

MEDIA PEMBELAJARAN · SMK TEKNIK PEMESINAN

FreeCAD untuk Gambar Teknik Pemesinan

Belajar menggambar teknik & desain 3D dengan perangkat lunak gratis dan legal — disusun dengan pendekatan **Pembelajaran Mendalam**.

Muhammad Rifqi

Pendidikan Teknik Mesin · Universitas Negeri Medan

UNIMED · 2026

Kata Pengantar

Buku ini disusun sebagai bahan ajar bagi siswa SMK Program Keahlian Teknik Pemesinan untuk mempelajari **gambar teknik dan desain berbantuan komputer (CAD)** menggunakan **FreeCAD** — perangkat lunak yang gratis, legal, dan sumber terbuka.

Penyusunan buku mengikuti pendekatan **Pembelajaran Mendalam** (*Deep Learning / Mindful, Meaningful, Joyful Learning*). Setiap bab disusun dengan alur **Tujuan** → **Memahami** → **Mengaplikasi** → **Latihan** → **Refleksi**, agar siswa tidak sekadar menghafal, tetapi memahami secara bermakna dan mampu menerapkannya pada pekerjaan nyata di bengkel.

Sebagai pelengkap, materi terhubung dengan media website yang memungkinkan siswa menampilkan hasil rancangannya dalam **Augmented Reality (AR) ukuran asli**. Semoga buku ini bermanfaat dan ikut memajukan pendidikan vokasi di Indonesia.

Medan, 2026

Penyusun

Daftar Isi

Kata Pengantar	2
BAB 1 Pengantar Gambar Teknik & FreeCAD	6
BAB 2 Standar Gambar Teknik	8
BAB 3 Sketsa 2D dengan Sketcher	11
BAB 4 Proyeksi Ortografik (Sudut Pertama / Eropa)	13
BAB 5 Ukuran & Toleransi	15
BAB 6 Pemodelan 3D dengan Part Design	17
BAB 7 Gambar Kerja dengan TechDraw	19
BAB 8 Studi Kasus Komponen Pemesinan	21
BAB 9 AR Ukuran Asli & Proyek Akhir	23
Daftar Pustaka	25

Daftar Gambar

Gambar 1.1 Bagian-bagian utama antarmuka FreeCAD	7
Gambar 2.1 Tata letak kertas A4: garis tepi dan posisi etiket	8
Gambar 2.2 Contoh etiket (kepala gambar) A4 yang lengkap	9
Gambar 2.3 Macam-macam garis pada gambar teknik	9
Gambar 3.1 Sketsa dibuat pada sebuah bidang (mis. bidang XY)	11
Gambar 3.2 Sketsa terkunci penuh (hijau) dengan dimensi lengkap	12
Gambar 4.1 Lambang proyeksi Eropa (dipakai) dan Amerika	13
Gambar 4.2 Tampak depan poros bertingkat beserta ukuran utama	14
Gambar 5.1 Aturan dasar pemberian ukuran	15
Gambar 6.1 Operasi dasar pembentukan 3D: Pad, Pocket, Revolution	17
Gambar 6.2 Model 3D poros bertingkat hasil Revolution	17
Gambar 7.1 Lembar gambar kerja A4 lengkap dengan etiket dan ukuran	19
Gambar 8.1 Gambar kerja poros bertingkat (tampak depan + ukuran)	21
Gambar 9.1 Alur menampilkan benda dalam AR ukuran asli	23

Daftar Tabel

Tabel 2.1 Jenis garis dan kegunaannya	9
Tabel 2.2 Skala standar pada gambar teknik	10
Tabel 5.1 Tiga jenis suaian dan penggunaannya	15
Tabel 8.1 Komponen latihan dan operasi pemodelannya	21

BAB 1

Pengantar Gambar Teknik & FreeCAD

Tujuan Pembelajaran

- Menjelaskan peran gambar teknik dalam dunia pemesinan.
- Menyebutkan alasan memilih FreeCAD (gratis, legal, sumber terbuka).
- Mengenal antarmuka dan konsep *workbench* di FreeCAD.

1.1 Gambar Teknik: Bahasa Industri

Di dunia pemesinan, sebuah benda tidak dapat dikerjakan hanya dengan kata-kata. Operator mesin bubut atau frais membutuhkan **gambar teknik** — bahasa gambar yang baku dan dipahami sama oleh perancang, pemeriksa, dan operator di seluruh dunia. Gambar teknik memuat bentuk, ukuran, toleransi, dan keterangan pengerjaan secara **pasti dan tidak menimbulkan tafsir ganda**.

Keterampilan membaca dan membuat gambar teknik adalah kompetensi inti siswa SMK Program Keahlian Teknik Pemesinan. Dahulu gambar dibuat manual di atas kertas; kini dunia industri memakai **CAD** (*Computer-Aided Design*). Belajar CAD sejak di sekolah membuat lulusan lebih siap kerja.

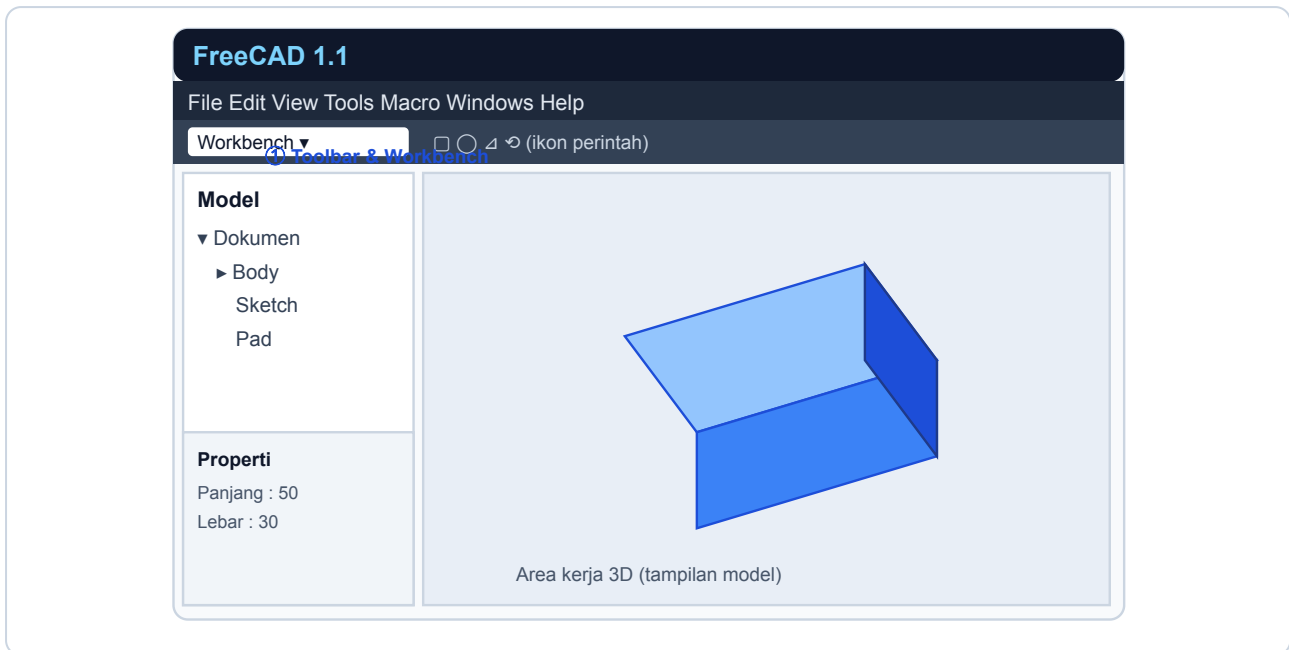
1.2 Mengapa FreeCAD?

FreeCAD adalah perangkat lunak CAD 3D **sumber terbuka, gratis, dan legal**. Berbeda dengan software berbayar atau bajakan, FreeCAD boleh dipasang di komputer sekolah maupun di rumah tanpa biaya dan tanpa melanggar hukum. Ini sejalan dengan prinsip **pendidikan yang adil dan merata**: setiap siswa berhak belajar dengan alat yang sama, di mana pun ia berada.

FreeCAD bersifat **parametrik**: setiap langkah (*sketsa, tarik/pad, lubang/pocket*) tersimpan dalam riwayat. Bila satu ukuran diubah, seluruh gambar ikut menyesuaikan otomatis — sangat menghemat waktu saat revisi.

1.3 Mengenal Antarmuka FreeCAD

Pekerjaan di FreeCAD dibagi ke dalam **Workbench**, yaitu kumpulan alat untuk tugas tertentu: **Sketcher** untuk sketsa 2D, **Part Design** untuk membentuk 3D, dan **TechDraw** untuk membuat lembar gambar kerja.



Gambar 1.1 — Bagian-bagian utama antarmuka FreeCAD

1. Buka FreeCAD, lalu **File** → **New** untuk membuat dokumen baru.
2. Perhatikan empat bagian: *menu & toolbar* (atas), **kotak pilihan Workbench**, **panel Model** (kiri), dan **area kerja 3D** (tengah).
3. Coba ganti-ganti pilihan Workbench dan amati ikon-ikon perintah yang berubah.

Latihan

1. Sebutkan 3 perbedaan gambar teknik dengan gambar bebas/sketsa biasa.
2. Jelaskan dengan kalimatmu sendiri apa itu Workbench.
3. Buka FreeCAD dan temukan letak: menu File, kotak Workbench, panel Model.

Refleksi (Pembelajaran Mendalam)

- Mengapa memakai software legal/gratis penting bagi kamu dan sekolahmu?
- Keterampilan gambar teknik akan kamu pakai untuk pekerjaan apa nanti?

Tuliskan jawabanmu di buku catatan — sadari (mindful) apa yang kamu pelajari, kaitkan dengan pekerjaan nyata (meaningful).

BAB 2

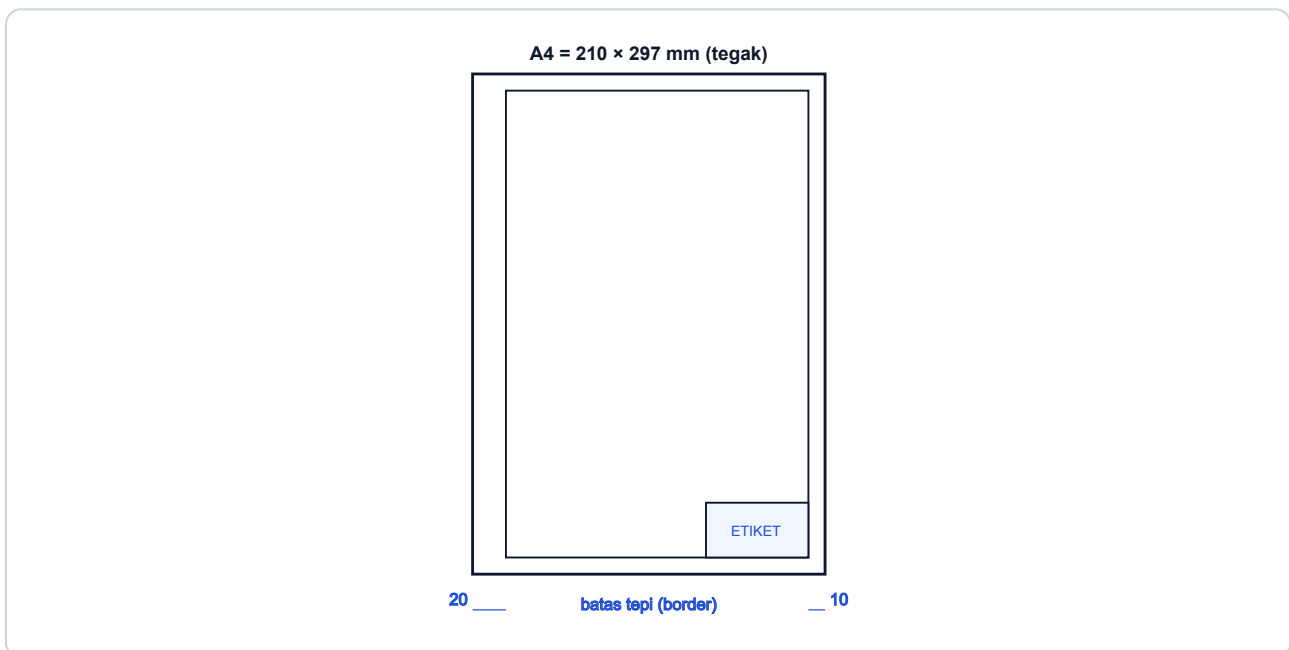
Standar Gambar Teknik

🎯 Tujuan Pembelajaran

- Menyiapkan ukuran kertas A4, garis tepi, dan etiket sesuai standar.
- Membedakan jenis-jenis garis dan kegunaannya.
- Menentukan skala gambar yang tepat.

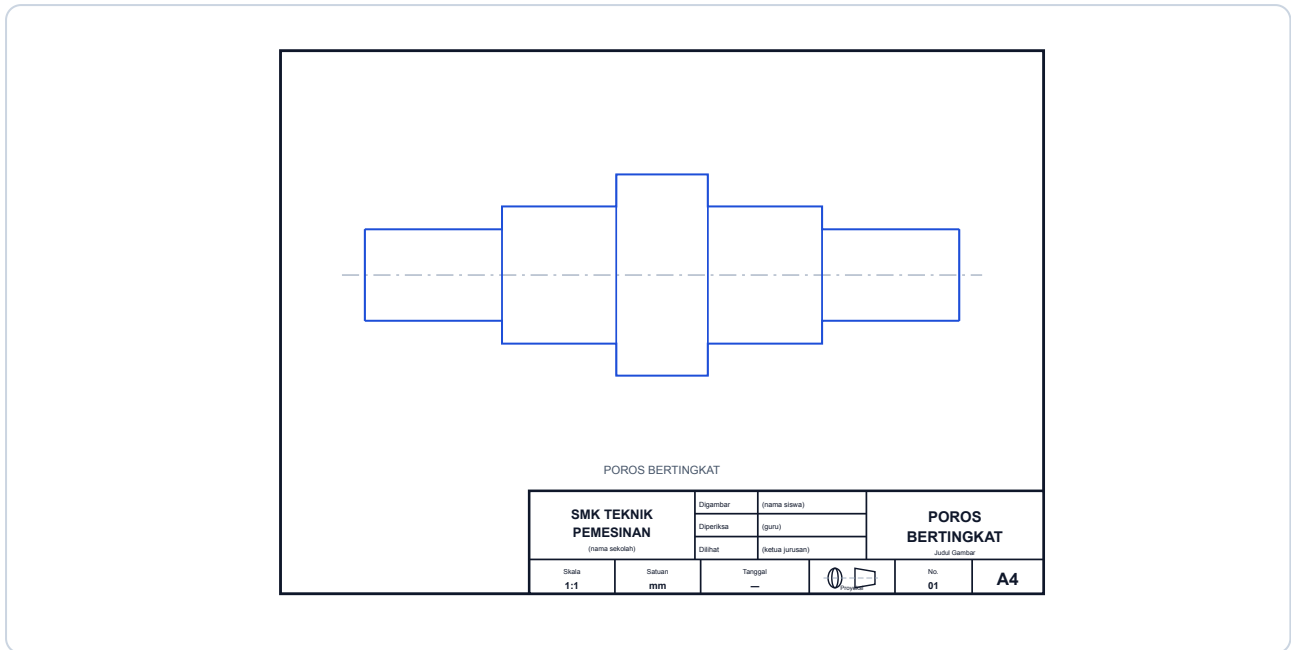
2.1 Ukuran Kertas, Garis Tepi, dan Etiket

Gambar kerja umumnya memakai kertas **A4 (210 × 297 mm)**. Pada kertas dibuat **garis tepi (border)**: sisi kiri **20 mm** (untuk ruang penjilidan) dan sisi atas, kanan, bawah **10 mm**. Di sudut kanan bawah diletakkan **etiket** (kepala gambar) yang memuat identitas gambar.



Gambar 2.1 — Tata letak kertas A4: garis tepi dan posisi etiket

Etiket wajib memuat: nama sekolah, nama penggambar, pemeriksa, judul gambar, skala, satuan, tanggal, nomor gambar, dan lambang proyeksi. Contoh etiket lengkap pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 — Contoh etiket (kepala gambar) A4 yang lengkap

2.2 Jenis-jenis Garis

Setiap garis memiliki arti. Penggunaan garis yang konsisten membuat gambar mudah dibaca dan menjadi salah satu butir penilaian penting.



Gambar 2.3 — Macam-macam garis pada gambar teknik

Tabel 2.1 — Jenis garis dan kegunaannya

Jenis garis	Wujud	Kegunaan
Tebal kontinu	—————	Garis benda (kontur) yang terlihat
Tipis kontinu	—————	Garis ukur, garis bantu, arsir
Gores (putus-putus)	- - - - -	Garis benda yang tersembunyi
Strip-titik	- · - · - ·	Garis sumbu / garis simetri
Tipis bebas	~~~~~	Batas potongan sebagian

2.3 Skala

Skala adalah perbandingan ukuran gambar terhadap ukuran benda sebenarnya. Benda kecil digambar diperbesar, benda besar diperkecil, agar pas di kertas namun tetap jelas.

Tabel 2.2 — Skala standar pada gambar teknik

Jenis	Contoh skala
Ukuran penuh (1:1)	1:1
Pengecilan	1:2 1:5 1:10 1:20
Pembesaran	2:1 5:1 10:1

1. Di FreeCAD gunakan Workbench **TechDraw** → **Insert Page using Template** dan pilih template A4 ber-etiket.
2. Klik dua kali kolom etiket untuk mengisi Nama, Kelas, Tanggal, Judul.
3. Pastikan satuan dalam **milimeter (mm)**.

Latihan

1. Gambarlah garis tepi A4 lengkap dengan etiket di buku gambarmu.
2. Pasangkan jenis garis (Tabel 2.1) dengan fungsinya tanpa melihat.
3. Sebuah poros panjang 600 mm akan digambar di A4. Skala berapa yang cocok? Jelaskan.

Refleksi (Pembelajaran Mendalam)

- Apa akibatnya bila etiket tidak diisi lengkap pada gambar kerja di industri?
- Mengapa pemilihan skala memengaruhi kejelasan gambar?

Tuliskan jawabanmu di buku catatan — sadari (mindful) apa yang kamu pelajari, kaitkan dengan pekerjaan nyata (meaningful).

BAB 3

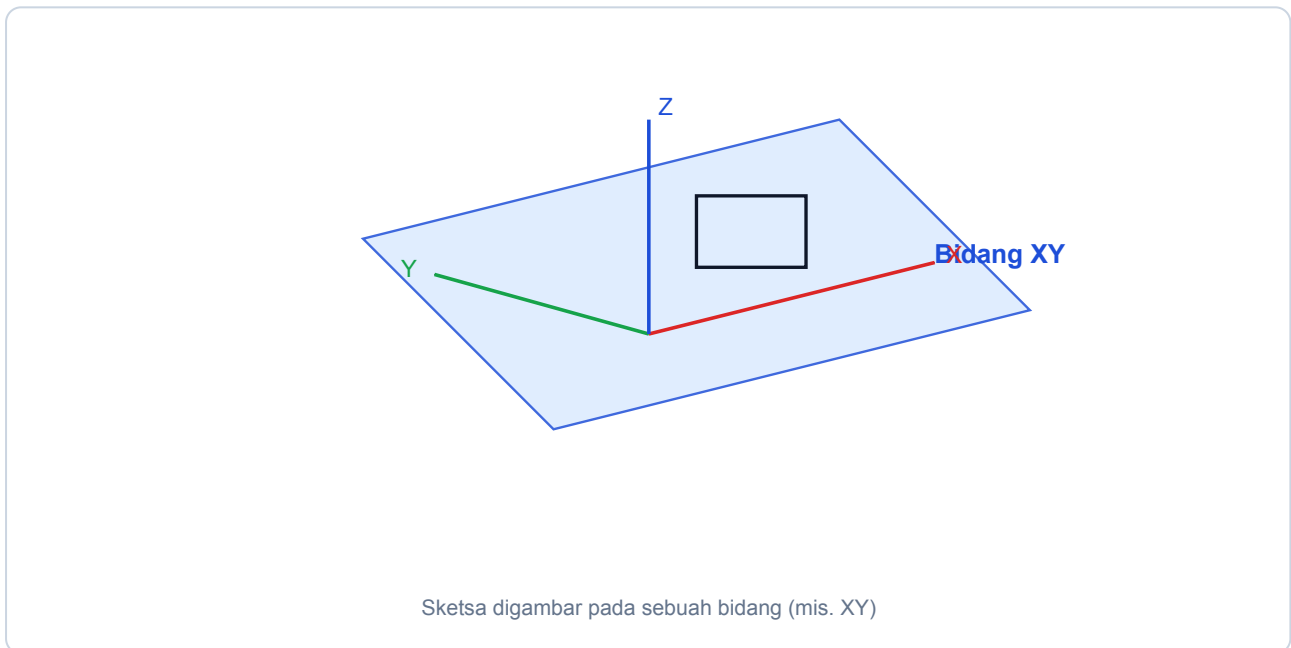
Sketsa 2D dengan Sketcher

🎯 Tujuan Pembelajaran

- Membuat sketsa 2D pada bidang yang tepat.
- Memberi *constraint* geometris dan dimensi.
- Mencapai sketsa **terkunci penuh** (fully constrained).

3.1 Bidang Sketsa

Semua benda 3D di FreeCAD berawal dari **sketsa 2D**. Sketsa dibuat pada sebuah **bidang** (XY, XZ, atau YZ). Bidang XY adalah bidang datar (seperti permukaan meja).

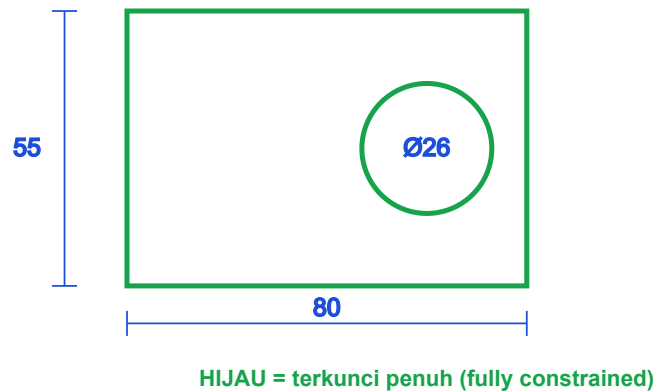


Gambar 3.1 — Sketsa dibuat pada sebuah bidang (mis. bidang XY)

3.2 Geometri dan Constraint

Kekuatan CAD ada pada **constraint** (pengekang). Setelah menggambar bentuk dasar, kita menguncinya agar ukuran benar-benar pasti — bukan kira-kira. Ada dua jenis: **constraint geometris** (horizontal, vertikal, sejajar, tegak lurus, sama panjang) dan **constraint dimensi** (panjang, jarak, sudut, radius).

Sketsa yang semua titiknya sudah tidak bisa bergerak disebut **terkunci penuh** dan biasanya berubah warna **hijau**. Inilah tanda sketsa yang presisi.



Gambar 3.2 — Sketsa terkunci penuh (hijau) dengan dimensi lengkap

1. Pilih Workbench **Sketcher** → **Create sketch** → pilih bidang **XY**.
2. Gambar geometri dasar: garis, lingkaran, atau busur.
3. Beri **constraint geometris** (mis. horizontal/vertikal) lalu **constraint dimensi** (ukuran).
4. Targetkan sketsa menjadi **hijau (fully constrained)**. Bila masih putih, masih ada ukuran yang belum dikunci.

Latihan

1. Buat sketsa persegi panjang 80 × 55 mm dan kunci penuh.
2. Tambahkan lingkaran Ø26 mm di tengah, lalu kunci posisinya.
3. Catat: constraint apa saja yang kamu pakai hingga sketsa berwarna hijau?

Refleksi (Pembelajaran Mendalam)

- Mengapa 'terkunci penuh' lebih baik daripada menggambar kira-kira?
- Bagaimana sifat parametrik membantu saat ukuran perlu diubah?

Tuliskan jawabanmu di buku catatan — sadari (mindful) apa yang kamu pelajari, kaitkan dengan pekerjaan nyata (meaningful).

BAB 4

Proyeksi Ortografik (Sudut Pertama / Eropa)

🎯 Tujuan Pembelajaran

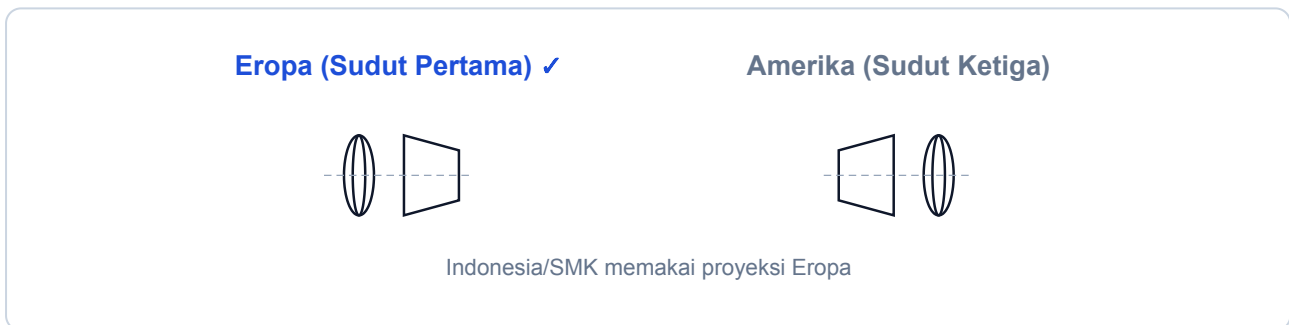
- Menjelaskan prinsip proyeksi sudut pertama (Eropa).
- Menyusun pandangan depan, atas, dan samping pada posisi yang benar.
- Membedakan lambang proyeksi Eropa dan Amerika.

4.1 Apa itu Proyeksi Ortografik

Benda 3D digambarkan di bidang datar melalui beberapa **pandangan** tegak lurus: **tampak depan**, **tampak atas**, dan **tampak samping**. Cara menyusun pandangan ini ditentukan oleh sistem proyeksi.

4.2 Eropa vs Amerika

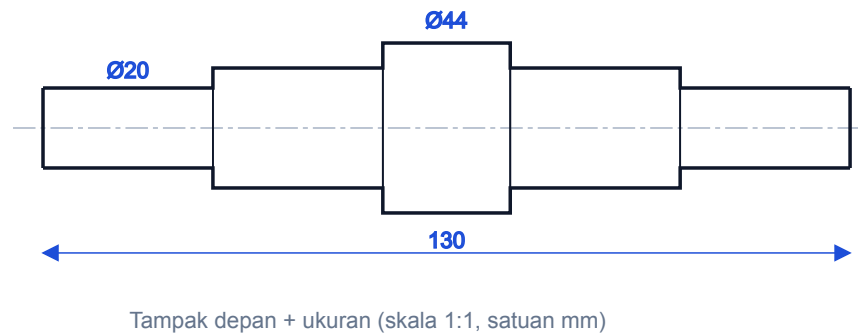
Indonesia (dan kebanyakan dunia) memakai **proyeksi sudut pertama (Eropa)**: tampak atas diletakkan **di bawah** tampak depan, dan tampak samping kiri diletakkan **di kanan**. Setiap gambar kerja mencantumkan **lambang proyeksi** pada etiket.



Gambar 4.1 — Lambang proyeksi Eropa (dipakai) dan Amerika

4.3 Contoh Penyusunan Pandangan

Perhatikan poros bertingkat berikut. Tampak depan menunjukkan profil bertingkat; tampak samping menunjukkan lingkaran-lingkaran (diameter); tampak atas di bawah tampak depan.



Gambar 4.2 — Tampak depan poros bertingkat beserta ukuran utama

1. Tentukan **tampak depan** yang paling mewakili bentuk benda.
2. Susun **tampak atas di bawah** dan **tampak samping di kanan** (aturan Eropa).
3. Jaga agar pandangan saling lurus (sejajar) satu sama lain.

Latihan

1. Gambarlah 3 pandangan (Eropa) sebuah balok berlubang sederhana.
2. Tunjukkan letak lambang proyeksi Eropa pada etiket.
3. Mengapa tampak samping poros berupa lingkaran?

Refleksi (Pembelajaran Mendalam)

- Apa yang terjadi bila proyeksi Eropa dan Amerika tertukar saat membaca gambar?
- Bagaimana 3 pandangan membantu operator memahami benda yang akan dibuat?

Tuliskan jawabanmu di buku catatan — sadari (mindful) apa yang kamu pelajari, kaitkan dengan pekerjaan nyata (meaningful).

BAB 5

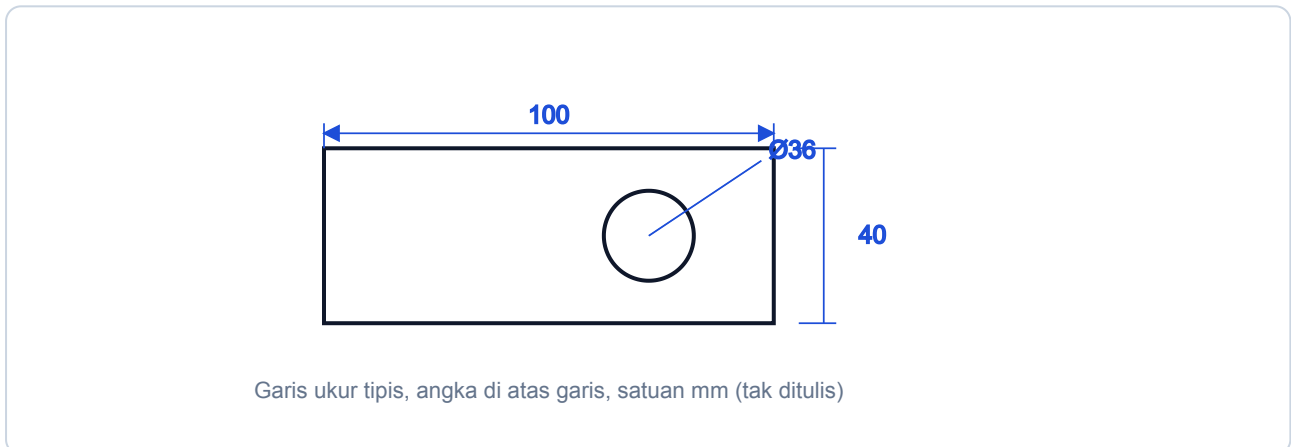
Ukuran & Toleransi

🎯 Tujuan Pembelajaran

- Menerapkan aturan pemberian ukuran (dimensi).
- Memahami toleransi dan suaian.
- Mengenal tanda pengerjaan/kekasaran permukaan.

5.1 Aturan Pemberian Ukuran

Ukuran membuat gambar dapat dikerjakan. Aturannya: garis ukur dan garis bantu **tipis**, angka ditulis **di atas** garis ukur, satuan **mm** (tidak perlu ditulis), diameter diberi tanda **Ø**, dan setiap ukuran **cukup ditulis sekali**.



Gambar 5.1 — Aturan dasar pemberian ukuran

5.2 Toleransi dan Suaian

Toleransi adalah batas penyimpangan ukuran yang masih diperbolehkan, karena tidak ada benda yang bisa dibuat persis sempurna. Bila dua komponen harus dipasangkan (mis. poros dan lubang), dipakai sistem **suaian (fit)**.

Tabel 5.1 — Tiga jenis suaian dan penggunaannya

Jenis suaian	Sifat	Contoh penggunaan
Suaian longgar (clearance)	Selalu ada celah	Poros berputar bebas dalam bantalan
Suaian pas (transition)	Bisa sedikit longgar/sesak	Pasak, pen penepat
Suaian sesak (interference)	Selalu sesak/ditekan	Bantalan ditekan ke rumahnya

5.3 Tanda Pengerjaan

Tanda kekasaran permukaan (mis. nilai R_a) menunjukkan tingkat kehalusan yang diminta dari hasil pengerjaan, dan menentukan proses yang dipakai (bubut kasar, bubut halus, gerinda).

1. Di TechDraw, pilih pandangan lalu gunakan perintah **Dimension** untuk memberi ukuran.
2. Beri ukuran terpenting lebih dulu (panjang total, diameter utama).
3. Tambahkan toleransi/suaian bila komponen harus berpasangan.

Latihan

1. Beri ukuran lengkap pada poros bertingkat (Gambar 4.2).
2. Jelaskan beda suaian longgar dan sesak dengan contoh nyata.
3. Mengapa angka satuan mm tidak perlu ditulis di tiap ukuran?

Refleksi (Pembelajaran Mendalam)

- Apa akibat di bengkel bila toleransi tidak dicantumkan?
- Bagaimana toleransi menghubungkan gambar dengan kemampuan mesin yang nyata?

Tuliskan jawabanmu di buku catatan — sadari (mindful) apa yang kamu pelajari, kaitkan dengan pekerjaan nyata (meaningful).

BAB 6

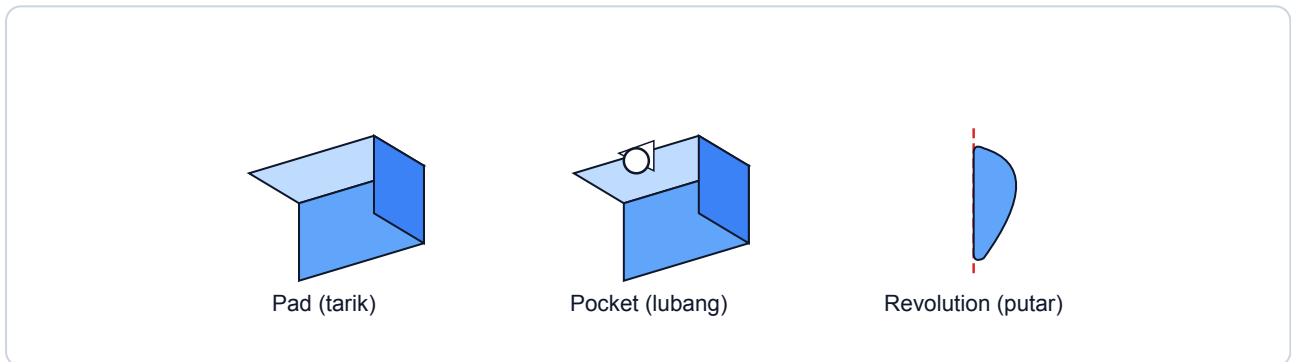
Pemodelan 3D dengan Part Design

🎯 Tujuan Pembelajaran

- Mengembangkan sketsa 2D menjadi benda 3D.
- Menggunakan operasi Pad, Pocket, dan Revolution.
- Menerapkan Fillet dan Chamfer.

6.1 Dari 2D ke 3D

Setelah sketsa 2D terkunci, ia dapat dibentuk menjadi 3D. Tiga operasi dasar: **Pad** (menarik sketsa menjadi tebal), **Pocket** (membuat lubang/kantong), dan **Revolution** (memutar sketsa terhadap sumbu — cocok untuk benda putar seperti poros).

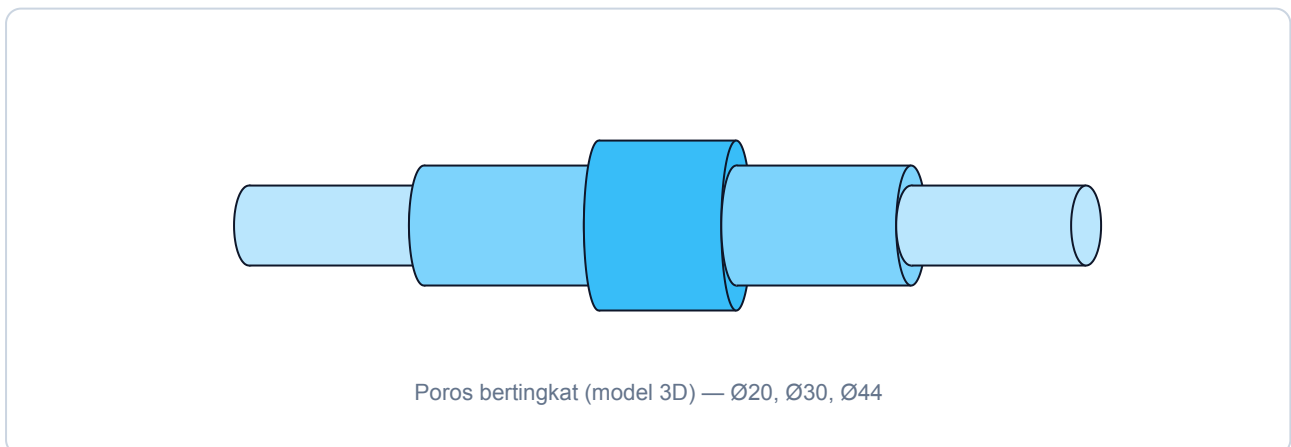


Gambar 6.1 — Operasi dasar pembentukan 3D: Pad, Pocket, Revolution

6.2 Penghalusan: Fillet & Chamfer

Fillet membuat sudut membulat, **Chamfer** membuat sudut serong (pinggul). Keduanya penting untuk keamanan (menghilangkan sudut tajam) dan kemudahan perakitan.

6.3 Contoh: Poros Bertingkat



Poros bertingkat (model 3D) — Ø20, Ø30, Ø44

Gambar 6.2 — Model 3D poros bertingkat hasil Revolution

1. Pilih Workbench **Part Design** → buat **Body** → **Create Sketch**.
2. Gambar setengah profil poros, lalu gunakan **Revolution** terhadap sumbu.
3. Tambahkan **Chamfer** pada ujung poros agar mudah dipasang.
4. Karena parametrik: ubah satu ukuran sketsa, model 3D otomatis menyesuaikan.

Latihan

1. Buat model 3D poros bertingkat ($\text{Ø}20\text{-}\text{Ø}30\text{-}\text{Ø}44$) dengan Revolution.
2. Tambahkan chamfer $1\times 45^\circ$ pada kedua ujung.
3. Ubah panjang salah satu tingkat, amati model berubah otomatis.

Refleksi (Pembelajaran Mendalam)

- Operasi mana (Pad/Pocket/Revolution) paling cocok untuk benda bubut? Mengapa?
- Bagaimana model 3D membantu kamu membayangkan benda sebelum dibuat?

Tuliskan jawabanmu di buku catatan — sadari (mindful) apa yang kamu pelajari, kaitkan dengan pekerjaan nyata (meaningful).

BAB 7

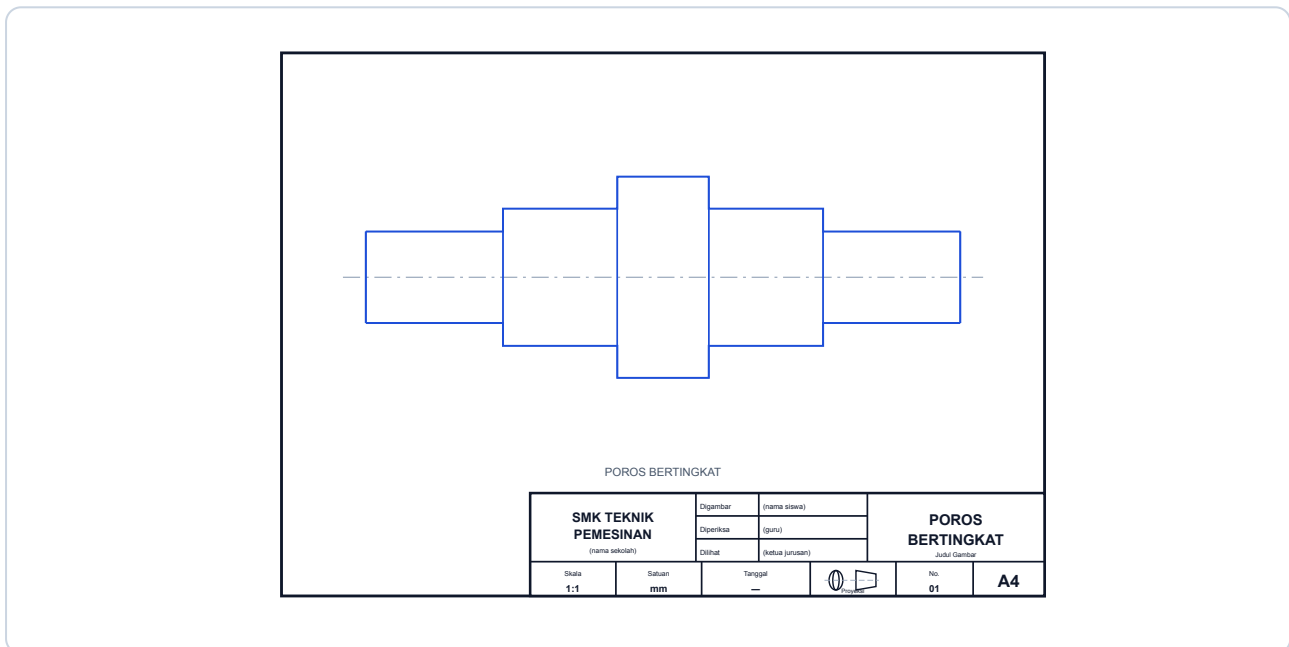
Gambar Kerja dengan TechDraw

🎯 Tujuan Pembelajaran

- Membuat lembar kerja A4 ber-etiket.
- Menghasilkan pandangan proyeksi otomatis dari model 3D.
- Mengekspor gambar kerja ke PDF.

7.1 Dari Model 3D ke Gambar Kerja

Workbench **TechDraw** mengubah model 3D menjadi gambar kerja 2D berstandar. Pandangan (depan/atas/samping) dibuat **otomatis** dari model, lalu kita tinggal memberi ukuran dan mengisi etiket.




Gambar 7.1 — Lembar gambar kerja A4 lengkap dengan etiket dan ukuran

1. Buka **TechDraw** → **Insert Default Page** (atau Page using Template A4).
2. Pilih model lalu **Insert View** untuk menampilkan pandangan depan.
3. Tambahkan pandangan lain (atas/samping) — tata letak proyeksi Eropa otomatis.
4. Beri ukuran, isi etiket, lalu **Export Page as PDF**.

🔧 Latihan

1. Buat lembar kerja A4 dari model poros bertingkatmu.
2. Lengkapi etiket dan minimal 4 ukuran utama.
3. Ekspor ke PDF dan periksa kerapian garis.

 **Refleksi (Pembelajaran Mendalam)**

- Apa keuntungan pandangan yang dibuat otomatis dibanding menggambar manual?
- Mengapa gambar kerja (2D) tetap dibutuhkan walau sudah ada model 3D?

Tuliskan jawabanmu di buku catatan — sadari (mindful) apa yang kamu pelajari, kaitkan dengan pekerjaan nyata (meaningful).

BAB 8

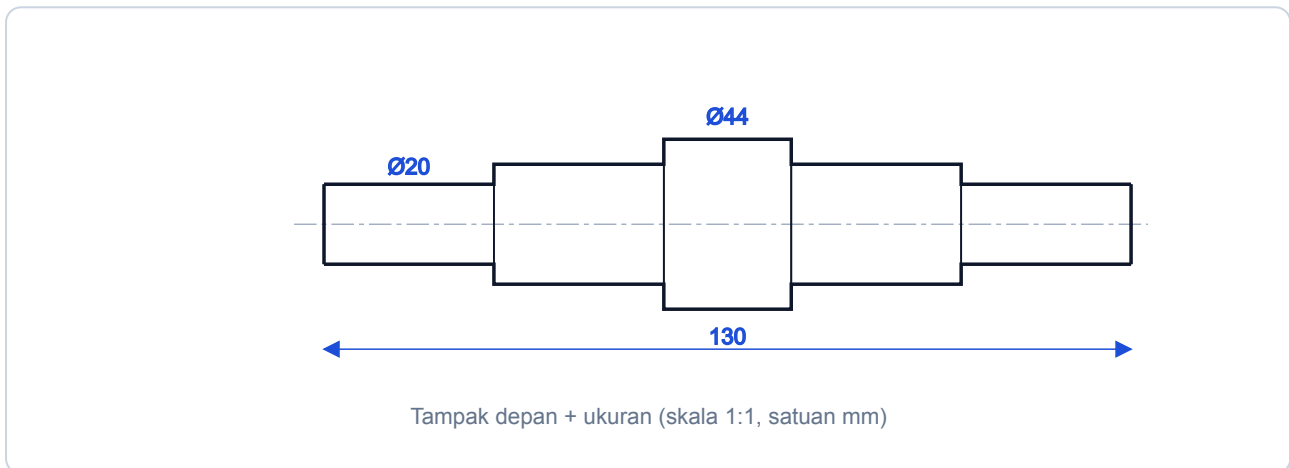
Studi Kasus Komponen Pemesinan

🎯 Tujuan Pembelajaran

- Membuat gambar kerja lengkap komponen pemesinan.
- Menerapkan seluruh materi (sketsa, 3D, proyeksi, ukuran, etiket) secara utuh.
- Berlatih membaca dan membuat gambar benda nyata.

8.1 Poros Bertingkat (Pekerjaan Bubut)

Poros bertingkat adalah benda khas pekerjaan bubut. Tampak depan memuat profil bertingkat dan seluruh ukuran; tampak samping berupa lingkaran diameter.



Gambar 8.1 — Gambar kerja poros bertingkat (tampak depan + ukuran)

8.2 Latihan Komponen Lain

Terapkan langkah yang sama untuk komponen berikut: **baut & mur** (kepala segi enam + batang), **pelat berlubang** (pekerjaan frais/bor), serta **flens**. Untuk tiap komponen: buat sketsa → model 3D → gambar kerja TechDraw → etiket → PDF.

Tabel 8.1 — Komponen latihan dan operasi pemodelannya

Komponen	Proses utama	Operasi FreeCAD
Poros bertingkat	Bubut	Sketsa + Revolution
Baut kepala segi enam	Bubut + frais	Pad (segi enam) + Revolution (batang)
Pelat berlubang	Frais / bor	Pad + Pocket
Flens	Bubut + bor	Revolution + Pocket (lubang baut)

Latihan

1. Pilih satu komponen (selain poros), buat gambar kerjanya secara lengkap.
2. Sertakan minimal dua pandangan dan etiket terisi penuh.
3. Tukar gambar dengan temanmu dan saling memeriksa (kolaborasi).

Refleksi (Pembelajaran Mendalam)

- Materi mana yang paling menantang saat membuat komponen utuh? Mengapa?
- Bagaimana satu gambar kerja menyatukan semua yang sudah kamu pelajari?

Tuliskan jawabanmu di buku catatan — sadari (mindful) apa yang kamu pelajari, kaitkan dengan pekerjaan nyata (meaningful).

BAB 9

AR Ukuran Asli & Proyek Akhir

🎯 Tujuan Pembelajaran

- Menampilkan benda kerja dalam AR ukuran asli (1:1).
- Menyelesaikan proyek akhir terpadu.
- Merefleksikan pembelajaran secara mendalam.

9.1 Melihat Benda dalam Ukuran Asli (AR)

Sebelum benda benar-benar dibubut atau dibuat, kita dapat melihatnya dalam **Augmented Reality (AR)** seukuran aslinya melalui HP. Benda berukuran 1000 mm akan tampil tepat 1 meter di kamera — tidak melar dan tidak menyusut. Ini membantu memverifikasi bentuk dan ukuran lebih dini.



Gambar 9.1 — Alur menampilkan benda dalam AR ukuran asli

1. Selesaikan model 3D di FreeCAD (satuan mm).
2. Jalankan macro **Export ke AR** untuk menghasilkan berkas **.glb** (skala asli).
3. Unggah ke website, lalu buka **Galeri** dari HP dan ketuk **AR (ukuran asli)**.
4. Amati benda 1:1 di ruanganmu sebelum dikerjakan di mesin.

9.2 Proyek Akhir Terpadu

Rancang sebuah komponen pilihanmu secara lengkap: **sketsa 2D** → **model 3D** → **gambar kerja (TechDraw + etiket)** → **tampilkan di AR**. Proyek ini menyatukan seluruh isi buku dan menumbuhkan dimensi **kreativitas, kemandirian, dan penalaran kritis** pada Profil Lulusan.

🔧 Latihan

1. Tentukan komponen proyek akhirmu dan buat rancangan lengkapnya.
2. Tampilkan hasilnya di AR ukuran asli dan tunjukkan ke gurumu.
3. Buat presentasi singkat: mengapa kamu memilih komponen itu (komunikasi).

 **Refleksi (Pembelajaran Mendalam)**

- Apa pengalaman paling bermakna selama mempelajari FreeCAD?
- Bagaimana keterampilan ini mendukung cita-citamu di bidang pemesinan?
- Apa satu hal yang ingin kamu pelajari lebih dalam setelah ini?

Tuliskan jawabanmu di buku catatan — sadari (mindful) apa yang kamu pelajari, kaitkan dengan pekerjaan nyata (meaningful).

Daftar Pustaka

Sato, G. T., & Hartanto, N. S. (1999). *Menggambar Mesin menurut Standar ISO*. Jakarta: Pradnya Paramita.

Tim FreeCAD. (2025). *FreeCAD Documentation*. <https://wiki.freecad.org>

Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah. (2025). *Pembelajaran Mendalam (Deep Learning) dan Profil Lulusan*. Jakarta.

Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan. *Capaian Pembelajaran SMK Teknik Pemesinan*.