

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Proyek**

Suatu studi oleh Saifoe (2018) dalam Prassetiyo (2020) mengatakan proyek merupakan suatu keseluruhan aktivitas menggunakan sumber-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 (UU No. 2 Tahun 2017 Tentang Jasa Konstruksi).

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

Menurut Widiyanti dan Lenggogeni (2013: 23) manajemen diartikan sebagai kemampuan untuk memperoleh hasil dalam rangka pencapaian tujuan melalui kegiatan sekelompok orang. Berdasarkan para ahli disimpulkan bahwa manajemen dapat didefinisikan dari beberapa aspek. Meskipun demikian, pengertian manajemen pada dasarnya mencakup suatu metode/teknik atau proses untuk mencapai suatu tujuan tertentu secara sistematis dan efektif, melalui Tindakan-tindakan perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*) dan pengendalian (*controlling*) dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara efisien. Berikut adalah fungsi-fungsi Manajemen:

1. Perencanaan, yaitu tindakan pengambilan keputusan yang mengandung data informasi, asumsi maupun fakta kegiatan yang akan dipilih dan akan dilakukan pada masa mendatang.
2. Pengorganisasian, yaitu Tindakan guna mempersatukan kumpulan kegiatan manusia, yang mempunyai pekerjaan masing-masing, saling berhubungan satu sama lain dengan tata cara tertentu.
3. Pelaksanaan, menggerakkan orang yang tergabung dalam organisasi agar melakukan kegiatan yang telah ditetapkan di dalam *planning*
4. Pengendalian, yaitu usaha yang sistematis dari perusahaan untuk mencapai tujuannya dengan cara membandingkan prestasi kerja dengan rencana dan membuat tindakan yang tepat untuk mengoreksi perbedaan yang penting.

Menurut Ariestadi (2008: 28) Manajemen proyek adalah suatu usaha untuk mengelola dan mengorganisasikan beragam sumber daya selama masa pelaksanaan proyek, dengan tujuan untuk mewujudkan sasaran proyek yang meliputi kualitas, waktu dan biaya yang telah ditentukan dalam perencanaan.

Dalam Manajemen Proyek dibagi menjadi beberapa elemen utama diantaranya:

1. Manajer proyek, dengan tugas dan tanggung jawab antara lain:
  - Menetapkan dan menjelaskan cara mencapai sasaran, serta menentukan personal yang tepat sesuai kewenangannya
  - Menunjukkan kepemimpinan (*leadership*) serta memberi motivasi kepada seluruh staf
  - Melakukan evaluasi atas kemajuan pelaksanaan dan mengambil Tindakan yang tepat bila terjadi penyimpangan- penyimpangan
  - Bertanggung jawab mengintegrasikan kegiatan dari berbagai fungsi untuk mencapai sasaran yang spesifik.
2. Tim Proyek, adalah sekelompok orang dari berbagai fungsi organisasi. disiplin ilmu dan keahlian yang dipimpin oleh manajer proyek. Tim akan memilih dan menunjuk sumber daya yang akan digunakan, meliputi: subkontraktor, mandor dan supplier material, alat dan jasa. Tim akan berperan aktif dalam menjalankan proyek untuk memenuhi target mutu, waktu dan biaya yang telah ditetapkan.
3. Sistem Manajemen Proyek, yang terdiri dari struktur organisasi dan sistem informasi. Organisasi yang ditetapkan umumnya bersifat fungsional yang berarti struktur organisasi dikelompokkan menurut fungsi-fungsi yang spesifik. Sistem ini juga menyediakan sistem untuk mengintegrasikan perencanaan dengan pengendalian atau kontrol serta akumulasi informasi berupa pelaporan yang berkaitan dengan hasil atau kinerja, biaya, sumber daya yang digunakan, jadwal, dan biaya untuk menyelesaikan proyek.

### **2.3. Pekerjaan Struktur**

Menurut PUPR (2005) pekerjaan struktur adalah pekerjaan rangka bangunan yang berada di atas pekerjaan pondasi dengan bentuk komponen berupa kolom,

balok, joint balok dan kolom, lantai, dinding serta tangga. Struktur bangunan untuk bangunan bertingkat sederhana (bertingkat rendah) umumnya berupa Struktur Rangka Portal yang terdiri dari kolom dan balok yang merupakan rangkaian yang menjadi satu kesatuan yang kuat.

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

Menurut PUPR (2005) Pekerjaan Struktur dibedakan menurut jenis bahan-bahan yang digunakan untuk membuat struktur portal bangunan bertingkat antara lain:

1. Pekerjaan Struktur Baja

Pekerjaan Struktur Baja yaitu dimana komponen-komponennya yang terdiri dari kolom, balok, lantai dan tangga semuanya dari bahan baja dan dibuat secara fabrikasi.

2. Pekerjaan Struktur Komposit

Pekerjaan Struktur Komposit dimana komponen kolom, balok dan tangga memakai bahan baja sedang lantainya memakai bahan beton bertulang.

3. Pekerjaan Struktur Beton

Pekerjaan Struktur Beton yaitu dimana komponen-komponennya yang terdiri kolom, balok, lantai, tangga semuanya dibuat dari bahan beton bertulang dan dicetak di tempat serta merupakan satu kesatuan dalam suatu sistem struktur yang seimbang (stabil).

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

Menurut Huzaini (2021) dalam suatu struktur bangunan terbagi menjadi beberapa komponen struktur antara lain adalah sebagai berikut:

1. Pondasi

Pondasi adalah struktur bagian bawah bangunan yang terhubung langsung dengan tanah, atau bagian bangunan yang terletak di bawah permukaan tanah yang berfungsi memikul beban bangunan yang ada di atasnya.

2. Struktur *Basement*

Struktur *basement* merupakan salah satu struktur bangunan yang digunakan sebagai alternatif dari keterbatasan lahan guna menambah ruang.

### 3. Kolom

Kolom merupakan komponen yang memiliki peran penting dalam suatu bangunan. Keruntuhan pada kolom merupakan lokasi paling kritis yang dapat menyebabkan keruntuhan pada bangunan. Fungsi kolom adalah penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Kolom termasuk struktur utama untuk meneruskan berat bangunan dan beban lain seperti beban hidup, serta beban hembusan angin. Kolom berfungsi sangat penting, agar bangunan tidak mudah roboh

### 4. Balok

Balok juga merupakan salah satu pekerjaan beton bertulang. Balok merupakan bagian struktur yang digunakan sebagai dudukan lantai dan pengikat kolom lantai atas. Fungsinya adalah sebagai rangka penguat horizontal bangunan akan beban-beban.

### 5. Plat Lantai

Plat lantai adalah lantai yang tidak terletak di atas tanah langsung, jadi merupakan lantai tingkat. Plat lantai ini didukung oleh balok-balok yang bertumpu pada kolom-kolom bangunan.

### 6. Dinding Geser

Dinding Geser (*shear wall*) adalah suatu struktur balok kantilever tipis yang langsing vertikal, untuk digunakan menahan gaya lateral. Biasanya dinding geser berbentuk persegi panjang, *box core* suatu tangga, *elevator* atau *shaft* lainnya. Dan biasanya diletakkan di sekeliling *lift*, tangga atau *shaft* guna menahan beban lateral tanpa mengganggu penyusunan ruang dalam bangunan.

### 7. Atap

Atap adalah bagian paling atas dari suatu bangunan, yang melindungi gedung dan penghuninya secara fisik maupun metafisik.

## 2.4. *Quantity Take-Off*

Menurut Laorent, dkk (2021) *Quantity Take-Off* (QTO) merupakan salah satu upaya dari kontraktor dengan melakukan perhitungan volume, yang nantinya akan digunakan sebagai bahan untuk menyusun *Bill of Quantity* (BoQ) dalam tender dan nantinya juga dijadikan bahan untuk melakukan *procurement*. Oleh

sebab kontraktor yang dapat melakukan *quantity take-off* dengan akurat akan mendapatkan beberapa keuntungan seperti pengefisienan material yang datang karena sesuai dengan aktual.

Menurut Shick Alshabab, dkk (2017) *Quantity Take-Off* juga merupakan tahap dasar untuk memperkirakan biaya proyek, dalam tahap tender digunakan untuk membantu dalam estimasi biaya proyek dan durasi kegiatan konstruksi, sebelum tahap konstruksi digunakan untuk memperkirakan dan merencanakan kegiatan konstruksi, dan selama tahap konstruksi digunakan untuk kontrol ekonomi proyek. *Quantity Take-Off* yang akurat sangat menentukan keseimbangan ekonomi keuangan kontraktor karena ini adalah satu-satunya cara mencapai analisis menyeluruh tentang produktivitas dan berbagai jenis biaya dalam proyek tertentu.

*Quantity Take-Off* (QTO) diaplikasikan hampir di semua fase proyek konstruksi, oleh karena itu pekerjaan QTO harus dilakukan secara akurat dan konsisten. Pemodelan desain yang berubah-ubah sangat mempengaruhi biaya dan Sumber Daya Manusia (SDM) yang tidak efisien, serta dapat mempengaruhi volume pekerjaan yang dikemas dalam BoQ dan mengakibatkan kurangnya daya saing serta kelayakan harga penawaran. Dampak kesalahan dalam *quantity surveying* berdampak signifikan pada biaya proyek. Beberapa faktor yang menyebabkan kurangnya keakuratan perhitungan QTO berbasis *Computer Aided Design* (CAD) konvensional yaitu kesalahan dalam pemindahan data antar file, resiko perhitungan ganda dan elemen yang hilang, gambar 2D mengandung banyak kesalahan yang menyebabkan masalah lebih lanjut (Travis dan Martina, 2021).

Menurut Utama (2008) dalam Setiawan, dkk (2022) mengatakan bahwa *Quantity Take-Off* atau yang disebut QTO adalah proses penyusunan *Bill of Quantity* (BoQ) dimulai dari pengukuran volume/kuantitas item berdasarkan gambar detail yang dikeluarkan tim desain, Secara detail kegiatan *quantity take-off* adalah memasukan atau memindahkan dimensi komponen konstruksi dari gambar ke perangkat lunak komputer atau kertas kerja untuk menghitung item pekerjaan yang diukur (Towey, 2013). Beberapa hal penting ketepatan pengukuran melakukan proses QTO antara lain adalah saat volume/kuantitas, deskripsi item pekerjaan serta satuan pengukuran yang harus diperhatikan. QTO dapat menjadi suatu

pengukuran untuk keseluruhan pekerjaan pada suatu proyek bangunan. Informasi perhitungan QTO akan ditulis pada RAB (Rencana Anggaran Biaya). Dokumentasi inilah yang akan menjadi struktur mengenai informasi tentang pengukuran, produktivitas dan biaya, menurut pekerjaan konstruksi yang ada pada lapangan (Monteiro dan Martins, 2013).

## **2.5. Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan salah satu proses utama dalam suatu proyek karena merupakan dasar untuk membuat penawaran sistem pembayaran dan kerangka estimasi yang akan dikeluarkan (Permata Sari, dkk, 2021).

Nugroho, dkk (2009) Menyatakan RAB proyek adalah perhitungan biaya yang diperlukan untuk suatu proyek konstruksi, yang terdiri dari biaya material biaya tenaga kerja, dan biaya terkait proyek lainnya, berdasarkan perhitungan jumlah pekerjaan yang dilakukan sebelumnya. Penyusunan RAB dibagi menjadi dua bagian: RAB rinci dan RAB kasar. RAB kasar adalah anggaran sementara di mana pekerjaan dihitung per ukuran area. Pengalaman kerja memiliki dampak besar pada interpretasi biaya kasar. Secara umum hasil RAB kasar ini berbeda dengan RAB perhitungan detail. Terlepas dari poin pengalaman, harga satuan standar biasanya ditetapkan untuk proyek-proyek pemerintah. RAB terperinci adalah perhitungan biaya konstruksi atau proyek yang rinci dan cermat sesuai dengan kondisi persiapan biaya. Untuk proyek pemerintah, biasanya telah ditetapkan upah tenaga kerja, material dan peralatan.

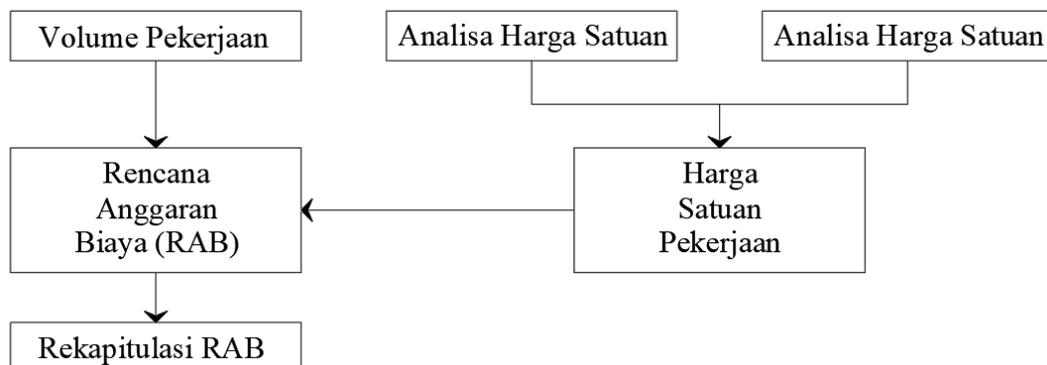
Menurut Novel, dkk (2014) Kegiatan perencanaan dilakukan dengan terlebih dahulu mempelajari gambar rencana dan spesifikasi. Berdasarkan gambar rencana, dapat diketahui kebutuhan material yang nantinya akan digunakan. Perhitungan dapat dilakukan secara teliti dan kemudian ditentukan harganya. Dalam melakukan kegiatan perencanaan, seorang perencana harus memahami proses konstruksi secara menyeluruh, termasuk jenis dan kebutuhan alat karena faktor tersebut dapat mempengaruhi biaya konstruksi. Hal lain yang ikut berkontribusi biaya adalah:

1. Produktivitas Tenaga Kerja
2. Ketersediaan material
3. Ketersediaan peralatan
4. Cuaca
5. Jenis kontrak
6. Masalah kualitas
7. Etika
8. Sistem pengendalian
9. Kemampuan manajemen

Anggaran biaya pada proyek pembangunan yang sama akan berbeda-beda masing-masing daerah, hal tersebut disebabkan karena perbedaan harga bahan dan biaya upah tenaga kerja, Biaya adalah jumlah dari masing-masing hasil perkiraan volume dengan harga satuan pekerjaan yang bersangkutan. Perhitungan rencana anggaran biaya dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan 2.1.

$$\text{RAB} = \sum (\text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}) \dots\dots\dots (2.1)$$

Dalam hal menentukan anggaran biaya dapat dilakukan dengan cara menggunakan anggaran biaya teliti dan anggaran biaya (taksiran). Penyusunan rencana anggaran biaya dapat disederhanakan menjadi dua langkah, yaitu tahap persiapan dan tahap penyusunan. Dalam penyusunan rencana anggaran biaya terdapat ua faktor yakni pengalaman dan analisis biaya konstruksi meliputi (upah, tenaga dan material) secara ringkas proses penyusunan dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini.



**Gambar 2. 1** Tahapan Penyusunan RAB  
(Sumber: Huzaini, 2011)

Menurut Suasira, dkk (2021) Perhitungan RAB (Rencana Anggaran Biaya) dengan metode konvensional memerlukan waktu yang cukup lama karena harus menghitung dengan cara manual, yaitu matematika geometri untuk mendapat volume pekerjaan. Mempertimbangkan hal tersebut untuk mengefisienkan dalam perencanaan dan ketelitian dalam menghitung rencana anggaran biaya suatu konstruksi gedung, maka digunakan *software* berbasis BIM.

## 2.6. Manajemen Waktu

Menurut Kiswati dan Chasanah (2019) manajemen waktu merupakan salah satu yang menjadi skala prioritas untuk mempertajam pelaksanaan proyek konstruksi secara efektif dan efisien. Pengaturan waktu yang baik dalam suatu proyek akan menghasilkan hasil yang maksimal. Sehingga hasil dari penyelesaian pekerjaan akan maksimal dengan tersedianya sumber daya manusia yang sesuai bidang. Penyelesaian suatu proyek konstruksi selain memprioritaskan waktu, juga harus mempertimbangkan kualitas mutu dan biaya yang tersedia.

Standart kinerja waktu ditentukan dengan merujuk pada seluruh tahapan kegiatan proyek beserta durasi dan penggunaan sumber daya. Sehingga informasi dan data yang telah di peroleh, dilanjutkan pada proses penjadwalan, yang kemudian akan ada output berupa format laporan lengkap. Berikut indikator progress waktu diantaranya:

1. *Barchart*

Merupakan diagram batang yang secara sederhana menunjukkan informasi rencana jadwal proyek beserta durasinya, kemudian dibandingkan dengan progress aktual.

2. *Network Planning*

Merupakan jaringan kerja berbagai kegiatan kritis yang membutuhkan pengawasan ketat, agar pelaksanaannya tidak ada keterlambatan.

3. Kurva S

Merupakan pengendalian kinerja waktu. Dengan menunjukkan dari bobot penyelesaian kumulatif masing-masing kegiatan dibandingkan dengan keadaan aktual.

#### 4. Kurva *Earned Value*

Merupakan progres waktu berdasarkan baseline yang telah ditentukan untuk periode tertentu sesuai kemajuan aktual proyek (Kiswati dan Chasanah, 2019).

Manajemen waktu terdiri dari beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan dan dipahami diantaranya:

##### 1. Menetapkan Tujuan

Menetapkan tujuan baik secara individu untuk memfokuskan perhatian terhadap pekerjaan yang akan dijalankan serta mampu merencanakan suatu pekerjaan dalam batasan waktu yang disediakan dan mampu mengendalikan proyek tersebut.

##### 2. Menyusun Prioritas

Menyusun prioritas berdasarkan dan mengingat waktu yang tersedia terbatas dan tidak semua pekerjaan memiliki nilai kepentingan yang sama. Sehingga prioritas berdasarkan peringkat yaitu dari prioritas terendah hingga pada prioritas tertinggi dengan mempertimbangkan hal yang mendesak untuk lebih dulu dikerjakan.

##### 3. Menyusun Jadwal

Manajemen waktu menyusun jadwal, hal apa yang akan dilaksanakan dan waktu yang dibutuhkan.

##### 4. Bersikap Asertif

Sikap asertif merupakan sikap tegas untuk menolak suatu permintaan atau tugas dari orang lain dengan cara positif.

##### 5. Bersikap Tegas

Tegas merupakan strategi yang diterapkan guna menghindari pelanggaran hak dan memastikan bahwa orang lain tidak mengurangi efektivitas penggunaan waktu.

##### 6. Menghindari Penundaan

Penundaan merupakan penangguhan yang dapat mengakibatkan keterlambatan pekerjaan hingga terlambatnya waktu dari yang direncanakan karena suatu hal hingga terlambat dikerjakan. Penundaan dalam pelaksanaan tugas dapat menyebabkan ketidakberhasilan dalam

menyelesaikan pekerjaan tepat waktu, kemudian merusak jadwal kegiatan yang telah disusun secara rapi serta mengganggu tercapainya tujuan yang telah ditetapkan.

7. Meminimalkan waktu yang terbuang

Pemborosan waktu mencakup segala kegiatan yang menyita waktu dan kurang memberikan manfaat yang maksimal (Kiswati dan Chasanah, 2019).

Beberapa hambatan yang sering ditemukan dalam manajemen waktu diantaranya:

1. Mendahulukan pekerjaan yang dicintainya, baru kemudian mengerjakan pekerjaan yang kurang diminatinya.
2. Mendahulukan pekerjaan yang mudah sebelum mengerjakan pekerjaan yang sulit.
3. Mendahulukan pekerjaan yang cepat penyelesaiannya, sebelum menyelesaikan pekerjaan yang membutuhkan waktu yang lama.
4. Mendahulukan pekerjaan darurat/mendesak, sebelum menyelesaikan pekerjaan-pekerjaan yang penting.
5. Melakukan aktivitas yang mendekatkan mereka pada tujuan atau mendatangkan kemaslahatan bagi diri mereka.
6. Menunggu batas waktu untuk menyelesaikan pekerjaan yang menjadi tanggung-jawabnya.
7. Terperangkap pada tuntutan yang mendesak dan memaksa.

Dalam menghadapi kemungkinan yang terjadi saat pelaksanaan proyek, maka harus dipersiapkan langkah-langkah yang tepat (Kiswati dan Chasanah, 2019).

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

Menurut *Building Smart* (sebuah lembaga internasional non-pemerintah yang menjadi acuan untuk pengembangan BIM) definisi *Building Information Modeling* (BIM) adalah representasi digital dari karakter fisik dan karakter fungsional suatu bangunan (atau obyek BIM). Karena itu, di dalamnya terkandung semua informasi mengenai elemen-elemen bangunan tersebut yang digunakan

sebagai basis pengambilan keputusan dalam kurun waktu siklus umur bangunan, sejak konsep hingga demolisi (PUPR, 2018).

BIM adalah representasi digital yang lengkap dan menggambarkan karakteristik fungsional dari aset yang akan dibangun. Model BIM dapat berisi informasi tentang desain, konstruksi, logistik, perasional, pemeliharaan, anggaran, jadwal, dsb. Informasi yang terkandung dalam BIM dapat menghasilkan analisis yang lebih lengkap dan akurat dibandingkan proses tradisional serta memiliki potensi untuk mengintegrasikan sejumlah besar data di beberapa disiplin ilmu sepanjang siklus hidup bangunan (*lifecycle building*) (PUPR, 2018).

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

Software yang mampu merancang bentuk 3D sudah ada sejak tahun 1973, kemudian pada tahun 1975 Eastman memprediksikan bahwa teknologi baru ini mampu membuat industri bangunan jauh lebih efektif (Tjell, 2010). Menurut Goubau (2016) konsep *Bulding Information Modeling* (BIM) sudah ada sejak awal tahun 70an sebagai *Building Description System* (BDS), sedangkan istilah '*building model*' baru digunakan pada tahun 1985. Pada tahun 1992 istilah BIM pertama kali diperkenalkan dan menjadi populer ketika digunakan oleh *software* Autodesk pada tahun 2002, dan setelahnya banyak perusahaan *software* memperkenalkan dengan istilah berbeda-beda. Terdapat beberapa definisi BIM sebagai berikut:

- a) Menurut Autodesk Inc: "*Building Information Modeling* (BIM) is a process that begins with the creation of an intelligent 3D model and enables document management, coordination and simulation during the entire *lifecycle of a project (plan, design, build, operation, and maintenance)*"
- b) Menurut NIBS: "A BIM is digital representation of physical and functional characteristic of a facility. As such it serves as a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decision during its *lifecycle from inception onward*".
- c) Menurut PUPR: "BIM merupakan representasi digital dari karakteristik fisik dan fungsional dari suatu bangunan. Karena itu, di dalamnya terkandung semua informasi mengenai elemen-elemen bangunan tersebut

yang digunakan sebagai basis pengambilan keputusan dalam kurun waktu siklus umur bangunan mulai dari konsep hingga demosi" "

Suatu studi oleh Eastman (1975) (dikutip dalam Marizan, dkk (2019) konsep BIM Ketika pertama kali diluncurkan dengan pendekatan untuk mengubah proses didalam industri bangunan, tetapi tidak ada perubahan dan tidak sesuai dengan prediksi. Perubahan dari teknologi BIM ternyata menyebabkan perubahan paradigma dan persepsi mendasar bagaimana merancang dan membangun sebuah gedung.,

Sederhananya BIM adalah pendekatan bangunan untuk desain konstruksi, manajemen, dimana didalamnya terdapat sistem, pengelolaan, metode atau runutan pengerjaan suatu proyek yang diterapkan berdasarkan informasi terkait dari keseluruhan aspek bangunan yang dikelola.

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

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

1. BIM adalah pendekatan baru yang melibatkan proses perencanaan dan pembuatan aset bangunan menggunakan representasi 3D dari atribut fisik dan fungsional.
2. BIM adalah proses membuat data set digital yang membentuk model 3D dan informasi yang melekat pada model tersebut dalam sebuah lingkungan kolaborasi yang disebut *Common Data Environment* (CDE)
3. Prinsip BIM adalah bukan sekedar proses singular atau pembuatan model 3D dengan bantuan komputer semata, melainkan proses pembuatan model dan data secara bersamaan dan dikolaborasikan antar para pelaku sejak proses perencanaan, perancangan, fabrikasi, hingga pembangunan dan pemeliharaan.

Proses dimulai dengan menciptakan 3D model digital dan didalamnya berisi semua informasi bangunan tersebut, yang berfungsi sebagai sarana untuk membuat perencanaan, perancangan, pelaksanaan pembangunan, serta pemeliharaan

bangunan tersebut beserta infrastrukturnya bagi semua pihak yang terkait didalam proyek.

Dalam BIM, para stakeholder (owner, arsitek, kontraktor, engineer) saling bekerjasama, secara efisien bertukar informasi (baik data maupun geometri), berkolaborasi dalam mengefisienkan proses pembangunan/konstruksi sehingga dapat meminimalisir kesalahan dan mempercepat proses konstruksi, menghasilkan pengoperasian bangunan yang lebih mudah, meminimalisir produksi limbah sekaligus mengeluarkan biaya yang lebih murah. Proses manajemen lebih *accessible dan actionable* karena bermula pada 1 model informasi sehingga dapat meminimalisir konflik informasi diantara berbagai pihak.

Dengan demikian, kunci BIM tidak hanya ditekankan pada model 3 dimensi akan tetapi bagaimana suatu informasi dikembangkan, dikelola, dibagi, melalui kolaborasi yang lebih baik.

Adapun prinsip-prinsip pendekatan BIM dijelaskan sebagai berikut:

1. Produk BIM diciptakan dan beroperasi pada database digital melalui kolaborasi. Dalam pemodelan ini, informasi mengenai suatu proyek konstruksi disimpan dalam database (bukan dalam drawing file atau spreadsheet) Informasi dalam database (gambar kerja, penjadwalan, estimasi biaya, dll) 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. Dalam BIM, setiap perubahan direfleksikan pada semua presentasi/visualisasi. Informasi ini dapat didistribusikan pada masing-masing anggota tim melalui sebuah jaringan atau sharing file. Masing-masing dapat bekerja secara independen serta dapat menyebarluaskan hasil mereka pada anggota tim lain dan berinteraksi satu sama lain untuk penyempurnaan pekerjaan.
2. Mengelola berbagai perubahan dalam database mulai dari tahap desain, konstruksi, dan operasional sehingga setiap penggantian komponen dalam database akan mengubah komponen lainnya. Sebagai contoh, untuk memenuhi spesifikasi proyek, perubahan desain berupa pemilihan dan

penggantian material tertentu akan berpengaruh terhadap estimasi biaya, pelelangan, dan konstruksi. Informasi baru ini oleh baru ini akan tercatat ke dalam “history” dan dapat dievaluasi oleh anggota tim sehingga mendukung terjadinya proses kolaborasi.

3. Menyimpan berbagai data dan informasi untuk dapat dipergunakan kembali. Pembentukan data dimulai sejak arsitek menuangkan sketsa pada survey awal, terus berkembang ke dalam rencana bangunan dengan informasi yang melekat berupa ketinggian lantai, potongan, dan jadwal. Estimator kemudian dapat menggunakan informasi yang ada memperkirakan biaya, sementara project manager konstruksi dapat memperkirakan penjadwalan dan fase konstruksi. Penggunaan kembali informasi bangunan dapat menjadi masukan bagi analisis energi, analisis struktur, pelaporan biaya, manajemen fasilitas dan lainnya.

Dengan demikian secara garis besar BIM didefinisikan pada 2 (dua) kepentingan berbeda yaitu: Pertama adanya kerjasama antar stakeholder, yang secara efisien bertukar informasi (baik data maupun geometri), berkolaborasi dalam mengefisienkan proses pembangunan/konstruksi (kesalahan semakin sedikit, knstruksi semakin cepat), menghasilkan bangunan lebih mudah dioperasikan,serta serta dapat meminimalisir produksi limbah sekaligus mengeluarkan biaya yang lebih murah. Dengan demikian, kunci BIM tidak hanya ditekankan pada model tiga dimensi akan tetapi bagaimana suatu informasi dikembangkan, dikelola, dibagi, melalui kolaborasi yang lebih baik

Kedua, BIM juga dapat dilihat sebagai platform perangkat lunak yang memungkinkan untuk mengkoordinasikan atau menggabungkan karya masing-masing stakholder menjadi satu Model Informasi Bangunan berorientasi obyek tiga dimensi (3D) dengan informasi yang melekat di dalamnya.

### **2.7.3. Manfaat *Buliding Information Modeling* (BIM)**

Suatu studi oleh Azhar, dkk (2012) (dikutip dalam Cooperative Research Centre for *Construction Innovativon* 2007, halaman 3) menyatakan bahwa manfaat utama BIM adalah representasi geometris yang akurat dari bagian-bagian bangunan di lingkungan data terintegrasi. Manfaat terkait lainnya adalah:

1. Proses yang lebih cepa dan efektif sampai informasi lebih mudah dibagikan, dapat menambah nilai serta dapat digunakan kembali
2. Desain yang lebih baik sampai berkas bangunan dapat dianalisis dengan cermat, simulasi dapat dilakukan dengan cepat, memungkinkan solusi yang lebih baik dan inovatif
3. Biaya seumur hidup yang terkendali dan data lingkungan sampai kinerja lingkungan lebih dapat diprediksi, biaya *lifecycle* lebih dipahami
4. Perakitan otomatis sampai data produk digital dapat dieksploitasi dalam proses hilir dan digunakan untuk pembuatan/perakitan sistem struktur
5. Layanan pelanggan yang lebih baik sampai berkas lebih dipahami melalui visualisasi yang akurat
6. Data *lifecycle* termasuk persyaratan, desain, konstruksi, dan informasi operasional dapat digunakan dalam manajemen fasilitas
7. Integrasi perencanaan dan proses pelaksanaan seperti pemerintah, industri dan produsen memiliki protokol data umum
8. Pada akhirnya dapat mencapai industri yang lebih efektif dan kompetitif

Setelah mengumpulkan data pada 32 proyek besar, Universitas Stanford'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 akurat 3% jika dibandingkan dengan perkiraan konvensional
3. Menghemat waktu hingga 80% gga 80%o untuk menghasilkan estimasi biaya
4. Penghematan waktu hingga 10% dari nilai kontrak melalui deteksi bentrokan, dan
5. Pengurangan waktu proyek hingga 7%.

Menurut Hardin dan Mc Cool (2009) dalam bukunya yang berjudul " BIM and *Construction* Management: *Proven Tools, Methods and Workflows*" menyatakan bahwa BIM menawarkan untuk membangun struktur secara virtual sebelum membangunnya di lapangan. Hal ini memungkinkan partisipan proyek

untuk merancang, menganalisis, mengurutkan dan mengeksplorasi proyek melalui media digital dimana biaya pembuatannya jauh lebih murah untuk membuat perubahan jika dibandingkan dengan membuat perubahan pada saat pekerjaan dilapangan 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 lainnya (*collaboration management*)
2. Mendeteksi mitigasi/mengurangi resiko dalam proses perencanaan, ketidakpastian, meningkatkan keselamatan, menganalisis dampak potensial.
3. Mengoptimalkan *resources* (biaya, waktu dan SDM)
4. Memproduksi gambar teknis lebih cepat dan akurat
5. Meminimalisir terjadinya variation order (VO).

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

1. Memberikan dukungan untuk proses pengambilan keputusan proyek
2. Antar 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 meminimalisir penggunaan kertas karena interaksi secara digital
9. Kecepatan kerja lebih tinggi karena ketika suatu perubahan dilakukan dalam database secara otomatis akan terkoordinasikan dalam proyek
10. Kualitas lebih tinggi karena adanya perencanaan dan pengelolaan informasi yang terkontrol sehingga membuat proses konstruksi lebih efektif dan efisien.

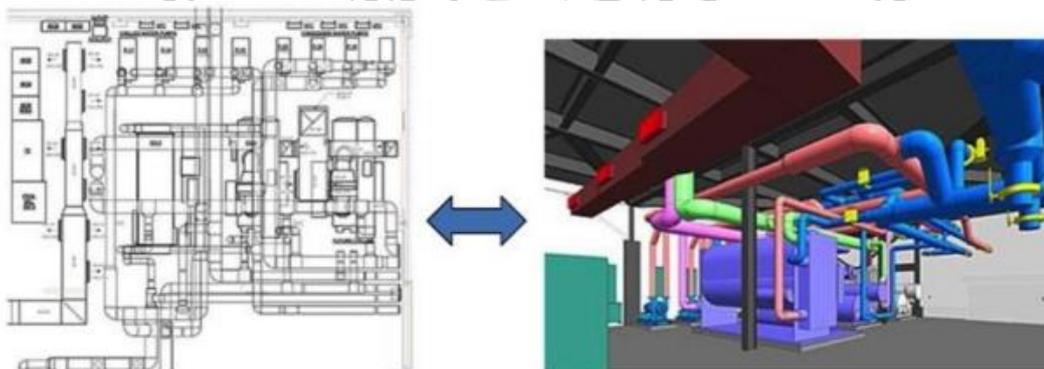
## 2.7.4. Dimensi *Building Information Modeling* (BIM)



**Gambar 2. 2** Gambar BIM dari 3D sampai 7D  
(Sumber: (PUPR,2018))

Pemodelan BIM tidak hanya merepresentasikan 2D dan 3D saja, namun selain 3D, keluarannya dapat diperoleh 4D, 5D, 6D dan bahkan sampai 7D. 3D berbasis obyek pemodelan parametric, 4D adalah urutan dan penjadwalan material, pekerja, uasan area, waktu, dan lain-lain, 5D termasuk estimasi biaya dan part-lists, dan 6D mempertimbangkan dampak lingkungan termasuk analisis energi dan deteksi konflik, serta 7D untuk fasilitas manajemen (PUPR, 2018). Pemodelan diatas dijabarkan sebagai berikut:

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

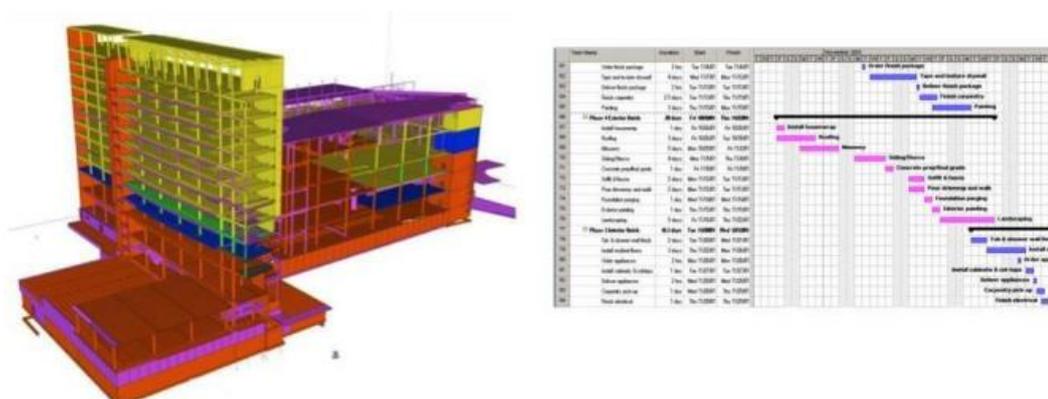


**Gambar 2. 3** Pemodelan 3D (3D Model)  
(Sumber: (PUPR,2018))

Pemodelan 3D pada BIM adalah suatu proses pembuatan informasi grafis dan non-grafis. Model 3D menunjukkan kondisi sebenarnya serta membuat visualisasi yang berisikan dimensi (tinggi, lebar dan panjang) dari suatu proyek konstruksi. Objek yang dimodelkan dapat berupa benda hidup maupun benda mati. Model 3D dibuat dengan menggunakan sekumpulan titik pada ruang 3 dimensi, yang terhubung dengan data berupa garis, permukaan serta bidang datar sehingga menciptakan model 3D menyamai objek yang dimodelkan. Pemodelan 3D dapat mewakili keadaan yang ada dan memberikan visualisasi dari hasil proyek konstruksi (PUPR, 2018).

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

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

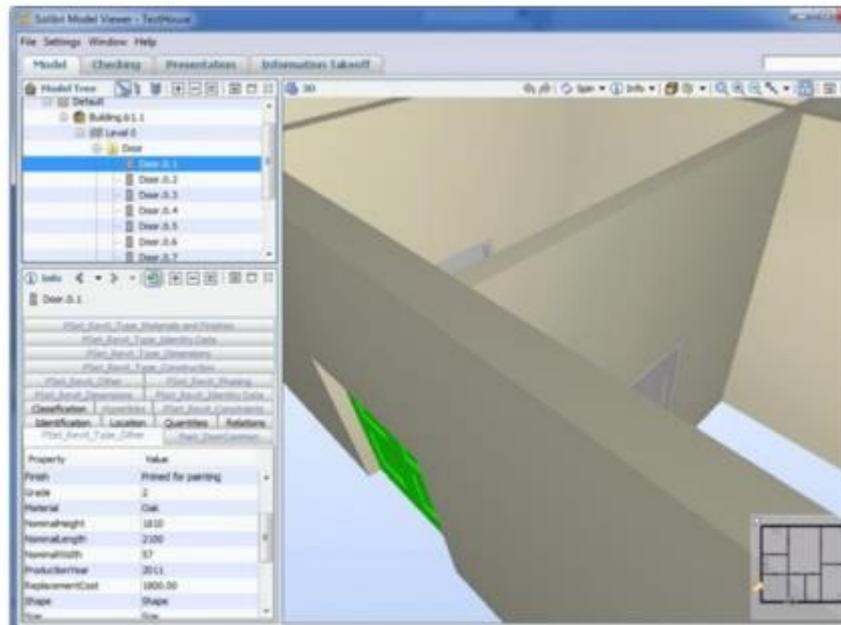


Gambar 2. 4 Pemodelan 4D (4D Time/Scheduling)  
(Sumber: (PUPR,2018))

## 3. Pemodelan 5D (Estimasi Biaya)

Pemodelan BIM 5D berfungsi untuk mengaitkan data biaya serta data kuantitas yang diperoleh dari model 3D untuk memperkiraan biaya yang lebih teliti dan akurat. Dimana BIM 5D mampu mengeluarkan hasil dari volume pekerjaan struktur berupa *Quantity Take-Off* dan perkiraan biaya,

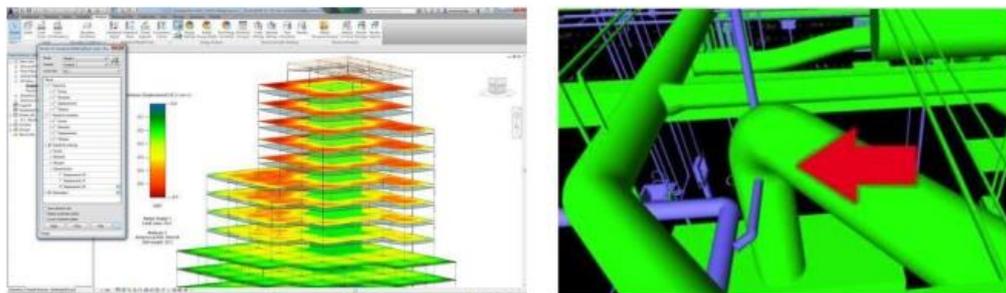
serta menentukan hubungan setiap kuantitas, biaya dan hubungan lokasi. Berikut pemodelan 5D seperti pada Gambar 2.5 berikut ini.



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

Menurut PUPR, 2018) Dalam BIM 6D dapat difungsikan untuk mendeteksi bentrokan (*Clash Detection*) dan yang terpenting yakni ketika

ingin memperbaiki permasalahan yang ditemukan selama peninjauan. *Clash detection* dibagi atas tiga jenis antara lain:

1) *Hard Clash*

*Hard Clash* terjadi ketika terdapat dua objek yang menduduki ruang yang sama.

2) *Soft Clash*

Bentrok ringan yang berpatokan pada jarak yang masih diizinkan. Contohnya yakni sebuah penyangga antar objek yang tersisa untuk memberikan ruang kosong untuk pemeliharaan dimasa mendatang.

3) *Pemodelan 4D/ Workflow Clash*

Bentrok 4D yang mengacu terhadap clash pada penjadwalan konstruksi yang berjalan, pengiriman bahan/material serta masalah waktu yang lain.

**5. Pemodelan 7D (*Facility Management Application*)**

Menurut Pemodelan 7D adalah sebuah pemodelan yang memiliki fungsi sebagai *Facility Management*, yaitu proses pengelolaan sarana dan prasarana yang dimiliki perusahaan berdasarkan kondisi kerja serta memiliki fungsi 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. Memungkinkan user untuk mengekstrak dan melacak data seperti status komponen, spesifikasi, pemeliharaan/manual operasi, data garansi dan lainnya sehingga penggantian lebih\_mudah dan lebih cepat. Tersedia pula proses untuk mengelola data *supplier* subkontraktor/dan komponen fasilitas melalui seluruh siklus hidup fasilitas (PUPR, 2018).

**2.7.5. *Software Building Information Modeling (BIM)***

Terdapat begitu banyak *software* yang mendukung dalam konsep *Building Information Modeling (BIM)*, dari beberapa *software* tersebut mampu melakukan pemodelan 3D, penjadwalan dan estimasi biaya. Contohnya seperti Autodesk Revit

untuk pemodelan 3D, Autodesk Naviswork Manage untuk visualisasi penjadwalan 4D serta Tekla Structures sekaligus dapat memodelkan 3D dan 4D hingga estimasi biaya 5D. Tidak terbatas hanya sampai 5D tetapi beberapa *software* dapat memodelkan sampai pemodelan 7D. Berikut contoh *software* dan fungsinya di sajikan pada gambar 2.7 di bawah ini.

Product Name	Manufacturer	Primary Function
Cadpipe HVAC	AEC Design Group	3D HVAC Modeling
Revit Architecture	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 (MicroStation, Bentley Architecture, Structural, Mechanical, Electrical, Generative Design)	Bentley Systems	3D Architectural, Structural, Mechanical, Electrical, and Generative Components Modeling
Fastrak	CSC (UK)	3D Structural Modeling
SDS/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	Gehry Technologies	MEP Design
ArchiCAD	Graphisoft	3D Architectural Modeling
MEP Modeler	Graphisoft	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 Applications
Tekla Structures	Tekla	3D Detailed Structural Modeling
Affinity	Trelligence	3D Model Application for early concept design
Vico Office	Vico Software	5D Modeling which can be used to generate cost and schedule data
PowerCivil	Bentley Systems	Site Development
Site Design, Site Planning	Eagle Point	Site Development

**Gambar 2. 7** Software BIM dan Fungsi Utama  
(Sumber: Reinhardt, 2009)

## 2.8. Autodesk Revit

Autodesk Revit adalah *software Building Information Modeling* (BIM) oleh Autodesk untuk desain arsitektur, struktur serta mekanikal, elektrikal dan plumbing (MEP). Dengan *software* ini ini pengguna dapat merancang bangunan dan struktur dengan pemodelan komponen dalam 3D dan sekaligus menyajikan gambar kerja dalam 2D. Sejak awal, Revit dimaksudkan untuk memungkinkan arsitek dan profesional bangunan lainnya merancang dan mendokumentasikan bangunan dengan menciptakan model tiga dimensi parametrik yang mencakup desain geometri dan non- geometris serta informasi konstruksi, yang juga dikenal sebagai Pemodelan Informasi Bangunan atau BIM. Kemudahan melakukan perubahan mengilhami nama Revit, singkatan dari "*Revise-Instantly*". Istilah *Parametric Building Model* diadopsi untuk mencerminkan fakta bahwa perubahan pada parameter akan mengubah keseluruhan model bangunan dan dokumentasi terkait, bukan hanya komponen individual (Marizan, dkk, 2019)

### 2.8.1. Kelebihan Autodesk Revit

*Software* Autodesk Revit memiliki beberapa kelebihan dan keuntungan, antara lain:

#### 1. *Virtual Building*

Desainer tidak membuat garis untuk menjelaskan ini dinding. Tapi membuat dinding bangunan secara virtual dan gambar-gambar detail 2D akan di dapat dengan sendirinya.

#### 2. Objek Yang Sarat akan Informasi Teknis

Sistem *virtual building* membuat kita harus menginput banyak penyetelan pada setiap objek yang kita buat. Dalam proses selanjutnya ini sangat menghemat waktu karena perbedaan jenis elemen selama proses mendesain akan mengacu kepada tipe-tipe yang di buat sebelumnya. Dengan demikian berapa kalipun objek tersebut kita gunakan dalam desain, data-data akan terangkum dalam sistem Revit seperti jumlah, total berat, total kebutuhan material, hingga jumlah harganya.

#### 3. Kemudahan membentuk objek

Dengan menggunakan konsep ini, arsitek dapat bereksperimen dengan bentuk-bentuk bangunan yang tidak umum, Revit akan mengkonversi

bentuk tersebut menjadi dinding, lantai dan atap sehingga efektivitas bangunan akan langsung dapat dianalisis tanpa harus melalui proses penggambaran manual yang memakan waktu.

4. Berkurangnya Kendala dalam Kerja Tim

*Worksharing* yang diusung Revit untuk kemudahan bekerja dalam tim sangat berguna untuk proyek berskala menengah maupun skala besar. Dengan menggunakan fitur ini disertai jaringan komputer, semua tugas masing-masing disiplin dapat terintegrasi secara virtual. Perubahan-perubahan yang dibuat oleh satu orang akan terupdate di unit kerja lainnya.

5. Revisi yang Tidak Menyita Banyak Waktu dan Tenaga

Sesuai namanya, Revit yang merupakan singkatan dari *Revise Instantly* berarti merevisi secara instan. Revisi akan berdampak banyak dalam proyek besar karena semuanya akan saling berkaitan. Lembar-lembar gambar (*Sheets*) yang dihasilkan Revit bukanlah lembar-lembar terpisah, melainkan lembar-lembar yang terintegrasi satu sama lain.

6. Produksi Gambar dengan Cepat dan Presisi

Setelah objek-objek telah terbentuk, pengambilan gambar dapat dilakukan. Gambar-gambar tampak, potongan, tampilan 3D dan detail-detail dapat dikeluarkan sesuai kebutuhan. Kita hanya perlu menyiapkan *sheet* dan mengisi *sheet* tersebut dengan *view* yang sudah ada. Yang masih perlu dilakukan adalah memberikan dimensi dan notasi untuk kejelasan nanti ditahap konstruksi. Lembar-lembar beserta data-data nomor lembar, desainer, drafter, owner hingga tanggal akan terinput secara otomatis pada lembar gambar setelah disetting.

7. Koneksi Antar *Software* Autodesk

*Output* dari Revit dapat diekstrak dan idbacadengan baik oleh *software* Autodesk lainnya.

8. Komunikasi Lebih Baik dengan Klien

Dengan menggunakan Revit, arsitek dapat menyajikan tampilan-tampilan berkualitas yang merepresentasikan desainnya. Denah dapat kita sajikan dalam bentuk 3D masing-masing lantai, serta dapat memberikan *view* masing-masing ruangan dengan jelas sehingga klien benar-benar mengerti

seperti apa bangunan yang akan ia miliki. Jika diperlukan, kita dapat melakukan presentasi dengan menunjukkan pengalaman memasuki bangunan serta ruang-ruangnya secara interaktif. Selain itu masalah-masalah kesalahan desain akan lebih awal dapat terdeteksi dengan cara ini (Marizan, dkk (2019)).

### **2.8.2. Pemodelan dan Cara Kerja Autodesk Revit**

Menurut Marizan, dkk (2019: 63) lingkungan kerja revit memungkinkan pengguna untuk memanipulasi seluruh bangunan atau rancangan (di lingkungan proyek) atau bentuk 3D individual (di lingkungan editor *Family*). Revit termasuk kategori objek (*'Family'* dalam terminologi Revit). Hal ini terbagi ke dalam tiga kelompok:

1. *Sistem Family*, secara otomatis telah tersedia dalam sistem revit, sistem *family* merupakan elemen-elemen dasar yang membentuk suatu bangunan.
2. *Loadable Family*, merupakan elemen bangunan sebagai pelengkap bangunan itu sendiri seperti pintu, jendela, furniture, tanaman dan lainnya. Tersimpan sebagai file external dengan ekstensi\* rfa.
3. *In-Place Family*, elemen yang unik karena dibuat berdasarkan kebutuhan hanya pada bangunan tertentu.

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

### **2.9. Microsoft Project**

Microsoft Project adalah produk perangkat lunak manajemen proyek, dikembangkan dan dijual oleh Microsoft. Ini dirancang untuk membantu manajer proyek dalam mengembangkan jadwal, menetapkan sumber daya untuk tugas-tugas, melacak kemajuan, mengelola anggaran, dan menganalisis beban kerja (Febriana dan Aziz, 2021).

Hal-hal yang perlu dilakukan bila memiliki sebuah proyek adalah:

1. Melakukan perencanaan dan penjadwalan, serta pelibatan pihak-pihak yang berkompeten dalam proyek tersebut.
2. Setelah itu masuk ke dalam proses penentuan jenis-jenis pekerjaan (*task*), sumber daya yang diperlukan (*resources*) baik sumber daya manusia maupun material, biaya yang diperlukan (*cost*), juga jadwal kerja (*schedule*) kapan pekerjaan dimulai dan kapan pekerjaan sudah harus selesai. Jika semua hal tersebut telah ditentukan dan disetujui oleh semua pihak maka kita telah mempunyai rencana dasar (*baseline*).
3. Selanjutnya rencana tersebut harus dijalankan dan perkembangannya harus terus dipantau dalam sebuah tahapan *Tracking*. Apabila pekerjaan belum selesai maka harus dilakukan penjadwalan ulang (*Rescheduling*). Dengan Microsoft Project dapat memperoleh rincian seluruh komponen kerja secara detail.

#### **2.10. Autodesk Naviswork**

Aplikasi Autodesk Naviswork merupakan aplikasi yang dapat digunakan untuk melakukan visualisasi penjadwalan. Aplikasi ini memudahkan dalam penjadwalan dan untuk mengerti lebih jelas progress proyek konstruksi (Ayu Solicha, dkk, 2021).

Autodesk Navisworks Manage adalah aplikasi perangkat lunak menyediakan solusi ulasan proyek yang komprehensif mendukung koordinasi, analisis dan komunikasi niat desain dan konstruksi. Ini memungkinkan integrasi data desain multidisiplin dibuat dalam desain BIM yang berbeda aplikasi ke model proyek tunggal. Ini juga menyediakan manajemen gangguan dan fungsi deteksi benturan untuk mengantisipasi dan menghindari masalah potensial dalam proyek yang pada akhirnya dapat meminimalkan penundaan dan pengerjaan ulang. Selain itu mendukung simulasi dan analisis 4D dan 5D dengan menggabungkan model parametrik dengan jadwal dan biaya proyek (Autodesk, 2012).

## 2.11. Penelitian Terdahulu

Berdasarkan tinjauan penelitian terdahulu dapat dirangkum dalam sebuah tabel

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Judul	Lokasi	Tujuan dan Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Septiana Rachmawati/2 022	Implementasi Konsep BIM 4D Dalam Perencanaan Time Schedule Dengan Analisis Resources Levelling	Universitas Hendrak Soedirman, Purwokerto, Jawa Tengah	Mendapatkan total waktu penjadwalan dengan memperhatikan konsep <i>Building Information Modeling</i> (BIM) 4 serta memperhatikan alokasi sumber daya di pekerjaan struktural mendapatkan total waktu penjadwalan dengan memperhatikan konsep <i>Building Information Modeling</i> (BIM) 4 serta memperhatikan alokasi sumber daya di pekerjaan struktural	<i>software</i> Naviswork membantu melakukan simulasi pelaksanaan proyek serta mendeteksi jika adanya clash antar item pekerjaan. Hasil dari Naviswork juga sangat berpengaruh terhadap Model 3D serta Time Schedule dari MS Project.

2	Ardo Saputra dkk/2022	Penerapan <i>Building Information Modeling</i> (BIM pada Bangunan Gedung Menggunakan Software Autodesk Revit (Studi Kasus: Gedung 5 RSPTN Universitas Lampung)	Universitas Lampung, Kota Bandar Lampung	Mendapatkan volume pekerjaan struktur yang meliputi pekerjaan pondasi, kolom, balok, pelat, tangga, serta rangka atap dan pekerjaan arsitektur yang meliputi pekerjaan dinding, pintu, jendela, keramik, dan Cladding ACP dengan menggunakan bantuan Revit 2019 sebagai platform BIM.	Perhitungan dan analisis volume dapat secara otomatis dikeluarkan sesuai dengan hasil pemodelan yang telah dilakukan, sehingga proses perhitungan volume menjadi lebih cepat dan akurat, serta dapat mengurangi tingkat kesalahan pada saat perhitungan volume.
3	Alwan I dan Irika W/2024	Pengaruh Clash Detection pada Proses Perencanaan Biaya Pada Laboratorium PUT	Universitas Negeri Jakarta	Mengetahui clash yang terjadi antar model disiplin untuk memaksimalkan perencanaan waktu serta biaya sehingga pada saat proses pelaksanaan konstruksi tidak terjadi clash yang dapat diketahui menggunakan teknologi BIM sehingga harus mengulangi pekerjaan dan dapat mengeluarkan biaya yang lebih pada pelaksanaan konstruksi dengan metode kuantitatif dengan menggunakan <i>software</i> Building Information modelling (BIM ) yaitu Autodesk Revit untuk membuat 3D modelling dan juga Autodesk	Hasil analisis clash detection maka dilakukan perhitungan volume Kembali menggunakan <i>software</i> Autodesk revit dan mendapatkan selisih volume pada setiap pekerjaan yang terdampak clash pada disiplin struktur, arsitektur dan MEP

Naviswork yang digunakan untuk melakukan analisis Clash Detection.

---

4	Ariani A.P dan Endah K.P/2021	Clash Detection In Structural Design Of Medium Rise Building Using Revit and Navisworks Manage Software	Universitas Negeri Semarang, Jawa Tengah	Menganalisis adanya temuan clash atau konflik pada perencanaan struktur gedung bertingkat menggunakan metode BIM dengan <i>software</i> yang digunakan yaitu Revit dan Navisworks Manage.	Navisworks Manage memberikan informasi detail mengenai konflik yang terjadi dalam bentuk tabel sehingga dapat dilihat kembali letak/koordinat bagian struktur yang mengalami konflik agar selanjutnya dapat diketahui letak kesalahannya sehingga dapat diputuskan untuk memperbaiki desain/merencanakan ulang.
---	-------------------------------	---	--	---	---

- |                          |  |                          |   |  |
|--------------------------|--|--------------------------|---|--|
| 5. M.Rifqi R. dkk/2022   | Analisis Clash Detection Dan Quantity Take Off Berbasis Building Information Modelling (BIM) pada Perencanaan Ulang Struktur Atas Gedung Laboratorium dan Bengkel Teknik Elektronika | Politeknik Negeri Malang | Mengetahui Quantity dan analisa Clash Detection pada struktur bangunan Gedung Laboratorium dan Bengkel Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Negeri Malang dengan menggunakan <i>software</i> BIM | Untuk dapat melakukan identifikasi clash detection pada Navisworks Manage tidak perlu melakukan pemodelan ulang, hanya cukup dengan menginput model yang sudah dibuat melalui Revit dan juga Navisworks Manage memberikan informasi detail mengenai konflik yang terjadi dalam bentuk tabel sehingga dapat dilihat kembali letak/koordinat bagian struktur yang mengalami konflik agar selanjutnya dapat diketahui letak kesalahannya sehingga dapat diputuskan untuk memperbaiki desain/merencanakan ulang. |
| 6. Khusnul A.S. dkk/2023 | Analisis Clash Detection dan Quantity Take Off Struktur Atas Gedung B RSUD Krian Menggunakan Metode BIM  | Gedung RSUD Krian        | menganalisis clash detection dan persentase hasil quantity take off struktur atas Gedung B RSUD Krian menggunakan metode BIM  | Quantity take off menggunakan <i>software</i> Revit disimpulkan bahwa perbaikan clash antar elemen struktur hanya berpengaruh < 1% terhadap nilai perubahan quantity secara total.   |

- |                     |   |   |   |   |
|---------------------|---|---|---|---|
| 7. Syahrul H/2021   | Penerapan Konsep Building Information Modelling (BIM) 3D dalam Mendukung Pengestimasian Biaya Pekerjaan Struktur                      | Pembangunan Kost 3 Lantai, Sadonoharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta | Mengetahui hasil selisih perhitungan anggaran biaya pekerjaan struktural yang menggunakan konsep Building Information Modelling (BIM) 3D dengan metode konvensional                       | Perhitungan menggunakan konsep Building Information Modelling (BIM) 3D dibantu dengan <i>software</i> Autodesk Revit 5,75% lebih murah dibandingkan dari perhitungan rencana anggaran biaya konvensional. |
| 8. Hardian W.S/2022 | Implementasi Konsep Building Information Modelling (BIM) dalam Merencanakan Pengestimasian Biaya dan Penjadwalan Pekerjaan Struktural | Gedung DRC Bank BPD Wates DIY, Kab. Kulon Progo Yogyakarta          | Mengetahui hasil penerapan konsep Building Information Modelling (BIM) dalam merencanakan estimasi biaya dan penjadwalan pekerjaan struktural dengan perangkat lunak Autodesk Navisworks. | Pemodelan dengan Autodesk Revit mendapatkan biaya lebih murah   |

- |                                  |   |  |   |   |
|----------------------------------|---|--|---|---|
| 9. Wan K.M dan Syarifah I.A/2020 | Penggunaan Clash Detection Untuk Efisiensi Biaya dan Waktu pada Perencanaan Bangunan Industrial Berbasis IPD Studi kasus Perencanaan Kantor dan Pengelolaan Aval PT. Sarihusada Generasi Mahardhika, Klaten | Perencanaan Kantor dan Pengelolaan Aval PT. Sarihusada Generasi Mahardhika, Klaten | Mengetahui penggunaan BIM memberikan dampak terhadap efisiensi biaya dan waktu pengerjaan dari sebuah bangunan industrial | Pengecekan dengan clash detection dapat menghemat waktu dan biaya jika dibandingkan cara konvensional dalam melakukan pengecekan secara manual yang membutuhkan print out gambar kerja.   |
| 10. Kania Z. dkk/2023            | Implementasi BIM dalam Perhitungan Quantity Take-Off Pekerjaan Struktur dan Arsitektur Proyek RTCT Pertamina  | Kalideres, Jakarta Barat   | menganalisis perbedaan volume menggunakan BIM 5D berupa Autodesk Revit dengan metode perhitungan volume secara manual     | Penerapan Building Information Modelling lebih efisien daripada perhitungan manual karena memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dan memiliki volume yang tidak jauh berbeda dibandingkan dengan perhitungan secara manual. |