



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Manajemen Konstruksi

Manajemen konstruksi merupakan proses pengelolaan proyek yang mencakup perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan pengawasan secara terintegrasi, guna mencapai target biaya, waktu, mutu, serta keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Peran manajemen konstruksi sangat krusial mengingat proyek konstruksi bersifat kompleks, melibatkan banyak pihak, dan memerlukan koordinasi yang intensif antar-stakeholder². Menurut³ menjelaskan bahwa manajemen proyek memiliki proses yang terdiri dari beberapa fungsi di dalam lingkup area manajemen: biaya, mutu, waktu, K3, sumber daya, lingkungan, risiko dan sistem informasi agar memperoleh hasil maksimal untuk mencapai tujuan kinerja: keselamatan kerja, efektifitas fungsi dan biaya, jaminan mutu, dan ketepatan waktu. Gambar 2.1 menjelaskan tentang tujuan adanya Manajemen Konstruksi.



Gambar 2. 1 Tujuan Manajemen Konstruksi

Sumber : deepublishstore.com (2025)

2.2 Estimasi Biaya Konstruksi

Estimasi biaya merupakan proses perhitungan sistematis untuk menentukan total biaya yang diperlukan dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi. Estimasi yang akurat menjadi fondasi utama dalam penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB), evaluasi penawaran kontraktor, serta pengendalian biaya selama tahap pelaksanaan proyek. Kesalahan dalam estimasi biaya dapat mengakibatkan dampak signifikan terhadap kelayakan finansial proyek dan pengambilan keputusan manajerial pada fase konstruksi. Sumber data estimasi biaya diperoleh melalui analisis kuantitas pekerjaan BOQ (*bill of quantities*), tingkat produktivitas tenaga kerja, harga satuan material terkini, serta penerapan indeks biaya konstruksi yang relevan⁴

2.3 Penjadwalan Proyek Konstruksi

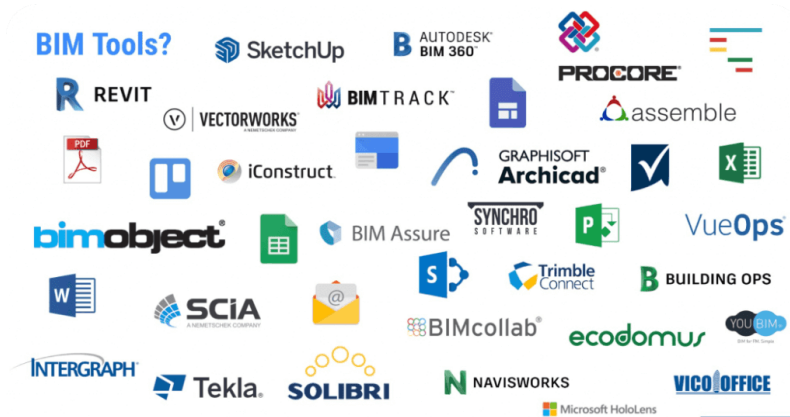
Penjadwalan proyek merupakan proses perencanaan yang sistematis untuk menentukan urutan aktivitas, durasi masing-masing pekerjaan, hubungan ketergantungan antaraktivitas, serta alokasi sumber daya yang optimal guna mencapai target waktu penyelesaian proyek.

Metode yang umum diterapkan meliputi *Critical Path Method* (CPM) dan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT). Menurut ⁵ penjadwalan yang tidak akurat dapat mengakibatkan keterlambatan proyek, penumpukan pekerjaan pada tahap tertentu, serta pembengkakan biaya operasional. Oleh karena itu, diperlukan sistem pengendalian waktu yang terukur, berkelanjutan, dan didukung pemutakhiran data secara periodik selama siklus proyek berlangsung.

2.4 Building Information Modeling (BIM)

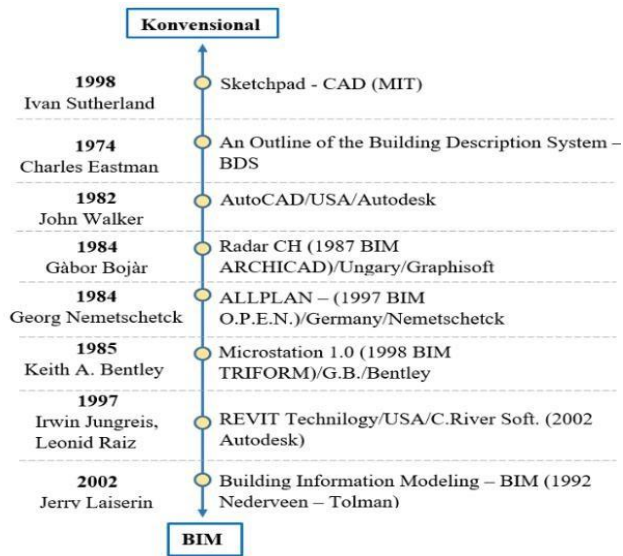
2.4.1 Definisi BIM

Building Information Modeling (BIM) merupakan representasi sebuah proyek yang menggunakan teknologi visual tiga dimensi (3D) dari suatu bangunan, dilengkapi dengan data teknis yang terintegrasi dan akurat. BIM tidak hanya berfungsi sebagai alat visualisasi, tetapi juga sebagai platform integrasi informasi lintas disiplin ilmu, mencakup elemen arsitektur, struktur, mekanikal, elektrik, plumbing, serta sistem utilitas ⁶. Pada gambar 2.3 ⁷ menjelaskan bahwasanya BIM memiliki perjalanan panjang untuk memulai evolusinya, dimulai pada 1962 Ivan Sutherland menemukan teknologi *Computer Aided Design* (CAD) untuk melakukan desain, hingga pada tahun 2002 Jerry Laiserin mengenalkan BIM untuk pertama kalinya. CAD merupakan sebuah kumpulan garis dan bidang 2 dimensi yang membentuk sekumpulan garis hingga menjadi sebuah komponen yang dilengkapi dengan dimensi/ukuran, kemudian kemampuan dari CAD dikombinasikan ke dalam BIM untuk membentuk sebuah komponen ketika dibentuk langsung memuat banyaknya informasi didalamnya. Pada Gambar 2.2 menyampaikan tentang Software-software BIM.



Gambar 2. 2 Software Building Information (BIM)

Sumber : plannery.com (2025)



Gambar 2. 3 Evolusi dari CAD ke BIM
Sumber :Daniotti (2020)

2.4.2 BIM 5D (Integrasi Model 3D, Biaya, dan Waktu)

BIM 5D merupakan pengembangan dari BIM 3D yang mengaitkan model digital dengan informasi biaya, sedangkan aspek waktu umumnya dikenal sebagai BIM 4D. Dalam praktik perencanaan proyek, kedua aspek tersebut sering digunakan secara bersamaan sehingga model tidak hanya menampilkan bentuk bangunan, tetapi juga mendukung quantity take-off, estimasi biaya, dan penjadwalan pekerjaan. Pada BIM berbasis model, setiap elemen bangunan dapat dilengkapi parameter kuantitas, material, kode pekerjaan, harga satuan, dan durasi aktivitas sehingga perubahan desain dapat ditelusuri terhadap perubahan volume, biaya, dan waktu pelaksanaan⁹.

Definisi operasional BIM 5D dalam penelitian ini adalah integrasi model 3D struktur Gedung “X” yang dibangun di Autodesk Revit dengan estimasi biaya dan penjadwalan sederhana. Estimasi biaya diperoleh dari perkalian volume otomatis hasil *Schedule/Quantities Revit* dengan Data Sekunder, sedangkan penjadwalan disajikan dalam bentuk Gantt chart sederhana berdasarkan urutan pekerjaan struktur. Integrasi data dilakukan dengan bantuan Dynamo Player untuk menghubungkan data volume Revit dengan tabel harga di Microsoft Excel. Penelitian ini tidak membahas dimensi 6D atau 7D.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, implementasi BIM 5D terbukti mampu:

1. Mengurangi rework dan revisi desain secara signifikan,
2. Meningkatkan akurasi estimasi biaya hingga tingkat yang lebih presisi,
3. Mempercepat proses penyusunan dan pemutakhiran penjadwalan proyek,
4. Memperkuat koordinasi antar-tim proyek melalui platform data terintegrasi.

2.4.3 Dimensi & Level of Maturity BIM

Meskipun penerapan *Building Information Modeling* (BIM) di Indonesia pada sektor konstruksi telah mulai dikenal, penggunaannya masih terbilang sangat terbatas. Hal ini

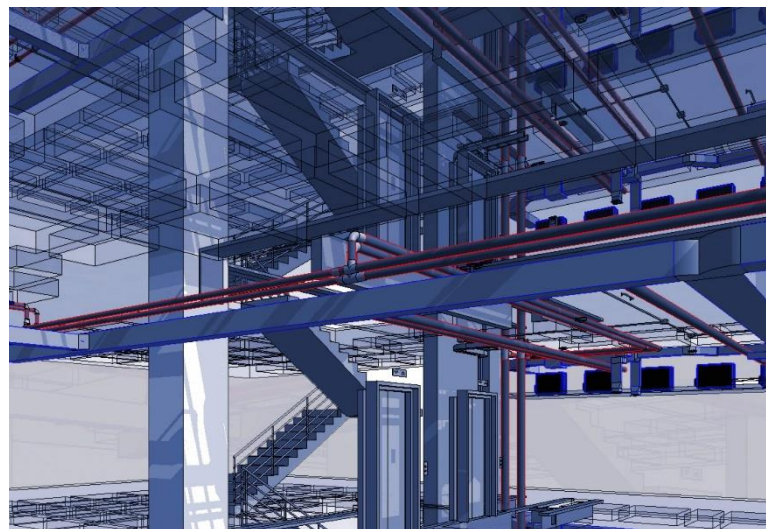
terutama disebabkan oleh semakin kompleksnya proyek konstruksi yang memaksa adopsi metode baru. Secara teoretis, teknologi BIM menawarkan berbagai keunggulan dan telah banyak dikaji dalam literatur global. Namun, khusus untuk konteks Indonesia, penelitian terkait penerapan BIM masih relatif sedikit. Di sisi lain, pengalaman tersebut sangat penting untuk dikaji dan didokumentasikan secara akademis guna memperkaya *body of knowledge* seputar penerapan BIM di sektor konstruksi nasional.

Banyak istilah baru, konsep dan aplikasi untuk *Building Information Modeling* (BIM) telah dikembangkan, seperti 4D, 5D, 6D dan 7D. Notasi “D” dalam BIM menunjukkan dimensi tambahan informasi yang diintegrasikan ke dalam model konstruksi untuk tujuan berbeda. Implikasinya dalam proses konstruksi adalah bahwa tim perancang dan kontraktor dapat memodelkan kondisi kehidupan nyata sebelum mulai pekerjaan di lokasi¹⁰ Secara lebih rinci:

1. BIM 3D Modeling

Adalah suatu sistem atau teknologi yang mencakup beberapa Informasi penting dalam proses *Design, Construction, Maintenance* yang terintegrasi pada pemodelan Visualisasi 3D diantaranya adalah :

- a. Lingkup Pekerjaan
- b. Visualisasi 3D
- c. *Clash Detection* atau *Human error* yang diperkirakan akan terjadi dalam tahap konstruksi
- d. Cobie Format (adalah standar internasional yang berkaitan dengan informasi aset yang dikelola termasuk ruang dan peralatan.)
- e. *Shopdrawing* dari BIM 3D Model
- f. *Asbuilt Drwaing* BIM 3D Model
- g. Model 3D Existing dari *Photogrammetry Drone, Building Laser Scaning, Ground Penetration Radar*.



Gambar 2. 4 Ilustrasi tentang BIM 3D
Sumber : qit.software (2025)

Software yang banyak dipakai untuk mendukung BIM 3D yang terintegrasi dengan Software BIM lainnya di Indonesia diantaranya :

- Revit dari Autodesk
- Tekla Struckture
- Archicad dari Apple
- Dll.

2. BIM 4D *Schedulling*

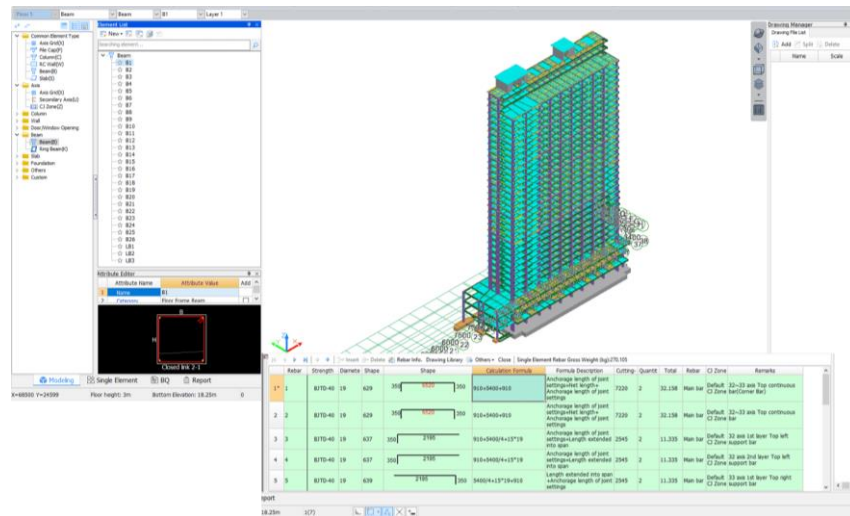
Adalah proses menghubungkan model digital BIM 3D dengan waktu atau jadwal. Visualisasi pemodelan BIM 4D menggabungkan data tanggal Star dan Finish untuk pengadaan material dan pelaksanaan proses konstruksi serta memberi informasi lintasan kritis dalam kaitannya dengan keseluruhan proyek. Ini menghilangkan proses penjadwalan tradisional urutan konstruksi kesalahpahaman yang dibawa oleh kurangnya visualisasi Model.



Gambar 2. 5 Ilustrasi tentang BIM 4D
Sumber : projectcontrolacademy (2025)

3. BIM 5D *Cost*

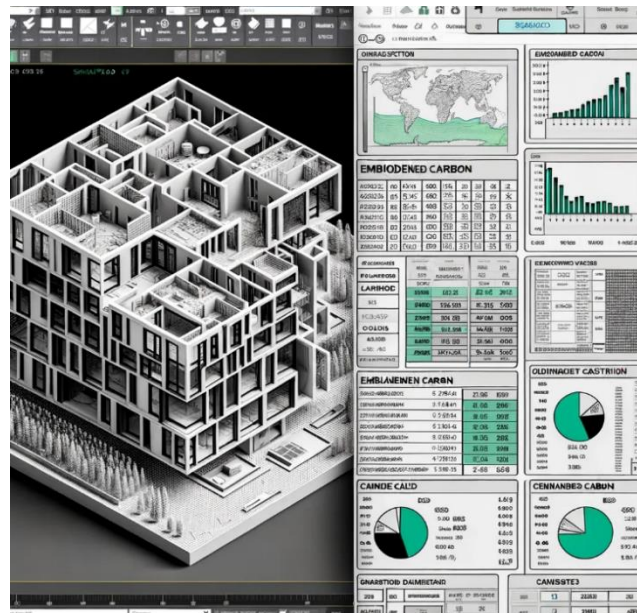
Adalah menghubungkan modeling 3D kedalam database estimasi volume, yang kemudian menjadi biaya Cost Estimasi. Kelebihan BIM 5D dengan perhitungan sistem konvensional diantaranya adalah : Tidak butuh banya SDM, Lebih Cepat, Lebih Akurat. Dalam penelitian ini, tingkat kematangan model (*Level of Development* – LOD) yang digunakan adalah LOD 300. Artinya, setiap elemen struktur (kolom, balok, pondasi, atap) dimodelkan dengan geometri yang akurat, dimensi, material, dan informasi rebar yang cukup untuk menghasilkan volume dan estimasi biaya yang dapat di pertanggungjawabkan. Elemen tidak perlu dimodelkan hingga detail sambungan atau fabrikasi (LOD 400).



Gambar 2. 6 Ilustrasi tentang BIM 5D
Sumber : sipilpediaacademy (2024)

4. BIM 6D *Energy Analys Sustainability*

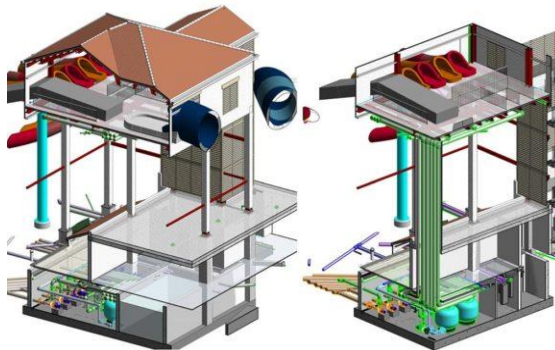
Merupakan analisis energi pada suatu bangunan. Tujuannya yaitu untuk mengetahui berapa besar rencana penggunaan energi suatu bangunan melalui model digital, Output dari BIM 6D ini adalah berapa besarnya energi listrik yang digunakan dalam satuan kwh selama 1 tahun. Dari output ini kita bisa menilai apakah bangunan tersebut nanti hemat energi atau tidak.



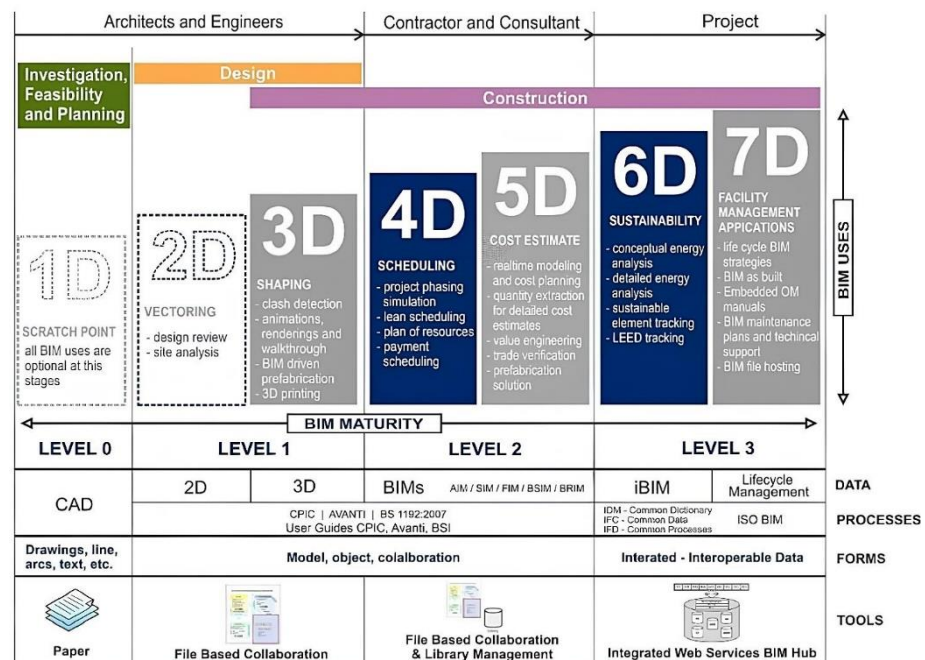
Gambar 2. 7 Ilustrasi tentang BIM 6D
Sumber : blog.2050-materials (2025)

5. BIM 7D Maintenance & Operation

Adalah facility Management administrasi project baik saat pelaksanaan sampai digunakan ketikat bangunan sudah masuk masa operasional dan perawatan. Penggunaan BIM 7D bertujuan Untuk memudahkan koordinasi ketika perawatan rutin aset - aset dalam bangunan seperti Waktu garansi dan Kapan waktu service Ac, Lift, ganti Lampu dll.



Gambar 2. 8 Ilustrasi tentang BIM 7D
Sumber : amusementlogic.es (2024)



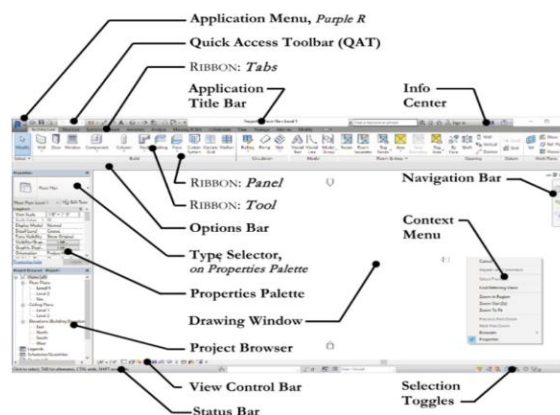
Gambar 2. 9 Tahapan dimensi & LoM dalam BIM
Sumber : bimengineerid (2023)

Gambar 2.9 menunjukkan tentang tahapan Dimensi & LoM dalam BIM yang mana disini di jelaskan sampai dimensi 7D, Beberapa juga menyebutkan dimensi yang lebih tinggi seperti 6D, 7D, dan seterusnya, tergantung pada tambahan aspek yang diintegrasikan ke dalam model BIM.

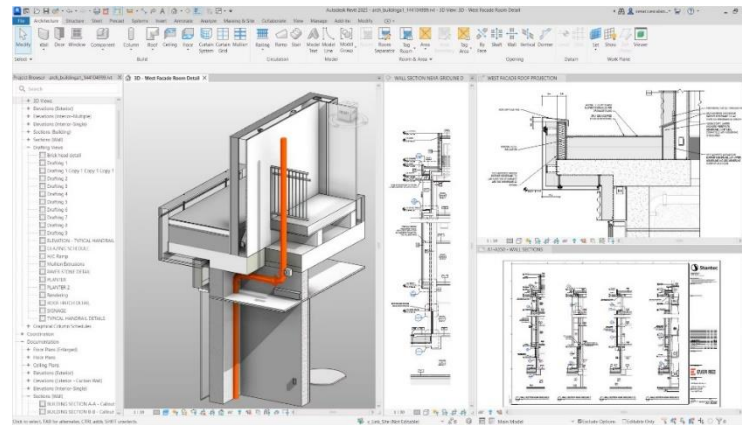
2.5 Autodesk Revit

Autodesk Revit merupakan sebuah perangkat lunak *Building Information Modeling* (BIM) yang dikembangkan oleh Autodesk Inc. Software ini dirancang untuk mendukung proses perencanaan, perancangan, pemodelan, koordinasi, hingga pengelolaan proyek konstruksi secara terintegrasi dalam satu platform digital. Revit memungkinkan pembuatan model bangunan berbasis parametric modeling, yang menyimpan informasi geometris maupun non-geometris pada setiap elemen bangunan. Dapat dilihat pada gambar 2.9 menjelaskan tentang tools-tools yang ada pada software Revit.

Salah satu keunggulan utama *Autodesk Revit* adalah kemampuannya mendukung pengembangan model 3D meliputi pemodelan arsitektur, struktur, dan sistem MEP serta integrasi ke dalam alur kerja BIM 4D (penjadwalan) dan BIM 5D (estimasi biaya) melalui fitur bawaan maupun integrasi dengan perangkat lunak lainnya. Dengan demikian, Kelebihan utama dari Revit mencakup deteksi benturan (*clash detection*), otomatisasi pembuatan gambar kerja, peningkatan efisiensi koordinasi antar-disiplin, serta penyediaan data dengan presisi tinggi yang sangat mendukung analisis kuantitas dan estimasi biaya.



Gambar 2. 10 Tols dalam Software Revit
Sumber : asktheman.xyz (2023)

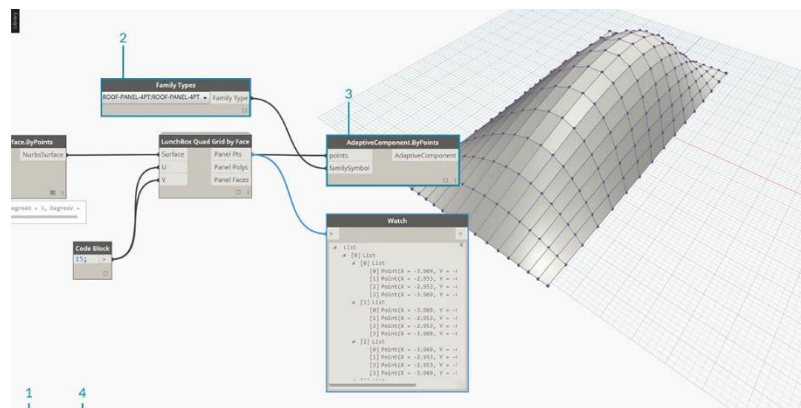


Gambar 2. 11 Ilustrasi pengaplikasian Software Revit pada pengerjaan penelitian
Sumber : autodesk.com (2025)

2.6 Dynamo

Dynamo for Revit adalah lingkungan pemrograman visual artinya pengguna menyusun skrip dengan menghubungkan “node” alih-alih menulis kode tradisional yang berjalan di dalam atau berintegrasi dengan Autodesk Revit.

Dynamo for Revit membantu pengguna mengotomatisasi tugas-berulang seperti pembuatan banyak lembar kerja (sheet), penomoran elemen secara otomatis, atau ekspor data serta melakukan pemodelan parametrik dan manipulasi data BIM yang kompleks. Semua ini dapat dilakukan tanpa memerlukan keahlian pemrograman tingkat lanjut, sehingga meningkatkan efisiensi, akurasi, dan fleksibilitas dalam alur kerja BIM¹¹. Pada Gambar 2.12 memberikan contoh tentang Ilustrasi pengaplikasian pada *Dynamo* Revit



Gambar 2. 12 Node & Ilustrasi pengaplikasian dalam Software Dynamo Revit
Sumber : unifilabs.com(2024)

2.7 Penelitian Terdahulu terkait penerapan BIM

Penelitian mengenai penerapan *Building Information Modeling* (BIM) telah banyak dilakukan dan menunjukkan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan kinerja proyek konstruksi.¹² menjelaskan bahwa BIM merupakan metode kerja berbasis model digital yang mampu mengintegrasikan informasi geometris dan non-geometris secara terpusat, sehingga meningkatkan koordinasi antar disiplin dan mengurangi kesalahan desain. Konsep ini menjadi dasar dalam pengembangan BIM hingga ke dimensi biaya dan waktu.

⁷ dalam penelitiannya mengenai transformasi digital industri konstruksi menyatakan bahwa BIM merupakan evolusi dari teknologi *Computer Aided Design* (CAD). Berbeda dengan CAD yang hanya merepresentasikan objek dalam bentuk geometris dua dimensi, BIM menyajikan model menggunakan objek yang mengandung informasi lengkap terkait material, kuantitas, biaya, dan siklus hidup bangunan. Hal ini menjadikan BIM sebagai alat strategis dalam perencanaan dan pengelolaan proyek konstruksi modern.

Penelitian mengenai tingkat kematangan (*maturity*) penerapan Building Information Modeling (BIM) telah banyak dibahas dalam literatur internasional, salah satunya melalui kajian *BIM Client Maturity: A Literature Review* yang ditulis¹⁰ dan dipublikasikan dalam *Proceedings ID 003*. Penelitian ini menekankan bahwa keberhasilan implementasi BIM tidak hanya ditentukan oleh penggunaan perangkat lunak, tetapi juga oleh tingkat kesiapan organisasi, khususnya dari sisi pemilik proyek (*client*), dalam mengelola proses, informasi, dan kolaborasi berbasis BIM.

.(Rocha & Mateus 2024) Penelitian lebih lanjut dalam penerapan BIM 5D dilakukan melalui pemanfaatan *Dynamo* sebagai alat visual programming. Rocha dan Mateus (2024) menunjukkan bahwa penggunaan *Dynamo* yang terintegrasi dengan Autodesk Revit mampu mengotomatisasi pengelolaan data kuantitas, sehingga mempercepat proses estimasi dan meminimalkan kesalahan akibat intervensi manual.

(Eastman, 2022) Hasil penelitian menunjukkan bahwa BIM mampu menghasilkan data kuantitas secara otomatis sehingga proses estimasi biaya menjadi lebih terintegrasi. Temuan ini sejalan dengan Eastman dkk. yang menyatakan bahwa BIM meningkatkan akurasi quantity take-off dan mendukung proses estimasi biaya secara lebih efisien.

(*LOD Spec 2025 Part I Official*, n.d.) Model BIM pada penelitian ini disusun hingga LOD 300 sehingga informasi geometri dan kuantitas elemen telah memenuhi kebutuhan *Quantity Take-Off* sesuai BIM Forum *LOD Specification*.

Di Indonesia, penelitian tentang BIM 5D pada pekerjaan struktur masih terbatas. Beberapa penelitian yang relevan antara lain:

1. Putra et al. (2024) dalam penelitian “Analisis *Building Information Modelling* (BIM) 5D Pada Pekerjaan Struktur Graha Sucofindo Balikpapan” menerapkan BIM 5D pada gedung kantor dan membandingkan volume pekerjaan struktur dengan metode konvensional. Hasil penelitian menunjukkan selisih volume kurang dari 5%.

2. Prastya et al. (2025) dalam penelitian “Implementasi *Building Information Modeling* (BIM) 5D Pada Estimasi Volume dan Biaya Pekerjaan Struktur” berfokus pada pekerjaan struktur dan estimasi volume serta biaya menggunakan Autodesk Revit tanpa integrasi Dynamo.

Kebaruan penelitian ini terletak pada: (1) penerapan BIM 5D pada gedung bertingkat dengan luas lebih dari 3.000 m² di Surabaya, (2) penggunaan *Dynamo Player* untuk membantu otomatisasi integrasi volume dan biaya yang belum banyak diterapkan pada penelitian terdahulu di Indonesia, dan (3) perbandingan langsung antara hasil BIM 5D dengan RAB konvensional proyek, bukan hanya perhitungan teoretis.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”