

STUDENT'S EDITION

BIM Simulation

2025



Dr. Ir. Annisa' Carina, S.Pd., M.Pd., IPP.
Ir. Arif Budi Cahyono Putra, S.T., IPP.

BIM SIMULATION

Annisa' Carina

Arif Budi Cahyono Putra

UNISDA PRESS

BIM SIMULATION

Penulis :

Annisa' Carina
Arif Budi Cahyono Putra

ISBN :

Masih dalam proses

Editor:

Annisa' Carina

Penyunting:

Arif Budi Cahyono Putra

Ukuran:

73 Halaman, 18 x 25 cm

Desain Sampul dan Tata Letak :

Annisa' Carina

Penerbit:

UNISDA PRESS

Redaksi

Jl. Airlangga 03 Sukodadi Lamongan

Telp.(0322) 390497

Faks.0322-390929

Email: unisdapress@unisda.ac.id

Website: <https://unisdapress.unisda.ac.id/>

Cetakan Pertama, Agustus, 2025

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas tersusunnya buku BIM Simulation ini sebagai salah satu referensi pembelajaran di bidang arsitektur, teknik sipil, dan konstruksi. Buku ini hadir untuk menjawab kebutuhan dunia pendidikan dan industri dalam memahami serta menerapkan teknologi Building Information Modeling (BIM) yang semakin berkembang pesat di era digital.

Penyusunan buku ini berfokus pada pemahaman konsep dasar hingga praktik penggunaan Digital Simulation BIM, yang mencakup pemodelan 3D, penjadwalan berbasis 4D, hingga analisis biaya proyek 5D. Melalui pendekatan pembelajaran interaktif, buku ini diharapkan mampu menjadi panduan bagi mahasiswa, dosen, maupun praktisi untuk menguasai BIM secara lebih sistematis, terstruktur, dan aplikatif.

Kami menyadari bahwa buku ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan demi penyempurnaan edisi berikutnya. Semoga kehadiran buku BIM Simulation ini dapat memberikan manfaat nyata, memperkaya wawasan, serta meningkatkan kompetensi pembaca dalam menghadapi tantangan dunia konstruksi modern.

Annisa' Carina

DAFTAR ISI

PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
BAB I	
Pengenalan Building Information Modeling	1
1.1 Capaian Pembelajaran	1
1.2 Pendahuluan	1
1.3 Pemanfaatan BIM dalam Pembelajaran	3
1.4 Rubrik Penilaian Proyek BIM Mahasiswa	5
BAB II	
Pengaplikasian BIM 3D	7
2.1 Capaian Pembelajaran	7
2.2 Desain 3D (BIM 3D)	7
2.3 Alur Kerja (Workflow) BIM 3D	10
BAB III	
Pengaplikasian BIM 4D	46
3.1 Capaian Pembelajaran	46
3.2 Time/Scheduling (BIM 4D)	46
3.3 Alur Kerja (Workflow) BIM 4D	49
BAB IV	
Pengaplikasian BIM 5D... ..	57
4.1 Capaian Pembelajaran	57
4.2 Estimasi Biaya (BIM 5D)	57
4.3 Alur Kerja (Workflow) BIM 5D	60

BAB I

PENGENALAN BUILDING INFORMATION MODELING

1.1 CAPAIAN PEMBELAJARAN

1. Mahasiswa dapat mendefinisikan istilah Building Information Modeling (BIM) dengan benar.
2. Mahasiswa mampu menjelaskan fungsi dan tujuan utama penggunaan BIM dalam proyek konstruksi.
3. Mahasiswa dapat menguraikan sejarah singkat dan perkembangan BIM dalam industri konstruksi.
4. Mahasiswa memahami relevansi BIM terhadap kebutuhan dan tantangan konstruksi modern.
5. Mahasiswa dapat menerapkan rubrik penilaian untuk menilai proyek BIM baik secara individu maupun kelompok

1.2 PENDAHULUAN

Building Information Modeling (BIM) merupakan pendekatan revolusioner dalam perencanaan, perancangan, pembangunan, dan pengelolaan infrastruktur bangunan yang mengintegrasikan berbagai data ke dalam satu model digital tiga dimensi. BIM bukan hanya sekadar representasi visual, tetapi mencakup informasi menyeluruh tentang elemen-elemen bangunan, seperti spesifikasi material, biaya, jadwal, dan siklus hidup aset. Dengan BIM, para pelaku konstruksi dapat bekerja secara kolaboratif dalam satu ekosistem digital yang saling terintegrasi.

Kemunculan BIM dilatarbelakangi oleh kebutuhan akan efisiensi, akurasi, dan transparansi dalam dunia konstruksi, yang selama bertahun-tahun menghadapi tantangan besar seperti pembengkakan anggaran, keterlambatan proyek, dan miskomunikasi antar tim. Teknologi ini pertama kali dikembangkan pada akhir abad ke-20, dan semakin masif diadopsi pada awal 2000-an seiring berkembangnya perangkat lunak seperti Autodesk Revit, ArchiCAD, dan Tekla Structures. BIM memungkinkan simulasi proyek secara komprehensif sebelum pelaksanaan di lapangan.

Salah satu keunggulan utama BIM adalah kemampuannya dalam mendeteksi konflik desain atau *clash detection* sebelum konstruksi dimulai. Hal ini secara signifikan mengurangi kesalahan lapangan dan mempercepat proses konstruksi. Selain itu, BIM juga mendukung perencanaan berbasis data dan pengambilan keputusan yang lebih baik, karena informasi teknis tersedia secara real-time dalam satu platform.

Dalam konteks pendidikan teknik sipil, pemahaman terhadap BIM menjadi kompetensi dasar yang wajib dikuasai oleh mahasiswa. Pergeseran paradigma industri dari proses manual menuju digitalisasi menuntut institusi pendidikan tinggi untuk segera mengadaptasi kurikulum berbasis teknologi terkini. Pembelajaran berbasis BIM dapat membuka peluang kolaborasi multidisipliner yang lebih baik, sekaligus membekali mahasiswa dengan keterampilan yang relevan di era industri 4.0 dan 5.0.

Dunia Usaha dan Dunia Industri (DUDIKA) kini menjadikan penguasaan BIM sebagai salah satu indikator kesiapan kerja lulusan teknik sipil. Banyak perusahaan konstruksi mensyaratkan kemampuan mengoperasikan software BIM serta memahami workflow digital

proyek dalam proses rekrutmen. Oleh karena itu, pengenalan BIM sejak dini dalam pendidikan menjadi sangat krusial untuk meningkatkan daya saing lulusan di pasar kerja global.

Dengan melihat perkembangan tersebut, pemanfaatan BIM tidak hanya menjadi keharusan di lapangan, tetapi juga menjadi fokus utama dalam pengembangan media pembelajaran digital di lingkungan akademik. Integrasi BIM dalam sistem pembelajaran memberikan pengalaman simulasi nyata kepada mahasiswa, sekaligus menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik di dunia profesional.

1.3 PEMANFAATAN BIM DALAM PEMBELAJARAN

Pemanfaatan BIM dalam pembelajaran manajemen proyek konstruksi memberikan kontribusi besar dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap kompleksitas proyek konstruksi secara menyeluruh. BIM menyediakan lingkungan digital yang memungkinkan mahasiswa untuk melihat keterkaitan antar elemen proyek dari desain, estimasi biaya, hingga penjadwalan dan pelaksanaan konstruksi. Hal ini membantu menciptakan pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan mendekati kondisi nyata di lapangan.

Dalam manajemen proyek, BIM memungkinkan mahasiswa untuk mempelajari proses *4D scheduling* (penjadwalan proyek berbasis waktu) dan *5D estimation* (estimasi biaya), yang tidak dapat dilakukan hanya dengan gambar 2D atau dokumen konvensional. Melalui simulasi BIM, mahasiswa dapat melakukan analisis waktu dan biaya berdasarkan model yang dinamis dan dapat diperbarui secara real-time. Dengan demikian, keterampilan manajerial seperti pengambilan

keputusan, alokasi sumber daya, dan mitigasi risiko dapat dilatih secara lebih efektif.

Selain itu, BIM juga mendukung kolaborasi tim yang menjadi aspek penting dalam manajemen proyek. Dalam pembelajaran berbasis BIM, mahasiswa diajak untuk bekerja secara kolaboratif dalam menyelesaikan satu proyek digital, seolah-olah mereka adalah bagian dari tim proyek sungguhan. Setiap mahasiswa dapat diberi peran spesifik seperti estimator, scheduler, drafter, atau manajer proyek yang menuntut mereka untuk saling berkoordinasi dan memahami peran satu sama lain, sesuai praktik dunia kerja yang sesungguhnya.

Di sisi lain, dalam konteks pembelajaran desain, BIM memberikan pendekatan visual dan integratif yang sangat bermanfaat bagi mahasiswa teknik sipil maupun arsitektur. Melalui BIM, mahasiswa dapat merancang bangunan atau infrastruktur secara tiga dimensi sambil langsung mengamati interaksi antara elemen-elemen desain. Ini meningkatkan pemahaman mereka terhadap konsep spasial, struktur, material, dan sistem bangunan, serta mendorong desain yang lebih efisien dan berorientasi pada keberlanjutan.

BIM juga mendorong pendekatan desain berbasis data (*data-driven design*), di mana mahasiswa tidak hanya membuat model visual, tetapi juga mengisi dan memproses informasi teknis dari setiap komponen bangunan. Informasi ini meliputi jenis material, harga satuan, volume, hingga performa energi. Dengan pendekatan ini, mahasiswa terbiasa berpikir logis, analitis, dan berbasis data, sesuai tuntutan desain modern yang tidak hanya estetis tetapi juga fungsional dan ekonomis.

Secara keseluruhan, integrasi BIM dalam pembelajaran manajemen proyek dan desain memberikan nilai tambah yang besar dalam pendidikan teknik sipil. Mahasiswa tidak hanya memahami teori dan konsep, tetapi juga memiliki keterampilan praktis dalam menggunakan teknologi yang telah menjadi standar industri. Hal ini menjadikan mereka lebih siap menghadapi dunia kerja dan mampu bersaing dalam era digitalisasi industri konstruksi.

1.4 RUBIK PENILAIAN PROYEK BIM MAHASISWA

Untuk memastikan proses pembelajaran dan penilaian berjalan secara objektif, sistematis, dan sesuai dengan capaian pembelajaran yang diharapkan, diperlukan suatu instrumen evaluasi yang komprehensif. Dalam konteks implementasi proyek berbasis BIM di kelas teknik sipil, rubrik penilaian disusun guna menilai berbagai aspek penting yang mencerminkan kompetensi teknis, manajerial, dan kolaboratif mahasiswa. Rubrik pada Tabel 1 tidak hanya menilai hasil akhir berupa model digital, tetapi juga menilai proses pengerjaan, kerja tim, dan kemampuan presentasi mahasiswa secara menyeluruh.

Tabel 1. Komponen Penilaian Proyek BIM Mahasiswa

Aspek Penilaian	Kriteria	Bobot (%)
Pemodelan 3D	Ketepatan dimensi, struktur, dan komponen bangunan	25%
Integrasi Data BIM	Kelengkapan data material, volume, dan informasi biaya	20%

Jadwal Proyek	Kesesuaian urutan kegiatan, logika jadwal, dan kurva S	15%
Kerja Tim dan Kolaborasi	Distribusi tugas, komunikasi antar anggota, dan laporan kerja kelompok	10%
Presentasi Proyek	Kejelasan penyampaian, visualisasi model, dan argumentasi teknis	10%
Ketepatan Administrasi	Kelengkapan dokumen: gambar kerja, estimasi biaya	20%

Tabel di atas menunjukkan komponen-komponen penilaian proyek BIM yang terdiri dari tujuh aspek utama: pemodelan 3D, integrasi data, penjadwalan proyek, inovasi, kerja tim, presentasi, dan kelengkapan administrasi. Masing-masing aspek diberikan bobot sesuai tingkat kepentingannya terhadap keseluruhan proyek. Dengan adanya rubrik ini, diharapkan mahasiswa dapat memahami kriteria keberhasilan proyek BIM secara lebih jelas, serta termotivasi untuk mengembangkan kompetensinya secara holistik dan profesional sesuai standar industri konstruksi digital saat ini.

BAB II

PENGAPLIKASIAN BIM 3D

2.1 CAPAIAN PEMBELAJARAN

1. Mahasiswa dapat menjelaskan konsep dasar Building Information Modeling (BIM) 3D sebagai representasi digital dari elemen fisik dan fungsional bangunan.
2. Mahasiswa dapat mengidentifikasi komponen-komponen utama dalam model BIM 3D, termasuk arsitektur, dan struktur.
3. Mahasiswa dapat menggunakan perangkat lunak untuk membuat model 3D bangunan secara tepat dan sistematis.
4. Mahasiswa dapat mengintegrasikan data teknis (seperti jenis material, dimensi, dan properti elemen) ke dalam model 3D.
5. Mahasiswa dapat mengevaluasi kualitas dan akurasi model BIM 3D berdasarkan standar desain dan dokumentasi teknis.
6. Mahasiswa dapat menyajikan model 3D sebagai alat komunikasi visual dan teknis antar tim proyek dalam proses perencanaan dan perancangan

2.2 DESAIN 3D (BIM 3D)

Penerapan BIM dalam bentuk tiga dimensi (3D) menjadi langkah awal yang sangat penting dalam proses digitalisasi proyek konstruksi. BIM 3D memberikan representasi visual yang akurat dan informatif terhadap elemen bangunan, sehingga memudahkan seluruh tim proyek untuk memahami desain dan melakukan koordinasi teknis sejak tahap

perencanaan. Dengan BIM 3D, para perencana, arsitek, dan insinyur dapat mendeteksi potensi konflik desain secara dini sebelum konstruksi fisik dimulai.

Dalam konteks pembelajaran dan praktik teknik sipil, penggunaan perangkat lunak desain 3D seperti Google SketchUp dan AutoCAD sering dijadikan sebagai sarana pengenalan awal terhadap konsep BIM. Google SketchUp, dengan antarmukanya yang intuitif, memungkinkan pengguna untuk dengan mudah memodelkan bentuk bangunan secara tiga dimensi, mulai dari dinding, lantai, atap, hingga furnitur dan elemen interior lainnya. Sementara itu, AutoCAD memberikan presisi tinggi dalam penggambaran teknis, termasuk pembuatan detail struktur dan koneksi antar komponen.

Meskipun kedua perangkat lunak ini tidak sepenuhnya masuk dalam kategori BIM secara utuh, mereka dapat digunakan sebagai pendekatan awal dalam pembelajaran BIM 3D. Google SketchUp, misalnya, dapat diintegrasikan dengan plugin tambahan seperti Sefaira untuk analisis energi atau Trimble Connect untuk kolaborasi proyek, sehingga mendekati konsep BIM. AutoCAD pun memiliki fitur-fitur 3D modeling dan kini terhubung dengan platform Autodesk lainnya seperti Revit, yang memang dirancang khusus untuk BIM.

Penerapan BIM 3D dalam proyek juga memungkinkan pembuatan detail komponen bangunan secara akurat, seperti struktur kolom, balok, sambungan baja, dan elemen arsitektural. Dengan AutoCAD, mahasiswa atau profesional dapat menggambar detail teknis berdasarkan standar konstruksi yang berlaku, termasuk ketebalan pelat, jenis sambungan, dan dimensi elemen struktural. Model ini kemudian dapat diimpor ke platform BIM seperti Revit untuk integrasi informasi.

Di sisi lain, Google SketchUp sering digunakan untuk memodelkan konsep arsitektural awal secara cepat. Misalnya, dalam tahap pra-rencana, desainer dapat menyusun model massing dan layout bangunan dalam hitungan jam, memberikan gambaran visual awal yang bisa langsung didiskusikan dengan klien atau tim. Model 3D dari SketchUp juga bisa diekspor dalam berbagai format (seperti .DWG, .IFC, atau .OBJ) untuk disambungkan ke software BIM yang lebih kompleks.

Salah satu manfaat besar dari penerapan BIM 3D adalah deteksi benturan (clash detection), yaitu kemampuan untuk mengidentifikasi konflik antara komponen bangunan yang berbeda, seperti tabrakan antara saluran mekanikal dengan balok struktur. Meskipun fitur ini lebih dikenal dalam software BIM seperti Navisworks atau Revit, model 3D dari AutoCAD dan SketchUp dapat digunakan sebagai bagian dari proses deteksi jika diintegrasikan dengan benar ke dalam workflow proyek.

Dalam lingkungan pendidikan tinggi teknik sipil, penguasaan terhadap SketchUp dan AutoCAD 3D dianggap sebagai langkah transisi yang efektif sebelum mempelajari BIM secara komprehensif. Mahasiswa dapat memahami konsep ruang, proporsi, dan hubungan antar komponen bangunan dengan membangun model 3D yang realistis. Hal ini sangat membantu dalam mempercepat pemahaman mereka ketika berpindah ke software BIM tingkat lanjut.

Kelebihan SketchUp dalam visualisasi cepat dan kemudahan penggunaan menjadikannya ideal untuk pemodelan awal dan studi desain alternatif. Sebaliknya, AutoCAD unggul dalam presisi dimensi dan sangat penting saat mahasiswa atau profesional membuat shop

drawing atau gambar kerja teknis yang menjadi acuan di lapangan. Kombinasi keduanya menciptakan dasar pengetahuan yang kuat dalam pengembangan BIM 3D.

Selain itu, integrasi antara desain 2D dan 3D dengan pengembangan aplikasi BIM memungkinkan kolaborasi dengan penjadwalan dan perkiraan biaya yang lebih baik. Tim arsitektur, struktur, dan MEP (mekanikal, elektrikal, dan plumbing) dapat bekerja pada satu proyek dengan berbagai tools namun tetap dalam satu ekosistem digital yang sinkron. Hal ini mencerminkan esensi dari BIM sebagai proses yang kolaboratif, informatif, dan terkoneksi.

Secara keseluruhan, penerapan BIM 3D melalui Google SketchUp dan AutoCAD merupakan fondasi penting dalam pengembangan kemampuan digital mahasiswa teknik sipil. Dengan keterampilan ini, mahasiswa tidak hanya mampu menggambar dan memvisualisasikan bangunan, tetapi juga memahami logika teknis dan integrasi data dalam proyek konstruksi modern. Ke depan, keterampilan ini akan sangat relevan dan dibutuhkan di dunia industri yang semakin mengandalkan teknologi BIM dalam setiap tahap pembangunan

2.3 ALUR KERJA (WORKFLOW) BIM 3D

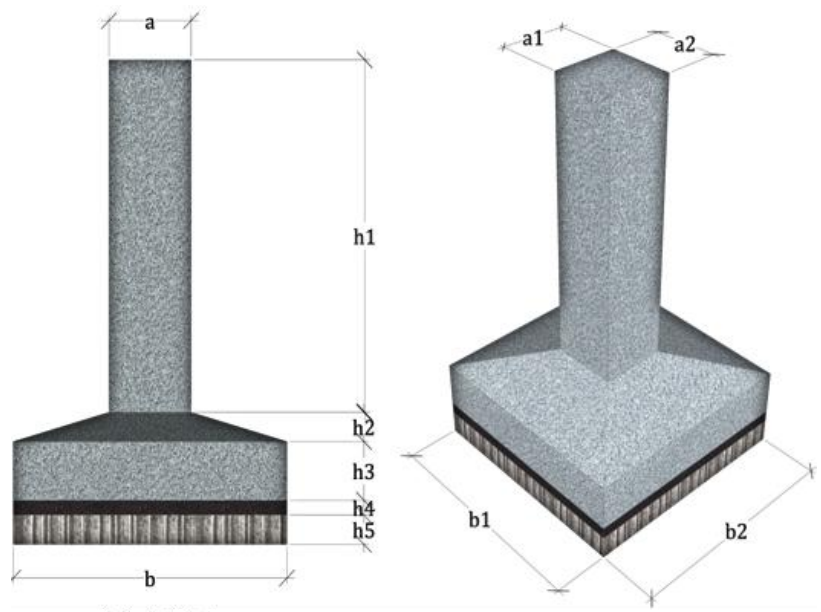
1. Konseptualisasi Desain (SketchUp)

- a. Mahasiswa membuat model 3D awal bangunan secara visual dan cepat menggunakan SketchUp.
- b. Fokus pada bentuk massa, tata ruang, dan orientasi bangunan.
- c. Latihan desain yang dibuat antara lain:

1) Pondasi Footplate

Pondasi footplate digunakan ketika kondisi bangunan dan tanah memungkinkan penerapan pondasi dangkal. Jenis pondasi ini umumnya dipilih jika beban struktur yang harus ditopang tidak terlalu besar, seperti pada bangunan satu atau dua lantai. Selain itu, pondasi footplate sangat efektif diterapkan pada lokasi yang memiliki tanah dengan daya dukung cukup baik, terutama pada kedalaman dangkal sekitar 1 hingga 2 meter.

Berikut adalah cara mendesain pondasi footplate dengan Google SketchUp seperti gambar.



Gambar 1.1 Pondasi Footplate

- ✓ 1. Siapkan Workspace

- Buka **Google SketchUp**
 - Pilih template “**Architectural Design – Millimeters**” atau “**Meters**” sesuai kebutuhan
 - Atur layer dan tag untuk mengelompokkan elemen (misal: pondasi, tulangan, tanah)
- ✓ 2. Gambar Footplate (Pelat Pondasi)
- Gunakan tool **Rectangle** untuk menggambar alas pondasi:
 - Misalnya ukuran: 1.5 m x 1.5 m
 - Gunakan **Push/Pull** untuk memberikan ketebalan pelat, misalnya 30 cm:
 - Klik pada persegi → tarik ke atas → ketik 0.3m → Enter
- ✓ 3. Tambahkan Kolom di Atas Footplate
- Gunakan **Rectangle** lagi di atas pelat untuk kolom:
 - Misalnya kolom 30 x 30 cm
 - Gunakan **Push/Pull** ke atas untuk membuat tinggi kolom (misalnya 3 meter)
- ✓ 4. Tambahkan Tulangan (Opsional – untuk Visual)
- Tulangan di SketchUp tidak bersifat struktural, tapi bisa divisualisasikan:
- Gunakan tool **Circle** untuk membuat besi:

- Buat diameter 12 mm → ketik 0.006m (karena radius)
 - Gunakan **Move + Copy** dan Rotate untuk menempatkan tulangan longitudinal
 - Gunakan **Follow Me** untuk membuat begel (stirrup) melingkar persegi
 - Bisa juga pakai plugin “**Profile Builder**” atau “**1001bit Tools**” untuk mempercepat
- ✓ 5. Tambahkan Material dan Warna
- Gunakan **Paint Bucket** tool
 - Pilih material seperti **Concrete, Rebar,** atau **Soil**
 - Terapkan ke footplate, kolom, dan tanah untuk memperjelas tampilan
- ✓ 6. Buat Tanah dan Kontur (Jika Perlu)
- Gunakan **Rectangle** besar sebagai tanah
 - Gunakan **Push/Pull** untuk memberikan ketebalan
 - Atur posisi footplate sedikit tenggelam dalam tanah (menggambarkan elevasi lapangan)
- ✓ 7. Tambahkan Dimensi dan Keterangan
- Gunakan **Dimension Tool** untuk menunjukkan ukuran footplate, kolom, dan ketebalan

- Gunakan Text Tool untuk memberi label seperti “Footplate 1.5m x 1.5m x 0.3m”

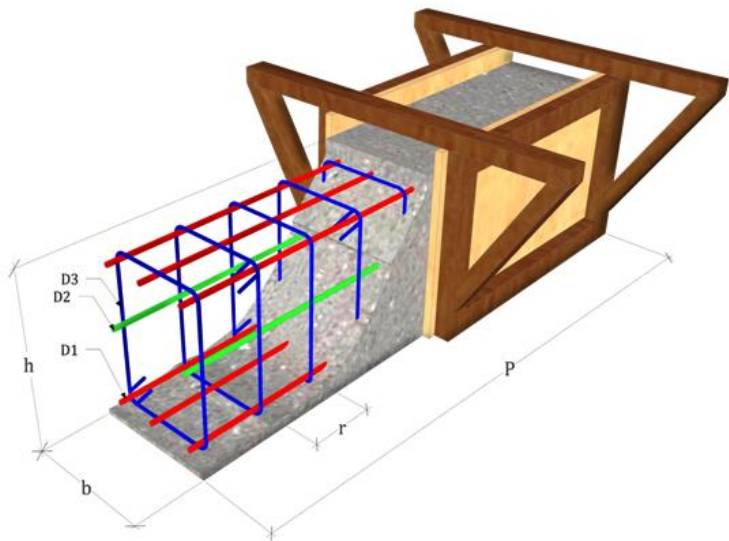
✓ 8. Export Gambar / Model

- Untuk dokumentasi: File → Export → 2D Graphic (JPG, PNG, atau PDF)
- Untuk BIM atau CAD: File → Export → 3D Model → pilih DWG atau IFC (jika plugin tersedia).

2) Sloof

Sloof adalah elemen struktur horizontal dari bangunan yang terletak di atas pondasi dan berfungsi untuk mengikat antar pondasi serta mendistribusikan beban dari dinding ke pondasi secara merata. Sloof biasanya terbuat dari beton bertulang dan memiliki posisi sejajar dengan permukaan tanah atau sedikit di atasnya. Selain itu, sloof juga membantu menjaga kestabilan struktur dinding terhadap gaya lateral seperti gempa atau pergeseran tanah.

Berikut adalah cara lengkap mendesain sloof menggunakan Google SketchUp, mulai dari tahap modeling hingga menambahkan elemen visual seperti material dan tulangan pada gambar.



Gambar 1.2 Sloof


- ✔ 1. Siapkan Lingkungan Kerja
 - **Buka SketchUp** dan pilih template: **Architectural Design – Millimeters** atau **Meters**
 - Atur **Unit** melalui: Window → Model Info → Units
 - Buat **Layer/Tag** untuk pengelompokan: misalnya “Pondasi”, “Sloof”, “Kolom”
- ✔ 2. Gambar Denah Sloof (Garis Dasar)
 - Gunakan **Line Tool** atau **Rectangle Tool** untuk menggambar jalur sloof sesuai denah pondasi
 - Contoh: jalur sloof sepanjang 3 meter di atas pondasi batu kali atau footplate
- ✔ 3. Buat Volume Sloof

- Gunakan **Rectangle Tool**:
 - Gambar penampang sloof (misalnya: lebar 20 cm, tinggi 30 cm)
 - Gunakan **Push/Pull Tool**:
 - Tarik penampang tersebut sepanjang jalur sloof yang diinginkan (misalnya 3 meter)
 - Ketik 3m lalu tekan Enter
- ✓ 4. Letakkan Sloof di Atas Pondasi
- Gunakan **Move Tool** untuk menggeser sloof ke atas pondasi (sekitar +0.2 m dari permukaan tanah)
 - Pastikan sloof berada **tepat di atas footplate atau batu kali**
- ✓ 5. Tambahkan Tulangan (Opsional – Visualisasi)

Untuk presentasi atau dokumentasi, Anda bisa menambahkan visual tulangan:

- Gunakan **Circle Tool**:
 - Buat diameter tulangan (misalnya: $\phi 12$ mm \rightarrow radius = 0.006m)
- Gunakan **Push/Pull** untuk extrude besi menjadi panjang
- **Copy dan Rotate** untuk menggandakan tulangan longitudinal

- Gunakan **Rectangle** + **Follow Me** atau **Path Copy** (dari plugin) untuk membuat begel

 Gunakan plugin seperti:

- **1001bit Tools**
- **Profile Builder**
- **Curic Stretch** (*untuk dynamic modeling*)

✓ 6. Beri Material dan Warna

- Klik **Paint Bucket Tool**
- Terapkan **material beton** pada sloof
- Gunakan warna **abu-abu** untuk beton, **merah** untuk tulangan

✓ 7. Tambahkan Dimensi & Keterangan

- Gunakan **Tape Measure Tool** dan **Dimension Tool** (Tools → Dimensions)
- Tambahkan teks dengan **Text Tool** untuk memberi label: "Sloof 20x30 cm", dll

✓ 8. Export Gambar atau Model

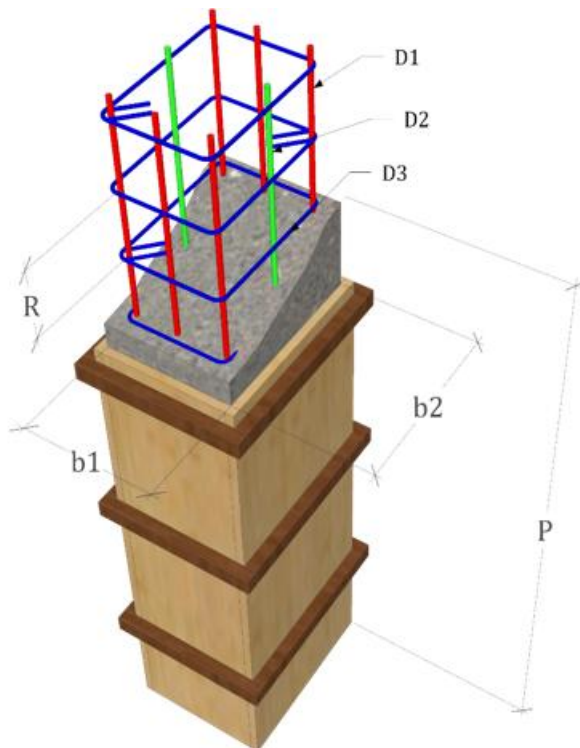
- Untuk gambar: File → Export → 2D Graphic (PNG/JPG/PDF)
- Untuk 3D: File → Export → 3D Model (.SKP, .DWG, .DAE)

3) Kolom

Kolom adalah elemen struktur vertikal pada bangunan yang berfungsi untuk menyalurkan beban

dari struktur atas (seperti balok, pelat, dan atap) ke elemen struktur bawah seperti pondasi. Kolom merupakan komponen penting karena menentukan kekuatan dan kestabilan sebuah bangunan terhadap beban vertikal dan lateral (seperti gempa atau angin).

Berikut adalah cara mendesain kolom seperti gambar dengan Google SketchUp, cocok untuk pemodelan arsitektur atau struktur bangunan secara 3D:



Gambar 1.3 Kolom

1. Buka SketchUp dan Atur Template

- Buka **SketchUp** → pilih template: **Architectural Design – Millimeters** atau **Meters**
 - Pastikan satuan sesuai kebutuhan: Window → Model Info → Units
- ✓ 2. Buat Denah Lokasi Kolom
- Gunakan **Rectangle Tool** atau **Line Tool** untuk menandai posisi kolom pada denah bangunan.
 - Ini bisa berupa titik-titik grid tempat kolom akan diletakkan (misalnya: titik A1, A2, B1, B2)
- ✓ 3. Gambar Penampang Kolom
- Pilih **Rectangle Tool**
 - Klik dan tarik untuk membuat ukuran kolom (contoh: 0.3m x 0.3m untuk kolom 30x30 cm)
 - Gunakan **Push/Pull Tool**
 - Klik area kotak yang dibuat → tarik ke atas → ketik tinggi kolom (misal 3m) → tekan Enter
- ✓ 4. Buat Beberapa Kolom (Jika Perlu)
- Gunakan **Move Tool + Ctrl (Copy)** untuk menduplikasi kolom ke titik lainnya.

- Jika banyak kolom teratur, gunakan perintah array:
 - Misalnya: setelah meng-copy kolom ke kanan sejauh 4 meter, ketik x4 lalu Enter → akan muncul 4 kolom berjajar

✓ 5. Tambahkan Tulangan (Opsional – Visualisasi)

Untuk keperluan presentasi atau visualisasi:

- Gunakan **Circle Tool**:
 - Buat diameter tulangan (misal: $\varnothing 12$ mm → radius = 0.006m)
- Gunakan **Push/Pull Tool**:
 - Buat batang besi memanjang setinggi kolom
- **Copy** tulangan ke empat sudut bagian dalam kolom
- Gunakan **Rectangle + Follow Me** untuk membuat begel (stirrup) melingkari tulangan pokok

✓ 6. Beri Material dan Warna

- Gunakan **Paint Bucket Tool**
- Terapkan material **Concrete** pada kolom
- Gunakan warna **abu-abu** atau tekstur beton, dan warna merah/biru untuk tulangan

✓ 7. Tambahkan Dimensi dan Label

- Gunakan **Dimension Tool** (Tools → Dimensions) untuk memberi ukuran lebar dan tinggi kolom
- Gunakan **Text Tool** untuk memberi keterangan seperti:
“Kolom 30x30 cm, 4D13 + Begel Ø8-150”

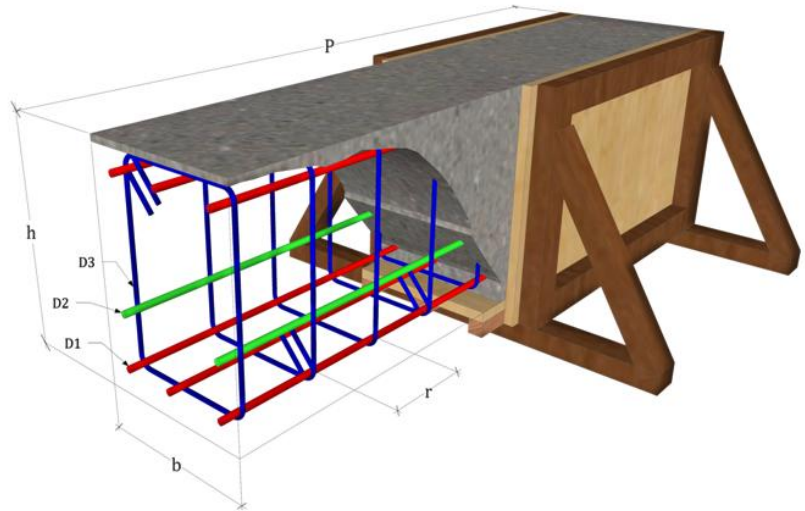
✓ 8. Simpan dan Ekspor Model

- File → Save As untuk menyimpan file .skp
- Untuk gambar: File → Export → 2D Graphic (JPG/PNG/PDF)
- Untuk model 3D: Export → 3D Model (DWG/DAE)

4) Balok

Balok adalah elemen struktur horizontal dalam bangunan yang berfungsi untuk menahan dan menyalurkan beban dari pelat (lantai atau atap) ke kolom. Balok biasanya terbuat dari beton bertulang, baja, atau kayu, tergantung jenis konstruksi. Balok bekerja dengan menahan gaya lentur (momen) dan geser, sehingga harus dirancang agar cukup kuat terhadap beban vertikal yang dikenakan padanya.

Berikut adalah cara mendesain balok seperti gambar dengan Google SketchUp.



Gambar 1.4 Balok

- ✓ 1. Buka SketchUp & Siapkan Template
 - Buka **SketchUp**
 - Pilih template **Architectural Design – Millimeters** atau **Meters**
 - Atur satuan jika perlu: Window → Model Info → Units
- ✓ 2. Gambarlah Penampang Balok

Misalnya, balok beton 20x40 cm:

 - Pilih **Rectangle Tool (R)**
 - Klik pada area kerja → ketik ukuran 0.2, 0.4 (untuk 20 cm x 40 cm) → tekan Enter
 - Gunakan **Push/Pull Tool (P)**

- Klik permukaan kotak → tarik sepanjang bentang balok (misal 3m) → tekan Enter
- ✓ 3. Pindahkan Balok ke Posisi yang Benar
 - Gunakan **Move Tool (M)** untuk menaikkan posisi balok ke atas kolom atau pelat
 - Klik titik dasar balok → arahkan ke titik referensi lain di model
- ✓ 4. Salin Balok Jika Diperlukan
 - Pilih balok → tekan **Move (M) + Ctrl** (untuk copy)
 - Tarik dan ketik jarak (misal 4m) → x3 untuk membuat 3 salinan
- ✓ 5. Berikan Material
 - Pilih **Paint Bucket Tool (B)** → cari material Concrete atau buat warna abu-abu
 - Klik pada permukaan balok untuk menerapkan material
- ✓ 6. Tambahkan Dimensi
 - Gunakan **Dimension Tool (Tools → Dimensions)** untuk menunjukkan:
 - Tinggi balok
 - Lebar balok
 - Panjang bentang

✓ 7. (Opsional) Tambahkan Tulangan Visual

Untuk presentasi atau visualisasi struktur:

- Gunakan **Circle Tool**
 - Buat lingkaran diameter tulangan (misal Ø12 → radius 0.006m)
- Gunakan **Push/Pull** untuk membuat batang tulangan
- Salin tulangan ke tepi balok
- Buat begel (stirrup) dengan Rectangle + Follow Me

✓ 8. Gunakan Komponen & Group

- Jadikan balok sebagai **Group** atau **Component** agar mudah dimodifikasi dan tidak menempel ke objek lain
 - Klik kanan → Make Group atau Make Component

✓ 9. Ekspor Hasil

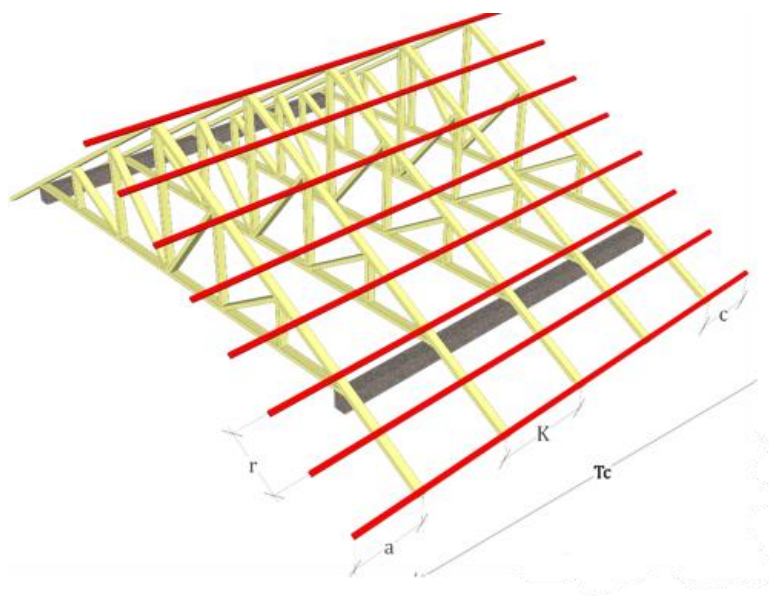
- Untuk gambar: File → Export → 2D Graphic
- Untuk model 3D: File → Export → 3D Model (.dae, .dwg, dll)

5) Atap

Atap adalah bagian paling atas dari suatu bangunan yang berfungsi utama untuk melindungi ruang di bawahnya dari cuaca, seperti hujan, panas

matahari, angin, dan salju. Selain fungsi perlindungan, atap juga berperan dalam aspek estetika, ventilasi, dan bahkan efisiensi energi pada suatu bangunan.

Berikut adalah cara mendesain atap dengan Google SketchUp seperti pada gambar.



Gambar 1.5 Atap

✓ 1. Siapkan Bangunan atau Dinding

Sebelum mendesain atap, pastikan kamu sudah memiliki **denah atau dinding** bangunan 3D.

- Buat denah persegi/rectangular menggunakan **Rectangle Tool (R)**.
- Gunakan **Push/Pull Tool (P)** untuk menarik ke atas dan membentuk dinding.

Contoh: tinggi dinding 3 meter → ketik 3m setelah tarik ke atas.

✓ 2. Gambar Bidang Dasar Atap

- Klik **top face (permukaan atas dinding)** bangunan.
- Gunakan **Line Tool (L)** untuk menggambar garis tengah (midline) jika ingin atap pelana (gable roof).
 - Temukan titik tengah pada sisi panjang → tarik garis tegak lurus ke sisi berlawanan.

✓ 3. Buat Kemiringan Atap (Roof Pitch)

- Pilih **Move Tool (M)**.
- Klik garis tengah atau titik puncak atap → arahkan ke atas.
- Tarik sampai sudut kemiringan sesuai, atau ketik tinggi tertentu, misalnya 1.5m.

✓ 4. Gunakan Follow Me (Opsional untuk Atap Limas)

Untuk bentuk kompleks (limas, perisai):

- Gambar profil atap di satu sisi (pakai **Arc Tool** atau **Line Tool**).
- Buat jalur mengikuti bentuk bangunan.
- Gunakan **Follow Me Tool** untuk membentuk atap melingkari bangunan.


✓ 5. Tambahkan Overstek / Dak Atap

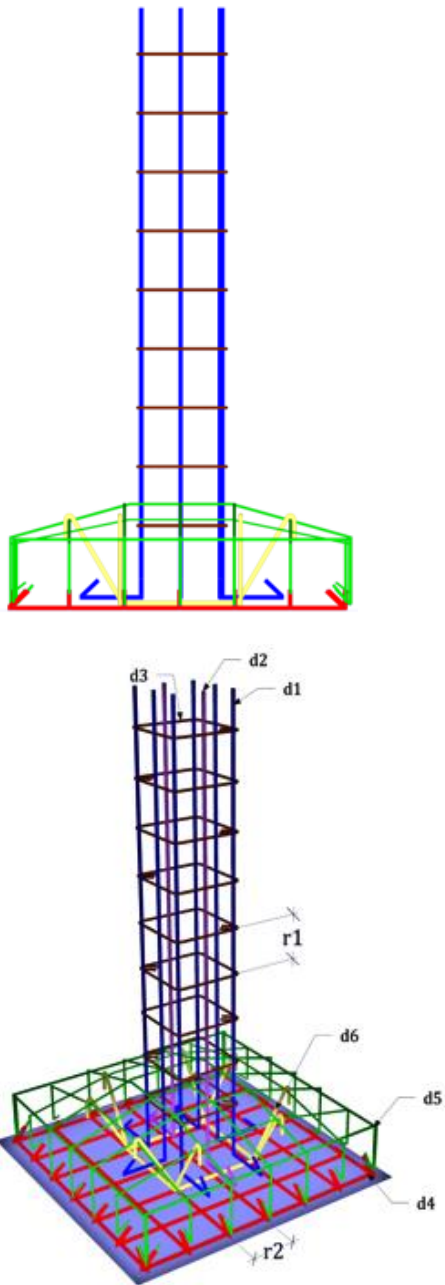
- Gunakan **Offset Tool (F)** pada bidang atas untuk membuat overstek.
 - Misalnya offset 0.5m untuk atap menjorok keluar 50 cm.
 - Tarik offset ke atas dengan **Push/Pull** untuk membuat ketebalan atap.
- ✓ 6. Gunakan Plugin Atap Otomatis (Opsional)
- Untuk membuat atap secara instan, kamu bisa menggunakan plugin:
- **1001bit Tools** (gratis)
 - **HouseBuilder Extension** (untuk atap kayu)
 - **Roof by TIG** (untuk atap kompleks)
- ✓ 7. Beri Material Penutup Atap
- Pilih **Paint Bucket Tool (B)**.
 - Pilih material: Roofing, Tile, Metal, atau buat tekstur genteng sendiri.
 - Klik permukaan atap untuk menerapkan material.
- ✓ 8. Tambahkan Talang atau Lisplank
- Gunakan **Line Tool + Push/Pull** untuk menggambar dan mengangkat tepi atap, atau tambahkan **komponen talang/gutter** dari 3D Warehouse.
- ✓ 9. Group Atap

- Seleksi semua bagian atap.
- Klik kanan → Make Group atau Make Component agar mudah dimodifikasi.

2. Detailing Teknis (AutoCAD)

- a. Model awal dipertajam di AutoCAD untuk menggambar detail struktural dan arsitektural seperti pondasi, kolom, balok, dan sambungan.
- b. Dimensi akurat sesuai standar teknik sipil.
- c. Desain yang dibuat antara lain:

 **Langkah-Langkah Mendesain Pondasi Footplate dengan AutoCAD seperti gambar.**



Gambar 1.6 Pondasi Footplate

- ✓ 1. Tentukan Ukuran Footplate dan Kolom

Misalnya:

- Ukuran footplate: **1,2 m x 1,2 m**
- Tebal footplate: **0,3 m**
- Ukuran kolom: **0,2 m x 0,2 m**
- Tulangan pokok: Ø12-150 mm
- Tulangan sengkang: Ø10-200 mm

✓ 2. Buka AutoCAD dan Buat Gambar Rencana

(Plan View)

a. Buat Footplate

- Gunakan **Command: RECTANGLE**
- Klik titik awal → ketik @1.2,1.2 → Enter
 - Ini membuat kotak 1,2 m x 1,2 m

b. Buat Kolom di Tengah

- Gunakan **Command: RECTANGLE** lagi
- Klik titik tengah footplate → ketik @0.2,0.2 → Enter

c. Gunakan Move dan OSNAP untuk memusatkan kolom ke footplate (pakai Midpoint dan Center)

✓ 3. Buat Tampak Potongan (Section View)

a. Buat Kotak Vertikal

- Gunakan RECTANGLE → gambar footplate secara vertikal: lebar 1.2m dan tinggi 0.3m

b. Tambahkan Kolom di Atas Footplate

- Buat kotak ukuran 0.2 m x 0.2 m di atas footplate
- Ketinggian kolom bisa disesuaikan (misal 3 m)

✓ 4. Tambahkan Detail Tulangan

- Gunakan **CIRCLE** untuk menggambar tulangan (besi Ø12 atau Ø10)
- Sebar tulangan secara merata, gunakan **ARRAY** atau copy manual
- Gunakan **LINE** dan **DIM** untuk membuat simbol dan ukuran penulangan
- Tambahkan **keterangan**: jenis besi, jarak, dan cover beton
- Contoh teks:
Tulangan pokok Ø12-150 mm
Sengkang Ø10-200 mm
Tebal plat: 30 cm

✓ 5. Tambahkan Notasi dan Ukuran

- Gunakan **DIMLINEAR** dan **MTEXT** untuk memberi ukuran dan catatan
- Ukur tebal pondasi, jarak besi, ukuran kolom, dan lebar footplate

✓ 6. Tambahkan Hatching (Arsir)

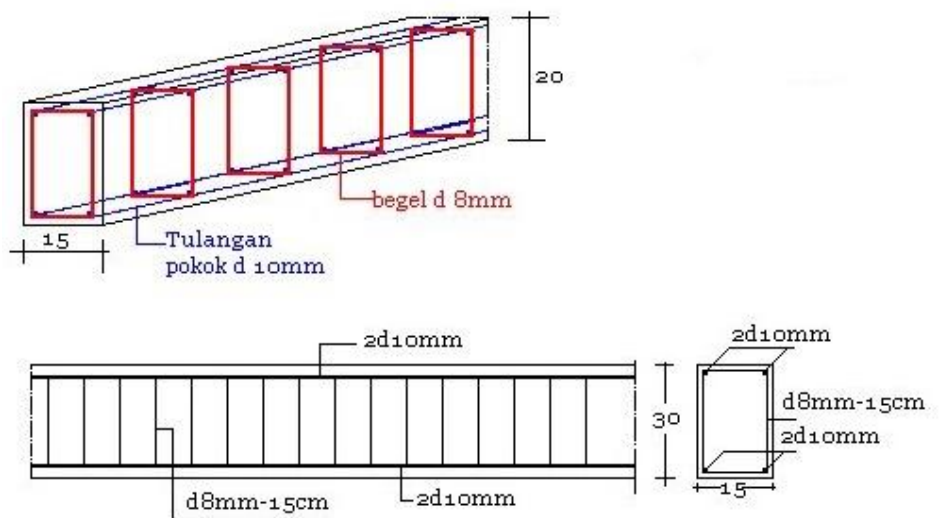
- Gunakan **HATCH** untuk menandai beton (pakai pola ANSI31)

- Arsirlah area potongan pondasi

✓ 7. Simpan dan Plot

- Simpan file: File > Save As > .dwg
- Untuk cetak: Layout → atur skala → Plot

✂ **Langkah-Langkah Mendesain Sloof dengan AutoCAD seperti gambar.**



Gambar 1.7 Sloof

✓ 1. Buka AutoCAD dan Buat Gambar Rencana

(Plan View)

- Buat dinding atau kolom sebagai acuan
 - Gunakan RECTANGLE → gambar garis dinding (misalnya 3m panjang)
- Tambahkan lokasi sloof

- Gambar garis di bawah dinding → ini adalah sumbu sloof
- Gunakan LINE atau RECTANGLE untuk menggambarinya secara simbolik

✓ 2. Gambar Potongan Sloof (Section View)

a. Buat Balok Sloof

- Gunakan RECTANGLE
- Misal ukuran sloof: **15 cm (lebar) x 20 cm (tinggi)**
- Ketik: RECTANGLE → klik → ketik @0.15,0.3

b. Tambahkan Tulangan Pokok

- Gunakan CIRCLE → buat lingkaran kecil Ø10
- Tempatkan 3–4 lingkaran di atas dan bawah sloof (tulangan pokok)

c. Tambahkan Sengkang (Stirrups)

- Buat persegi dalam sloof (misalnya ukuran 10x15 cm, dengan cover beton 2.5 cm)
- Gunakan RECTANGLE atau POLYLINE

✓ 3. Tambahkan Dimensi dan Keterangan

- Gunakan DIMLINEAR atau DIMALIGNED untuk memberi ukuran:
 - Panjang sloof

- Dimensi penampang
- Jarak sengkang
- Cover beton
- Contoh teks:
 - Sloof 15/20 cm
 - Tulangan pokok: 4D10
 - Sengkang: Ø8-150 mm
 - Cover beton: 25 mm

✓ 4. Hatching dan Simbol Arsitektur

- Gunakan HATCH untuk memberikan arsir beton (pakai ANSI31)
- Tambahkan tanda panah potongan, notasi arah pandang, dan label A-A atau B-B

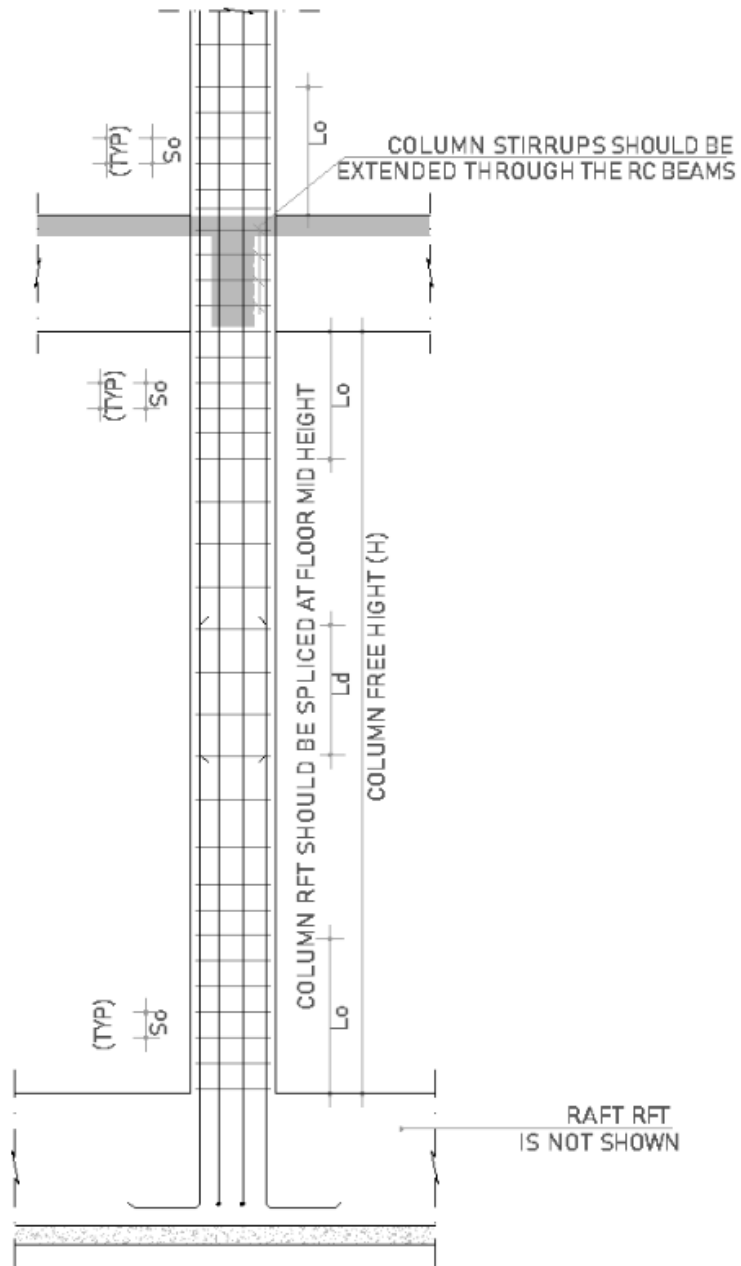
✓ 5. Gunakan Layer untuk Organisasi Gambar

- Buat layer seperti:
 - Garis struktur
 - Tulangan
 - Dimensi
 - Teks
 - Arsir

✓ 6. Simpan, Atur Skala & Cetak

- Simpan file .dwg
- Atur skala gambar (misal 1:20)
- Gunakan Layout dan Viewport untuk menyusun gambar kerja
- Plot PDF untuk dicetak.

✂ Langkah-Langkah Mendesain Kolom di AutoCAD seperti gambar.



Gambar 1.8 Kolom

✓ 1. Siapkan Workspace AutoCAD

- Gunakan satuan **milimeter** atau **meter**
- Buat **layer** terpisah untuk:
 - Kolom
 - Tulangan
 - Teks
 - Dimensi
 - Arsir

✓ 2. Gambar Penampang Kolom

Contoh: Kolom berukuran 30 cm x 30 cm

a. Gunakan RECTANGLE

- Command: RECTANGLE → klik titik awal → ketik @0.3,0.3
- Atau: buat dengan LINE ukuran 300 x 300 mm

b. Tambahkan Tulangan Pokok

Gunakan CIRCLE dengan radius 4–8 mm, sesuai diameter tulangan.

- Untuk tulangan Ø16 mm, gunakan radius = 0.008
- Biasanya jumlah tulangan kolom:
 - 4D16 (untuk kolom kecil)
 - 6D16 atau lebih (untuk kolom besar)

Tempatkan tulangan di empat sudut dalam, beri jarak terhadap sisi luar (cover beton, biasanya 25–40 mm)

✓ 3. Tambahkan Sengkang (Stirrup)

Gunakan OFFSET ke dalam dari kotak utama sebesar cover beton, lalu buat persegi dalam.

Contoh:

- Cover: 25 mm → ukuran stirrup dalam = 0.25m x 0.25m
- Gunakan POLYLINE atau RECTANGLE untuk menggambar
- Tambahkan notasi sengkang seperti: Ø8-100 (jarak 100 mm, besi Ø8 mm)

✓ 4. Gambar Denah Posisi Kolom

- Tampilkan posisi kolom terhadap grid bangunan
- Gunakan CIRCLE atau BLOCK untuk simbol titik kolom
- Tambahkan nama kolom (K1, K2, dst.)

✓ 5. Tambahkan Dimensi dan Keterangan

Gunakan:

- DIMLINEAR atau DIMALIGNED → untuk memberi ukuran panjang-lebar kolom
- MTEXT → untuk memberi spesifikasi tulangan

- Contoh:
Kolom 30/30 cm
4D16 + Ø8-100
Cover beton: 25 mm

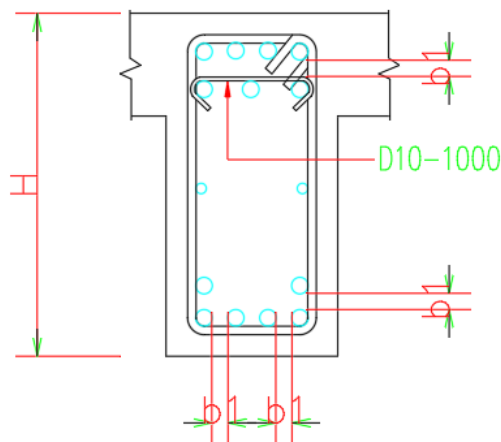
✓ 6. Tambahkan Arsir

- Gunakan HATCH → pilih pola ANSI31 atau Solid untuk menunjukkan beton
- Gunakan pola berbeda jika perlu bedakan elemen

✓ 7. Atur Skala dan Cetak

- Masuk ke tab Layout
- Atur skala viewport (misal 1:20)
- Gunakan PLOT untuk menyimpan dalam format PDF atau mencetak langsung

✂ **Langkah-Langkah Mendesain Balok dengan AutoCAD seperti gambar.**



Gambar 1.9 Balok

✓ 1. Buka AutoCAD dan Siapkan Workspace

- Gunakan satuan **meter** atau **milimeter**, sesuai standar proyek.
- Buat **layer-layer**: struktur, tulangan, teks, dimensi, arsir.

✓ 2. Gambar Potongan Balok

Misalnya desain balok 20 cm lebar × 40 cm tinggi.

a. Gambar bentuk balok

- Gunakan perintah RECTANGLE → klik dua titik → ketik @0.2,0.4 untuk ukuran 20x40 cm.

b. Tambahkan sengkang (stirrup)

- Gunakan OFFSET 0.025 (cover 2,5 cm)
- Buat kotak dalam, lalu COPY ke sepanjang panjang balok jika diperlukan (pada rencana).

c. Tambahkan tulangan pokok

- Gunakan CIRCLE kecil (radius 2–4 mm sesuai Ø besi)
- Tempatkan 2 batang atas dan 2 bawah, bisa lebih tergantung desain
- Contoh: 4D16 → 4 batang tulangan Ø16 mm

✓ 3. Gambar Rencana Balok

Jika ingin menggambar tampak atas (rencana):

- Gunakan LINE untuk menunjukkan panjang balok (misal 4 m → @4,0)
- Tambahkan titik-titik pertemuan dengan kolom
- Tandai posisi sengkang (jarak antar stirrup bisa digambarkan simbolis)

✓ 4. Tambahkan Dimensi dan Notasi

- Gunakan perintah DIMLINEAR, DIMALIGNED, dan MTEXT untuk memberi:
 - Ukuran balok (tinggi, lebar)
 - Spesifikasi tulangan dan sengkang
 - Cover beton
- Contoh tulisan:
 - Balok 20/40 cm
 - Tulangan pokok: 4D16 (2 atas, 2 bawah)
 - Sengkang: Ø8-150 mm
 - Cover: 25 mm

✓ 5. Tambahkan Hatch (Arsir)

- Gunakan HATCH → pilih pola ANSI31 atau Solid
- Beri arsir pada beton atau bagian potongan untuk membedakan material

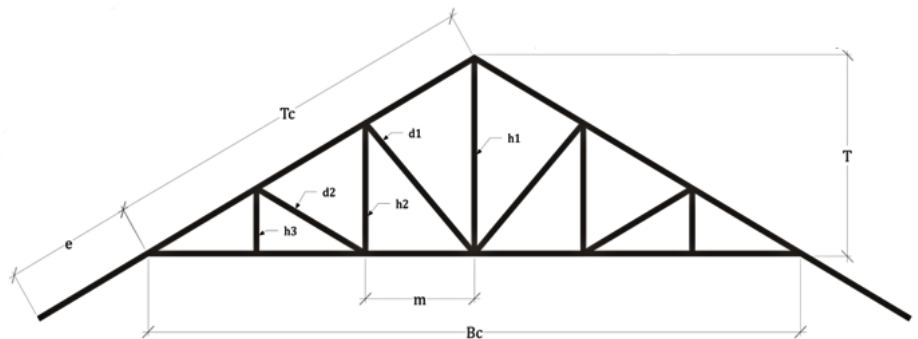
✓ 6. Atur Skala & Tata Letak

- Gunakan Layout tab untuk membuat viewport
- Atur skala gambar (misal 1:20)
- Tambahkan judul, keterangan gambar, dan tanda potongan

✔ 7. Cetak atau Ekspor

- Gunakan PLOT untuk menyimpan sebagai PDF atau langsung cetak
- Pastikan layer dan warna sesuai standard plotting.

✂ **Langkah-langkah Mendesain Atap di AutoCAD seperti Gambar**



Gambar 1.10 Atap

✔ 1. Buat Rencana Atap (Roof Plan)

- Tentukan bentuk atap
Contoh: Atap limas, pelana, atau kombinasi.
- Gunakan LINE dan POLYLINE

- Gambar outline bangunan (misal: persegi 6x10 m).
 - Tentukan titik puncak atap (nok).
 - Gambar garis kemiringan dari ujung ke nok.
 - Gunakan OFFSET jika ingin menggambar overstek (misal: 50 cm keluar dari dinding).
- c. Tambahkan garis talang dan aliran air hujan
- Gunakan DASHED LINE untuk menunjukkan talang dalam.

✓ 2. Gambar Potongan Atap

- a. Tentukan kemiringan atap
- Gunakan rasio umum: 30° (kemiringan 1:3) atau 35° .
- b. Gambar rangka kuda-kuda
- Gunakan LINE dan TRIM untuk membentuk segitiga.
 - Tambahkan elemen:
 - Top chord (atas)
 - Bottom chord (bawah)
 - Web (pengisi diagonal atau vertikal)
- c. Tambahkan material:
- Reng dan usuk

- Genteng (diwakili oleh garis dan arsir)

✓ 3. Detail Rangka Kuda-Kuda

- Gunakan DIMLINEAR dan MTEXT untuk memberi ukuran dan keterangan:
 - Jenis bahan (baja ringan C75.75, kayu 5/10)
 - Panjang bentang (span)
 - Tinggi nok
- Contoh teks:
 - rangka atap baja ringan C75.75 @600 mm
 - Genteng keramik, berat 45 kg/m²
 - Kemiringan 35°
 - Overstek 50 cm

✓ 4. Gunakan Layer Terpisah

- Atap: Warna merah
- Rangka: Biru
- Notasi dan dimensi: Hitam
- Gunakan HATCH untuk arsir genteng (pola: ANSI37, SOLID, dll.)

✓ 5. Tambahkan Judul dan Skala

- Buat kotak judul di Layout
- Atur viewport AutoCAD ke skala 1:50 atau 1:100

- Pastikan semua ukuran dan notasi terbaca

▾ Contoh Spesifikasi Atap

- Model atap: Atap pelana
- Bentang: 6 m
- Kemiringan: 35°
- Bahan rangka: Baja ringan C75.75
- Penutup atap: Genteng beton flat
- Overstek: 50 cm

3. Ekspor dan Integrasi ke BIM Platform

- a. Model dari SketchUp dan AutoCAD diekspor ke format .DWG untuk diupload mahasiswa ke dalam aplikasi. Mahasiswa melakukan register dan login ke dalam aplikasi sebagai mahasiswa. Aplikasi dapat diakses melalui laman <https://bimsimulation.com>.



Gambar 1.11 Pengembangan Aplikasi BIM

4. Penggabungan Data Multidisiplin

- a. Informasi struktur, arsitektur diintegrasikan ke dalam satu model koordinasi.
- b. Tim lintas bidang bekerja dalam satu file proyek.



Gambar 1.12 Penggabungan Data Multidisiplin

5. Koordinasi Akhir dan Clash Detection

- a. Software BIM melakukan deteksi benturan antar elemen bangunan.
- b. Revisi dilakukan sebelum proyek masuk ke tahap konstruksi.

BAB III

PENGAPLIKASIAN BIM 4D

3.1. CAPAIAN PEMBELAJARAN

1. Mahasiswa dapat menjelaskan konsep dasar BIM 4D sebagai integrasi model 3D dengan dimensi waktu (time/scheduling) dalam proyek konstruksi.
2. Mahasiswa dapat mengidentifikasi elemen-elemen dalam model BIM yang relevan dengan perencanaan waktu pelaksanaan proyek.
3. Mahasiswa dapat menghubungkan elemen model 3D dengan aktivitas dalam jadwal proyek menggunakan perangkat lunak BIM 4D.
4. Mahasiswa dapat menganalisis simulasi jadwal konstruksi berbasis visual untuk mengidentifikasi potensi konflik dan kemacetan.
5. Mahasiswa dapat menggunakan BIM 4D untuk menyusun, mengevaluasi, dan memperbarui time schedule proyek secara lebih efektif dan akurat.
6. Mahasiswa dapat menginterpretasikan hasil visualisasi 4D sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengelolaan waktu proyek.

3.2. TIME/SCHEDULING (BIM 4D)

BIM 4D adalah penggabungan model tiga dimensi (3D) dengan dimensi keempat, yaitu waktu (time/scheduling). Dalam konteks ini,

BIM 4D memungkinkan pengguna untuk mengintegrasikan elemen waktu ke dalam model proyek konstruksi, sehingga seluruh proses pembangunan dapat divisualisasikan secara lebih dinamis dan realistis. Tujuan utama BIM 4D adalah memberikan pemahaman yang lebih baik terhadap urutan kegiatan konstruksi, durasi pekerjaan, dan keterkaitan antar tugas dalam jadwal proyek.

Dengan penerapan BIM 4D, pihak manajemen proyek dapat menyusun jadwal pembangunan secara lebih akurat dan efisien. Model BIM yang telah dibuat dalam format 3D kemudian dihubungkan dengan jadwal proyek (misalnya dari Primavera atau Microsoft Project), sehingga setiap elemen fisik bangunan memiliki kaitan langsung dengan aktivitas konstruksi yang relevan dalam time schedule. Hal ini memberikan gambaran visual bagaimana proyek akan dibangun dari waktu ke waktu.

Salah satu keunggulan utama BIM 4D adalah kemampuannya untuk melakukan simulasi proses konstruksi. Tim proyek dapat melihat animasi atau visualisasi urutan pembangunan dalam bentuk grafik waktu nyata. Ini sangat membantu dalam memahami potensi konflik jadwal, mengidentifikasi kemacetan proses, dan mengoptimalkan pengalokasian sumber daya. Visualisasi ini juga memudahkan semua pihak mulai dari kontraktor hingga pemilik proyek dalam memahami alur pelaksanaan.

BIM 4D sangat berguna dalam tahap perencanaan karena dapat membantu merencanakan aktivitas dengan lebih efisien. Dengan informasi visual, penjadwalan dapat dilakukan berdasarkan urutan konstruksi yang logis, bukan hanya berdasarkan estimasi atau standar umum. Penjadwalan ini memperhitungkan kondisi riil lapangan seperti

ketersediaan ruang kerja, interaksi antar pekerjaan, dan aksesibilitas lokasi kerja.

Dalam tahap pelaksanaan, BIM 4D juga memberikan manfaat besar. Model 4D dapat digunakan untuk memantau progres proyek secara visual. Tim lapangan dapat membandingkan kondisi aktual dengan jadwal yang telah direncanakan dan segera mengidentifikasi keterlambatan atau deviasi. Informasi ini mendukung pengambilan keputusan yang cepat dan berbasis data dalam hal perbaikan jadwal dan pengendalian proyek.

Penerapan BIM 4D mendukung kolaborasi lintas disiplin. Dengan model yang dapat diakses oleh berbagai pihak, termasuk arsitek, insinyur, manajer proyek, dan kontraktor, koordinasi pekerjaan menjadi lebih efektif. Jadwal yang ditautkan dengan model fisik bangunan mendorong pemahaman yang seragam dan mengurangi potensi kesalahan komunikasi antar tim.

BIM 4D juga membantu dalam mengelola risiko proyek. Dengan simulasi waktu, potensi konflik pekerjaan, penumpukan kegiatan, dan kesalahan penjadwalan dapat dideteksi sejak awal. Misalnya, dua pekerjaan yang seharusnya tidak berlangsung bersamaan karena berbagi ruang kerja yang sama dapat teridentifikasi dan dijadwalkan ulang sebelum proyek dimulai.

Dalam proyek skala besar, seperti gedung bertingkat tinggi atau infrastruktur publik, BIM 4D sangat penting dalam mengelola ribuan aktivitas yang saling berkaitan. Visualisasi jadwal secara bertahap memungkinkan manajemen untuk fokus pada tahapan-tahapan kritis proyek dan memastikan bahwa jalur kritis (critical path) tidak terganggu, sehingga keseluruhan proyek dapat selesai tepat waktu.

BIM 4D juga menjadi alat komunikasi yang efektif dengan pemangku kepentingan. Pemilik proyek, investor, atau pihak pemerintahan dapat melihat representasi visual bagaimana proyek akan berlangsung dan kapan tiap bagian akan selesai. Hal ini meningkatkan transparansi dan kepercayaan terhadap proses pelaksanaan proyek.

Secara keseluruhan, penerapan BIM 4D dalam aspek time/scheduling memberikan nilai tambah signifikan dalam manajemen proyek konstruksi. Selain meningkatkan efisiensi dan akurasi jadwal, BIM 4D juga meningkatkan kolaborasi tim, mengurangi risiko keterlambatan, dan membantu proses pengambilan keputusan yang lebih tepat. Dalam era digitalisasi konstruksi, penggunaan BIM 4D menjadi semakin penting untuk mendukung pelaksanaan proyek yang lebih terintegrasi dan berkelanjutan.

3.3. ALUR KERJA (WORKFLOW) BIM 4D

1. Persiapan Model BIM 3D

Langkah pertama dan sangat krusial dalam penerapan BIM 4D adalah memastikan ketersediaan model BIM 3D yang lengkap, akurat, dan sesuai standar. Model ini dapat dibangun secara internal oleh tim proyek atau diperoleh dari konsultan perencana. Model BIM 3D harus mencakup seluruh elemen bangunan termasuk struktur utama (seperti balok, kolom, dan pelat), elemen arsitektural (dinding, pintu, jendela, atap), serta sistem MEP (Mechanical, Electrical, dan Plumbing).

Informasi non-geometrik yang menyertainya juga tidak kalah penting, seperti jenis material, volume material, lokasi

pemasangan, dan informasi relevan lainnya. Semakin detail dan informatif model 3D, semakin akurat proses integrasi dengan jadwal di tahap selanjutnya. Oleh karena itu, validasi awal model BIM 3D untuk kelengkapan data sangat disarankan agar tidak terjadi kesalahan saat menghubungkan dengan elemen penjadwalan konstruksi.

Selain itu, model harus mengikuti standar BIM nasional atau internasional seperti ISO 19650, yang mencakup naming convention, struktur folder, dan parameter informasi objek. Hal ini penting untuk memudahkan integrasi antar software serta kolaborasi lintas disiplin dalam proyek. Perangkat lunak yang umum digunakan untuk membangun model BIM 3D antara lain Autodesk Revit, ArchiCAD.

2. Penyusunan Jadwal Proyek (*Scheduling*)

Penyusunan jadwal proyek dilakukan secara paralel dengan pengembangan model 3D. Tujuannya adalah menyusun time schedule proyek secara menyeluruh, mulai dari tahap awal mobilisasi hingga penyelesaian akhir proyek. Jadwal ini menjadi pondasi utama dalam sistem BIM 4D karena seluruh aktivitas konstruksi nantinya akan dihubungkan ke model 3D.

selanjutnya adalah mengaitkan (linking) elemen model BIM 3D dengan aktivitas dalam time schedule. Proses ini dilakukan dengan menggunakan software BIM 4D seperti Autodesk Navisworks, Synchro 4D, atau Bentley OpenBuildings Designer.

Setiap elemen dalam model seperti balok, kolom, dinding, dan plat lantai harus dihubungkan dengan aktivitas yang sesuai dalam jadwal konstruksi. Misalnya, elemen kolom lantai 1 dikaitkan dengan aktivitas "Pemasangan Kolom Lantai 1." Proses linking dapat dilakukan secara manual atau otomatis, tergantung pada perangkat lunak dan struktur data yang digunakan.

Penting untuk memastikan bahwa setiap elemen hanya dikaitkan dengan aktivitas yang relevan dan tidak terjadi duplikasi atau kekosongan link. Ketelitian dalam proses ini sangat berpengaruh terhadap keakuratan visualisasi konstruksi dalam simulasi waktu. Dalam proyek berskala besar, struktur pembagian zona atau work package sangat membantu dalam memudahkan proses linking.

4. Simulasi dan Visualisasi Jadwal Konstruksi

Setelah proses linking selesai, software BIM 4D akan menjalankan simulasi waktu berdasarkan urutan aktivitas dalam jadwal. Simulasi ini akan memperlihatkan bagaimana elemen-elemen konstruksi dipasang dari waktu ke waktu. Dalam tampilan 4D, pengguna dapat melihat progres

pembangunan secara visual mulai dari awal hingga selesai proyek.

Visualisasi ini sangat membantu dalam mengidentifikasi konflik, seperti pekerjaan yang saling tumpang tindih, area kerja yang padat, atau pengangkutan material yang bersinggungan. Hal-hal tersebut seringkali tidak terlihat dalam penjadwalan konvensional berbasis tabel atau Gantt chart. Simulasi juga dapat digunakan sebagai alat bantu komunikasi untuk menjelaskan tahapan proyek kepada stakeholder yang non-teknis.

BIM 4D memungkinkan tim proyek untuk mengevaluasi efisiensi urutan kerja, mengantisipasi risiko keterlambatan, serta menyesuaikan strategi pelaksanaan jika diperlukan. Hal ini sangat penting terutama untuk proyek-proyek besar yang memiliki banyak aktivitas dan ketergantungan antar pekerjaan.

5. Review dan Integrasi ke BIM Platform melalui Aplikasi

Tahapan review dilakukan setelah simulasi visual 4D selesai dijalankan. Tim proyek dari berbagai disiplin berkumpul untuk melakukan validasi terhadap urutan pekerjaan, ketersediaan ruang kerja, dan potensi masalah koordinasi antar tim pelaksana. Diskusi ini mencakup aspek teknis, manajerial, dan keselamatan kerja di lapangan.

Review ini memungkinkan pengguna mendeteksi apakah ada aktivitas yang terlalu padat, pekerjaan yang seharusnya dilakukan bertahap namun direncanakan serentak, atau keterlambatan yang tidak realistis. Kadang-

kadang, perbedaan logika antar disiplin misalnya antara arsitektur dan struktur baru terlihat saat visualisasi dijalankan.

Hasil dari proses review ini biasanya menghasilkan revisi terhadap model BIM, jadwal konstruksi, atau bahkan metode pelaksanaan. Dengan kata lain, review dan validasi merupakan bagian penting dari proses iteratif dalam menyempurnakan integrasi antara rencana dan kenyataan proyek.

6. Optimalisasi Jadwal Konstruksi

Setelah menemukan kelemahan atau konflik pada jadwal yang divisualisasikan, langkah selanjutnya adalah mengoptimalkan urutan dan alokasi aktivitas konstruksi. Optimalisasi ini mencakup penyesuaian urutan kerja agar lebih efisien, pengelompokan aktivitas dengan zona kerja yang sama, atau penghindaran dari benturan ruang kerja antar tim.

Misalnya, jika ditemukan bahwa pemasangan ducting HVAC berpotensi terganggu oleh pekerjaan balok lantai, maka aktivitas tersebut dapat dipindahkan ke waktu yang lebih sesuai. Optimalisasi juga mencakup penyesuaian waktu pengiriman material, mobilisasi alat berat, dan sinkronisasi antar subkontraktor.

Langkah ini biasanya dilakukan beberapa kali (iteratif) hingga diperoleh jadwal yang optimal baik dari segi waktu, biaya, dan sumber daya. Proses ini merupakan keunggulan

dari pendekatan BIM 4D karena memberikan pendekatan visual yang dinamis terhadap optimalisasi.

6. Koordinasi Akhir dan Clash Detection melalui Aplikasi

Model BIM 4D yang sudah disempurnakan harus dipublikasikan ke seluruh pemangku kepentingan proyek. Ini mencakup kontraktor utama, subkontraktor, konsultan pengawas, dan pemilik proyek. Publikasi dapat dilakukan dalam bentuk file digital, cloud platform (seperti Autodesk Construction Cloud atau Trimble Connect), atau ditampilkan langsung dalam rapat koordinasi.

Model 4D ini menjadi acuan bersama dalam pertemuan mingguan atau bulanan untuk memonitor progres, membahas potensi kendala, dan menyamakan persepsi antar pihak. Penggunaan model visual sangat membantu memperjelas rencana kerja harian atau mingguan yang akan dilaksanakan.

Koordinasi lintas tim menjadi lebih efektif karena semua pihak melihat representasi visual yang sama dan bukan sekadar membaca dokumen teks atau diagram statis. Ini dapat mencegah miskomunikasi dan meningkatkan akurasi pelaksanaan proyek di lapangan.

7. Monitoring Progres Proyek

Setelah proyek berjalan, model BIM 4D terus diperbarui dengan data dari lapangan. Progres aktual dibandingkan dengan rencana yang telah disusun untuk melihat apakah proyek berjalan sesuai jadwal atau terjadi deviasi. Data ini dapat dimasukkan ke dalam software 4D secara berkala oleh tim monitoring atau field engineer.

Hasil pembaruan ini memungkinkan dilakukan analisis nilai hasil (*earned value analysis*), yaitu membandingkan antara nilai pekerjaan yang telah diselesaikan dengan waktu dan biaya yang dikeluarkan. Selain itu, model ini dapat menjadi dasar dalam pelaporan mingguan atau bulanan kepada manajemen dan pemilik proyek.

Dengan adanya sistem monitoring berbasis BIM 4D, pengambilan keputusan menjadi lebih cepat, berbasis data, dan transparan. Tim dapat segera mengambil tindakan korektif jika ditemukan keterlambatan atau masalah di lapangan.

BAB IV

PENGAPLIKASIAN BIM 5D

4.1. CAPAIAN PEMBELAJARAN

1. Mahasiswa mampu menjelaskan konsep dasar BIM 5D sebagai integrasi model 3D dan estimasi biaya proyek konstruksi.
2. Mahasiswa mampu mengidentifikasi elemen-elemen model BIM yang dapat digunakan untuk perhitungan kuantitas dan biaya.
3. Mahasiswa mampu menggunakan perangkat lunak BIM untuk melakukan estimasi biaya berdasarkan data kuantitas dari model.
4. Mahasiswa mampu menganalisis dampak perubahan desain terhadap estimasi biaya proyek secara dinamis.
5. Mahasiswa mampu menyusun Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang terintegrasi dengan model BIM secara efisien dan akurat

4.2. ESTIMASI BIAYA (BIM 5D)

BIM 5D adalah pengembangan dari BIM 4D dengan menambahkan dimensi kelima, yaitu estimasi biaya (cost estimation). BIM 5D memungkinkan integrasi antara model 3D, jadwal proyek (4D), dan informasi biaya, sehingga seluruh elemen konstruksi tidak hanya memiliki bentuk fisik dan waktu pelaksanaan, tetapi juga nilai ekonominya. Tujuan utama BIM 5D adalah memberikan estimasi biaya

yang lebih akurat, transparan, dan dinamis sepanjang siklus hidup proyek.

Penerapan BIM 5D dimulai dari pemodelan elemen bangunan secara detail dalam BIM 3D, yang dilengkapi dengan informasi kuantitas seperti volume, panjang, luas, dan jumlah unit dari setiap komponen. Data kuantitatif ini secara otomatis dihitung dari model digital dan menjadi dasar utama dalam melakukan perhitungan biaya. Ini mengurangi ketergantungan pada metode manual dalam pembuatan Bill of Quantity (BoQ).

Selanjutnya, data kuantitas dari model BIM dihubungkan dengan informasi harga satuan material, tenaga kerja, dan peralatan yang sesuai dengan standar atau database biaya proyek. Proses ini bisa dilakukan dengan bantuan software BIM 5D seperti CostX, Vico Office, atau Navisworks Quantification, yang mendukung integrasi otomatis antara model dan sistem estimasi biaya.

Salah satu keunggulan utama BIM 5D adalah kemampuannya dalam melakukan estimasi biaya secara real-time. Setiap perubahan desain pada model akan secara langsung memengaruhi nilai biaya proyek yang ditampilkan. Ini memberikan fleksibilitas tinggi bagi tim perencana dan pemilik proyek untuk mengevaluasi alternatif desain tanpa perlu menyusun ulang seluruh perhitungan biaya dari awal.

BIM 5D juga sangat mendukung dalam proses value engineering. Dengan transparansi antara desain dan biaya, tim proyek dapat membandingkan beberapa opsi desain berdasarkan efisiensi biaya. Misalnya, mengganti jenis material, mengubah ukuran elemen struktur, atau menyederhanakan desain, dan langsung melihat dampaknya terhadap total anggaran proyek.

Dalam tahap perencanaan anggaran (*budget planning*), BIM 5D memungkinkan penyusunan proyeksi anggaran yang lebih akurat dan realistis. Perhitungan biaya berdasarkan data digital mengurangi risiko kesalahan akibat asumsi atau estimasi manual yang tidak akurat. Hal ini memberikan keyakinan lebih besar kepada investor dan pemilik proyek dalam mengelola keuangan proyek sejak awal.

Selama tahap pelaksanaan, BIM 5D digunakan untuk memantau penggunaan biaya secara progresif. Dengan membandingkan rencana biaya (*planned cost*) dengan biaya aktual (*actual cost*), tim proyek dapat melakukan evaluasi secara berkala. Ini sangat membantu dalam mengendalikan pengeluaran proyek, mencegah pemborosan, dan mengambil keputusan korektif lebih cepat.

Penerapan BIM 5D juga meningkatkan kolaborasi antar tim, terutama antara estimator, quantity surveyor, arsitek, dan manajemen proyek. Semua pihak dapat melihat informasi biaya yang berasal dari satu sumber data yang sama (*single source of truth*), sehingga meminimalkan konflik atau interpretasi berbeda terhadap angka estimasi.

BIM 5D mendukung penerapan transparansi dan akuntabilitas dalam proyek. Pemilik proyek dapat memantau biaya secara detail dan memahami penyebab naik turunnya anggaran. Di sisi lain, kontraktor bisa merinci dengan jelas struktur harga yang diajukan, sehingga menghindari potensi klaim atau perselisihan biaya di kemudian hari.

Secara keseluruhan, BIM 5D membawa revolusi dalam manajemen biaya proyek konstruksi. Estimasi biaya menjadi lebih cepat, tepat, dan responsif terhadap perubahan. Dengan menggabungkan visualisasi, kuantitas, waktu, dan biaya dalam satu

platform terpadu, BIM 5D memperkuat efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan proyek dari awal hingga akhir.

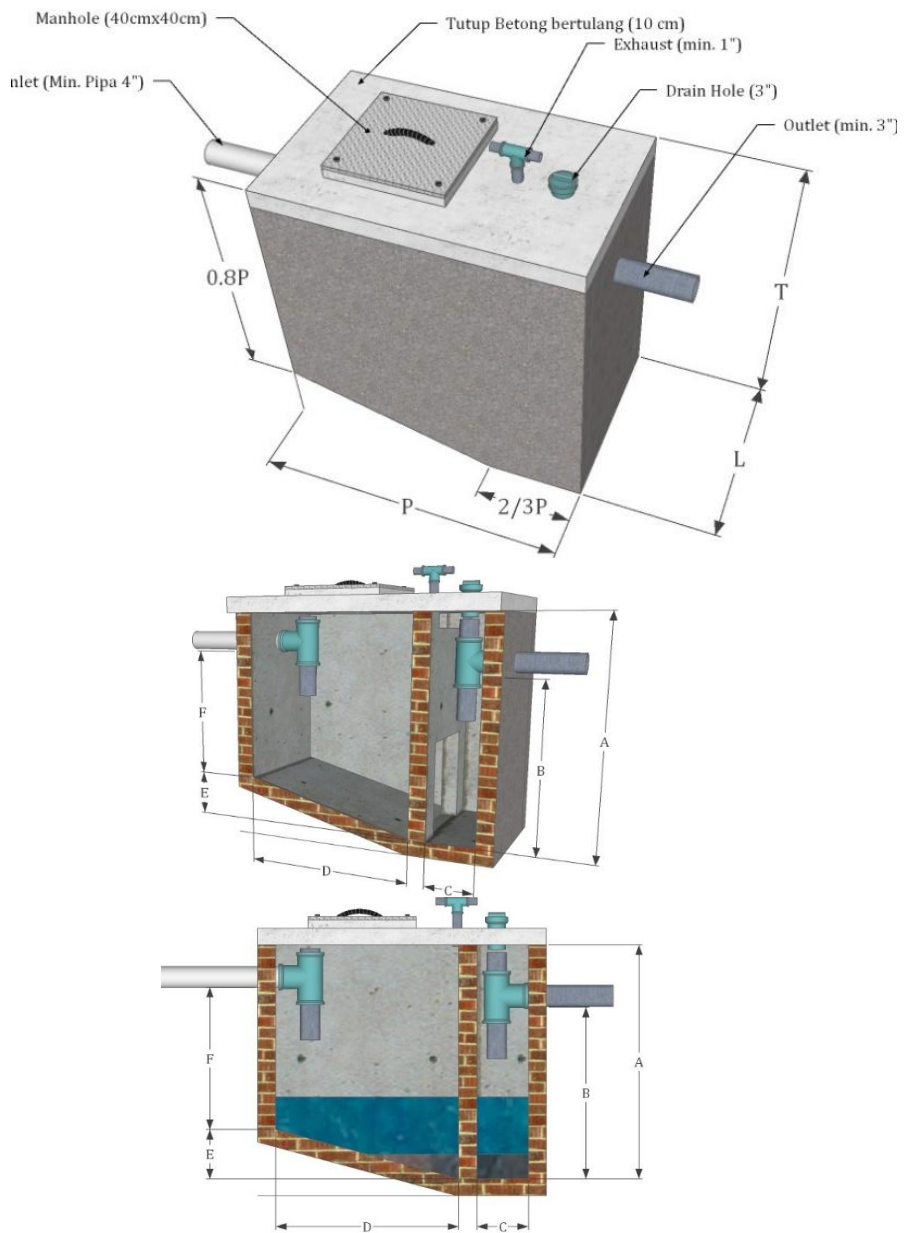
4.3. ALUR KERJA (WORKFLOW) BIM 5D

1. Pembuatan Model BIM 3D

Tahapan pertama dalam alur kerja BIM 5D adalah membangun model digital tiga dimensi yang representatif terhadap kondisi aktual bangunan. Model ini harus mencakup semua elemen konstruksi secara menyeluruh, baik dari segi struktur, arsitektur, maupun sistem mekanikal, elektrikal, dan perpipaan (MEP). Pemodelan dilakukan menggunakan software seperti Autodesk Revit, ArchiCAD, atau Allplan yang memungkinkan input informasi yang kaya pada tiap elemen bangunan.

Setiap komponen dalam model, seperti kolom, balok, dinding, lantai, dan sistem pipa, wajib dilengkapi dengan data teknis seperti jenis material, volume, luas permukaan, dan dimensi geometris lainnya. Informasi ini sangat penting karena akan digunakan untuk menghitung kuantitas pekerjaan secara otomatis dan akurat pada tahap selanjutnya.

Model 3D bukan hanya visualisasi, tetapi juga menjadi basis data terintegrasi (*data-rich model*) yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan analisis biaya, manajemen proyek, dan pengambilan keputusan. Oleh karena itu, konsistensi dan kualitas data dalam model menjadi perhatian utama pada tahap ini.



Gambar 4.1 Gambar Struktural dan Arsitektural

2. Penghitungan Kuantitas Otomatis (*Quantity Takeoff*)

Setelah model 3D selesai dan divalidasi, langkah berikutnya adalah melakukan penghitungan kuantitas atau *quantity takeoff* secara otomatis. Proses ini memungkinkan sistem menghitung semua volume dan jumlah dari elemen-elemen bangunan berdasarkan informasi yang tertanam di dalam model. Misalnya, sistem dapat menghitung total volume beton, panjang pipa, jumlah jendela, atau luas area finishing secara instan.

S PEK.SEPTIK TANK (SINGLE KOMPARTMENT)			
I Dimensi Utama			
P	Panjang Septik Tank,m1	1,60	T Tinggi septik tank,m1
L	Lebar septik tank,m1	0,80	t Tebal Dinding,m1
II Spesifik			
x	Koefesien Volume	1	E E,m1
A	Jarak base-pipa buang,m1	1,4	F F,m1
B	B,m1	1,3	v Volume,m3
C	C,m1	0,5	C Kapasitas Tangki,m3
D	D,m1	1,1	
III Result			
		Harga Satuan	Vol
S1	Pekerjaan Galian	75.000	2,05 m3
S2	Pekerjaan Pasangan Bata	250.000	8,36 m2
S3	Pekerjaan Plasteran	23.000	9,64 m2
S4	Pekerjaan Acian	20.000	9,64 m2
S5	Pembersian dan Pengecoran Tutup Beton	875.000	0,13 m3
S6	Bata merah	700	589,82 bh
S7	Semen	1.500	276,48 kg
S8	Pasir Pasang	285.000	0,63 m3
S9	Kerikil	250.000	0,11 m3
S10	Besi 10	7.000	23,36 m1
S11	Pipa 4"	56.000	3,00 m1
S12	Pipa 3"	45.000	4,01 m1
S13	Pipa 1"	30.000	1,00 m1
S14	T Bow 4"	35.000	1,00 bh
S15	T Bow 3"	32.000	1,00 bh
S16	Dop 3"	31.000	1,00 bh
S17	Pelat 1/8"	250.000	0,16 m2
S18	Kawat Beton	30.000	1,97 kg
S19	Baut M10	5.000	3,00 bh
TOTAL			4.557.911

Gambar 4.2 Gambar Perhitungan Total Volume Septik Tank

Berbeda dari metode tradisional yang memerlukan perhitungan manual dari gambar 2D, metode BIM

memungkinkan perhitungan yang jauh lebih cepat, presisi, dan mudah diperbarui. Software yang sering digunakan antara lain Autodesk Navisworks (*Quantification Tool*), CostX, Cubit, atau Revit Schedule.

Proses ini bukan hanya menghemat waktu, tetapi juga meminimalisir kesalahan akibat human error. Hasil perhitungan kuantitas ini kemudian dapat diekspor menjadi laporan atau langsung diintegrasikan dengan basis data harga untuk estimasi biaya proyek.

3. Integrasi dengan Data Harga (*Cost Database*)

Tahap selanjutnya adalah mengaitkan kuantitas hasil takeoff dengan harga satuan pekerjaan yang valid. Proses ini memerlukan database harga yang dapat berasal dari berbagai sumber: standar nasional seperti HSPK dan SNI, data historis proyek sebelumnya, atau daftar harga lokal dari supplier dan kontraktor.

Setiap item pekerjaan dalam model akan dihubungkan dengan satuan harga yang relevan. Misalnya, volume beton dikalikan dengan harga per m³, atau jumlah lampu dengan harga per unit. Proses ini menghasilkan perhitungan biaya yang lebih kontekstual dan mencerminkan kondisi pasar saat ini.

Keterhubungan antara elemen model, kuantitas, dan harga memungkinkan terciptanya *Bill of Quantity* (BoQ) yang dinamis, di mana setiap perubahan pada model akan secara otomatis memperbarui nilai total biaya. Ini

menjadikan model BIM sebagai alat kalkulasi yang hidup dan responsif terhadap perubahan desain atau parameter proyek.

4. Penyusunan Estimasi Biaya (*Cost Estimation*)

Dengan kuantitas dan harga yang sudah terintegrasi, sistem BIM 5D akan menghitung estimasi biaya proyek secara menyeluruh. Estimasi ini meliputi biaya langsung seperti material, tenaga kerja, dan peralatan, serta biaya tidak langsung seperti manajemen proyek, asuransi, cadangan risiko, dan overhead lainnya.

Keunggulan utama BIM 5D adalah kemampuannya menghasilkan estimasi biaya yang transparan, rinci, dan mudah ditelusuri. Setiap nilai yang muncul dalam estimasi dapat dilacak kembali ke elemen model, kuantitas, dan referensi harga yang digunakan. Ini memudahkan proses audit dan validasi internal.

Estimasi biaya ini juga dapat disesuaikan dengan level detail model, mulai dari estimasi awal untuk *feasibility study* hingga estimasi mendetail untuk kebutuhan tender atau pelaksanaan proyek. Data biaya disajikan dalam bentuk laporan dan juga dapat ditampilkan secara interaktif dalam model.

5. Visualisasi Biaya dalam Model

Salah satu keunggulan BIM 5D adalah kemampuannya menampilkan informasi biaya dalam bentuk visualisasi spasial. Artinya, biaya proyek tidak hanya disajikan dalam bentuk angka, tetapi juga divisualisasikan langsung pada elemen model.

Contohnya, elemen dengan nilai biaya tertinggi seperti struktur utama dapat diberi warna merah, sementara elemen minor seperti railing diberi warna biru. Selain itu, biaya juga bisa ditampilkan per zona, per lantai, atau per paket pekerjaan. Ini memberikan wawasan visual kepada tim manajemen proyek untuk memahami bagaimana biaya tersebar di seluruh proyek.

Visualisasi ini sangat membantu saat proses presentasi kepada pemilik proyek atau dalam forum koordinasi, karena lebih intuitif dan mudah dipahami oleh orang non-teknis sekalipun.

6. Evaluasi Alternatif Desain (*Value Engineering*)

Dengan data biaya yang real-time dan berbasis model, tim proyek dapat melakukan *value engineering* dengan lebih efisien. Misalnya, mengganti material penutup lantai dari granit ke keramik dapat segera divisualisasikan dampaknya terhadap biaya total proyek, tanpa harus menghitung ulang secara manual.

Alternatif desain lainnya seperti perubahan ukuran komponen struktur, penyederhanaan fasad, atau substitusi peralatan MEP juga dapat dievaluasi secara cepat. Hasil analisis biaya langsung ditampilkan dalam model dan

laporan, sehingga proses pengambilan keputusan menjadi lebih berbasis data dan transparan.

Evaluasi alternatif ini penting untuk mencapai efisiensi biaya tanpa mengorbankan kualitas dan fungsionalitas proyek.

7. Penyusunan Rencana Anggaran Proyek (*Budget Planning*)

Berdasarkan hasil estimasi biaya, tim keuangan dan manajemen proyek dapat menyusun Rencana Anggaran Biaya (RAB) secara komprehensif. RAB ini dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis pekerjaan, subkontraktor, tahapan pelaksanaan, atau sistem bangunan.

Jika BIM 5D dikombinasikan dengan BIM 4D (penjadwalan), maka perencanaan anggaran bisa dikaitkan dengan waktu pelaksanaan sehingga memungkinkan dibuat cash flow forecasting. Ini sangat bermanfaat untuk mengatur alokasi dana secara bertahap, mengatur pembayaran ke vendor, dan merencanakan pembiayaan proyek secara strategis.

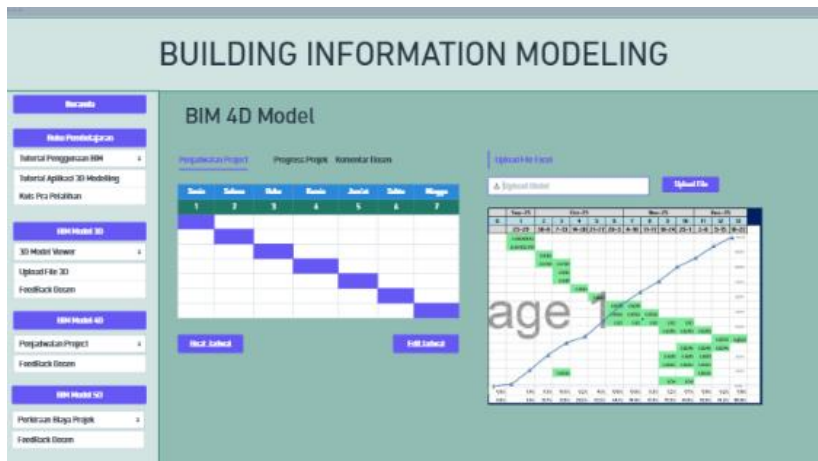
Selain itu, penggabungan jadwal dan anggaran mendukung sistem kontrol biaya yang lebih dinamis dan berbasis waktu, bukan hanya berbasis volume pekerjaan.

8. Monitoring dan Pengendalian Biaya melalui Aplikasi

Selama pelaksanaan proyek, model BIM 5D terus diperbarui sesuai perkembangan di lapangan. Aktivitas pemasangan elemen bangunan dicatat dalam sistem, dan

estimasi biaya aktual dihitung berdasarkan progres yang telah dicapai. Hal ini memungkinkan tim proyek melakukan perbandingan antara rencana biaya dan aktual (*planned vs actual*).

Analisis ini sangat penting dalam manajemen proyek karena membantu mendeteksi penyimpangan anggaran (*cost overrun*) lebih awal. Selain itu, sistem juga mendukung pembuatan laporan pengeluaran per minggu atau per bulan secara otomatis berdasarkan progres lapangan.



Gambar 4.3 Monitoring dan Pengendalian Biaya melalui Aplikasi

Monitoring berbasis aplikasi seperti ini menjadikan manajemen biaya proyek lebih presisi, akuntabel, dan mudah diaudit kapan pun dibutuhkan.

9. Revisi Estimasi Bila Ada Perubahan Desain

Dalam kenyataan proyek, perubahan desain tidak bisa dihindari. Keunggulan BIM 5D adalah kemampuannya untuk

mengakomodasi perubahan secara cepat dan efisien. Ketika model 3D diperbarui karena adanya revisi desain, maka seluruh sistem BIM 5D akan secara otomatis memperbarui kuantitas dan estimasi biaya terkait.

Hal ini menghindarkan kebutuhan untuk membuat RAB dari awal setiap kali ada perubahan desain. Revisi biaya cukup dilakukan dengan menyesuaikan model, lalu sistem akan menghitung ulang berdasarkan data terbaru. Proses ini mempercepat workflow dan mengurangi risiko perbedaan data antara perencana dan pelaksana.

10. Dokumentasi dan Laporan Akhir

Setelah proyek selesai, semua data yang telah dikumpulkan selama proses estimasi dan pelaksanaan dapat dikompilasi menjadi as-built cost model. Model ini merepresentasikan semua elemen yang benar-benar terpasang, beserta informasi biaya aktualnya.

Dokumentasi akhir ini sangat berguna tidak hanya untuk keperluan audit dan pelaporan proyek, tetapi juga untuk manajemen fasilitas (*facility management*) jangka panjang. Informasi biaya yang tertanam dalam model dapat digunakan untuk merencanakan pemeliharaan, penggantian, atau renovasi di masa depan.

Dengan demikian, BIM 5D tidak hanya memberikan manfaat saat perencanaan dan pelaksanaan, tetapi juga mendukung keberlanjutan pengelolaan bangunan secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelbary, M., Edkins, A., & Dorra, E. M. (2020). Reducing CRR in fast-track projects through BIM. *Journal of Information Technology in Construction*, 25.
- Adhi, R. P., Hidayat, A., & Nugroho, H. (2016). Perbandingan efisiensi waktu, biaya, dan sumber daya manusia antara metode Building Information Modelling (BIM) dan konvensional (studi kasus: perencanaan gedung 20 lantai). *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 5(2), 220–229.
- Aditya, I. K. K., Triswandana, E., & Agustini, N. K. A. (2024). Enhanced Accuracy in Construction Cost Estimates Using BIM. *UKaRsT*, 8(2), 95–108.
- Adriansyah, A. (2019). Faktor-Faktor Berpengaruh dalam Penerapan Critical Chain Project Management dan Building Information Modeling (BIM) 4D pada Pekerjaan Struktur Gedung Hunian Bertingkat Tinggi. *Rekayasa Sipil*, 8(1), 18–25.
- Agostinelli, S. (2019). Strategies and Outcomes of BIM Education: Italian Experiences. *WIT Transactions on the Built Environment*, 192, 217–227.
- Agrawal, V. (2023). *Development of A BIM-supported information exchange platform for contractors for infrastructure projects*.
- Ali, K. N. (2016). Building Information Modelling (BIM) Educational Framework for Quantity Surveying Students: The Malaysian Perspective. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 21(9), 140–151.
- Alverinaldo, M. A., & Nugroho, A. S. B. (2024). Analysis of Factors Inhibiting the Implementation of Building Information Modeling (BIM) in Construction Projects: Analisis Faktor Penghambat Implementasi Building Information Modelling (BIM) pada Proyek Konstruksi. *Bentang: Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 12(2), 220–230. <https://doi.org/https://doi.org/10.33558/bentang.v12i2.7984>
- Arayici, Y., Egbu, C., & Coates, P. (2012). Building information modelling (BIM) implementation and remote construction projects: Issues, Challenges and Critiques. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 17(5), 75–92.
- Arfani, B. F., Iriani, T., & Heryadi, W. (2025). Hubungan Antara Hasil Belajar Pelatihan BIM Menggunakan E-Learning terhadap Kemampuan Penerapan BIM di Proyek. *JIIP-Jurnal Ilmiah Ilmu*

- Pendidikan, 8(3), 3249–3256.
<https://doi.org/https://doi.org/10.54371/jiip.v8i3.7446>
- Aufa, B. A., & Saputro, A. F. (2024). *PENERAPAN KONSEP BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) DALAM PERENCANAAN ESTIMASI BIAYA DAN PERCEPATAN PENJADWALAN PADA PEKERJAAN STRUKTUR (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Asrama Terpadu MAN 2 Kudus)*. Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241–252.
- Baik, A. (2024). A Comprehensive Heritage BIM Methodology for Digital Modelling and Conservation of Built Heritage: Application to Ghiqa Historical Market, Saudi Arabia. *Remote Sensing*, 16(15), 2833.
- Bethary, R. T., Krisdianto, N., Soelarso, S., Intari, D. E., Hermita, N., Budiman, A., Purnaditya, N. P., & Asyiah, S. (2023). Sosialiasi platform digital BIM (Building Information Modelling) bagi guru SMKN 1 Tanara Banten. *Civil Engineering for Community Development (CECD)*, 2(2), 83–88.
- Bhattacharya, S., & Mathur, A. (2023). Synergising lean objectives through BIM to enhance productivity and performance. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 72(7), 2135–2154.
- Bryde, D., Broquetas, M., & Volm, J. M. (2014). ScienceDirect The project benefits of Building Information Modelling (BIM). *International Journal of Project Management*, 31(June 2011), 971–980.
- Danil, R. (2024). Peningkatan Kinerja Waktu Dan Biaya Dengan Integrasi Metode Penjadwalan Dan Building Information Modeling (BIM) Pada Pekerjaan Struktur Pracetak Bangunan Gedung. *Menara: Jurnal Arsitektur Dan Teknik Sipil*, 12(1), 68–90.
- Davies, R. J. (2018). BIM Adoption Towards the Sustainability of Construction Industry in Indonesia. *MATEC Web of Conferences*, 195, 6003.
- Eldeep, A. M., Farag, M. A. M., & Abd El-hafez, L. M. (2022). Using BIM as a lean management tool in construction processes—A case study. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(2), 101556.
- Fanani, M. R., & Setiawan, A. S. A. (2024). Implementasi BIM dalam

- Integrated Project Delivery untuk Menentukan Kompensasi Risk/Reward (Studi Kasus: Mosaic Centre, Kanada). *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*, 13(4), 207–216.
- Fitriani, H., Budiarto, A., Ajayi, S., & Idris, Y. (2019). Implementing BIM in architecture, engineering and construction companies: Perceived benefits and barriers among local contractors in Palembang, Indonesia. *International Journal of Construction Supply Chain Management*, 9(1), 20–34.
- Fuad, S. (2022). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Tingkat Penerapan BIM (Building Information Modeling) 4D di BUM Konstruksi. *Konstruksia*, 14(1), 79–87.
- Habsy, B. A. (2017). Seni memahami penelitian kualitatif dalam bimbingan dan konseling: studi literatur. *Jurnal Konseling Andi Matappa*, 1(2), 90–100.
- Hartono, W., & Handayani, D. (2013). Tingkat Kedewasaan Penerapan BIM pada Kontraktor Jembatan di Indonesia. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 5(1), 50–61.
- Hatmoko, J. U. D. (2019). Investigating Building Information Modelling (BIM) Adoption in Indonesia Construction Industry. *MATEC Web of Conferences*, 258, 2006.
- Hatmoko, J. U. D., Wibowo, M. A., Kristiani, F., Khasani, R. R., Fatmawati, R., & Sihaloho, G. D. (2020). Edukasi Building Information Modeling (BIM) pada Kontraktor Kecil. *Jurnal Pasopati: Pengabdian Masyarakat Dan Inovasi Pengembangan Teknologi*, 2(3).
- HERYADI, W. (2021). *PENGEMBANGAN E-MODUL PERENCANAAN JALAN BERBASIS BIM DI PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK BANGUNAN UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA*. UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA.
- Heryadi, W., Handoyo, S. S., & Ramadhan, M. A. (2021). Pengembangan E-Modul Perencanaan Jalan Berbasis BIM di Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan. *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan*, 3(2), 159–168.
- Heryanto, S. (2020). Kajian Penerapan Building Information Modeling (BIM) di Industri Jasa Konstruksi Indonesia. *Architecture Innovation*, 4(2), 193–212.
- Herzanita, A., Lestari, R. T., & Andreas, A. (2018). *BIM (Building Information Modeling) Menggunakan Perangkat Lunak Revit*. Deepublish.
- Hjelseth, E. (2017). BIM understanding and activities. *WIT*

- Transactions on the Built Environment*, 169, 3–14.
- Ismail, N. A. A. (2017). An Overview of BIM Uptake in Asian Developing Countries. *AIP Conference Proceedings*, 1903(1), 80008.
- Ismail, N. H. (2020). Building Information Modelling (BIM): Pelaksanaan Pembelajaran BIM dalam Kalangan Pelajar Ukur Bahan Sistem Pendidikan Politeknik Malaysia. *Journal of Social Science and Humanities*, 3(3), 28–35.
- Jin, R., Yang, T., Piroozfar, P., Kang, B.-G., Wanatowski, D., Hancock, C. M., & Tang, L. (2018). Project-based pedagogy in interdisciplinary building design adopting BIM. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 25(10), 1376–1397. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/ECAM-07-2017-0119>
- Johansson, M., Roupé, M., & Bosch-Sijtsema, P. (2015). Real-time visualization of building information models (BIM). *Automation in Construction*, 54, 69–82. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.03.018>
- Jolanta, Š., & Pupeikis, D. (2018). Review of BIM implementation in Higher Education. *Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering*, 22(1), 99–109.
- Jung, Y., & Joo, M. (2011). Building information modelling (BIM) framework for practical implementation. *Automation in Construction*, 20(2), 126–133. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.09.010>
- Kekana, T. G. (2014). Building Information Modelling (BIM): Barriers in Adoption and Implementation Strategies in the South Africa Construction Industry. *International Conference on Emerging Trends in Computer and Image Processing (ICETCIP'2014) December*.
- Khairudin, K. I., & Yahya, M. Y. (2022). Penggunaan Teknologi Permodelan Maklumat Bangunan (BIM) Dalam Fasa Pembinaan Bagi Menambahbaik Proses Pembinaan Di Malaysia. *Research in Management of Technology and Business*, 3(1), 582–595.
- Lien, L.-C., & Dolgorsuren, U. (2023). BIM-based steel reinforcing bar detail construction design and picking optimization. *Structures*, 49, 520–536.
- Mahardika, D., & Windari, A. C. (2025). Penerapan Building Information Modelling (BIM) dalam Peningkatan Efisiensi dan Keberlanjutan pada Proyek High-Rise Building di Indonesia. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 5(1), 2455–2462.

- <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/innovative.v5i1.17612>
- Makhmalbaf, A. (2023). Evaluating effects of an open educational resource on improving performance of students in BIM courses. *Architecture, Structures and Construction*, 3(3), 337–345. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s44150-023-00095-8>
- Matthews, J., Love, P. E. D., Heinemann, S., Chandler, R., Rumsey, C., & Olatunj, O. (2015). Real time progress management: Re-engineering processes for cloud-based BIM in construction. *Automation in Construction*, 58, 38–47.
- Mieslenna, C. F., & Wibowo, A. (2019). Mengeksplorasi penerapan Building Information Modeling (BIM) pada industri konstruksi Indonesia dari perspektif pengguna. *Jurnal Sosial Ekonomi Pekerjaan Umum*, 11(1), 44–58.
- Naddeh, Z., Maya, R., & Youssef, W. M. A. (2025). Integrating Building Information Modeling (BIM) into Architectural Education: Pedagogical Challenges and Future Prospects: Case Study: Tartus University. *International Journal of BIM and Engineering Science*, 10(2), 20–37.
- Najjar, M. K., Figueiredo, K., Evangelista, A. C. J., Hammad, A. W. A., Tam, V. W. Y., & Haddad, A. (2022). Life cycle assessment methodology integrated with BIM as a decision-making tool at early-stages of building design. *International Journal of Construction Management*, 22(4), 541–555.
- Nelson, N., & Tamtana, J. S. (2019). Faktor yang memengaruhi penerapan building information modeling (BIM) dalam tahapan pra konstruksi gedung bertingkat. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 241–248.
- Nguyen, T. A., Le, T.-T., Tran, D.-H., Jin, R., Chohan, N., & Guo, B. H. W. (2025). BIM-Based Learning Outcomes and Teaching and Learning Activities in Higher Education: A Social Network Analysis. *Journal of Civil Engineering Education*, 151(1), 4024008. <https://doi.org/https://doi.org/10.1061/JCEECD.EIENG-2011>
- Nugraha, A. A. (2024). *Implementasi Konsep Building Information Modeling (BIM) 4D Dalam Tahap Perencanaan Penjadwalan Proyek Pembangunan Jembatan (Studi Kasus: Penggantian Jembatan Pening Kloji Kabupaten Mojokerto)*. Universitas Islam Indonesia.
- Nugraha, A. K. (2020). *Implementasi Konsep Building Information Modelling (Bim) Dalam Estimasi Quantity Take Off Material*

- Pekerjaan Plumbing (Implementation The Concept Of Building Information Modelling (Bim) In Quantity Take Off Plumbing Job Material Estimation).*
- Oh, M., Lee, J., Hong, S. W., & Jeong, Y. (2015). Integrated system for BIM-based collaborative design. *Automation in Construction*, 58, 196–206.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.07.015>
- Othman, I. (2021). The Level of Building Information Modelling (BIM) Implementation in Malaysia. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(1), 455–463.
- Pantiga, J., & Soekiman, A. (2021). Kajian Literatur Implementasi Building Information Modeling (BIM) Di Indonesia. *Rekayasa Sipil*, 15(2), 104–110.
- Pavan, A. (2017). *BIM: Metodi e Strumenti. Progettare, Costruire e Gestire nell'era Digitale*. Tecniche nuove.
- Prabhakaran, A., Mahamadu, A.-M., Mahdjoubi, L., & Manu, P. (2020). An approach for integrating mixed reality into BIM for early stage design coordination. *MATEC Web of Conferences*, 312, 4001.
- Prakosa, B. D. Y. (2021). *FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PENERAPAN BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) DI INDUSTRI JASA KONTRUKSI INDONESIA*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Pramesti, N. P., Setiawan, H., & Andreas Adiel Setiawan, S. (2024). Perancangan Pelatihan Building Information Modelling (BIM) untuk Kontraktor Skala Kecil: Pendekatan Critical Event Model (CEM). *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 104–109.
- PUPR. (2018). *Pelatihan Perencanaan Konstruksi Dengan Sistem Teknologi Building Information Modeling (BIM)*.
- Purnomo, C. C., Hutabarat, L. E., & Gultom, R. P. W. (2022). Kajian Tingkat Implementasi dan Hambatan Penggunaan Building Information Modelling (BIM). *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 3(2), 68–76.
- Puspita, N. R. (2021). BIM Implementation in Public Construction Projects in Indonesia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1156(1), 12008.
- Putera, I. (2022). Manfaat BIM Dalam Konstruksi Gedung: Suatu Kajian Pustaka. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 26(1), 43–52.
- Rahardianto, T. (2024). Integrasi Building Information Modeling

- (BIM) terhadap Kesiapan Lulusan Teknik Sipil Menghadapi Transformasi Digital di Industri Konstruksi. *Journal of Practice Learning and Educational Development*, 4(4), 343–349. <https://doi.org/https://doi.org/10.58737/jpled.v4i4.36>
- Rahmani, I. (2022). *Perbandingan Estimasi Biaya Pekerjaan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan Konsep Computer Aided Design (CAD) dan Building Information Modeling (BIM)*. Universitas Gadjah Mada.
- Ramadhan, M. A., & Maulana, A. (2020). Pemahaman Konsep BIM melalui Autodesk Revit bagi Guru SMK Teknik Bangunan se-Jabodetabek. *Wikrama Parahita: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 47–52.
- Ramadhani, J., & Rengganis, R. P. (2024). Analisis Penggunaan Teknologi Digital: Building Information Modeling (BIM) dan Pemodelan 3D dalam Meningkatkan Keakuratan Desain Arsitektur. *Imajinasi: Jurnal Ilmu Pengetahuan, Seni, Dan Teknologi*, 1(4), 155–160. <https://doi.org/https://doi.org/10.62383/imajinasi.v1i4.466>
- Rane, N. (2023). Integrating building information modelling (BIM) and artificial intelligence (AI) for smart construction schedule, cost, quality, and safety management: challenges and opportunities. *Cost, Quality, and Safety Management: Challenges and Opportunities (September 16, 2023)*.
- Sarifah, F., Radena, R. F., Hasna, D. G., Desmayanti, D., Purnama, R. A., & Kania, G. (2024). PERKEMBANGAN PENERAPAN BIM PADA PROYEK STRATEGIS NASIONAL BENDUNGAN DI INDONESIA OLEH PT WASKITA KARYA (PERSERO) TBK. *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 14(1), 41–55.
- Schinler, D., & Nelson, E. (2008). BIM and the structural engineering community. *Structure*, 10.
- Setiawan, A. H., Takaoka, R., Agustin, R. S., Murtiono, E. S., Nurhidayati, A., Proklamalatu, M. A., Trianingsih, L., Siswanto, B., Sunarsih, E. S., & Rahmawati, K. (2024). Peningkatan Kompetensi Desain Pemodelan Bangunan Berbasis Aplikasi Pendukung BIM bagi Guru Vokasi. *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(3), 2152–2164. <https://doi.org/https://doi.org/10.31949/jb.v5i3.7325>
- Sitanggang, D. (2024). Penggunaan Teknologi BIM (Building Information Modeling) dalam Proses Perancangan Arsitektur.

- Tugas Mahasiswa Program Studi Arsitek, 1(1).*
- Smith, P. (2016). Project cost management with 5D BIM. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 226*, 193–200.
- Soebandono, B., Hergantoro, G. S., & Priyo, M. (2022). Implementasi Building Information Modelling (BIM) Menggunakan Tekla Structures Pada Konstruksi Gedung. *Bulletin of Civil Engineering, 2(1)*, 1–6. <https://doi.org/https://doi.org/10.18196/bce.v2i1.12492>
- Soetjipto, J. W., Zarkasi, I. K., & Trisiana, A. (2023). Model Perancangan Pemeliharaan Bangunan Gedung Menggunakan Building Information Modeling (BIM). *Jurnal Peremukiman, 18(1)*, 1–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.31815/jp.2023.18.1-15>
- Subagio, T., Wicaksono, D., Prihanto, T., & Santoso, E. B. (2022). Praksis Implementasi Pemodelan Informasi Bangunan (Building Information Modeling/BIM) dalam Industri Arsitektur, Rekayasa Dan Konstruksi Modern (Architecture, Engineering and Construction (AEC) Industry). *Jurnal Talenta Sipil, 5(1)*, 101–108.
- Succar, B. (2010). The Five Components of BIM Performance Measurement. *CIB World Congress, 14*.
- Tama, Y. P. D., & Renaningsih, R. (2023). Perbandingan Perhitungan Volume dan Estimasi Biaya Beton Pile Cap RS Kasih Ibu Surakarta antara Metode Building Information Modeling (BIM) dengan Konvensional. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil UMS, 705–710*.
- Telaga, A. S. (2018). A review of BIM (Building Information Modeling) implementation in Indonesia construction industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 352(1)*, 12030.
- Tsai, M.-H., Chen, K.-L., & Chang, Y.-L. (2019). Development of a project-based online course for BIM learning. *Sustainability, 11(20)*, 5772.
- Utomo, F. R. (2019). The Barrier and Driver Factors of Building Information Modelling (BIM) Adoption in Indonesia: a Preliminary Survey. *IPTEK Journal of Proceedings Series, 5*, 133–139.
- Wang, L. (2020). Review of BIM Adoption in the Higher Education of AEC Disciplines. *Journal of Civil Engineering Education, 146(3)*, 6020001.

- Wu, S., Zhang, N., Luo, X., & Lu, W.-Z. (2022). Multi-objective optimization in floor tile planning: Coupling BIM and parametric design. *Automation in Construction*, *140*, 104384.
- Young, D., Panthi, K., & Noor, O. (2021). Challenges involved in adopting BIM on the construction jobsite. *EPiC Series in Built Environment*, *2*(3), 302–310.
- Zaker, R. (2018). Virtual Reality-Integrated Workflow in BIM-Enabled Projects Collaboration and Design Review: a Case Study. *Visualization in Engineering*, *6*(1), 1–15.
- Zhafirah, H. (2023). Identifikasi Faktor Pendukung Dan Penghambat Adopsi Bim Oleh Kontraktor Di Provinsi Aceh. *Jurnal Rekayasa Sipil*, *19*(1), 54–63.
- Zhao, D. (2015). Building Collaborative Construction Skills Through BIM-Integrated Learning Environment. *International Journal of Construction Education and Research*, *11*(2), 97–120.

GLOSARIUM

BIM (Building Information Modeling)

Teknologi berbasis digital yang digunakan untuk membuat, mengelola, dan memvisualisasikan informasi bangunan dalam bentuk model 3D yang terintegrasi dengan data teknis.

Simulation

Proses peniruan kondisi nyata dalam bentuk model digital untuk memahami, menganalisis, dan memprediksi perilaku atau hasil suatu sistem.

3D Modeling

Pemodelan tiga dimensi yang merepresentasikan bentuk bangunan secara visual dan detail dalam lingkungan digital.

4D BIM

Integrasi model 3D dengan dimensi waktu (schedule), sehingga memungkinkan perencanaan, penjadwalan, dan simulasi tahapan konstruksi.

5D BIM

Pengembangan BIM yang mengintegrasikan model 3D dan 4D dengan data biaya (cost estimation), untuk mendukung analisis anggaran proyek.

Viewer 3D

Aplikasi atau fitur yang memungkinkan pengguna melihat, memutar, dan mengeksplorasi model tiga dimensi.

Estimasi Biaya Proyek

Perhitungan perkiraan anggaran yang dibutuhkan untuk melaksanakan suatu proyek konstruksi, meliputi material, tenaga kerja, dan biaya operasional lainnya.

Microsoft Project

Perangkat lunak manajemen proyek yang digunakan untuk membuat jadwal, mengatur tugas, serta mengelola sumber daya.

Excel

Aplikasi pengolah data berbasis tabel yang digunakan untuk analisis biaya, perhitungan, dan jadwal proyek.

INDEKS

A

- Aplikasi Digital Learning, 12, 24, 58
- Arsitektur Digital, 7, 35

B

- BIM (Building Information Modeling), 3, 10, 17, 41
- Biaya Proyek, 52, 60, 75
- Buku Pembelajaran, 5, 14

D

- Digital Simulation, 2, 11, 28, 49
- Dosen, Feedback, 16, 32, 71

E

- Estimasi Biaya, 50, 62, 74
- Excel, 38, 43, 55

K

- Kolaborasi Proyek, 22, 33, 64
- Kuis Pra Pelatihan, 15, 27

M

- Manajemen Proyek, 36, 45, 53
- Microsoft Project, 39, 44, 56
- Model 3D, 18, 23, 40
- Model 4D, 34, 47
- Model 5D, 48, 51, 63

P

- Penjadwalan Proyek, 35, 42, 46
- Pemodelan 3D, 19, 21
- Perangkat Lunak, 25, 37

S

- Simulation BIM, 9, 20, 29, 57
- Strategi Pembelajaran, 13, 30, 66

T

- Tutorial BIM, 6, 26
- Teknologi Pendidikan, 31, 59, 70

V

- Viewer 3D, 22, 41

Latihan Soal – BIM Simulation

A. Pilihan Ganda

1. BIM (Building Information Modeling) merupakan teknologi yang digunakan untuk...
 - a. Mendesain bangunan secara manual
 - b. Menggambar 2D dengan cepat
 - c. Memodelkan, mengelola, dan menganalisis informasi bangunan secara digital
 - d. Menyusun laporan keuangan proyek
2. Integrasi model 3D dengan dimensi waktu dalam BIM dikenal dengan istilah...
 - a. 2D BIM
 - b. 3D BIM
 - c. 4D BIM
 - d. 5D BIM
3. Perangkat lunak yang umum digunakan untuk penjadwalan proyek dalam BIM adalah...
 - a. AutoCAD
 - b. Microsoft Project
 - c. Photoshop
 - d. SketchUp
4. Salah satu kelebihan penggunaan BIM dalam pembelajaran adalah...

- a. Mengurangi interaktivitas pembelajaran
 - b. Meningkatkan pemahaman konsep dengan simulasi digital
 - c. Membatasi kolaborasi antar mahasiswa
 - d. Membuat proyek lebih lama selesai
5. Integrasi BIM dengan biaya proyek (cost estimation) dikenal dengan...
- a. 3D BIM
 - b. 4D BIM
 - c. 5D BIM
 - d. 6D BIM

B. Isian Singkat

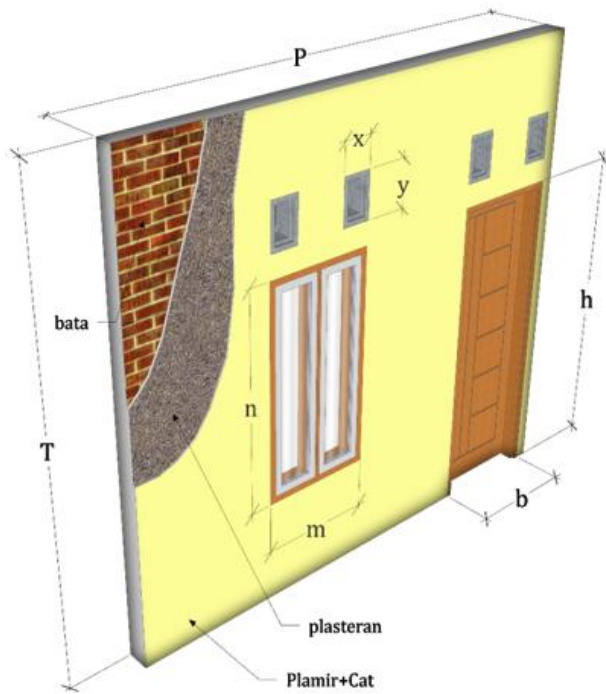
1. Sebutkan dua manfaat utama penggunaan Viewer 3D dalam BIM Simulation!
2. _____ digunakan untuk mengolah data biaya dan penjadwalan dalam BIM.
3. Kuis pra-pelatihan dalam pembelajaran BIM berfungsi untuk _____.
4. Penambahan dimensi waktu dalam BIM dikenal dengan istilah _____.
5. Feedback dosen dalam media pembelajaran digital berfungsi untuk _____.

C. Uraian

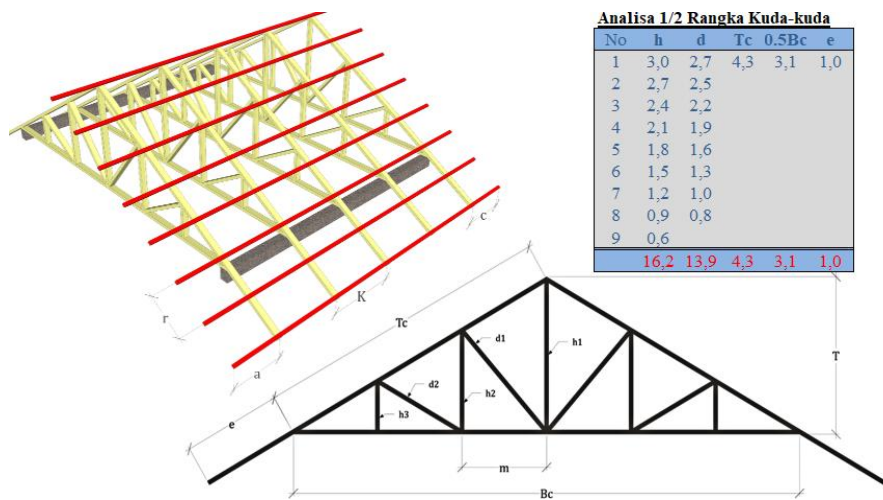
1. Jelaskan perbedaan antara 3D, 4D, dan 5D BIM dalam penerapan proyek konstruksi!
2. Bagaimana peran *digital simulation* dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep BIM?
3. Mengapa integrasi Excel dan Microsoft Project penting dalam pembelajaran BIM Simulation?
4. Berikan contoh bagaimana BIM dapat membantu memvisualisasikan dampak perubahan desain terhadap waktu dan biaya proyek.
5. Menurut Anda, apa tantangan terbesar dalam penerapan BIM di dunia pendidikan, dan bagaimana solusinya?

Soal Analisis BIM Simulation (Berkelompok)

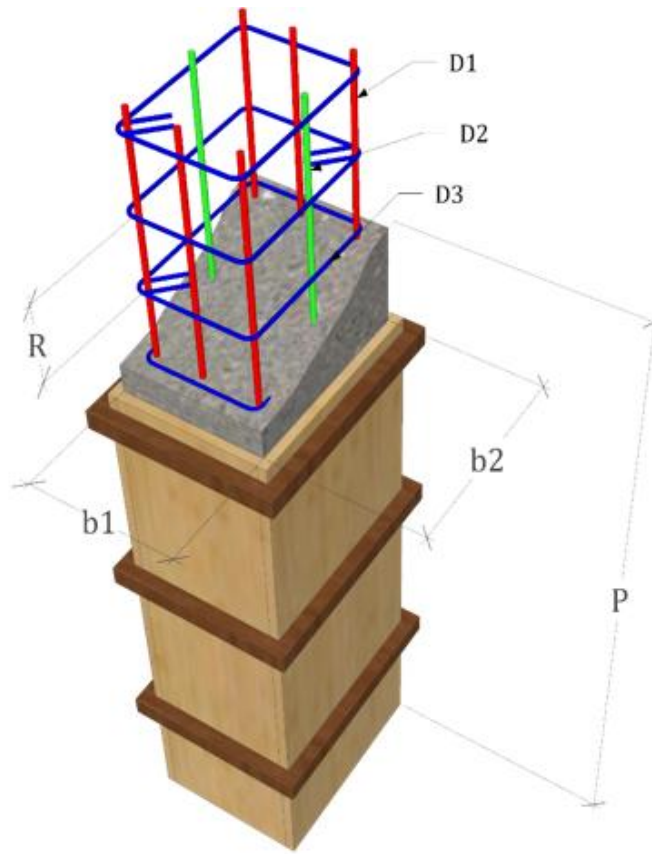
1. Amati gambar 3D berikut. Identifikasi elemen arsitektural utama (dinding, atap, kolom dan balok) yang ditampilkan. Apa informasi yang bisa diperoleh dari masing-masing elemen tersebut dalam konteks BIM?



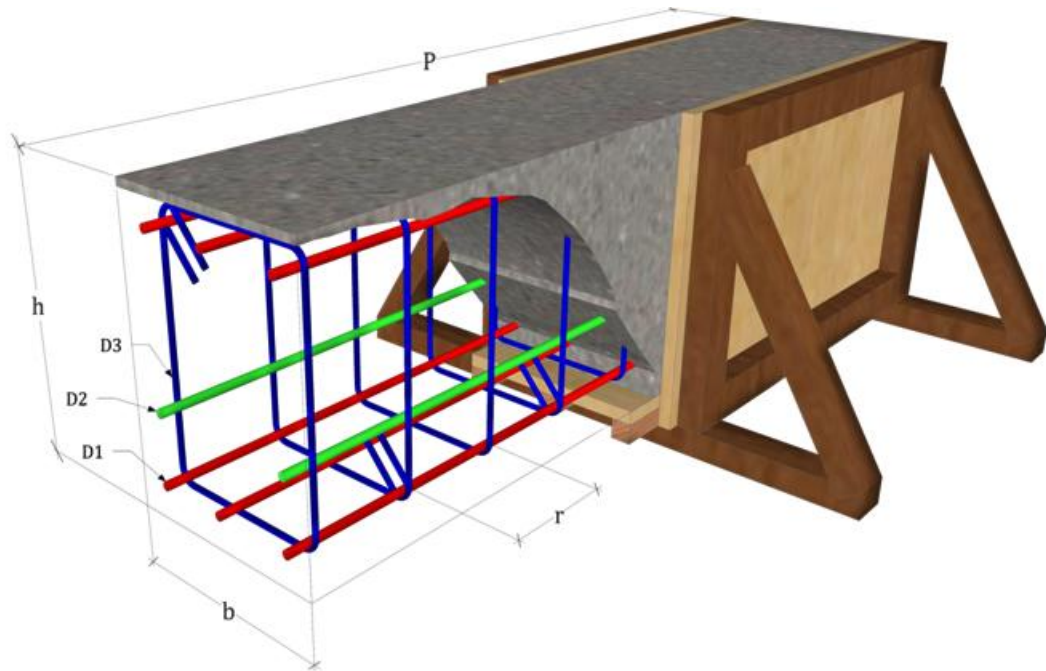
Gambar Dinding



Gambar Atap



Gambar kolom



Gambar Balok

2. Berdasarkan gambar 3D struktur bangunan yang ditampilkan, analisis bagaimana hubungan antar elemen struktur (balok dan kolom). Bagaimana BIM membantu mendeteksi potensi konflik (*clash detection*) antar elemen tersebut?
3. Analisis gambar 3D yang menunjukkan integrasi instalasi mekanikal, elektrik, dan plumbing (MEP). Bagaimana BIM mempermudah koordinasi antar disiplin pada tahap ini?

4. Perhatikan simulasi 3D yang menampilkan tahapan pembangunan (4D). Identifikasi tahapan konstruksi yang ditunjukkan dalam gambar, lalu jelaskan bagaimana informasi tersebut dapat mendukung manajemen proyek.

5. Dari model 3D yang dikaitkan dengan estimasi biaya (5D), tentukan bagian bangunan mana yang kemungkinan membutuhkan biaya terbesar. Jelaskan faktor-faktor yang memengaruhi perhitungan biaya tersebut.

BIM Simulation

2025

ISBN

Dr. Ir. Annisa' Carina, S.Pd., M.Pd., IPP.
Ir. Arif Budi Cahyono Putra, S.T., IPP.