

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Proyek**

Dalam penelitiannya, menurut Saifoe (2018) dalam Prassetiyo (2020), proyek merupakan keseluruhan aktivitas yang menggunakan sumber daya yang tersedia dan anggaran dana, yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu untuk mencapai suatu tujuan. Sedangkan pekerjaan konstruksi adalah keseluruhan atau sebagian kegiatan yang meliputi pembangunan, pengoperasian, pembongkaran, dan pembangunan kembali suatu bangunan, sebagaimana diatur dalam Undang-Undang No. 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi.

#### **2.2. Manajemen Proyek**

Menurut Widiasanti dan Lenggogeni (2013) manajemen adalah kemampuan untuk mencapai hasil yang diinginkan dalam rangka pencapaian tujuan melalui koordinasi kegiatan sekelompok orang. Para ahli menyimpulkan bahwa manajemen dapat dipahami dari berbagai aspek, namun secara umum manajemen merupakan metode atau proses yang sistematis dan efektif untuk mencapai tujuan tertentu. Proses ini meliputi beberapa tindakan utama, yaitu perencanaan (planning), pengorganisasian (organizing), pelaksanaan (actuating), dan pengendalian (controlling), yang semuanya dilakukan dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara efisien.

Berikut adalah fungsi-fungsi Manajemen secara rinci:

1. Perencanaan, yaitu tindakan pengambilan keputusan yang didasarkan pada data, informasi, asumsi, dan fakta untuk menentukan kegiatan yang akan dipilih dan dilaksanakan di masa mendatang.
2. Pengorganisasian, yaitu proses mengatur dan mempersatukan kumpulan kegiatan manusia yang memiliki tugas masing-masing agar saling berhubungan secara terstruktur sesuai dengan tata cara tertentu.
3. Pelaksanaan, yakni menggerakkan dan memotivasi anggota organisasi untuk melaksanakan kegiatan yang telah direncanakan.

4. Pengendalian, yaitu upaya sistematis perusahaan untuk mencapai tujuan dengan membandingkan hasil kerja dengan rencana, serta mengambil tindakan korektif yang tepat jika terdapat perbedaan yang signifikan.

Menurut Ariestadi (2008) manajemen proyek adalah suatu upaya untuk mengelola dan mengorganisasikan berbagai sumber daya selama masa pelaksanaan proyek dengan tujuan mewujudkan sasaran proyek yang meliputi kualitas, waktu, dan biaya sesuai dengan yang telah ditentukan dalam perencanaan.

Manajemen proyek terdiri dari beberapa elemen utama, yaitu:

1. Manajer Proyek

Manajer proyek memiliki tugas dan tanggung jawab sebagai berikut:

- Menetapkan dan menjelaskan cara mencapai sasaran proyek serta menentukan personel yang tepat sesuai dengan kewenangannya.
- Menunjukkan kepemimpinan (*leadership*) dan memberikan motivasi kepada seluruh staf.
- Melakukan evaluasi atas kemajuan pelaksanaan proyek dan mengambil tindakan yang tepat apabila terjadi penyimpangan.
- Bertanggung jawab mengintegrasikan kegiatan dari berbagai fungsi untuk mencapai sasaran yang spesifik.

2. Tim Proyek

Tim proyek adalah sekelompok orang dari berbagai fungsi organisasi, disiplin ilmu, dan keahlian yang dipimpin oleh manajer proyek. Tim ini bertugas memilih dan menunjuk sumber daya yang akan digunakan, seperti subkontraktor, mandor, serta pemasok material, alat, dan jasa. Tim proyek berperan aktif dalam menjalankan proyek untuk memenuhi target mutu, waktu, dan biaya yang telah ditetapkan.

3. Sistem Manajemen Proyek

Sistem ini terdiri dari struktur organisasi dan sistem informasi. Struktur organisasi yang umum diterapkan bersifat fungsional, artinya organisasi dikelompokkan berdasarkan fungsi-fungsi spesifik. Sistem ini juga menyediakan mekanisme untuk mengintegrasikan perencanaan dengan pengendalian (kontrol) serta akumulasi informasi berupa pelaporan yang

berkaitan dengan hasil atau kinerja, biaya, sumber daya yang digunakan, jadwal, dan biaya penyelesaian proyek.

### **2.3. Pekerjaan Struktur**

Menurut PUPR (2005) pekerjaan struktur adalah pekerjaan yang meliputi rangka bangunan yang berada di atas pekerjaan fondasi. Komponen-komponen struktur ini meliputi kolom, balok, sambungan antara balok dan kolom, lantai, dinding, serta tangga. Untuk bangunan bertingkat sederhana atau bertingkat rendah, struktur bangunan umumnya berupa struktur rangka portal yang terdiri dari kolom dan balok yang tersusun menjadi satu kesatuan yang kuat dan kokoh.

#### **2.3.1. Jenis Pekerjaan Struktur**

Menurut PUPR (2005), pekerjaan struktur dibedakan berdasarkan jenis bahan yang digunakan untuk membuat struktur portal bangunan bertingkat, antara lain:

1. Pekerjaan Struktur Baja

Pekerjaan struktur baja adalah pekerjaan di mana komponen-komponennya, seperti kolom, balok, lantai, dan tangga, semuanya terbuat dari bahan baja dan dibuat secara fabrikasi.

2. Pekerjaan Struktur Komposit

Pekerjaan struktur komposit adalah pekerjaan di mana komponen kolom, balok, dan tangga menggunakan bahan baja, sedangkan lantainya menggunakan bahan beton bertulang.

3. Pekerjaan Struktur Beton

Pekerjaan struktur beton adalah pekerjaan di mana semua komponen seperti kolom, balok, lantai, dan tangga dibuat dari bahan beton bertulang dan dicetak di tempat. Komponen-komponen ini menjadi satu kesatuan dalam suatu sistem struktur yang seimbang (stabil).

#### **2.3.2. Komponen Struktur Bangunan**

Menurut Huzaini (2021) suatu struktur bangunan terbagi menjadi beberapa komponen utama, yaitu:

1. Fondasi

Fondasi adalah struktur bagian bawah bangunan yang langsung terhubung dengan tanah atau bagian bangunan yang terletak di bawah permukaan tanah. Fungsinya adalah untuk menahan dan memikul beban bangunan yang ada di atasnya.

## 2. Struktur *Basement*

Struktur *basement* merupakan salah satu bagian dari bangunan yang digunakan sebagai solusi alternatif untuk mengatasi keterbatasan lahan dengan menambah ruang tambahan di bawah tanah.

## 3. Kolom

Kolom adalah komponen penting dalam sebuah bangunan. Keruntuhan pada kolom merupakan titik paling kritis yang dapat menyebabkan keruntuhan keseluruhan bangunan. Fungsi utama kolom adalah meneruskan beban dari seluruh bangunan ke fondasi, termasuk beban mati, beban hidup, dan beban angin. Oleh karena itu, kolom sangat berperan penting agar bangunan tetap kokoh dan tidak mudah roboh.

## 4. Balok

Balok adalah bagian struktur beton bertulang yang berfungsi sebagai dudukan lantai dan pengikat antara kolom dan lantai atas. Balok berperan sebagai rangka penguat horizontal yang menopang berbagai beban pada bangunan.

## 5. Pelat Lantai

Pelat lantai adalah lantai yang tidak langsung berada di atas tanah, melainkan merupakan lantai tingkat yang didukung oleh balok-balok yang bertumpu pada kolom-kolom bangunan

## 6. Dinding Geser

Dinding geser adalah struktur balok kantilever tipis dan langsing yang berfungsi menahan gaya lateral pada bangunan. Biasanya, dinding ini berbentuk persegi panjang atau *box core* yang mengelilingi area seperti lift, tangga, atau *shaft* lainnya. Dinding geser ini berperan penting dalam menahan beban lateral tanpa mengganggu tata ruang dalam bangunan

## 7. Atap

Atap merupakan bagian paling atas dari sebuah bangunan yang berfungsi melindungi gedung dan penghuninya, baik secara fisik maupun secara metafisik

#### **2.4. *Bill of Quantity (BoQ)***

Bill of Quantities adalah satu dokumen teknik penting yang digunakan dalam proyek konstruksi yang menyajikan rincian kuantitas dan spesifikasi bahan serta pekerjaan yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek. BOQ berfungsi sebagai acuan dalam proses estimasi biaya keseluruhan dan menjadi alat bantu bagi kontraktor dalam menentukan harga penawaran. Dengan menggunakan BOQ, semua pihak yang terlibat dalam proyek dapat lebih memahami ruang lingkup proyek dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya. Penggunaan BOQ dalam perencanaan konstruksi terbukti membantu dalam perhitungan akurat serta pengendalian biaya (Putri dkk., 2022).

Penerapan BOQ dalam proyek konstruksi memungkinkan pemangku kepentingan untuk menegaskan dengan jelas apa yang diperlukan, termasuk jenis material, ukuran, dan jumlah yang dibutuhkan. Hal ini sangat penting untuk menghindari pemborosan sumber daya yang dapat menyebabkan biaya berlebih (*cost overruns*) (Laily dkk., 2021). Dengan adanya BOQ, proses pemilihan kontraktor juga menjadi lebih efisien karena bisa dilakukan perbandingan berdasarkan rincian yang jelas mengenai biaya material dan pekerjaan. Diperlukan analisis yang baik untuk memastikan bahwa perhitungan dalam BOQ akurat dan sesuai dengan kebijakan pengadaan yang berlaku dalam proyek tersebut (Putri dkk., 2022).

Dalam implementasinya, ada beberapa metode yang digunakan dalam perhitungan BOQ. Salah satu metode yang sering digunakan adalah Building Information Modeling (BIM) yang memberikan hasil yang lebih akurat dibandingkan dengan metode konvensional. BIM tidak hanya mencakup perhitungan kuantitas tetapi juga mengintegrasikan estimasi biaya dengan model tiga dimensi dari struktur bangunan. Dengan menggunakan BIM, tim proyek bisa secara simultan memahami dampak finansial dari setiap keputusan desain dalam

proyek tersebut (Putri dkk., 2022). Metode konvensional sering kali lebih rentan terhadap kesalahan manusia dan ketidakakuratan, sehingga penggunaan teknologi seperti BIM menjadi sangat penting dalam meningkatkan akurasi perhitungan BOQ.

Setiap metode dalam perhitungan BOQ memiliki kelebihan dan kelemahannya masing-masing. Metode konvensional lebih mudah diakses dan diterapkan oleh banyak pihak, tetapi biasanya kurang akurat dan lebih memakan waktu (Putri dkk., 2022). Sebaliknya, penggunaan teknologi BIM meskipun menawarkan presisi yang lebih baik dan efisiensi, dibutuhkan perangkat lunak yang lebih canggih serta pelatihan untuk pengguna (Laily dkk., 2021). Hal ini menunjukkan bahwa investasi dalam teknologi BIM dapat memberikan nilai tambah dalam pengendalian biaya bagi kontraktor, terutama pada proyek-proyek besar dan kompleks.

Untuk mencapai pengendalian biaya yang efektif dalam proyek-proyek konstruksi, penggunaan BOQ harus diintegrasikan dengan metode perencanaan dan pengendalian lainnya. Misalnya, pendekatan seperti Economic Order Quantity (EOQ) dapat digunakan dalam manajemen persediaan bahan baku yang tercantum dalam BOQ. Studi menunjukkan bahwa penerapan metode EOQ dan Just-In-Time (JIT) dapat membantu perusahaan dalam perencanaan dan pengendalian persediaan, meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi biaya yang terkait dengan pembelian dan penyimpanan bahan baku (Pradana & Jakaria, 2020).

Dengan demikian, penerapan BOQ dalam proyek konstruksi tidak hanya bertujuan untuk memberikan rincian material yang diperlukan, tetapi juga untuk menjadi alat bantu dalam pengendalian biaya, efisiensi proses, dan pengambilan keputusan yang lebih baik. Keberhasilan pengelolaan BOQ sangat tergantung pada pemilihan metode yang tepat serta pemanfaatan teknologi dalam perencanaan dan pengendalian proyek (Laily dkk., 2021). Oleh karena itu, investasi dalam teknologi dan pelatihan yang memadai sangat diperlukan untuk memastikan BOQ yang disusun dapat digunakan secara optimal dalam mendukung keberhasilan proyek konstruksi.

## 2.5. *Building Information Modeling (BIM)*

Menurut BuildingSmart, sebuah lembaga internasional non-pemerintah yang menjadi acuan dalam pengembangan *Building Information Modeling (BIM)*, BIM didefinisikan sebagai representasi digital dari karakter fisik dan fungsional suatu bangunan atau objek BIM. Di dalamnya terkandung semua informasi mengenai elemen-elemen bangunan tersebut yang digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan sepanjang siklus hidup bangunan, mulai dari konsep hingga tahap demolisi (PUPR, 2018).

BIM merupakan representasi digital yang lengkap dan menggambarkan karakteristik fungsional dari aset yang akan dibangun. Model BIM dapat memuat informasi terkait desain, konstruksi, logistik, operasional, pemeliharaan, anggaran, jadwal, dan lain-lain. Informasi yang terkandung dalam BIM memungkinkan analisis yang lebih komprehensif dan akurat dibandingkan dengan metode tradisional. Selain itu, BIM memiliki potensi besar untuk mengintegrasikan berbagai data dari beberapa disiplin ilmu sepanjang siklus hidup bangunan (*lifecycle building*) (PUPR, 2018).

### 2.5.1. *Sejarah Building Information Modeling (BIM)*

Sejak tahun 1973, sudah ada perangkat lunak yang mampu merancang bentuk tiga dimensi (3D). Pada tahun 1975, Eastman memprediksi bahwa teknologi baru ini akan membuat industri bangunan menjadi jauh lebih efektif (Tjell, 2010). Menurut Goubau (2016) konsep *Building Information Modeling (BIM)* sudah ada sejak awal tahun 1970-an dengan nama *Building Description System (BDS)*, sementara istilah '*building model*' baru mulai digunakan pada tahun 1985. Istilah BIM sendiri pertama kali diperkenalkan pada tahun 1992 dan mulai populer ketika digunakan oleh *software* Autodesk pada tahun 2002. Setelah itu, banyak perusahaan perangkat lunak memperkenalkan istilah BIM dengan variasi yang berbeda-beda. Beberapa definisi BIM menurut berbagai sumber adalah sebagai berikut:

a) Menurut Autodesk Inc

“*Building Information Modeling (BIM)* adalah sebuah proses yang dimulai dengan pembuatan model 3D cerdas dan memungkinkan manajemen

dokumen, koordinasi, serta simulasi selama seluruh siklus hidup proyek (perencanaan, desain, pembangunan, operasi, dan pemeliharaan).”

b) Menurut NIBS

“BIM adalah representasi digital dari karakteristik fisik dan fungsional suatu fasilitas. Sebagai sumber pengetahuan bersama, BIM menyediakan informasi yang dapat diandalkan untuk pengambilan keputusan selama siklus hidup fasilitas tersebut, mulai dari tahap awal hingga seterusnya.”

c) Menurut PUPR

“BIM merupakan representasi digital dari karakteristik fisik dan fungsional suatu bangunan. Di dalamnya terkandung semua informasi mengenai elemen-elemen bangunan yang digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan sepanjang siklus hidup bangunan, mulai dari konsep hingga demoli.”

Suatu studi oleh Eastman (1975) yang dikutip dalam Marizan, dkk (2019) menyatakan bahwa ketika konsep BIM pertama kali diluncurkan dengan pendekatan untuk mengubah proses dalam industri bangunan, perubahan yang terjadi tidak sesuai dengan prediksi awal. Namun, perkembangan teknologi BIM justru menyebabkan perubahan paradigma dan persepsi mendasar dalam cara merancang dan membangun sebuah gedung.

Secara sederhana, BIM adalah pendekatan terpadu untuk desain, konstruksi, dan manajemen bangunan, yang melibatkan sistem, pengelolaan, metode, dan urutan pengerjaan suatu proyek berdasarkan informasi menyeluruh dari seluruh aspek bangunan yang dikelola.

### **2.5.2. Karakteristik dan Prinsip *Building Information Modeling* (BIM)**

Menurut PUPR (2018) dalam buku Panduan Adopsi BIM dalam Organisasi, terdapat beberapa karakteristik utama yang dimiliki oleh sistem Building Information Modeling (BIM), antara lain:

1. BIM sebagai pendekatan baru

BIM merupakan pendekatan baru yang melibatkan proses perencanaan dan pembuatan aset bangunan dengan menggunakan representasi 3D dari atribut fisik dan fungsional.

## 2. BIM sebagai Proses Pembuatan Data Digital

BIM adalah proses pembuatan data aset digital yang membentuk model 3D beserta informasi yang melekat pada model tersebut dalam sebuah lingkungan kolaborasi yang disebut Common Data Environment (CDE).

## 3. Prinsip Kolaborasi dalam BIM

Prinsip BIM bukan sekadar proses tunggal atau pembuatan model 3D dengan bantuan komputer semata, melainkan proses pembuatan model dan data secara bersama-sama yang dikolaborasikan antar pelaku proyek sejak tahap perencanaan, perancangan, fabrikasi, hingga pembangunan dan pemeliharaan.

Proses BIM dimulai dengan penciptaan model digital 3D yang berisi semua informasi bangunan tersebut. Model ini berfungsi sebagai sarana untuk membuat perencanaan, perancangan, pelaksanaan pembangunan, serta pemeliharaan bangunan dan infrastrukturnya bagi semua pihak yang terkait dalam proyek.

Dalam BIM, para *stakeholder* seperti pemilik proyek, arsitek, kontraktor, dan insinyur saling bekerja sama secara efisien dengan bertukar informasi (baik data maupun geometri). Kolaborasi ini bertujuan untuk mengoptimalkan proses pembangunan atau konstruksi sehingga dapat meminimalkan kesalahan, mempercepat proses konstruksi, menghasilkan pengoperasian bangunan yang lebih mudah, mengurangi produksi limbah, serta menekan biaya secara keseluruhan. Manajemen proses menjadi lebih mudah diakses dan dapat ditindaklanjuti karena bermuara pada satu model informasi yang sama, sehingga dapat meminimalkan konflik informasi antar berbagai pihak.

Dengan demikian, kunci BIM tidak hanya terletak pada model tiga dimensi, tetapi juga pada bagaimana informasi dikembangkan, dikelola, dan dibagikan melalui kolaborasi yang lebih baik.

Adapun prinsip-prinsip pendekatan BIM dijelaskan sebagai berikut:

### 1. Produk BIM Berbasis *Database* Digital dan Kolaborasi

Produk BIM dibuat dan beroperasi pada *database* digital melalui kolaborasi. Dalam pemodelan ini, informasi mengenai suatu proyek konstruksi

disimpan dalam *database* (bukan dalam *file* gambar kerja atau *spreadsheet*). Informasi dalam *database* tersebut—seperti gambar kerja, penjadwalan, estimasi biaya, dan lain-lain—dapat diedit dan ditinjau ulang melalui format presentasi yang familiar bagi masing-masing pengguna (arsitek, ahli struktur, *estimator*, pekerja bangunan), namun tetap dapat dilihat ke dalam model informasi yang sama. Setiap perubahan dalam BIM akan tercermin pada semua presentasi atau visualisasi. Informasi ini dapat didistribusikan kepada anggota tim melalui jaringan atau berbagi *file*. Anggota tim dapat bekerja secara independen dan menyebarkan hasil kerja mereka kepada anggota tim lain untuk penyempurnaan pekerjaan.

## 2. Pengelolaan Perubahan dalam Database

BIM mengelola berbagai perubahan dalam database mulai dari tahap desain, konstruksi, hingga operasional. Setiap penggantian komponen dalam database akan memengaruhi komponen lain. Misalnya, perubahan desain berupa pemilihan dan penggantian material tertentu akan berdampak pada estimasi biaya, pelelangan, dan konstruksi. Informasi baru ini akan tercatat dalam "history" dan dapat dievaluasi oleh anggota tim sehingga mendukung proses kolaborasi.

## 3. Penyimpanan dan Penggunaan Kembali Data dan Informasi

BIM menyimpan berbagai data dan informasi yang dapat digunakan kembali. Pembentukan data dimulai sejak arsitek menuangkan sketsa pada survei awal, kemudian berkembang dalam rencana bangunan dengan informasi melekat seperti ketinggian lantai, potongan, dan jadwal. *Estimator* dapat menggunakan informasi ini untuk memperkirakan biaya, sementara manajer proyek konstruksi dapat memperkirakan penjadwalan dan fase konstruksi. Penggunaan kembali informasi bangunan dapat menjadi masukan untuk analisis energi, analisis struktur, pelaporan biaya, manajemen fasilitas, dan lain-lain.

Secara garis besar, BIM didefinisikan berdasarkan dua kepentingan utama:

### 1. Kerjasama dan Kolaborasi Antar Stakeholder

BIM memungkinkan kerjasama antar stakeholder secara efisien dalam bertukar informasi (baik data maupun geometri) dan berkolaborasi untuk mengoptimalkan proses pembangunan atau konstruksi. Hal ini mengurangi kesalahan, mempercepat konstruksi, menghasilkan bangunan yang lebih mudah dioperasikan, meminimalkan limbah, dan menekan biaya.

## 2. Platform *Software* Terpadu

BIM juga dapat dilihat sebagai platform perangkat lunak yang memungkinkan koordinasi dan penggabungan karya masing-masing *stakeholder* menjadi satu Model Informasi Bangunan berorientasi objek tiga dimensi (3D) dengan informasi yang melekat di dalamnya.

### 2.5.3. Manfaat *Building Information Modeling* (BIM)

Suatu studi oleh Azhar, dkk (2012) yang dikutip dalam *Cooperative Research Centre for Construction Innovation* (2007, halaman 3) menyatakan bahwa manfaat utama Building Information Modeling (BIM) adalah representasi geometris yang akurat dari bagian-bagian bangunan dalam lingkungan data terintegrasi. Selain itu, terdapat beberapa manfaat terkait lainnya, yaitu:

1. Proses yang lebih cepat dan efektif hingga informasi lebih mudah dibagikan, menambah nilai, serta dapat digunakan kembali.
2. Desain yang lebih baik dengan berkas bangunan yang dapat dianalisis secara cermat, simulasi dapat dilakukan dengan cepat, memungkinkan solusi yang lebih baik dan inovatif.
3. Biaya seumur hidup yang terkendali serta data lingkungan dan kinerja lingkungan yang lebih dapat diprediksi, sehingga biaya siklus hidup proyek lebih dipahami.
4. Perakitan otomatis di mana data produk digital dapat dieksploitasi dalam proses hilir dan digunakan untuk pembuatan atau perakitan sistem struktur.
5. Layanan pelanggan yang lebih baik dengan berkas yang lebih mudah dipahami melalui visualisasi yang akurat.

6. Data siklus hidup, termasuk persyaratan, desain, konstruksi, dan informasi operasional, dapat digunakan dalam manajemen fasilitas.
7. Integrasi perencanaan dan proses pelaksanaan, di mana pemerintah, industri, dan produsen memiliki protokol data umum.
8. Pada akhirnya, BIM dapat membantu mencapai industri yang lebih efektif dan kompetitif.

Setelah mengumpulkan data pada 32 proyek besar, Stanford University's Center for Integrated Facility Engineering melaporkan manfaat BIM berikut (dikutip dalam *Cooperative Research Centre for Construction Innovation*, 2007):

1. Eliminasi perubahan yang tidak dianggarkan mencapai 40%.
2. Akurasi estimasi biaya lebih baik hingga 3% dibandingkan perkiraan konvensional.
3. Penghematan waktu hingga 80% dalam menghasilkan estimasi biaya.
4. Penghematan hingga 10% dari nilai kontrak melalui deteksi bentrokan.
5. Pengurangan waktu proyek hingga 7%.

Menurut Hardin dan Mc Cool (2009) dalam bukunya *BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows*, BIM memungkinkan pembangunan struktur secara virtual sebelum konstruksi di lapangan. Hal ini memungkinkan partisipan proyek untuk merancang, menganalisis, mengurutkan, dan mengeksplorasi proyek melalui media digital, di mana biaya perubahan jauh lebih murah dibandingkan melakukan perubahan saat pekerjaan di lapangan sedang berlangsung.

Menurut (PUPR, 2018), beberapa keuntungan penerapan BIM adalah sebagai berikut:

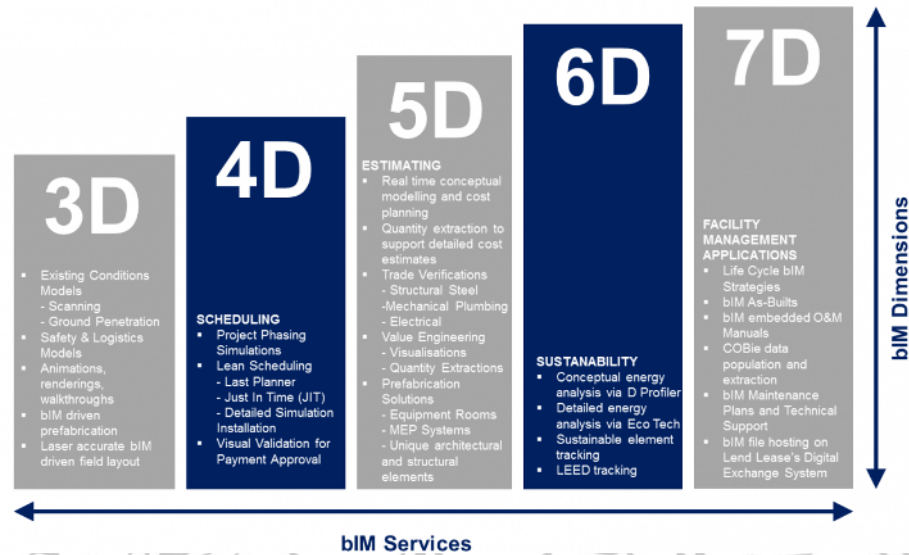
1. Meningkatkan produktivitas karena adanya koordinasi dan kolaborasi informasi yang terintegrasi satu sama lain (*collaboration management*).
2. Mendeteksi dan mengurangi risiko dalam proses perencanaan, mengurangi ketidakpastian, meningkatkan keselamatan, serta menganalisis dampak potensial.
3. Mengoptimalkan sumber daya (biaya, waktu, dan sumber daya manusia).

4. Memproduksi gambar teknis lebih cepat dan akurat.
5. Meminimalkan terjadinya variasi order (*Variation Order/VO*).

Lebih lanjut, manfaat BIM yang digunakan selama perancangan, konstruksi, dan operasi meliputi:

1. Memberikan dukungan untuk proses pengambilan keputusan proyek.
2. Membantu para *stakeholder* memiliki pemahaman yang jelas.
3. Memvisualisasikan solusi desain.
4. Membantu dalam proses desain dan koordinasi desain.
5. Meningkatkan keselamatan selama konstruksi dan sepanjang siklus hidup bangunan.
6. Mendukung analisis biaya dan siklus hidup proyek.
7. Mendukung transfer data proyek ke perangkat lunak pengelolaan data selama pengoperasian.
8. Menekan biaya dengan jumlah anggota tim yang lebih sedikit dan meminimalkan penggunaan kertas karena interaksi secara digital.
9. Meningkatkan kecepatan kerja karena setiap perubahan yang dilakukan dalam *database* secara otomatis akan terkoordinasi dalam proyek.
10. Meningkatkan kualitas karena adanya perencanaan dan pengelolaan informasi yang terkontrol sehingga proses konstruksi menjadi lebih efektif dan efisien.

### 2.5.4. Dimensi *Building Information Modeling* (BIM)



**BIM Services**  
**Gambar 2. 1** Multi dimensi penerapan BIM  
 (sumber: First in Architecture)

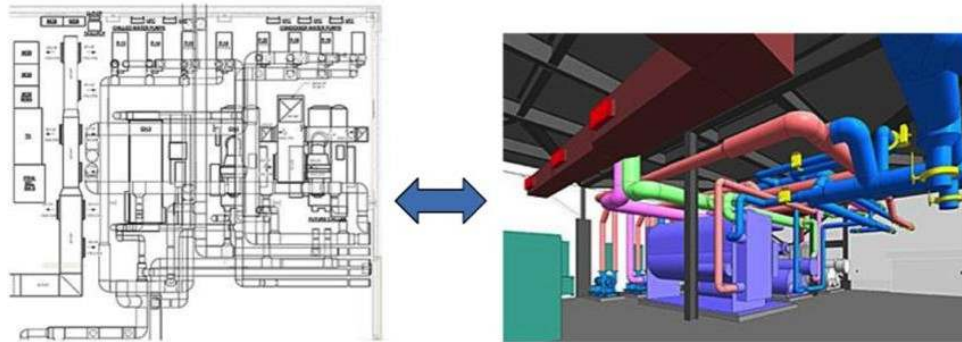
Pemodelan Building Information Modeling (BIM) tidak hanya merepresentasikan bentuk dua dimensi (2D) dan tiga dimensi (3D) saja, tetapi juga mencakup dimensi tambahan seperti 4D, 5D, 6D, bahkan hingga 7D.

- 3D merupakan pemodelan berbasis objek dengan pendekatan parametrik, yang menggambarkan bentuk fisik dan atribut bangunan secara detail.
- 4D menambahkan dimensi waktu, yang meliputi urutan dan penjadwalan material, tenaga kerja, luasan area, serta aspek waktu lainnya dalam proyek konstruksi.
- 5D mengintegrasikan estimasi biaya dan daftar komponen (part-lists) ke dalam model, sehingga memungkinkan analisis biaya yang lebih akurat dan terperinci.
- 6D mempertimbangkan dampak lingkungan, termasuk analisis energi dan deteksi potensi konflik yang berkaitan dengan aspek keberlanjutan proyek.
- 7D berfokus pada manajemen fasilitas (facility management), yang mendukung pengelolaan dan pemeliharaan bangunan setelah konstruksi selesai.

Dengan demikian, BIM tidak hanya berfungsi sebagai representasi visual, tetapi juga sebagai platform informasi yang komprehensif untuk mendukung

seluruh siklus hidup bangunan, mulai dari perencanaan hingga pengelolaan fasilitas (PUPR, 2018). Pemodelan diatas dijelaskan sebagai berikut:

### 1. Pemodelan 3D (Desain 3D)

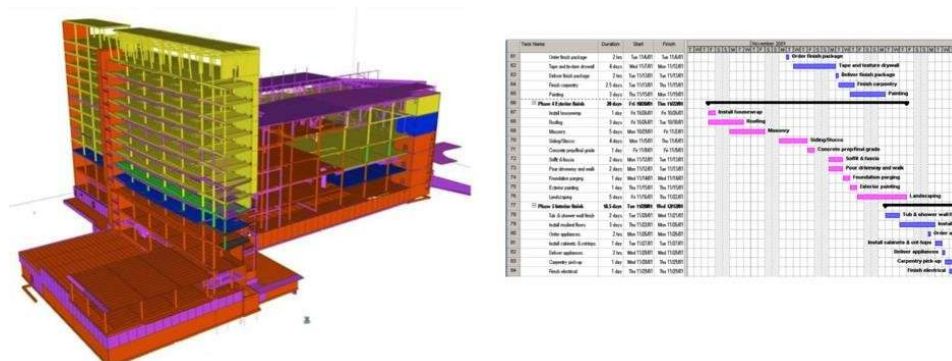


**Gambar 2. 2** Pemodelan 3D (*3D Model*)  
(sumber: PUPR, 2018)

Pemodelan 3D dalam Building Information Modeling (BIM) adalah proses pembuatan informasi grafis dan non-grafis yang menggambarkan kondisi sebenarnya dari suatu proyek konstruksi. Model 3D ini memberikan visualisasi dalam tiga dimensi, yaitu tinggi, lebar, dan panjang, sehingga memudahkan pemahaman terhadap bentuk dan struktur bangunan. Objek yang dimodelkan dapat berupa benda hidup maupun benda mati. Model 3D dibuat dengan menggunakan sekumpulan titik dalam ruang tiga dimensi yang saling terhubung melalui garis, permukaan, dan bidang datar, sehingga membentuk representasi yang menyerupai objek aslinya. Dengan demikian, pemodelan 3D dapat mewakili kondisi nyata dan memberikan visualisasi hasil proyek konstruksi secara akurat (PUPR, 2018).

### 2. Pemodelan 4D (*Time/Scheduling*)

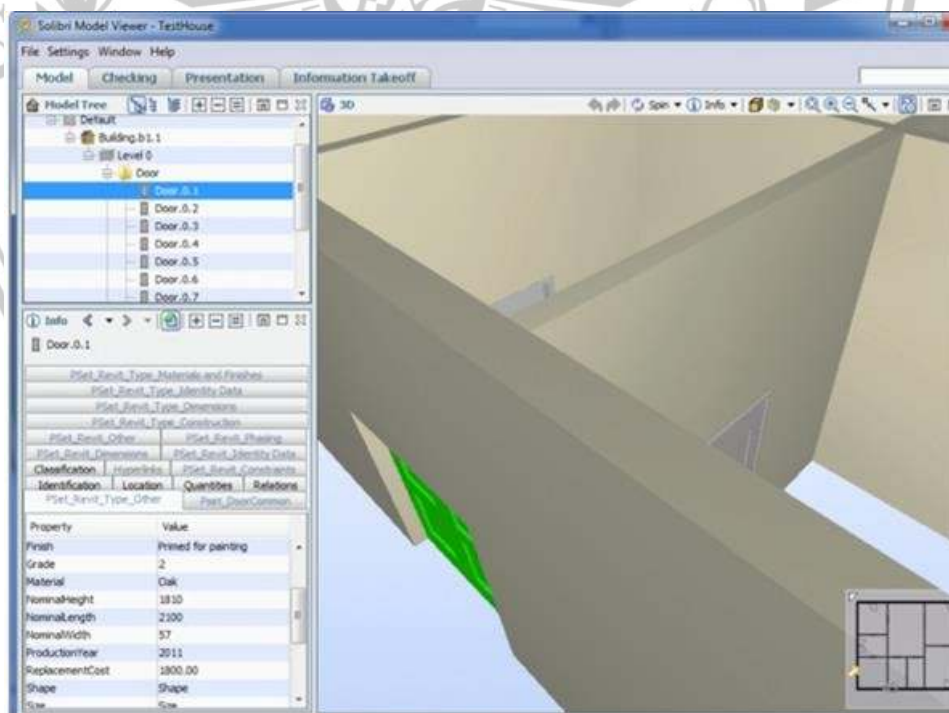
Pemodelan 4D adalah penambahan jadwal pekerjaan proyek ke dalam model 3D. Model 4D mengatur hubungan antar pekerjaan (*schedule*) serta mampu memberikan visualisasi alur pekerjaan dan jadwal konstruksi dari proyek. Dengan demikian, setiap fase konstruksi proyek saling terintegrasi dalam model 3D tersebut (PUPR, 2018).



**Gambar 2.3** Pemodelan 4D (*Time/Scheduling*)  
(Sumber: PUPR, 2018)

### 3. Pemodelan 5D (Estimasi Biaya)

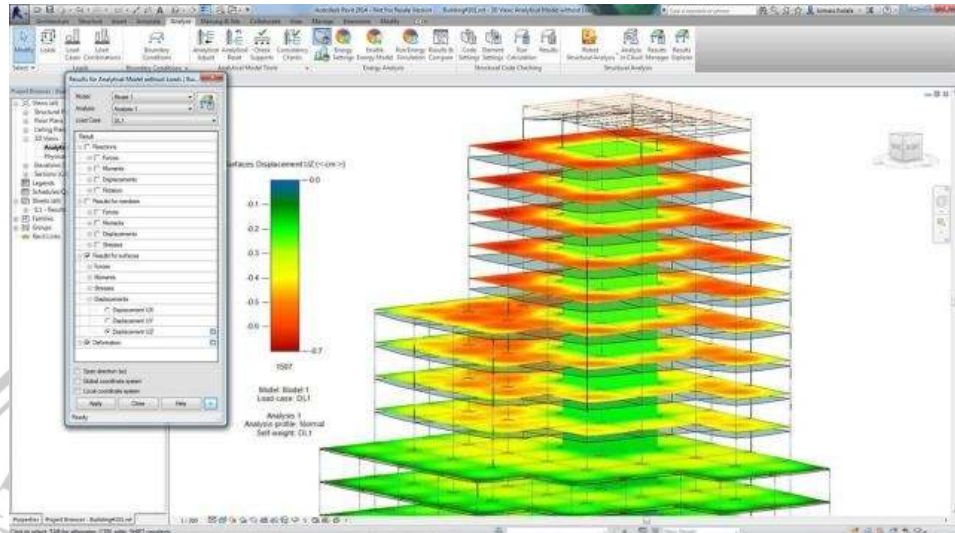
Permodelan BIM 5D berfungsi untuk mengaitkan data biaya serta data kuantitas yang diperoleh dari model 3D untuk memperkirakan biaya yang lebih teliti dari model 3D untuk memperkirakan biaya yang lebih teliti dan akurat. Dimana BIM 5D mampu mengeluarkan hasil dari volume pekerjaan struktur berupa Quantity Take Off (QTO) dan perkiraan biaya, serta menentukan hubungan setiap kuantitas, biaya, dan hubungan lokasi. Berikut pemodelan 5D pada Gambar 2.5 berikut ini.



**Gambar 2.4** Pemodelan D5 (Estimasi Biaya)  
(Sumber: PUPR, 2018)

### 4. Pemodelan 6D (*Sustainability, Collision Detection dan Energy Analysis*)

Pemodelan 6d difokuskan pada menemukan konflik tata ruang, analisis energi, dan keberlanjutan bangunan. BIM akan menganalisis kebutuhan energi secara akurat dan rinci dalam pemodelannya.

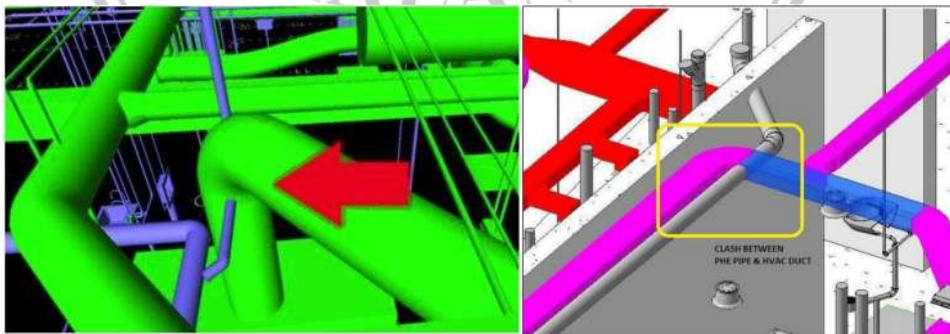


**Gambar 2. 5** Pemodelan 6D (*Energy analysis*)  
(Sumber: PUPR, 2018)

Menurut (PUPR, 2018), dalam BIM, dimensi 6D berfungsi untuk mendeteksi bentrokan (*Clash Detection*). Fungsi ini sangat penting terutama ketika ingin memperbaiki permasalahan yang ditemukan selama proses peninjauan model. Deteksi bentrokan ini dibagi menjadi tiga jenis, salah satunya adalah:

#### 1. *Hard Clash*

Hard Clash terjadi ketika terdapat dua objek yang menempati ruang yang sama secara fisik. Contohnya adalah tabrakan antar pipa dalam suatu sistem instalasi, seperti yang digambarkan pada Gambar 2.6 berikut ini.



**Gambar 2. 6** *Clash Detection*  
(Sumber: PUPR, 2018)

## 2. *Soft Clash*

Soft Clash adalah bentrokan ringan yang didasarkan pada jarak yang masih diizinkan antara dua objek. Contohnya adalah adanya penyangga antar objek yang sengaja dibuat untuk memberikan ruang kosong guna memudahkan pemeliharaan di masa mendatang. Jadi, meskipun objek-objek tersebut berdekatan, jarak tertentu tetap dipertahankan agar tidak terjadi gangguan fisik.

## 3. *4D/ Workflow Clash*

Bentrokan jenis ini berkaitan dengan aspek penjadwalan konstruksi yang berjalan, pengiriman bahan atau material, serta masalah waktu lainnya. Dengan kata lain, 4D/Workflow Clash mengacu pada konflik yang muncul dalam urutan pekerjaan dan logistik proyek, yang dapat mempengaruhi kelancaran pelaksanaan konstruksi.

## 4. *Pemodelan 7D (Facility Management Application)*

Menurut PUPR (2018), pemodelan 7D adalah sebuah pemodelan yang berfungsi sebagai *Facility Management*, yaitu proses pengelolaan sarana dan prasarana yang dimiliki oleh perusahaan berdasarkan kondisi kerja. Fungsi utamanya adalah sebagai manajemen fasilitas yang dapat digunakan untuk semua elemen dalam perusahaan guna pengelolaan aset, pemeliharaan, dan perbaikan.

BIM 7D digunakan oleh manajer dalam operasi dan pemeliharaan fasilitas sepanjang siklus hidupnya. Model ini memungkinkan pengguna untuk mengekstrak dan melacak data penting seperti status komponen, spesifikasi, panduan pemeliharaan atau manual operasi, data garansi, dan lain-lain, sehingga proses penggantian menjadi lebih mudah dan cepat. Selain itu, tersedia pula proses untuk mengelola data *supplier*, subkontraktor, dan komponen fasilitas melalui seluruh siklus hidup fasilitas tersebut (PUPR, 2018).

### **2.5.5. Software *Building Information Modeling* (BIM)**

Terdapat banyak software yang mendukung konsep Building Information Modeling (BIM), di mana beberapa software mampu melakukan pemodelan 3D,

penjadwalan, dan estimasi biaya. Contohnya adalah Autodesk Revit yang digunakan untuk pemodelan 3D, Autodesk Naviswork Manage yang berfungsi untuk visualisasi penjadwalan 4D, serta Tekla Structures yang dapat memodelkan 3D dan 4D sekaligus melakukan estimasi biaya 5D. Tidak terbatas hanya sampai 5D, beberapa software bahkan dapat memodelkan hingga 7D. Berikut adalah contoh software beserta fungsi dan dimensi BIM yang didukung, yang disajikan pada Tabel 2.1 di bawah ini.

**Tabel 2. 1** Software BIM dan Fungsi Utama

Nama Produk	Produsen	Fungsi Utama
Cadpipe HVAC	AEC Design Grub	3D HVAC Modeling
Revit Arhitekture	Autodesk	3D Architectural Modeling and Parametric Design
AutoCAD Architecture	Autodesk	3D Architectural Modeling and Parametric Design
Revit Structure	Autodesk	3D Structural Modeling and Parametric Design
Revit MEP	Autodesk	3D Detailed MEP Modeling
AutoCAD MEP	Autodesk	3D MEP Modeling
AutoCAD Civil 3D	Autodesk	Site Development
Cadpipe Commercial Pipe	AEC Design Group	3D Pipe Modeling
DProfiler	Beck Technology	3D Conceptual Modeling with Real-time Cost Estimating
Bentley BIM Suite	Bentley Systems	3D Architectural, Structural, Mechanical, Electrical, and Generative Componensts Modeling
Fastrak	SCS (UK)	3D Structural Modeling
SD S/2	Design Data	3D Detailed Structural Modeling
Fabrication for AutoCAD MEP	East Coast CAD/CAM	3D Detailed MEP Modeling
Digital Project	Gehry Technologies	CATIA based BIM System for Architectural, Design, Engineering, and Construction Modeling
Digital Project MEP Systems Routing	Graphiseft	3D Archicetural Modeling
MEP Modeler	Graphiseft	3D MEP Modeling
HydraCAD	Hydratec	3D Fire Sprinkler Design and Modeling
AutoSPRINK VR	M.E.P.CAD	3D Fire Sprinkler Design and Modeling
FireCad	Mc4 Software	Fire Piping Network Design and Modeling
CAD-Duct	Micro Application	3D Detailed MEP Modeling
Vectorworks Designer	Nemetschek	3D Architectural Modeling
Duct Designer 3D Pipe Designer 3D	QuickPen International	3D Detailed MEP Modeling
RISA	RISA Technologies	Full Suite of 2D and 3D Structural Design Application
Tekla Structures	Tekla	3D Detailed Structural Modeling
Affiniry	Trelligencee	3D Model Application For Early Concept Design
Vico Office	Vico Software	5D Modeling which can be used to generate cost and scechedule data

(Sumber: Reinhardt, 2009)

## 2.6. Autodesk Revit

Autodesk Revit adalah perangkat lunak *Building Information Modeling* (BIM) yang dikembangkan oleh Autodesk untuk desain arsitektur, struktur, serta mekanikal, elektrikal, dan plumbing (MEP). Dengan *software* ini, pengguna dapat merancang bangunan dan struktur menggunakan pemodelan komponen dalam bentuk tiga dimensi (3D), sekaligus menyajikan gambar kerja dalam dua dimensi (2D). Sejak awal, Revit dirancang untuk memungkinkan arsitek dan profesional bangunan lainnya merancang dan mendokumentasikan bangunan dengan menciptakan model tiga dimensi parametrik yang mencakup desain geometri dan non-geometri serta informasi konstruksi, yang juga dikenal sebagai Pemodelan Informasi Bangunan atau BIM.

Kemudahan melakukan perubahan pada model inilah yang menginspirasi nama "Revit," singkatan dari "Revise-Instantly." Istilah *Parametric Building Model* diadopsi untuk mencerminkan fakta bahwa perubahan pada suatu parameter akan mengubah keseluruhan model bangunan dan dokumentasi terkait, bukan hanya komponen individual (Marizan, dkk, 2019)

### 2.6.1. Kelebihan Autodesk Revit

Autodesk Revit memiliki beberapa kelebihan dan keuntungan utama, antara lain:

#### 1. *Virtual Building*

Desainer tidak hanya membuat garis untuk menjelaskan dinding, tetapi membuat dinding bangunan secara virtual. Gambar-gambar detail 2D akan dihasilkan secara otomatis dari model tersebut.

#### 2. Objek yang Sarat Informasi Teknis

Sistem *virtual building* mengharuskan pengguna meng-*input* banyak pengaturan pada setiap objek yang dibuat. Hal ini sangat menghemat waktu karena perbedaan jenis elemen selama proses desain akan mengacu pada tipe-tipe yang telah dibuat sebelumnya. Dengan demikian, data seperti jumlah, total berat, kebutuhan material, hingga harga akan terangkum dalam sistem Revit.

#### 3. Kemudahan Membentuk Objek

Dengan konsep massing ini, arsitek dapat bereksperimen dengan bentuk-bentuk bangunan yang tidak umum. Revit akan mengonversi bentuk tersebut menjadi dinding, lantai, dan atap sehingga efektivitas bangunan dapat langsung dianalisis tanpa harus melalui proses penggambaran manual yang memakan waktu.

4. Berkurangnya Kendala dalam Kerja Tim

Fitur *worksharing* yang diusung Revit sangat berguna untuk proyek berskala menengah maupun besar. Dengan dukungan jaringan komputer, semua tugas masing-masing disiplin dapat terintegrasi secara virtual. Perubahan yang dibuat oleh satu orang akan *ter-update* secara otomatis di unit kerja lainnya.

5. Revisi yang Tidak Menyita Banyak Waktu dan Tenaga

Sesuai dengan namanya, Revit (singkatan dari *Revise Instantly*) memungkinkan revisi secara instan. Revisi akan berdampak luas dalam proyek besar karena semua elemen saling berkaitan. Lembar gambar yang dihasilkan bukanlah lembar terpisah, melainkan saling terintegrasi satu sama lain.

6. Produksi Gambar dengan Cepat dan Presisi

Setelah objek terbentuk, pengambilan gambar dapat dilakukan dengan mudah. Gambar tampak, potongan, tampilan 3D, dan detail dapat dikeluarkan sesuai kebutuhan. Pengguna hanya perlu menyiapkan lembar kerja dan mengisi dengan view yang sudah ada. Dimensi dan notasi untuk kejelasan di tahap konstruksi tinggal ditambahkan. Data seperti nomor lembar, desainer, drafter, pemilik, hingga tanggal akan terinput otomatis setelah pengaturan selesai

7. Koneksi Antar *Software* Autodesk

*Output* dari Revit dapat diekstrak dan dibaca dengan baik oleh *software* Autodesk lainnya, memudahkan integrasi dalam *workflow* desain dan konstruksi.

8. Komunikasi Lebih Baik dengan Klien

Dengan menggunakan Revit, arsitek dapat menyajikan tampilan berkualitas yang merepresentasikan desainnya. Denah dapat disajikan dalam bentuk 3D untuk masing-masing lantai, serta memberikan *view* ruangan secara jelas sehingga klien benar-benar memahami seperti apa bangunan yang akan dimiliki. Jika diperlukan, presentasi interaktif dengan pengalaman memasuki bangunan dan ruang-ruangnya juga dapat dilakukan. Selain itu, kesalahan desain dapat terdeteksi lebih awal dengan cara ini (Marizan, dkk (2019)).

### 2.6.2. Pemodelan dan Cara Kerja Autodesk Revit

Menurut Marizan, dkk (2019: 63) lingkungan kerja Revit memungkinkan pengguna untuk memanipulasi seluruh bangunan atau rancangan (dalam lingkungan proyek) maupun bentuk 3D individual (dalam lingkungan editor *Family*). Revit mengelompokkan objek ke dalam tiga kategori *Family*:

#### 1. *Sistem Family*

Elemen-elemen dasar yang membentuk suatu bangunan dan sudah tersedia secara otomatis dalam sistem Revit.

#### 2. *Loadable Family*

Elemen pelengkap bangunan seperti pintu, jendela, furnitur, tanaman, dan lainnya. Elemen ini disimpan sebagai file eksternal dengan ekstensi .rfa.

#### 3. *In-Place Family*

Elemen unik yang dibuat khusus berdasarkan kebutuhan hanya pada bangunan tertentu.

Cara kerja Revit menggunakan *file* .RVT untuk menyimpan model objek parametrik, mulai dari objek bangunan 3D (seperti jendela atau pintu) hingga objek penyusunan 2D yang disebut Family dan disimpan dalam file .RFA. *File-file* ini di-*import* ke dalam basis data .RVT sesuai kebutuhan..

### 2.7. *Quantity Take Off (QTO)*

*Quantity Take-Off (QTO)* merupakan proses penting dalam proyek konstruksi yang bertujuan untuk menghitung secara tepat jumlah dan spesifikasi

bahan serta pekerjaan yang diperlukan. Proses ini menjadi dasar dalam penyusunan Bill of Quantities (BOQ), yang berfungsi sebagai acuan dalam estimasi biaya dan perencanaan. QTO yang dilakukan dengan akurat sangat penting untuk memastikan bahwa semua kebutuhan proyek dapat terpenuhi secara efisien dan efektif, serta untuk mencegah terjadinya pemborosan sumber daya dan biaya tak terduga (Olsen & Taylor, 2017).

QTO memiliki peran yang sangat krusial dalam keberhasilan proyek konstruksi. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Soon et al., ditekankan bahwa peran Quantity Surveyor (QS) dalam mengukur kuantitas material adalah fundamental untuk estimasi biaya dan persiapan BOQ. Dengan melakukan QTO secara akurat, proyek dapat dilakukan dalam batas anggaran yang ditetapkan, dan risiko kesalahan perhitungan dapat diminimalkan (Tatt Soon dkk., 2024). Ketidakakuratan dalam perhitungan QTO dapat berakibat pada keterlambatan proyek dan biaya berlebih yang tidak diinginkan.

Proses QTO bisa dilakukan melalui berbagai metodologi, mulai dari cara manual hingga penggunaan teknologi canggih. Tradisionalnya, QTO dilakukan dengan cara menghitung manual yang mengandalkan gambar teknik dan spesifikasi proyek. Namun, dengan kemajuan teknologi, terutama dengan adopsi Building Information Modeling (BIM), proses QTO kini bisa dilakukan menggunakan perangkat lunak yang lebih efisien. Liu et al. menyatakan bahwa penggunaan BIM dalam QTO mempercepat proses dan meningkatkan akurasi, karena dapat mengurangi potensi kesalahan yang sering terjadi dalam metode tradisional (Olsen & Taylor, 2017).

Meskipun QTO memiliki banyak keuntungan, terdapat tantangan dalam penerapan, khususnya saat menggunakan teknologi baru seperti BIM. Salah satu tantangan utama adalah kurangnya pemahaman dan keterampilan di kalangan pekerja untuk menggunakan perangkat lunak ini. Penelitian oleh Wahab dan Wang mencatat bahwa banyak stakeholder di industri konstruksi masih bergantung pada metode dua dimensi, yang dapat mengakibatkan kesalahan dalam estimasi kuantitas (Wahab & Wang, 2021). Selain itu, konsistensi dan akurasi data yang digunakan

dalam QTO juga menjadi faktor kunci yang memengaruhi keberhasilan proses tersebut.

Menerapkan BIM dalam QTO memiliki banyak manfaat, termasuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi di proyek konstruksi. Dengan BIM, data kuantitas dapat diambil secara otomatis dari model, sehingga mengurangi waktu dan usaha yang diperlukan untuk menghitung kuantitas secara tradisional. Penelitian oleh Adipratama dan Khatimi menunjukkan bahwa QTO berbasis BIM terbukti lebih efektif dibandingkan dengan metode manual, serta memberikan hasil yang lebih akurat dalam estimasi biaya (Adipratama & Khatimi, 2022).

Agar QTO dapat dilaksanakan secara efektif, beberapa praktik terbaik yang perlu diikuti antara lain:

- Menggunakan perangkat lunak yang tepat dan terkini untuk meningkatkan akurasi penghitungan, seperti Autodesk Revit untuk BIM.
- Memberikan pelatihan yang memadai bagi seluruh tim proyek agar mereka dapat menggunakan teknologi ini dengan baik.
- Melakukan verifikasi dan validasi data QTO secara berkala untuk memastikan akurasi hasil perhitungan.

Dengan beberapa strategi ini, proyek konstruksi dapat memaksimalkan efektivitas dari proses QTO mereka (Tokla & Subsomboon, 2020).

Secara keseluruhan, QTO merupakan elemen yang sangat penting dalam manajemen proyek konstruksi yang efektif. Dengan mengadopsi teknologi seperti BIM, proses QTO dapat dilakukan dengan lebih efisien, menghasilkan estimasi biaya yang lebih akurat, dan meminimalkan risiko kesalahan. Oleh karena itu, sektor konstruksi perlu terus mengembangkan dan mengintegrasikan solusi berbasis teknologi untuk meningkatkan kualitas hasil proyek dan keberhasilan keseluruhan dalam industri (Purba dkk., 2022).

## **2.8. Efektivitas**

Efektivitas merupakan aspek krusial dalam setiap penelitian yang berfokus pada perbandingan metode. Dalam konteks penelitian ini, efektivitas mengacu pada pengujian selisih perencanaan volume antara dua metode yaitu Building

Information Modeling (BIM) dan metode konvensional yang menggunakan Bill of Quantities (BOQ). Dua pendekatan ini memiliki karakteristik unik dan hasil yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur seberapa efektif penggunaan metode BIM dibandingkan dengan metode konvensional dalam hal akurasi dan efisiensi penghitungan volume.

Efektivitas dapat didefinisikan sebagai tingkat di mana suatu metode mencapai tujuan yang telah direncanakan dengan hasil yang diinginkan. Dalam konteks proyek konstruksi, efektivitas ini sering kali diukur melalui akurasi perhitungan, waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan perhitungan, serta biaya yang dikeluarkan. Menyediakan BOQ yang akurat sangat penting untuk menghindari kesalahan biaya dan waktu yang sering muncul akibat penghitungan yang tidak tepat (Zakaria Rugas dkk., 2024). Oleh karena itu, membandingkan efektivitas antara kedua metode ini menjadi perlu untuk memahami kelebihan dan kelemahan masing-masing.

Untuk menguji efektivitas pada penelitian ini digunakan pendekatan kuantitatif. Model perhitungan volume untuk elemen struktural-seperti kolom, balok, dan fondasi-ditentukan melalui kedua metode. Kemudian, hasil volume dari kedua pendekatan dibandingkan untuk melihat perbedaan yang ada. Penggunaan teknik analisis statistik untuk mengevaluasi selisih volume akan memberikan pemahaman yang lebih baik terkait seberapa signifikan perbedaan itu (Farhana & Abma, 2022).

Dalam penelitian ini, dianalisis dengan mengukur volume yang dihasilkan dari kedua metode. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kesalahan dalam memperkirakan quantity take-off dapat menyebabkan penyimpangan biaya dan perencanaan (Laily dkk., 2021). Dengan menggunakan metode BIM, volume perhitungan cenderung lebih akurat karena kemampuan untuk mengidentifikasi dan mengoreksi kesalahan dalam model 3D secara real-time. Sebaliknya, metode konvensional yang bergantung pada grafik dan tabel penyajian sering kali menghadapi tantangan dalam akurasi akibat keterbatasan dalam pengolahan data.

Hasil dari penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan BIM dapat mengurangi selisih yang ditimbulkan oleh kesalahan perhitungan dan dalam

beberapa kasus, mengoptimalkan perencanaan biaya keseluruhan. Penelitian oleh Farhana dan Abma menunjukkan bahwa penggunaan teknologi canggih, seperti BIM, membawa perubahan signifikan dalam perhitungan quantity take-off dan efisiensi proyek (Farhana & Abma, 2022). Hasil ini konsisten dengan penelitian yang menunjukkan bahwa perencanaan yang lebih baik melalui metode modern dapat menggantikan metode tradisional yang dianggap kurang (Zakaria Rugas dkk., 2024).

## 2.9. Penelitian Sebelumnya

Untuk menguji keakuratan perencanaan metode *Building Information Modeling* maka diperlukan banyak kasus yang perlu di uji, untuk penelitian yang telah dilakukan sebelumnya diantaranya di jabarkan pada tabel 2.2 di bawah ini

**Tabel 2. 2** Penelitian Sebelumnya

Judul Penelitian Sebelumnya	Grand Total Volume Beton	
	BIM (m <sup>3</sup> )	Konvensional (m <sup>3</sup> )
Implementasi Sistem <i>Building Information Modeling</i> (BIM) Untuk Analisis Waktu Dan Biaya (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Rumah Sakit Universitas Islam Malang), (Utari & Pradana, 2023)	4898.71	4922.9
Analisis Perbandingan Efektifitas Metode Konvensional dan BIM pada Elemen Struktur Beton (Studi Kasus Gedung Pelayanan Pendidikan FISIP UNSOED) (Zain dkk., 2022)	6286.898	6660.325
Analisis Perbandingan Perhitungan Metode Konvensional dan Building Information Modelling (Bim) terhadap Volume Serta Biaya Pekerjaan Konstruksi (Nur Dhou dkk., t.t.)	205.30	205.61
Analisis Quantity Take-Off Menggunakan BIM Pada Proyek Jalan Tol "X" (Travis dkk., 2021)	673.56	673.72
Analisa Perhitungan Quantity Material Take-Off (QMTO) Struktur Bawah Jembatan Tipe Skew dengan Menggunakan BIM Autodesk Revit (Tigauw dkk., 2023)	2420,33	2420,98

(Sumber: Penulis)