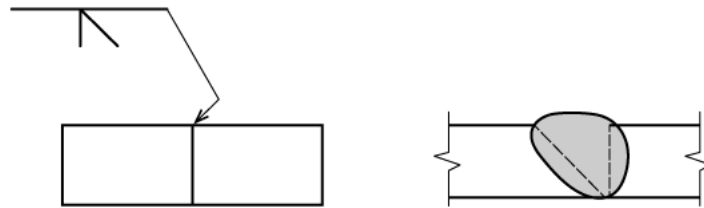




(4) Posisi Bevel

Dalam pengelasan, tepi benda kerja terkadang dibentuk dengan berbagai bentuk, kemudian logam las dialirkan ke celah yang terbentuk. Bentuk tepi bagian disebut bevel.

Untuk menunjukkan sisi yang diberi bevel, gunakan panah terlipat seperti pada gambar. Jika bagian yang diberi bevel sudah jelas, atau boleh di sisi manapun, maka panah boleh tidak dilipat.



Gambar 7-21: Penunjukan Arah Bevel



Soal Latihan 7-5

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Kerataan merupakan salah satu jenis toleransi geometris.
- 2) () Jika simbol dasar pengelasan diletakkan diatas garis referensi, maka pengelasan dilakukan pada sisi yang sama dengan anak panah.



Penjelasan

- 1) Kerataan merupakan salah satu jenis toleransi geometris.

Jawaban: A

- 2) Jika simbol dasar diletakkan diatas garis referensi, maka pengelasan dilakukan pada sisi yang berlawanan dengan anak panah.

Jawaban: B





Bab 8 Pengoperasian dan Pengelolaan Mesin

1. Dasar-dasar dan Praktik Keselamatan Kerja

1.1 Prinsip-prinsip Manajemen Keselamatan dan Kepatuhan hukum

(1) Mencegah Kecelakaan dan Bekerja dengan Aman

Untuk mencegah kecelakaan di tempat kerja serta bekerja dengan sehat dan aman, sangat penting untuk mematuhi seluruh peraturan perusahaan. Peraturan-peraturan tersebut dibuat berdasarkan pelajaran yang dipetik dari kecelakaan di masa lalu serta bertujuan untuk melindungi nyawa dan kesehatan pekerja.

(2) Regulasi Perlindungan Pekerja

Dalam aturan perundang-undangan di Jepang telah ditetapkan berbagai regulasi untuk melindungi keselamatan dan kesehatan pekerja. Misalnya, untuk mengoperasikan mesin khusus seperti forklift atau robot industri, personel wajib memiliki kualifikasi atau mengikuti pelatihan yang ditetapkan oleh pemerintah. Itu karena penggunaan mesin-mesin tersebut secara tidak benar dapat menyebabkan kecelakaan serius.

Selain itu, **saat bekerja di tempat tinggi (2 m atau lebih), berdasarkan ketentuan UU, wajib menggunakan alat penahan jatuh (tali pengaman atau sabuk pengaman) untuk melindungi nyawa jika terjatuh.** Untuk menghilangkan risiko jatuh, penting untuk selalu mengenakan alat penahan jatuh saat melakukan pekerjaan di ketinggian. Ada yang disebut pengikatan beban (*tamagake*), yaitu memasang dan melepaskan muatan pada kait crane. Untuk pengikatan beban ini pun, pekerja tidak boleh melakukan tanpa mengikuti pelatihan dan memperoleh kualifikasi.

Selain itu, perusahaan juga memiliki kewajiban untuk melindungi para pekerjanya. Saat bekerja di tempat panas, pekerja wajib dipastikan mendapat cukup cairan dan asupan garam agar tak mengalami serangan panas (heatstroke). Karena melalui revisi Peraturan K3 Jepang tahun 2020, aturan pencegahan serangan panas telah dibuat lebih jelas. Pihak pengusaha juga memiliki tanggungjawab, tak hanya menjaga lingkungan kerja yang aman, tetapi juga mengarahkan karyawan agar mengambil waktu istirahat dan mengonsumsi cukup cairan dengan cukup.



(3) Hukum Heinrich



Ada suatu konsep yang dikenal dengan Hukum Heinrich. Ini berarti bahwa di balik satu kecelakaan serius, terdapat 29 kecelakaan ringan dan 300 kejadian nyaris celaka (peristiwa yang menimbulkan rasa kaget dan nyaris terjadi kecelakaan).

Hukum ini menunjukkan bahwa mengabaikan bahaya kecil pada akhirnya dapat menyebabkan kecelakaan besar. Oleh karena itu, jika ada hal yang, sekecil apapun, sekiranya berbahaya, penting untuk segera melaporkan kepada atasan agar masalah bisa diatasi.



Soal Latihan 8-1

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Saat bekerja pada ketinggian 2 meter atau lebih, gunakan tali pengaman atau sabuk pengaman hanya pada saat angin kencang.
- 2) () Hukum Heinrich menyatakan bahwa jika kecelakaan kecil atau kejadian “nyaris celaka” sering terjadi, dapat mengarah terjadinya kecelakaan kerja yang serius.



Penjelasan

- 1) Pada pekerjaan di ketinggian, diwajibkan untuk selalu, bukan hanya saat angin kencang, menggunakan tali pengaman atau sabuk pengaman. Selain akibat angin kencang, musibah jatuh juga dapat terjadi karena faktor lain, seperti tergelincir jatuh, runtuhnya perancah, maupun kecerobohan. Untuk menghilangkan risiko jatuh, penting untuk selalu mengenakan alat penahan jatuh saat melakukan pekerjaan di ketinggian.

Jawaban: B

- 2) Jika kecelakaan kecil atau “kejadian hampir celaka” sering terjadi, pasti berujung pada terjadinya kecelakaan besar di suatu waktu. Hukum ini disebut Hukum Heinrich.

Jawaban: A



1.2 Pengoperasian Mesin dan Pencegahan Bahaya



(1) Menggunakan Mesin dengan Aman

Untuk menggunakan mesin dengan aman, perlu memahami dengan baik cara penggunaan yang benar serta berbagai potensi bahaya yang ada pada mesin tersebut. **Mesin atau peralatan yang tidak dikenal sama sekali tidak diperbolehkan disentuh atau dioperasikan tanpa izin.** Hal itu karena mesin dapat beroperasi secara tiba-tiba dan menyebabkan cedera yang tak terduga.

Sebelum mulai bekerja, selalu pastikan mesin berfungsi dengan baik. Jika ada kerusakan, perbaiki terlebih dahulu sebelum menggunakannya.

Selain itu, mesin yang menggunakan listrik secara langsung sebagai sumber tenaga wajib dihubungkan ke arde (pembumian) untuk mencegah sengatan listrik. Juga, jangan pernah menyentuh stopkontak atau sakelar listrik dengan tangan basah karena dapat menyebabkan sengatan listrik.

(2) Poin-poin Perhatian Setiap Mesin

Berikut hal-hal yang perlu diperhatikan secara khusus untuk setiap jenis mesin.

1) Mesin dan Peralatan Berputar

- **Mesin bor duduk:** Mata bor berputar dengan kecepatan tinggi. **Karena sarung tangan bisa tersangkut oleh mata bor dan menyebabkan cedera parah pada jari atau tangan, sarung tangan tidak boleh dipakai saat bekerja.**
- **Gerinda:** Jika pada "batu gerinda" ada retak atau cacat, batu gerinda dapat pecah dan terlempar dengan kecepatan tinggi saat digunakan. Sebelum digunakan, periksa secara visual, putar ringan tanpa kontak benda kerja, dan pastikan pemasangan batu gerinda sudah benar. Selain itu, bagian sisi batu gerinda relatif mudah rusak, dan jika digunakan menggerinda dari samping, ada risiko pecah.

2) Mesin dengan Serpihan Potong

- **Mesin bubut:** Serpihan tajam keluar dari mesin bubut, dan jika disentuh dengan tangan kosong dapat menyebabkan luka bakar atau cedera. **Pastikan mematikan mesin terlebih dahulu sebelum membersihkannya dengan sikat atau sapu.** Jangan menyentuh dengan tangan kosong.





3) Mesin Pengangkat Beban

- **Crane:** Saat mengangkat muatan berat, ada risiko kawat putus atau muatan terjatuh. Jangan pernah berada di bawah benda yang sedang diangkat. Semakin besar sudut kawat, semakin besar gaya yang bekerja pada kawat, sehingga semakin berbahaya.

4) Alat Pengencang Baut

- **Kunci impak:** Jika baut sulit masuk saat sedang dikencangkan, jangan memaksakan dengan memukul kepala baut dengan palu. Memukul dengan palu dapat menyebabkan ulir baut mengalami deformasi atau penyok. Jika itu terjadi, mur tidak dapat diputar, dan baut tidak dapat dikencangkan dengan baik, sehingga berisiko lepas saat digunakan dan menimbulkan cedera.

Pahami aturan-aturan tersebut beserta alasannya, dan gunakan mesin dengan aman.





Soal Latihan 8-2

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Sebelum bekerja, selalu perlu dilakukan pengecekan operasi mesin dan inspeksi peralatan.
- 2) () Mesin yang menggunakan listrik memerlukan arde (pembumian).
- 3) () Saat menggunakan bor duduk, perlu mengenakan sarung tangan karena mata bor tajam dan berbahaya.



Penjelasan

- 1) Pemeriksaan fungsi dan inspeksi peralatan selalu diperlukan untuk mendeteksi kerusakan atau kelainan mesin sejak dini guna mencegah kecelakaan tak terduga seperti sengatan listrik, cedera, atau kebakaran. Selain itu, hal tersebut juga mencegah terhentinya pekerjaan akibat kerusakan peralatan atau munculnya cacat pada produk, sehingga berdampak positif pada efisiensi dan mutu.

Jawaban: A

- 2) Untuk mencegah sengatan listrik atau kebakaran, mesin yang menggunakan listrik sebagai sumber tenaga secara langsung memerlukan arde (pembumian). Jika terjadi kebocoran listrik dari mesin (arus bocor), arde akan mengalirkan ke tanah dengan aman, sehingga mencegah sengatan listrik dan kerusakan peralatan.

Jawaban: A

- 3) Mata bor pada bor duduk berputar dengan kecepatan tinggi. Jika sarung tangan tersangkut mata bor, ada risiko cedera parah seperti luka sayat pada jari atau tangan. Oleh karena itu, sarung tangan tak boleh digunakan.

Jawaban: B



1.3 Penggunaan APD dan Respon Kondisi Abnormal



(1) Pengertian APD (Alat Pelindung Diri)

Untuk mencegah cedera saat bekerja, diwajibkan menggunakan secara benar alat pelindung yang sesuai dengan jenis pekerjaan.

Kacamata pelindung	Mencegah serpihan potong, minyak, debu amplas dan sejenisnya masuk ke mata. Untuk pekerjaan pemotongan dengan gas, diperlukan kacamata lensa gelap .
Sepatu keselamatan	Melindungi kaki dari benda jatuh dan rintangan pada kaki.
Sarung tangan	Digunakan untuk melindungi tangan, kecuali pada pekerjaan yang berbahaya. Akan tetapi, mutlak dilarang digunakan untuk pekerjaan dengan mesin berputar, seperti bor duduk.
Pakaian kerja lengan panjang	Mengurangi bagian tubuh yang terbuka serta melindungi tubuh dari luka bakar dan luka sayat.
Masker debu	Menyaring partikel halus seperti debu, tetapi tidak melindungi terhadap gas berbahaya. Untuk gas berbahaya, diperlukan masker gas khusus.



Gambar 8-1: Contoh Pakaian dan APD untuk Pekerjaan Pemotongan dengan Gas



(2) Respon Kondisi Abnormal



Jika saat bekerja disadari adanya sesuatu yang tidak biasa (suara aneh, bau, getaran atau gejala lainnya), segera hentikan mesin, lapor ke atasan, dan ikuti petunjuk yang diberikan.

Jika terjadi kebakaran, gunakan metode pemadaman api yang sesuai dengan jenisnya. Kebakaran umumnya diklasifikasikan menjadi 3 jenis berdasarkan jenis bahan yang terbakar.

kebakaran umum (kebakaran tipe A)	Kebakaran yang melibatkan kayu, kertas, kain, dsb dapat dipadamkan dengan menyiram air untuk mendinginkannya.
kebakaran minyak (kebakaran tipe B)	Kebakaran yang melibatkan bensin atau minyak goreng dapat menyebar jika disiram air. Gunakan alat pemadam api jenis busa atau serbuk untuk memutus pasokan oksigen.
kebakaran listrik (kebakaran tipe C)	Kebakaran akibat stopkontak atau kabel listrik dan berisiko tersengat listrik, sehingga tidak boleh disiram air. Pastikan mematikan sumber listrik dan gunakan alat pemadam api jenis serbuk atau karbon dioksida.



Soal Latihan 8-3

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

() Masker debu dapat melindungi terhadap gas berbahaya.



Penjelasan

Masker debu menyaring partikel seperti debu, tetapi gas tetap bisa lolos, sehingga tidak melindungi terhadap gas berbahaya. Untuk gas berbahaya, diperlukan masker gas khusus.

Jawaban: B



2. Pemeliharaan dan Perbaikan Lingkungan Kerja



2.1 Penerapan 5S Secara Menyeluruh

(1) Pengertian 5S

Di banyak pabrik Jepang, kegiatan 5S dilakukan untuk meningkatkan keselamatan kerja dan efisiensi di tempat kerja. "Seiri", "seiton", "seiso", "seiketsu" dan "shitsuke" disebut 5S dengan mengambil huruf pertama masing-masing dalam bahasa Jepang, dan merupakan aturan bersama yang harus dipatuhi semua orang.

Seiri	Menyingkirkan barang yang tak diperlukan dari tempat kerja. Jika ada barang yang tak diperlukan, dapat mengganggu pekerjaan atau menyebabkan seseorang tersandung dan terjatuh.
Seiton	Menempatkan barang yang diperlukan dengan rapi di tempat yang ditentukan. Dengan mengetahui dimana barang berada, mencarinya tidak sulit sehingga pekerjaan menjadi lebih cepat. Selain itu, kecelakaan akibat barang-barang berserakan juga dapat dicegah.
Seiso	Membersihkan tempat kerja dan mesin. Dengan dibersihkan, dapat lebih cepat menyadari adanya masalah-masalah kecil, seperti kebocoran oli atau kelainan pada mesin.
Seiketsu	Seiketsu berarti menjaga hasil dari seiri, seiton, dan seiso agar selalu dalam kondisi baik.
Shitsuke	Menjadikan "5S" sebagai kebiasaan bagi semua orang.

"seiri", "seiton", "seiso" dan "seiketsu" tanpa "shitsuke" disebut 4S.

Kegiatan 5S bukan selesai hanya dengan sekali dilakukan, tetapi harus terus dilakukan setiap hari agar tempat kerja menjadi aman dan nyaman, serta berkontribusi pada terciptanya produk yang berkualitas.





Soal Latihan 8-4

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

() Dasar dalam bekerja adalah 5S, yaitu seiri, seiton, seiketsu, sekinin dan shitsuke.



Penjelasan

Dasar dalam bekerja adalah 5S, yaitu "seiri", "seiton", "seiso", "seiketsu" dan "shitsuke". "Seiri", "seiton", "seiso" dan "seiketsu" saja terkadang disebut 4S, tetapi 4S juga tidak mencakup "sekinin" (tanggung jawab).

Jawaban: B



2.2 Penetapan dan Pelaksanaan Prosedur Kerja



(1) Prosedur Pekerjaan

Untuk menjaga kualitas produk tetap konsisten dan memastikan keselamatan kerja, penting untuk menetapkan metode pekerjaan secara jelas serta memastikan semua orang melaksanakan sesuai metode tersebut.

(2) Pengertian Dokumen Prosedur Kerja

Setelah ditetapkan, prosedur kemudian didokumentasikan sebagai dokumen prosedur kerja.

Dokumen prosedur kerja menguraikan secara rinci siapa melakukan apa, kapan dan bagaimana. Agar pekerjaan dilakukan sesuai dokumen prosedur kerja, **dokumen tersebut harus mudah diakses dan dibaca semua orang.**

Dokumen prosedur kerja juga digunakan saat mengajarkan pekerjaan ke orang baru, serta berfungsi menjaga agar tingkat keterampilan semua orang sama.

Meski sudah berpengalaman dan terbiasa dengan suatu pekerjaan, tetap harus bekerja sesuai dokumen prosedur kerja. Itu karena jika setiap orang melakukan dengan cara berbeda, mutu produk bisa menjadi tidak konsisten dan dapat berakibat kecelakaan yang tak terduga.

(3) Perubahan Dokumen Prosedur Kerja

Sekalipun **ditemukan cara yang lebih baik, jangan sembarang mengubah prosedur kerja tanpa ijin.** Itu karena perubahan dapat berdampak buruk pada mutu secara keseluruhan, serta terhadap keselamatan kerja. Perubahan isi dokumen prosedur kerja harus dilakukan secara resmi sesuai prosedur yang ditetapkan perusahaan.





Soal Latihan 8-5

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Dokumen prosedur kerja harus ditempatkan agar dapat segera dibaca.
- 2) () Jika ditemukan cara yang lebih baik, lakukan pekerjaan sesuai ide baru tersebut.



Penjelasan

- 1) Dengan memastikan dokumen prosedur kerja mudah diakses dan dibaca, semua orang akan dapat memeriksanya sambil melakukan pekerjaan.

Jawaban: A

- 2) Sekalipun ditemukan cara yang lebih baik, jangan sembarang mengubah prosedur kerja tanpa ijin. Prosedur kerja berubah setelah dokumen prosedur kerja direvisi melalui prosedur yang benar.

Jawaban: B



2.3 Inspeksi Berkala dan Inspeksi Harian



(1) Pemeliharaan Preventif

Jika peralatan atau mesin mengalami kerusakan, dapat menyebabkan masalah serius, seperti terhentinya produksi. Untuk mencegah hal itu, digunakan pendekatan “pemeliharaan preventif”, yaitu melakukan inspeksi berkala sebelum mesin mengalami kerusakan.

(2) Pengertian Inspeksi Berkala

Inspeksi berkala adalah inspeksi secara detail terhadap seluruh mesin berdasarkan rencana yang dibuat sebelumnya. Dilakukan untuk menemukan masalah yang tak dapat ditemukan melalui inspeksi harian serta untuk mencegah terjadinya kerusakan sebelum terjadi.

Hal yang sama berlaku untuk alat ukur. Meski alat ukur sudah benar saat dibeli, nilainya bisa sedikit bergeser seiring pemakaian, sehingga perlu dikalibrasi berkala (d disesuaikan ke nilai yang benar).

(3) Pengertian Inspeksi Harian

Inspeksi yang dilakukan setiap hari sebelum mulai bekerja, dimana pekerja sendiri memeriksa kondisi mesin secara visual. Dengan demikian, kelainan kecil dapat diketahui lebih awal dan dicegah agar tidak berkembang menjadi masalah besar. Jika inspeksi diabaikan hanya karena sibuk, maka perlu diwaspadai karena dapat berujung pada masalah besar atau kecelakaan di kemudian hari.





Soal Latihan 8-6

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Karena sibuk, inspeksi harian peralatan terlewatkan.
- 2) () Jika peralatan atau mesin mengalami kerusakan, pekerjaan dapat terhenti atau bahkan dapat berakibat kecelakaan besar, oleh karena itu pemeliharaan preventif perlu dilakukan.



Penjelasan

- 1) Meskipun dalam kondisi sibuk, inspeksi harian tetap penting. Jika inspeksi diabaikan hanya karena sibuk, dapat berujung pada masalah besar atau kecelakaan di kemudian hari.

Jawaban: B

- 2) Pemeliharaan preventif peralatan adalah kegiatan seperti inspeksi harian dan inspeksi berkala guna mencegah kerusakan peralatan atau kecelakaan besar.

Jawaban: A





3. Prinsip dan Teknik Pengendalian Mutu

3.1 Konsep Pengendalian Mutu dan Pendekatan Organisasi

(1) Pengertian Pengendalian Mutu

Pengendalian mutu bukan sekadar membuat produk yang baik. Merupakan upaya menyeluruh perusahaan untuk menghasilkan produk yang benar-benar diinginkan pelanggan. Mutu yang menurut kita sebagai pembuat produk sudah “cukup baik” saja tidaklah memadai. **Yang penting adalah berupaya mewujudkan mutu produk yang membuat pelanggan sebagai pengguna merasa puas dan berkata, “Ini benar-benar produk bagus. Saya puas telah membelinya”.**

Pengendalian mutu dilakukan pada setiap tahap pembuatan produk dengan mematuhi standar dan aturan yang telah ditetapkan, sehingga mutu produk dan kepercayaan pelanggan selalu terjaga.

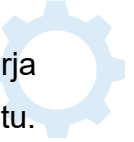
(2) Menjalankan Pengendalian Mutu

Agar pengendalian mutu berhasil, bukan hanya satu dept yang harus berusaha, tetapi semua orang yang terlibat dalam pembuatan produk perlu bekerja sama dan turut berperan. Pada seluruh proses, mulai dari desain, pengadaan bahan, produksi, inspeksi hingga pengiriman, jika semua orang menjalankan pekerjaan dengan konsep yang sama, mutu produk akan stabil dan kemungkinan masalah terjadi juga lebih kecil.

Untuk terus menghasilkan produk yang baik dan semakin meningkatkan mutu produk, penting untuk terus berulang-ulang menjalankan **siklus PDCA**.

P (Plan: Rencana)	Menentukan target seperti produk apa yang akan dibuat, dan membuat rencana konkret tentang bagaimana untuk mencapai target.
D (Do: Eksekusi)	Mengimplementasi rencana dalam pekerjaan aktual dan membuat produk.
C (Check: Verifikasi)	Menilai apakah produk yang dibuat sesuai dengan rencana dan apakah ada masalah. Pada tahap ini, penting untuk mengambil data dan melakukan evaluasi secara objektif.
A (Act: Perbaikan)	Memperbaiki masalah yang ditemukan dalam evaluasi dan memanfaatkannya untuk rencana berikutnya.





Selain itu, **kegiatan Lingkaran QC**, yaitu kegiatan untuk memperbaiki cara kerja melalui diskusi bersama, juga sangat membantu dalam meningkatkan mutu. Dalam kegiatan ini, pekerja di lapangan berkumpul dan membentuk tim kecil untuk mendiskusikan bagaimana mutu dan efisiensi pekerjaan dapat ditingkatkan, dan melaksanakan upaya tersebut.



Soal Latihan 8-7

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Pengendalian mutu sebaiknya dijalankan secara menyeluruh di perusahaan.
- 2) () Untuk menghasilkan produk yang membuat pelanggan merasa puas, penting untuk terus menjalankan siklus PDCA.



Penjelasan

- 1) Untuk menjalankan pengendalian mutu dengan baik, penting untuk melakukan bersama-sama dengan semua orang yang terlibat dalam pembuatan produk.

Jawaban: A

- 2) Untuk mempertahankan dan meningkatkan mutu serta membuat pelanggan puas, penting untuk berulang-ulang menjalankan siklus PDCA dan terus meningkatkan mutu.

Jawaban: A





Bab 9 Bahan Logam dan Pengolahan Logam

1. Sifat dan Karakteristik Bahan Logam

1.1 Sifat Fisik Dasar Logam

(1) Sifat Logam

Logam merupakan bahan penting yang digunakan dalam banyak produk disekitar kita. Logam memiliki banyak sifat khusus yang tak dimiliki bahan lain. Memahami sifat-sifat tersebut sangat penting untuk memproses logam secara aman dan efisien.

Sifat dasar logam, disebut juga sifat fisik, antara lain berat, warna, kemampuan menghantarkan listrik, dan kemampuan menghantarkan panas.

(2) Sifat Spesifik Logam

Sifat fisik yang spesifik pada logam mencakup berikut ini:

- **Kilap:** Banyak logam memiliki “kilap”, yaitu permukaan yang tampak berkilau. Itu karena permukaan logam memantulkan cahaya. Sebagai contoh, aluminium atau baja tahan karat yang masih baru akan tampak berkilau indah. Namun kilauan akan hilang jika logam bereaksi dengan air (yang terdiri dari oksigen dan hidrogen), membentuk “karat”. Baja tahan karat (stainles) adalah logam yang dirancang agar tidak berkarat.
- **Berat:** Dibandingkan dengan bahan lain (seperti plastik atau kayu), logam pada umumnya jauh lebih berat. Itu karena atom-atom yang membentuk logam tersusun sangat rapat.
- **Densitas:** Ukuran yang menunjukkan massa per satuan volume. Densitas besi ($7,87 \text{ g/cm}^3$) jauh lebih besar, misalnya, dibanding aluminium ($2,70 \text{ g/cm}^3$), sehingga dengan volume yang sama, besi lebih berat. Perbedaan ini secara signifikan mempengaruhi penggunaan material tersebut.





- **Konduktivitas termal: Sifat seberapa efisien suatu material menghantarkan panas.** Umumnya logam memiliki konduktivitas termal yang tinggi karena elektron bebas dalam struktur kristalnya dapat cepat menghantarkan energi panas. Sebagai contoh, tembaga dikenal memiliki konduktivitas termal yang lebih tinggi dari aluminium. Karena konduktivitas termal tembaga lebih baik dari aluminium itulah yang menjadi alasan mengapa tembaga banyak digunakan untuk pelat pelepas panas (heat sink), penukar panas, dan peralatan masak (seperti panci dan wajan). Ada pula logam yang sulit menghantarkan panas, misalnya baja tahan karat yang memiliki konduktivitas termal rendah sehingga digunakan pada termos, komponen di lingkungan bersuhu tinggi, serta sebagai bahan isolasi panas.
- **Konduktivitas Listrik: Sifat seberapa mudah suatu material menghantarkan listrik.** Sebagai salah satu sifat dasar, logam memiliki konduktivitas listrik yang tinggi. Logam dengan daya hantar listrik tertinggi adalah perak, namun karena mahal, tembaga yang relatif lebih murah banyak digunakan untuk kabel listrik dan pengkabelan pada perangkat elektronik.
- **Titik lebur: Suhu dimana terjadi perubahan dari padat ke cair,** yang nilainya sangat bervariasi tergantung jenis logam. Jika logam terpapar suhu diatas titik leburnya, strukturnya akan berubah, dan akibatnya, sifat mekaniknya juga berubah.

Logam dengan titik lebur tinggi cocok digunakan di lingkungan bersuhu tinggi. Misalnya, tungsten memiliki titik lebur tertinggi di antara semua logam (3.422°C) dan digunakan untuk filamen bola lampu dan komponen tungku bersuhu tinggi. Sebaliknya, sebagai campuran timbal (327°C) dan timah (231°C), solder memiliki titik lebur rendah, dan digunakan untuk penyambungan suhu rendah, seperti pada proses penyolderan.





Latihan Soal 9-1

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) Salah satu sifat logam adalah memiliki kilap.
- 2) Jika dibandingkan dengan besi, aluminium memiliki densitas lebih tinggi.
- 3) Tembaga memiliki konduktivitas termal yang lebih rendah dari aluminium.
- 4) Salah satu logam dengan titik lebur tinggi adalah timah.



Penjelasan

- 1) Logam memiliki kilau yang mengkilap. Merupakan salah satu sifat logam.

Jawaban: A

- 2) Besi memiliki densitas lebih besar dari aluminium.

Jawaban: B

- 3) Tembaga memiliki konduktivitas termal lebih tinggi dari aluminium. Konduktivitas termal tembaga lebih tinggi dari aluminium atau besi, sehingga sering digunakan pada barang yang perlu menghantarkan atau menghilangkan panas dengan cepat, seperti peralatan masak dan heat sink (komponen pelepas panas pada perangkat elektronik).

Jawaban: B

- 4) Timah adalah logam dengan titik lebur yang relatif rendah.

Jawaban: B



1.2 Sifat Mekanik dan Evaluasinya



(1) Sifat Mekanik Logam

Sifat mekanik bahan logam penting untuk mengevaluasi perilaku bahan saat dikenai gaya eksternal. Berikut beberapa sifat spesifiknya:

- **Elastisitas:** Sifat mekanik dimana deformasi pada material saat diberi gaya akan kembali ke bentuk semula saat gaya dilepas.
- **Plastisitas:** Sifat dimana material terdeformasi saat diberi gaya namun tak kembali ke bentuk semula meski gaya dilepas, dan tetap pada bentuk hasil deformasi. Dalam pembengkokan pelat baja yang merupakan salah satu proses pembentukan plastis, semakin besar radius tekuk semakin kecil kemungkinan terjadi retak.
- **Kekerasan:** Sifat mekanik yang menunjukkan seberapa besar permukaan material tahan terhadap goresan atau deformasi akibat gaya eksternal.

(2) Metode Pengujian untuk Evaluasi

Berbagai jenis pengujian dilakukan untuk mengukur sifat-sifat mekanik tersebut secara akurat.

- **Uji kekerasan:** Pengujian untuk mengukur kekerasan material. Kekerasan dievaluasi dengan menekan jarum intan kecil, dsb ke permukaan material, dan dinilai berdasarkan ukuran cekungan yang terbentuk. Metode pengujian yang umum digunakan antara lain **uji kekerasan Rockwell** dan **uji kekerasan Vickers**.
- **Uji tarik:** Pengujian dengan menarik material untuk mengetahui besarnya gaya yang menyebabkan material putus. Melalui pengujian ini, kekuatan dan keuletan material dapat dievaluasi. Angka “330” pada baja canai konstruksi struktur umum “SS330” menunjukkan kuat tarik yang diukur pada uji ini 330 N/mm² atau lebih.
- **Uji impak:** Pengujian dengan memukul material menggunakan alat seperti palu untuk mengetahui energi impak yang dapat ditahan oleh material. Melalui uji ini, ketangguhan material dapat dievaluasi.





Soal Latihan 9-2

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Saat melakukan pembengkokan pelat baja, semakin kecil radius tekuk, semakin mudah retak.
- 2) () Sifat dimana deformasi pada material saat diberi gaya akan kembali ke bentuk semula saat gaya dilepas disebut elastisitas.
- 3) () Uji impak pada bahan logam adalah pengujian untuk mengetahui kekerasan bahan.



Penjelasan

- 1) Semakin kecil radius tekuk, semakin besar gaya terkonsentrasi pada bagian material yang dibengkokkan.

Jawaban: A

- 2) Sifat dimana deformasi pada material saat diberi gaya akan kembali ke bentuk semula saat gaya dilepas adalah elastisitas.

Jawaban: A

- 3) Uji impak pada bahan logam adalah pengujian untuk mengetahui “ketangguhan (ketahanan ulet)” material.

Jawaban: B



1.3 Struktur Material dan Perlakuan Panas



(1) Struktur Material

Pada logam, struktur material dapat berubah melalui pemrosesan dan perlakuan panas, dan perubahan ini diikuti oleh perubahan sifatnya. Misalnya pada pengelasan, panas pengelasan tak hanya melelehkan bagian yang dilas, tetapi juga mengubah struktur sekitarnya. Disebut “zona terdampak panas pengelasan” dan penting dalam menilai kekuatan sambungan las.

Serat tempa yang terbentuk pada proses penempaan merupakan faktor penting dalam menilai nilai impak. Pada material yang memiliki serat tempa, untuk memperoleh nilai impak (ketangguhan) yang tinggi, material perlu dikerjakan dan ditempatkan sedemikian rupa arah impak yang diterima sejajar (searah) dengan serat tempa.

(2) Perlakuan Panas

Teknik untuk mengubah sifat logam dengan cara memanaskan dan/atau mendinginkannya. Melalui perlakuan panas, kekerasan dan ketangguhan logam dapat ditingkatkan, serta kemudahan pemrosesan juga dapat ditingkatkan. Metode perlakuan panas utama adalah sebagai berikut:

- **Pengerasan:** Proses pemanasan logam hingga suhu tinggi diikuti dengan pendinginan cepat menggunakan air, minyak, atau media lain, sehingga menjadi sangat keras. Proses ini sering digunakan pada pembuatan mata pisau dan perkakas kerja.
- **Penemperan:** Proses pemanasan kembali logam yang menjadi terlalu keras akibat pengerasan, pada suhu yang lebih rendah, untuk memulihkan ketangguhan. Kondisi yang keras dan rapuh dibuat sedikit lebih lunak agar menjadi lebih tangguh.
- **Penganilan:** Proses pemanasan logam hingga suhu tinggi diikuti dengan pendinginan lambat, untuk melunakkan material agar lebih mudah diproses dan struktur mikro lebih stabil.
- **Pengerasan permukaan:** Proses yang hanya untuk mengeraskan permukaan material. Dengan cara ini, bagian dalam tetap tangguh, sementara kekerasan permukaan ditingkatkan sehingga lebih tahan gores.





Soal Latihan 9-3

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Zona terdampak panas pengelasan adalah bagian logam yang struktur materialnya berubah akibat panas pengelasan.
- 2) () Penganilan adalah proses untuk mengeraskan.



Penjelasan

- 1) Zona pengaruh panas pengelasan adalah bagian logam yang struktur materialnya berubah akibat panas pengelasan.

Jawaban: A

- 2) Penganilan adalah pemanasan logam hingga suhu tinggi diikuti dengan pendinginan lambat, untuk melunakkan material agar lebih mudah diproses dan struktur mikro lebih stabil.

Jawaban: B



2. Teknik dan Proses Pemесinan Logam

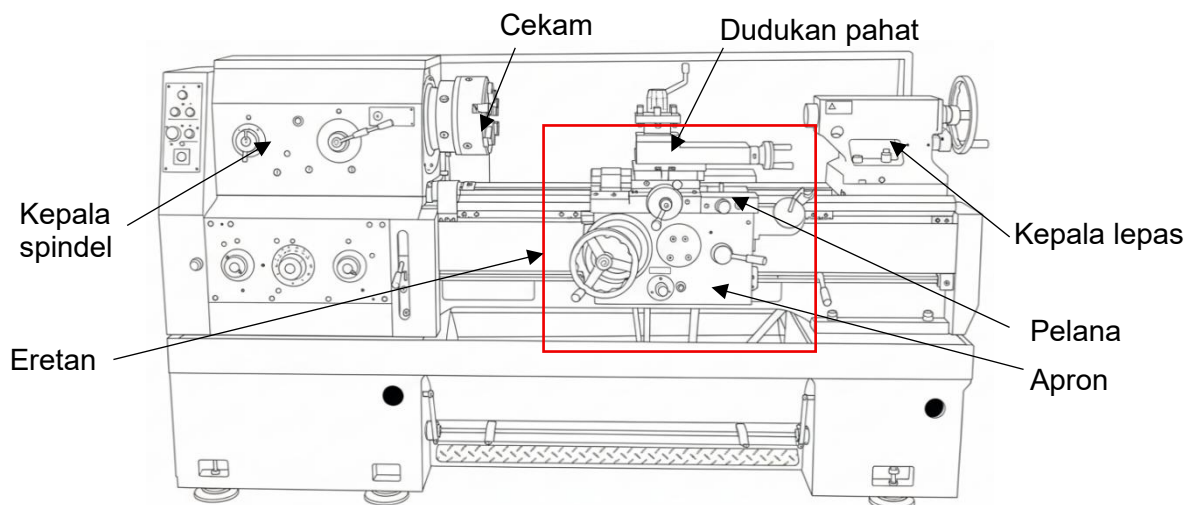


2.1 Proses Pemесinan

Pemesinan adalah metode pengerjaan menggunakan alat potong untuk mengikis material logam sedikit demi sedikit hingga menjadi bentuk yang diinginkan. Seperti seorang pemahat yang mengukir kayu untuk membentuknya, logam diukir dengan alat potong. Dalam metode pemесinan, berbagai jenis mesin digunakan, seperti mesin bubut, mesin frais dan bor duduk.

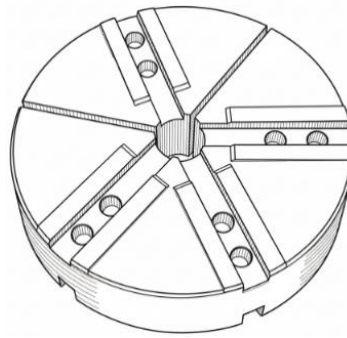
(1) Mesin Bubut

Material diputar, dan alat potong diarahkan untuk mengikis material. Cocok untuk membuat produk berbentuk batang bulat atau cakram. Pada mesin bubut, ada "rahang" yang lunak dan dipasang pada cekam (penjepit benda kerja). Ini disebut "rahang lunak". Kadang, rahang lunak dipasang pada cekam, kemudian benda kerja dijepit dan diputar. Setelah itu, rahang dibentuk dengan pahat agar sesuai dengan bentuk benda kerja.



Gambar 9-1: Mesin Bubut Serbaguna

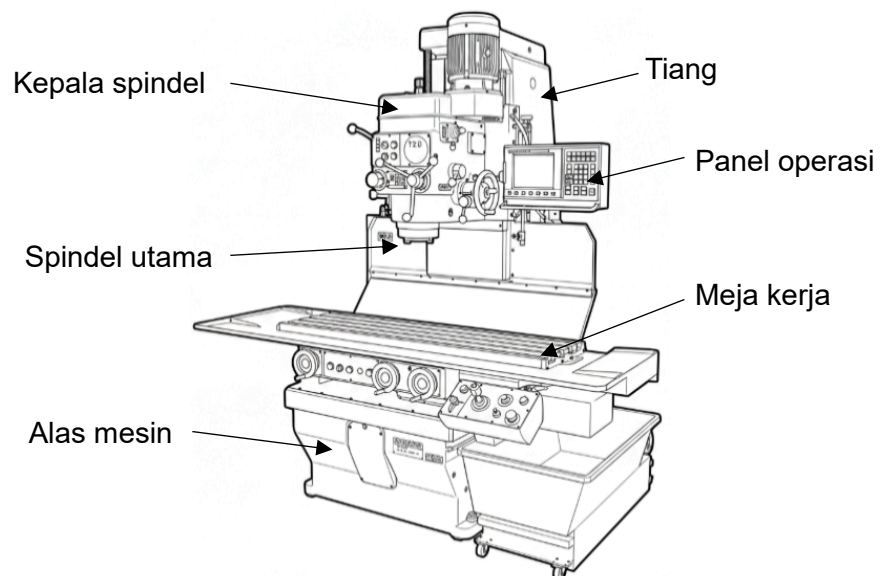




Gambar 9-2: Kondisi Rahang Lunak Terpasang di Cekam

(2) Mesin Frais

Alat potong diputar, dan material dikikis sambil digerakkan. Cocok untuk membuat permukaan datar, alur dan bentuk yang kompleks.

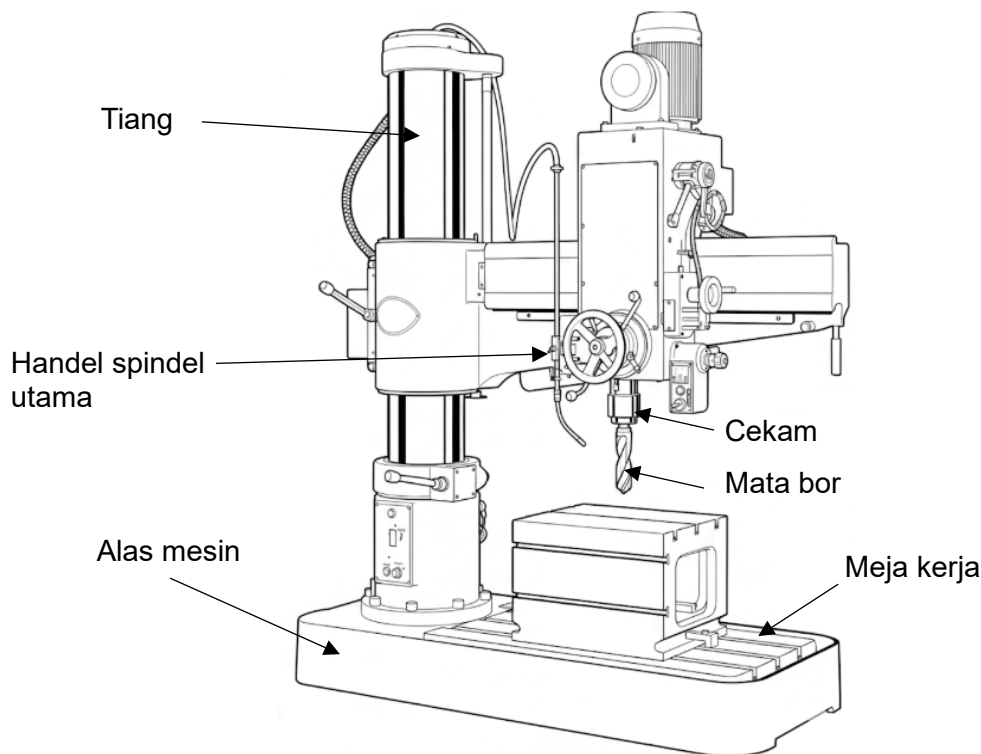


Gambar 9-3: Mesin Frais (Mesin Frais Vertikal Tipe Alas)



(3) Bor Duduk

Digunakan untuk memutar mata bor dan membuat lubang pada bahan.



Gambar 9-4: Bor Duduk NC

(4) Pusat Pemесinan

Mesin perkakas yang dilengkapi fungsi penggantian pahat potong secara otomatis.

- **Pusat pemесinan vertikal:** Spindel arahnya vertikal, cocok untuk memproses permukaan atas benda kerja diatas alas mesin.
- **Pusat pemесinan horizontal:** Biasanya dilengkapi dengan meja putar (meja indeks), sehingga memungkinkan pemrosesan 4 sisi benda kerja (permukaan atas dan 3 sisi samping) tanpa harus memindahkan atau memutar benda kerja.

Pada proses pemесinan, karena pahat dan benda kerja bergesekan pada kecepatan tinggi, selain terbentuk **serbuk potong**, juga dihasilkan panas. Untuk meredam panas ini dan mencegah keausan pahat, digunakan minyak potong atau cairan pendingin. Fungsinya tak hanya mencegah alat dari panas berlebih selama operasi, tetapi juga membantu membersihkan serpihan potong.

2.2 Proses Penggerindaan dan Pemolesan



Proses penggerindaan dan pemolesan adalah metode untuk membuat permukaan produk halus dengan menggunakan batu gerinda atau bubuk khusus. Proses ini dilakukan saat dibutuhkan presisi tinggi atau permukaan yang halus dan indah, yang sulit dicapai dengan pemesinan biasa.

- **Penggerindaan:** Batu gerinda yang diputar dengan kecepatan tinggi secara bertahap mengikis permukaan benda kerja. Proses ini sering digunakan untuk mengikis material yang keras atau saat diperlukan akurasi dimensi yang tinggi. Misalnya, pada komponen presisi pada mesin mobil biasanya dilakukan penyelesaian akhir menggunakan proses penggerindaan.
- **Pemolesan:** Proses ini menggunakan bahan abrasif (partikel halus berbentuk pasta) untuk memoles permukaan produk, sehingga menghasilkan permukaan yang mengkilap seperti cermin. Proses pemolesan tak hanya bertujuan untuk memperindah tampilan, tetapi juga untuk mengurangi gesekan.

2.3 Pengelasan, Pengecoran Logam dan Pengolahan Plastik

Pengelasan, pengecoran, dan pengolahan plastik adalah teknik penting untuk memproses logam menjadi bentuk yang diinginkan. Berbeda dengan pemesinan yang mengikis benda, pada pengolahan plastik bentuk logam diubah dengan memanfaatkan sifat alaminya.

(1) Pengelasan

Pengelasan adalah teknik yang menggunakan panas dan tekanan untuk melelehkan dan menyambungkan beberapa komponen logam. Teknik ini menciptakan ikatan yang lebih kuat dibanding menggunakan lem atau sekrup. Pengelasan banyak digunakan pada produk yang menuntut kekuatan tinggi, seperti mobil, kapal, jembatan, serta kerangka bangunan.

Jenis pengelasan: Salah satu metode pengelasan yang umum adalah pengelasan busur listrik. Metode ini mengalirkan listrik antara logam dan elektroda untuk menciptakan percikan api (busur listrik) guna melelehkan dan menyambung logam menggunakan panas.

Poin perhatian saat pengelasan: Proses pengelasan menghasilkan cahaya yang kuat, panas, asap dan gas. Oleh karena itu, selalu kenakan helm las (dengan kaca gelap) dan APD, serta berhati-hati untuk menghindari luka bakar dan cedera pada mata.





(2) Pengecoran

Pengecoran adalah metode dimana logam dipanaskan hingga mencair, dan dituang ke dalam cetakan (**cetakan cor**) yang biasanya terbuat dari pasir, lalu didinginkan hingga mengeras untuk dibuat bentuk yang diinginkan. Komponen dengan bentuk kompleks dapat dibuat dalam satu proses, sehingga cocok untuk produksi massal.

Poin perhatian saat pengecoran logam: Pengecoran melibatkan logam bersuhu tinggi. Suhu didalam pabrik bisa sangat tinggi, oleh karena itu perlu berhati-hati agar tidak terkena serangan panas (heatstroke).

(3) Pengolahan Plastis

Pengolahan plastis adalah metode dimana logam tetap dalam keadaan padat (tidak meleleh) dan dibentuk dengan memberikan gaya untuk mengubah bentuknya. Proses ini memanfaatkan **plastisitas** logam, (yaitu sifat dimana material berubah bentuk saat diberi gaya dan cenderung mempertahankan bentuk tersebut).

Contoh Pengolahan Plastis

- 1) **Pembentukan pres:** Proses dimana pelat logam tipis ditekan dari atas dengan kekuatan besar ke dalam logam cetakan untuk dibuat suatu bentuk. Banyak produk dibuat dengan cara ini, termasuk bodi mobil dan kasing peralatan listrik.
- 2) **Penempaan:** Memanaskan logam hingga menjadi lunak, dan membentuknya dengan ditempa dengan alat seperti palu. Dengan demikian, struktur mikro logam menjadi lebih rapat, dan dapat dihasilkan komponen yang kuat dan berdaya tahan tinggi. Salah satu contoh khas hasil proses penempaan adalah pedang Jepang.
- 3) **Pengerolan:** Melewatkan logam berbentuk bongkahan diantara 2 rol untuk ditipiskan dengan cara menarik memanjang. Pelat baja dan foil aluminium dibuat dengan metode ini.





Soal Latihan 9-4

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Mesin bubut adalah mesin untuk membuat produk dengan cara memutar dan mengikis benda kerja.
- 2) () Serat tempa yang terbentuk pada proses penempaan merupakan faktor penting dalam menilai nilai impak.
- 3) () Untuk pengelasan, selalu kenakan helm las (dengan kaca gelap) dan APD.



Penjelasan

- 1) Mesin bubut digunakan untuk proses pembubutan, yaitu pemesinan dimana benda kerja diputar dan dikikis.

Jawaban: A

- 2) Serat tempa yang terbentuk pada proses penempaan merupakan faktor penting dalam menilai nilai impak.

Jawaban: A

- 3) Saat pengelasan, perlu selalu mengenakan helm las (dengan kaca gelap) dan APD.

Jawaban: A



3. Inspeksi dan Evaluasi Produk Logam



3.1 Jenis Inspeksi

(1) Mencegah Produk Cacat

Sebelum produk dikirim ke pelanggan, dilakukan inspeksi untuk memastikan pada tahap akhir bahwa semua persyaratan telah terpenuhi. Jika dalam inspeksi ditemukan produk cacat, produk tersebut tidak boleh dilanjutkan ke proses berikutnya. Aturan dasar pengendalian mutu adalah menyelesaikan masalah di tempat produk cacat ditemukan. Mengacu pada pemikiran “jangan loloskan produk cacat keluar”, dengan menyelesaikan masalah sebelum produk ke tangan pelanggan, akan membantu menjaga kepercayaan terhadap perusahaan.

(2) Inspeksi 100% dan inspeksi sampel

Dalam metode inspeksi, ada inspeksi untuk memeriksa seluruh produk dan hanya memeriksa sebagian.

- **Inspeksi 100%:** Metode inspeksi dengan memeriksa semua produk yang telah dibuat, satu per satu. Keuntungan terbesar metode ini adalah tak ada produk cacat yang terlewatkan. Oleh karena itu, metode ini dilakukan terhadap produk prioritas keselamatan, seperti komponen pesawat terbang dan peralatan medis, serta yang harganya sangat mahal. Namun, kekurangannya adalah membutuhkan waktu dan biaya sangat besar.
- **Inspeksi sampel:** Metode dengan memilih secara acak beberapa produk dari sejumlah besar produk yang diproduksi massal, untuk diperiksa. Dibanding memeriksa 100%, membutuhkan lebih sedikit waktu dan biaya, sehingga efektif untuk menangani produk dalam jumlah banyak. Berdasarkan hasil inspeksi, mutu seluruh lot (kelompok produk yang dibuat dengan kondisi yang sama) dapat diperkirakan. Namun, tetap ada risiko bahwa produk cacat, karena kebetulan tidak terpilih, dapat lolos dari inspeksi sampel.





(3) Inspeksi Non-Destruktif dan Destruktif

Diklasifikasikan berdasarkan apakah untuk melakukan inspeksi perlu merusak produk atau tidak.

- **Inspeksi non-destruktif:** Memeriksa cacat bagian dalam atau permukaan produk tanpa merusak produk. Dengan metode inspeksi ini, mutu dan keselamatan produk dapat diperiksa tanpa mengurangi fungsi produk. Sebagai contoh, selain inspeksi visual untuk mengetahui goresan atau kotoran dengan melihat langsung, ada pula metode untuk memeriksa cacat bagian dalam dengan magnet, ultrasonik, sinar X, dan sebagainya.
- **Pemeriksaan destruktif:** Metode inspeksi yang mengharuskan produk dirusak untuk dilakukan pemeriksaan. Sebagai contoh, termasuk dalam metode ini adalah uji tarik untuk mengetahui kekuatan material, serta uji impak untuk mengetahui apakah produk mampu menahan benturan kuat. Ada mutu tertentu produk yang hanya dapat diketahui dengan metode ini, tetapi karena produk menjadi tak dapat digunakan, biasanya dilakukan dengan mengambil sampel hanya dari sebagian produk.

3.2 Inspeksi Non-Destruktif

Inspeksi non-destruktif adalah metode inspeksi untuk memeriksa cacat atau struktur bagian dalam maupun permukaan produk tanpa merusak produk.

Secara spesifik, ada metode-metode berikut:

- 1) "Uji ultrasonik", dengan mengirim gelombang suara frekuensi tinggi (ultrasonik) yang tak dapat didengar oleh manusia ke benda uji, dan menganalisis gelombang pantulnya guna mengetahui ada tidaknya cacat serta lokasinya, ukuran, dsb di dalam material.
- 2) "Uji penetran cair", dengan mendeteksi cacat yang terbuka pada permukaan material.
- 3) "Inspeksi radiografi", dengan melewatkan radiasi seperti sinar-X atau sinar γ pada benda uji, dan merekam perbedaan jumlah radiasi dengan film atau sensor digital untuk mendeteksi goresan/cacat didalam material.
- 4) "Uji partikel magnetik", dengan memanfaatkan fluks magnetik bocor (fenomena saat medan magnet merembes keluar) yang terjadi pada bagian yang mengandung cacat.



Metode-metode tersebut dipilih secara tepat sesuai material dan bentuk produk, serta jenis cacat yang menjadi objek inspeksi, untuk menemukan retakan internal, rongga, dsb yang tak dapat dilihat dengan mata.

Selain itu, ada pula metode penilaian mutu produk dengan pancaindera (penglihatan, pendengaran, penciuman, perabaan dan pengecap), yang disebut inspeksi sensorik, untuk menilai aspek mutu yang sulit dinyatakan dalam bentuk angka. Misalnya, untuk memastikan apakah warna sudah benar (penglihatan), apakah ada suara abnormal (pendengaran) atau bau abnormal (penciuman), atau apakah permukaan atau tekstur cukup halus saat disentuh (perabaan). Metode tersebut digunakan untuk menilai mutu yang relatif samar dan sulit diidentifikasi oleh mesin.



Soal Latihan 9-5

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Inspeksi 100% efektif saat menangani produk dalam jumlah banyak karena tidak membutuhkan banyak waktu dan biaya.
- 2) () Inspeksi sensorik adalah inspeksi yang menggunakan pancaindera untuk menilai mutu.
- 3) () Inspeksi radiografi merupakan salah satu jenis inspeksi non-destruktif.
- 4) () Inspeksi yang memanfaatkan fluks magnetik bocor pada bagian yang mengandung cacat adalah uji ultrasonik.
- 5) () Uji penetran cair, yang tidak menyebabkan kerusakan pada material, juga diklasifikasikan inspeksi non-destruktif.





- 1) Inspeksi 100% adalah metode dengan memeriksa semua produk satu per satu, dan keuntungannya tidak ada produk cacat yang terlewatkan. Namun, karena membutuhkan waktu dan biaya yang besar, tidak cocok untuk menangani produk dalam jumlah banyak.

Jawaban: B

- 2) Inspeksi sensorik adalah metode untuk menilai mutu dengan menggunakan pancaindra manusia. Metode tersebut digunakan untuk menilai mutu yang sulit diidentifikasi oleh mesin.

Jawaban: A

- 3) Inspeksi radiografi merupakan salah satu jenis inspeksi non-destruktif dan dapat digunakan untuk memeriksa cacat bagian dalam tanpa merusak produk.

Jawaban: A

- 4) Inspeksi yang memanfaatkan fluks magnetik bocor adalah uji partikel magnetik.

Jawaban: B

- 5) Uji penetrasi cair merupakan salah satu metode inspeksi non-destruktif untuk mendeteksi cacat yang terbuka pada permukaan material.

Jawaban: A



3.3 Inspeksi Dimensi dan Bentuk serta Pengukuran Kekasaran Permukaan



(1) Inspeksi Dimensi dan Bentuk

Inspeksi dimensi dan bentuk merupakan dasar pengendalian mutu, yaitu memastikan apakah produk yang diproduksi memiliki dimensi dan bentuk sesuai yang ditentukan dalam gambar desain. Dalam inspeksi ini, penggunaan alat ukur yang akurat sangatlah penting. Contoh tipikalnya jangka sorong dan mikrometer.

Untuk melakukan pengukuran secara akurat, alat ukur perlu melalui penyetelan titik nol sebelum pengukuran dilakukan. Kotoran atau minyak yang menempel pada permukaan ukur dapat menyebabkan kesalahan ukur. Oleh karena itu, sebelum pengukuran dengan mikrometer, kedua sisi permukaan ukur perlu dilap dengan kain.

Contoh aplikasi inspeksi dimensi adalah piranti ukur batas. Alat ukur batas memiliki sisi GO dan sisi NO-GO, dimana jika sisi GO dapat masuk dan sisi NO-GO tak dapat masuk, berarti produk masih dalam batas standar.

Untuk mempertahankan mutu, bukan hanya inspeksi produk akhir, tetapi inspeksi pada setiap tahap proses produksi juga penting. Diperlukan upaya menemukan cacat sedini mungkin dalam tahap produksi untuk mencegah pekerjaan ulang dan pembengkakan biaya. Untuk menjamin kualitas akhir, inspeksi sebelum pengiriman juga dilakukan.

(2) Pengukuran Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan sangat mempengaruhi fungsi dan kinerja produk. Misalnya, kekasaran permukaan berkaitan langsung dengan karakteristik seperti gesekan, keausan, pelumasan, kekuatan lelah serta tampilan. Umumnya, semakin kecil kekasaran permukaan (semakin halus permukaan), semakin baik pula kinerja tersebut. Pengukuran kekasaran permukaan merupakan inspeksi mengukur tingkat ketidakrataan permukaan produk secara numerik. Alat ukur yang umum digunakan untuk mengukur kekasaran permukaan adalah profilometer tipe jarum sentuh. Alat ini menempatkan jarum sentuh yang sangat halus pada permukaan yang diukur, mengubah gerakan naik-turun menjadi sinyal listrik, dan menyatakan kekasaran permukaan dalam bentuk angka. Nilai ukur dinyatakan dalam indikator Ra (kekasaran rata-rata aritmetika) dan Rz (kekasaran tinggi maksimum), dan dibandingkan dengan standar pada gambar desain untuk ditentukan lulus tidaknya terhadap standar. Kontrol kekasaran permukaan merupakan hal yang sangat penting, khususnya pada komponen geser (yang bergerak sambil bersentuhan) dan produk yang dituntut memiliki mutu tampilan yang tinggi.





Soal Latihan 9-6

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Inspeksi dimensi dan bentuk dilakukan untuk memastikan apakah produk dibuat sesuai gambar desain.
- 2) () Setelah jangka sorong digital di-ON-kan, pengukuran yang akurat dapat dilakukan tanpa perlu menyetel titik nol.
- 3) () Sebelum melakukan pengukuran dengan mikrometer luar, kedua sisi permukaan ukur harus dilap.
- 4) () Piranti ukur batas untuk lubang digunakan untuk menentukan apakah produk lulus atau tidak lulus.
- 5) () Untuk mencegah produk yang tak memenuhi persyaratan dikirim ke proses berikutnya, penting untuk melakukan inspeksi di setiap proses.
- 6) () Untuk menjamin kualitas akhir, inspeksi sebelum pengiriman juga dilakukan.





- 1) Inspeksi dimensi dan bentuk dilakukan untuk memastikan apakah produk dibuat sesuai gambar desain.

Jawaban: A

- 2) Untuk pengukuran yang akurat, penyetelan titik nol sangat penting.

Jawaban: B

- 3) Sebelum melakukan pengukuran dengan mikrometer luar, penting untuk mengelap kedua permukaan ukur (landasan dan spindel).

Jawaban: A

- 4) Piranti ukur batas untuk lubang digunakan untuk menentukan apakah produk lulus atau tidak lulus.

Jawaban: A

- 5) Untuk menemukan cacat sedini mungkin serta mencegah pekerjaan ulang dan pembengkakan biaya, penting untuk melakukan inspeksi di setiap proses agar produk tak memenuhi persyaratan tidak dikirim ke proses berikutnya.

Jawaban: A

- 6) Untuk menjamin kualitas akhir, inspeksi sebelum pengiriman juga dilakukan.

Jawaban: A





Bab 10 Peralatan Listrik, Pembentukan Plastik, Pengecatan, Pengemasan, Pengerolan Aluminium, dan Pembuatan Produk Ekstrusi

1. Dasar-Dasar Peralatan Listrik dan Aspek Keselamatan

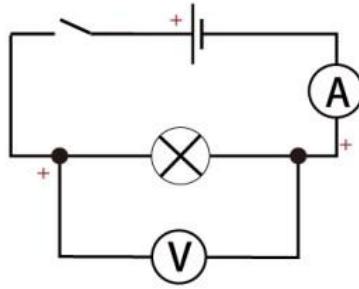
1.1 Pengetahuan Dasar Listrik dan Rangkaian Listrik

(1) Pengertian Hukum Ohm

Untuk memahami prinsip kerja listrik, penting untuk memahami dan mengingat istilah-istilah dasar.

- **Tegangan (V):** Mengacu pada gaya atau dorongan yang menyebabkan arus listrik mengalir. Seperti halnya “tekanan air” pada aliran air. Satuannya adalah [V] (volt). Semakin tinggi tegangan, semakin kuat gaya yang mendorong aliran listrik. Di Jepang, tegangan untuk rumah tangga biasanya 100 V, tetapi untuk pabrik terkadang digunakan tegangan yang lebih tinggi (misalnya 200 V).
Tegangan diukur dengan voltmeter. Hubungkan voltmeter secara paralel ke bagian yang ingin diukur tegangannya.
- **Arus (I):** Mengacu pada jumlah listrik yang benar-benar mengalir. Dapat diibaratkan “laju aliran” pada aliran air. Satuannya adalah [A] (ampere). Jika arus listrik terlalu besar, akan menghasilkan panas dan dapat menjadi penyebab kebakaran.
Arus listrik diukur dengan amperemeter. Hubungkan amperemeter secara seri ke bagian yang ingin diukur arusnya.
- **Resistansi (R):** Mengacu pada seberapa besar hambatan terhadap aliran listrik. Pada aliran air, seperti selang sempit yang menghambat aliran. Satuan resistansi adalah [Ω] (ohm). Semakin tinggi resistansi, semakin sedikit arus yang mengalir pada tegangan yang sama.





Gambar 10-1: Menyambungkan Amperemeter dan Voltmeter

Hubungan antara 3 elemen dasar tersebut, yaitu tegangan (V), arus (I) dan resistansi (R), dinyatakan oleh “Hukum Ohm”. Dinyatakan dengan rumus: $V = I \times R$.



Soal Latihan 10-1

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

() Dalam Hukum Ohm ($V = I \times R$), R menunjukkan resistansi, V tegangan, dan I arus listrik.



Penjelasan

Menurut Hukum Ohm, jika R adalah resistansi, V tegangan, dan I arus listrik, maka dapat dituliskan $V = IR$.

Jawaban: A



1.2 Mengoperasikan Peralatan Listrik secara Aman dan Mencegah Sengatan Listrik



Listrik tidak terlihat mata, sehingga bahayanya tidak boleh dianggap remeh. Terutama, mengoperasikan peralatan listrik secara aman dan mencegah sengatan listrik merupakan aturan penting saat bekerja di pabrik.

Untuk mencegah sengatan listrik, pastikan selalu mematuhi aturan dasar berikut:

- **Jangan menyentuh listrik dengan tangan basah:** karena air mudah menghantarkan listrik, menyentuh stop kontak atau sakelar dengan tangan basah sangatlah berbahaya.
- **Pastikan memasang arde (pembumian):** Arde adalah mekanisme mengalirkan listrik ke tanah dengan aman jika sewaktu-waktu terjadi kebocoran listrik pada peralatan listrik. Jika peralatan dilengkapi dengan kabel arde, pastikan kabel tersebut disambungkan. Arde (pembumian) adalah “tali penyelamat” penting yang melindungi dari musibah sengatan listrik.
- **Lakukan inspeksi dan perbaikan mesin setelah sumber listrik OFF:** Menyentuh mesin saat listrik masih ON ada risiko tersengat listrik. Saat melakukan perbaikan atau pembersihan, pastikan mencabut steker dari stop kontak sebelum memulai pekerjaan.
- **Jangan menyentuh kabel listrik tanpa ijin:** Kabel listrik di pabrik sering dialiri tegangan tinggi sehingga sangat berbahaya. Jika orang yang tak berkualifikasi menyentuh sembarangan, dapat menyebabkan sengatan listrik serius.

Jika melihat rekan kerja terkena sengatan listrik, jangan coba menolong dengan menyentuh langsung. Anda juga bisa tersengat listrik. Pertama, matikan sumber listrik dari lokasi yang aman, lalu gunakan benda yang tidak menghantarkan listrik (misalnya tongkat kayu) untuk melepaskan tubuh korban. Segera laporkan kejadian ke atasan dan hubungi ambulan.





Soal Latihan 10-2

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Saat melakukan perbaikan atau pembersihan, pastikan mencabut steker dari stop kontak sebelum memulai pekerjaan.
- 2) () Saat mengetahui rekan kerja tersengat listrik, tepuk-tepuk tubuhnya untuk memeriksa apakah dia baik-baik saja.
- 3) () Saat terjadi kebocoran listrik, sambungkan arde untuk menyalurkan listrik yang bocor ke tanah.



Penjelasan

- 1) Menyentuh mesin saat sumber listrik masih ON berisiko terkena sengatan listrik. Sebelum melakukan perbaikan atau pembersihan, perlu untuk mencabut steker dari stopkontak.

Jawaban: A

- 2) Jika Anda menyentuh orang yang terkena sengatan listrik, Anda juga bisa tersengat listrik. Pertama, matikan sumber listrik dari lokasi yang aman, lalu gunakan benda yang tidak menghantarkan listrik (misalnya tongkat kayu) untuk melepaskan tubuh korban.

Jawaban: B

- 3) Saat terjadi kebocoran listrik, arde (pembumian) dilakukan untuk menyalurkan listrik yang bocor ke tanah sehingga mencegah terjadinya sengatan listrik.

Jawaban: A



1.3 Fungsi dan Standar Peralatan Listrik Utama



Masing-masing peralatan listrik utama yang digunakan di pabrik memiliki fungsi penting.

- 1) **Motor listrik:** Perangkat yang mengubah energi listrik menjadi tenaga. Tanpa motor listrik, banyak peralatan dan mesin seperti konveyor, pompa atau pisau mesin tidak akan berfungsi. Motor listrik itu seperti "jantung" yang menggerakkan industri.
- 2) **Trafo:** perangkat yang mengubah tegangan listrik. Di pabrik, trafo digunakan untuk menurunkan tegangan tinggi menjadi tegangan rendah yang dapat digunakan oleh mesin, atau sebaliknya, menaikkan tegangan rendah menjadi tegangan tinggi.
- 3) **Pemutus sirkuit:** Alat pengaman yang secara otomatis memutus listrik saat arus berlebih mengalir dalam sirkuit. Alat ini memiliki peran penting untuk mencegah musibah seperti kebakaran.

Perangkat-perangkat listrik tersebut diatur oleh berbagai standar agar dapat digunakan dengan aman. Selain aturan perundang-undang Jepang (seperti UU K3), ada juga JIS (Standar Industri Jepang) dan ISO (Organisasi Standar Internasional).

Standar-standar ini bertujuan menjaga keselamatan dan mutu produk tetap konsisten, misalnya, menetapkan secara rinci perangkat keselamatan apa yang harus dimiliki oleh mesin tertentu dan jenis bahan apa yang harus digunakan. Dengan menggunakan peralatan yang sesuai standar-standar tersebut secara benar, keselamatan lingkungan kerja dapat terjamin.





Soal Latihan 10-3

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Pemutus sirkuit adalah alat pengaman yang secara otomatis memutus listrik saat arus berlebih mengalir dalam sirkuit.
- 2) () Perangkat listrik diatur oleh berbagai standar agar dapat digunakan dengan aman.



Penjelasan

- 1) Alat pengaman yang secara otomatis memutus listrik saat arus berlebih mengalir dalam sirkuit.

Jawaban: A

- 2) Perangkat listrik diatur oleh berbagai standar agar dapat digunakan dengan aman. Selain aturan perundang-undang Jepang (seperti UU K3), ada juga JIS (Standar Industri Jepang) dan standar internasional seperti ISO (Organisasi Standar Internasional).

Jawaban: A



2. Sifat Kelistrikan Bahan dan Aplikasinya



2.1 Konduktor, Semikonduktor dan Isolator

Material listrik dibagi menjadi 3 jenis utama berdasarkan kemampuan menghantarkan listrik. Memahami perbedaan ini sangat penting dalam memilih komponen yang tepat.

(1) Konduktor

Mengacu pada bahan yang menghantarkan listrik dengan baik. Contoh utamanya adalah logam. Logam menghantarkan listrik dengan lancar karena memiliki banyak elektron bebas, yaitu partikel kecil pembawa listrik. Sebagai contoh, tembaga dan aluminium merupakan penghantar listrik yang baik dan banyak digunakan untuk kabel listrik serta untuk jalur kabel komponen elektronik. Perak juga memiliki konduktivitas tinggi, tetapi karena harganya mahal, jarang digunakan kecuali dalam kasus khusus.

(2) Isolator

Mengacu pada bahan yang hampir tidak menghantarkan listrik. Karet, plastik, kaca, dan keramik merupakan contoh bahan isolator. Bahan-bahan ini hampir tak memiliki elektron bebas, sehingga dapat menghentikan aliran listrik. Isolator berfungsi menutupi kabel listrik dan peralatan listrik guna mencegah sengatan listrik serta agar arus listrik tidak mengalir ke tempat yang salah. Di tempat-tempat dimana arus listrik tidak diinginkan, isolator selalu digunakan.

(3) Semikonduktor

Bahan yang memiliki sifat diantara konduktor dan isolator. Semikonduktor memiliki sifat dapat atau tidak dapat menghantarkan listrik tergantung kondisi tertentu (seperti panas atau cahaya). Sifat khusus ini dimanfaatkan untuk membuat komponen elektronik seperti dioda dan transistor. Semikonduktor merupakan bahan sangat penting untuk perangkat elektronik modern, seperti CPU pada ponsel pintar dan komputer.



2.2 Dasar-Dasar Komponen Elektronik



Komponen elektronik digunakan untuk mengontrol sifat listrik, sehingga memungkinkan pembuatan berbagai perangkat yang memudahkan kehidupan. Komponen-komponen tersebut dapat disusun pada PCB, membentuk rangkaian elektronik yang kompleks.

(1) Resistor

Resistor adalah komponen yang menghambat aliran listrik. Komponen ini digunakan untuk mengatur jumlah arus listrik yang mengalir dalam rangkaian. Dengan menghambat aliran listrik, resistor mengubah energi listrik menjadi panas. Fenomena ini dimanfaatkan pada perangkat listrik yang menghasilkan panas, seperti pemanas listrik dan lampu pijar.

(2) Kapasitor

Kapasitor adalah komponen yang dapat menyimpan listrik untuk sementara. Seperti pada baterai, kapasitor menyimpan listrik dan melepaskannya saat dibutuhkan, sehingga antara lain dapat digunakan untuk menstabilkan tegangan dan menghilangkan gangguan (noise). Kapasitor digunakan pada perangkat seperti lampu kilat kamera.

(3) Dioda

Komponen yang hanya mengalirkan listrik dalam satu arah. Beberapa dioda, seperti LED, memancarkan cahaya saat dialiri listrik.

(4) Transistor

Komponen yang antara lain dapat memperkuat sinyal listrik dan mengontrol aliran listrik secara ON/OFF seperti sakelar. Penemuan transistor memungkinkan pembuatan komputer dan perangkat elektronik, yang berukuran kecil dan memiliki kinerja tinggi.





Soal Latihan 10-4

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Resistor adalah komponen yang menghambat aliran listrik.
- 2) () Transistor adalah komponen yang hanya mengalirkan listrik dalam satu arah.



Penjelasan

- 1) Resistor adalah komponen yang menghambat aliran listrik. Komponen ini digunakan untuk mengatur jumlah arus listrik yang mengalir dalam rangkaian.

Jawaban: A

- 2) Komponen yang hanya mengalirkan listrik dalam satu arah adalah dioda. Transistor adalah komponen yang antara lain dapat memperkuat sinyal listrik dan mengontrol aliran listrik secara ON/OFF seperti sakelar.

Jawaban: B



3. Dasar-dasar Pembentukan Plastik, Pengecatan dan Pengemasan



3.1 Pembentukan Plastik

(1) Pengertian Pembentukan Plastik

Merupakan teknik pengolahan dengan memasukkan bahan plastik kedalam cetakan menggunakan panas, tekanan, atau keduanya, dan memadatkannya menjadi bentuk yang diinginkan. Cocok untuk membuat produk dengan bentuk yang sama dalam jumlah besar dan secara efisien. Karena bahan dapat digunakan tanpa terbuang, serta bentuk kompleks dapat dibuat dalam satu proses, memungkinkan penghematan biaya.

(2) Jenis-jenis Pembentukan Plastik

1) Pembentukan Injeksi

Merupakan salah satu metode pembuatan plastik yang umum. Pertama, butiran (pelet) plastik dipanaskan didalam mesin hingga meleleh menjadi cairan kental. Selanjutnya, plastik cair "disuntikkan" dengan tekanan sangat tinggi kedalam logam cetakan. Setelah plastik mendingin dan mengeras di dalam cetakan, kemudian cetakan dibuka dan produk dikeluarkan.



Karakteristik

Dapat membuat komponen dengan bentuk kompleks dalam satu proses, sehingga menghasilkan produktivitas yang sangat tinggi. Banyak produk di sekitar kita, seperti komponen plastik pada ponsel pintar dan mobil, serta mainan, dibuat menggunakan metode ini.



2) Pembentukan Tiup

Merupakan metode pengolahan dimana udara ditiup sehingga produk mengembang dan membentuk suatu bentuk. Pertama, plastik yang meleleh dibentuk menjadi tabung. Selanjutnya, tabung tersebut dimasukkan ke dalam cetakan dan ditutup. Di dalam cetakan, udara ditiupkan ke dalam tabung, sehingga mengembang seperti balon, lalu ditekan mengikuti bentuk cetakan. Setelah plastik mendingin dan mengeras, produk dikeluarkan.



Karakteristik

Cocok untuk produksi massal produk berongga seperti botol plastik, wadah atau tangki.

3) Pembentukan Kompresi

Merupakan metode pengolahan dimana bahan dimasukkan ke dalam cetakan dan ditekan dengan dorongan kuat dari atas untuk membuat suatu bentuk. Proses pembentukan ini terutama digunakan untuk pembentukan plastik termoset dan karet.



Karakteristik

Cocok untuk produk dengan bentuk relatif sederhana dan dapat menghasilkan komponen yang kuat.

4) Pembentukan Ekstrusi

Merupakan metode pengolahan dimana plastik cair diekstrusi (didorong keluar) melalui lubang dengan bentuk tertentu (**die**) untuk menghasilkan bentuk memanjang (batang, pipa, lembaran, dsb).



Karakteristik

Digunakan untuk membuat produk memanjang dengan penampang konstan sepanjang benda, seperti pipa, selang atau kusen jendela.



5) Pembentukan FRP

Merupakan metode pengolahan dengan meresapkan plastik cair (resin) ke bahan penguat seperti serat kaca, lalu dikeraskan melalui reaksi kimia.



Karakteristik

Bahan penguat diletakkan di dalam cetakan, lalu resin diratakan sambil udara dikeluarkan dengan rol, dan dibiarkan mengeras sambil mengeluarkan panas.. Digunakan untuk pembuatan perahu, bak mandi, perlengkapan rumah, dan sebagainya.



Soal Latihan 10-5

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Proses pembentukan adalah metode pengolahan bahan seperti plastik dan logam menggunakan panas atau tekanan, yang cocok untuk produksi massal produk dengan bentuk yang sama secara efisien.
- 2) () Pembentukan tiup adalah metode pengolahan dimana plastik cair ditiup seperti balon untuk membuat suatu bentuk, dan terutama digunakan untuk membuat produk memanjang dengan penampang konstan sepanjang benda, seperti kusen jendela dan pipa.



Penjelasan

- 1) Pada proses pembentukan, bahan diolah menjadi bentuk yang diinginkan dengan memasukkan ke dalam cetakan menggunakan panas, tekanan, atau keduanya, kemudian dikeraskan. Dengan demikian, produk dengan bentuk yang sama dapat diproduksi massal dengan efisien dan biaya rendah.

Jawaban: A



- 
- 2) Bagian pertama, "plastik cair ditiup seperti balon untuk membuat suatu bentuk" adalah benar, namun bagian kedua, "produk memanjang dengan penampang konstan sepanjang benda, seperti kusen jendela dan pipa", adalah salah. Produk-produk tersebut terutama dibuat dengan metode pembentukan ekstrusi. Pembentukan tiup cocok untuk pembuatan produk berongga seperti botol plastik dan tangki.

Jawaban: B



3.2 Teknik Pengecatan



Pengecatan adalah teknik melapisi permukaan produk dengan cat. Pengecatan tidak hanya untuk memberi warna, tetapi juga berperan sangat penting untuk menjaga mutu produk dan membuat lebih tahan lama.

(1) Tujuan Pengecatan

- **Pencegahan karat dan perlindungan:** Logam seperti besi akan berkarat jika dibiarkan begitu saja. Pelapisan permukaan dengan cat melindungi logam dari udara dan air, sehingga mencegah karat.
- **Estetika:** Memberikan warna dan kilau agar produk terlihat indah. Ini sangat penting untuk produk dimana penampilan visual menjadi hal utama, seperti mobil dan peralatan listrik.
- **Aspek fungsionalitas:** Ada juga jenis cat dengan fungsi khusus, seperti **cat isolasi listrik** yang mencegah aliran listrik dan **cat penahan panas** yang memantulkan panas.

(2) Metode Pengecatan

- **Pengecatan kuas:** Metode pengecatan secara manual menggunakan kuas atau rol. Terutama digunakan untuk pengecatan dinding bangunan atau pada permukaan yang luas.
- **Pengecatan semprot:** Metode menyembrotkan cat dalam bentuk kabut ke permukaan produk. Metode ini mudah memberikan hasil akhir yang merata dan indah, dan banyak digunakan untuk pengecatan mobil.
- **Pengecatan elektrostatik:** Metode dengan menghubungkan produk ke arde, memberikan muatan negatif pada partikel cat, dan menarik cat ke produk melalui gaya elektrostatik. Cat menempel pada produk tanpa terbang, sehingga efisien dan memungkinkan pengecatan dengan ketebalan yang merata.
- **Pengecatan elektrodposisi:** Metode dengan mencelupkan produk ke dalam tangki yang berisi cat, kemudian mengalirkan listrik agar cat menempel pada produk. Metode ini sering digunakan untuk lapisan dasar pada bodi mobil, karena memungkinkan pengecatan merata hingga ke celah-celah produk.





Soal Latihan 10-6

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Pengecatan adalah teknik yang tujuan utamanya memberi warna pada permukaan produk, dan hanya berperan untuk peningkatan estetika.
- 2) () Pengecatan elektrodposisi adalah metode pengecatan manual menggunakan kuas atau rol, terutama untuk pengecatan dinding bangunan atau pada permukaan yang luas.



Penjelasan

- 1) Pengecatan tak hanya untuk memberi warna agar produk tampak lebih indah, tetapi juga berperan penting dalam mencegah dan melindungi produk dari karat, serta menambah fungsionalitas. Misalnya, melindungi logam dari karat, atau memberikan sifat isolasi listrik atau sifat tahan panas.

Jawaban: B

- 2) Penjelasan menguraikan tentang pengecatan kuas. Sedangkan pengecatan elektrodposisi adalah metode pengecatan dimana produk dicelupkan kedalam tangki berisi cat, dan cat ditempelkan ke produk menggunakan energi listrik. Oleh karena itu, sering digunakan untuk lapisan dasar bodi mobil, karena memungkinkan pengecatan merata hingga ke sudut-sudut produk.

Jawaban: B



3.3 Teknik Pengemasan



(1) Pengertian Kemasan Industri

Pengemasan adalah teknik untuk melindungi produk, memungkinkan pengiriman dengan aman, dan memudahkan pengelolaan.

(2) Tujuan Pengemasan

- **Perlindungan produk:** Kemasan berfungsi melindungi produk dari goresan, kotoran, kelembaban, dan sebagainya. Pengemasan juga untuk mencegah produk rusak atau kotor selama pengiriman.
- **Mempertahankan mutu:** Dengan kemasan, kualitas makanan, obat-obatan, dsb dapat dipertahankan, sehingga kesegaran dan kebersihannya tetap terjaga.
- **Penyajian informasi:** Kemasan memuat informasi penting seperti nama produk, tanggal produksi, tanggal kedaluwarsa, dan petunjuk penggunaan.
- **Efisiensi transportasi dan penyimpanan:** Dengan menggabungkan beberapa produk menjadi satu, menjadi lebih mudah untuk diangkut dan disimpan.





Soal Latihan 10-7

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Kemasan digunakan untuk menyajikan produk dengan indah, dan tujuan utamanya untuk membuat produk terlihat menarik.
- 2) () Pengemasan memungkinkan beberapa produk digabung menjadi satu untuk meningkatkan efisiensi pengiriman dan penyimpanan.



Penjelasan

- 1) Pengemasan juga berperan meningkatkan estetika, tetapi tujuan utamanya melindungi produk, menjaga mutu, menyajikan informasi, serta meningkatkan efisiensi pengiriman dan pengelolaan. Salah satu peran penting pengemasan adalah mencegah produk rusak atau kotor selama pengiriman.

Jawaban: B

- 2) Pengemasan tak hanya untuk melindungi produk, tetapi juga membantu meningkatkan efisiensi logistik. Dengan menggabungkan beberapa produk kedalam kotak atau palet, pengiriman dan manajemen persediaan menjadi lebih mudah.

Jawaban: A



(3) Jenis dan Bahan Kemasan



- **Pengemasan individual:** Metode dimana setiap produk dikemas secara individual. Digunakan untuk produk seperti makanan ringan atau komponen, dimana kebersihan dan pengelolaan secara individual penting.
- **Kotak kardus:** Merupakan bahan kemasan umum untuk memasukkan dan mengemas banyak produk secara bersamaan. Memiliki sifat ringan, kuat, dan mudah didaur ulang.
- **Film susut:** Adalah film transparan yang menyusut saat dipanaskan dan menempel rapat pada produk. Melindungi produk dan membuatnya terlihat rapi.



Soal Latihan 10-8

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- () Kotak kardus adalah bahan kemasan yang ringan dan kuat, cocok untuk menyimpan banyak produk sekaligus.



Penjelasan

Karena bobotnya yang ringan dan kekuatannya, kotak kardus banyak digunakan untuk mengangkut dan menyimpan berbagai produk sekaligus. Juga dikenal sebagai bahan yang ramah lingkungan karena mudah didaur ulang.

Jawaban: A



4. Dasar-dasar Pengerolan Aluminium



Pengerolan aluminium adalah teknik pengolahan dengan memberikan tekanan kuat pada balok (slab) cor aluminium, dan melewatkan diantara 2 rol berputar untuk menipiskan dan memanjangkannya.

Proses ini memanfaatkan sifat aluminium yang dapat melebar saat dipukul atau diregangkan. Pengerolan tak hanya untuk membuat material menjadi ketebalan yang diperlukan. Membersihkan permukaan dan meningkatkan kekuatan material juga merupakan tujuan utama. Teknik pengerolan menghasilkan berbagai produk yang tak terpisahkan dari kehidupan masyarakat modern.

4.1 Dua Jenis Proses Pengerolan

Pengerolan secara umum dibagi menjadi 2 berdasarkan suhu saat proses pengerjaan.

(1) Pengerolan Panas

Memanaskan material pada suhu tinggi hingga menjadi lunak, kemudian memprosesnya.

- **Keunggulan**
 - Karena menjadi lunak, lebih mudah diproses dengan gaya yang lebih kecil.
 - Struktur material menjadi lebih kuat, ulet, dan kokoh.
- **Poin Perhatian**
 - Karena menyusut saat mendingin dari kondisi panas, sulit mendapatkan ukuran yang presisi.
 - Karena permukaan terkena udara dan terbentuk kotoran (lapisan oksida), hasil akhir tidak terlalu bersih.
 - Dibutuhkan energi dan biaya untuk memanaskan material.

(2) Pengerolan Dingin

Memproses material tanpa memanaskan.

- **Keunggulan**
 - Ukuran yang dihasilkan lebih presisi dibanding pengerolan panas.
 - Permukaan mengkilap dan hasil akhir lebih halus.
 - Tidak perlu mesin untuk memanaskan material.





- **Poin Perhatian**

- Karena material dalam kondisi keras, perlu gaya sangat besar untuk memproses.
- Karena material dapat menjadi terlalu keras, terkadang diperlukan perlakuan panas (penganilan) untuk melunakkan kembali.

4.2 Peran Penting Minyak Pengerol di Lapangan

Memberikan minyak (minyak pengerolan) diantara rol dan material sangat penting dalam proses pengerolan. Minyak ini berfungsi mengurangi gesekan agar rol berputar dengan mudah sehingga material dapat mengalir lancar. Juga berfungsi sebagai pendingin untuk melindungi material dan rol dari panas gesekan selama pengerolan serta mencegah keausan akibat panas.

Selain itu, minyak ini juga perlu untuk melindungi permukaan produk agar tidak tergores dan mempertahankan hasil akhir baik dan rapi.

4.3 Proses setelah Menjadi Produk

Proses ini bukan hanya untuk menipiskan material. Sesuai penggunaannya, material dapat diberi perlakuan panas (penganilan) guna mengatur kekerasan atau diberi perlakuan permukaan agar lebih tahan karat.





Soal Latihan 10-9

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Tujuan utama pengerolan aluminium hanya untuk mencapai ketebalan yang diperlukan, dan tidak diperlukan perubahan sifat seperti kekuatan material.
- 2) () Pada pengerolan panas, material dipanaskan pada suhu tinggi hingga menjadi lunak, sehingga lebih mudah diproses dengan gaya yang lebih kecil dibanding pengerolan dingin.
- 3) () Karena material hasil pengerolan panas terkena udara, terbentuk lapisan oksida pada permukaan, sehingga hasil akhir tidak terlalu bersih dibanding pengerolan dingin.
- 4) () Karena pengerolan dingin dilakukan tanpa pemanasan, material lebih mudah dibuat ukuran presisi, dan permukaan juga dapat dibuat mengkilap dan bersih.
- 5) () Pengerolan dingin terus-menerus dapat membuat material terlalu keras. Dalam kondisi tersebut, perlu perlakuan panas pengerasan (quenching) untuk melunakkan kembali.
- 6) () Minyak pengerolan tak hanya berfungsi mengurangi gesekan agar material dapat mengalir lancar, tetapi juga berfungsi sebagai pendingin untuk melindungi material dan rol dari panas gesekan.





- 1) Pengerolan tak hanya untuk membuat material menjadi ketebalan yang diperlukan. Membersihkan permukaan dan meningkatkan kekuatan material juga merupakan tujuan utama.

Jawaban: B

- 2) Karena pada pengerolan panas material dipanaskan hingga menjadi lunak, material mudah diregangkan dengan gaya yang lebih kecil dibanding pengerolan dingin dimana material dalam kondisi keras.

Jawaban: A

- 3) Sebagai poin perhatian dalam pengerolan panas, akibat material bersuhu tinggi terkena udara, terbentuk lapisan oksida pada permukaan, sehingga hasil akhir tidak bersih dan mengkilap seperti pada pengerolan dingin.

Jawaban: A

- 4) Karena pengerolan dingin dilakukan pada suhu ruang, tak perlu khawatir material menyusut saat mendingin seperti pada pengerolan panas, sehingga dimensi dapat dibuat presisi tinggi dan permukaan juga memiliki kualitas lebih baik.

Jawaban: A

- 5) Saat material menjadi terlalu keras akibat pengerolan dingin, perlakuan panas yang dilakukan untuk melunakkan kembali adalah “penganilan”. “Pengerasan (quenching)” umumnya merupakan proses untuk membuat logam menjadi lebih keras, sehingga pernyataan tersebut salah.

Jawaban: B

- 6) Minyak pengerolan adalah bahan penting yang selain berfungsi sebagai pelumas (mengurangi gesekan), juga berfungsi sebagai pendingin untuk membuang panas gesekan dan mencegah penempelan akibat panas, serta pelindung untuk mencegah goresan pada permukaan.

Jawaban: A



5. Pembuatan Produk Ekstrusi



Ekstrusi adalah metode memanaskan aluminium (disebut bilet) hingga lunak, dan mendorong dengan gaya kuat melewati logam cetakan (die), sehingga menghasilkan produk memanjang dengan bentuk penampang yang sama dengan bentuk lubang die.

Sebagai analogi, bayangkan saat pasta gigi dipencet keluar dari wadahnya. Jika lubang keluar berbentuk bintang, isinya juga akan keluar berbentuk bintang. Ekstrusi menerapkan prinsip ini untuk industri, sehingga memungkinkan dibuat berbagai bentuk penampang yang rumit dengan leluasa.

5.1 Proses Produksi Ekstrusi

Proses ekstrusi terutama dilakukan melalui tahapan berikut:

- 1) **Pemanasan bilet:** Balok aluminium berbentuk silinder (bilet) dipanaskan hingga 400°C–500°C. Dengan itu, menjadi cukup lunak dan siap dilewatkan melalui cetakan.
- 2) **Ekstrusi:** Material yang dipanaskan ditempatkan pada mesin ekstrusi, dan didorong menuju die dengan gaya besar misalnya dengan tekanan hidrolik.
- 3) **Fungsi die (cetakan):** Kunci utama proses ekstrusi adalah die. Dengan mendorong material kedalam cetakan baja yang memiliki lubang berbentuk kompleks, produk dengan penampang kompleks seperti kusen aluminium dapat langsung dihasilkan.
- 4) **Pendinginan, pelurusan dan pemotongan:** Karena produk hasil ekstrusi kondisinya masih panas, didinginkan melalui pendinginan udara atau air. Kemudian dilakukan pelurusan bagian yang bengkok, lalu dipotong menjadi panjang yang dibutuhkan hingga menjadi produk jadi.





5.2 Produk Utama Hasil Ekstrusi dan Karakteristiknya

Produk yang dibuat melalui proses ekstrusi antara lain sebagai berikut:

- **Bingkai jendela:** Kusen aluminium di rumah kita adalah salah satu contoh utama produk hasil ekstrusi. Bahkan bentuk kompleks dengan struktur berbeda antara bagian luar dan dalam dapat dibuat melalui proses ekstrusi.
- **Bingkai pintu dan bahan struktur:** Digunakan pada bagian yang membutuhkan kekuatan tinggi, seperti rangka gerbong kereta api serta kolom dan balok bangunan.
- **Komponen penghantar listrik dan pelepas panas:** Dengan membuat bentuk yang dilengkapi sirip yang kompleks, luas permukaan dapat diperbesar sehingga dapat digunakan untuk komponen pelepas panas yang efisien (heat sink).

5.3 Pemanasan Awal Bilet (Balok) dan Kontrol Suhu

Saat proses ekstrusi, suhu bilet sangat penting.

Jika suhu terlalu rendah, menjadi terlalu keras sehingga membebani die dan dapat menyebabkan mesin berhenti. Sebaliknya, jika suhu terlalu tinggi, menjadi terlalu lunak sehingga dapat menyebabkan retak pada permukaan produk.

Perlu menjaga keseimbangan suhu dan kecepatan secara ketat, yaitu hingga suhu berapa bilet dipanaskan dan dengan kecepatan berapa diekstrusi sesuai jenis dan ketebalan produk, agar dapat dihasilkan kualitas yang stabil.



5.4 Teknologi dan Pemeliharaan Cetakan (Die)



Dalam proses ekstrusi, die merupakan bagian terpenting yang menentukan bentuk produk. Jika ada goresan kecil atau kotoran pada lubang die, pada permukaan logam yang melewati dapat muncul garis memanjang (goresan garis) di sepanjang produk.

Selain itu, karena die terkena tekanan dan gesekan yang tinggi, perlu dilakukan inspeksi sebelum dan setelah proses ekstrusi, serta menghilangkan logam yang menempel dan memperbaiki bagian die yang terkikis/terkelupas. Kotoran atau debu yang ada pada meja penampung (run-out) tempat produk bergerak dapat menggesek permukaan produk dan menyebabkan goresan. Untuk itu, selalu bersihkan permukaan meja tersebut dan pastikan kondisinya tetap baik agar produk dapat bergerak lancar.



Soal Latihan 10-10

■ Pilih A jika benar dan B jika salah.

- 1) () Dalam proses ekstrusi, balok berbentuk silinder dipanaskan hingga lunak, dan didorong dengan gaya kuat melewati cetakan yang disebut die.
- 2) () Dalam kontrol suhu billet, semakin tinggi suhu pemanasan, semakin lunak material sehingga semakin mudah diproses. Untuk itu, tak perlu khawatir terhadap cacat seperti retak pada permukaan produk.
- 3) () Jika ada goresan kecil atau kotoran pada lubang die, dapat menyebabkan goresan garis di seluruh produk. Untuk itu, inspeksi sebelum dan sesudah proses, serta pembersihan meja run-out sangatlah penting.





- 1) Ekstrusi adalah metode dengan memanaskan aluminium hingga cukup lunak, kemudian didorong keluar melalui lubang die sehingga terbentuk produk memanjang.

Jawaban: A

- 2) Jika suhu terlalu rendah, menjadi terlalu keras sehingga mesin dapat berhenti. Sebaliknya, jika suhu terlalu tinggi, menjadi terlalu lunak sehingga dapat retak pada permukaan produk. Penting untuk menjaga keseimbangan suhu dan kecepatan agar tidak terlalu tinggi maupun terlalu rendah.

Jawaban: B

- 3) Die merupakan bagian terpenting yang menentukan bentuk produk, dan goresan atau kotoran pada die akan menjadi penyebab langsung goresan garis pada produk. Selain pemeliharaan cetakan itu sendiri penting, debu dan kotoran pada meja run-out juga dapat menggores produk, sehingga pembersihan area sekitarnya juga sangat penting.

Jawaban: A



Ujian Evaluasi Pekerja Berketerampilan Spesifik Bidang Manufaktur Tingkat 1 (Kategori Pemesinan dan Pengolahan Logam) Buku Referensi Pembelajaran

Desember 2025 - Edisi Pertama

Juli 2026 - Edisi Kedua

Disunting: The Association for Overseas Technical Cooperation and Sustainable Partnerships (AOTS)

Ditulis: Akihiro Kitagawa
Masako Sakamoto
Yoshihito Shimanaka
Katsuhiko Majima
(berdasarkan urutan abjad Jepang)

Diterbitkan: Japan Association for Human Resources in Industrial Product Manufacturing (JAIM)
5-11-2 Toranomon, Minato-ku, Tokyo 105-8501
URL <https://www.jaim-skill.or.jp/>

©2025 Japan Association for Human Resources in Industrial Product Manufacturing