

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan beberapa penelitian yang masih berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu

Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Danny dkk (2019)	Analisa <i>Quantity Take Off</i> dengan Menggunakan <i>Autodesk Revit</i>	Universitas Kristen Petra Surabaya	Menggunakan <i>Software Autodesk Revit</i> untuk menghitung <i>quantity take off</i> material	<i>Revit</i> memiliki kelebihan dalam menghitung <i>quantity take off</i> karena mampu menghitung volume dengan tepat dan efisien
Ammaliya dkk (2022)	Penerapan <i>Building Information Modelling</i> (BIM) Menggunakan <i>Autodesk Revit</i> Pada Gedung Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri (RSTPN) Universitas Lampung	Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri (RSTPN) Universitas Lampung	Menggunakan <i>software Autodesk Revit</i> untuk menghitung volume pekerjaan struktur dan arsitektur	Hasil dari penelitian ini adalah implementasi BIM dapat memudahkan Informasi yang dibutuhkan karena <i>output</i> yang dihasilkan lebih efektif dan efisien sehingga mengurangi <i>waste</i> material
Cindy F. Mieslenna dan Andreas Wibowo (2019)	Mengeksplorasi Penerapan <i>Building Information Modelling</i> (BIM) Pada Konstruksi Indonesia dari Perspektif Pengguna	Jakarta	Menggunakan metode kualitatif dengan melakukan wawancara dengan praktisi BIM	Hasil dari penelitian ini adalah BIM mampu mengontrol konstruksi dengan baik mendeteksi konflik selama tahap desain

Itsna dkk (2022)	Implementasi <i>Building Information Modelling</i> (BIM) dalam Estimasi Volume Pekerjaan Struktural dan Arsitektural	Rumah Sehat Baznas (RSB) Berau	Menggunakan <i>software Revit</i> untuk membuat model 3D dan perhitungan estimasi volume pekerjaan	Hasil dari penelitian ini adalah <i>Autodesk Revit</i> mampu meminimalisir kesalahan perhitungan pekerjaan volume terhitung dua kali dan mampu mendeteksi terjadinya <i>clash</i>
Agiel dkk (2019)	Penerapan BIM Pada Pembangunan Struktur Kantor Dinas Perpustakaan dan Arsip Kabupaten Lima Puluh Kota Menggunakan <i>Software Tekla Structures</i>	Kantor Dinas Perpustakaan dan Arsip Kabupaten Lima Puluh Kota	Menggunakan <i>Software Tekla Structures</i> untuk menghitung kebutuhan biaya pekerjaan struktur	Hasil penelitian ini mengetahui detail dari struktur dan dapat mengetahui kebutuhan material pekerjaan dengan analisa <i>quantity take off</i>

2.2 Pengertian Proyek

Proyek merupakan suatu usaha sementara yang dilakukan untuk mencapai tujuan tertentu, yang melibatkan kegiatan – kegiatan yang sudah direncanakan, yang terkoordinasi, dan terkendali. Proyek memiliki awal dan akhir yang jelas, serta memiliki sumber daya dan anggaran yang sudah ditentukan yang akan digunakan untuk mencapai hasil yang diinginkan.

(Nurhayati, 2010) menjelaskan proyek adalah upaya atau aktivitas yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan – harapan penting dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia, yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu.

2.3 Manajemen Proyek

Pengertian dari manajemen proyek adalah suatu proses dalam merencanakan, memimpin, mengorganisasikan, dan membentuk sumber daya dalam suatu tujuan untuk mencapai target yang sudah ditentukan dengan memperhatikan keterbatasan waktu, biaya, dan sumber daya. Pada dasarnya dalam pengolahan suatu proyek terdapat tiga unsur manajemen yaitu:

- a. Mempunyai tujuan atau target tertentu yang ingin dicapai
- b. Terdapat proses kegiatan dalam mencapai target tertentu tersebut
- c. Memerlukan sumber daya dalam proses kegiatan agar mencapai tujuan tersebut.

Jadi, agar suatu proyek tertentu dapat mencapai target yang sudah ditentukan harus adanya sebuah perencanaan yang baik, koordinasi yang baik, serta pengawasan yang baik sehingga tujuan bisa tercapai.

(Husen, 2009) mengemukakan bahwa manajemen proyek adalah penerapan ilmu pengetahuan, keahlian dan keterampilan, cara teknis yang terbaik dan dengan sumber daya yang terbatas untuk mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja biaya, mutu dan waktu serta keselamatan kerja.

(Dimiyati & Nurjaman 2014) menjelaskan fungsi manajemen terbagi menjadi tiga yaitu *Planning, Organizing, Actuating, dan Controlling*.

- a. Fungsi Perencanaan (*Planning*)
Fungsi ini mempunyai tujuan untuk mengambil keputusan rencana jangka panjang dan pendek yang akan dilakukan.
- b. Fungsi Organisasi (*Organizing*)
Fungsi organisasi bertujuan untuk membentuk kumpulan kegiatan yang memiliki tujuan berbeda namun saling berinteraksi untuk mencapai tujuan organisasi seperti Menyusun penjadwalan proyek
- c. Fungsi Pelaksanaan (*Actuating*)
Fungsi ini untuk menyelaraskan semua pelaku yang termasuk di organisasi untuk melaksanakan kegiatan, seperti pengarahan tugas dll

d. Fungsi Pengendalian (*Controlling*)

Fungsi pengendalian ini bertujuan untuk mengukur kualitas dan menganalisa serta mengevaluasi kegiatan

2.4 Building Information Modelling (BIM)

Building Information Modelling (BIM) adalah proses digital yang melibatkan pembuatan, pengelolaan, dan berbagi informasi tentang suatu proyek bangunan atau infrastruktur. BIM melibatkan pembuatan model dari bangunan atau proyek infrastruktur, yang kemudian dapat digunakan untuk mensimulasikan proyek yang akan dibangun tersebut. Hal ini dapat membantu mengidentifikasi potensi masalah dan konflik sebelum pekerjaan dimulai dan juga dapat mengurangi resiko kesalahan. Model BIM dapat juga digunakan untuk menghitung biaya dan waktu, memfasilitasi koordinasi antara tim yang terlibat, dan memberikan informasi penting untuk pemeliharaan di masa depan.

Menurut Baskoro (2019) *Building Information Modelling* (BIM) merupakan sebuah konsep atau proses yang bertujuan untuk menghasilkan dan mengelola data proyek secara real-time dalam siklus proyeknya dengan menggunakan bentuk tiga dimensi (3D). Tujuan utama dari BIM adalah untuk meningkatkan produktivitas dalam proses perencanaan dan konstruksi dengan mendapatkan informasi – informasi seperti informasi geometris, geometri bangunan, hubungan spasial, sifat dari komponen bangunan itu sendiri, kebutuhan material, jumlah biaya, dan penjadwalan.

Penggunaan BIM dapat membantu meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam industri konstruksi dengan mempercepat proses perencanaan dan konstruksi, serta dapat meminimalkan kesalahan dan revisi yang dilakukan. BIM dapat diartikan sebagai sebuah proses virtual yang mencakup seluruh aspek, disiplin, dan sistem fasilitas dalam satu model virtual. Model tersebut memungkinkan semua anggota tim desain, seperti pemilik, arsitek, dan insinyur, kontraktor, subkontraktor, dan pemasok untuk bekerja sama secara lebih akurat dan efisien daripada menggunakan proses tradisional. Ketika model dibuat, anggota tim secara terus-menerus melakukan penyempurnaan dan penyesuaian pada bagian mereka sesuai

dengan spesifikasi proyek dan perubahan desain. Hal ini bertujuan untuk memastikan model tersebut semaksimal mungkin akurat sebelum proyek secara fisik dimulai (Carmona & Irwin, 2007)

2.4.1 Manfaat Building Information Modelling (BIM)

Building Information Modelling (BIM) telah ditetapkan oleh *American Institute of Architects* (AIA) sebagai model berbasis teknologi yang berhubungan dengan database berdasarkan informasi proyek. Hal ini membuktikan bahwa teknologi database dapat diandalkan. Kehadiran teknologi informasi berbasis digital saat ini sedang menjadi tren di dunia industri konstruksi, hal ini berdampak peningkatan produktivitas dan efisiensi di industry tersebut. *Building Information Modelling* (BIM) menjadi tren di negara maju seperti Jerman, Amerika Serikat, Austria, dan Singapura. Dengan pemanfaatan data digital untuk mempresentasikan kondisi fisik bangunan secara akurat sehingga dapat mengidentifikasi risiko dengan optimal. Penggunaan BIM dan manajemen data yang terlibat di dalamnya mungkin evolusi terhadap desain, pembangunan, pelaksanaan proyek menjadi lebih handal, lebih cepat dan lebih efisien. Berikut ini adalah manfaat penggunaan BIM:

- a. Manfaat pra konstruksi untuk *owner*
 - 1) Konsep, kelayakan dan manfaat desain
 - 2) Meningkatkan kinerja dan kualitas bangunan
- b. Manfaat desain
 - 1) Visualisasi desain yang lebih akurat
 - 2) Tingkat koreksi yang tinggi saat melakukan perubahan desain
 - 3) Menghasilkan gambar 2D yang akurat dan konsisten pada setiap tahap desain
 - 4) Beberapa desain disiplin dapat berkolaborasi
 - 5) Memudahkan pengawasan terhadap desain
 - 6) Memprediksi biaya selama tahap desain
 - 7) Meningkatkan efisiensi energi dan berkelanjutan
- c. Manfaat konstruksi dan fabrikasi
 - 1) Menemukan jika ada kesalahan sebelum konstruksi

- 2) Bereaksi cepat terhadap masalah proyek atau desain
 - 3) Menggunakan model desain sebagai dasar komponen fabrikasi
 - 4) Implementasi yang lebih baik dan teknik konstruksi yang ramping
 - 5) Sinkronisasi pengadaan dengan desain dan konstruksi
- d. Keuntungan pasca-konstruksi
- 1) Mengelola dan mengoperasikan fasilitas yang lebih baik
 - 2) Integrasi dengan sistem manajemen fasilitas.

Menurut (Eastman et al., 2011) BIM merupakan sebuah perubahan paradigma yang membawa manfaat tidak hanya bagi mereka yang bekerja di dunia konstruksi, tetapi juga bagi masyarakat secara umum. Mereka berpendapat bahwa bangunan yang lebih baik adalah bangunan yang dibangun dengan energi, tenaga kerja, dan modal yang lebih sedikit selama tahap pembangunan. BIM adalah sebuah platform digital untuk membuat bangunan virtual yang memiliki banyak informasi terkait bangunan tersebut. Dengan penerapan BIM, model bangunan tersebut harus dapat memuat seluruh informasi yang dibutuhkan untuk berkolaborasi, memprediksi dan membuat keputusan terkait desain, konstruksi biaya, dan pemeliharaan bangunan.

Pada tahap desain, *Building Information Modelling* (BIM) memberikan manfaat dengan memungkinkan arsitek untuk menyeimbangkan aspek jadwal dan biaya dalam sebuah proyek bangunan. Jika terjadi perubahan dalam salah satu variabel tersebut, seperti biaya, waktu atau ruang lingkup proyek, akan berdampak pada hubungan antara konsultan dan klien. Namun, dengan menggunakan BIM semua informasi penting sudah tersedia sehingga keputusan terkait proyek dapat diubah dengan lebih cepat dan efektif.

Dengan BIM, objek 3D dapat diperiksa secara otomatis untuk menemukan kesalahan atau kendala sehingga kesalahan dapat dikurangi. BIM dipilih karena bentuk geometri dan propertinya diberlakukan seperti di dunia nyata, tidak seperti konsep dan metode CAD yang menggunakan layering dan perumpamaan. BIM mengubah cara AEC (tim proyek) bekerja sama untuk berkomunikasi, memecahkan masalah, dan membangun proyek lebih baik, cepat, dan dengan biaya lebih rendah. (BIM PUPR, Institut BIM Indonesia 2019)

2.4.2 Istilah Dalam Building Information Modelling

Pada saat pengerjaan menggunakan BIM, mungkin akan menjumpai berbagai istilah asing. Beberapa istilah yang ada pada BIM adalah sebagai berikut:

a. *Asset Information Model (AIM)*

AIM atau *Asset Information Model* adalah sub jenis informasi sebuah model yang berfungsi untuk pemeliharaan, pengelolaan, dan pengoperasian aset selama siklus hidup sebuah bangunan. *AIM* dapat digunakan sebagai satu-satunya informasi tentang aset, sebagai sarana untuk mengakses ke sistem perusahaan, dan dapat dijadikan sebagai sarana menerima dan memusatkan informasi dari pihak lain pada seluruh tahapan proyek.

b. *As-Built Model*

As-Built Model adalah sebuah model 3D yang telah diperbarui dengan spesifikasi terbaru, sesuai pesanan tambahan dari pemilik, dan modifikasi lainnya yang telah dimodifikasi secara teratur dan terkoordinasi selama konstruksi. Model ini diserahkan kepada pemilik yang mencakup salinan *shop drawing*, data produk, sampel dan *submittals* yang disetujui.

c. *Bill of Quantities – BoQ / BQ*

Bill of Quantities – BoQ / BQ adalah daftar rinci bahan dan tenaga kerja yang disusun oleh seorang quantity surveyor untuk membuat daftar kebutuhan proyek. Pembuatan *BoQ* sangat terbantu oleh BIM, tergantung pada tingkat detail dan akurasi yang disepakati sebelum dimodelkan.

d. *BIM Coordinator* adalah perantara antara BIM manajer dan tim modeler. Seorang *Bim Coordinator* bertanggung jawab menerapkan standar dan protokol pemodelan yang telah ditetapkan oleh *BIM Manager* serta mengkoordinasikan aktivitas sehari-hari agar proyek dapat mencapai tujuan.

e. *BIM Dimension Information*

BIM Dimension Information merujuk pada informasi tentang objek yang terdapat dalam model atau properti objek diluar representasi grafis. Istilah ini menggambarkan hubungan yang cerdas antara komponen CAD 3D dan

semua aspek manajemen siklus hidup proyek. Biasanya disebut akronim 4D (waktu), 5D (biaya), dan 6D (manajemen siklus bangunan)

f. *BIM Execution Plan (BEP)*

BIM Execution Plan (BEP) adalah sebuah dokumen yang berfungsi sebagai kesepakatan terkait proses dan dokumen yang akan diserahkan kepada klien selama proyek. Dokumen ini bertujuan untuk menghindari konflik selama proses pengerjaan proyek.

g. *BIM Manager*

Bim Manager adalah individu yang memimpin administrasi dan manajemen proses BIM pada proyek. Ruang lingkup manajemen dapat mencakup pengorganisasian, penjadwalan, perencanaan, pengarahan, pengendalian, pemantauan, dan evaluasi untuk memastikan konsistensi dengan tujuan agar tetap selaras dengan tujuan proyek.

h. *BIM Maturity Level*

BIM Maturity Level merupakan suatu konsep yang menggambarkan variasi tahapan evolusi yang telah dan akan direncanakan berdasarkan pendekatan kolaboratif dalam sistem BIM.

i. *BIM Process*

BIM Process adalah sekumpulan penjelasan tentang bagaimana penggunaan model yang telah ditentukan, alur kerja, dan metode pemodelan digunakan untuk mencapai hasil informasi yang spesifik, berulang, dan dapat diandalkan dari model. Kualitas informasi yang dihasilkan dari model dipengaruhi oleh metode pemodelan yang digunakan. Penggunaan dan berbagi model BIM secara efektif dan efisien tergantung pada kapan dan mengapa model tersebut digunakan, serta beberapa baik model tersebut dapat mendukung hasil proyek dan pengambilan keputusan.

j. *Collaboration*

Collaboration adalah kolaborasi dalam mendesain bangunan dan proyek konstruksi yang melibatkan kerja sama antara berbagai disiplin ilmu yang berbeda. Hal ini juga melibatkan koordinasi dan integrasi informasi, prosedur, dan sistem.

k. *Common Data Environment (CDE)*

Common Data Environment (CDE) adalah sumber informasi satu-satunya dalam sebuah proyek yang digunakan untuk mengumpulkan, mengelola, dan menyebarkan semua dokumen proyek yang perlu disetujui oleh tim multi-disiplin dalam proses BIM. CDE merupakan infrastruktur utama BIM.

l. *Conceptual Design*

Conceptual Design adalah tahap proses desain dimana cakupan dan karakteristik keseluruhan proyek ditentukan sebagai respons terhadap lokasi, pertimbangan perencanaan, arahan, anggaran, dan program klien.

m. *Construction Operations Building Information Modelling Exchange (COBie)*

Construction Operations Building Information Modelling Exchange (COBie) adalah sistem untuk mengumpulkan informasi selama proses desain dan konstruksi proyek yang dapat digunakan untuk manajemen fasilitas, termasuk operasi dan pemeliharaan. Sistem ini menggunakan lembar kerja Excel yang telah diformat sebelumnya untuk mengumpulkan informasi tersebut. COBie mengurangi proses saat ini yang melibatkan memberikan sejumlah besar dokumen kertas ke operator fasilitas setelah konstruksi selesai. Dengan COBie, tidak lagi diperlukan pengambilan data setelah penyerahan bangunan dan membantu mengurangi biaya operasional.

n. *Datum Files*

Datum Files adalah file model yang berisi elemen patokan seperti koordinat, level, dan grid. File ini digunakan sebagai referensi untuk membuat model semua disiplin.

o. *Deliverables*

Deliverables adalah produk desain dan engineering yang dikirimkan kepada pemilik, termasuk gambar-gambar, laporan desain, spesifikasi.

p. *Design Development*

Design Development adalah sebuah tahapan desain yang dimana biasanya terkait dengan desain skematik yang kemudian diperinci lebih lanjut.

q. *Facilities Management (FM)*

Facilities Management (FM) adalah pengelolaan dan pemeliharaan fasilitas yang efisien termasuk bangunan, dan infrastuktur.

r. *IFC (Industry Foundation Classes)*

IFC (Industry Foundation Classes) merupakan merupakan standar yang digunakan untuk format data netral yang menggambarkan, berbagi, dan menukar informasi dalam industri konstruksi dan manajemen fasilitas. Tujuan utama dari IFC adalah untuk menghubungkan berbagai jenis perangkat lunak BIM yang memiliki format data yang berbeda-beda.

s. *Level of Development (LOD)*

Level of Development (LOD) adalah sebuah acuan bagi para profesional dalam industri AEC (Architecture, Civil, Engineering) untuk menentukan dan menjelaskan tingkat detail dari hasil kerja mereka sesuai dengan fase desain dalam proses kerja BIM.

t. *Model*

Model bentuk representasi 3D dari berbagai elemen bangunan yang mewakili objek padat, lengkap dengan hubungan spasial dan dimensi yang akurat. Selain itu, model juga dapat berisi informasi atau data tambahan.

2.4.3 Dimensi Konstruksi BIM dan *Maturity Level*

Menurut Czmocha & tim (2014) implementasi konsep BIM memiliki tahapan-tahapan dalam merealisasikan sebuah bangunan yang pada umumnya dibagi menjadi lima dimensi. Selain memudahkan visualisasi dari 2D ke 3D, penerapan konsep BIM menghasilkan keluaran lainnya seperti 4D, 5D, 6D, bahkan sampai 7D. *Building Information Modelling* mempunyai tingkat dimensi (tahapan) yang menunjukkan tingkatan implementasi (*maturity level*) terhadap proses konstruksi. Berikut penjelasannya:

a. *3D / Parametric Data for Collaborative Work*

BIM 3D membantu berbagai semua pihak yang terkait proyek untuk lebih efektif dalam mengelola dan menganalisis masalah spasial dan struktural yang kompleks. Manfaat utamanya adalah meningkatkan visualisasi dan

komunikasi maksud desain, meningkatkan kolaborasi antar disiplin, dan mengurangi kesalahan komunikasi pada tahap desain yang dapat menyebabkan pekerjaan ulang yang tidak perlu. Terdapat beberapa aspek yang tercakup dalam 3D, antara lain sebagai berikut:

- 1) *3D Building data and information*
- 2) *Existing model data*
- 3) *Data prafabrikasi BIM*
- 4) *Reinforcement and structure analysis*
- 5) *Field layout and civil data*

b. *4D / Scheduling*

BIM 4D memungkinkan untuk memvisualisasikan progress selama proyek berjalan dari pembuatan hingga pengawasan agar pekerjaan dapat dioptimalkan. Terdapat beberapa aspek pada 4D, yaitu:

- 1) *Project Schedule and Phasing*
- 2) *Just in time schedule*
- 3) *Installation schedule*
- 4) *Payment visual approval*
- 5) *Last planner schedule*
- 6) *Critical point*

c. *5D / Estimating*

BIM 5D digunakan untuk menyusun anggaran dan kegiatan yang berkaitan dengan proyek. 5D, 3D (model) dan 4D (waktu) dijalankan secara bersamaan untuk memvisualisasikan perkembangan data kegiatan dan biaya dari waktu ke waktu. Beberapa aspek yang ada pada 5D adalah sebagai berikut:

- 1) *Conceptual cost planning*
- 2) *Quantity extraction to cost estimation*
- 3) *Trade verification*
- 4) *Value engineering*
- 5) *Prefabrication*

d. 6D / *Sustainability*

BIM 6D menggabungkan desain dengan evaluasi kinerja bangunan yang menekankan pada keberlanjutan dan prinsip-prinsip yang ramah lingkungan. Beberapa aspek yang tercakup dalam 6D adalah sebagai berikut:

- 1) *Energy analysis*
- 2) *Green building element*
- 3) *Green building certification tracking*
- 4) *Green building point tracking*

e. 7D / *Building Management*

BIM 7D memfasilitasi manajemen bangunan untuk memperoleh dan memantau informasi yang relevan mengenai aset, seperti status komponen, spesifikasi, manual pemeliharaan / operasi, data garansi, dan lain-lain dengan tingkat detail dan relevansi yang tinggi terhadap kondisi bangunan. Beberapa aspek yang tercakup dalam 7D adalah:

- 1) *Building life cycles*
- 2) *BIM as built data*
- 3) *BIM cost operation and maintenance*
- 4) *Bim digital lend lease planning.*

Berikut ini adalah *maturity level* implementasi BIM di beberapa negara yaitu sebagai berikut:

a. Level 0 BIM

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

b. Level 1 BIM

- 1) Untuk dokumentasi, perijinan dan informasi konstruksi menggunakan gambar 2D CAD dan pekerjaan desain konseptual dengan 3D modelling.
- 2) Informasi dan standard CAD dipadukan dalam bentuk elektronik.
- 3) Setiap disiplin, memiliki standard sendiri-sendiri.

c. Level 2 BIM

- 1) Semua pelaku bekerja dengan sendiri-sendiri tetapi model atau obyek akan dikolaborasikan
- 2) Pertukaran informasi menggunakan protokol dan format yang disetujui, seperti IFC atau COBie.

d. Level 3 BIM

- 1) Antar semua disiplin dan pelaku dapat berkolaborasi penuh mengerjakan, memodifikasi objek yang sama dalam satu objek (*shared object*).
- 2) Konsep ini dikenal *OpenBIM*.

2.4.4 Pemodelan 3D Pada BIM

Proses awal BIM dilakukan dengan membuat model digital 3D yang berisi seluruh informasi bangunan tersebut. Model ini digunakan sebagai alat untuk merencanakan pembangunan, perancangan, pelaksanaan serta pemeliharaan bangunan beserta infrastruktur untuk semua pihak yang terkait didalam pembangunan.

BIM mengubah cara tradisional dalam proses konstruksi yang seringkali mengalami konflik dan kesalahpahaman antar pihak yang terlibat. Hal ini disebabkan karena alur informasi yang tidak jelas dan tidak tercatat dengan baik. Masalah tersebut seringkali terdeteksi setelah proyek berjalan, akibatnya pekerjaan harus diulang dan berdampak pada keterlambatan waktu dan biaya yang lebih tinggi. Selain itu, penggunaan software konvensional yang berbeda seperti Autocad untuk desain gambar, SAP untuk analisa struktur, Ms. Excel untuk 2D perhitungan biaya dan volume dan Ms. Project untuk penjadwalan dapat menyebabkan ketidakakuratan dalam perhitungan material dan pekerjaan yang berpotensi menurunkan mutu pekerjaan secara keseluruhan. Dengan menggunakan BIM, semua informasi dan data terkait proyek dapat dicatat dengan jelas dan sistematis sehingga dapat mengurangi kesalahan dalam perhitungan dan meminimalkan konflik antar stakeholder.

Dalam BIM, kolaborasi yang efisien antar stakeholder seperti owner, arsitek, kontraktor, dan engineer sangat penting. Dengan bertukar informasi dengan

lancer baik data maupun geometri mereka dapat meminimalkan kesalahan dan mempercepat proses konstruksi sehingga pengoperasian bangunan menjadi lebih mudah dan biaya produksi lebih murah. Manajemen proses juga lebih mudah diakses dan actionable karena terpusat pada satu model informasi, yang dapat mengurangi konflik informasi diantara berbagai pihak.

Dengan demikian, kunci BIM bukan hanya ditekankan pada pemodelan 3 dimensi saja, tetapi bagaimana informasi tersebut dikembangkan, dikelola, dibagi dengan baik melalui berkolaborasi antar stakeholder.

Beberapa karakteristik *Building Information Modelling* adalah sebagai berikut:

- a. Produk BIM mengoperasikan suatu database digital melalui kolaborasi, dimana data proyek konstruksi disimpan dalam database dan bukan dalam file gambar atau *spreadsheet*. Informasi dalam database seperti gambar kerja, penjadwalan, estimasi biaya, dapat diedit dan dilihat ulang melalui format yang akrab bagi pengguna, seperti arsitek, ahli struktur, estimator, dan pekerja bangunan namun tetap terintegrasi ke dalam model yang sama.
- b. Dalam BIM, setiap perubahan akan terlihat pada semua tampilan. Data tersebut dapat dibagikan kepada setiap anggota tim melalui jaringan atau berbagi file. Setiap anggota dapat bekerja sendiri dan membagikan hasil kerjanya kepada rekan satu tim dan berkolaborasi untuk meningkatkan kualitas pekerjaan.
- c. Perubahan dalam database seperti tahap desain, konstruksi, dan operasional hingga komponen didalam database akan berpengaruh terhadap komponen lainnya. Contoh, jika ada perubahan seperti penggantian material akan memengaruhi estimasi biaya, proses lelang, dan pembangunan. Informasi tersebut akan dicatat dalam "history" dan dapat dievaluasi oleh anggota tim sehingga terjadinya proses kolaborasi.
- d. Mengumpulkan dan menyimpan berbagai data dan informasi untuk digunakan kembali dimulai dari saat arsitek menciptakan sketsa pada tahap survei awal. Kemudian, informasi ini berkembang menjadi rencana bangunan yang mencakup informasi seperti ketinggian lantai, potongan, dan

jadwal yang melekat padanya. Estimator dapat menggunakan informasi ini untuk memperkirakan biaya, sementara project manager konstruksi dapat memperkirakan penjadwalan dan fase konstruksi. Informasi bangunan ini juga dapat digunakan kembali untuk melakukan analisis energi, analisis struktur, pelaporan biaya, manajemen fasilitas, dan sebagainya

Pemodelan informasi bangunan umumnya digunakan selama perancangan, konstruksi dan operasi agar:

- a. Memberi dukungan untuk mengambil keputusan proyek
- b. Agar dapat dipahami antar stakeholder dengan jelas
- c. Memvisualisasikan solusi desain
- d. Membantu tahap desain dan koordinasi desain
- e. Meningkatkan keamanan selama tahap konstruksi dan sepanjang masa pakai gedung
- f. Mendukung analisis biaya dan siklus hidup proyek
- g. Membantu memindahkan data proyek ke software pengelolaan data selama pengoperasian
- h. Dengan anggota tim yang lebih sedikit dan meminimalisir penggunaan kertas maka dapat menekan biaya
- i. Kecepatan kerja meningkat dikarenakan jika ada perubahan dalam database maka otomatis terkoordinasi
- j. Dengan adanya perencanaan, dan penegelolaan informasi yang terkontrol, pekerjaan menjadi efektif, efisien, dan kualitas lebih tinggi.

2.4.5 Proses BIM pada proyek

Proses BIM pada setiap proyek tipikal memberikan garis besar mengenai apa saja *deliverable* yang dibutuhkan setiap tahapan proyek. Adapun contoh tahapannya sebagai berikut:

Tabel 2.2 Tahapan dan Output BIM Pada Proyek

TAHAPAN	OUTPUT
1. Persiapan dan konsep desain	a. Memahami kebutuhan klien dari briefing proyek

	b. Merumuskan dan mendefinisikan <i>BIM Execution Plan</i>
	c. <i>Setup BIM Project Template, Coordinate System, Grids, Level Height</i> , dan lainnya.
2. Desain Skematik (Prarancangan)	a. Model prarancangan MEP berdasarkan <i>massing</i> dari disiplin arsitektur dan struktur, serta model <i>site</i> (identifikasi tinggi langit-langit, bukaan, struktur utama dan pendukung, koneksi MEP di lahan)
	b. Menentukan kriteria desain (<i>design criteria</i>), <i>Key Service Connection, Service Routes dan Plant room</i>
	c. Model tata letak (<i>layout</i>) MEP secara prarancangan / skematik
	d. Gambar skematik
	e. Alternatif desain
3. <i>Detailed Engineering Drawing</i>	a. Memahami dan memvalidasi model arsitektur dan model struktur
	b. Menentukan zona, <i>spaces, service routes dan plant room</i>
	c. Kalkulasi layanan MEP (<i>Load and Sizing</i>)
	d. Tata letak model MEP dan detail BOQ
	e. Laporan <i>clash detection</i> dan resolusinya diantara disiplin MEP: <i>Plumbing, Fire Protection, HVAC</i> ,

	Elektrikal
	f. Laporan <i>clash detection</i> dan resolusinya diantara MEP dan arsitektur, struktur
	g. submisi ke TABG
	h. Dokumen tender
4. Konstruksi	a. Laporan validasi desain
	b. Resolusi/tanggapan atas RFI
	c. <i>Shop Drawing</i>
	d. <i>Detailed Schedule</i> material dan kuantitasnya
5. As Built	a. Model dan gambar <i>As Constructed</i>
	b. Manual O&M
	c. Laporan desain dan konstruksi
6. Manajemen fasilitas	a. <i>Model As Built</i>

(Sumber: Panduan Adopsi BIM Dalam Organisasi 2018)

2.4.6 Software BIM

Belakangan ini, banyak perusahaan perangkat lunak yang memusatkan perhatian pada pengembangan *software* BIM sehingga terdapat banyak jenis solusi perangkat lunak BIM yang tersedia. Perangkat-perangkat tersebut digunakan untuk mengelola berbagai aktivitas dalam proyek konstruksi dan digunakan dibidang teknik sipil, arsitektur, mekanikal, elektrikal dan plambing (MEP) serta manajemen fasilitas

Beberapa penyedia software terkemuka seperti Autodesk, menciptakan rangkaian program yang meliputi seluruh tahapan dalam siklus hidup bangunan (mulai dari desain, konstruksi, operasi). Setiap file yang dihasilkan dalam suatu program dapat dengan cepat dan mudah diimpor atau ekspor ke program lainnya. Ada beberapa jenis *software* yang biasa digunakan oleh para kontraktor untuk menggambar, merancang, membuat penjadwalan dan estimasi biaya serta pekerjaan MEP dilihat dibawah ini:

Tabel 2.3 *Software BIM* (Sumber Reinhardt, 2009)

Manufacturer	Product Name	Primary Function
Autodesk	Revit	3D Architectural Modeling and Parametric Design
	AutoCAD architecture	3D Architectural Modeling and Parametric Design
	AutoCAD MEP	3D MEP Modelling
	AutoCAD Civil 3D	Site Development
Bentley Systems	Bentley BIM Suite (Microstation, Bentley Architecture, Structural, Mechanical, Electrical, Generative Design)	3D Architecture, Structural, Mechanical, Electrical, and Generative Components Modeling
Graphisoft	ArchiCAD	3D Architectural Modeling
	MEP Modeler	3D MEP Modeling
RISA Technologies	RISA	Full suite of 2D and 3D Structural Design Application
Tekla	Tekla Structure	3D Detailed Structural Modelling

2.5 *Autodesk Revit*

Autodesk Revit merupakan sebuah program komputer yang memungkinkan pengguna untuk merancang struktur bangunan, arsitektur, mekanikal, elektrikal, dan plumbing (MEP). Dengan *software* ini pengguna dapat merancang bangunan dan struktur dengan pemodelan dalam 3D dan sekaligus menyajikan gambar dalam 2D. Revit adalah program CAD (*Computer Aided Design*) yang dibuat oleh Autodesk yang digunakan untuk membantu desainer dan perancang dengan berbagai keahlian. Awalnya program ini dikembangkan oleh perusahaan bernama Charles River pada tahun 1997, lalu pada tahun 2000 perusahaan tersebut mengubah namanya menjadi Revit Technology Corporation. Kemudian pada tahun 2002 Autodesk membeli perusahaan tersebut dan mengakuisisi program Revit.

Software ini tidak hanya digunakan untuk merancang bangunan, tetapi juga dapat membantu dalam perencanaan tahap pelaksanaan dari elemen bangunan dan menghasilkan informasi berupa jadwal pelaksanaannya.



Gambar 2. 1 Software Autodesk Revit 2020

Dengan menggunakan *Autodesk Revit*, arsitek dapat dengan mudah membuat konsep bentuk, *site planning*, dan fungsi untuk elemen arsitektur bangunan seperti dinding, kolom, lantai, pintu, dan jendela serta membuat atap. Selain itu, program ini juga dapat menghasilkan visual rendering 3D dan bahkan dapat membuat gambar hidup atau animasi.

Sementara bagi insinyur, program ini memungkinkan untuk pemodelan struktur bangunan dengan elemen struktur pondasi, rangka bangunan (dinding, kolom, dan balok) dalam konstruksi kayu, baja, atau beton. Terdapat juga fitur untuk desain pembesian serta *tools* untuk analisis struktur.

Autodesk Revit juga digunakan untuk perancangan utilitas bangunan seperti mekanikal, elektrik, dan plumbing. Oleh karena itu, program ini memungkinkan arsitek, insinyur struktur, dan insinyur sistem bangunan berkolaborasi pada satu proyek bangunan gedung dengan membuat desain secara terpisah sesuai bidangnya masing-masing, kemudian *Revit* dapat mengintegrasikan ketiga jenis desain tersebut. *Autodesk Revit* memiliki penggunaan yang sederhana dan mudah. Namun, kekurangan dari program ini adalah saat melakukan pemodelan pembesian dalam struktur beton, program ini sedikit berat sehingga memerlukan spesifikasi komputer yang tinggi.

Berikut ini adalah keunggulan dari *software Autodesk Revit*:

a. Hubungan dua arah

Dalam *software Autodesk Revit*, semua informasi disimpan pada suatu tempat. Oleh karena itu, ketika melakukan perubahan pada satu bagian, maka seluruh model akan berubah. Sebagai contoh, jika mengubah suatu objek 3D pada model, maka akan merubah pada tampak denah, rencana anggaran biaya (RAB)

b. Rencana Anggaran Biaya / BQ (Schedule)

Autodesk Revit memiliki fitur schedule yang memungkinkan pengguna untuk mengetahui tipe komponen yang digunakan pada model bangunan, seperti pintu, jendela, furniture, dan sebagainya beserta jumlahnya. Pada kolom schedule, pengguna dapat mengatur sesuai kebutuhan dan membuat formula, filter, dan kalkulasi yang dibutuhkan. Hal ini sangat membantu dalam menyusun rencana anggaran biaya dengan akurat.

c. Komponen *Parametrik*

Autodesk Revit memiliki komponen parametrik yang dikenal sebagai family yang memungkinkan pengguna untuk mengambil komponen dari libraru ataua membuat komponen kustom sesuai kebutuhan. Komponen ini dapat diubah ukurannya dan detailnya serta dapat dijadikan sebagai library baru.

d. *Optional Design*

Fitur ini memungkinkan pengguna untuk membuat dan mempelajari beberapa alternatif desain, dan mendapatkan kuantifikasi serta analisis yang membantu dalam mengambil keputusan desain.

e. Dokumentasi

Dapat menghasilkan gambar denah, tampak potongan, dan detail secara otomatis dari model tiga dimensi yang dibuat. Software ini juga dapat membuat gambar kerja sesuai standar dan menjadikannya sebagai library template.

f. *Material Takeoff*

Revit dapat membantu kita dalam menghitung estimasi biaya proyek secara rinci, cepat dan akurat, misalnya menghitung volume lapisan material pada dinding, lantai, kolom, dll.

g. *Revit Building Maker*

Membuat tahapan kerja yang baik dimana bisa memulai desain dengan konsep terlebih dahulu dengan fitur *massing* kita dapat membuat bentuk yang ekspresif dan juga dapat *mengimport massing* dari *Form-Z, Rhino, Sketchup, 3ds Max, AutoCAD*. Pada model *massing* kita dapat memilih setiap permukaan dan mengubahnya menjadi objek dinding, atap, lantai serta dinding curtain dan dapat menghitung luasan lantai yang didapat.

h. *Interference Check*

Dalam Autodesk Revit, kita dapat menggabungkan beberapa model dari file yang berbeda menjadi satu file melalui proses yang disebut superimpose. Hal ini dapat dilakukan dengan mengimpor file-file tersebut ke dalam satu proyek. Setelah itu, kita dapat melakukan *Interference Check* untuk mengetahui apakah ada komponen dari masing-masing model yang bertabrakan. Dengan demikian, fitur ini memungkinkan kolaborasi antara arsitek, struktur, dan MEP (Mechanical, Electrical, Plumbing) dalam satu proyek bangunan

i. Kemampuan *Export* dan *Import*

Autodesk Revit memiliki kemampuan untuk melakukan proses import dan export pada beberapa format file seperti DGN, DWG, DWF, DXF, IFC, SAT, SKP, AVI, ODBC, gbXML, BMP, JPG, TGA, dan TIF. Selain itu, Revit juga memungkinkan pengguna untuk mentransfer objek-objek seperti line, arc, circle, dan 3D geometri ke aplikasi lain seperti 3ds Max atau Autodesk VIZ untuk meningkatkan kualitas rendering.

j. Integrasi 2D dan 3D DWF

Autodesk Revit memiliki kemampuan untuk menghasilkan gambar baik dalam format 2D maupun 3D dalam bentuk file DWF. Untuk orang yang tidak memiliki latar belakang teknis dan hanya ingin melihat gambar saja, mereka dapat menggunakan aplikasi gratis bernama *Autodesk Design Review* yang dapat diunduh secara online. Dengan aplikasi ini, pengguna dapat melihat dan memberikan komentar pada gambar yang dihasilkan oleh *Revit*.

2.6 Struktur Bangunan

Struktur bangunan merupakan elemen penting dalam pembangunan sebuah gedung atau bangunan. Struktur bangunan bertugas untuk menahan beban-beban yang bekerja pada bangunan seperti beban gravitasi, beban angin, beban gempa dan sebagainya. Beban-beban ini harus ditahan dengan kuat oleh struktur bangunan agar tidak terjadi kerusakan atau bahkan runtuhnya bangunan. Oleh karena itu, perencanaan dan pembuatan struktur bangunan harus dilakukan dengan sangat teliti dan akurat.

Ada beberapa jenis struktur bangunan yang umumnya digunakan, di antaranya adalah struktur balok, struktur kolom, dan struktur plat. Struktur balok adalah elemen struktural yang berfungsi untuk menahan beban horizontal seperti beban angin, beban gempa, dan beban lainnya. Sedangkan struktur kolom bertugas untuk menahan beban vertikal seperti beban dari lantai dan beban atap. Struktur plat adalah elemen struktural yang berfungsi sebagai penutup atau alas lantai.

Pemilihan jenis struktur bangunan sangat tergantung pada karakteristik bangunan itu sendiri. Faktor yang mempengaruhi pemilihan jenis struktur antara lain tinggi bangunan, bentuk bangunan, dan beban yang bekerja pada bangunan. Selain itu, pemilihan material untuk struktur bangunan juga sangat penting. Beberapa material yang umum digunakan untuk struktur bangunan antara lain beton, baja, kayu, dan batu. Setiap material memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan dan pembuatan struktur bangunan.

Dalam pembangunan sebuah bangunan, struktur bangunan harus dipersiapkan dengan sangat hati-hati. Struktur bangunan harus dirancang dan dibuat agar dapat menahan beban-beban yang dihadapinya dengan kuat dan stabil. Oleh karena itu, perlu dilakukan perencanaan yang matang dan perhitungan yang akurat agar dapat menghasilkan struktur bangunan yang aman dan tahan lama. Selain itu, pemilihan jenis struktur bangunan dan material yang tepat juga sangat penting untuk menghasilkan bangunan yang berkualitas dan sesuai dengan kebutuhan.

Pada umumnya, ada dua jenis struktur bangunan, yaitu struktur atas dan struktur bawah. Namun, ada pula yang membagi struktur bangunan ke dalam tiga jenis dengan tambahan struktur tengah. Namun, baik dua jenis maupun tiga jenis struktur bangunan tersebut sama-sama memiliki semua komponen yang diperlukan dalam sebuah bangunan. Struktur atas adalah bagian dari bangunan yang berada di atas permukaan tanah. Struktur ini berfungsi sebagai penopang bangunan dan berbentuk memanjang ke atas, seperti rangka, kuda-kuda, dan balok. Di sisi lain, struktur bawah adalah bagian dari bangunan yang bersentuhan langsung dengan permukaan tanah. Komponen ini berfungsi untuk menjaga keseimbangan dan memikul beban yang ada di atasnya. Struktur bawah ini meliputi pondasi dan struktur basement.

Dibawah ini adalah yang termasuk dalam komponen-komponen struktur bangunan yaitu:

a. Pondasi

Pondasi adalah komponen struktur bangunan yang bertugas menopang beban bangunan dan menyalurkannya ke tanah di bawahnya. Pondasi dibangun di bawah tanah dan terdiri dari beberapa jenis, seperti pondasi dalam, pondasi dangkal, dan sumuran.

b. Kolom

Kolom adalah elemen struktur vertikal yang berfungsi untuk menahan beban dari atap, lantai, dan beban lainnya dan menyalurkannya ke pondasi. Kolom sering dibangun dari bahan beton atau baja.

c. Balok

Balok adalah elemen struktur horizontal yang berfungsi untuk menahan beban vertikal seperti lantai, atap, dan beban lainnya. Balok biasanya diletakkan secara mendatar dan terhubung dengan kolom dan dinding.

d. Plat lantai

Plat lantai adalah elemen struktur horizontal yang berfungsi sebagai alas bagi aktivitas manusia di dalam bangunan. Plat lantai terbuat dari berbagai bahan seperti kayu, beton, atau baja, dan bertumpu pada balok dan kolom.

e. Tangga

Tangga adalah elemen struktur vertikal yang berfungsi untuk menghubungkan lantai yang satu dengan yang lain. Tangga terdiri dari anak tangga, plat, dan pegangan. Tangga dapat dibuat dari berbagai bahan seperti beton, kayu, dan baja.

f. Kerangka atap

Kerangka atap adalah elemen struktur yang terletak di bagian paling atas bangunan dan berfungsi untuk menopang bahan atap. Kerangka atap terdiri dari rangka atap dan penopang rangka atap, yang terbuat dari bahan kayu atau baja. Rangka atap berfungsi untuk menahan beban dari bahan penutup atap.

2.6 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya atau biasa disebut BQ (Bill of Quantity) adalah suatu dokumen yang berisi daftar barang dan jasa yang dibutuhkan untuk sebuah proyek konstruksi atau bangunan, disertai dengan perkiraan harga dan jumlahnya. BQ biasanya disusun oleh seorang estimator atau cost engineer, dan berfungsi sebagai dasar untuk menghitung biaya proyek secara keseluruhan. Dalam proses perencanaan dan pelaksanaan proyek, BQ sangat penting untuk menghindari kesalahan perhitungan biaya dan memastikan kecukupan anggaran. Selain itu, BQ juga dapat menjadi dasar untuk melakukan pengadaan barang dan jasa pada proyek.

Bill of Quantity juga dapat menjadi alat komunikasi antara pemilik proyek, pengembang, arsitek, insinyur, dan kontraktor dalam hal memperkirakan biaya suatu proyek. Dengan BQ yang jelas dan rinci, semua pihak yang terkait dapat memiliki pemahaman yang sama mengenai biaya dan sumber daya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. Selain itu, BQ juga dapat membantu dalam menentukan harga penawaran untuk proyek dan membuat kontrak yang adil dan transparan antara pemilik proyek dan kontraktor.

Oleh karena itu, BQ merupakan dokumen yang sangat penting dalam proses perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi atau bangunan.

Sebagai seorang perencana, perlu mempertimbangkan faktor lain yang dapat mempengaruhi biaya konstruksi selain material dan alat, seperti tenaga kerja, waktu pengerjaan, izin-izin yang diperlukan, dan risiko proyek. Perencana juga harus memahami bagaimana mengatur rencana anggaran biaya yang realistis dan dapat dicapai. Untuk itu, diperlukan pemahaman yang baik tentang perencanaan proyek dan perencanaan keuangan serta kemampuan menghitung biaya dengan akurat.

Dalam mempersiapkan rencana anggaran biaya, seorang perencana harus memperhatikan standar kualitas dan spesifikasi yang dibutuhkan. Rencana anggaran biaya harus mencakup semua biaya yang terkait dengan proyek, termasuk biaya untuk pengadaan material, biaya operasional, biaya tenaga kerja, dan biaya perizinan. Perencana harus membuat daftar biaya yang rinci dan memperkirakan jumlah uang yang dibutuhkan pada setiap tahapan proyek. Dengan begitu, penggunaan dana proyek dapat diatur dengan baik dan dapat meminimalkan risiko kelebihan anggaran atau keterlambatan proyek. Menurut Ibrahim (1993) menyatakan bahwa rencana anggaran biaya suatu proyek adalah perhitungan banyaknya anggaran biaya suatu proyek dan upah, serta biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek tersebut.

Hal lain yang ikut berkontribusi biaya adalah:

- a. Produktivitas tenaga kerja
- b. Ketersediaan material
- c. Ketersediaan peralatan
- d. Cuaca
- e. Jenis kontrak
- f. Masalah kualitas
- g. Etika
- h. Sistem pengendalian
- i. Kemampuan manajemen.

Adapun penyusunan RAB memiliki beberapa tahapan yaitu sebagai berikut:

- a. *Bill of Quantity* (BQ)
- b. Analisis biaya konstruksi (SNI)
- c. Harga Satuan Pekerjaan (AHS)
- d. Rencana Anggaran Biaya (RAB)
- e. Rekapitulasi

Menurut Sastraatmadja (1984) menyatakan bahwa rencana anggaran biaya terbagi menjadi 2 yaitu rencana anggaran biaya terperinci dan rencana anggaran biaya kasar sebagai berikut:

- a. Rencana Anggaran Biaya Kasar

Rencana Anggaran Biaya Kasar adalah suatu perhitungan sementara yang dilakukan untuk menentukan biaya suatu pekerjaan berdasarkan luasan yang dihitung. Untuk melakukan penafsiran biaya secara kasar, pengalaman kerja sangat mempengaruhi dalam menghitung biaya. Namun, perhitungan kasar ini memiliki sedikit perbedaan jika dibandingkan dengan perhitungan anggaran yang dihitung secara teliti. Pekerjaan dihitung dengan cara mengalikan setiap meter persegi luas bangunan dengan harga per meter persegi bangunan.

- b. Rencana Anggaran Biaya Terperinci

Rencana anggaran biaya terperinci merupakan perhitungan biaya bangunan atau proyek yang lebih detil dan akurat, sesuai dengan ketentuan dan persyaratan dalam penyusunan anggaran biaya. Penyusunan anggaran biaya terperinci didasarkan pada beberapa hal, antara lain:

- a. Bestek, yaitu dokumen yang memuat spesifikasi bahan dan syarat teknis yang harus dipenuhi dalam pelaksanaan proyek.
- b. Gambar bestek, yaitu gambar yang menunjukkan setiap volume pekerjaan yang akan dilakukan dan menjadi dasar untuk menghitung besarnya volume pekerjaan.
- c. Harga satuan pekerjaan, yaitu harga satuan untuk setiap bahan dan upah yang digunakan dalam proyek, yang didapat dari perhitungan analisis.

Terkait dengan penghitungan anggaran biaya suatu proyek, dibutuhkan perhitungan yang teliti, cermat, dan sesuai dengan syarat-syarat yang berlaku. Hal ini penting untuk memastikan bahwa dana yang dikeluarkan sesuai dengan kebutuhan proyek. Selain itu, perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja di setiap daerah dapat mempengaruhi besarnya anggaran biaya suatu proyek. Anggaran biaya suatu proyek dihitung dengan mengalikan hasil perkiraan volume dengan harga satuan pekerjaan yang bersangkutan. Oleh karena itu, diperlukan perhitungan yang matang dan terperinci agar anggaran biaya yang dihasilkan dapat dipercaya dan sesuai dengan kondisi lapangan. Perhitungan rencana anggaran biaya dapat diperoleh dengan menggunakan rumus dibawah ini.

$$\text{RAB} = \sum \text{volume} \times \text{harga satuan pekerjaan}$$