

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Building Information Modeling*

2.1.1. Pengenalan *Building Information Modeling*

Era digital telah membawa banyak perubahan bahkan dalam dunia konstruksi, hal ini diharapkan dapat meningkatkan produktifitas dan mengatasi masalah yang terjadi sehingga tidak membawa dampak yang besar terhadap biaya dan waktu pelaksanaan proyek. *Building Information Modeling* (BIM) sebagai representasi dari perkembangan digital dalam dunia konstruksi. BIM adalah proses pengembangan yang terintegrasi dan memanfaatkan model yang dihasilkan komputer untuk mensimulasikan desain, perencanaan, jadwal konstruksi, informasi biaya dan deteksi benturan seperti karakteristik fisik dan fungsional secara digital sebelum dibangun. (Raut & Valunjkar, 2017).

Konsep BIM adalah membangun konstruksi secara virtual sebelum konstruksi fisik sebenarnya untuk menyelesaikan masalah serta melakukan simulasi dan analisis dampak potensial (Smith D, 2007). BIM mampu membuat model geometris 3D bangunan dengan mengintegrasikan semua informasi proyek konstruksi secara rinci sehingga mampu membantu para pemangku kepentingan di industri

konstruksi untuk merencanakan, merancang, membangun, dan mengelola bangunan dan infrastruktur dengan lebih efisien (Rakib et al., 2019). Oleh karena itu, BIM memiliki peran penting dalam melakukan koordinasi dan integrasi oleh para pemangku kepentingan di industri konstruksi dalam pertukaran informasi.

Penggunaan BIM pertama kali didokumentasikan di industri konstruksi Indonesia pada tahun 2012 yang menunjukkan bahwa Indonesia tertinggal dari negara maju yang telah menggunakan BIM sejak tahun 2000 (Telaga, 2018). Pemanfaatan BIM di Indonesia masih sangat terbatas yang hanya diterapkan oleh pelaku bisnis tanpa adanya lembaga atau organisasi yang mengkoordinir antar pemangku kepentingan di industri konstruksi sehingga pencapaian dari penggunaan BIM di Indonesia masih jauh dari kata maksimal (Penerapan *Building Information Modeling*, 2019). Beberapa hal yang merupakan penghambat implementasi BIM di Indonesia adalah minimnya tenaga ahli yang menguasai BIM, hambatan teknologi, dan faktor eksternal seperti permintaan yang rendah dari klien, biaya investasi yang tinggi, dan ketidakcocokan *software* BIM (Telaga, 2018).

2.1.2. Dimensi dan Level *Building Information Modeling*

Pemodelan BIM bukan hanya berupa model 2D dan 3D yang mampu memvisualisasikan proyek secara realistis saja, namun dari model geometris 3D dapat dihasilkan output berupa 4D dengan kemampuan memvisualisasikan urutan konstruksi, 5D yang dapat mencetak *Quantity Take Off* (QTO) dan biaya estimasi serta part-lists, 6D yang mampu menguji model untuk menemukan konflik tata ruang serta mampu mempertimbangkan dampak lingkungan, dan bahkan sampai 7D yang digunakan dalam operasi dan pemeliharaan fasilitas sepanjang siklus hidupnya. (BIM Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018).

Menurut Yolanda (2020), BIM dibagi menjadi 4 level atau biasa disebut dengan “*BIM maturity levels*” yang mempresentasikan tingkatan sebuah proyek konstruksi dalam menerapkan implementasi dari BIM diantaranya sebagai berikut :

1. Level 0

Metode konvensional masih diterapkan pada tingkat ini dan akan menghasilkan pemodelan dalam bentuk 2D sehingga koordinasi dan kolaborasi antar komponen proyek konstruksi masih sangat minim.

2. Level 1

Pada tingkatan ini BIM mulai diterapkan dengan membuat pemodelan konstruksi secara virtual dalam bentuk 3D, dimana

seluruh informasi mengenai komponen-komponen yang membangun model virtual 3D itu akan disimpan dalam suatu wadah yang dapat diakses oleh para disiplin sehingga data informasi yang terkandung dalam model virtual 3D tersebut merupakan data-data yang terkolaborasi dengan baik.

3. Level 2

Pada level 2, hasil pemodelan 3D lengkap dengan seluruh informasi didalamnya akan ditambahkan dengan 2 dimensi lainnya yaitu manajemen waktu (4D) dan biaya proyek (5D).

4. Level 3

Level ini merupakan tingkatan terakhir dalam “BIM maturity levels” dimana seluruh dimensi yang ada pada level 1 dan level 2 akan diintegrasikan lagi dengan pengelolaan siklus hidup bangunan.

2.1.3. Manfaat *Building Information Modeling*

Seiring dengan perkembangan zaman dan semakin meningkatnya populasi dunia, membuat proyek-proyek industri AEC (*Architecture, Engineering dan Construction*) semakin kompleks, dalam hal ini BIM berperan sebagai kemajuan dari teknologi yang sangat dibutuhkan untuk membantu para profesional bekerja lebih efisien dan efektif. BIM digunakan untuk mendesain dan mendokumentasikan desain bangunan

dan infrastruktur, dimana hasil dari model tersebut dapat digunakan untuk analisis guna mengeksplorasi opsi desain dan untuk membuat visualisasi yang membantu pemangku kepentingan memahami seperti apa bangunan itu sebelum dibangun (www.autodesk.com).

BIM tidak hanya memungkinkan tim desain dan konstruksi untuk bekerja lebih efisien, tetapi juga memungkinkan membantu mereka dalam melakukan manajemen dokumen, karena dalam suatu proyek konstruksi akan ada banyak sekali *stakeholder* yang terlibat baik internal maupun eksternal sehingga pengelolaan dokumen akan lebih baik dilakukan secara digital agar masalah yang sering kali ditemukan seperti *update* data, pengajuan persetujuan, dan lain sebagainya dapat diminimalisir (Yolanda, 2020).

Berlian P., et al. (2016) mengidentifikasi kelebihan dari pengaplikasian BIM yang didasarkan pada kuesioner dan wawancara studi kasus. Hasil dari penelitian mereka adalah BIM memiliki beberapa kelebihan yaitu integrasi perangkat lunak, deteksi tabrakan desain, proses yang lebih cepat, penghematan sumber daya, dan penghematan biaya.

2.1.4. Perbedaan *Building Information Modeling* dengan Metode

Konvensional

Populasi penduduk yang semakin meningkat membuat permintaan dalam bidang konstruksi juga semakin meningkat. Hal ini

mendorong industri konstruksi untuk lebih dikembangkan agar lebih efektif dan efisien, lebih inovatif dan produktif dalam menghasilkan produk konstruksi yang berkualitas dan bernilai tinggi. *Building Information Modeling* (BIM) merupakan salah satu hasil dari perkembangan teknologi digital di bidang *Architecture, Engineering, and Construction* (AEC) yang mampu memberikan dampak besar dalam dunia konstruksi.

Berdasarkan hasil penelitian Berlian P., et al. (2016), apabila BIM dibandingkan dengan metode konvensional, BIM mampu menghemat waktu sebesar 50%, meminimalkan sumber daya manusia sebesar 26,66%, dan menghemat biaya sebesar 52,25%. Hal ini menunjukkan perbedaan karakteristik yang dimiliki oleh metode konvensional dengan BIM. Dapat dilihat pada proyek konstruksi yang menerapkan metode konvensional pada saat fase konstruksi akan terjadi peningkatan aktivitas didalam proyek karena pada umumnya permasalahan seperti ketidaksesuaian desain antar disiplin baru ditemukan ketika konstruksi sudah berjalan sehingga memungkinkan untuk terjadinya pengerjaan ulang (*rework*) yang nantinya akan berdampak terhadap biaya dan waktu, sedangkan BIM mampu menganalisis *clash* yang terjadi sejak fase desain dengan membuat model virtual 3D dari seluruh objek konstruksi sehingga masalah-masalah terkait koordinasi desain dapat dicari solusinya dan bisa diperbaiki sejak awal sebelum proses konstruksi yang sebenarnya dimulai

sehingga tidak lagi membawa dampak besar terhadap biaya dan waktu akibat perubahan yang harus dilakukan (Yolanda, 2020).

Menurut Usman Haider, et al. (2020), perbedaan metode konvensional dan BIM antara lain :

Tabel 2.1. Perbedaan Metode Konvensional dan BIM

Metode Konvensional	BIM
Menghabiskan waktu yang banyak	Cepat, mudah, efisien, dan otomatis
Memiliki kemungkinan besar untuk terjadi masalah	Memiliki kemungkinan kecil untuk terjadi masalah
Setiap tugas seperti perhitungan material, estimasi biaya dan lainnya harus dipertimbangkan karena harus dikerjakan satu per satu	Semua pekerjaan dapat dikerjakan bersamaan secara otomatis
Sulit untuk memperbaiki kesalahan karena perubahan dilakukan secara manual	Jika terjadi kesalahan dapat diperbaiki hanya dengan mengubah model gambar
Kurang akurat dalam perhitungan kebutuhan	Mampu sebagai <i>clash detector</i> sehingga memiliki tingkat akurasi yang tinggi

Sumber: Usman Haider, Usama Khan, Asif Nazir, Muhammad Humayon (2020).

2.2. Bentuk Implementasi Building Information Modeling

2.2.1. Visualisasi Model 3D

BIM merupakan suatu metode atau alur kerja yang didalamnya terdapat integrasi data serta koordinasi dan kolaborasi antar tenaga ahli yang di wujudkan dalam bentuk model 3D yang berisi seluruh informasi bangunan yang akan dibuat (Nagara, 2020).

Beberapa perangkat lunak yang digunakan BIM dalam membuat dan meninjau model 3D diantaranya *Autodek Revit*, *SketchUpPro*, *ArchiCAD*, dan *TeklaStructure* (Logothetis, Delinasiou dan Stylianidis, 2015). Prosedur pemodelan 3D dilakukan untuk menciptakan sebuah model yang mewakili objek yang sebenarnya dengan menggunakan sejumlah titik dalam ruang 3D, yang dihubungkan dengan berbagai data geometris seperti garis, bidang datar, dan permukaan melengkung yang menghasilkan bentuk 3D utuh menyerupai objek yang dijadikan model (BIM Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018).

Banyak sekali manfaat yang dapat digunakan dari model 3D ini, beberapa diantaranya yaitu visualisasi bentuk model bangunan yang akan dibangun sehingga mempermudah tenaga ahli dalam memahami bentuk model bangunan, mampu menghasilkan output berupa kuantitas dan clash detection sehingga apabila terjadi clash dapat diketahui dan ditindak

lanjuti lebih awal, serta berbagai manfaat model 3D lainnya (Yolanda, 2020).

2.2.2. *Clash Detection*

Clash Detection adalah metode pemeriksaan dan identifikasi berbagai jenis bentrokan yang sering terjadi dalam proses koordinasi model 3D yang dibuat dengan software modern yang berbeda seperti *RevitArchitectural*, *Revit Structural* & *Revit MEP* (Raut & Valunjar, 2017). Model 3D dari gambar Arsitektural, Struktur, dan MEP apabila digabungkan menjadi satu model 3D BIM yang lengkap, akan ada kemungkinan terjadinya benturan antara jenis model 3D yang berbeda ini, sehingga dibutuhkan integrasi antar tenaga ahli untuk *melakukan clash detection* dan mendiskusikan solusi dari *clash* yang terjadi. Manfaat dilakukannya *clash detection* ini secara umum adalah untuk meminimalisir dan mengeliminasi konflik yang akan terjadi dilapangan, mereduksi biaya konstruksi, meminimalisir perubahan jadwal, meningkatkan produktivitas di lapangan, dan penggambaran yang lebih akurat (BIM Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018).

Berikut jenis dari *clash detection* yang terjadi pada suatu bangunan konstruksi menurut (BIM Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018):

- *Hard clash*

Bentrok yang terjadi akibat adanya dua objek atau lebih menempati ruang yang sama (contoh: pipa yang melewati dinding tanpa adanya pembukaan).

- *Soft clash*

Bentrok yang terjadi ketika suatu objek membutuhkan toleransi spasial atau ruang yang diizinkan untuk meningkatkan aksesibilitas, pemeliharaan, dan keselamatan.

- *Workflow clash*

Bentrok yang terjadi antar penjadwalan pekerja, pengiriman alat dan material, dan masalah terkait waktu lainnya (contoh: pekerja yang telah tiba ketika tidak ada peralatan di lokasi proyek).

2.2.3. *Rework*

Pengerjaan ulang (*rework*) adalah masalah yang dapat berdampak buruk pada kinerja proyek konstruksi dan menjadi salah satu perhatian umum dalam dunia industri konstruksi. *Rework* terjadi karena adanya kesalahan dalam perencanaan, kesalahan prosedur kerja, kurangnya pengawasan sehingga dapat mengakibatkan beberapa kerugian seperti biaya, waktu, kualitas pekerjaan, dan menurunnya motivasi kerja (Herdianto, A., et al., 2015).

Pada umumnya kesalahan baru akan ditemukan ketika pekerjaan konstruksi sudah mulai berjalan, sehingga menyebabkan perlu dilakukannya pengerjaan ulang untuk memperbaiki kesalahan tersebut. Hal ini menyebabkan dampak yang signifikan terhadap biaya karena semakin besar biaya yang dibutuhkan untuk pengerjaan ulang maka total biaya yang harus dikeluarkan juga akan semakin besar sehingga dapat mengakibatkan berkurangnya keuntungan bagi perusahaan konstruksi (Herdianto, A., et al., 2015). Dampak lain yang sangat terlihat selain biaya karena adanya pengerjaan ulang ini adalah waktu, karena akan mengakibatkan penundaan dalam pelaksanaan konstruksi dimana para tenaga ahli harus melakukan diskusi untuk menentukan keputusan terbaik dalam melakukan perbaikan desain ataupun harus tertunda akibat melakukan *rework* terlebih dahulu (Yolanda, 2020).

Dengan adanya BIM yang mampu melakukan konstruksi virtual model 3D lengkap dengan seluruh item dan informasi yang terkandung didalamnya, masalah terkait koordinasi desain dapat ditemukan solusinya dan dapat diperbaiki lebih awal sebelum pekerjaan konstruksi yang sebenarnya dimulai (Yolanda, 2020). Hal ini diharapkan mampu meminimalisir masalah terkait desain yang tidak terkoordinasi dengan baik serta tidak membawa dampak besar terhadap biaya dan waktu akibat perubahan yang harus dilakukan.

2.3. *Autodesk Revit*

2.3.1. *Pengenalan Autodesk Revit*

Autodesk Revit merupakan salah satu aplikasi yang paling banyak digunakan oleh perusahaan konstruksi yang mampu mendukung konsep BIM dalam membuat bangunan virtual model 3D. *Revit* adalah program yang digunakan untuk melakukan desain bangunan baik secara arsitektural, sipil, mekanikal, maupun elektrikal (BIM Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018). *Revit* digunakan oleh seluruh tenaga ahli dalam bekerja sama, karena *Revit* mampu membantu menyelesaikan proyek dengan lebih efisien dan menghasilkan model dengan kesalahan yang lebih sedikit (www.autodesk.com). Software ini memiliki kemampuan untuk merancang bangunan dalam bentuk model 3D dan dapat menyajikan gambar kerja dalam bentuk model 2D serta mampu menyajikan informasi berupa detail dan *schedule* (Paturusi, 2015).

Berdasarkan buku yang ditulis oleh Greg Gegana 2019, terdapat 3 tipe file yang dapat dibuka langsung, dibuat dan disimpan oleh *Autodesk Revit*, yaitu :

- *Revit Project* (* .rvt)

File yang berisi model bangunan yang terdiri dari berbagai elemen bangunan.

- *Revit Family* (* .rfa)

File yang berisi suatu elemen yang terdiri dari kumpulan bentuk geometri 3 dimensi. File ini dapat dipanggil ke dalam file RVT.

- *Revit Template* (* .rte)

File yang digunakan untuk memulai file RVT yang baru dan berisi berbagai pengaturan dan elemen yang telah ditentukan sebelumnya seperti unit, dimensi, kop gambar, dan tampilan.

2.3.2. Kelebihan *Autodesk Revit*

Sebagai salah satu *software* yang mendukung implementasi dari metode BIM, *Autodesk Revit* memiliki beberapa keunggulan dibanding program aplikasi lainnya yaitu:

- Hubungan dua arah

Autodesk revit mampu melakukan perubahan model virtual secara keseluruhan karena *autodesk revit* seluruh informasi disimpan dalam satu tempat.

- Rencana Anggaran Biaya

Autodesk Revit memiliki fitur *schedule* yang mampu mengetahui seluruh informasi mengenai item yang digunakan dalam model virtual bangunan seperti tipe dan jumlah item. Melalui fitur *schedule*

para tenaga ahli juga dapat mengatur kebutuhan dan membuat formula filter serta kalkulasi dari suatu item.

- **Komponen parametrik**

Komponen parametrik dikenal sebagai family dalam *software autodesk revit*, komponen ini umumnya telah disediakan oleh autodesk revit saat melakukan penginstalan yang terdapat dalam folder libraries atau dapat dibuat sesuai komponen yang dibutuhkan. *Autodesk revit* memungkinkan kita mengubah informasi seperti ukuran dan material komponen dengan lebih mudah.

- **Dokumentasi**

Autodesk Revit dapat melakukan ekstrak data dari gambar model 3D yang diperlukan kapan saja dengan mudah. Misalnya untuk mendapatkan tampilan dari sebuah potongan, tampilan dari potongan tersebut dapat dilihat dengan hanya membuka view dari potongan tersebut, sehingga tidak perlu menggambar ulang untuk mendapatkan tampilan dari potongan yang di inginkan.

- ***Material Takeoff***

Autodesk revit mampu menghitung jumlah material secara rinci.

- Kemampuan Export dan Import

Format file yang didukung oleh Autodesk Revit cukup banyak, diantaranya : DGN, DWG, DXF, IFC, SAT, SKP, AVI, ODBC, gbXML, BMP, JPG, TGA, dan TIF.

2.4. Autodesk Naviswork

2.4.1. Pengenalan Autodesk Naviswork

Dalam melaksanakan proyek konstruksi bangunan yang kompleks, pada umumnya diperlukan beberapa disiplin ilmu seperti seorang arsitek, insinyur struktur, dan insinyur sistem bangunan untuk membuat perencanaan model 3D dari bangunan tersebut. Dalam hal ini *Autodesk Naviswork* berperan sebagai aplikasi yang digunakan untuk menggabungkan hasil dari pemodelan 3D dari beberapa disiplin ilmu tersebut, sehingga hasilnya dapat memudahkan dalam melakukan *review design* (Raut & Valunjar, 2017). *Autodesk Naviswork* tidak dapat memodelkan bangunan ataupun melakukan perubahan tetapi, model 3D bangunan dapat diimpor ke dalamnya untuk dapat menjalankan fungsi dari *autodesk naviswork* (Soundarya R & Uma R. N, 2017).

2.4.2. Kelebihan *Autodesk Naviswork*

Sebagai *software* yang memungkinkan para tenaga ahli untuk dapat meningkatkan koordinasi dalam penggunaan metode BIM, *Autodesk Naviswork* menawarkan banyak keunggulan diantaranya sebagai berikut:

- File autodesk naviswork hadir dalam format NWD yang merupakan ukuran file yang relatif kecil yang berisi keseluruhan informasi proyek 3D yang dapat digunakan klien untuk meninjau melalui autodesk naviswork freedom yang dapat diunduh secara gratis.
- Autodesk naviswork mampu melakukan clash detection sehingga memungkinkan para tenaga ahli untuk menyelesaikan masalah yang terjadi pada bangunan sejak awal selama fase desain, sehingga tidak hanya menghemat upaya tetapi juga biaya dan waktu.
- Simulasi konstruksi yang dapat membantu semua orang yang terlibat dalam proyek untuk memahami secara visual dan menghubungkan setiap pergerakan lokasi dengan jadwal proyek.