

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Peneliti Terdahulu

Penelitian ini menggunakan tinjauan pustaka dari penelitian sebelumnya yang telah diterbitkan dari artikel yang ditulis para peneliti sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

Referensi Jurnal	
1. Judul	Perbandingan Volume Antara Metode Konvensional Dengan Aplikasi Revit 3d Pada Pekerjaan <i>Box Culvert</i>
Peneliti	Refrido S. Kasuma, Michella Beatrixs
Tahun	2022
Tujuan Penelitian	Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan akurasi perhitungan volume pekerjaan <i>box culvert</i> antara metode konvensional dan penggunaan aplikasi Revit 3D. Fokus utama adalah untuk mengevaluasi efektivitas dan efisiensi penggunaan Revit 3D dalam menghitung volume dibandingkan dengan metode perhitungan manual yang sering digunakan dalam industri konstruksi.
Metode Penelitian	Penelitian ini dilakukan menggunakan metode Revit <i>Structure</i> yang merupakan <i>Building Information Modelling</i> (BIM). Terlebih dahulu <i>Box Culvert</i> dimodelkan secara 3D dengan menggunakan Revit. sehabis itu <i>schedule</i> yang volume pekerjaan di <i>export</i> ke Microsoft Excel lalu dilakukan <i>grouping</i> , dan diperoleh perbandingan antara volume pekerjaan beton dengan antara Revit dan yang ada RAB.
Hasil dan Pembahasan	Dapat Disimpulkan bahwa: Hasil dari perbandingan terdapat perbedaan dalam perhitungan Biaya yang di

	<p>mana rumus untuk perhitungan Biaya (Volume * Harga Satuan). <i>Box Culvert</i> Untuk Item Pbeton selisih Rp. 63.000, Tulangan A-A Rp 57.079, Tulangan B-B Rp. 192.989, Tulangan C-C Penyangga Rp. 74.424. Dan untuk RCP memiliki selisih Beton Rp. 25.200, Tulangan A-A Rp. 151.555, dan Tulangan B-B Rp 93.000. (Kasuma, 2022)</p>
2. Judul	<p>Analisa <i>Quantity Take Off</i> Arsitektur dalam Penerapan Metode <i>Building Information Modeling</i> (BIM) Menggunakan <i>Software Autodesk Revit 2023</i> Pada Pembangunan Graha Pemuda Kompleks Katedral Jakarta</p>
Peneliti	<p>Layyinatussihfah, Adhi Purnomo, Rezi Berliana Yasinta</p>
Tahun	<p>2023</p>
Tujuan Penelitian	<p>Penelitian ini bertujuan untuk membuat pemodelan 3D dan menghitung volume dinding arsitektur dengan metode Building Information Modeling (BIM) Software Autodesk Revit 2023 pada Pembangunan Graha Pemuda Kompleks Katedral Jakarta.</p>
Metode Penelitian	<p>Metode pada penelitian ini akan menggunakan <i>software</i> yang mengadopsi BIM yaitu <i>Autodesk Revit</i>. <i>Autodesk Revit</i> merupakan salah satu <i>software</i> BIM yang digunakan untuk merancang bangunan konstruksi baik itu pemodelan struktur, arsitektur, maupun MEP dalam bentuk visualisasi 3D. <i>Autodesk Revit</i> juga dapat digunakan untuk melakukan <i>Quantity Take Off</i> dan melakukan perhitungan RAB dari setiap pekerjaan. Penerapan metode BIM dengan <i>software</i> pendukung <i>Autodesk Revit</i> digunakan untuk mempermudah proses</p>

	<p>pengawasan guna mendapatkan volume setiap pekerjaan, menentukan MC0 dan proses pencairan termin. Penggunaan BIM ini tidak memiliki batasan untuk pekerjaan desain, proses dan produksi pekerjaan, dan juga tidak dapat meningkatkan mutu dari desain.</p>
Hasil dan Pembahasan	<p>Dari hasil pemodelan Dinding Arsitektur menggunakan <i>Software Autodesk Revit 2023</i>, dapat disimpulkan bahwa penggunaan <i>Autodesk Revit</i> ini dapat meminimalisir terjadinya kesalahan berupa <i>human error</i> apabila menggunakan <i>Autocad</i> dan <i>Microsoft Excel</i> untuk melakukan perhitungan volume. <i>Autodesk Revit</i> dapat dengan mudah melakukan perhitungan volume dengan baik, dimana <i>Revit</i> ini dapat menghitung volume dinding arsitektur sesuai dengan material yang akan digunakan. Berdasarkan hasil pemodelan dengan menggunakan <i>Autodesk Revit</i> diperoleh total volume dinding arsitektur mulai dari lantai 1 hingga lantai 4 sebesar 493,51 m<sup>2</sup>. Saran untuk penulis diharapkan melakukan pembelajaran lebih mendalam mengenai <i>Autodesk Revit</i> agar dapat memodelkan bangunan dengan lebih baik. (Layyinatussifah et al., 2023)</p>
3. Judul	<p>Analisis Perbandingan Volume Dan Biaya Antara <i>Software Tekla Structures</i> Dengan Menerapkan Metode BIM Terhadap Metode Konvensional Pada Proyek Pembangunan Kantor Baru Pt. Tunas Jaya Sanur</p>
Peneliti	<p>Ni Luh Ayu Sri Martini, Ir. Ida Bagus Putu Bintana, Fransiska Moi,</p>
Tahun	<p>2023</p>

Tujuan Penelitian	Tujuan penelitian ini yaitu mengaplikasikan pemodelan BIM dengan <i>software</i> Tekla <i>Structures</i> dalam pemodelan 3D sebagai pembanding terhadap metode konvensional dari segi volume & biaya pada proyek pembangunan Kantor Baru PT. Tunas Jaya Sanur.
Metode Penelitian	Penelitian ini dilakukan dengan metode pemodelan pada Tekla <i>Structures</i> serta mengumpulkan data berupa <i>Shop Drawing</i> & RAB yang didapatkan dari pihak kontraktor, seluruh proses pemodelan mengikuti acuan dan detail yang digunakan oleh pihak kontraktor.
Hasil dan Pembahasan	Berdasarkan analisis data, dapat disimpulkan bahwa perbandingan volume pada pekerjaan struktur yang diperoleh menggunakan <i>software</i> Tekla <i>Structures</i> terhadap metode konvensional secara garis besar volume konvensional lebih banyak dibandingkan dengan volume pada <i>software</i> Tekla <i>Structures</i> . Perbandingan volume yang diperoleh pada pekerjaan beton mencapai 3% dengan selisih biaya Rp 49.617.135,25 (Empat Puluh Sembilan Juta Enam Ratus Tujuh Belas Ribu Seratus Tiga Puluh Lima Koma Dua Puluh Lima Rupiah), sedangkan perbandingan volume pada pekerjaan pembesian mencapai 5% dengan satuan kg & 5% dengan satuan m <sup>2</sup> dan mencapai selisih biaya sebanyak Rp 188.400.652,11 (Seratus Delapan Puluh Delapan Juta Empat Ratus Ribu Enam Ratus Lima Puluh Dua Koma Sebelas Rupiah). (Martini, 2023)

## B. Simpulan Penelitian Sebelumnya

Dari Ketiga jurnal penelitian dapat di tarik kesimpulan bahwa *software* BIM sangatlah efektif guna meminimalkan risiko-risiko yang dapat menyebabkan

kesalahan perhitungan material. Penelitian pertama membahas tentang perbandingan biaya antara perhitungan manual dengan perhitungan BIM, penelitian kedua membahas tentang perbandingan biaya pada pekerjaan arsitektur menggunakan *software* Revit, penelitian ketiga membahas penelitian kedua membahas tentang perbandingan biaya pada pekerjaan arsitektur menggunakan *software* Tekla. Sebagai calon *engineering* muda dituntut harus selalu beradaptasi dengan teknologi yang semakin maju. Untuk saat ini penggunaan BIM masih jarang diterapkan, dan kedepannya diharapkan BIM dapat meminimalkan potensi yang dapat menimbulkan kerugian proyek salah satunya kesalahan dalam perhitungan *quantity take off* material. Oleh sebab itu, peneliti akan mencoba mengimplementasikan kolaborasi antara *software* BIM dalam menghitung *quantity take off* material dengan studi kasus Gedung Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soerdiman.

### **C. Perbedaan Penelitian**

Perbedaan penelitian saya dengan penelitian terdahulu yakni berada pada tinjauan yang saya teliti yaitu pada volume pekerjaan struktur. Selain tinjauan, yang membedakan penelitian saya yakni lokasi penelitian, penelitian ini menggunakan studi kasus pembangunan gedung Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soerdiman pada pekerjaan struktur (fondasi, balok, kolom, plat lantai), dengan menggunakan *software* Revit 2021.

### **D. Landasan Teori**

#### **1. Proyek Konstruksi**

Proyek konstruksi adalah rangkaian kegiatan yang saling berkaitan satu dengan yang lainnya untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan (bangunan/konstruksi) dalam batasan waktu, biaya dan mutu tertentu. Proyek konstruksi selalu memerlukan *resources* atau sumber daya yaitu manusia, material (bahan bangunan), *machine* (peralatan), *method* (metode pelaksanaan), *money* (uang), *information* (informasi), dan *time* (waktu). Proyek konstruksi memiliki karakteristik yang unik dan tidak berulang, hal

ini disebabkan oleh kondisi seperti perbedaan letak geografis, hujan dan keadaan tanah mempengaruhi keunikan proyek konstruksi (Ervianto dan Wulfram, 2004).

Dalam suatu proyek, pengelolaan waktu, biaya, dan mutu yang efektif merupakan hal yang sangat krusial untuk mencapai tujuan serta sasaran proyek, mulai dari tahap perencanaan hingga penyelesaian. Apabila salah satu dari ketiga aspek tersebut tidak dapat terlaksana sesuai dengan perjanjian atau kesepakatan awal, maka hal tersebut dapat mencerminkan bahwa kontraktor atau pelaksana proyek kurang berhasil dalam mengelola manajemen proyek secara optimal.

## 2. *Detail Engineering Design* (DED)

*Detail Engineering Design* (DED) menurut (Nugroho et al., 2024) umumnya terjadi setelah tahap perencanaan konseptual dan perencanaan dasar pada suatu pekerjaan yang meliputi gambar detail, Rencana Anggaran Biaya (RAB), Rencana Kerja dan Syarat-Syarat termasuk laporan perhitungan perencanaan. *Detail Engineering Design* (DED) juga sering disebut bestek sebagai gambar konstruksi yang lengkap dan terperinci yang digunakan sebagai dokumen utama dari Rencana Pengembangan Proyek Konstruksi. (Isharyanto, Purba, Aleksander, Widyawati, 2022)

Pada tahap ini, tim insinyur, arsitek, atau profesional terkait lainnya bekerja untuk mengubah konsep desain menjadi gambar teknis yang sangat rinci, spesifikasi teknis, dan rencana pelaksanaan yang jelas. *Detail Engineering Design* mencakup berbagai aspek proyek, beberapa hal yang mencakup *Detail Engineering Design* adalah :

### a. Gambar Teknis:

Gambar teknis yang sangat terperinci mencakup gambar denah, potongan, tampilan 3D, dan detail lainnya yang diperlukan untuk memahami tata letak dan desain keseluruhan dari proyek.

b. Spesifikasi Teknis:

DED akan mencakup spesifikasi teknis yang menjelaskan bahan, dimensi, toleransi, dan standar kualitas lainnya yang harus dipenuhi dalam pelaksanaan proyek.

c. Perhitungan dan Analisis:

Dalam DED, insinyur akan melakukan perhitungan dan analisis lebih lanjut untuk memastikan bahwa desain sesuai dengan persyaratan dan dapat menahan beban atau tekanan yang diharapkan.

d. Rencana Pelaksanaan:

DED juga mencakup rencana pelaksanaan yang rinci, termasuk jadwal proyek, alokasi sumber daya, dan tahapan pelaksanaan.

e. Koordinasi dengan Tim Proyek:

Selama tahap DED, tim proyek akan berkomunikasi secara intensif untuk memastikan semua aspek proyek telah dipertimbangkan dan disesuaikan dengan kebutuhan dan harapan.

f. Aspek Keamanan dan Lingkungan:

DED juga akan mempertimbangkan aspek keselamatan dan lingkungan, termasuk peraturan dan standar yang berlaku untuk memastikan proyek memenuhi persyaratan hukum dan etika.

*Detail Engineering Design* adalah langkah kritis dalam proses konstruksi dan pelaksanaan proyek karena berfungsi sebagai panduan yang lengkap dan terperinci bagi semua pihak yang terlibat dalam pelaksanaan proyek. DED yang baik akan mengurangi risiko kesalahan, penundaan, dan biaya berlebih selama pelaksanaan proyek.

3. *Bill of Quantity* (BOQ)

Bill of Quantity (BOQ) merupakan perincian jumlah dari seluruh peralatan dan pekerjaan yang dibutuhkan di dalam perencanaan (Prameswari & Purnomo, 2014). Dokumen Bill of Quantity (BOQ) proyek mencakup spesifikasi teknis, jumlah, dan jenis material, serta metode yang digunakan dalam proses konstruksi dengan adanya BOQ Perusahaan konstruksi lebih mudah dalam membuat estimasi biaya yang akurat,

sehingga terhindar dari risiko over budget yang tentunya merugikan Perusahaan.

#### 4. Data *Mutual Check-100* (MC-100)

MC-100 juga dikenal sebagai Mutual Check akhir, adalah proses peninjauan ulang terhadap volume pekerjaan yang telah dilakukan dan penyesuaian antara gambar rencana dengan keadaan di lapangan dilengkapi dengan berita acara serah terima lapangan (BA MC 100%), schedule dan rekap MC 100%. Kegiatan MC-100 dilakukan setelah selesainya suatu pekerjaan. Dokumen ini menjadi salah satu kelengkapan wajib karena sebagai kontrol terhadap pekerjaan yang telah dilaksanakan apakah sesuai dengan MC-0. (PUPR, 2018)

#### 5. Struktur Bangunan

Struktur bangunan menurut (Sulistijowati, 2016) terdiri dari 3 bagian sarana struktur yaitu struktur landasan bangunan dan struktur badan bangunan serta struktur atap bangunan, seperti pondasi, balok, kolom, atap. Struktur ini nantinya akan melengkapi elemen rumah lainnya, seperti interior rumah atau elemen arsitektur lainnya dan elemen MEP (*mekanikal, elektrik* dan *plumbing*), sehingga akan saling melengkapi menjadi satu kesatuan. Struktur bangunan diklasifikasikan menjadi 3 jenis, yang dapat diuraikan sebagai berikut:

##### a. Struktur beton bertulang

Beton bertulang adalah kombinasi dari beton serta besi tulangan, yang bekerja secara bersama-sama untuk memikul beban yang ada. besi tulangan akan memberikan kuat tarik yang tidak dimiliki oleh beton. Struktur ini banyak digunakan karena mudah dalam penerapannya.

##### b. Struktur komposit

Struktur komposit merupakan struktur yang terdiri dari dua material atau lebih dengan sifat bahan yang berbeda dan membentuk satu kesatuan sehingga menghasilkan sifat gabungan yang lebih baik. Contohnya Kolom baja terbungkus beton.

c. Struktur baja

Struktur baja adalah rangkaian konstruksi yang dibuat dari baja dan digunakan untuk membangun bangunan, jembatan, dan infrastruktur lainnya. Baja dipilih karena kekuatan dan keawetannya. Selain itu, baja juga mudah dibentuk dan dipotong. Baja struktural memiliki kekuatan tarik dan tekan yang tinggi

6. *Building Information Modeling* (BIM)

*Building Information Modeling* (BIM) merupakan wujud perkembangan teknologi digital di bidang industri *Architecture, Engineering & Construction*. (Anggaraini et al., 2022) Dalam BIM, berisi informasi tentang unsur-unsur bangunan yang digunakan sebagai dasar untuk mengendalikan keputusan selama siklus usia bangunan. Penggunaan BIM yang dibutuhkan di gedung negara tidak sederhana dengan kriteria yang diperluas lebih dari 2000 m<sup>2</sup> atau lebih (PUPR, 2018).

BIM berbeda dari teknologi desain lainnya dalam hal manajemen informasi, karena BIM memungkinkan pengelolaan informasi data penting yang efektif di semua siklus proyek dan juga pasca konstruksi. Pemodelan BIM adalah model yang terikat kuat dengan presentasi visual tetapi pada kenyataannya, BIM adalah model yang kaya akan informasi. Keuntungan BIM secara langsung dapat membuat model tiga dimensi (3D) yang dihasilkan secara otomatis dari garis-garis 2D yang digambar. Namun, BIM tidak hanya dapat memvisualisasikan pemodelan tetapi juga dapat membuat informasi mengenai objek yang dibuat.

Pemodelan *Building Information Modelling* menjadi teknologi yang paling menjanjikan untuk mengintegrasikan kelompok kerja dalam proyek yang sama. Untuk membuat dan menangani model BIM pengguna harus mendapatkan pengetahuan tentang menentukan data yang terkait dengan setiap tahap proyek, analisis, dan klasifikasi organisasinya. Implementasi konsep ini melibatkan banyak peran di berbagai bidang industri yang tujuannya agar dapat mendapatkan banyak keuntungan sehingga dapat membantu penggunanya.

a. Manfaat BIM

Teknologi BIM dianggap sebagai *platform* baru untuk proyek konstruksi. Penggunaan BIM di seluruh siklus proyek dapat membantu menciptakan kondisi pada tahap pengembangan siklus proyek dari tahap konseptual awal melalui desain, pengerjaan konstruksi secara global, hingga pembongkaran.

Beberapa studi mengidentifikasi keunggulan dari implementasi BIM untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi. BIM memiliki kemampuan untuk mengintegrasikan waktu serta pengeluaran biaya untuk mendukung pembaruan waktu dan pemantauan yang efektif selama periode proyek, BIM juga dapat diterapkan dalam evaluasi dan analisis konstruksi hijau yang digunakan untuk mendeteksi adanya bentrokan dan juga untuk mengoptimalkan segala hal yang ada di dalam proyek.

Teknologi BIM dapat memberikan keunggulan sepanjang siklus hidup suatu aset, dari awal hingga pengoperasian aset tersebut. Penelitian yang dilakukan oleh (Al-Ashmori et al., 2020) menemukan 7 keuntungan dari penerapan BIM yaitu: produktivitas tinggi, efisien, mudah mengakses waktu dan biaya terkait perancangan, *monitoring* dan penelusuran (*tracking*) kemajuan konstruksi dan menghilangkan tabrakan antara elemen bangunan (*clash*). Keunggulan spesifik untuk suatu kegiatan dapat disajikan pada bagian berikutnya.

- 1) Penggunaan model BIM memungkinkan proses penawaran dilakukan secara lebih efisien dan transparan karena perhitungan kebutuhan material bangunan yang akurat. Dengan demikian, evaluasi penawaran dapat dilakukan secara objektif dan HPS (Harga Perkiraan Sendiri) yang dihasilkan dapat merefleksikan biaya aktual proyek karena disusun berdasarkan data kuantitatif yang akurat, bukan sekadar perkiraan.
- 2) Ketepatan data volume material dalam BIM dapat meminimalkan pemborosan bahan dan limbah konstruksi, sehingga turut

berkontribusi pada pengurangan emisi karbon. Selain itu, BIM juga memungkinkan visualisasi yang lebih baik terhadap elemen-elemen instalasi bangunan, seperti jalur pipa yang menembus dinding atau atap, sehingga proses konstruksi menjadi lebih efisien.

- 3) Pemanfaatan BIM memungkinkan perencanaan sistem MEP (Mekanikal, Elektrikal, dan Plumbing) secara menyeluruh sejak awal. Melalui simulasi yang dapat dilakukan pada tahap desain, sistem MEP dapat diuji, dianalisis, dan disempurnakan untuk mencapai efisiensi energi dan penggunaan air selama operasional bangunan.
- 4) Model BIM yang akurat memberikan peluang bagi calon pengguna atau penghuni untuk merasakan rancangan bangunan secara virtual. Hal ini meningkatkan pemahaman mereka terhadap desain akhir dan memberikan gambaran nyata sejak fase perencanaan.
- 5) BIM mempermudah koordinasi antar tim selama proses konstruksi. Informasi dapat diperbarui secara *real-time*, memungkinkan seluruh pihak seperti tim spesialis dan tim penjadwalan untuk berkolaborasi dari lokasi berbeda secara simultan dalam satu model. Integrasi dengan teknologi *virtual reality* (VR) juga memungkinkan visualisasi bangunan secara digital sehingga revisi desain bisa dilakukan lebih dini untuk mencegah kesalahan di lapangan.
- 6) Dengan perencanaan yang matang melalui BIM, potensi pekerjaan ulang saat pembangunan dapat dikurangi secara signifikan. Hal ini berkontribusi pada penghematan waktu, biaya, tenaga kerja, dan penggunaan material.
- 7) Rancangan dan data konstruksi yang detail dalam BIM sangat membantu dalam pengelolaan fasilitas. Informasi aset yang tersedia dalam model memudahkan penyusunan rencana pemeliharaan yang efisien dan sistematis untuk mendukung siklus hidup bangunan.

b. Tingkat Implementasi (*Maturity Level*)

BIM memiliki sejumlah tingkat implementasi, berikut adalah tingkat implementasi BIM menurut (PUPR, 2018) antara lain:

1) Level 0 BIM

- a) Tidak ada kolaborasi
- b) 2D CAD untuk penggambaran dan dokumentasi (*drafting*)

2) Level 1 BIM

- a) Merancang konsep dengan model 3D, gambar CAD 2D digunakan untuk dokumen, lisensi, dan informasi konstruksi.
- b) Terdapat standar CAD dan informasi dikolaborasikan dalam bentuk elektronik.
- c) Setiap disiplin, pelaku memiliki standar sendiri-sendiri.

3) Level 2 BIM

- a) Pembuatan pemodelan BIM dilakukan secara kolaborasi dengan sistem dan lingkungan sendiri.
- b) Informasi dipertukarkan dengan *protocol* dan format yang disetujui (IFC2, misalnya, atau COBie)

4) Level 3 BIM

- a) Kolaborasi antar pelaku menggunakan satu obyek (*shared object*). Semua pelaku dapat mengerjakan, memodifikasi obyek yang sama.
- b) Dinamakan sebagai *Open BIM*

c. Dimensi Konstruksi BIM

*Building Information Modeling* (BIM) merupakan pendekatan menyeluruh yang menggambarkan informasi suatu aset, mencakup proses pembuatan hingga pengelolaan informasi digital selama masa pembangunan. Informasi digital yang dikembangkan dalam BIM meliputi data grafis dan non-grafis, yang disimpan dalam sebuah repositori terpusat yang dikenal sebagai *Common Data Environment* (CDE). Dimensi BIM mengacu pada jenis data spesifik yang dikaitkan dengan model informasi. Setiap dimensi yang ditambahkan akan

memperkaya pemahaman terhadap proyek, baik dari segi estimasi biaya, metode pelaksanaan, kebutuhan pemeliharaan, maupun aspek lainnya. Adapun penjelasan mengenai dimensi-dimensi BIM disajikan sebagai berikut menurut (Putera, 2022) :

1) BIM 1D

Proses dan tata kelola, undang- undang, kontrak, wajib penggunaan BIM dalam pekerjaan umum, perubahan model rekrutmen dan persyaratan baru.

2) BIM 2D

BIM 2D merujuk pada model geometrik digital yang hanya mencakup sumbu X dan Y, yang dapat dilengkapi dengan informasi tambahan. Sistem CAD (*Computer-Aided Design*) awalnya menggunakan model 2D, di mana rencana dan bagian-bagiannya dapat dikembangkan lebih cepat dan lebih akurat melalui komputer dibandingkan dengan metode manual menggunakan papan gambar. Alat pemodelan yang lebih canggih memungkinkan penambahan parameter, batasan, dan konsep-konsep tertentu pada model 2D. Meskipun demikian, sebagian besar industri tidak menganggap model geometri 2D sebagai bagian dari BIM, karena BIM biasanya mencakup lebih banyak informasi dan dimensi.

3) BIM 3D

BIM 3D merujuk pada model geometrik digital yang mencakup sumbu X, Y, dan Z, yang terintegrasi dengan informasi tambahan lainnya. Pengembangan alat pemodelan 3D telah mencapai kemajuan yang signifikan, karena tampilan 2D dari informasi geometris dapat dihasilkan dari model 3D dengan tingkat detail yang berbeda. Selain itu, jadwal proyek dapat disusun untuk melaporkan objek-objek dari berbagai jenis yang ada dalam model 3D, dan beberapa model 3D dapat digabungkan untuk mendeteksi potensi bentrokan geometris. Fitur ini sangat meningkatkan akurasi

dan efisiensi, sekaligus mengurangi risiko kesalahan yang mungkin terjadi dalam pelaksanaan proyek.

#### 4) BIM 4D

BIM 4D merujuk pada dimensi waktu yang digunakan untuk merencanakan dan menganalisis potensi konflik yang dapat menghambat proses konstruksi. Data penjadwalan dan rincian terkait ditambahkan selama proyek berlangsung. Melalui informasi ini, perkembangan proyek dapat dipantau secara akurat, termasuk waktu tunggu, urutan pemasangan, periode yang dibutuhkan untuk konstruksi atau instalasi, serta proses pengerasan atau pengawetan, dan sebagainya.

#### 5) BIM 5D

BIM 5D berfokus pada perencanaan biaya, pengukuran, dan anggaran yang terintegrasi. Dimensi ini menghubungkan model BIM dengan perangkat lunak anggaran yang ada, memungkinkan proyeksi kemajuan berbagai kegiatan dan biaya yang terkait seiring berjalannya waktu. Dengan mengintegrasikan model 5D, metode konstruksi yang lebih hemat biaya, efisien, dan berkelanjutan dapat diterapkan dalam proyek.

#### 6) BIM 6D

BIM 6D dianggap oleh sebagian pihak sebagai penambahan manajemen fasilitas dalam kumpulan informasi proyek. Namun, terdapat perbedaan pandangan di industri mengenai hal ini, dan dapat dikatakan bahwa BIM 6D mungkin bukanlah sebuah 'dimensi' yang sepenuhnya terdefinisi. Jika membahas BIM 6D, sangat penting untuk secara jelas mendefinisikan kebutuhan spesifiknya agar semua pihak yang terlibat memiliki pemahaman yang sama.

#### 7) BIM 7D

Untuk memasukkan informasi terkait keberlanjutan ke dalam kumpulan data proyek. Seperti halnya dengan BIM 6D, penting untuk secara teliti mendefinisikan jenis informasi yang

diperlukan, termasuk tipe data, ruang lingkup, satuan, aturan pengukuran, dan aspek-aspek lainnya, agar dapat memastikan pemahaman yang jelas dan konsisten di antara semua pihak yang terlibat.

8) BIM 8D

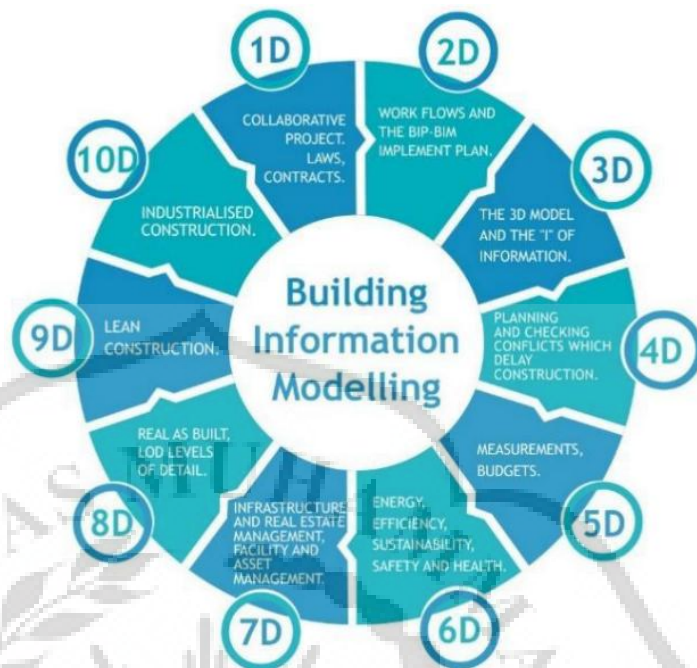
Mengintegrasikan tingkat detail yang menggambarkan kondisi bangunan setelah selesai dibangun. Pendekatan ini menciptakan alur kerja yang realistis dan sesuai dengan kebutuhan proyek, serta menetapkan persyaratan informasi, rincian pekerjaan yang diperlukan untuk mencapainya, serta alat-alat yang dibutuhkan seperti pemindaian laser, drone, kecerdasan buatan (AI), dan lainnya.

9) BIM 9D

Mengintegrasikan prinsip konstruksi ramping (lean construction) dengan metodologi kerja yang akan diterapkan untuk memastikan proses BIM berjalan secara efektif dan efisien.

10) BIM 10D

Terkait dengan manfaat secara keseluruhan untuk industrialisasi dalam sektor konstruksi, hal ini mengidentifikasi hambatan-hambatan yang mengurangi produktivitas di industri konstruksi dan bagaimana cara meningkatkan produktivitas di seluruh tahapan proses—mulai dari perancangan hingga pengelolaan infrastruktur..



Gambar 2. 1 Dimensi BIM dari 1D sampai 10D.

Sumber: (Putera, 2022)

## 7. Autodesk Revit

Autodesk Revit adalah *software Building Information Modeling* (BIM) yang memungkinkan pembuatan model bangunan secara realistis. Dari model tersebut, berbagai jenis data yang diperlukan dapat diambil, seperti denah, tampak, potongan, dan jadwal (*Bill Of Quantity*). Selain itu, Revit juga mendukung integrasi dengan aplikasi analisis, seperti analisis struktur, analisis *green building*, analisis beban panas (*heat load*) untuk pendinginan atau pemanasan ruangan, serta berbagai jenis analisis lainnya. Revit adalah *software* BIM yang digunakan untuk desain arsitektur, struktur, serta sistem mekanikal, elektrikal, dan plumbing (MEP). Dengan menggunakan *software* ini, pengguna dapat merencanakan desain bangunan dalam format 2D dan 3D, serta menghitung volume material yang digunakan untuk setiap jenis pekerjaan. (Kasuma, 2022)

*Autodesk Revit* memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan BIM yang lainnya, seperti yang dapat dilihat pada uraian di bawah ini. (Marizan, 2019)

- a. Desain yang lebih efisien
- b. Berbasis *Building Information Modelling* (BIM)
- c. *Revit parametric engine*
- d. Intropabilitas
- e. Banyak pilihan ekspor
- f. Mempermudah mengurangi revisi pada perencanaan proyek
- g. Integrasi perangkat lunak
- h. Dalam proyek yang melibatkan aplikasi, umumnya dibutuhkan berbagai perangkat lunak untuk keperluan seperti analisis struktur, desain dan penggambaran, perhitungan volume, serta penjadwalan, dan lain-lain. Namun, dengan menggunakan *Revit*, semua kebutuhan tersebut dapat dipenuhi dalam satu perangkat lunak yang dapat dikelola oleh satu orang saja.
- i. Desain tabrakan terjadi akibat ketidaksesuaian antara rancangan arsitektur, struktur, dan sistem mekanikal, elektrik, dan plumbing (MEP). Namun, dalam penggunaan *Revit*, hal ini dapat dihindari dengan memanfaatkan fitur deteksi tabrakan yang disediakan oleh perangkat lunak tersebut.
- j. Proses yang lebih cepat
- k. Perangkat desain yang terintegrasi maupun perangkat untuk berbagi informasi yang sudah *mobile* membuat segala proses menjadi lebih cepat.
- l. Penghematan sumber daya
- m. Penggunaan aplikasi konvensional membutuhkan lebih banyak tenaga kerja, karena setiap pekerja hanya fokus pada bagiannya masing-masing. Sebaliknya, melalui penggunaan *Revit*, kebutuhan akan sumber daya dapat diminimalkan, karena beberapa tugas dapat dilakukan oleh satu orang saja.

- n. Penghematan biaya
- o. Dengan adanya efisiensi dalam waktu dan sumber daya manusia, biaya yang diperlukan dalam perencanaan proyek menggunakan Revit dapat berkurang secara signifikan.

#### 8. *Quantity Take Off*

*Quantity Take Off* (QTO) adalah pengukuran rinci bahan dan material yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek konstruksi (Alfia Magfirona et al., 2023) yang nantinya akan digunakan sebagai bahan untuk menyusun *Bill of Quantity* dalam tender dan juga dijadikan bahan untuk melakukan pengadaan. Oleh sebab itu kontraktor yang dapat melakukan *quantity take-off* dengan akurat akan mendapatkan beberapa keuntungan seperti pengefisienan material yang datang karena sesuai dengan aktual. *Quantity Take Off* (QTO) pengerjaan struktur dapat dibedakan menjadi dua metode yaitu perhitungan manual dan perhitungan *Building Information Modeling* (BIM).

##### a. Perhitungan Manual :

Perhitungan manual dengan menghitung dimensi material bangunan seperti volume, panjang, luas, lebar, dan lain-lain, dalam perencanaannya dilakukan menggunakan Microsoft Excel sebagai alat bantu dalam perhitungan volume pekerjaan.

##### b. Perhitungan *Building Information Modeling* (BIM) :

*Quantity Take Off* (QTO) dapat dikerjakan menggunakan metode *Building Information Modeling* (BIM). Data geometrik yang terdapat dalam model dapat dilakukan perhitungan volume dengan menggunakan *software* yang berbasis BIM. Salah satu *software* yang berbasis BIM adalah *Autodesk Revit 2023*.