

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan upaya peneliti dalam mencari komparasi dan untuk menemukan inspirasi baru untuk penelitian berikutnya, disamping itu penelitian terdahulu juga memberikan sudut pandang penelitian yang lain dalam menerapkan suatu pembahasan yang serupa dengan penelitian lainnya. Penelitian terdahulu juga dapat dapat memudahkan peneliti dalam menentukan langkah-langkah yang sistematis dalam menyusun sebuah penelitian mulai dari segi teori maupun konsep. Dengan adanya penelitian terdahulu dapat diketahui kadar keaslian sebuah penelitian dan sekaligus untuk membedakan penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Pada bagian ini peneliti mencantumkan berbagai hasil penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian yang peneliti lakukan saat ini, dengan menunjukkan hasil penelitian dengan ringkasannya yakni dapat dilihat pada tabel 4.1 di bawah ini:

**Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu**

No.	Nama Peneliti (Tahun Penelitian)	Judul Penelitian	Teknik Analisis	Hasil Penelitian
1.	Yutaka NurDhou, Agus Susanto (2023)	Analisis Perbandingan Perhitungan Metode Konvensional Dan <i>Building Information Modeling</i> (Bim) Terhadap Volume Serta Biaya Pekerjaan Konstruksi	Teknik Analisis Kuantitatif	Berdasarkan hasil pemodelan struktur bawah Proyek Pembangunan Rumah Susun RSUD Raden Mattaher Jambi, didapatkan total anggaran biaya dengan metode BIM <i>software</i> Tekla Structures 2021 sebesar Rp 743.352.493,00. sedangkan total anggaran biaya dengan metode konvensional sebesar Rp 749.696.209,87. Dapat disimpulkan dalam penelitian ini biaya yang dihasilkan dengan metode BIM lebih kecil 0,85% dari perhitungan metode konvensional.

2.	Dandi Muhamat Sidik, Nur Khotimah, Handayani, Fauzan Noer (2023)	Analisis Perbandingan Volume Beton Dan Besi Tulangan Pada Struktur Gedung 10 Lantai Di Kota Bandar Lampung Antara Metode Konvensional Dan <i>Building Information Modeling</i> (Bim) Autodesk Revit	Teknik Analisis Kuantitatif	Dengan memakai metode BIM <i>Autodesk Revit 2020</i> mendapatkan volume lebih kecil dibandingkan dengan metode konvensional dengan rasio pekerjaan beton menggunakan BIM terhadap konvensional sebesar 0,915 dan rasio pekerjaan besi menggunakan BIM terhadap konvensional sebesar 0,995. Maka penggunaan BIM dapat meningkatkan keakuratan dan meminimalisir kesalahan pada pekerjaan perhitungan volume.
3.	Mega Putri Juliani, Renaningsih, (2023)	Analisa Perbandingan Volume Beton Metode Konvensional Pada Hasil Bill Of Quantity (Bq) Dan Bim Autodesk Revit 2020 Terhadap Efektifitas Biaya	Teknik Analisis Kuantitatif	Dari pembahasan yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwasanya biaya Metode BIM Autodesk Revit 2020 lebih rendah 4,32 % dibandingkan perhitungan dengan metode konvensional.
4.	Fahrizal Fitriono, Zainul Faizien Haza, M. Afif Shulhan, (2023)	Analisis Perbandingan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Metode Konvensional Dengan Metode <i>Building Information Modeling</i> (BIM) (Studi Kasus Gedung 3 Lantai Di Yogyakarta)	Teknik Analisis Kuantitatif	Perbandingan volume beton dan tulangan metode <i>Building Information Modeling</i> (BIM) lebih rendah dari metode Konvensional dengan selisih volume beton dan tulangan yaitu berturut – turut 13,91 m <sup>3</sup> dan 3.107,98 kg, dengan persentase perbandingan volume beton 4% dan volume tulangan 3%. Perbandingan biaya kebutuhan beton dan kebutuhan tulangan metode <i>Building Information Modeling</i> (BIM) lebih rendah dari metode Konvensional dengan selisih biaya kebutuhan beton dan tulangan yaitu berturut –

				turut Rp 14.320.282,04 dan Rp 36.537.806,58, dengan persentase perbandingan biaya beton 4% dan biaya tulangan 3%.
5.	Alfia Maghfirona, Tsulis Iq'bal Khairul Amar, Abdul Aziz Muhammad Habib Failasufa, (2023)	Analisis Komparasi Quantity Take Off Pekerjaan Struktur Berdasarkan Metode Konvensional Dan Metode BIM Studi Kasus: Perencanaan Omah DW	Teknik Analisis Kuantitatif	Dari hasil analisis penelitian ditarik kesimpulan bahwa ada perbedaan antara perhitungan volume pekerjaan dengan metode konvensional dan BIM. Perhitungan berat tulangan besi berbeda disebabkan ketidakseragaman panjang hooklength pada permodelan tulangan sehingga menghasilkan perbedaan sebesar 3,218 kg dan deviasi sebesar 0,55%. Perbedaan lainnya ditemukan pada panjang bersih elemen struktur (cutlength) dan perbedaan ketebalan (Thickness) pada permodelan plat lantai menyebabkan selisih antara metode BIM dan konvensional sebesar 0,053 m <sup>3</sup> dan deviasi sebesar 0,38%. Sementara perhitungan bekisting mengindikasikan perbedaan sebesar 0,368 m <sup>2</sup> dan deviasi sebesar 0,31%. Perbandingan hasil perhitungan Quantity Take Off menggunakan metode BIM dan metode Konvensional menunjukkan hasil yang kurang lebih sama, meskipun demikian hasil tersebut mengindikasikan efisiensi yang lebih baik dalam penggunaan metode BIM dibandingkan dengan Konvensional.

## **2.2. Manajemen Proyek**

Manajemen proyek merupakan strategi yang harus diterapkan untuk mencapai efisiensi dan efektivitas dalam suatu bisnis. Dengan mempersiapkan manajemen proyek yang baik, maka dimungkinkan untuk memperkirakan waktu dan biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek, sehingga dapat meminimalisir kerugian biaya akibat kemungkinan tertundanya proyek. Manajemen proyek diciptakan untuk menghindari atau meminimalkan kegagalan dan risiko proyek (Noerlina, 2008). Manajemen yang baik melibatkan pengelolaan aktivitas seperti perencanaan, pengelolaan sumber daya manusia, yang akan mengarah pada estimasi biaya proyek yang harus dianggarkan oleh perusahaan (Arianie dan Puspitasari 2017).

Menurut Noerlina (2008), manajemen proyek yang baik membantu menciptakan langkah-langkah pelaksanaan proyek yang lebih rinci dan efektif. Perusahaan hendaknya berupaya meningkatkan kualitas layanan yang diberikan dengan membuat rencana terstruktur agar penggunaan sumber daya lebih optimal, sehingga akan berdampak pada efisiensi operasional internal perusahaan. Tanpa manajemen proyek yang baik, efisiensi kerja perusahaan dapat berkurang untuk memenuhi kebutuhan pelanggan.

Pada hakikatnya, proyek dapat didefinisikan sebagai “serangkaian upaya dalam jangka waktu tertentu yang bertujuan untuk menciptakan suatu produk atau jasa unik tertentu, yang dilakukan oleh orang-orang dengan menggunakan berbagai sumber daya, melalui serangkaian proses perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian”. Schwalbe (2004) menggambarkan proyek sebagai upaya sementara untuk menciptakan produk atau layanan yang unik.

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

*Building Information Modeling* (BIM) merupakan suatu proses untuk menghasilkan dan mengelola data suatu bangunan selama siklus hidupnya. BIM menggunakan *software 3D*, *real time*, dan permodelan bangunan dinamis untuk meningkatkan produktivitas dalam desain dan konstruksi bangunan. Proses produksi BIM meliputi geometri bangunan, hubungan ruang, informasi geografis, serta kuantitas dan kualitas komponen bangunan. BIM dapat digunakan untuk

memvisualisasikan seluruh siklus hidup bangunan, seperti konstruksi dan pengoperasian fasilitas. Kuantitas dan kualitas bahan dapat diekstraksi dengan mudah. Lingkup pekerjaan dapat dibagi, dipisahkan dan ditetapkan. BIM digunakan untuk melengkapi gambar model komponen sebenarnya yang digunakan untuk membangun suatu bangunan. Konsep BIM menggambarkan konstruksi secara virtual sebelum konstruksi fisik sebenarnya, untuk mengurangi ketidakpastian, meningkatkan keselamatan, memecahkan masalah, dan mensimulasikan serta menganalisis kondisi. BIM juga mencegah kesalahan dengan memungkinkan deteksi benturan atau tabrakan di mana model komputer visual memberikan gambaran kepada tim tentang di mana bagian-bagian bangunan seperti pipa dan struktur dapat berpotongan.

Pemerintah Indonesia, melalui Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor 22/PRT/M/2018 Tentang Pedoman Pembangunan Bangunan Gedung Negara, menegaskan penggunaan BIM walau masih dalam lingkup terbatas yang antara lain berbunyi: “Penggunaan *Building Information Modeling* (BIM) wajib diterapkan pada Bangunan Gedung Negara tidak sederhana dengan kriteria luas diatas 2000 m<sup>2</sup> (dua ribu meter persegi) dan diatas 2 (dua) lantai”. Keluaran dari perancangan merupakan hasil desain menggunakan BIM untuk:

1. Gambar Arsitektur
2. Gambar Struktur
3. Gambar Utilitas (*Mechanical Dan Electrical*)
4. Gambar Lansekap
5. Rincian Volume Pelaksanaan Pekerjaan
6. Rencana Anggaran Biaya

Pada cara konvensional pengerjaan gambar seperti yang disebutkan di atas, hal ini dilakukan secara terpisah untuk setiap item pekerjaannya. Apabila dengan Revit, model yang sudah dalam 3D secara otomatis akan membuat QTO (*Quantity Take Off*) dan membuat gambar 2D atau teknis gambar tanpa harus membuat yang baru dengan cara konvensional atau manual.

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

Software yang mampu mendesain bentuk 3D sudah ada sejak tahun 1973, kemudian pada tahun 1975 Eastman memprediksikan bahwa teknologi baru ini akan mampu membuat industri konstruksi jauh lebih efisien. Menurut Eastman (1975), ketika konsep BIM pertama kali diperkenalkan itu merupakan pendekatan terhadap perubahan proses dalam industri konstruksi, namun tanpa perubahan dan tidak sesuai dengan perkiraan. Perubahan teknologi BIM jelas menyebabkan perubahan paradigma dasar dan persepsi tentang bagaimana sebuah bangunan dirancang dan dibangun.

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

*Building Information Modeling* (BIM) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk merancang dan membuat data yang diperlukan untuk proses konstruksi. Aplikasi BIM menampilkan model visual yang berisi banyak informasi tentang suatu pekerjaan konstruksi. Perangkat lunak BIM berikut yang umum digunakan:

**Tabel 2.2. Jenis *Software Building Information Modeling* (BIM)**

No.	<i>Software BIM (Reinhardt, 2009) Product Name</i>	<i>Manufacturer</i>	<i>Primary Function</i>
1.	<i>Cadpipe HVAC</i>	<i>AEC Design Group</i>	<i>3D HVAC Modeling</i>
2.	<i>Revit Architecture</i> <i>AutoCAD Architecture</i> <i>Revit Structure</i>	<i>Autodesk</i>	<i>3D Architectural Modeling and parametric design</i>
3.	<i>Revit MEP</i>	<i>Autodesk</i>	<i>3D Detailed MEP Modeling</i>
4.	<i>AutoCAD Civil 3D</i>	<i>Autodesk</i>	<i>Site Development</i>
5.	<i>AutoCAD MEP</i>	<i>Autodesk</i>	<i>3D MEP Modeling</i>
6.	<i>Cadpipe Commercial Pipe</i>	<i>AEC Design Group</i>	<i>3D Pipe Modeling</i>
8.	<i>Dprofiler</i>	<i>Beck Technology</i>	<i>3D conceptual modeling with real time cost estimating</i>
9.	<i>Fastrak</i>	<i>CSC (UK)</i>	<i>3D Structural Modeling</i>
10.	<i>SDS/2</i>	<i>Design Data</i>	<i>3D Detailed Structural Modeling</i>
11.	<i>Fabrication for AutoCAD MEP</i>	<i>East Coast CAD/CAM</i>	<i>3D Detail MEP Modeling</i>

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

Teknologi BIM dapat memberikan beragam manfaat sepanjang siklus hidup aset, mulai dari pengadaan awal hingga pengoperasian aset. Penelitian yang dilakukan oleh (Al-Ashmori et al., 2020) mengungkapkan tujuh manfaat penerapan BIM, yaitu: produktivitas, efisiensi tinggi, kemudahan akses waktu dan biaya desain, Mengawasi dan memantau kemajuan konstruksi serta menghilangkan benturan (konflik) antar elemen desain) Di bawah ini adalah kelebihan umum BIM. Manfaat spesifik dari suatu kegiatan atau pelaku disajikan pada bagian berikut.

1. Modernisasikan proses penawaran berdasarkan perhitungan kebutuhan material konstruksi yang akurat. Dengan model BIM, evaluasi penawaran dapat dilakukan secara adil, harga perkiraan sendiri (HPS) dapat menunjukkan biaya aktual dibandingkan perkiraan biaya karena disusun berdasarkan jumlah pekerjaan yang sebenarnya.
2. Emisi karbon dapat dikurangi secara signifikan selama masa konstruksi. Dengan jumlah material yang tepat, HPS akan mendekati biaya konstruksi akhir, yang pada akhirnya dapat mengurangi limbah selama konstruksi, mengurangi mobilitas transportasi material, yang akan berdampak pada Mengurangi konsumsi energi dan emisi karbon.
3. Optimalisasi sistem MEP mulai dari tahap desain akan mengurangi konsumsi listrik dan air selama pengoperasian. Dengan desain yang lengkap, simulasi dapat dilakukan selama tahap desain sehingga sistem MEP dapat dengan mudah diuji dan dimodifikasi untuk efisiensi selama pengoperasian dan pemeliharaan.
4. Meningkatkan pengalaman penghuni dalam gedung. Melalui pemodelan BIM yang akurat, memberikan kesempatan kepada calon penghuni untuk merasakan desain bangunan secara virtual selama tahap desain dan konstruksi.
5. Mempermudah komunikasi pada saat pembangunan. Komunikasi antara seluruh pihak yang terlibat dalam tahapan seperti tim ahli, tim perencanaan waktu dan material dapat dipastikan secara real time sehingga setiap perubahan yang terjadi selama proses desain dapat segera diketahui. Para

pihak yang memiliki kepentingan dapat bekerja sama dari lokasi berbeda dan pada waktu yang sama pada model yang sama. Dengan mengintegrasikan teknologi *virtual reality* (VR), Anda dapat menghadirkan desain virtual menyerupai bangunan yang sudah jadi. Modifikasi dapat dengan mudah dilakukan selama tahap desain untuk mengurangi kesalahan selama tahap konstruksi.

6. Pengendalian biaya. Dengan menggunakan pemodelan BIM, pengerjaan ulang selama konstruksi dapat dihindari sejak fase perancangan, sehingga menghemat waktu, upah, dan material selama tahap konstruksi.
7. Dapat memperkirakan pemeliharaan. Desain dan konstruksi yang akurat dapat mempermudah pengelolaan dan pemeliharaan fasilitas karena model BIM dapat memberikan data aset yang akurat sehingga siklus pemeliharaan dapat dirancang dengan tepat.
8. Mengurangi biaya-biaya yang berkaitan dengan umur bangunan. Jika Hipotesis iceberg dianggap benar, maka 1% biaya seumur hidup bangunan akan dikeluarkan untuk tahap perancangan, sedangkan 70% biaya akan dikeluarkan untuk tahap pemeliharaan. Dengan desain sesuai model BIM biaya desain akan sedikit meningkat namun biaya perawatan akan berkurang.
9. Mengaktifkan sistem pengelolaan gedung dan sistem pengelolaan fasilitas. Penggunaan sensor pada bangunan pintar tidak hanya menampilkan aktivitasnya tetapi juga memberikan informasi mengenai pengoperasian fasilitas bangunan. Dengan model BIM, manajemen dapat mengetahui status setiap fasilitas, termasuk masa garansi, pemasangan, penggantian, dan status kesehatan fasilitas.

BIM dapat mendukung dan meningkatkan praktik bisnis industri *Architect Engineer and Construction* (AEC). Menurut Jason dan Umit (2010) BIM sangat bermanfaat dalam bidang konstruksi salah satunya saat tahapan desain.

Manfaat BIM saat mendesain diantaranya sebagai berikut:

1. Visualisasi desain yang lebih akurat
2. Tingkat koreksi tinggi ketika membuat perubahan desain



3. Menghasilkan gambar 2D yang akurat dan konsisten disetiap tahap desain
4. Beberapa kolaborasi disiplin desain
5. Memudahkan pemeriksaan terhadap desain
6. Memperkirakan biaya selama tahap desain
7. Meningkatkan efisiensi energi dan keberlanjutan

## 2.7. Autodesk Revit

Revit merupakan program CAD (*Computer Aided Design*) keluaran dari Autodesk yang berguna untuk membantu desainer dan perancang multi bidang keahlian. Perangkat lunak ini dikembangkan oleh Charles River. *Software* ini didirikan pada tahun 1997, lalu berganti nama menjadi *Revit Technology Corporation* pada tahun 2000 dan diakuisisi oleh Autodesk pada tahun 2002. Perangkat lunak ini memungkinkan pengguna untuk merancang bangunan dan struktur serta komponennya dalam 3D, membubuhi keterangan model dengan penyusunan 2D elemen, dan mengakses informasi bangunan dari database model bangunan. Revit adalah pemodelan informasi gedung 4D mampu dengan alat untuk merencanakan dan melacak berbagai tahapan dalam siklus hidup bangunan, mulai dari konsep hingga konstruksi dan kemudian perawatan dan pembongkaran. Sejak awal, Revit dimaksudkan untuk memungkinkan arsitek dan profesional bangunan lainnya merancang dan mendokumentasikan bangunan dengan membuat model tiga dimensi parametric yang mencakup informasi desain dan konstruksi geometri dan non-geometris, yang juga dikenal sebagai Building Information Modelling atau BIM (Eastman C, 1975).

Menurut Greg Gegana dalam seri Building Information Modeling – Autodesk Revit. *Autodesk Revit* adalah *software Building Information Modeling (BIM)* oleh *Autodesk* untuk desain arsitektur, struktur serta mekanikal, elektrik dan plumbing (MEP). Dengan software ini, pengguna dapat mendesain bangunan dan struktur dengan memodelkan komponen dalam 3D dan sekaligus menyajikan gambar kerja dalam 2D. Selain itu pengguna dapat merencanakan untuk menentukan langkah-langkah melaksanakan item konstruksi dan menyajikan informasi dalam bentuk *Quantities Shedule*.

Dengan Autodesk Revit, arsitek dapat membuat konsep bentuk, denah dan fungsi untuk membangun komponen arsitektur seperti dinding, kolom, lantai, pintu dan jendela atau membuat atap, dll. Selain itu, Autodesk Revit juga dapat memberikan kemampuan untuk menampilkan gambar 3D bahkan membuat gambar hidup/animasi. Objek yang dibuat dengan Autodesk Revit juga dapat diproses lebih lanjut untuk rendering 3D menggunakan produk Autodesk lainnya seperti Autodesk 3ds Max atau Autodesk Showcase. Pada saat yang sama, insinyur struktur dapat melakukan pemodelan struktur dengan elemen struktur berupa desain pondasi, rangka bangunan (dinding, kolom, dan balok) berupa desain konstruksi kayu, konstruksi baja maupun konstruksi beton dilengkapi dengan fungsi untuk desain pembesian serta terdapat *tools* untuk analisa struktur.

Autodesk Revit juga ditujukan untuk desain utilitas bangunan, khususnya desain mekanikal, elektrik, dan plumbing. Dengan cara ini, Autodesk Revit memungkinkan para arsitek, insinyur struktur, dan insinyur sistem bangunan untuk berkolaborasi dalam satu proyek konstruksi, menciptakan desain yang berbeda berdasarkan disiplin ilmu yang serupa, dan kemudian Autodesk Revit dapat mengintegrasikan ketiganya. Keunggulan Autodesk Revit adalah kesederhanaan dan kemudahan penggunaan. Maka dari alasan diatas, peneliti memilih software Revit sebagai software pendukung penelitian ini. Berikut ini merupakan keunggulan dari *Software Autodesk Revit*.

1. Hubungan Dua Arah

Dalam perangkat lunak *Autodesk Revit*, semua informasi disimpan di satu tempat. Jadi ketika kita melakukan perubahan di mana pun, hal itu mengubah keseluruhan model. Misalnya kita mengubah suatu objek pada model 3D maka akan terjadi perubahan denah, RAB (rencana anggaran biaya) dan sebaliknya.

2. BC Rencana Anggaran Biaya / BQ (*schedule*)

Jadwal merupakan fitur Revit untuk mengetahui jenis komponen yang digunakan pada model bangunan, misalnya untuk mengetahui jenis pintu, jendela, furniture, dll. dan mengetahui jumlahnya. Pada kolom

schedule, kita dapat mengurutkan berdasarkan kebutuhan dan membuat rumus, filter, dan perhitungan.

3. *Komponen Parametric*

Komponen parametrik atau di Revit disebut family, merupakan komponen bangunan yang bisa kita dapatkan dari perpustakaan yang disediakan atau kita juga bisa membuat komponen custom tergantung keinginan kita. Revit memungkinkan kita mengubah ukuran komponen, menambahkan bentuk detail, dan membuat perpustakaan baru dari komponen tersebut, dan kita tidak memerlukan bahasa pemrograman atau pengkodean untuk melakukan ini.

4. *Optional Design*

Berfungsi untuk membuat dan meneliti beberapa pilihan desain serta mengumpulkan angka dan menganalisis untuk membantu kita membuat keputusan desain.

5. *Dokumentasi*

Dimungkinkan untuk secara otomatis membuat denah lantai, bagian dan detail dari model 3D yang dibuat. Buat gambar kerja standar dan ubah menjadi perpustakaan model.

6. *Material Take Off*

Perhitungan detail jumlah material, misalnya menghitung volume seluruh lapisan material pada dinding, lantai, kolom, dll. Informasi dikumpulkan dengan cepat dan akurat, yang dapat membantu kami menghitung perkiraan biaya proyek.

7. *Revit Building Maker*

Menciptakan alur kerja yang lebih baik di mana kita dapat mulai mendesain dengan terlebih dahulu membuat ide. Dengan menggunakan fitur Mass Revit kita dapat membuat bentuk ekspresif, kita juga dapat mengimpor massa dari Form-Z, Rhino, Sketchup, 3ds Max, AutoCAD atau ACIS dan NURBS dari aplikasi lain. Pada model solid, kita dapat memilih setiap permukaan dan mengubahnya menjadi objek dinding, atap,

lantai, dan dinding tirai. Kita juga bisa menghitung luas lantai yang kita peroleh.

#### 8. *Interference Check*

Kita dapat menggabungkan beberapa model dari file berbeda ke dalam satu file "overlay"; misalnya model arsitektur, struktural, dan MEP kemudian melakukan pemeriksaan interferensi untuk melihat apakah ada komponen yang bertabrakan.

#### 9. Kemampuan Ekspor Dan Impor

Revit mendukung berbagai format file untuk impor dan ekspor, termasuk DGN, DWG, DWF, DXF, IFC, SAT, SKP, AVI, ODBC, gbXML, BMP, JPG, TGA, dan TIF. Di Revit juga dimungkinkan untuk mentransfer objek seperti garis, busur, lingkaran, dan geometri 3D untuk digunakan dalam aplikasi lain seperti 3ds Max atau Autodesk VIZ untuk visualisasi yang lebih baik.

#### 10. Integrasi 2D dan 3D DWF

Revit dapat menghasilkan gambar 2D dan 3D dalam format DWF dan bagi kalangan non teknis yang hanya bisa melihat gambar dapat menggunakan aplikasi Autodesk Design Review yang dapat diunduh gratis. (Dwiandito 2016)

### **2.8. Pekerjaan Struktural**

Diketahui bahwa fungsi utama suatu bangunan khususnya rumah adalah sebagai pelindung dari panas, hujan, angin dan pengaruh alam lainnya. Oleh karena itu, rumah haruslah kokoh dan kuat. Rumah yang kokoh dan kuat harus dirancang dengan struktur konstruksi yang menggunakan bahan bangunan yang tepat dan campuran adukan yang tepat agar menghasilkan rumah tinggal yang kokoh dan kuat.

Struktur bangunan gedung dapat dipahami sebagai bagian-bagian yang membentuk suatu bangunan, mulai dari pondasi, *sloof*, dinding, kolom, *ring*, rangka dan atap. Kegunaan dari struktur adalah untuk menunjang keberadaan unsur-unsur non-struktural termasuk unsur tampak, detail interior dan arsitektur sehingga membentuk satu kesatuan. Struktur bangunan terdiri dari 3 bagian antara lain:

#### 1. Struktur bawah

2. Struktur tengah
3. Struktur bawah

### **2.8.1. Prinsip-Prinsip Dasar Struktural**

Mengekspresikan bentuk arsitektur dengan pendekatan aspek struktur akan mencerminkan kekuatan, kestabilan struktur dan keseimbangan, dengan penjelasan 3 aspek tersebut sebagai berikut:

1. Kekuatan

Kekuatan adalah kemampuan membangun elemen dan bagian struktur. orang yang bekerja secara vertikal atau horizontal untuk menopang beban – beban tersebut tercipta. Elemen struktur vertikal berbentuk kolom mempunyai fungsi menahan gaya-gaya vertikal yang diteruskan dan didistribusikan ke arah substruktur dan pondasi bangunan. Anggota struktur horizontal meliputi struktur lantai dan balok (balok utama dan subbalok) untuk menopang beban mati dan beban hidup yang disalurkan ke kolom.

2. Kestabilan

Kestabilan suatu bangunan adalah kemampuan bangunan tersebut dalam mengatasi gaya-gaya luar seperti angin, gempa bumi atau gravitasi bumi. Hal ini dapat dicapai dengan mengekspresikan massa atau membentuk struktur bangunan yang memberikan perilaku struktural yang stabil.

3. Keseimbangan

Keseimbangan adalah perilaku massa bangunan dalam mengatasi gaya gravitasi dan hembusan angin. Dimana struktur tersebut dicapai dengan menyediakan bidang vertikal besar (dinding geser atau dinding penahan) yang berfungsi meneruskan beban dan membentuk sudut dengan permukaan tanah.

### **2.8.2. Model Struktural**

Setelah melalui tahap desain yang dilakukan pada software Autodesk Revit 2021 dan melakukan import komponen struktur yang direncanakan, maka

hasil akhir berupa model struktur 3D lengkap, tahap selanjutnya adalah memasukkan informasi dan spesifikasi komponen struktur bahan.

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

*Quantity take-off* (QTO) merupakan salah satu tahapan yang paling penting pada proyek konstruksi, yang mana sebuah perhitungan dilakukan untuk menetapkan volume, bobot, dan mengestimasi biaya pekerjaan yang kemudian disusun dalam dokumen rencana anggaran biaya (RAB). *Quantity take-off* (QTO) memiliki fungsi selama berlangsungnya suatu proyek, yaitu sebagai perkiraan biaya suatu proyek pada tahap awal, membantu pengestimasian biaya dan durasi pekerjaan pada proses penyusunan RAB, merencanakan dan memperkirakan pekerjaan pada tahap pra-konstruksi, dan sebagai pengendali pada aspek pembiayaan pada tahap pelaksanaan konstruksi. *Quantity Take Off* (QTO) dalam pengerjaan struktur dapat dikerjakan dengan dua metode yaitu metode konvensional dan metode *Building Information Modeling* (BIM).

Metode konvensional yang diterapkan dalam *Quantity Take Off* QTO kurang efisien terhadap waktu dan kurang akurat karena dalam perhitungan volume pekerjaan dilakukan secara manual yakni dengan menghitung dimensi material bangunan seperti volume, panjang, luas, lebar, dan lain-lain. Metode konvensional membutuhkan SDM dan pengeluaran biaya yang lebih banyak dibandingkan metode BIM karena dalam perencanaannya dilakukan menggunakan *Microsoft Excel* sebagai alat bantu dalam perhitungan volume pekerjaan.

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

### **2.9.1. Quantity Take Off (QTO) Dengan Metode Konvensional**

Metode konvensional dilakukan dengan menghitung secara manual menggunakan *Microsoft Excel* dan *AutoCAD* berdasarkan gambar *shop drawing* dan spesifikasi teknis yang dipakai. Perhitungan volume beton dengan metode konvensional dilakukan dengan rumus:

➤ Volume Sloof, Balok dan Kolom

$$V = A \times Ln$$

dengan:

$$V = \text{Volume (m}^3\text{)}$$

$$A = \text{Luas Penampang (m}^2\text{)}$$

$$Ln = \text{Panjang Bersih (m')}$$

➤ Volume Pondasi Raft, Plat, *Shearwall*, dan *Corewall*

$$V = A \times t$$

dengan:

$$V = \text{Volume (m}^3\text{)}$$

$$A = \text{Luas Area (m}^2\text{)}$$

$$t = \text{Tebal (m')}$$

### 2.9.2. *Quantity Take Off (QTO) Dengan Metode Building Information Modeling (BIM)*

Metode BIM dilakukan menggunakan *software Autodesk Revit*. Langkah awal dari metode BIM adalah memahami gambar denah dari *shop drawing* dan spesifikasi yang digunakan. Selanjutnya dilakukan pemodelan struktur beton mulai dari pemodelan pondasi, sloof, kolom, balok, *shearwall*, dan *corewall*. Pembuatan model 3D harus menyesuaikan aturan dalam perhitungan metode konvensional agar kedua metode tersebut dapat dibandingkan. Setelah pemodelan selesai dilanjutkan dengan perhitungan volume beton.

### 2.10. Rencana Anggaran Biaya

Yang dimaksud dengan Perencanaan dan Biaya ini adalah merencanakan sesuatu dalam bentuk faedah dalam penggunaannya, beserta besar biaya yang diperlukan dan susunansusunan pelaksanaan dalam bidang administrasi maupun pelaksanaan kerja dalam bentuk teknik. Perencanaan biaya suatu bangunan atau proyek ialah perhitungan biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biayabiaya yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan dan proyek tersebut.

Perencanaan biaya nyata/aktual adalah proses perhitungan volume pekerjaan, harga dari berbagai macam bahan dan pekerjaan pada suatu bangunan atau proyek berdasarkan data-data yang sebenarnya. Kegiatan perencanaan merupakan dasar untuk membuat sistem pembiayaan dari jadwal pelaksanaan konstruksi, untuk meramalkan kejadian pada suatu bangunan atau proyek, berdasarkan data-data yang sebenarnya. 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, seseorang 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. Material atau bahan
2. Produktivitas tenaga kerja
3. Ketersediaan peralatan
4. Menghitung besarnya overhead
5. Menghitung besarnya pajak
6. Biaya perizinan

Berikut rumus perhitungan anggaran biaya dengan persamaan:

$$\text{RAB} = \Sigma (\text{Volume} \times \text{Harga Satuan})$$

Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat, dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda dimasing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja.