TUGAS AKHIR

ANALISIS PERBANDINGAN EFISIENSI WAKTU, BIAYA, DAN SUMBER DAYA MANUSIA ANTARA METODE *BUILDING INFORMATION MODELLING* (BIM) DAN KONVENSIONAL PADA TAHAP PERENCANAAN KONSTRUKSI

(COMPARATIVE ANALYSIS OF TIME, COST, AND HUMAN RESOURCE EFFICIENCY BETWEEN BUILDING INFORMATION MODELLING METHOD AND CONVENTIONAL METHOD IN THE CONSTRUCTION PLANNING STAGE)

(STUDI KASUS: PERENCANAAN GEDUNG 7 LANTAI)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil

Faruq Abdurrahim Almusthofa
20511105

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2026

TUGAS AKHIR

ANALISIS PERBANDINGAN EFISIENSI WAKTU, BIAYA, DAN SUMBER DAYA MANUSIA ANTARA METODE *BUILDING INFORMATION MODELLING* (BIM) DAN KONVENSIONAL PADA TAHAP PERENCANAAN KONSTRUKSI

(COMPARATIVE ANALYSIS OF TIME, COST, AND HUMAN RESOURCE EFFICIENCY BETWEEN BUILDING INFORMATION MODELLING METHOD AND CONVENTIONAL METHOD IN THE CONSTRUCTION PLANNING STAGE)

(STUDI KASUS: PERENCANAAN GEDUNG 7 LANTAI)

Disusun Oleh:

Faruq Abdurrahim Almusthofa
20511105

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 13 Januari 2026

Oleh Dewan Penguji:

Pembimbing	Penguji I	Penguji II
Albani Musyafa, S.T., M.T., Ph.D	**Ir. Tri Nugroho S., S.T., M.T.**	**Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T.,Ph.D.,IPM.**
NIK: 955110102	**NIK: 195110502**	**NIK: 005110101**

Mengesahkan,
Ketua Program Studi teknik Sipil

23/2/2026

Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph. D (Eng)., IPM.
NIK: 095110101

Dipindai dengan CamScanner

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang Saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program sarjana di Program Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya Saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang Saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau adanya plagiasi dalam bagian - bagian tertentu, Saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang Saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 13 Januari 2026

Yang membuat pernyataan,

Faruq Abdurrahim Almusthofa

20511105

Dipindai dengan CamScanner

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang Berjudul Analisis Perbandingan Efisiensi Waktu, Biaya, Dan Sumber Daya Manusia Antara Metode *Building Information Modelling* (BIM) dan Konvensional Pada Tahap Perencanaan Konstruksi. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi Penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng)., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Albani Musyafa, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, , terima kasih atas bimbingan dan arahan yang diberikan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Tri Nugroho Sulistyantoro, S.T., M.T. selaku dosen penguji I dan Ibu Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IPM. selaku dosen penguji II dalam Sidang Tugas Akhir.
4. Seluruh dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang telah membagikan ilmu kepada penulis selama menempuh studi program sarjana.
5. Bapak Faried Hanafi selaku Direktur PT Pola Data Consultant dan rekan-rekan yang telah memberikan ilmu dan data mengenai perencanaan proyek.

Akhir kata, Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki penulis. Sehinnga, Penulis berharap atas kritik serta saran yang membangun sebagai

perbaikan pada penulisan selanjutnya. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membaca.

Yogyakarta, 13 Januari 2026

Penulis,

Faruq Abdurrahim Almusthofa

(20511105)

HALAMAN DEDIKASI

Tugas akhir ini penulis dedikasikan kepada:

1. Keluarga besar penulis bapak dan ibu negara, kakak dan adik penulis
2. Teman-teman KSR yang telah menemani perjalanan penulis semasa kuliah dan semoga terus berlanjut
3. Kepada Baskara putra beserta band Hindia, Lomba Sihir dan Feast yang telah menemani selama pengerjaan dan perjalanan
4. Semua teman-teman dekat penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih atas semua bantuan yang telah diberikan kepada penulis dari awal hingga akhir perkuliahan.
5. Semua pihak terkait yang turut memberi bantuan dan dukungan penulis dalam penyusunanan Tugas Akhir ini.

DAFTAR ISI

JUDUL TUGAS AKHIR i
LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iii
KATA PENGANTAR iv
HALAMAN DEDIKASI vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR LAMPIRAN xiii
ABSTRAK xiv
ABSTRACT xv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Batasan Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6
2. 1 Tinjauan Umum 6
2. 2 Penelitian Terdahulu 7
2.2.1. Analisis Pengaruh Pelaksanaan Proyek dari Segi Biaya, Mutu, Waktu Pada Pekerjaan Proyek Pembangunan Gedung di Semarang 7
2.2.2. Implementasi Konsep Building Information Modelling (Bim) Dalam Merencanakan Pengestimasian Biaya Dan Penjadwalan Pekerjaan Struktural8
2.2.3. Perbandingan BIM dengan Konvensional pada Hasil BQ Proyek X 10
2.2.4. Penerapan Konsep *Building Information Modelling* (BIM) dalam Perencanaan Estimasi Biaya dan Percepatan Penjadwalan pada Pekerjaan Struktur 12

2. 3 Perbedaan Penelitian 14
BAB III LANDASAN TEORI 17
3.1. Tinjauan Umum 17
3.2. Kajian Umum Proyek Konstruksi 17
3.2.1 Pengertian Proyek Konstruksi 17
3.2.2 Karakteristik Proyek Konstruksi 18
3.2.3 Tahapan Proyek Konstruksi 18
3.2.4 Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Pekerjaan Proyek 20
3.3. Tahap Perencanaan Proyek 23
3.3.1 Pengertian Tahap Perencanaan 23
3.3.2 Kegiatan Utama Tahap Perencanaan 24
3.3.3 Permasalahan Umum Dalam Perencanaan Konvensional 24
3.4. Metode Konvensional dalam Perencanaan Proyek 25
3.4.1. Pengertian Metode Konvensional 25
3.4.2. Kelebihan dan Kelemahan Metode Konvensional 26
3.5. Konsep *Building Information Modeling* (BIM) 28
3.5.1. Pengertian dan Prinsip Dasar BIM 28
3.5.2. *Level of Development* (LOD) dalam BIM 29
3.5.3. Dimensi Model BIM 31
3.5.4. Standar dan Regulasi BIM 33
3.5.5. Kelebihan dan Kekurangan Penerapan BIM dalam Tahap Perencanaan Proyek 35
3.6. Penerapan BIM dengan Autodesk Revit 37
3.6.1. Pengertian Autodesk Revit 37
3.6.2. Kelebihan dan Keterbatasan *Software* Autodesk Revit Dibanding Metode Konvensional 41
3.7. Standarisasi Harga Satuan Pekerjaan dan Jasa 42
3.7.1. Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) 42
3.7.2. Standarisasi Harga Barang dan Jasa (SHBJ) 43
3.7.3. Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 33/KPTS/M/2025 44
3.8. Efisiensi Proyek 44

3.8.1. Pengertian Efisiensi Dalam Proyek Konstruksi 44
3.8.2. Indikator Efisiensi Proyek 46
3.8.3. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Efisiensi 47
BAB IV METODE PENELITIAN 49
4.1 Tinjauan Umum 49
4.2 Subjek dan Objek Penelitian 49
4.2.1. Subjek Penelitian 49
4.2.2. Objek Penelitian 50
4.3 Metode Penelitian 50
4.4 Data dan Metode Pengumpulan Data 51
4.5.1. Data Penelitian 51
4.5.2. Metode Pengumpulan Data 52
4.5 Metode Pengolahan Data 54
4.6 Bagan Alir Tugas Akhir 55
BAB V 57
5.1 Tinjauan Umum 57
5.2 Analisis Perbandingan Perencanaan Proyek Kontruksi Menggunakan Metode Konvensional dan Metode BIM 57
5.2.1 Analisis Perbandingan Perencanaan Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Konvensional dan BIM Menurut Ahli 57
5.2.2 Analisis Perbandingan Efisiensi Waktu Menggunakan Metode Konvensional dan BIM 59
5.2.3 Analisis Perbandingan Efisiensi Sumber Daya Manusia Metode Konvensional dan BIM 62
5.2.4 Analisis Perbandingan Efisiensi Biaya Metode Konvensional dan Metode BIM 64
5.3 Pembahasan 69
BAB VI 73
6.1 Kesimpulan 73
6.2 Saran 75
DAFTAR PUSTAKA 76

LAMPIRAN 80

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Sekarang dengan Penelitian Terdahulu 15
Tabel 3. 1 Fitur – Fitur Software Autodesk Revit 39
Tabel 5. 1 Kelebihan Serta Kekurangan Metode Konvensional Dan BIM Menurut Narasumber Ahli 59
Tabel 5. 2 Barchart Waktu Perencanaan dengan Metode Konvensional 60
Tabel 5. 3 Barchart Waktu Perencanaan dengan Metode BIM 61
Tabel 5. 4 Perbadingan Kebutuhan Sumber Daya Manusia Antara Metode Konvensional dan BIM Dalam Perencanaan Proyek 63
Tabel 5. 5 Remunerasi/Biaya Personil (*Billing Rate*) Tahun 2025 65
Tabel 5. 6 Indeks Standar Remunerasi Per Provinsi Tahun 2025 66
Tabel 5. 7 Perhitungan Biaya Personil dengan Menggunakan Metode Konvensional 67
Tabel 5. 8 Perhitungan Biaya dengan Menggunakan Metode BIM 68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Level of Development (LOD) 31
Gambar 3. 2 Dimensi BIM 33
Gambar 4. 1 Gedung 7 Lantai di Yogyakarta 50
Gambar 4. 2 Bagan Alir Penelitian 56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Permodelan Bangunan Gedung 7 Lantai 81
Lampiran 2 Rancangan Anggaran Biaya 82
Lampiran 3 Remunerasi Personil Perencanaan Tahun 2025 83
Lampiran 4 Sesi Wawancara 84
Lampiran 5 Daftrar Pertanyaan Narasumber 85

ABSTRAK

Industri konstruksi menghadapi tantangan efisiensi dalam perencanaan proyek, terutama terkait waktu, biaya, dan sumber daya manusia. Metode konvensional yang masih banyak digunakan cenderung memakan waktu lebih lama dan melibatkan proses manual yang kompleks. Sebagai solusi, teknologi *Building Information Modeling* (BIM) hadir dengan pendekatan digital yang terintegrasi. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efisiensi antara metode konvensional dan metode BIM dalam tahap perencanaan proyek konstruksi gedung 7 lantai yang berlokasi di kota Yogyakarta.

Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dan kualitatif melalui data perencanaan, perhitungan, wawancara, dan perbandingan efisiensi perencanaan proyek bangunan 7 lantai. Pada penelitian faktor perbandingan meliputi efisiensi waktu, biaya dan sumber daya manusia. Perbandingan ini mengacu pada Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Konstruksi No. 68 Tahun 2025, Keputusan Wali Kota Yogyakarta Nomor 270 Tahun 2024 dan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 33/KPTS/M/2025.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa BIM memberikan efisiensi waktu sebesar 50%, dengan durasi perencanaan hanya 6 bulan dibandingkan 12 bulan pada metode konvensional. Pada sisi biaya, BIM menghasilkan penghematan sebesar 69,9%, yaitu RP 592.945.337 dibandingkan Rp 1.972.095.323 pada metode konvensional. Efisiensi sumber daya manusia juga tercatat sebesar 50%, menunjukkan bahwa BIM mampu menyederhanakan kebutuhan tenaga kerja tanpa mengurangi kualitas hasil. Temuan ini menunjukkan bahwa BIM dapat menjadi alternatif strategis dalam meningkatkan efektivitas perencanaan proyek konstruksi. Penelitian ini diharapkan menjadi referensi bagi perencana, pemilik proyek, konsultan, dan kontraktor dalam mengadopsi BIM secara bertahap, serta sebagai dasar pengembangan kebijakan implementasi BIM di tingkat nasional.

Kata Kunci: Biaya, BIM, Efisiensi Proyek, Gedung 7 Lantai, Perencanaan Konstruksi

ABSTRACT

The construction industry faces efficiency challenges in project planning, particularly related to time, cost, and human resources. Conventional methods, still widely used, tend to be time-consuming and involve complex manual processes. As a solution, Building Information Modeling (BIM) technology offers an integrated digital approach. This study aims to compare the efficiency of conventional and BIM methods in the planning stage of a 7-story building construction project located in Yogyakarta.

The research method used is a quantitative and qualitative approach through planning data, calculations, interviews, and a comparison of the planning efficiency of a 7-story building project. The comparative factors in this study include time, cost, and human resource efficiency. This comparison refers to the Circular Letter of the Director General of Construction Development No. 68 of 2025, the Decree of the Mayor of Yogyakarta No. 270 of 2024, and the Decree of the Minister of Public Works No. 33/KPTS/M/2025.

The results of the study indicate that BIM provides a time efficiency of 50%, with a planning duration of only 6 months compared to 12 months in conventional methods. In terms of costs, BIM produces savings of 69.9%, namely IDR 592,945,337 compared to IDR 1,972,095,323 in conventional methods. Human resource efficiency was also recorded at 50%, indicating that BIM is able to simplify labor requirements without reducing the quality of results. These findings indicate that BIM can be a strategic alternative in increasing the effectiveness of construction project planning. This study is expected to be a reference for planners, project owners, consultants, and contractors in adopting BIM gradually, as well as a basis for developing BIM implementation policies at the national level.

Keywords: Cost, BIM, Project Efficiency, 7-Story Building, Construction Planning

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri konstruksi merupakan sektor yang kompleks dan dinamis, melibatkan berbagai sumber daya, serta koordinasi antar pihak yang terlibat. Efisiensi dalam perencanaan pekerjaan proyek menjadi faktor kunci dalam mencapai keberhasilan suatu proyek, terutama dalam aspek ketepatan waktu, pengendalian biaya, dan pencapaian mutu. Efisiensi dalam konteks ini dapat diartikan sebagai kemampuan untuk menyelesaikan pekerjaan dengan penggunaan sumber daya seminimal mungkin guna menghasilkan *output* yang optimal (Irianie, 2011). Dalam proyek konstruksi, efisiensi mencakup penghematan waktu perencanaan, lama pekerjaan, pemanfaatan tenaga kerja dan material secara efektif, serta minimnya pemborosan biaya.

Namun, metode perencanaan proyek secara konvensional masih banyak diterapkan di lapangan. Metode ini umumnya melibatkan pencatatan manual, penggunaan dokumen fisik, serta koordinasi dan pelaporan yang belum terintegrasi secara sistemik. Hal ini kerap menimbulkan hambatan dalam pengendalian proyek, seperti keterlambatan distribusi informasi, kesalahan pencatatan volume pekerjaan, dan ketidaksesuaian antara rencana dan realisasi. Penelitian (Rizqy, 2021) menunjukkan bahwa penggunaan metode konvensional dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi memiliki risiko tinggi terhadap keterlambatan serta kurangnya efisiensi dalam pengambilan keputusan.

Seiring dengan kemajuan teknologi informasi, berbagai *Software* sistem informasi telah dikembangkan dan digunakan dalam manajemen proyek konstruksi. Salah satunya adalah *Software* Autodesk Revit merupakan perangkat lunak pemodelan informasi bangunan (BIM) yang revolusioner, dirancang untuk mengoptimalkan proses desain, konstruksi, dan manajemen bangunan.. Revit menyediakan beragam fitur yang mendukung pelaksanaan proses perancangan dan konstruksi, mulai dari pemodelan geometri bangunan hingga analisis kinerja.

Melalui antarmuka yang bersifat intuitif, perangkat lunak ini memungkinkan pengguna untuk menyusun dan memodifikasi model tiga dimensi, mengelola informasi bangunan secara terintegrasi, serta menghasilkan dokumen proyek yang lengkap dan terkoordinasi.

Pengadopsian teknologi konstruksi canggih seperti *Building Information Modeling* (BIM) telah mengubah secara signifikan pengelolaan proyek konstruksi, terutama dalam hal efisiensi dan akurasi. Studi seperti yang dilakukan oleh (Ulinnuha et al., 2024) menunjukkan bagaimana teknik modern seperti konstruksi modular dan pre-fabrikasi dapat mengurangi waktu proyek hingga 50% dibandingkan dengan metode tradisional. Kemampuan BIM untuk mengintegrasikan data 3D, 4D, dan 5D memungkinkan visualisasi yang lebih baik, serta manajemen biaya dan waktu yang lebih akurat yang pada akhirnya meningkatkan perencanaan proyek. Perubahan teknologi ini telah membawa perbaikan signifikan dalam manajemen konstruksi yang membuat proses menjadi lebih cepat dan lebih hemat biaya.

Manfaat BIM, terutama model 5D BIM, jelas terlihat dalam hal meningkatkan manajemen biaya dan efisiensi proyek. Menurut (Mohd Saupi & Ismail, 2024), kemampuan BIM untuk menghubungkan elemen desain dengan data biaya memungkinkan pembaruan waktu nyata dan proyeksi biaya yang lebih dapat diandalkan. Integrasi ini mengarah pada lebih sedikit kesalahan dan manajemen biaya yang lebih konsisten sepanjang siklus hidup proyek. BIM juga memberikan perbaikan signifikan dalam kontrol kualitas dengan mengidentifikasi masalah potensial lebih awal dalam proses desain yang mengurangi risiko kesalahan fatal selama konstruksi. Namun, penerapan 5D BIM menghadapi tantangan cukup berat, terutama kurangnya pelatihan dan keahlian dalam teknologi ini, serta masalah integrasi data ke dalam alur kerja yang ada.

Penelitian Anggraeni et al. (2020) mengungkapkan bahwa penggunaan *Software* sistem informasi dalam perencanaan proyek mampu meningkatkan efisiensi dari sisi waktu dan biaya, serta mengurangi tingkat kesalahan administratif. Hal serupa disampaikan oleh (Indrayani, 2022) yang menyebutkan bahwa penerapan sistem *Enterprise Resource Planning* (ERP) dan perangkat lunak

proyek lainnya mampu menurunkan potensi keterlambatan proyek hingga 30% dan meningkatkan akurasi pelaporan pekerjaan lapangan.

Namun demikian, belum banyak kajian yang secara khusus membandingkan tingkat efisiensi antara perencanaan proyek konstruksi secara konvensional dan menggunakan *Software* sistem informasi dalam pekerjaan konstruksi di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis perbedaan efisiensi waktu, biaya dan sumber daya manusia dalam perencanaan pekerjaan konstruksi antara metode konvensional dengan modern/BIM, khususnya dengan penerapan *Software* autodesk revit untuk memberikan rekomendasi peningkatan manajemen proyek yang lebih efektif, efisien dan adaptif terhadap perkembangan teknologi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah di uraikan oleh Penulis, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan tingkat efisiensi waktu antara perencanaan pekerjaan konstruksi antara metode konvensional dan modern?
2. Bagaimana perbandingan tingkat efisiensi biaya antara perencanaan pekerjaan konstruksi antara konvensional dan modern?
3. Bagaimana perbandingan tingkat efisiensi Sumber Daya Manusia (SDM) antara perencanaan pekerjaan konstruksi antara konvensional dan modern?
4. Bagaimana efektivitas dan faktor penghambat dalam penggunaan *software* sistem informasi dibandingkan dengan metode konvensional dalam perencanaan proyek konstruksi?

1.3 Tujuan Penelitian

Mengacu pada rumusan masalah di atas, tujuan penelitian pada pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis dan membandingkan efisiensi waktu perencanaan pekerjaan konstruksi antara metode konvensional dan modern.
2. Untuk menganalisis dan membandingkan efisiensi biaya perencanaan pekerjaan konstruksi antara metode konvensional dan modern.

3. Untuk menganalisis dan membandingkan efisiensi Sumber Daya Manusia (SDM) perencanaan pekerjaan konstruksi antara metode konvensional dan modern.
4. Untuk menganalisis efektivitas dan faktor penghambat dalam penggunaan *software* sistem informasi dibandingkan dengan metode konvensional dalam perencanaan proyek konstruksi.

1.4 Manfaat Penelitian

Penerapan *Software* sistem informasi dalam peningkatan kinerja perencanaan pekerjaan proyek memiliki banyak manfaat diantaranya sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang manajemen konstruksi terkait efisisensi perencanaan proyek dan pemanfaatan teknologi informasi.
2. Menjadi referensi bagi pelaku proyek untuk memilih metode perencanaan yang lebih efisien berdasarkan waktu, biaya, dan SDM.
3. Mendorong penggunaan *Software* sistem informasi seperti Autodesk revit dalam meningkatkan kinerja, akurasi dan efisiensi perencanaan proyek konstruksi.
4. Memberikan dasar pertimbangan dalam pengambilan keputusan dan penyusunan kebijakan perencanaan proyek berbasis digital.

1.5 Batasan Penelitian

Penulis dalam menyusun penelitian ini membatasi permasalahan yang akan dibahas agar pokok tujuan dalam penelitian dapat tercapai. Adapun batasan penelitian diuraikan sebagai berikut:

1. Penelitian hanya dilakukan pada proyek konstruksi bangunan gedung.
2. Penelitian hanya difokuskan pada tahap perencanaan konstruksi proyek.
3. Studi kasus difokuskan pada satu proyek bangunan Gedung 7 lantai sebagai sampel penelitian.
4. *Software* sistem informasi yang digunakan dibatasi pada penggunaan *Software* Autodesk Revit sebagai alat bantu perencanaan proyek.
5. Penilaian efisiensi difokuskan pada aspek waktu, biaya, dan Sumber Daya Manusia (SDM).

6. Data yang digunakan meliputi data primer (wawancara ahli dan data perencanaan) dan data sekunder (Jurnal, peraturan, AHSP, dan SHBJ).
7. Faktor-faktor eksternal seperti kondisi cuaca, perubahan desain, dan kondisi *force majeure* tidak dibahas secara mendalam.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2. 1 Tinjauan Umum

Perencanaan proyek konstruksi secara konvensional umumnya mengandalkan metode manual dalam berbagai aspek manajemen proyek, seperti perencanaan jadwal, pengelolaan anggaran, serta pelaporan progres. Pencatatan dan pengelolaan data proyek dilakukan melalui dokumen fisik atau *spreadsheet* sederhana, sehingga rentan terhadap kesalahan *input*, keterlambatan komunikasi, dan duplikasi data. Pendekatan ini sering kali mengakibatkan inefisiensi, terutama dalam pelacakan progres pekerjaan, pengendalian biaya, dan evaluasi performa proyek secara *real-time*.

Dengan kemajuan teknologi informasi, perencanaan proyek konstruksi telah berkembang melalui pemanfaatan *Software* manajemen proyek yang terintegrasi. Salah satu contoh *Software* yang digunakan adalah Autodesk Revit, yaitu sistem informasi berbasis digital yang mampu mengelola berbagai aspek proyek seperti pembuatan desain, penjadwalan, estimasi biaya, dan perencanaan sumber daya. Penggunaan *Software* sistem informasi memungkinkan perencana proyek untuk memperoleh data yang lebih akurat dan terkini, mempercepat proses pengambilan keputusan, serta meningkatkan koordinasi antar tim (Fachrurrazi, 2021).

Efisiensi dalam konteks perencanaan proyek konstruksi dapat diartikan sebagai kemampuan untuk merencanakan pekerjaan dengan penggunaan sumber daya (waktu, biaya, dan tenaga kerja) yang seminimal mungkin tanpa mengurangi kualitas hasil (Project Management Institute, 2017). Efisiensi mencakup kemampuan untuk mencapai *output* maksimal dari *input* yang tersedia yang mencakup efisiensi waktu, biaya dan sumber daya manusia. Indikator efisiensi mencakup waktu perencanaan, penggunaan tenaga kerja, penggunaan sumber daya, dan biaya perencanaan. Efisiensi tinggi dapat dicapai melalui perencanaan yang matang, integrasi data perencanaan, serta pemanfaatan teknologi informasi.

Sistem informasi manajemen proyek adalah aplikasi berbasis komputer yang digunakan untuk merencanakan, melaksanakan, mengontrol, dan mengevaluasi kegiatan proyek secara terintegrasi. Sistem ini membantu dalam pengumpulan data lapangan, pelaporan harian, analisis kinerja, dan pengambilan keputusan (Laudon & Laudon, 2020). Penggunaan sistem ini terbukti meningkatkan akurasi perencanaan serta efisiensi dalam pengelolaan waktu, biaya dan sumber daya.

2. 2 Penelitian Terdahulu

2.2.1. Analisis Pengaruh Pelaksanaan Proyek dari Segi Biaya, Mutu, Waktu Pada Pekerjaan Proyek Pembangunan Gedung di Semarang

Penelitian yang dilakukan Victoriani (2020), bertujuan untuk mengkaji berbagai faktor yang memengaruhi kelancaran pelaksanaan proyek konstruksi, khususnya dalam aspek biaya, mutu, dan waktu. Faktor-faktor ini perlu dikendalikan dengan cermat untuk menghindari kerugian yang dapat timbul selama proses pembangunan. Pengelolaan yang tidak tepat dapat menyebabkan keterlambatan, pembengkakan biaya, dan penurunan kualitas hasil kerja. Oleh karena itu, perencanaan yang matang serta pengendalian yang efektif sangat penting dalam menjaga ketiga aspek ini agar tetap sesuai dengan rencana. Pengaruh yang timbul bisa dimulai dari perencanaan yang kurang optimal, penjadwalan yang tidak tepat, hingga pengendalian yang lemah saat proyek berlangsung di lapangan.

Salah satu hal yang ditekankan dalam penelitian ini adalah pentingnya perencanaan yang baik sejak tahap awal proyek. Penelitian ini menunjukkan bahwa koordinasi yang baik antar pihak terkait, kejelasan desain, dan pemilihan material yang tepat dapat sangat mengurangi potensi kerugian yang mungkin timbul. Tanpa perencanaan yang jelas, baik dari segi desain maupun pengelolaan sumber daya, proyek berisiko mengalami kendala yang bisa berujung pada penundaan atau peningkatan biaya. Selain itu, pemilihan material yang tidak tepat dan pengelolaan dana yang tidak efisien juga dapat menghambat kelancaran proyek dan menambah biaya operasional.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan metode pengendalian yang baik seperti metode Kurva S dapat membantu menggambarkan progres pekerjaan secara lebih akurat. Kurva S memberikan gambaran tentang perbandingan antara progres yang direncanakan dan progres yang sebenarnya, sehingga membantu tim proyek untuk memonitor dan mengendalikan jalannya pekerjaan. Dengan menggunakan Kurva S, pengelola proyek dapat dengan mudah melihat kemajuan yang tercapai dan mengidentifikasi potensi keterlambatan atau masalah yang mungkin timbul, sehingga langkah-langkah perbaikan dapat segera dilakukan. Penggunaan metode ini terbukti mempercepat durasi pelaksanaan proyek dan meminimalkan waktu yang terbuang.

Namun demikian, meskipun metode Kurva S cukup efektif dalam meningkatkan ketepatan jadwal, penelitian ini juga menyoroti faktor eksternal yang tidak bisa sepenuhnya dikendalikan oleh tim proyek, seperti kondisi cuaca. Pengaruh cuaca, misalnya hujan lebat atau suhu ekstrem, seringkali menyebabkan keterlambatan dalam pekerjaan lapangan, terutama yang berkaitan dengan pekerjaan struktur dan finishing. Oleh karena itu, perencanaan yang matang dan pengendalian yang cermat harus selalu disertai dengan strategi mitigasi risiko terhadap faktor-faktor eksternal yang dapat memengaruhi proyek.

Sebagai kesimpulannya, penelitian ini menegaskan bahwa perencanaan yang matang dan pengendalian yang efektif sangat berpengaruh terhadap keberhasilan suatu proyek. Penggunaan metode Kurva S terbukti mampu meningkatkan efisiensi waktu pelaksanaan, namun pengelolaan risiko terkait faktor eksternal juga harus diperhatikan dengan seksama. Penerapan prinsip-prinsip ini dalam pengelolaan proyek pembangunan gedung di Semarang dapat meminimalkan kerugian, menjaga kualitas, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya, baik material maupun tenaga kerja. Dengan demikian, pengendalian biaya, mutu, dan waktu dapat berjalan lebih seimbang, sesuai dengan tujuan awal proyek.

2.2.2. Implementasi Konsep Building Information Modelling (Bim) Dalam Merencanakan Pengestimasian Biaya Dan Penjadwalan Pekerjaan Struktural

Penelitian yang dilakukan Subarto (2022) bertujuan untuk mengkaji penerapan konsep *Building Information Modeling* (BIM) dalam mendukung proses

estimasi biaya (BIM 5D) serta penjadwalan proyek (BIM 4D) pada pekerjaan struktural. Fokus penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi bagaimana BIM dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam perencanaan proyek konstruksi, khususnya pada estimasi biaya dan penjadwalan pekerjaan. Pemanfaatan BIM sebagai alat bantu dalam proyek konstruksi telah berkembang pesat, dan melalui penerapan teknologi ini, maka proses yang sebelumnya memerlukan banyak waktu dan tenaga manual dapat disederhanakan dan dioptimalkan. Dalam hal estimasi biaya, perangkat lunak/*software* Autodesk Revit digunakan untuk mengestimasi kuantitas pekerjaan melalui fitur *Quantity Take Off* (QTO) yang kemudian dibandingkan dengan volume eksisting dari proyek tersebut.

Selanjutnya terkait analisis penjadwalan proyek, menurut Subarto (2022) menggunakan perangkat lunak/*software* Autodesk Navisworks, yang memungkinkan simulasi penjadwalan proyek berbasis model 3D yang dihasilkan dari Autodesk Revit. Dengan model volumetrik yang diperoleh melalui pemodelan di Revit, penjadwalan proyek dapat disusun dengan lebih akurat dan terperinci, mengingat seluruh elemen pekerjaan dapat dianalisis dalam konteks waktu dan sumber daya. Hasil analisis ini mengungkapkan perbedaan yang cukup signifikan antara volume eksisting dan volume yang dihasilkan dari pemodelan yang pada gilirannya memengaruhi perhitungan biaya total proyek.

Berdasarkan analisis BIM 5D, ditemukan bahwa estimasi biaya berdasarkan volume eksisting mencapai Rp5.570.066.588, sementara estimasi biaya berdasarkan hasil pemodelan melalui Autodesk Revit hanya sebesar Rp5.381.709.371. Selisih ini menunjukkan penghematan sebesar Rp188.357.217, atau setara dengan 3,382% lebih rendah dibandingkan dengan estimasi biaya eksisting. Penghematan ini bisa dijelaskan oleh akurasi yang lebih tinggi dari pemodelan BIM yang memungkinkan estimasi lebih tepat mengenai material dan tenaga kerja yang dibutuhkan. Selain itu, pemodelan 3D dalam BIM juga membantu dalam mengidentifikasi potensi pengurangan material atau perencanaan ulang yang mungkin tidak terlihat dalam metode tradisional.

Namun, meskipun BIM memberikan manfaat dalam hal penghematan biaya, analisis penjadwalan dengan BIM 4D menunjukkan adanya tantangan yang perlu

diperhatikan. Penjadwalan proyek dengan menggunakan BIM 4D menunjukkan bahwa durasi pekerjaan struktural menjadi lebih panjang, yakni 25 minggu, sementara penjadwalan eksisting hanya membutuhkan 12 minggu. Selisih durasi sebesar 13 minggu ini disebabkan oleh adanya perbedaan kuantitas pekerjaan pada volume hasil pemodelan dibandingkan dengan volume yang tertera dalam data eksisting. Beberapa item pekerjaan yang lebih besar dalam volume hasil pemodelan menyebabkan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek menjadi lebih panjang, meskipun secara keseluruhan, BIM membantu memetakan pekerjaan dengan lebih terperinci.

Dalam hal ini, hasil analisis ini memperlihatkan bahwa meskipun BIM dapat menghasilkan estimasi biaya yang lebih hemat, namun pemodelan yang lebih rinci dapat menyebabkan perpanjangan waktu dalam penjadwalan proyek. Oleh karena itu, penting bagi para praktisi konstruksi untuk mempertimbangkan keseimbangan antara biaya dan waktu dalam penerapan BIM. Penjadwalan dengan BIM memberikan pandangan yang lebih realistis tentang waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek, meskipun bisa lebih lama dari estimasi awal yang menggunakan data eksisting. Sebagai kesimpulan, penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun ada perbedaan dalam durasi proyek, pemanfaatan BIM secara keseluruhan dapat meningkatkan efisiensi biaya dan membantu perencanaan proyek yang lebih terstruktur dan terukur.

2.2.3. Perbandingan BIM dengan Konvensional pada Hasil BQ Proyek X

Penelitian yang dilakukan Wilona Benita Megawati & Purwanto (2022), bertujuan untuk membandingkan hasil *Bill of Quantity* (BoQ) yang dihasilkan dengan menggunakan metode konvensional dan metode *Building Information Modeling* (BIM) pada Gambar *for Construction* (GFC). Perbedaan utama antara kedua metode ini terletak pada pendekatan pengukuran volume dan perhitungan biaya. Pada metode konvensional, pengukuran volume dilakukan secara manual berdasarkan gambar 2D yang sering kali mengarah pada kesalahan perhitungan dan estimasi biaya yang kurang akurat. Sementara itu, BIM menggunakan model 3D yang menghasilkan perhitungan volume secara otomatis dan lebih akurat, yang dihasilkan dengan memanfaatkan perangkat lunak Autodesk Revit.

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini melibatkan permodelan 3D menggunakan Autodesk Revit, di mana model struktural seperti beton dan tulangan dihitung volumenya dan dibandingkan antara perhitungan konvensional dengan BIM. Untuk mengumpulkan data, peneliti menggunakan kuesioner sebagai alat untuk mendapatkan umpan balik dari praktisi konstruksi mengenai akurasi dan efektivitas kedua metode. Selain itu, data sekunder yang diperoleh dari Gambar for Construction (GFC), *Shop Drawing*, dan *Bill of Quantity* (BoQ) yang ada, digunakan untuk memberikan perbandingan konkret antara kedua metode tersebut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode BIM menghasilkan volume yang lebih besar dibandingkan dengan metode konvensional. Khususnya, untuk pekerjaan beton, volume yang dihitung dengan BIM lebih besar sebesar 1,24%, sedangkan untuk pekerjaan tulangan, volume yang dihasilkan lebih besar sebesar 1,14%. Perbedaan ini mencerminkan ketelitian yang lebih tinggi pada model BIM yang mampu menggambarkan elemen struktur secara lebih rinci, sedangkan pada metode konvensional, perhitungan volume dilakukan dengan cara manual yang cenderung mengabaikan beberapa faktor yang mungkin mempengaruhi volume, seperti ketebalan lapisan, kesalahan visual dalam gambar, dan pengabaian bentuk elemen yang tidak standar.

Perbedaan volume ini menunjukkan pentingnya penggunaan teknologi BIM untuk memastikan perhitungan yang lebih tepat, terutama untuk proyek-proyek besar yang melibatkan berbagai elemen struktur yang kompleks. Pada metode konvensional, pengukuran sering kali tidak mempertimbangkan seluruh dimensi atau bentuk dari elemen, yang berpotensi mengurangi akurasi. Dalam proyek dengan skala besar, ketidakakuratan seperti ini bisa berimbas pada pembengkakan biaya yang tidak perlu, sehingga pada gilirannya memengaruhi anggaran dan jadwal proyek secara keseluruhan.

Dalam hal ini, penerapan BIM memberikan manfaat yang lebih besar dalam hal efisiensi biaya dan waktu. Dengan menghasilkan estimasi yang lebih akurat untuk volume material, BIM memungkinkan manajer proyek untuk merencanakan pengadaan material dengan lebih tepat, menghindari pemborosan, dan mengoptimalkan alokasi sumber daya. Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa

meskipun ada peningkatan kecil dalam volume yang dihitung menggunakan BIM, perbedaan tersebut berkontribusi besar pada perbaikan kualitas dan akurasi keseluruhan dalam manajemen proyek. Oleh karena itu, implementasi BIM dalam proses perencanaan dan pengendalian proyek sangat disarankan, terutama untuk proyek yang memerlukan ketelitian tinggi dalam perhitungan volume dan estimasi biaya.

2.2.4. Penerapan Konsep *Building Information Modelling* (BIM) dalam Perencanaan Estimasi Biaya dan Percepatan Penjadwalan pada Pekerjaan Struktur

Penelitian yang dilakukan Saputro & Aufa (2024), berfokus pada integrasi konsep *Building Information Modelling* (BIM) dalam perencanaan estimasi biaya dan percepatan penjadwalan pada pekerjaan struktur. Dalam penelitian ini, BIM digunakan untuk menghasilkan model 3D yang menggambarkan elemen struktur proyek secara lebih akurat dan terperinci. Salah satu aspek penting dari penerapan BIM dalam proyek ini adalah pemanfaatan *software* Autodesk Revit untuk membuat model struktur yang kemudian dapat diekstrak untuk menghasilkan volume elemen struktur. Volume ini menjadi dasar dalam perhitungan estimasi biaya dan penjadwalan proyek, yang diolah lebih lanjut menggunakan *MS Project* untuk merencanakan waktu pelaksanaan pekerjaan.

Salah satu tujuan utama penelitian ini adalah untuk mempercepat durasi proyek tanpa mengurangi kualitas hasil pekerjaan. Percepatan tersebut dilakukan menggunakan metode *Overlapping*, yaitu dengan menyusun jadwal yang memungkinkan beberapa aktivitas dilakukan secara bersamaan. Teknik ini dapat memperpendek waktu total proyek dengan memastikan bahwa pekerjaan yang tidak saling bergantung bisa dikerjakan secara paralel, sehingga mengurangi durasi secara keseluruhan. Meskipun ada potensi peningkatan efisiensi, teknik ini tetap memperhatikan faktor kualitas, yang menjadi prioritas utama dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Melalui penerapan metode ini, tim proyek dapat mempercepat pelaksanaan pekerjaan tanpa mengorbankan standar mutu yang telah ditetapkan.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan BIM berkontribusi secara signifikan terhadap percepatan penjadwalan. Durasi proyek

yang semula diperkirakan memakan waktu 96 hari berhasil dipersingkat menjadi 76 hari, menghasilkan penghematan waktu sebesar 20 hari atau sekitar 20,83%. Pengurangan durasi ini memberikan dampak positif pada efisiensi keseluruhan proyek, baik dari segi waktu maupun biaya. Dengan mengurangi durasi, proyek dapat diselesaikan lebih cepat, yang berpotensi mengurangi biaya operasional dan meningkatkan produktivitas tenaga kerja, serta penggunaan peralatan yang lebih efisien.

Selain percepatan waktu, penelitian ini juga menemukan adanya perbedaan volume antara model Autodesk Revit yang dihasilkan oleh BIM, perhitungan manual yang dilakukan oleh tim proyek, dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) asli. Perbedaan ini menunjukkan bahwa volume pekerjaan yang dihitung melalui pemodelan 3D menggunakan BIM lebih akurat dibandingkan perhitungan manual yang seringkali mengandalkan asumsi atau perkiraan kasar. Selisih antara volume model Revit dan perhitungan manual ini menunjukkan perlunya penyesuaian dalam perhitungan volume untuk memastikan akurasi dalam estimasi biaya. Dengan kata lain, meskipun BIM menawarkan efisiensi dalam hal waktu dan biaya, penting untuk memastikan bahwa volume yang dihitung berdasarkan model 3D tetap diperiksa dan disesuaikan dengan data aktual proyek agar tidak terjadi kesalahan dalam perencanaan.

Penerapan BIM dalam proyek ini menegaskan betapa teknologi digital dapat memberikan dampak signifikan dalam manajemen proyek konstruksi. Dengan menggunakan model 3D dan mengintegrasikan data volume dengan perangkat lunak perencanaan seperti *MS Project*, BIM tidak hanya mempercepat perencanaan dan penjadwalan proyek tetapi juga meningkatkan akurasi estimasi biaya. Hal ini memperlihatkan bahwa penggunaan teknologi BIM dapat menjadi alat yang sangat efektif untuk meningkatkan efisiensi manajemen proyek konstruksi. Kedepan, para pengelola proyek perlu mengadopsi pendekatan berbasis BIM untuk menghadapi tantangan yang semakin kompleks dalam industri konstruksi dan meraih hasil yang lebih optimal.

2. 3 Perbedaan Penelitian

Berikut perbandingan penelitian terdahulu dan penelitian sekarang yang di tampilkan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Sekarang dengan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Victoriani	2020	Analisis Pengaruh Pelaksanaan Proyek Dari Segi Biaya, Mutu, Waktu Pada Pekerjaan Proyek Pembangunan Gedung di Semarang	Mengetahui Berbagai faktor yang memengaruhi proyek perlu dikendalikan seperti sejak perencanaan, penjadwalan, hingga pengendalian	Perencanaan, penjadwalan, pengendalian dan kurva S	Perencanaan yang matang sangat berpengaruh dalam proyek Metode Kurva S terbukti mampu menggambarkan progres pekerjaan secara akurat dan mempercepat durasi pelaksanaan
Suharto	2022	Implementasi Konsep *Building Information Modelling* (BIM) Dalam Merencanakan Pengestimasian Biaya Dan Penjadwalan Pekerjaan Struktural	Implementasi konsep BIM dalam mendukung estimasi biaya atau BIM 5D dan penjadwalan BIM 4D pada pekerjaan struktural	*Autodesk Revit, Autodesk Navisworks*	Analisis BIM 5D dan 4D mengatakan terjadi selisih antara volume existing dengan volume permodelan jika dilihat dari total biaya sebesar 3,3822% lebih hemat

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sekarang dengan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Wilona Benita Megawati & Purwanto	2022	Perbandingan BIM Dengan Konvensional Pada Hasil BQ Proyek X	Mengetahui perbandingan hasil *Bill of Quantity* (BoQ) antara metode konvensional dan metode *Building Information Modeling* (BIM)	Permodelan 3D, Autodesk Revit dan Kuesioner	Perhitungan BoQ dengan metode BIM menghasilkan volume yang lebih besar, yaitu sebesar 1,24% untuk beton dan 1,14% untuk tulangan, dibandingkan dengan metode konvensional
Saputro dan Aufa	2024	Penerapan Konsep *Building Information Modelling* (BIM) Dalam Perencanaan Estimasi Biaya Dan Percepatan Penjadwalan Pada Pekerjaan Struktur	Mengintegrasikan BIM dalam perencanaan estimasi biaya dan percepatan penjadwalan pekerjaan struktur	*Software Revit, MS Project* dan *Overlapping*	Penerapan BIM berhasil mengurangi durasi pekerjaan dari 96 hari menjadi 76 hari, dengan penghematan waktu sebesar 20 hari. BIM efektif dalam meningkatkan efisiensi manajemen proyek konstruksi

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1. Tinjauan Umum

Pada bab sebelumnya telah dibahas mengenai tinjauan pustaka yang digunakan untuk tugas akhir ini dan akhirnya membandingkan penelitian-penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dibahas pada tugas akhir ini. Pada bab ini akan membahas mengenai landasan teori yang digunakan pada tugas akhir ini. Pada bab ini akan menjelaskan landasan teori dari hulu sampai hilir untuk tugas akhir ini mulai dari kajian umum proyek konstruksi, tahap perencanaan proyek, Metode Konvensional dalam Perencanaan Proyek, konsep *Building Information Modeling* (BIM), Penerapan BIM dengan Autodesk Revit, standarisasi harga satuan pekerjaan dan jasa serta efisiensi Proyek. Dengan memahami landasan teori diharapkan pembaca dapat mengetahui dasar-dasar yang dipakai pada saat implementasi konsep *Building Information Modelling* pada perencanaan proyek.

3.2. Kajian Umum Proyek Konstruksi

3.2.1 Pengertian Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi adalah serangkaian kegiatan sementara yang dilakukan dalam jangka waktu tertentu dan dengan alokasi sumber daya yang terbatas untuk mencapai hasil konstruksi dengan standar kualitas yang tinggi (Ferdinand and Pamadi, 2023). Kegiatan proyek adalah kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, membutuhkan sumber daya tertentu, dan dimaksudkan untuk menyelesaikan tugas yang sasaran dan tujuannya telah ditetapkan dengan jelas. Dalam proses mencapai hasil akhir kegiatan proyek, batas-batas telah ditentukan, termasuk besarnya anggaran yang dialokasikan, waktu yang harus dipenuhi, dan kualitas. Ketiga batasan ini disebut sebagai kendala tiga (*triple constrain*) (Wismantoro, 2022). Menurut *Project Management Book of Knowledge* (PMBOK) (Guide, 2000 dikutip oleh Santosa, 2009) Proyek merupakan serangkaian aktivitas atau tugas yang memiliki spesifik yang harus dicapai dengan

spesifikasi tertentu, memiliki tanggal mulai dan selesai, memiliki keterbatasan biaya, memerlukan sumber daya manusia dan non-manusia, mesin, peralatan, dan biaya yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara untuk mencapai sasaran dan tujuan.

3.2.2 Karakteristik Proyek Konstruksi

Menurut Ervianto (2005), proyek konstruksi memiliki tiga dimensi, yaitu unik, melibatkan banyak sumber daya, dan membutuhkan organisasi. Ini adalah tiga dimensi proyek konstruksi:

1. Proyek bersifat unik

   Proyek konstruksi tidak pernah memiliki rangkaian kegiatan yang sama persis (tidak ada proyek identik atau sejenis), mereka bersifat sementara, dan melibatkan berbagai kelompok pekerja.

2. Membutuhkan sumber daya

   Setiap proyek konstruksi membutuhkan sumber daya, yaitu pekerja dan "sesuatu", seperti uang, mesin, metode, dan material. Manajer proyek bertanggung jawab untuk mengorganisasikan semua sumber daya ini.

3. Membutuhkan organisasi

   Setiap organisasi memiliki tujuan yang berbeda, dan setiap orang di dalamnya memiliki keahlian, minat, dan keyakinan yang berbeda. Menyatukan visi menjadi satu tujuan yang telah ditetapkan oleh organisasi adalah langkah pertama yang harus dilakukan oleh manajer proyek.

3.2.3 Tahapan Proyek Konstruksi

Menurut Husen (2010), kegiatan yang dilakukan dalam unsur-unsur manajemen konstruksi adalah perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan dan pengendalian.

1. Perencanaan (*Planning*)

   Proses ini dilakukan untuk menentukan tujuan dan sasaran yang akan dicapai. Kebijakan pelaksanaan, program yang dilakukan, jadwal pelaksanaan, anggaran biaya, dan sumber daya ditetapkan melalui proses yang dilakukan pada kegiatan ini. Perencanaan harus dirancang dengan cermat, lengkap, dan dengan tingkat kesalahan yang minimal. Hasil perencanaan dapat diubah

karena hanya digunakan sebagai referensi untuk tahap pelaksanaan dan pengendalian. Perencanaan harus terus disempurnakan untuk menyesuaikan dengan perubahan dan perkembangan yang mungkin terjadi selama proses.

2. Pengorganisasian (*Organizing*)

   Kegiatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan jenis pekerjaan, serta menetapkan wewenang dan tanggung jawab setiap personel yang terlibat. Agar organisasi dapat berfungsi secara efektif, pimpinan harus memiliki kemampuan dalam mengoordinasikan dan berkomunikasi dengan seluruh anggota organisasi. Hal tersebut didukung oleh adanya rasa tanggung jawab dan partisipasi aktif dari setiap individu. Struktur organisasi yang disusun sesuai dengan kebutuhan proyek, pembagian tugas yang jelas, serta penempatan personel berdasarkan kompetensi dan keahliannya masing-masing akan memberikan kontribusi positif terhadap kinerja organisasi secara keseluruhan.

3. Pelaksanaan (*Actuating*)

   Tahap pelaksanaan merupakan implementasi dari rencana yang telah disusun sebelumnya dengan tujuan untuk memastikan bahwa hasil akhir pekerjaan sesuai dengan sasaran dan tujuan yang telah ditetapkan. Pada tahap ini, rencana kerja dapat mengalami penyesuaian seiring dengan dinamika kondisi di lapangan, sehingga perbaikan dan penyempurnaan perencanaan masih dimungkinkan. Pelaksanaan kegiatan memerlukan kolaborasi yang baik antar pihak terkait agar proses pekerjaan dapat berjalan secara efektif dan seimbang. Selain itu, pada tahap ini ditetapkan konsep pelaksanaan, kebutuhan jumlah personel, jadwal kegiatan, program kerja, alokasi biaya, serta distribusi sumber daya yang diperlukan.

4. Pengendalian (*Controlling*)

   Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk memastikan bahwa program dan aturan kerja dapat diselesaikan dengan hasil yang paling memuaskan. Untuk mencapai hal tersebut, bentuk-bentuk berikut harus ada:

   a. Supervisi: melakukan serangkaian tindakan koordinasi pengawasan dalam batas wewenang dan tanggung jawab menurut prosedur organisasi yang

telah ditetapkan dengan tujuan agar operasional dapat dilakukan secara bersama-sama oleh semua personel dengan kendali pengawas.

b. Inspeksi: melakukan pemeriksaan terhadap hasil pekerjaan dengan tujuan menjamin spesifikasi mutu dan produk sesuai dengan yang direncanakan.
c. Tindakan koreksi: melakukan perubahan dan perbaikan terhadap rencana yang telah ditetapkan agar dapat disesuaikan dengan kondisi pelaksanaan.

3.2.4 Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Pekerjaan Proyek

Hambatan biasanya bersifat negatif, yaitu membuat seseorang lebih lambat dalam menyelesaikan tugas. Seringkali terjadi beberapa hal yang menghalangi pencapaian tujuan selama perencanaan pekerjaan; ini berlaku untuk pengembangan dan pelaksanaan pekerjaan. Rencana proyek memerlukan seluruh staf proyek, mulai dari manajer proyek hingga tingkat paling bawah, untuk bekerja sama sebaik mungkin. Ada saat-saat ketika proyek terhambat atau tertunda. Secara konseptual, berbagai potensi hambatan telah dipertimbangkan sejak tahap penelitian atau studi kelayakan hingga perencanaan proyek. Namun demikian, terdapat kendala tertentu yang muncul akibat faktor-faktor di luar kendali perencanaan, seperti fluktuasi harga bahan baku maupun perubahan kebijakan pemerintah. Dalam kondisi tersebut, fungsi pengawasan dan evaluasi yang dilakukan secara berkala menjadi penting untuk memastikan bahwa pelaksanaan proyek tetap berjalan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan (Mayuddin, 2023).

Sebuah proyek konstruksi dapat terhambat oleh banyak hal. Tujuan terpenting adalah menjalankan proyek secara langsung waktu tanpa hambatan internal. Pengalaman yang tidak diinginkan selama proyek konstruksi, termasuk hambatan dan kendala dalam perencanaannya, akan sangat merugikan semua elemen. Setiap proyek memiliki perencanaan khusus yang menentukan kapan proyek harus dimulai, kapan, dengan cara apa dan sumber daya juga akan diperlukan untuk proyek. Perencanaan proyek mengacu pada kondisi dan penawaran yang harus dibuat dengan cepat karena masalah akan muncul jika tidak ada kesesuaian antara apa yang sebenarnya terjadi. Proyek pembangunan dapat berjalan lancar jika tidak ada masalah yang menghalangi mereka. Berikut faktor penghambat menurut Mayuddin (2023):

1. Faktor Material

   Material memiliki peran yang sangat penting dalam pelaksanaan proyek karena menyumbang porsi yang besar terhadap total biaya. Biaya pengadaan material diperkirakan mencapai sekitar 50%–70% dari keseluruhan anggaran proyek, belum termasuk biaya yang timbul akibat kegiatan penyimpanan. Oleh karena itu, pengelolaan material harus dilakukan secara efektif melalui pelaksanaan setiap tahapan dalam siklus manajemen material secara cermat dan terencana. Ketidakefektifan pada satu atau lebih tahapan berpotensi mengganggu keseluruhan sistem manajemen material, yang pada akhirnya dapat menyebabkan peningkatan biaya proyek. Tahapan utama dalam manajemen material mencakup proses pemilihan material, pemilihan pemasok, pengadaan, pengiriman, penerimaan, penyimpanan, distribusi material, serta pengendalian tingkat persediaan.

2. Faktor Desain dan Perencanaan

   Kesalahan desain seringkali timbul akibat ketidakakuratan data hasil survei lapangan. Survei lapangan berfungsi untuk menyediakan data yang valid dan representatif yang menjadi dasar perancangan konstruksi. Dalam proses perancangan, data tersebut harus mencakup berbagai aspek penting, antara lain klasifikasi konstruksi, karakteristik geometrik dan desain konstruksi. Apabila survei lapangan tidak dilaksanakan secara memadai sehingga informasi yang diperoleh tidak akurat, konsekuensinya dapat berupa kegagalan pada pelaksanaan proyek.

3. Faktor Pelaksanaan dan Hubungan Kerja

   Pada proyek berskala besar dan berkompleksitas tinggi yang melibatkan banyak organisasi serta rangkaian kegiatan yang saling bergantung sering muncul kendala dalam hal koordinasi dan komunikasi. Kompleksitas ini juga diperparah oleh rumitnya pendefinisian struktur organisasi proyek oleh perencana, sehingga peran dan wewenang tidak selalu jelas. Hubungan komunikasi antara kontraktor dan pemilik proyek kerap menjadi salah satu penyebab keterlambatan, terutama ketika interaksi keduanya lemah sehingga terjadi kesalahpahaman antara ekspektasi pemilik dan pelaksanaan pekerjaan

oleh kontraktor. Selain itu, komunikasi yang tidak efektif antara pekerja lapangan dan lembaga pengawas atau konsultan dapat memperburuk situasi; misalnya, ketika pengawas meremehkan pekerja atau membiarkan pelaksana bekerja tanpa instruksi yang jelas, hal ini menimbulkan perbedaan interpretasi atas tugas dan kinerja yang diharapkan. Secara keseluruhan, koordinasi dan komunikasi yang tidak berkelanjutan serta tidak melibatkan seluruh pihak terkait menyebabkan terjadinya aliran informasi yang tidak akurat, sehingga keputusan dan pelaksanaan pekerjaan menjadi tidak tepat sasaran.

4. Faktor Peralatan

   Peralatan di lapangan kerap mengalami kerusakan akibat perawatan yang kurang memadai atau karena usia pakai yang sudah lanjut. Kondisi tersebut menghambat kegiatan yang sangat bergantung pada alat bantu, sehingga berdampak pada kelancaran pelaksanaan pekerjaan. Selain masalah kerusakan dan ketersediaan peralatan yang terbatas, kompetensi mandor atau operator dalam berkomunikasi dengan pekerja mengenai penggunaan alat juga memegang peranan penting. Faktor lain yang memperpanjang durasi pekerjaan adalah keterlambatan pengiriman peralatan antar lokasi kerja. Produktivitas alat merupakan variabel penentu dalam perhitungan waktu pelaksanaan proyek, karena semakin tinggi produktivitas peralatan, semakin singkat waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan (hubungan berbanding terbalik).

5. Faktor Kondisi dan Keadaan di Lapangan

   Manajemen lapangan kontraktor yang tidak profesional berpotensi merugikan kontraktor itu sendiri dan mengganggu kelancaran keseluruhan pelaksanaan proyek. Kualitas pengelolaan di lapangan turut menentukan efektivitas komunikasi antar-pihak, apabila manajemen kurang profesional, instruksi kerja sering kali menjadi tidak terarah. Dalam praktiknya, saat dilakukan anwijing (briefing lapangan), kondisi eksisting sering diabaikan dan para penawar kadang berasumsi bahwa kondisi lapangan serupa dengan proyek yang biasa mereka tangani. Padahal, setiap proyek konstruksi jalan umumnya memiliki variasi topografi dan karakteristik tanah pada trase yang berbeda;

perbedaan kondisi tersebut mensyaratkan metode kerja yang disesuaikan untuk setiap situasi lapangan.

6. Faktor di Luar Kemampuan Kontraktor

Kualitas sumber daya manusia (SDM) pada pihak kontraktor yang rendah berdampak signifikan terhadap keberhasilan pekerjaan. Dalam pekerjaan jalan, SDM terbagi menjadi dua kategori utama: SDM teknis dan SDM non-teknis. SDM teknis seperti tenaga perancang, pengawas lapangan, mandor, dan operator memegang peranan krusial dalam pelaksanaan jasa konstruksi, apabila mutu tenaga teknis ini buruk, proses kerja dapat terganggu dan menurunkan produktivitas serta mutu hasil. Sementara itu, SDM *non*-teknis yang menangani fungsi administrasi proyek juga penting untuk kelancaran administrasi, pengendalian dokumen, dan dukungan manajerial. Pada pekerjaan konstruksi, kualitas kedua jenis SDM ini tidak hanya menentukan ketepatan perancangan dan pelaksanaan konstruksi, tetapi juga efektivitas pengawasan serta pemantauan kinerja konstruksi pasca-pembangunan.

3.3. Tahap Perencanaan Proyek

3.3.1 Pengertian Tahap Perencanaan

Pada penelitian ini berfokus pada tahap perencanaan, tahap perencanaan merupakan fase kritis dalam manajemen proyek konstruksi yang bertujuan untuk mengidentifikasi kegiatan, sumber daya, dan waktu perencanan sebelum pekerjaan lapangan dimulai. Görsch menekankan pentingnya keterpaduan antara *task planning* dan *task control* untuk memastikan proyek berjalan efisien. Dalam konteks proyek konstruksi, tahap perencanaan berfungsi sebagai fondasi utama keberhasilan pelaksanaan, karena seluruh keputusan teknis dan manajerial dibuat pada fase ini (Gorsch, C, 2024).

Selanjutnya, Raz dan Zwikael (2023) menyatakan bahwa keberhasilan suatu proyek sangat dipengaruhi oleh kualitas tahap perencanaan. Proyek dengan tingkat kegagalan tinggi umumnya memiliki kelemahan pada perencanaan awal, seperti ketidakjelasan lingkup pekerjaan, ketidaktepatan jadwal, dan lemahnya analisis risiko. Oleh karena itu, tahap perencanaan tidak hanya berfungsi untuk menyusun

jadwal kerja, tetapi juga sebagai proses strategis dalam menentukan arah, risiko, serta indikator kinerja proyek.

Sementara itu, penelitian *Understanding Complexity at the Pre-Construction Stage of Construction Projects* (2025) menegaskan bahwa tahap perencanaan merupakan fase paling kompleks karena melibatkan beragam pemangku kepentingan dengan kepentingan berbeda. Kompleksitas tersebut mencakup ketidakpastian desain, keterbatasan informasi teknis, serta tantangan koordinasi lintas disiplin. Dengan demikian, komunikasi yang efektif dan kolaborasi antarpihak menjadi faktor penting dalam memastikan tahap perencanaan berjalan optimal dan mengurangi risiko perubahan pada tahap konstruksi.

3.3.2 Kegiatan Utama Tahap Perencanaan

Tahap perencanaan mencakup serangkaian kegiatan utama yang melibatkan berbagai disiplin keilmuan, mulai dari perancangan arsitektur, perencanaan struktur, sistem mekanikal, elektrikal dan plumbing (MEP), hingga penyusunan estimasi biaya dan penjadwalan proyek. Menurut *Building Information Model for Cost Estimation and Scheduling in Building Architecture* (2024), penerapan *Building Information Modeling (BIM)* dalam kegiatan perencanaan mampu meningkatkan akurasi estimasi volume pekerjaan dan waktu pelaksanaan. BIM memungkinkan integrasi antara data desain arsitektur, struktur, dan MEP secara tiga dimensi, sehingga kesalahan perhitungan dan tumpang tindih pekerjaan dapat diminimalkan sejak tahap awal.

3.3.3 Permasalahan Umum Dalam Perencanaan Konvensional

Meskipun tahap perencanaan memiliki peran strategis dalam keberhasilan proyek, perencanaan secara konvensional masih menghadapi berbagai permasalahan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Pikas dan Furneaux (2020), mereka mengidentifikasi bahwa proses perencanaan konvensional sering kali mengalami kendala komunikasi dan koordinasi antar-disiplin, khususnya antara arsitek, insinyur, dan kontraktor. Ketidaksinkronan informasi tersebut berpotensi menimbulkan *design clashes*, revisi gambar berulang, serta keterlambatan proses persetujuan dokumen desain.

Selain itu, tinjauan pustaka oleh *Review Study for Rework Causes in Construction Industry* (2022) menemukan bahwa sekitar 10–15% biaya proyek konstruksi terbuang akibat pekerjaan ulang (*rework*) yang bersumber dari kesalahan desain dan kurangnya koordinasi pada tahap perencanaan. Kondisi ini menunjukkan bahwa perencanaan konvensional yang tidak didukung oleh sistem kolaboratif digital cenderung menimbulkan inefisiensi yang berdampak langsung terhadap biaya dan durasi proyek.

Temuan serupa juga disampaikan oleh Alaloul et al. (2016), yang menyatakan bahwa perbedaan disiplin ilmu, perubahan desain mendadak, serta lemahnya komunikasi antar tim menjadi faktor dominan yang mempengaruhi kinerja proyek. Kurangnya koordinasi pada tahap awal menyebabkan terjadinya keterlambatan jadwal dan pembengkakan biaya selama pelaksanaan proyek. Oleh karena itu, diperlukan peralihan dari pendekatan konvensional menuju sistem perencanaan yang lebih terintegrasi dan berbasis kolaborasi digital untuk mengatasi permasalahan tersebut.

3.4. Metode Konvensional dalam Perencanaan Proyek

3.4.1. Pengertian Metode Konvensional

Perencanaan proyek konstruksi secara konvensional merujuk pada metode konvensional dalam merencanakan pekerjaan proyek, yang secara umum mengandalkan proses manual mulai dari perencanaan, desain dan perhitungan proyek. Dalam pendekatan ini, sebagian besar aktivitas administrasi proyek dilakukan menggunakan alat bantu seperti buku catatan, papan jadwal manual, *spreadsheet (Excel),* dan dokumen fisik lainnya. Koordinasi antar pihak dilakukan melalui komunikasi langsung, telepon, atau surat fisik/*email* tanpa sistem terpadu.

Metode konvensional dalam kegiatan perencanaan konstruksi adalah pendekatan kerja tradisional yang mengandalkan gambar dua dimensi (2D) sebagai dasar perancangan. Pada sistem ini, tiap disiplin seperti arsitektur, struktur, maupun mekanikal-elektrikal (MEP) bekerja secara mandiri dan menyusun gambar teknis masing-masing (Wibowo, 2020). Proses penyelarasan informasi dilakukan melalui

rapat koordinasi, pertukaran dokumen, serta komunikasi manual, sehingga konsistensi dan ketepatan desain sangat bergantung pada manusia.

Nugraha (2020) menjelaskan bahwa metode konvensional biasanya menggunakan perangkat lunak CAD 2D seperti AutoCAD tanpa integrasi model 3D ataupun basis data terpusat. Karena teknologi ini telah lama digunakan, sebagian besar tenaga kerja sudah terbiasa sehingga prosesnya dianggap lebih sederhana dan tidak membutuhkan pelatihan intensif maupun perangkat keras berkapasitas besar. Faktor tersebut membuatnya tetap ekonomis untuk proyek skala kecil hingga menengah.

Walaupun mudah diterapkan, pendekatan ini memiliki kelemahan berupa pemisahan informasi antar disiplin karena desain dikerjakan secara terpisah. Kondisi tersebut dapat memicu perbedaan gambar, kurangnya sinkronisasi, serta revisi yang berulang (Marizan et al., 2019). Meskipun begitu, metode konvensional masih dipilih oleh banyak organisasi karena prosedurnya sederhana, efisien secara biaya, dan tidak menuntut investasi teknologi yang besar.

3.4.2. Kelebihan dan Kelemahan Metode Konvensional

Meskipun perkembangan teknologi mendorong adopsi *Building Information Modeling* (BIM), metode konvensional seperti penggunaan AutoCAD 2D dan komunikasi manual antar disiplin masih memiliki sejumlah keuntungan yang membuatnya tetap digunakan pada banyak proyek konstruksi. Salah satu kelebihannya adalah tingkat penerimaan yang tinggi di kalangan praktisi, karena metode ini telah digunakan selama bertahun-tahun dan dianggap familiar oleh hampir semua perencana, kontraktor, maupun pemilik proyek. Dengan demikian, proses kerja dapat berjalan tanpa perlu pelatihan khusus atau investasi besar dalam pengembangan kompetensi (Wibowo, A.,2020).

Selain itu, perangkat lunak seperti AutoCAD cenderung membutuhkan spesifikasi hardware yang lebih ringan jika dibandingkan dengan *platform* BIM, sehingga lebih mudah dioperasikan pada berbagai jenis komputer. Biaya operasional pun relatif lebih rendah, baik dari sisi perangkat lunak maupun infrastruktur pendukung. Dalam beberapa kasus, metode konvensional juga dianggap lebih fleksibel ketika melakukan revisi cepat pada gambar dua dimensi,

terutama untuk pekerjaan sederhana yang tidak memerlukan detail koordinasi lintas disiplin secara kompleks (Nugraha, A. K., 2020)

Komunikasi manual antar disiplin, meskipun memiliki keterbatasan, dapat memberikan kesempatan untuk diskusi langsung yang kadang menghasilkan pemahaman kontekstual yang lebih baik. Hal ini terutama berguna dalam proyek skala kecil atau proyek yang struktur organisasinya lebih sederhana. Dengan demikian, metode konvensional tetap memiliki keunggulan dari sisi kemudahan implementasi, biaya investasi yang cenderung kecil, serta kompatibilitas tinggi dengan kemampuan SDM yang sudah ada (Marizan, Y., Purwanto, S. S., & Yunanda, M., 2019).

Namun, menurut (Nasution, 2011), pendekatan manual ini memiliki keterbatasan signifikan terutama dalam hal ketepatan data, kecepatan distribusi informasi, dan efisiensi dalam pengambilan keputusan. Kegiatan seperti permodelan design, arsitektural, struktural, MEP, dan rancangan anggaran biaya serta sangat rentan terhadap kesalahan *input* dan kehilangan data.

Beberapa karakteristik dari perencanaan proyek secara konvensional antara lain:

1. Pengumpulan Data Manual: Informasi lapangan dicatat menggunakan formulir atau buku kerja yang kemudian dipindahkan secara manual ke sistem *spreadsheet*. Hal ini membuka kemungkinan kesalahan transfer data (*human error*) dan keterlambatan pemrosesan.
2. Lambatnya Akses dan Penyebaran Informasi: Karena data tidak tersimpan dalam sistem pusat yang dapat diakses secara *real-time*, maka sering terjadi keterlambatan dalam penyampaian laporan kepada manajemen proyek atau pihak terkait lainnya.
3. Kurangnya Integrasi Data: Data yang dihasilkan dari berbagai departemen (misalnya perencanaan, pengadaan, dan desain) seringkali tidak terintegrasi, sehingga menyulitkan dalam melakukan evaluasi perencanaan proyek secara menyeluruh.
4. Minimnya Pemantauan Waktu Nyata (*Real-time Monitoring*): Karena tidak adanya sistem otomatisasi, proses pengawasan terhadap progres perencanaan

proyek cenderung bersifat retrospektif dan reaktif. Ini menyebabkan keterlambatan dalam mendeteksi deviasi rencana proyek.

5. Kendala Komunikasi: Dalam proyek berskala besar, tantangan komunikasi antar pihak (perencana arsitektur, perencanaan struktur, sistem mekanikal, elektrikal, dan plumbing (MEP), hingga cost estimator) menjadi signifikan, terutama ketika tidak ada *platform* terpadu yang menghubungkan semua pihak.

Menurut Hidayat (2018), perencanaan proyek dengan metode konvensional sering kali berujung pada ketidakefisienan. Hal ini terjadi karena keputusan yang diambil seringkali didasarkan pada data yang terlambat diterima, yang kemudian mengarah pada ketidakakuratan informasi. Ketidaksesuaian antara kondisi lapangan yang sesungguhnya dan laporan yang diterima mengarah pada keputusan yang kurang tepat. Akibatnya, risiko keterlambatan dan pembengkakan biaya semakin besar. Kondisi ini menunjukkan bahwa proyek yang dikelola secara konvensional sangat rentan terhadap pemborosan waktu dan biaya yang seharusnya bisa dihindari dengan pengelolaan yang lebih efisien.

3.5. Konsep *Building Information Modeling* (BIM)

3.5.1. Pengertian dan Prinsip Dasar BIM

Menurut *National Institute of Building Sciences* (NIBS), *Building Information Modeling* (BIM) merupakan representasi digital yang memuat informasi komprehensif mengenai karakteristik fisik dan fungsional suatu bangunan, sehingga dapat dijadikan dasar pengambilan keputusan yang andal sepanjang siklus hidup konstruksi mulai dari tahap perencanaan hingga pembongkaran (Liu et al., 2019). Prinsip fundamental BIM menekankan kolaborasi antar pemangku kepentingan pada setiap fase implementasinya, yang meliputi proses pengumpulan, ekstraksi, dan pembaruan informasi. Dengan pendekatan kolaboratif ini, BIM berfungsi sebagai alat bantu bagi semua pihak yang terlibat dalam proyek untuk saling berbagi dan memanfaatkan informasi secara efisien (Mieslenna & Wibowo, 2019).

Konsep *Building Information Modeling* (BIM) telah ada sejak tahun 1970-an, tetapi GA Van Nederveen dan FP Tolman pertama kali menggunakan istilah ini dalam artikel tahun 1992 (Aryani et al., 2014; Laorent et al., 2019). Setelah artikel Autodesk berjudul "*Building Information Modeling*" dirilis pada tahun 2002, BIM mulai mendapat perhatian besar (Heryanto et al., 2020). Tingkat adopsi *Building Information Modeling* (BIM) berbeda-beda di setiap negara. Di Amerika Serikat, *software* BIM telah digunakan sejak tahun 2003, dan pada tahun 2007, adopsi mengalami peningkatan pesat di industri konstruksi (Fakhruddin et al., 2019). Singapura menjadi negara pertama di Asia yang mengadopsi *Building Information Modeling* (BIM) pada tahun 2008 dan menjadi negara pertama yang mewajibkan penggunaan *e-submission* (Mehran, 2016). Pada tahun 2010, negara lain di Asia seperti Cina, Korea Selatan, Vietnam, dan Malaysia juga mulai menerapkan BIM. Di Indonesia, *Building Information Modeling* (BIM) mulai diadopsi pada tahun 2012 dan pertama kali diterapkan di Indonesia pada tahun 2013.

Pengembangan *Building Information Modeling* (BIM) umumnya melalui empat tahapan utama: level 0 (konvensional), level 1 (pemodelan berbasis desain), level 2 (pemodelan kolaboratif), dan level 3 (pemodelan terintegrasi). (Othman et al., 2021). Selain itu, konsep BIM mencakup pendekatan *multi*-dimensional yang merepresentasikan berbagai jenis informasi dalam model konstruksi, yakni: (1) dimensi spasial (tinggi, panjang, lebar), (2) dimensi temporal (informasi waktu), (3) dimensi biaya (estimasi/anggaran), (4) dimensi keberlanjutan (*sustainability*), dan (5) dimensi manajemen fasilitas yang berkaitan dengan pengelolaan aset sepanjang siklus hidup bangunan (Mieslenna & Wibowo, 2019).

3.5.2. *Level of Development* (LOD) dalam BIM

Level of Development (LOD) adalah tingkatan kematangan dan keandalan informasi dalam model BIM (*Building Information Modeling*), yang menunjukkan sejauh mana elemen-elemen dalam model tersebut telah dikembangkan secara geometrik (bentuk fisik) dan *non*-geometrik (data atau informasi terkait). LOD digunakan sebagai standar komunikasi antar pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi seperti arsitek, insinyur, kontraktor, dan pemilik proyek untuk memastikan pemahaman yang seragam mengenai tingkat detail dan keakuratan

model pada setiap tahap pengembangan. LOD terbagi atas beberapa level, sebagai berikut (Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K., 2011) dan (American Institute of Architects (AIA), 2013):

1. LOD 100

   Model hanya menunjukkan massa atau volume bangunan tanpa detail dimensi. Informasi masih bersifat perkiraan (misalnya luas area, orientasi, dan lokasi). Cocok untuk studi kelayakan atau tahap pra-desain.

2. LOD 200

   Model menunjukkan bentuk dan ukuran elemen secara kasar dengan lokasi relatif yang telah ditentukan. Informasi tambahan mencakup jenis material umum dan sistem konstruksi. Digunakan untuk analisis desain dan estimasi biaya awal.

3. LOD 300

   Geometri dan posisi elemen sudah akurat secara dimensi dan lokasi. Data cukup untuk digunakan dalam gambar kerja (*shop drawing*). Informasi *non*-geometrik seperti spesifikasi material sudah lebih terperinci.

4. LOD 350

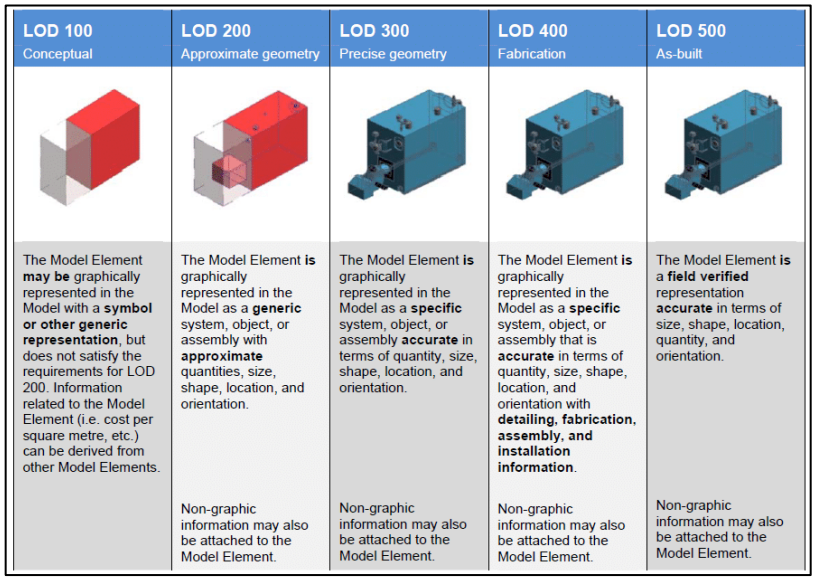
   Elemen-elemen sudah dimodelkan dengan koneksi dan antarmuka yang realistis terhadap sistem lain (misalnya hubungan antara struktur, arsitektur, dan MEP). Cocok untuk tahap koordinasi antar-disiplin sebelum konstruksi.

5. LOD 400

   Model sudah siap untuk proses fabrikasi atau instalasi di lapangan. Dimensi, material, dan toleransi manufaktur telah ditentukan. Digunakan oleh kontraktor atau manufaktur komponen.

6. LOD 500

   Model mencerminkan kondisi aktual bangunan setelah konstruksi selesai. Semua elemen dimasukkan sebagaimana terpasang di lapangan, dan informasi ini digunakan untuk operasi dan pemeliharaan fasilitas (*facility management*).



LOD 100 Conceptual	LOD 200 Approximate geometry	LOD 300 Precise geometry	LOD 400 Fabrication	LOD 500 As-built
The Model Element **may be** graphically represented in the Model with a **symbol or other generic representation**, but does not satisfy the requirements for LOD 200. Information related to the Model Element (i.e. cost per square metre, etc.) can be derived from other Model Elements.	The Model Element **is** graphically represented in the Model as a **generic** system, object, or assembly with **approximate** quantities, size, shape, location, and orientation. Non-graphic information may also be attached to the Model Element.	The Model Element **is** graphically represented in the Model as a **specific** system, object, or assembly **accurate** in terms of quantity, size, shape, location, and orientation. Non-graphic information may also be attached to the Model Element.	The Model Element **is** graphically represented in the Model as a **specific** system, object, or assembly that is **accurate** in terms of quantity, size, shape, location, and orientation with **detailing, fabrication, assembly, and installation information**. Non-graphic information may also be attached to the Model Element.	The Model Element **is** a **field verified** representation **accurate** in terms of size, shape, location, quantity, and orientation. Non-graphic information may also be attached to the Model Element.

Gambar 3. 1 ***Level of Development (LOD)***
(Sumber: BIM *built for the field*)

3.5.3. Dimensi Model BIM

Dalam perencanaan berbasis BIM terdapat beberapa dimensi yang mencerminkan kapabilitas sistem BIM dalam merealisasikan dan memfasilitasi transfer informasi yang dihasilkan. Dimensi-dimensi tersebut meliputi: 3D (model geometris dan data bangunan), 4D (penjadwalan/ *schedule*), 5D (estimasi biaya/ *work breakdown structure*), 6D (analisis energi/performa bangunan), dan 7D (Siklus hidup bangunan/ *building life cycle*) (Tjell, J, 2010).

1. Model 2D

   Model dua dimensi (2D) merupakan bentuk representasi konstruksi yang paling sederhana, menggambarkan koordinat pada sumbu X dan Y. Penyusunan model 2D dapat dilakukan secara manual ataupun menggunakan perangkat lunak seperti AutoCAD.

2. Model 3D

   Model BIM tiga dimensi (3D) merupakan salah satu bentuk dimensi BIM yang paling umum dipakai dan kerap dijadikan acuan utama dalam perencanaan proyek oleh perusahaan konstruksi. Model 3D memetakan bangunan dalam ruang tiga sumbu (X, Y, dan Z) sehingga memberikan representasi geometris yang utuh. Pemanfaatan model 3D memungkinkan

penyajian informasi visual tentang susunan struktur dan elemen konstruksi secara rinci, sehingga meningkatkan transparansi dan pemahaman sepanjang tahapan proyek.

3. Model 4D

   Model BIM 4D merupakan pengembangan dari model 3D yang menambahkan dimensi temporal berupa data penjadwalan. Model ini dibangun dengan memperkaya model 3D awal menggunakan informasi waktu sehingga menggabungkan representasi geometris (3D) dengan urutan kegiatan dan durasi proyek. Dengan demikian, BIM 4D menyajikan informasi perkembangan proyek secara terintegrasi dan mudah dipahami oleh pelaksana, sehingga berpotensi mengoptimalkan perencanaan serta pengawasan pelaksanaan konstruksi.

4. Model 5D

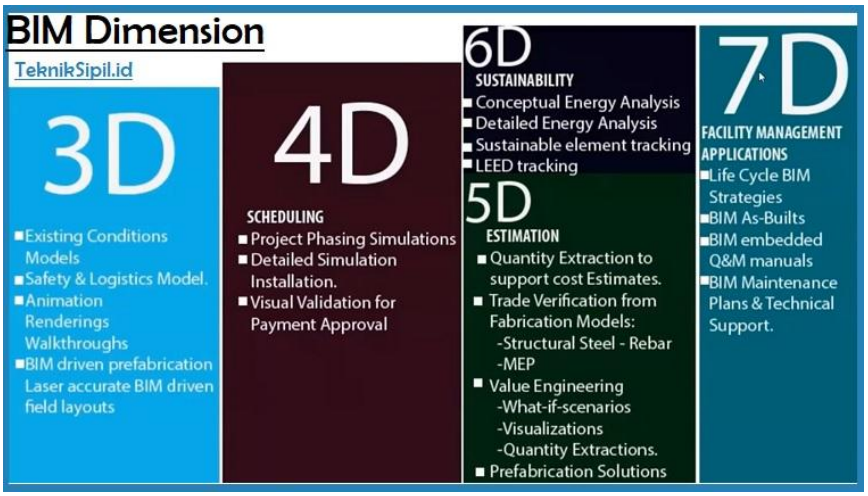
   Model BIM 5D merupakan pengembangan lanjutan dari model BIM 4D yang menambahkan dimensi informasi terkait estimasi dan pengendalian biaya proyek. Melalui integrasi antara data biaya, jadwal, dan model tiga dimensi, BIM 5D mampu memproyeksikan serta memprediksi kebutuhan keuangan proyek sekaligus menampilkan visualisasi kemajuan pelaksanaan. Penerapan model ini memungkinkan pembaruan estimasi biaya secara *real-time* apabila terjadi perubahan desain atau modifikasi lain dalam proyek, sehingga mendukung manajemen keuangan yang lebih efektif dan efisien.

5. Model 6D

   Model BIM 6D, yang juga dikenal sebagai *integrated* BIM (iBIM), merupakan bentuk pengembangan BIM yang lebih komprehensif dengan menambahkan dimensi informasi guna mendukung pengelolaan serta operasional fasilitas dalam proyek konstruksi. Pada model ini, proses pembaruan dan modifikasi data turut mempertimbangkan aspek keberlanjutan dan lingkungan, termasuk analisis potensi dampak proyek terhadap kondisi lingkungan sekitarnya.

6. Model 7D

Model BIM 7D merupakan tahap integrasi tertinggi yang menggabungkan model 3D, penjadwalan waktu, estimasi biaya, serta aspek pemeliharaan dan operasional bangunan secara berkelanjutan. Model ini berfungsi untuk mengoptimalkan manajemen proyek pada setiap elemen konstruksi. Dalam BIM 7D, data terkait masa pemeliharaan, spesifikasi teknis, dan operasional bangunan diintegrasikan secara real-time, sehingga dapat digunakan untuk mendukung pengelolaan proyek dan aset bangunan dengan lebih efisien serta berorientasi pada keberlanjutan.



Gambar 3. 2 Dimensi BIM
(Sumber: Tekniksipil.id)

3.5.4. Standar dan Regulasi BIM

Salah satu standar internasional yang menjadi acuan utama dalam penerapan *Building Information Modeling* (BIM) adalah ISO 19650. Standar ini mengatur tentang manajemen informasi dalam lingkungan pembangunan dan pengelolaan aset, serta menjadi pedoman global bagi seluruh pihak yang terlibat dalam siklus hidup proyek konstruksi. ISO 19650 pertama kali diterbitkan pada bulan Desember tahun 2018 oleh *International Organization for Standardization* (ISO), dengan tujuan untuk menciptakan keseragaman tata kelola informasi proyek berbasis BIM di seluruh dunia.

ISO 19650 terdiri dari beberapa bagian yang saling melengkapi, yaitu ISO 19650-1 menjelaskan prinsip dasar dan konsep umum dalam pengelolaan informasi menggunakan BIM, termasuk struktur data, terminologi, dan alur pertukaran informasi. ISO 19650-2 berisi panduan rinci mengenai proses manajemen informasi pada tahap desain dan konstruksi proyek, yang menekankan pentingnya koordinasi antar disiplin melalui model digital. Sementara itu, ISO 19650-3 berfokus pada pengelolaan informasi selama fase operasional aset, yaitu ketika bangunan telah selesai dibangun dan mulai dioperasikan. Adapun ISO 19650-5 mengatur mengenai keamanan informasi, terutama dalam konteks perlindungan data proyek dan infrastruktur penting dari potensi ancaman digital.

Penerapan standar ISO 19650 bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan data proyek, menjamin keterpaduan antar pemangku kepentingan, serta meminimalkan risiko kesalahan akibat informasi yang tidak terstruktur atau tidak sinkron. Dengan adanya standar ini, setiap pihak yang terlibat seperti arsitek, insinyur, kontraktor, dan pemilik proyek dapat memiliki pemahaman yang seragam terhadap proses pertukaran informasi dan tanggung jawabnya masing-masing. Di Indonesia, ISO 19650 telah mulai diadopsi dalam beberapa proyek besar oleh perusahaan konstruksi nasional, dan menjadi acuan dalam penyusunan standar nasional BIM yang tengah dikembangkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR).

Penerapannya di Indonesia terkait BIM telah terdapat pada Peraturan Pemerintah No. 16 tahun 2021 dan berbagai undang-undang lainnya yang mengatur penggunaan teknologi BIM di Indonesia. Tujuan dari peraturan ini adalah untuk mendorong persaingan yang sehat dalam proses pengadaan barang dan jasa, meningkatkan transparansi dan akuntabilitas, dan mengoptimalkan penggunaan anggaran. Selain itu, Peraturan Menteri PUPR Nomor 22/PRT/M/2018 memberikan pedoman tentang penerapan BIM dalam kegiatan konstruksi gedung negara (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018).

3.5.5. Kelebihan dan Kekurangan Penerapan BIM dalam Tahap Perencanaan Proyek

Building Information Modeling (BIM) menawarkan berbagai keunggulan dibandingkan metode konvensional dengan mentransformasikan proses perencanaan dan pelaksanaan proyek ke dalam lingkungan konstruksi virtual. Melalui BIM, seluruh informasi proyek dikompilasi dan diintegrasikan dalam satu model digital yang mendukung kolaborasi antar pemangku kepentingan sepanjang siklus hidup proyek. Data bangunan, termasuk geometri, dimensi waktu, estimasi biaya, serta atribut teknis lainnya, dihimpun, dikelola, dan disebarluaskan secara terkomputerisasi. Model informasi tersebut memungkinkan pertukaran data secara real-time antar disiplin, sehingga meningkatkan koordinasi tim dan meminimalkan potensi ketidaksesuaian desain. Selain itu, kemampuan visualisasi tiga dimensi yang dimiliki BIM memberikan pemahaman desain yang lebih komprehensif sebelum tahap konstruksi dimulai. BIM juga mendukung proses penjadwalan, pengelolaan sumber daya, serta estimasi biaya, yang secara keseluruhan meningkatkan kualitas perencanaan proyek. Dengan keunggulan tersebut, pengambilan keputusan berbasis BIM dapat dilakukan secara lebih cepat dan efektif dibandingkan pendekatan konvensional. (Nelson & Sekarsari, 2019).

Dalam proyek konstruksi, *Building Information Modeling* (BIM) merupakan metodologi yang mengintegrasikan tahapan perancangan, pelaksanaan konstruksi, dan pengelolaan bangunan melalui pemodelan digital yang saling terhubung. Menurut Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR, 2020), pemanfaatan BIM dalam perencanaan proyek konstruksi memberikan beberapa keuntungan, antara lain:

1. Representasi visual 3D, BIM menyediakan model tiga dimensi yang mempermudah pemahaman terhadap gambar rencana, menyajikan detail pada pekerjaan kompleks (contoh, penulangan pada struktur gedung), serta memfasilitasi penghitungan volume pekerjaan secara cepat dan akurat untuk penyusunan RAB tiap komponen.
2. Deteksi dini masalah (*clash detection*) dan pengambilan informasi, BIM memungkinkan identifikasi benturan atau konflik antar-perencanaan pada

tahap awal sehingga jadwal dan desain dapat langsung disesuaikan dengan kondisi lapangan; penerapan ini relevan pada perencanaan struktur, arsitektur, maupun MEP.

3. Peningkatan koordinasi dan aksesibilitas informasi, dengan model yang dapat diunggah ke layanan *cloud*, BIM mempermudah koordinasi antara kontraktor, konsultan, dan pemilik proyek baik secara *daring* maupun luring; *owner* atau konsultan dapat mengakses model untuk melakukan pemeriksaan dan evaluasi perbaikan secara langsung.

Meskipun *Building Information Modeling* (BIM) menawarkan berbagai keuntungan dalam proses perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi, penerapannya juga memiliki sejumlah kelemahan yang dapat memengaruhi efektivitas serta daya saing perusahaan. Salah satu kendala utama adalah besarnya biaya investasi awal, baik untuk perangkat lunak maupun pelatihan. Selain itu, penggunaan BIM membutuhkan spesifikasi perangkat keras yang tinggi sehingga tidak semua organisasi siap untuk memenuhinya.

Keterbatasan kompetensi sumber daya manusia dalam mengoperasikan BIM menjadi tantangan tersendiri, karena diperlukan pelatihan intensif agar pengguna mampu memanfaatkan fitur BIM secara optimal. Proses transisi dari metode kerja konvensional menuju BIM juga memakan waktu, sebab perubahan budaya kerja tidak terjadi secara instan. Kendala lainnya adalah belum adanya standar atau prosedur operasional BIM yang seragam di tingkat perusahaan, sehingga implementasinya sering kali tidak berjalan konsisten.

Selain itu, rencana mutu yang belum jelas membuat penerapan BIM pada proyek menjadi kurang efektif. Partisipasi manajemen yang masih minim dalam memberikan motivasi, pelatihan, dan pengawasan turut menjadi faktor penghambat keberhasilan integrasi BIM. Keseluruhan aspek tersebut menunjukkan bahwa penerapan BIM memerlukan perencanaan yang matang, dukungan manajemen, serta pengembangan kapasitas SDM agar dapat berjalan secara optimal.

3.6. Penerapan BIM dengan Autodesk Revit

3.6.1. Pengertian Autodesk Revit

Autodesk Revit merupakan perangkat lunak terintegrasi berbasis *Building Information Modeling* (BIM) yang berfungsi untuk merancang, memvisualisasikan, serta mengelola model tiga dimensi dalam proses perencanaan bangunan, mulai dari tahap desain awal hingga fase pemeliharaan. Aplikasi ini dikembangkan untuk mendukung konsep integrasi BIM, di mana Revit mengombinasikan data gambar dua dimensi (2D) sebagai dasar pembentukan model dan dokumen tiga dimensi (3D) yang lebih komprehensif. Melalui keterhubungan sistem BIM, Revit mampu menyediakan informasi penting yang dibutuhkan dalam penjadwalan, estimasi biaya, perencanaan, serta pengelolaan dan pemeliharaan proyek konstruksi.

Autodesk Revit berfungsi sebagai *platform* terpadu yang digunakan oleh berbagai pihak dalam proyek konstruksi, seperti arsitek, insinyur sipil, ahli struktur, dan kontraktor. Tujuan utama penggunaan Revit adalah untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kolaborasi dalam proses perencanaan dan pengelolaan proyek (Succar, 2009). Melalui pendekatan BIM, Revit memungkinkan terjadinya integrasi antar-disiplin yang lebih baik, mengurangi potensi kesalahan desain, serta mempercepat proses pengambilan keputusan.

Selain itu, Revit mendukung pembuatan model informasi bangunan yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai analisis, seperti estimasi biaya (*5D modeling*), penjadwalan (*4D scheduling*), analisis energi (*6D modeling*), serta pengelolaan aset dan pemeliharaan bangunan (*7D facility management*). Berikut adalah beberapa fitur utama yang ditawarkan oleh Autodesk Revit dalam mendukung proses desain dan perencanaan proyek konstruksi:

1. Perencanaan

   Revit memungkinkan tim proyek untuk membuat model yang sangat terperinci, mencakup semua elemen bangunan dan struktur. Manajer proyek dan tim desain dapat menyimpan dan mengakses data proyek secara terorganisir dan terpadu, yang dapat diperbarui secara otomatis setiap kali perubahan dilakukan. Dengan menggunakan layanan berbasis *cloud*, tim

dapat mengakses dan mengelola informasi proyek dari mana saja dan kapan saja, menjadikan kolaborasi lebih mudah dan efisien.

2. Laporan Otomatis

   Revit menyediakan fitur untuk menghasilkan laporan otomatis yang mencakup berbagai data prencanaan proyek, mulai dari desain, struktural, arsitektural, hingga material. Data proyek tersebut dapat dijadikan laporan perencanaan secara real-time, yang memungkinkan tim proyek untuk memantau kemajuan dan meminimalisir kesalahan dalam pengerjaan. Dengan adanya fitur ini, tim tidak perlu lagi mengandalkan pengolahan data manual, yang seringkali menghabiskan waktu dan rentan terhadap kesalahan.

3. Analisis

   Salah satu fitur penting dalam Autodesk Revit adalah kemampuan analisis terhadap desain yang telah dibuat. Revit dapat digunakan untuk menganalisis struktur dan sistem MEP secara detail, memastikan bahwa semua elemen bangunan berfungsi dengan baik dan sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Selain itu, analisis energi dan daya tahan struktur juga dapat dilakukan melalui integrasi dengan perangkat lunak analisis lainnya, seperti Autodesk Insight. Fitur analisis ini membantu mengidentifikasi potensi masalah yang dapat memengaruhi waktu atau biaya proyek sebelum pelaksanaan dimulai.

4. Koordinasi dan Kolaborasi

   Autodesk Revit memfasilitasi koordinasi tim yang lebih baik dengan menggunakan *platform* BIM yang terintegrasi. Semua pihak yang terlibat, mulai dari arsitek, insinyur struktural, dan sistem MEP, hingga kontraktor, dapat berkolaborasi pada model yang sama, dengan semua perubahan secara otomatis disinkronkan dan diperbarui. Fitur ini sangat penting dalam memastikan bahwa semua pihak bekerja berdasarkan informasi yang sama, meminimalkan kesalahan akibat ketidakcocokan data antar disiplin, dan mempercepat proses revisi dan persetujuan desain.

Penggunaan Autodesk Revit dalam proyek konstruksi membawa sejumlah keunggulan yang signifikan. Pertama, perangkat lunak ini meningkatkan efisiensi proyek dengan mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk perencanaan dan pemantauan progres, berkat otomatisasi dalam pembuatan laporan dan analisis data. Kedua, Revit mengurangi kesalahan manusia yang sering terjadi pada metode konvensional, karena semua data terintegrasi dalam satu platform yang dapat diakses oleh seluruh tim proyek secara langsung. Ketiga, kemampuan visualisasi dan analisis 3D memastikan bahwa masalah desain dan struktural dapat ditemukan dan diselesaikan sejak dini, sebelum proyek dimulai di lapangan.

Selain itu, Autodesk Revit juga memungkinkan koordinasi yang lebih baik antar tim, dengan menyediakan *platform* berbasis *cloud* yang memungkinkan kolaborasi secara *real-time*. Tim yang bekerja di lokasi berbeda atau bahkan di zona waktu yang berbeda dapat dengan mudah mengakses dan memperbarui model, memastikan bahwa proyek tetap terkoordinasi dengan baik. Kolaborasi ini mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk revisi dan meningkatkan produktivitas tim, karena semua pihak bekerja dengan informasi yang terkini dan akurat. Berikut merupakan fiutr- fitur *autodesk revit* yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Fitur – Fitur *Software Autodesk Revit*

Fitur	Deskripsi	Kelebihan
Perencanaan	Penyusunan model desain 3D terintegrasi untuk seluruh elemen proyek.	Mempermudah kolaborasi antar disiplin, meningkatkan akurasi desain, dan mempercepat perencanaan.
Laporan	Pembuatan laporan biaya, material, dan jadwal secara otomatis.	Mengurangi kesalahan input data dan mempercepat pengolahan informasi.
Analisis	Analisis struktur, energi, dan performa material melalui model 3D.	Meningkatkan ketepatan desain dan perhitungan, mengidentifikasi masalah lebih awal.
Koordinasi	Kolaborasi antar tim menggunakan model terintegrasi dalam cloud.	Mempercepat pengambilan keputusan dan mencegah kesalahan komunikasi antar pihak.
Visualisasi 3D	Penyajian model 3D untuk desain dan presentasi proyek.	Membantu klien dan tim proyek untuk lebih memahami desain dan perubahan.

(Sumber: Tekniksipil.id)

Secara keseluruhan, Autodesk Revit memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi di setiap tahap proyek konstruksi. Penggunaan *Building Information Modeling* (BIM) dalam Autodesk Revit memungkinkan tim proyek untuk bekerja dalam satu *platform* yang terintegrasi, di mana semua elemen proyek, mulai dari struktur hingga sistem mekanikal-elektrikal (MEP), dapat digambarkan secara terperinci dan akurat dalam model tiga dimensi. Dengan informasi yang terkonsolidasi dalam satu tempat, setiap pihak yang terlibat dalam proyek dapat mengakses data yang sama secara *real-time*, mengurangi potensi kesalahan komunikasi dan memastikan bahwa semua perubahan atau pembaruan dapat diterapkan secara otomatis di seluruh model.

Salah satu keuntungan utama Autodesk Revit adalah kemampuannya untuk meningkatkan efisiensi waktu dalam perencanaan proyek. Dengan fitur otomatisasi dalam penghitungan material dan estimasi biaya, Autodesk Revit membantu mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk perhitungan manual dan memastikan estimasi biaya yang lebih akurat sejak tahap perencanaan. Selain itu, pengelolaan jadwal proyek menjadi lebih terstruktur, karena Autodesk Revit dapat terintegrasi dengan perangkat lunak lain seperti MS Project, memungkinkan penyesuaian jadwal yang lebih mudah ketika ada perubahan dalam desain atau sumber daya.

Autodesk Revit juga memungkinkan analisis struktur yang lebih mendalam, yang tidak hanya bergantung pada visualisasi desain tetapi juga perhitungan teknis terkait performa material dan daya tahan struktur. Analisis ini memberikan *insight* lebih awal terhadap potensi masalah yang mungkin timbul, baik itu dari segi struktur, efisiensi energi, maupun penggunaan sumber daya. Dengan demikian, keputusan terkait perubahan desain atau perbaikan dapat dilakukan lebih cepat dan lebih akurat, mengurangi potensi keterlambatan atau biaya tak terduga yang sering terjadi pada metode konvensional.

Selain itu, koordinasi tim menjadi lebih efektif dan efisien dengan penggunaan Autodesk Revit. Dalam proyek konstruksi yang melibatkan berbagai disiplin, seperti arsitektur, struktur, dan sistem MEP, koordinasi antar tim sering kali menjadi tantangan besar. Dengan menggunakan Autodesk Revit, semua anggota tim dapat bekerja pada model yang sama dan secara otomatis melihat

pembaruan dari perubahan desain, memastikan bahwa semua elemen proyek berfungsi bersama dengan sinkronisasi yang lebih baik. Hal ini mempercepat proses revisi dan mengurangi kemungkinan kesalahan akibat kurangnya komunikasi atau informasi yang terlewatkan.

Akhirnya, Autodesk Revit juga memberikan manfaat besar dalam hal visualisasi dan presentasi proyek. Dengan kemampuan untuk menghasilkan model 3D interaktif, maka klien dan pemangku kepentingan proyek dapat dengan mudah memahami desain secara keseluruhan dan melihat perubahan desain sebelum pekerjaan dimulai di lapangan. Visualisasi ini membantu memperjelas aspek-aspek teknis proyek dan meningkatkan kepercayaan klien, karena mereka dapat melihat representasi digital yang lebih akurat dari proyek mereka. Oleh karena itu, Autodesk Revit bukan hanya meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga memberikan nilai lebih dalam hal komunikasi dan hubungan dengan klien.

3.6.2. Kelebihan dan Keterbatasan *Software* Autodesk Revit Dibanding Metode Konvensional

Penerapan *software* sistem informasi seperti Autodesk Revit dalam dunia konstruksi telah menjadi bagian yang sangat penting untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam setiap fase proyek. Revit memungkinkan pengguna untuk membuat model 3D yang sangat terperinci yang memfasilitasi perencanaan dan desain yang lebih baik. Dalam proyek konstruksi, keberadaan *software* seperti ini memungkinkan perancangan elemen-elemen struktur, arsitektur, dan mekanikal, elektrikal, dan plumbing (MEP) untuk diintegrasikan dalam satu model. Dengan model terintegrasi tersebut, berbagai tim yang terlibat dapat bekerja pada sistem yang sama, mengurangi kemungkinan kesalahan yang sering muncul akibat ketidaksesuaian antar bagian proyek. Keunggulan Autodesk Revit juga terletak pada kemampuannya untuk memberikan visibilitas yang lebih jelas dan akurat terhadap seluruh aspek desain. Dalam proyek konstruksi yang kompleks, seringkali banyak perubahan dan revisi desain yang harus dilakukan. Dengan Autodesk Revit, setiap perubahan yang dibuat pada model otomatis akan terlihat oleh semua pihak yang terlibat, baik itu kontraktor, arsitek, maupun konsultan. Hal ini mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan akibat komunikasi yang buruk atau informasi

yang tidak tersampaikan dengan tepat. Selain itu, Autodesk Revit memungkinkan pengguna untuk meng-*update* data secara *real-time*, yang mengarah pada pengambilan keputusan yang lebih cepat dan lebih tepat.

Penerapan Autodesk Revit juga sangat berkontribusi dalam mempercepat proses desain, estimasi biaya dan kordinasi proyek. Dengan data yang dihasilkan dari model 3D, seperti volume material dan kebutuhan peralatan, estimasi biaya dapat dilakukan dengan lebih akurat. Selain itu, pengelolaan waktu proyek menjadi lebih efisien karena Autodesk Revit dapat terintegrasi dengan perangkat lunak penjadwalan seperti MS Project. Dengan demikian, jadwal proyek dapat disusun dengan lebih realistis dan menyesuaikan dengan data yang ada, menghindari keterlambatan atau perubahan yang tidak terduga di kemudian hari. Keakuratan data yang diperoleh juga mengurangi pembengkakan biaya yang tidak perlu, karena perhitungan yang lebih tepat dilakukan sejak tahap perencanaan.

Selain meningkatkan efisiensi dalam hal biaya dan waktu, penggunaan Autodesk Revit dapat meningkatkan kolaborasi antar tim dalam proyek. *Software* ini memungkinkan semua pihak yang terlibat dalam proyek untuk mengakses model yang sama, yang memfasilitasi diskusi dan kolaborasi secara lebih efektif. Misalnya, ketika terjadi perbedaan atau kesalahan dalam desain, tim dapat segera memberikan umpan balik secara langsung dan membuat perubahan yang diperlukan dalam model yang sudah ada. Hal ini mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk revisi dan komunikasi, serta mempercepat proses persetujuan desain yang biasanya memakan waktu lama pada proyek konvensional.

3.7. Standarisasi Harga Satuan Pekerjaan dan Jasa

3.7.1. Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Analisis harga satuan pekerjaan dilakukan untuk mengetahui besaran biaya yang diperlukan dalam setiap item pekerjaan berdasarkan volume yang dihasilkan dari pemodelan BIM. Data volume yang diperoleh melalui Autodesk Revit selanjutnya diolah dengan harga satuan yang mengacu pada standar pasar dan AHSP sesuai ketentuan SNI serta HSPK daerah. Dengan langkah ini, estimasi biaya dapat dihitung lebih rinci sehingga terlihat berapa biaya yang diperlukan dalam

pembangunan gedung 7 lantai tersebut. Hasil perhitungan harga satuan menjadi dasar dalam perhitungan biaya proyek yang menjadi studi kasus pada penelitian ini.

Dalam penyusunan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) pada penelitian ini, acuan yang digunakan adalah Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Konstruksi No. 30 Tahun 2025 tentang tata cara Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. Dokumen ini menggantikan versi sebelumnya dan menjadi standar terbaru dalam menghitung kebutuhan biaya tenaga kerja, bahan, dan peralatan untuk pekerjaan konstruksi gedung.

Dengan mengacu pada SE DJBK No. 30/2025, perhitungan AHSP dalam penelitian ini telah disesuaikan dengan metode dan koefisien yang berlaku secara nasional, sehingga hasil estimasi biaya lebih akurat dan dapat dipertanggungjawabkan secara teknis maupun administratif. Perhitungan rancangan anggaran biaya pada penelitian ini untuk menggambarkan berapa biaya untuk pekerjaan proyek untuk studi kasus penelitian ini.

3.7.2. Standarisasi Harga Barang dan Jasa (SHBJ)

Standarisasi harga barang dan jasa merupakan acuan resmi yang dikeluarkan oleh pemerintah daerah untuk menetapkan harga rata-rata berbagai kebutuhan material, peralatan, serta tenaga kerja. Dokumen ini menjadi pedoman penting dalam proses penyusunan anggaran biaya proyek agar nilai yang digunakan tetap sesuai dengan standar yang berlaku. Dengan adanya SHBJ, estimasi biaya dapat disusun lebih transparan, akuntabel, dan seragam antar proyek. Standarisasi ini juga berfungsi sebagai kontrol agar tidak terjadi perbedaan harga yang terlalu jauh di lapangan. Oleh karena itu, SHBJ memiliki peran strategis dalam mendukung efisiensi dan ketepatan perhitungan biaya konstruksi.

Dalam penyusunan harga satuan pekerjaan konstruksi pada penelitian ini, acuan harga barang dan jasa yang digunakan berasal dari Keputusan Wali Kota Yogyakarta Nomor 270 Tahun 2024 tentang Standar Harga Satuan Barang dan Standar Harga Satuan Konstruksi Tahun Anggaran 2025. Dokumen ini merupakan standar resmi yang berlaku khusus untuk wilayah Kota Yogyakarta, bukan standar nasional. Oleh karena itu, seluruh komponen biaya seperti material, tenaga kerja,

dan peralatan dalam AHSP disesuaikan dengan kondisi pasar lokal di Yogyakarta. Penggunaan SHBJ daerah ini bertujuan agar estimasi biaya lebih realistis dan sesuai dengan harga aktual yang berlaku di lapangan.

3.7.3. Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 33/KPTS/M/2025

Keputusan ini diterbitkan untuk menetapkan besaran remunerasi minimal tenaga kerja konstruksi pada jenjang kualifikasi ahli yang berlaku dalam penyelenggaraan layanan jasa konsultansi konstruksi. Kebijakan ini dimotori oleh kebutuhan untuk menyediakan acuan remunerasi yang baku dan dapat dipertanggungjawabkan dalam proses seleksi, kontrak, dan penyusunan Harga Perkiraan Sendiri (HPS) untuk jasa konsultansi, sehingga mendukung transparansi dan akuntabilitas pengadaan jasa konstruksi.

Keputusan ini secara eksplisit mengatur remunerasi minimal untuk jenjang kualifikasi Ahli, serta memberikan ketentuan khusus terkait aplikasi remunerasi untuk seleksi nasional dan internasional. Dengan berlakunya keputusan ini, beberapa ketentuan terdahulu yang mengatur remunerasi serupa dicabut atau disesuaikan untuk mengakomodasi perubahan nomenklatur dan pembagian wilayah administratif. Pada penelitian ini peraturan tersebut digunakan untuk mengetahui berapa harga remunerasi personil perencanaan pada proyek studi kasus ini.

$$REM = GD + BBS + BBU + K \tag{3.1}$$

Dimana:

REM = Remunerasi/Biaya Personil (*Billing Rate*)

G = Gaji Dasar (Basic Salary)

BBS = Beban Biaya Sosial (*Social Charge*)

BBU = Beban Biaya Umum (*Overhead Cost*)

K = Keuntungan (*Profit/Fee*)

3.8. Efisiensi Proyek

3.8.1. Pengertian Efisiensi Dalam Proyek Konstruksi

Efisiensi dalam konteks perencanaan proyek konstruksi merupakan suatu ukuran seberapa efektif suatu proyek dapat diselesaikan dengan pemanfaatan

sumber daya yang minimal, tanpa mengorbankan kualitas hasil pekerjaan. Efisiensi sering kali diukur melalui perbandingan antara input yang digunakan, seperti tenaga kerja, biaya, waktu, dan material, terhadap *output* atau hasil pekerjaan yang dicapai.

Menurut Heizer dan Render (2015), efisiensi adalah rasio dari output yang dihasilkan dibandingkan dengan input yang digunakan dalam proses produksi. Dalam dunia konstruksi, efisiensi berarti kemampuan tim pelaksana untuk menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan rencana, baik dari segi waktu maupun biaya, serta dengan kualitas yang tetap terjaga. Efisiensi juga mencerminkan kemampuan dalam menghindari pemborosan sumber daya dan meminimalisasi pekerjaan ulang (*rework*).

Menurut PMBOK *Guide* edisi ke-6 *Project Management Institute* (2017), efisiensi diidentifikasi sebagai salah satu faktor kunci dalam pengelolaan proyek konstruksi, terutama pada tahap eksekusi. Efisiensi ini memiliki peran yang sangat penting dalam menentukan kesuksesan proyek, karena mencakup pengelolaan waktu, biaya, dan kualitas yang harus diselesaikan dengan seefisien mungkin.

Dalam prakteknya, efisiensi dalam perencanaan proyek sangat bergantung pada kemampuan untuk mengelola sumber daya dengan optimal. Salah satu cara yang paling efektif untuk meningkatkan efisiensi adalah melalui penggunaan teknologi informasi. Sistem manual yang sering digunakan dalam perencanaan, desain dan perhitungan proyek cenderung memiliki banyak keterbatasan, seperti waktu yang lambat dalam pengumpulan data dan potensi kesalahan manusia dalam memasukkan informasi. Sebaliknya, perangkat lunak manajemen proyek yang terintegrasi memungkinkan pengumpulan data secara lebih cepat dan akurat. Selain itu, *software* ini juga mendukung analisis data secara *real-time* yang memfasilitasi pengambilan keputusan yang lebih tepat dan cepat, sehingga meningkatkan efisiensi secara keseluruhan.

Peran efisiensi dalam pengelolaan proyek konstruksi juga sangat terlihat dalam konteks biaya. Dalam banyak proyek konstruksi, biaya yang membengkak adalah salah satu penyebab utama terjadinya kegagalan. Dengan menerapkan teknologi informasi, pengelolaan anggaran dan biaya dapat dilakukan lebih akurat dan efektif. Teknologi seperti BIM (*Building Information Modeling*) dapat

membantu dalam perhitungan biaya yang lebih tepat berdasarkan model tiga dimensi yang lebih detail daripada metode konvensional. Dengan informasi yang lebih akurat, maka perencanaan dan pengelolaan biaya menjadi lebih optimal, menghindari pemborosan, serta meminimalkan biaya yang tidak terduga saat proyek dilaksanakan.

Pada penelitian ini, pemahaman mengenai efisiensi dalam proyek konstruksi berfokus pada aspek waktu, biaya dan sumber daya manusia. Perbandingan antara pendekatan konvensional dan berbasis teknologi informasi menunjukkan bahwa penggunaan teknologi dapat menghasilkan proyek yang lebih efisien baik dari segi biaya, waktu, maupun sumber daya manusia. Oleh karena itu, meningkatkan pemahaman dan implementasi teknologi dalam manajemen proyek adalah langkah penting untuk mencapai tujuan efisiensi yang lebih tinggi dalam setiap tahapan perencanaan proyek. Penggunaan teknologi akan semakin menjadi faktor penentu kesuksesan proyek yang menjadikannya lebih terkontrol, lebih cepat, dan lebih tepat sasaran.

3.8.2. Indikator Efisiensi Proyek

1. Efisiensi Waktu Perencanaan

Mengukur perbandingan efisiensi waktu perencanaan proyek menggunakan metode konvensional dan metode BIM. Perencanaan proyek yang efisien secara waktu mampu menyelesaikan pekerjaan tepat waktu atau lebih cepat tanpa mengurangi kualitas. Berikut merupakan perhitungan perbandingan efisiensi waktu untuk mengukur berapa lama waktu perencanaan proyek antara metode konvensional dan BIM.

$$\text{Efisiensi Waktu} = \left(\frac{\text{Waktu Konvensional} - \text{Waktu BIM}}{\text{Waktu Konvensional}}\right) x\ 100\% \qquad (3.2)$$

2. Efisiensi Biaya Perencanaan

Mengukur perbandingan efisiensi biaya perencanaan proyek menggunakan metode konvensional dan BIM. Perencanaan proyek yang efisien dari segi biaya membantu untuk meminimalisir biaya yang dikeluarkan pada tahap perencanaan.

Berikut merupakan perhitungan perbandingan efisiensi biaya untuk mengukur perbedaan biaya antara metode konvensional dan BIM.

$$\text{Efisiensi Biaya} = \left(\frac{\text{Biaya Konvensional} - \text{Biaya BIM}}{\text{Biaya Konvensional}}\right) x\ 100\% \tag{3.3}$$

3. Efisiensi Sumber Daya Manusia

Mengukur perbandingan efisiensi sumber daya manusia pada perencanaan proyek menggunakan metode konvensional dan BIM. Efisiensi Sumber Daya manusia meliputi efisiensi dalam penggunaan tenaga kerja, kualitas serta berapa lama pekerjaan dilakukan. Berikut merupakan perhitungan efisiensi sumber daya manusia untuk mengukur perbedaan jumlah personil pekerja antara metode konvensional dan BIM.

$$\text{Efisiensi SDM} = \left(\frac{SDM_{Konv} - SDM_{BIM}}{SDM_{Konv}}\right) x100\% \tag{3.4}$$

Dalam konteks perhitungan efisiensi waktu, biaya dan sumber daya, penerapan Autodesk Revit memberikan dampak yang signifikan terhadap pengelolaan proyek konstruksi. Dengan menggunakan teknologi *Building Information Modeling* (BIM) yang disediakan oleh Revit, perencana dapat melakukan desain, perencanaan, dan perhitungan secara lebih akurat dan efisien. Revit memungkinkan pengguna untuk membuat model tiga dimensi yang tidak hanya menggambarkan desain tetapi juga mengintegrasikan data terkait material, biaya, dan waktu. Ini membantu mengidentifikasi potensi pemborosan waktu dan biaya sejak tahap perencanaan, yang pada akhirnya meningkatkan efisiensi keseluruhan proyek.

3.8.3. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Efisiensi

Efisiensi dalam suatu proyek konstruksi dipengaruhi oleh sejumlah aspek yang saling berhubungan satu sama lain. Salah satu aspek penting adalah kapasitas dan kualitas sumber daya manusia (SDM). Keahlian teknis, penguasaan teknologi, dan kemampuan bekerja lintas disiplin sangat menentukan kelancaran proses kerja. Apabila SDM kurang terampil, kemungkinan munculnya revisi berulang,

keterlambatan, serta menurunnya kualitas hasil pekerjaan menjadi lebih besar (Rahmawati & Hidayat, 2019).

Selain faktor SDM, kesiapan teknologi dan peralatan kerja juga memiliki peran signifikan. Perangkat lunak desain, komputer dengan spesifikasi memadai, serta infrastruktur jaringan sangat menentukan kecepatan dan ketepatan produksi desain. Perangkat yang tidak memadai dapat memperlambat proses, sedangkan teknologi yang tepat mampu meningkatkan akurasi dan mempercepat penyelesaian pekerjaan (Santoso & Wicaksono, 2020).

Efisiensi kerja juga erat kaitannya dengan kejelasan standar operasional dan alur kerja. Proyek yang memiliki SOP yang terstruktur dan pembagian tugas yang jelas biasanya lebih cepat dalam pengambilan keputusan. Sebaliknya, ketidakjelasan prosedur dapat menimbulkan duplikasi pekerjaan, miskomunikasi, dan penurunan konsistensi hasil (Fauzan, 2018).

Di samping itu, komunikasi dan koordinasi antar pihak yang terlibat merupakan faktor yang sangat menentukan. Komunikasi yang kurang efektif sering menyebabkan informasi tidak sinkron, kesalahan desain, dan keterlambatan progres. Pemanfaatan sistem komunikasi yang lebih terintegrasi atau berbasis digital terbukti dapat meningkatkan efisiensi operasional di lapangan (Setiawan & Putra, 2020).

Faktor terakhir yang tidak kalah penting adalah dukungan manajemen. Pimpinan yang aktif memberikan arahan, menyediakan pelatihan, dan memastikan tersedianya fasilitas kerja yang memadai mampu menciptakan lingkungan kerja yang lebih produktif. Tanpa dukungan manajemen yang kuat, berbagai upaya peningkatan efisiensi biasanya tidak dapat berjalan optimal (Herlambang, 2021).

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1 Tinjauan Umum

Menurut Sugiyono (2017), metode penelitian adalah cara ilmiah yang digunakan peneliti untuk memperoleh data, memproses dan menganalisis, lalu menarik kesimpulan guna menjawab pertanyaan atau memecahkan masalah penelitian. Metode ini menguraikan langkah-langkah penelitian secara sistematis, mulai dari pengumpulan hingga analisis data. Sementara itu, KBBI mendefinisikan metode penelitian sebagai cara teratur untuk mengumpulkan, mengolah, menganalisis, dan menyajikan data dengan tujuan menjawab masalah penelitian atau menguji hipotesis. Dalam penelitian ini, metode disusun secara sistematis yaitu penentuan topik, pemilihan lokasi, pengumpulan data primer dan sekunder, analisis perbandingan dan pembahasan hasil, hingga penyusunan kesimpulan akhir.

4.2 Subjek dan Objek Penelitian

4.2.1. Subjek Penelitian

Subjek penelitian adalah salah satu elemen kunci dalam setiap studi ilmiah. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), subjek penelitian merujuk pada orang, tempat, atau benda yang menjadi objek pengamatan dalam rangka mendapatkan informasi atau data yang relevan. Subjek ini bisa berupa individu, kelompok, lokasi, atau objek lain yang berkaitan langsung dengan tujuan penelitian. Dalam konteks penelitian ini, subjek penelitian adalah perencanaan Gedung 7 lantai yang berlokasi di Yogyakarta untuk studi kasus.

Gambar 4. 1 Gedung 7 Lantai di Yogyakarta
(Sumber: Data Pribadi)

4.2.2. Objek Penelitian

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), objek penelitian merujuk pada hal, perkara, atau orang yang menjadi sasaran utama dalam sebuah penelitian. Dengan kata lain, objek adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, objek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Objek penelitian menjadi sangat penting karena ia menjadi titik fokus yang memberikan data empiris dan fakta yang diperlukan untuk melakukan analisis yang lebih mendalam. Dalam konteks penelitian ini, objek penelitiannya adalah perbandingan efisiensi waktu, biaya dan sumber daya antara metode konvensiaonal dan sistem informasi dalam perencanaan konstruksi, khususnya metode konvensional dan *software* Autodesk Revit dalam perencanaan proyek konstruksi.

4.3 Metode Penelitian

Menurut KBBI, metode adalah cara yang tersusun dan terorganisir untuk melaksanakan pekerjaan sehingga mencapai hasil yang diharapkan. Sedangkan penelitian didefinisikan sebagai kegiatan yang meliputi pengumpulan, pengolahan, analisis, dan penyajian data secara terstruktur dan objektif, yang bertujuan menyelesaikan masalah tertentu atau menguji suatu hipotesis.

Terdapat dua pendekatan utama dalam metode penelitian, yaitu kualitatif dan kuantitatif. Metode kualitatif merupakan metode penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis atau lisan dari orang-orang dan perilaku yang diamati, pendekatan ini menekankan pada pemahaman fenomena sosial secara menyeluruh dalam konteks alaminya, tanpa manipulasi variabel oleh peneliti serta menggunakan teknik pengumpulan data yang bersifat deskriptif. Sementara itu, penelitian kuantitatif adalah metode yang menggunakan pendekatan sistematis dalam pengumpulan serta analisis data berupa angka, dengan tujuan untuk menguji hipotesis dan menyusun teori berdasarkan data yang diperoleh melalui instrumen yang terstruktur seperti survei, kuesioner, maupun eksperimen. Dalam penelitian ini, metode penelitian disusun mulai dari penentuan topik serta rumusan masalah, dilanjutkan dengan pengumpulan data primer dan sekunder, analisis data, pembahasan, serta penyajian hasil dan kesimpulan.

4.4 Data dan Metode Pengumpulan Data

Sebelum melakukan pengolahan data, maka perlu diketahui data penelitian yang dibutuhkam, baik primer maupun sekunder. Setelah itu menentukan metode pengumpulan data tersebut. Data dan metode pengumpulan data dijelaskan sebagai berikut.

4.5.1. Data Penelitian

Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), data penelitian merupakan informasi yang valid dan faktual, berupa bahan atau keterangan nyata yang dapat digunakan sebagai dasar dalam melakukan analisis atau menarik kesimpulan. Selain itu, data juga dapat berupa informasi yang dapat diolah oleh komputer, seperti teks, angka, gambar, grafik, maupun suara dalam bentuk digital.

Dalam kegiatan penelitian, terdapat dua kategori data yang umum digunakan, yakni data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

   Menurut Ummah (2019), data primer adalah informasi yang dikumpulkan langsung oleh peneliti dari sumber aslinya dan berkaitan langsung dengan variabel penelitian, dikumpulkan untuk memenuhi tujuan penelitian tertentu.

Data ini bersifat orisinal karena diperoleh langsung di lapangan; teknik pengumpulannya meliputi wawancara, survei, dan observasi. Pada penelitian ini, data primer meliputi identifikasi dan evaluasi keefektifan serta efisiensi penggunaan perangkat lunak sistem informasi (Autodesk Revit) dalam perencanaan proyek pembangunan gedung tujuh lantai, serta wawancara dengan tim ahli konstruksi yang berpengalaman dalam bidang tersebut.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah jenis data yang diperoleh secara tidak langsung, biasanya dalam bentuk laporan, profil, atau buku pedoman. Dalam penelitian ini, data sekunder dikumpulkan melalui dokumen pendukung yang berasal dari instansi atau lembaga yang relevan dengan topik penelitian. Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini adalah permodelan, rancangan anggaran biaya, AHSP, SHBJ, peraturan, faktor efisiensi, dan penelitian terdahulu.

4.5.2. Metode Pengumpulan Data

Setelah merumuskan latar belakang, tujuan, dan manfaat penelitian, tahap berikutnya adalah menentukan metode pengumpulan data. Metode ini merupakan teknik yang digunakan peneliti untuk memperoleh data relevan dari individu, kelompok, atau instansi yang menjadi sampel. Pemilihan metode sangat penting karena kualitas data yang terkumpul akan berpengaruh besar terhadap hasil penelitian; oleh sebab itu peneliti harus memilih metode yang sesuai agar data dapat merepresentasikan fenomena secara akurat dan teliti.

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan dua pendekatan utama dalam pengumpulan data, yaitu pendekatan kuantitatif dan pendekatan kualitatif. Kedua pendekatan ini digunakan untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai objek yang diteliti, dengan masing-masing pendekatan memiliki kekuatan dan kelemahan yang saling melengkapi. Pendekatan kuantitatif menekankan pada pengumpulan data yang bersifat numerik dan dapat diukur, sehingga hasil yang diperoleh lebih mudah untuk dianalisis secara statistik dan diinterpretasikan dengan objektif. Pendekatan ini sangat efektif untuk menggali

informasi dari populasi besar atau sampel tertentu, serta menghasilkan data yang dapat digeneralisasikan untuk populasi yang lebih luas.

Pendekatan kuantitatif dalam penelitian ini akan menggunakan instrumen penelitian yang sudah terstandarisasi, seperti data perencanaan, rancangan anggaran biaya, Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Konstruksi No. 30 Tahun 2025, Keputusan Wali Kota Yogyakarta Nomor 270 Tahun 2024 dan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 33/KPTS/M/2025.

Di sisi lain, penelitian ini juga menggabungkan pendekatan kualitatif, yang lebih berfokus pada pengumpulan data berupa informasi mendalam mengenai proses, pengalaman, dan pandangan dari pihak-pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi. Pendekatan kualitatif ini berfokus pada pemahaman fenomena yang tidak bisa dijelaskan hanya dengan angka atau data statistik. Peneliti akan melakukan wawancara mendalam dengan wawancara Tim Ahli yang telah memiliki pengalaman dibidang konstruksi dan telah menggunakan Autodesk Revit dalam perencanaan proyek mereka. Data yang diperoleh dari wawancara ini akan memberikan wawasan tentang bagaimana Autodesk Revit memengaruhi perencanaan proyek, komunikasi antar tim, dan respon terhadap tantangan yang muncul selama perencanaan proyek.

Pengumpulan data primer dalam penelitian ini akan dilakukan melalui metode wawancara. Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi langsung dari para praktisi yang terlibat, dalam penelitian ini yaitu PT Pola Data Consultant. Wawancara ini bertujuan untuk menggali pengalaman dan persepsi mereka terkait keuntungan dan tantangan yang dihadapi dalam menggunakan perangkat lunak tersebut dalam proyek konstruksi.

Selain data primer, penelitian ini juga mengumpulkan data sekunder melalui studi literatur. Data sekunder diperoleh dari permodelan dan perhitungan, seperti jurnal, peraturan, rencana anggaran biaya (RAB), dan standar harga barang dan jasa (SHBJ). Data sekunder ini memungkinkan peneliti untuk memverifikasi dan membandingkan informasi yang diperoleh dari wawancara dan perhitunagn data yang diperoleh. Dengan data sekunder ini, peneliti dapat memperoleh gambaran yang lebih holistik mengenai penggunaan Autodesk Revit dalam perencanan

proyek konstruksi, serta memverifikasi hasil temuan yang didapatkan dari data primer.

4.5 Metode Pengolahan Data

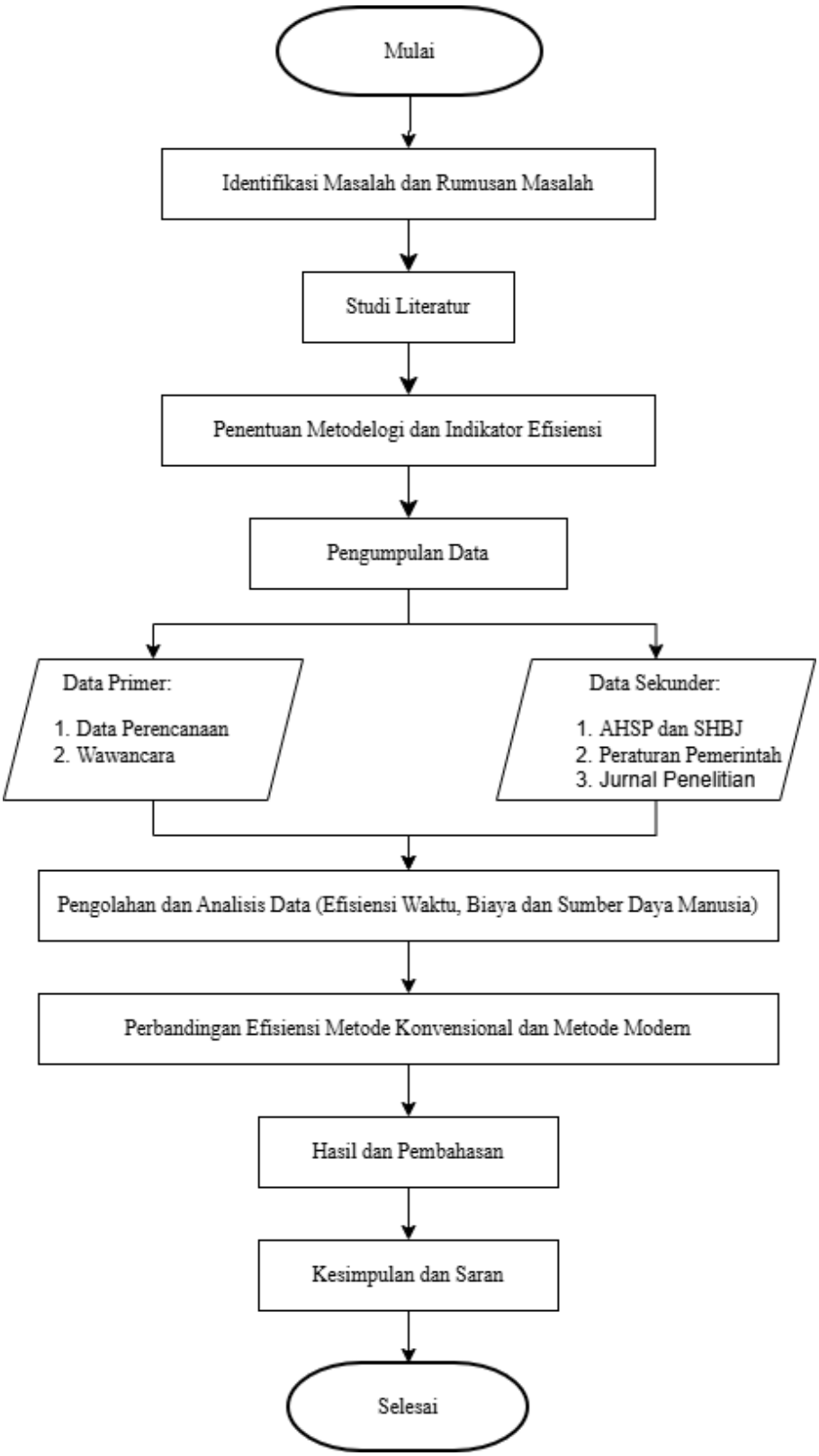
Menurut Sugiyono (2012), pengolahan data merupakan rangkaian kegiatan yang dilakukan peneliti untuk mengelola dan menyusun data yang diperoleh dari jurnal penelitian, perhitungan, analisis, dan wawancara ahli sehingga informasi tersebut menjadi lebih mudah dipahami oleh peneliti maupun pihak lain. Proses ini dilaksanakan dengan tujuan memperoleh hasil analisis yang lebih akurat. Adapun analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah perbandingan efisiensi waktu, biaya dan sumber daya pada tahap perencanaan bangunan gedung tujuh lantai.

Berikut merupakan tahapan - tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menetukan topik masalah penelitian, yaitu perbandingan efisiensi pada tahap perencanaan proyek.
2. Menetapkan tujuan dan manfaat penelitian.
3. Mencari teori-teori penting yang berkaitan dengan efisiensi, metode konvesional dan *Software* Sistem Informasi (Autodesk Revit)
4. Mengumpulkan data primer dengan wawancara ahli serta data perencanaan dan data sekunder yaitu penyusunan studi literatur pendukung seperti jurnal, peraturan, AHSP dan SHBJ untuk mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan topik studi kasus penelitian.
5. Melakukan analisis data berupa perbandingan efisiensi metode konvensional dan modern dalam aspek waktu, biaya dan sumber daya pada tahap perencanaan proyek.
6. Hasil perbandingan efisiensi waktu, biaya dan sumber daya pada tahap perencanaan proyek.
7. Menyusun pembahasan hasil penelitian
8. Menyusun kesimpulan dan Saran tentang hasil analisis penelitian

4.6 Bagan Alir Tugas Akhir

Berikut ini merupakan Prosedur penelitian dilakasanakan dalam beberapa tahapan, bagan alir penelitian untuk pembuatan Tugas Akhir sebagai acuan peneliti.



Gambar 4. 2 Bagan Alir Penelitian

BAB V
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Tinjauan Umum

Bab ini menyajikan hasil analisis dan pembahasan mengenai perbandingan kinerja waktu dan biaya antara perencanaan pekerjaan konstruksi yang dilakukan dengan metode konvensional dan menggunakan *software* sistem informasi. Analisis dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dari data perencanaan, standarisasi harga satuan perkerjaan dan jasa, hasil kuesioner, serta wawancara dengan praktisi di bidang konstruksi. Tujuan dari pembahasan ini adalah untuk mengevaluasi sejauh mana penggunaan software sistem informasi mampu meningkatkan efisiensi dan efektivitas perencanaan proyek dibandingkan dengan metode konvensional.

5.2 Analisis Perbandingan Perencanaan Proyek Kontruksi Menggunakan Metode Konvensional dan Metode BIM

5.2.1 Analisis Perbandingan Perencanaan Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Konvensional dan BIM Menurut Ahli

Salah satu metode yang digunakan oleh peneliti adalah wawancara yang dilakukan dengan Bapak Faried Hanafi selaku Direktur PT Pola Data Consultant. Berdasarkan hasil wawancara dengan ahli/praktisi dari perusahaan konsultan perencana, diperoleh gambaran komprehensif mengenai perbandingan penerapan *Building Information Modeling* (BIM) dan metode konvensional dalam proses perencanaan bangunan gedung tujuh lantai. Pembahasan difokuskan pada aspek analisis waktu perencanaan, analisis sumber daya manusia, serta kelebihan dan kekurangan BIM.

Dari hasil wawancara, para ahli menyatakan bahwa penerapan BIM secara umum mampu mengurangi durasi waktu perencanaan dibandingkan dengan metode konvensional. Pada metode BIM, proses pemodelan tiga dimensi memungkinkan integrasi antara gambar arsitektur, struktur, dan MEP dalam satu model terpadu.

Hal ini meminimalkan pekerjaan ulang (*rework*) akibat ketidaksesuaian antar-disiplin yang sering terjadi pada metode konvensional. Sebaliknya, metode konvensional yang masih mengandalkan gambar dua dimensi memerlukan waktu lebih lama karena setiap perubahan desain harus diperbarui secara manual pada banyak gambar. Selain itu, proses koordinasi antar-disiplin pada metode konvensional cenderung bersifat sekuensial, sehingga berpotensi menambah waktu perencanaan apabila terjadi revisi. Dengan demikian, hasil wawancara menunjukkan bahwa BIM memberikan efisiensi waktu perencanaan yang signifikan, terutama pada proyek bangunan bertingkat dengan kompleksitas tinggi.

Pada aspek sumber daya manusia, hasil wawancara menunjukkan bahwa penggunaan BIM memerlukan tenaga kerja dengan kompetensi khusus, seperti BIM Modeler, BIM *Coordinator*, dan tenaga ahli yang memahami perangkat lunak BIM. Jumlah personel pada metode BIM umumnya lebih sedikit dibandingkan metode konvensional, namun membutuhkan kualifikasi dan kemampuan teknis yang lebih tinggi. Pada metode konvensional, meskipun kebutuhan akan tenaga kerja relatif lebih banyak, tingkat keahlian yang dibutuhkan cenderung lebih umum, seperti drafter CAD dan tenaga gambar dua dimensi. Namun demikian, metode ini memiliki risiko ketidakefisienan akibat duplikasi pekerjaan dan kurangnya integrasi data.

Pada aspek biaya, perbandingan sangat jauh dikarenakan waktu dan jumlah personil yang digunakan sangat berbeda antara metode konvensional dan BIM. Hal tersebut sangat berpengaruh pada aspek ini dikarenakan jumlah biaya yang dikeluarkan cenderung lebih besar pada metode konvensional dibandingkan BIM. Pada penelitian ini perbandingan dilakukan hanya mencakup teknis dan tidak menghitung biaya *software* dan perangkat keras yang dibutuhkan pada metode BIM. Oleh karena itu perbedaan masih sangat terlihat, walaupun ahli sepakat metode BIM dapat mengurangi biaya yang dikeluarkan pada perencanaan proyek konstruksi

Hasil wawancara mengindikasikan bahwa BIM mampu meningkatkan efisiensi waktu dan sumber daya manusia, meskipun pada tahap awal penerapannya dibutuhkan investasi pelatihan dan penyesuaian kompetensi tenaga kerja. Berikut

merupakan hasil wawancara kelebihan serta kekurang metode konvensional dan BIM dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Kelebihan Serta Kekurangan Metode Konvensional Dan BIM Menurut Narasumber Ahli

Metode	Kelebihan	Kekurangan
Konvensional	Banyak sektor yang tersedia	Membutuhkan sumber daya manusia yang banyak
	SDM yang dibutuhkan banyak tersedia	Singkronisasi pekerjaan harus dilakukan secara berkala
	Spesifikasi perangkat keras yang dibutuhhkan tidak tinggi	Pekerjaan terpisah tidak terintegrasi dengan baik dan terpusat
		Pengambilan volume tergantung kelengkapan gambar
		Waktu perencanaan cenderung lebih lama (2x lebih lama dibandingkan BIM)
		Masih menggunakan simulasi 2 Diminesi
		Besar terjadinya pengerjaan ulang/*rework*
BIM	Waktu perencanaan yang lebih cepat	Harga perangkat lunak/*software* mahal (langganan)
	Sumber daya manusia yang dibutuhkan cenderung lebih sedikit	Spesifikasi perangkat keras/komputer cenderung tinggi
	Scheduling perencanaan lebih cepat dan akurat	Tidak semua sektor menggunakan metode BIM contoh perencanaan dengan pelaksanaan
	Deteksi kesalahan dapat ditemukan lebih cepat dan tepat	SDM yang memenuhi dan memahami BIM masih sedikit
	Quantity take off lebih cepat dan akurat	

5.2.2 Analisis Perbandingan Efisiensi Waktu Menggunakan Metode Konvensional dan BIM

Analisis efisiensi waktu dilakukan untuk membandingkan durasi perencanaan antara metode konvensional dengan metode *Building Information Modeling* (BIM). Waktu perencanaan merupakan salah satu aspek penting yang mempengaruhi

keberhasilan proyek, karena apabila tahap ini memakan waktu terlalu lama maka akan berdampak langsung pada jadwal pelaksanaan konstruksi di lapangan. Oleh karena itu, penelitian ini menilai seberapa besar perbedaan durasi perencanaan apabila menggunakan metode konvensional dibandingkan dengan metode BIM.

Dalam penelitian ini, analisis durasi waktu perencanaan dilakukan menggunakan metode wawancara dengan narasumber. Metode wawancara dijadikan sebagai acuan dalam perencanaan proyek gedung tujuh lantai dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan waktu perencanaan antara metode konvensional dan metode *Building Information Modeling* (BIM). Wawancara dilaksanakan dengan Bapak Faried Hanafi selaku Direktur PT Pola Data Consultant. Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa penerapan aplikasi BIM pada tahap perencanaan proyek mampu meningkatkan efisiensi waktu secara signifikan.

Pada metode konvensional, setiap tahapan perencanaan dilakukan secara terpisah dan berurutan, sehingga apabila terjadi revisi pada gambar maka akan memengaruhi tahapan berikutnya. Sebaliknya, pada metode BIM, pemodelan tiga dimensi memungkinkan setiap tahapan terintegrasi dalam satu sistem. Apabila terjadi perubahan desain, maka seluruh dokumen seperti denah, tampak, potongan, detail struktur, hingga volume pekerjaan otomatis ikut terbarui. Berikut ini merupakan perbandingan efisiensi waktu metode konvensional dan metode BIM berdasarkan hasil wawancara dengan narasumber dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan Tabel 5.3.

Tabel 5. 2 *Barchart* Waktu Perencanaan dengan Metode Konvensional

No.	Pekerjaan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Persiapan												
2.	Survei												
3.	Desain Arsitektur												
4.	Struktur												
5.	MEP												
6.	Scheduling dan RAB												
7.	Penyiapan Dokumen Lelang												
8.	Reporting												

Tabel 5. 3 *Barchart* Waktu Perencanaan dengan Metode BIM

No.	Pekerjaan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1.	Persiapan						
2.	Survei						
3.	Desain Arsitektur						
4.	Struktur						
5.	MEP						
6.	Scheduling dan RAB						
7.	Penyiapan Dokumen Lelang						
8.	Reporting						

Adapun perhitungan Efisiensi waktu sebagai berikut:

$$Efisiensi\ Waktu = \frac{W_{Konv} - W_{BIM}}{Wkonv} x100\%$$

$$Efisiensi\ Waktu = \frac{12 - 6}{12}\ x\ 100\% = 50\%$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa metode BIM mampu mempercepat proses perencanaan sebesar 50% dibandingkan metode konvensional. Hasil perbandingan pada tabel di atas menunjukkan bahwa metode BIM lebih efisien pada tahap perencanaan. Tahap yang menunjukkan penghematan paling signifikan adalah pembuatan desain, struktur, MEP, scheduling dan RAB. Hal ini terjadi karena Revit mampu mengintegrasi hal tersebut, sehingga pembuatan dan perubahan desain langsung tercermin pada gambar tiga dimensi serta sheduling dan penyusunan RAB dapat dilakukan dengan mudah.

Hasil analisis ini konsisten dengan penelitian terdahulu, seperti yang dilaporkan oleh Nugroho (2016), bahwa BIM dapat mempercepat durasi perencanaan hingga 50% dibandingkan metode konvensional. Studi kasus pada proyek gedung 20 lantai juga menunjukkan perbedaan signifikan, yaitu perencanaan konvensional membutuhkan waktu 12 bulan sedangkan dengan BIM hanya 6 bulan. Dengan demikian, hasil penelitian ini yang menunjukkan efisiensi 50% selaras dengan literatur sebelumnya, meskipun terdapat perbedaan objek proyek.

5.2.3 Analisis Perbandingan Efisiensi Sumber Daya Manusia Metode Konvensional dan BIM

Analisis efisiensi sumber daya manusia (SDM) dilakukan untuk membandingkan jumlah sumber daya manusia dalam perencanaan proyek antara metode konvensional dengan metode BIM. Sumber daya manusia dalam perencanaan proyek merupakan salah satu aspek penting yang mempengaruhi keefektifan serta keberhasilan proyek, karena apabila SDM yang tidak memadai akan berdampak langsung pada biaya dan jadwal perencanaan konstruksi. Oleh karena itu, penelitian ini menilai perbandingan jumlah SDM dalam perencanaan proyek dengan menggunakan metode konvensional dibandingkan dengan metode BIM.

Dalam penelitian ini, analisis perbandingan sumber daya manusia pada perencanaan proyek dilakukan menggunakan metode wawancara dengan narasumber. Metode wawancara dijadikan sebagai acuan dalam perencanaan proyek gedung tujuh lantai dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan jumlah personal perencanaan antara metode konvensional dan metode BIM. Wawancara dilaksanakan dengan Bapak Faried Hanafi selaku Direktur PT Pola Data Consultant. Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan, diketahui bahwa penerapan aplikasi BIM pada tahap perencanaan proyek mampu meminimalkan sumber daya manusia yang diperlukan. Berikut ini merupakan perbandingan efisiensi sumber daya manusia metode konvensional dan metode BIM berdasarkan hasil wawancara dengan narasumber dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5. 4 Perbadingan Kebutuhan Sumber Daya Manusia Antara Metode Konvensional dan BIM Dalam Perencanaan Proyek

No.	Posisi	Konvensional		BIM	
		Tahun Pengalaman	Jumlah Orang	Tahun Pengalaman	Jumlah Orang
1.	Team Leader / TA. BIM Arsitek	15	1	5	1
2.	TA. Surveyor	8	2	5	2
3.	TA. Geoteknik	8	1	5	1
4.	TA. Arsitek	10	3	5	2
5.	TA. Struktur	5	3		-
6.	TA. MEP	10	2		-
7.	TA. BIM Struktur	-	-	5	1
8.	TA. BIM MEP	-	-	3	1
9.	TA. Cost Estimator	5	1	-	-
Asisten Tenaga Ahli					
1.	Asisten Surveyor	2	1	-	-
2.	Asisten Ahli Arsitek	2	1	-	-
3.	Asisten Ahli MEP	2	1	-	-
Tenaga Penunjang					
1.	Drafter	2	4	1	2
2.	Adminitrasi	2	2	1	1
Jumlah			22		11

Adapun perhitungan efisiensi SDM seperti berikut:

$$Efisiensi\ SDM = \frac{SDM_{Konv} - SDM_{BIM}}{SDM_{Konv}} x100\%$$

$$Efisiensi\ SDM = \frac{22 - 11}{22}\ x\ 100\% = 50\%$$

Tabel perbandingan sumber daya manusia menunjukkan perbedaan antara perencanaan menggunakan metode konvensional dan metode *Building Information Modeling* (BIM). Perbedaan tersebut terlihat dari jumlah personil yang dibutuhkan serta karakteristik pengalaman kerja pada masing-masing metode.

Berdasarkan tabel, perencanaan dengan metode konvensional membutuhkan total 22 orang tenaga kerja yang terdiri dari berbagai posisi dengan pembagian tugas yang relatif terpisah. Metode ini mengandalkan proses perencanaan berbasis gambar dua dimensi, sehingga memerlukan lebih banyak tenaga untuk pekerjaan

penggambaran, pengecekan, serta koordinasi antar-disiplin. Selain itu, keterbatasan integrasi data pada metode konvensional menyebabkan tingginya potensi pekerjaan ulang (*rework*), yang pada akhirnya meningkatkan kebutuhan sumber daya manusia.

Sebaliknya, perencanaan dengan metode BIM hanya memerlukan 11 orang tenaga kerja. Pengurangan jumlah personel ini disebabkan oleh kemampuan BIM dalam mengintegrasikan seluruh elemen perencanaan ke dalam satu model tiga dimensi yang terkoordinasi. Melalui penggunaan BIM, beberapa fungsi pekerjaan dapat digabungkan, seperti koordinasi antar-disiplin dan pengecekan konflik desain, sehingga kebutuhan tenaga kerja menjadi lebih efisien.

Secara keseluruhan, penggunaan BIM menghasilkan efisiensi SDM sebesar 50%, selain menekan biaya gaji, hal ini juga berpengaruh pada biaya tidak langsung seperti fasilitas kerja, koordinasi, dan overhead. Jumlah personel yang lebih sedikit membuat manajemen tim lebih sederhana, alur komunikasi lebih singkat, dan potensi konflik atau miskomunikasi dapat ditekan. Perbedaan ini menunjukkan bahwa metode konvensional cenderung boros dan kurang adaptif, sedangkan BIM memberikan solusi nyata untuk mencapai efisiensi tenaga kerja dalam perencanaan proyek konstruksi.

5.2.4 Analisis Perbandingan Efisiensi Biaya Metode Konvensional dan Metode BIM

Analisis efisiensi biaya bertujuan untuk mengetahui perbedaan total biaya perencanaan yang timbul apabila menggunakan metode konvensional dibandingkan dengan metode BIM. Perbandingan biaya antara metode konvensional dan BIM berdasarkan pada hasil dari wawancara dengan narasumber tentang kebutuhan sumber daya yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan biaya upah tenaga kerja yang diperlukan antara metode konvensional dam BIM. Data perhitungan biaya mengenai tahun pengalaman pekerja dan waktu pekerjaan diperoleh melalui wawancara dengan narasumber, sementara harga satuan upah pekerja menggunakan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 33/KPTS/M/2025 tentang Besaran Remunerasi Minimal Tenaga Kerja Konstruksi Pada Jenjang Kualifikasi Ahli Untuk Layanan Jasa Konsultansi Konstruksi.

Berikut ini merupakan Remunerasi/Biaya Personil (*Billing Rate*) dan Indeks Standar Remunerasi Per Provinsi Tahun 2025 yang digunakan untuk menetukan besar remunerasi personal yang dibutuhkan pada perencanaan pekerjaan proyek dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan 5.6.

Tabel 5. 5 Remunerasi/Biaya Personil (*Billing Rate*) Tahun 2025

KUALIFIKASI TENAGA AHLI DENGAN SKK DAN TAHUN PENGALAMAN				REMUNERASI/BIAYA PERSONIL (RUPIAH PER BULAN)		
				S1/Setara	S2/Setara	S3/Setara
AHLI MUDA ►			1	27,300,000	35,650,000	45,900,000
			2	28,900,000	37,650,000	48,000,000
AHLI MADYA ►		1	3	30,500,000	39,650,000	50,050,000
		2	4	32,150,000	41,650,000	52,150,000
		3	5	33,750,000	43,600,000	54,250,000
AHLI UTAMA ►	1	4	6	35,350,000	45,600,000	56,350,000
	2	5	7	37,000,000	47,600,000	58,450,000
	3	6	8	38,600,000	49,600,000	60,550,000
	4	7	9	40,200,000	51,600,000	62,650,000
	5	8	10	41,850,000	53,600,000	64,750,000
	6	9	11	43,450,000	55,550,000	66,850,000
	7	10	12	45,050,000	57,550,000	68,950,000
	8	11	13	46,700,000	59,550,000	71,050,000
	9	12	14	48,300,000	61,550,000	73,100,000
	10	13	15	49,900,000	63,550,000	75,200,000
	11	14	16	51,500,000	65,500,000	77,300,000
	12	15	17	53,150,000	67,500,000	79,400,000
	13	16	18	54,750,000	69,500,000	81,500,000
	14	17	19	56,350,000	71,500,000	83,600,000
	15	18	20	58,000,000	73,500,000	85,700,000
	16	19	21	59,600,000	75,500,000	87,800,000
	17	20	22	61,200,000	77,450,000	89,900,000
	18	21	23	62,850,000	79,450,000	92,000,000
	19	22	24	64,450,000	81,450,000	94,100,000
	20	23	25	66,050,000	83,450,000	96,200,000

Tabel 5. 6 Indeks Standar Remunerasi Per Provinsi Tahun 2025

NO	PROVINSI	INDEKS
1	Nanggroe Aceh Darussalam	0.963
2	Sumatera Utara	0.976
3	Sumatera Barat	0.947
4	Riau	1.080
5	Kepulauan Riau	1.101
6	Jambi	0.908
7	Sumatera Selatan	0.929
8	Kepulauan Bangka Belitung	0.910
9	Bengkulu	0.889
10	Lampung	0.899
11	Banten	0.950
12	**DKI Jakarta (*Benchmarking*)**	**1.000**
13	Jawa Barat	0.847
14	Jawa Tengah	0.823
15	DI Yogyakarta	0.838
16	Jawa Timur	0.979
17	Bali	0.958
18	Nusa Tenggara Barat	0.877
19	Nusa Tenggara Timur	0.841
20	Kalimantan Barat	0.937
21	Kalimantan Tengah	0.925
22	Kalimantan Selatan	0.918
23	Kalimantan Timur	1.030
23.a.	IKN	1.294
24	Kalimantan Utara	1.086
25	Sulawesi Utara	0.944
26	Sulawesi Tengah	0.908
27	Sulawesi Tenggara	0.947
28	Sulawesi Selatan	0.970
29	Sulawesi Barat	0.909
30	Gorontalo	0.924
31	Maluku	0.934
32	Maluku Utara	0.940
33	Papua	1.113
34	Papua Barat	1.202
35	Papua Selatan	1.114
36	Papua Tengaah	1.130
37	Papua Pegunungan	1.153
38	Papua Barat Daya	1.194

Berikut merupakan contoh perhitungan yang digunakan untuk menghitung besar remunerasi personil dengan menggunakan Tabel 5.5 dan 5.6.

1. Remunerasi Tenaga Ahli Utama, pendidikan S1/Setara, dengan pengalaman kerja 15 Tahun dan bekerja di yogyakarta = Rp 58.000.000 x 0,838 = Rp 48.604.00
2. Remunerasi Tenaga Ahli Muda, pendidikan S1/Setara, dengan pengalaman kerja 5 Tahun dan bekerja di Yogyakarta = Rp 33.750.00x 0.838 = Rp 28.282.500
3. Remunerasi Tenaga Ahli Muda, Pendidikan S1/Setara, dengan pengalaman kerja 3 Tahun dan bekerja di Yogyakarta = Rp 30.500.000 x 0.838 = Rp 25.559.000

Perhitungan diatas digunakan digunakan sebagai acuan untuk menghitung besar remunerasi yang dikeluarkan untuk setiap personil dalam perencanaan proyek gedung tujuh lantai. Perhitungan berapa lama pekerjaan setiap personil ditentukan menggunakan kalkulasi Tabel *barchart* waktu perencanaan proyek. Berikut merupakan perbandingan biaya upah personil antara metode konvensional dengan BIM dapat dilihat pada Tabel 5.7 dan Tabel 5.8.

Tabel 5. 7 Perhitungan Biaya Personil dengan Menggunakan Metode Konvensional

No.	Posisi	Tahun Pengalaman	Satuan	Jumlah Orang	Waktu (bln)	Jml Org/Bln	Harga Satuan	Harga Upah personil
A.	Biaya Tenaga Ahli							
1.	Team Leader	15	OB	1	12	12	Rp48.604.000	Rp583.248.000
2.	TA. Surveyor	8	OB	2	1	2	Rp32.346.800	Rp64.693.600
3.	TA. Geoteknik	8	OB	1	1	1	Rp32.346.800	Rp32.346.800
.4.	TA. Arsitek	10	OB	3	2	6	Rp35.070.300	Rp210.421.800
5.	TA. Struktur	5	OB	3	3	9	Rp28.282.500	Rp254.542.500
6.	TA. MEP	10	OB	2	4	8	Rp35.070.300	Rp280.562.400
7.	TA. Cost Estimator	5	OB	1	8	8	Rp28.282.500	Rp226.260.000
								Rp1.652.075.100
B.	Asisten Tenaga Ahli							
1.	Asisten Surveyor	2	OB	1	1	1	Rp3.110.352	Rp3.110.352
2.	Asisten Ahli Arsitek	2	OB	1	2	2	Rp3.110.352	Rp6.220.705
3.	Asisten Ahli MEP	2	OB	1	4	4	Rp3.110.352	Rp12.441.409
								Rp21.772.466
C.	Tenaga Penunjang							
1.	Drafter	2	OB	4	11	44	Rp3.110.352	Rp136.855.501
2.	Adminitrasi	2	OB	2	12	24	Rp3.110.352	Rp74.648.455
								Rp211.503.956
Total Biaya Personil								Rp1.885.351.523

Tabel 5. 8 Perhitungan Biaya dengan Menggunakan Metode BIM

No.	Posisi	Tahun Pengalaman	Satuan	Jumlah Orang	Waktu (bln)	Jml Org/Bln	Harga Satuan	Harga Upah personil
A.	Biaya Tenaga Ahli							
1.	Team Leader BIM	5	OB	1	6	6	Rp35.070.300	Rp210.421.800
2.	TA. Surveyor	5	OB	2	1	2	Rp28.282.500	Rp56.565.000
3.	TA. Geoteknik	5	OB	1	1	1	Rp28.282.500	Rp28.282.500
.4.	TA. Arsitek	5	OB	2	2	4	Rp28.282.500	Rp113.130.000
5.	TA. BIM Struktur	5	OB	1	2	2	Rp28.282.500	Rp56.565.000
6.	TA. BIM MEP	3	OB	1	2	2	Rp25.559.000	Rp51.118.000
7.	TA. Cost Estimator	-	OB	-	-	-	Rp25.559.000	Rp 0
								Rp516.082.300
B.	Asisten Tenaga Ahli							
1.	Asisten Surveyor	-	OB	-	-	-	Rp3.110.352	Rp 0
2.	Asisten Ahli Arsitek	-	OB	-	-	-	Rp3.110.352	Rp 0
3.	Asisten Ahli MEP	-	OB	-	-	-	Rp3.110.352	Rp 0
								Rp 0
C.	Tenaga Penunjang							
1.	Drafter	1	OB	2	5	10	Rp3.110.352	Rp31.103.523
2.	Adminitrasi	1	OB	1	6	5	Rp3.110.352	Rp18.662.114
								Rp49.765.637
Total Biaya Personil								Rp565.847.937

Adapun perhitungan efisiensi biaya sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi Biaya} = \left(\frac{\text{Biaya Konvensional} - \text{Biaya BIM}}{\text{Biaya Konvesional}}\right) x\ 100\%$$

$$\text{Efisiensi Biaya} = \left(\frac{1.885.351.523 - 565.847.937}{1.885.351.523}\right) x\ 100\% = 69{,}9\%$$

Berdasarkan tabel diatas, perbandingan biaya sangat berbeda antara metode konvensional dan BIM. Komponen biaya terbesar pada metode konvensional berasal dari tenaga ahli serta durasi pengerjaan yang cenderung lebih lama, hal ini berbanding terbalik dengan metode BIM. Perbedaan sangat mencolok dikarenakan jumlah pekerja dan durasi yang sangat berbeda konvensional dengan 22 personil dan 12 bulan hari kerja, dibandingkan BIM dengan 11 personil dan 6 bulan kerja. Perbedaan terlihat pada jumlah remunerasi Tenaga Ahli yang dikeluarkan dikarenakan Jumlah Ahli dan berapa lama kerja personil tersebut dalam perencanaan proyek konstruksi. Dengan demikian, terlihat bahwa perbandingan

efisiensi biaya tidak hanya terjadi pada tenaga ahli maupun jumlah pekerja, tetapi durasi kerja yang lebih singkat berdampak pada berkurangnya beban biaya.

Secara keseluruhan, perbandingan biaya menunjukkan bahwa BIM lebih unggul dibandingkan metode konvensional. Total biaya perencanaan dengan metode BIM hanya sebesar Rp 565.847.937, jauh lebih rendah dibandingkan Rp 1.885.351.523 pada metode konvensional. Artinya, terdapat penghematan sebesar Rp 1.319.503.586 atau 69,9%. Efisiensi ini diperoleh karena BIM mampu mengintegrasikan berbagai tahapan perencanaan dalam satu model digital, mengurangi jumlah personel yang diperlukan dan mempercepat durasi pengerjaan, namun jumlah ini belum termasuk biaya *software* dan perangkat keras dikarenakan hanya mencakup teknis saja. Dengan demikian, hasil penelitian ini menguatkan argumen bahwa penerapan BIM dapat menjadi solusi efektif untuk meningkatkan efisiensi biaya dalam proses perencanaan proyek konstruksi.

Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian sebelumnya, seperti yang ditunjukkan oleh Nugroho (2016) yang menyatakan bahwa penerapan BIM pada proyek gedung 20 lantai mampu mengurangi biaya perencanaan hingga 52,25%. Pada penelitian ini, efisiensi biaya tercatat sebesar 69,9%, angka yang sejalan dengan literatur tersebut. Hal ini membuktikan bahwa manfaat BIM tidak hanya terbatas pada proyek skala besar seperti gedung bertingkat tinggi, tetapi juga dapat diterapkan pada proyek skala menengah. Perbedaan persentase efisiensi antara penelitian ini dan penelitian terdahulu dapat disebabkan oleh perbedaan kompleksitas bangunan, jumlah lantai, serta tingkat kesiapan tim dalam mengoperasikan BIM.

5.3 Pembahasan

Penggunaan sumber daya manusia (SDM) dalam perencanaan proyek konstruksi sangat menentukan efektivitas dan efisiensi jalannya pekerjaan. Pada metode konvensional, proses perencanaan cenderung melibatkan jumlah tenaga kerja yang lebih banyak dibandingkan BIM. Hal ini terlihat jelas pada perencanaan pembangunan gedung tujuh lantai, yang mengerahkan dua puluh dua orang dalam tahap perencanaan. Banyaknya tenaga kerja yang terlibat seolah menjadi ciri khas

metode konvensional, namun di sisi lain, hal tersebut justru menambah kerumitan dalam koordinasi dan memperbesar peluang terjadinya miskomunikasi.

Sebaliknya, penerapan *Building Information Modeling* (BIM) dalam perencanaan proyek bangunan gedung tujuh lantai menunjukkan pola yang lebih ringkas. Jumlah SDM yang dilibatkan berjumlah sebelas orang, atau lebih sedikit sekitar 50% dibanding metode konvensional. Hal ini dimungkinkan karena BIM mampu mengintegrasikan berbagai pekerjaan yang sebelumnya dilakukan secara terpisah, misalnya penghitungan volume, pembuatan gambar detail, hingga revisi desain dapat dilakukan dalam satu model digital yang sama. Dengan sistem seperti ini, kebutuhan akan tenaga kerja tambahan menjadi berkurang.

Meski demikian, ada beberapa posisi yang tidak dapat dikurangi jumlahnya meskipun menggunakan BIM, misalnya arsitek utama sebagai team leader, cost estimator, dan tenaga administrasi. Ketiga posisi ini tetap dibutuhkan baik dalam metode konvensional maupun metode BIM karena perannya bersifat strategis dan tidak bisa digantikan oleh sistem. Namun, yang membedakan adalah beban kerja yang jauh lebih ringan pada metode BIM. Data yang diperoleh lebih cepat, lebih akurat, dan terintegrasi, sehingga produktivitas meningkat meskipun jumlah tenaga kerja tetap sama.

Dari sisi beban biaya, perbedaan jumlah personel dan waktu perencanaan berdampak langsung terhadap anggaran yang harus dikeluarkan. Pada metode konvensional, sua puluh sua orang tenaga kerja harus digaji selama periode perencanaan, yang menyebabkan biaya menjadi lebih besar. Sementara pada metode BIM, hanya sebelas yang dilibatkan, sehingga biaya gaji tenaga kerja lebih rendah. Dapat dilihat perbedaan jumlah biaya metode konvensional sebesar Rp 1.885.351.523 dengan metode BIM sebesar RP 565.847.937 memiliki selisih sebesar RP 1.319.503.586 atau 69,9%. Pengurangan tenaga kerja bukan hanya soal penghematan biaya, melainkan juga efisiensi dalam manajemen proyek, karena semakin sedikit orang yang terlibat, semakin mudah pula komunikasi dan koordinasi dijalankan.

Selain biaya, faktor waktu kerja juga ikut dipengaruhi oleh jumlah SDM. Pada metode konvensional, banyaknya personel sering kali tidak berbanding lurus

dengan kecepatan penyelesaian pekerjaan. Dapat dilihat perbedaan waktu perencanaan proyek dengan metode konvensional memerlukan waktu selama dua belas bulan sedangkan metode BIM selama enam bulan yang memiliki selisih enam bulan atau 50% waktu perencanaan. Hal ini disebabkan oleh sistem kerja yang masih manual dan tumpang tindih. Ketika satu bagian belum selesai, bagian lain harus menunggu, sehingga pekerjaan berjalan lambat. Dengan BIM, meskipun personel lebih sedikit, proses perencanaan justru lebih cepat karena semua data tersimpan dalam satu model digital. Setiap perubahan langsung terhubung ke semua bagian tanpa perlu menunggu pekerjaan selesai secara berurutan.

Jika dilihat dari perspektif manajemen risiko, penggunaan SDM yang lebih sedikit dalam metode BIM juga memberikan keuntungan tambahan. Pada metode konvensional, semakin banyak tenaga kerja yang terlibat, semakin besar pula potensi kesalahan koordinasi, perbedaan interpretasi gambar, dan konflik antar tim. Kondisi ini sering kali menimbulkan revisi berulang yang memperlambat pekerjaan. Dengan BIM, risiko tersebut dapat ditekan karena seluruh tim bekerja pada model yang sama. Setiap orang dapat mengakses data yang sama secara real time, sehingga peluang kesalahan akibat miskomunikasi dapat diminimalisir.

Keunggulan lain dari efisiensi SDM melalui BIM adalah fleksibilitas dalam pembagian tugas. Pada metode konvensional, setiap personel memiliki lingkup kerja yang kaku dan sulit saling menggantikan karena spesialisasi yang sangat terpisah. Hal ini berbeda dengan BIM, di mana satu drafter dapat mengerjakan beberapa hal sekaligus, karena sistem sudah menyediakan template dan otomatisasi. Akibatnya, tim menjadi lebih fleksibel, beban kerja lebih merata, dan ketergantungan pada jumlah orang bisa dikurangi. Fleksibilitas ini sangat membantu ketika terjadi revisi mendadak atau permintaan khusus dari pihak pemilik proyek.

Dari sisi produktivitas, jumlah tenaga kerja yang lebih sedikit dalam BIM ternyata tidak menurunkan kualitas hasil perencanaan. Justru sebaliknya, hasil perencanaan menjadi lebih cepat selesai dan lebih akurat. Hal ini karena BIM mengurangi pekerjaan manual yang rentan kesalahan, seperti penghitungan volume dan pembuatan gambar detail. Dengan sistem otomatisasi, hasil perencanaan bisa

dihasilkan dalam waktu yang lebih singkat, sementara tenaga kerja yang lebih sedikit dapat fokus pada aspek analisis dan pengambilan keputusan yang lebih penting.

Hasil analisis ini juga memperlihatkan bagaimana metode konvensional sering kali dianggap “boros tenaga kerja” tanpa memberikan keuntungan sebanding dalam hal produktivitas. Melibatkan banyak orang tidak selalu membuat pekerjaan lebih cepat, justru memperbesar kemungkinan revisi dan miskomunikasi. Di sinilah BIM menunjukkan keunggulannya. Dengan jumlah tenaga kerja yang lebih sedikit, BIM tetap mampu menghasilkan keluaran yang lengkap, konsisten, dan mudah diperbarui. Ini menjadi bukti nyata bahwa efisiensi SDM dengan BIM bukan hanya klaim teoritis, tetapi benar-benar terbukti pada studi kasus yang dianalisis.

Secara keseluruhan, pembahasan mengenai efisiensi waktu, biaya dan SDM menunjukkan bahwa metode BIM jauh lebih unggul dibandingkan metode konvensional dari segala aspek perencanaan. Efisiensi waktu, biaya dan SDM ini bukan hanya sekadar pengurangan angka maupun jumlah, tetapi juga mencerminkan peningkatan produktivitas, pengurangan biaya, kemudahan koordinasi, serta penekanan risiko kesalahan. Hal tersebut relevan dengan penelitian dan jurnal terdahulu yang menyatakan keefektifan serta keunggulan metode BIM dibandingkna metode konvensional. Dengan demikian, penerapan BIM dalam perencanaan proyek konstruksi tidak hanya memberikan manfaat dari sisi waktu dan biaya, tetapi juga menghadirkan sistem kerja yang lebih ramping, efisien, dan modern dalam pengelolaan sumber daya manusia.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil analisis perbandingan kinerja waktu, dapat disimpulkan bahwa metode *Building Information Modeling* (BIM) jauh lebih efisien dibandingkan metode konvensional. Penggunaan metode konvesional pada perencanaan proyek bangunan tujuh lantai membutuhkan waktu dua belas bulan, sedangkan dengan BIM pada perencanaan proyek bangunan gedung tujuh lantai hanya memerlukan enam bulan. Penghematan waktu sebesar 50% ini menunjukkan bahwa otomatisasi dalam BIM mampu mempercepat alur kerja, mengurangi tahapan manual, serta meminimalkan revisi berulang. Hal ini menegaskan bahwa penerapan BIM mampu mendukung pencapaian target jadwal secara lebih efektif dibandingkan metode tradisional.
2. Selanjutnya dari sisi sumber daya manusia menunjukkan adanya perbedaan jumlah personil. Jumlah personil dengan metode konvensional tercatat berjumlah dua puluh dua orang pekerja, sedangkan dengan BIM hanya sebelas orang pekerja. Selisih sebesar sebelas orang atau 50%, menjadi bukti bahwa BIM lebih unggul dalam pengurangan dan efisiensi jumlah personil pekerja dalam perencanaan proyek.
3. Dari sisi biaya, hasil penelitian juga menunjukkan adanya perbedaan signifikan. Total biaya perencanaan dengan metode konvensional tercatat sebesar Rp 1.885.351.523, sedangkan dengan BIM hanya Rp 565.847.937. Selisih sebesar Rp 1.319.503.586 atau sekitar 69,9% menjadi bukti bahwa BIM tidak hanya mempercepat waktu maupun jumlah pekerja, tetapi juga mampu mengurangi beban biaya perencanaan secara substansial. Penghematan ini terutama berasal dari berkurangnya jumlah tenaga kerja, pemangkasan durasi pekerjaan, serta efisiensi overhead yang lebih terkontrol melalui sistem terintegrasi.

Dari hasil analisis efisiensi, dapat diketahui bahwa BIM memberikan keunggulan nyata dibandingkan metode konvensional. Efisiensi waktu sebesar 50% dan efisiensi biaya sebesar 69,9% menjadi indikator bahwa penggunaan BIM lebih unggul dalam perencanaan proyek konstruksi. Selain itu, efisiensi sumber daya manusia sebesar 50% menambah bukti bahwa BIM mampu menyederhanakan kebutuhan tenaga kerja tanpa menurunkan kualitas hasil perencanaan. Temuan ini sejalan dengan literatur terdahulu, yang juga menyatakan bahwa BIM memberikan manfaat signifikan dalam produktivitas, akurasi, dan efektivitas perencanaan.

4. Namun, penelitian ini juga mengidentifikasi beberapa kendala dalam penerapan BIM, khususnya terkait kesiapan sumber daya manusia dan ketersediaan perangkat lunak. Tidak semua personel perencana memiliki kompetensi yang memadai untuk menggunakan BIM, sehingga diperlukan pelatihan intensif agar manfaat BIM dapat dirasakan secara maksimal. Selain itu, biaya awal untuk lisensi perangkat lunak dan spesifikasi perangkat komputer yang tinggi menjadi faktor pertimbangan tersendiri. Kendala ini menunjukkan bahwa meskipun BIM lebih unggul, efektivitas penggunaannya sangat bergantung pada kesiapan institusi maupun perusahaan yang mengadopsinya.

   Selain itu, berdasarkan keterangan praktisi konstruksi, BIM terbukti lebih efisien dalam aspek biaya, waktu, dan SDM, namun penerapannya di Indonesia masih terbatas karena membutuhkan perangkat keras dan perangkat lunak yang mahal. Meski demikian, penggunaan BIM diperkirakan akan semakin berkembang, terutama pada proyek berskala besar. Secara umum, penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan BIM dalam perencanaan proyek konstruksi memberikan manfaat yang lebih besar dibandingkan metode konvensional. BIM terbukti lebih efisien dari sisi waktu, biaya, dan sumber daya manusia, serta mampu mengurangi risiko miskomunikasi dan kesalahan teknis dalam perencanaan. Walaupun terdapat kendala terkait kompetensi SDM dan investasi awal perangkat, keunggulan yang ditawarkan BIM menjadikannya solusi yang relevan dan strategis bagi

perkembangan industri konstruksi di Indonesia. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan bagi pemilik proyek, konsultan, maupun kontraktor untuk mulai mengadopsi teknologi BIM dalam perencanaan maupun pelaksanaan proyek ke depan.

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah dibuat diperoleh beberapa saran yang perlu diperhatikan agar bermanfaat bagi penelitian selanjutnya.

1. Hasil penelitian ini sebaiknya dijadikan dasar bagi proyek-proyek serupa di lingkungan universitas maupun instansi pemerintah untuk menguji efektivitas BIM pada tahap perencanaan.
2. Penerapan BIM perlu diperluas ke tahap pelaksanaan (konstruksi lapangan), sehingga efisiensi waktu dan biaya tidak hanya terlihat pada perencanaan, tetapi juga pada proses eksekusi proyek.
3. Studi lanjutan dapat dilakukan dengan membandingkan proyek yang benar-benar berjalan secara konvensional dengan proyek yang menggunakan BIM, agar hasil perbandingan lebih faktual.
4. Implementasi BIM diharapkan tidak berhenti pada pemodelan arsitektur dan struktur, tetapi juga diperluas ke manajemen fasilitas (*facility management*) setelah proyek selesai.
5. Perusahaan konstruksi disarankan untuk mencoba menerapkan BIM secara bertahap, dimulai dari proyek kecil atau menengah, sebelum diterapkan penuh pada proyek berskala besar.
6. Penelitian berikutnya dapat menambahkan aspek risiko dan kendala lapangan untuk melihat sejauh mana BIM mampu mengurangi potensi keterlambatan proyek di luar perencanaan.
7. Penerapan BIM perlu diintegrasikan dengan kebijakan pemerintah, misalnya melalui standar nasional (SNI) atau regulasi wajib BIM untuk proyek infrastruktur tertentu.
8. Hasil penelitian ini dapat menjadi rujukan awal bagi akademisi dan praktisi untuk mengembangkan pedoman implementasi BIM yang sesuai dengan kondisi industri konstruksi di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

Alzara, M., Attia, Y. A., Mahfouz, S. Y., Yosri, A. M., & Ehab, A. (2023). *Building a Genetic Algorithm-Based and BIM-Based 5D Time and Cost Optimization Model. IEEE Access, 11*, 122502–122515. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3317137

Aryani, A. L., Brahim, J., & Fathi, M. S. (2014). *The Development of Building Information Modeling (BIM) Definition. Applied Mechanics and Materials*, 567, 625–630. https://doi.org/10.4028/www.scientifi c.net/AMM.567.625

Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR, 2020)

Ervianto, W. I. (2005). Manajemen Proyek Konstruksi (Edisi Revisi). Yogyakarta: ANDI.

Fakhruddin, Parung, H., Tjaronge, M. W., Djamaluddin, R., Irmawaty, R., Amiruddin, A. A., Djamaluddin, A. R., Harianto, T., Muhiddin, A. B., Arsyad, A., & Nur, S. H. (2019). Sosialisasi Aplikasi Teknologi *Building Information Modelling* (BIM) pada Sektor Konstruksi Indonesia. Jurnal Tepat (Teknologi Terapan Untuk Pengabdian Masyarakat), 2(2), 112–119. https://doi.org/https://doi.org/10.2504 2/jurnal_tepat.v2i2.82

Fauzan, A. (2018). Pengaruh standar operasional prosedur terhadap efektivitas kerja pada proyek konstruksi. Jurnal Manajemen Konstruksi Indonesia, 7(2), 45–52.

Herlambang, D. (2021). Peran manajemen proyek dalam meningkatkan kinerja dan efisiensi pelaksanaan konstruksi. Jurnal Teknik Sipil Nusantara, 13(1), 11–20.

Heryanto, S., Subroto, G., & Rifa'ih. (2020). Kajian Penerapan *Building Information Modelling* (BIM) Di Industri Jasa Konstruksi Indonesia. *Journal of Architecture Innovation*, 4(2).

Hidayat, B. (2018). Manajemen Konstruksi: Pendekatan Praktis dalam Proyek.

Husen, A. (2010). Manajemen Proyek: Perencanaan, Penjadwalan & Pengendalian Proyek. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Indrayani, N. L. A. (2022). PENERAPAN SISTEM ENTERPRISE RESOURCE PLANNING (ERP) PADA PERUSAHAAN JASA KONSTRUKSI.

Irianie, Y. (2011). 66158-ID-efektifitas-dan-efisiensi-penerapan-sist. 12(2), 75–85. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, (2018)

Liu, Z., Lu, Y., & Peh, L. C. (2019). *A Review and Scientometric Analysis of Global Building Information Modeling (BIM) Research in the Architecture, Construction Buildings, Engineering (AEC) 9(10), and Industry. 210. https://doi.org/https://doi.org/10.3390 /buildings9100210*

Marizan, Y., Purwanto, S. S., & Yunanda, M. (2019). Studi literatur tentang penggunaan Autodesk Revit: Studi kasus perencanaan Puskesmas Sukajadi Kota Prabumulih. Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur.

Mehran, D. (2016). *Exploring the Adoption of BIM in the UAE Construction Industry for AEC Firms. Procedia Engineering, 145, 1110–1118.* https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016. 04.144

Mieslenna, C. F., & Wibowo, A. (2019). Mengeksplorasi Penerapan *Building Information Modeling* (BIM) Pada Industri Konstruksi Indonesia Dari Perspektif Pengguna. Jurnal Sosial Ekonomi Pekerjaan Umum, 11(1), 44 58.

Mohd Saupi, N. D. H., & Ismail, N. A. A. (2024). *The Implementation of 5D Building Information Modelling (BIM) in Construction Management: Benefits and Challenges Faced by Construction Professionals. Built Environment Journal, 21(S1), 94–104. https://doi.org/10.24191/bej.v21iSI.2418*

Nasution, M. N. (2011). Manajemen Proyek.

Nelson, & Sekarsari, J. (2019). Faktor Yang Memengaruhi Penerapan *Building Information Modeling* (BIM) Dalam Tahapan Pra Konstruksi Gedung Bertingkat. JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil, 2(4), 241–24. https://doi.org/10.24912/jmts.v2i4.63 05

Nugraha, A. K. (2020). Implementasi konsep Building Information Modelling (BIM): Studi kasus Indonesia (Skripsi). Universitas Islam Indonesia.

Othman, I., Al-Ashmori, Y. Y., Rahmawati, Y., Amran, Y. H. M., & Al-Bared, M. A. M. (2021). *The Level of Building Information Modelling (BIM) Implementation in Malaysia. Ain Shams Engineering Journal*, 12(1), 455–463. https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.04. 007

Project Management Institute. (2000). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). *Pennsylvania: Project Management Institute.)*

Project Management Institute. (2017). Success Rates Rise: Transforming the high cost of low performance. Pulse of the Profession - 9th Global Project Management Survey, 1–32.

Rachmawati, S. (2022). *Implementation Of 4d Bim Concept In Time Schedule Planning With Resources Levelling Analysis* [Tugas Akhir]. Universitas Islam Indonesia.

Rahmawati, S., & Hidayat, R. (2019). Pengaruh kompetensi sumber daya manusia terhadap kinerja proyek konstruksi. Jurnal Rekayasa Sipil, 15(3), 178–185.

Rizqy, R. M. (2021). PERBANDINGAN METODE KONVENSIONAL DENGAN BIM TERHADAP EFISIENSI BIAYA, MUTU, WAKTU.

Santosa, B. (2009). Manajemen Proyek: Konsep & Implementasi. Bandung: Rekayasa *Sains.*

Saputro, A. F., & Aufa, B. A. (2024). PENERAPAN KONSEP BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) DALAM PERENCANAAN ESTIMASI BIAYA DAN PERCEPATAN PENERAPAN KONSEP BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) DALAM Disusun Oleh : NIM : 30202000010.

Siman, & Nugraha. (2024). *COMPARISON OF TRADITIONAL AND MODERN CONSTRUCTION METHODS IN CIVIL ENGINEERING PROJECTS. IRCEE: Innovative Research in Civil and Environmental Engineering, 01.*

Subarto, H. W. (2022). Implementasi Konsep Building Information Modelling (Bim) Dalam Merencanakan Pengestimasian Biaya Dan Penjadwalan Pekerjaan Struktural (Implementation of the Concept of Building Information Modeling (Bim) in Planning Cost Estimation and Scheduling of Struc. 160.

Sugiyono. (2013). Metode penelitian.

Sugiyono. (2017). Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D.

Tjell, J. (2010). *Building Information Modeling (BIM) – in Design Detailing with Focus on Interior Wall Systems. Master's Thesis, Dept. of Civil & Environmental Engineering at University of California, Berkeley & DTU Management, Technical University of Denmark*

Ulinnuha, N. Z., Handayani, F. S., & Rifai, M. (2024). *Comparative Analysis of Conventional Methods with BIM Methods on Construction Cost Estimate at Structure Project Design Calculations (Case Study of Construction of A Satpol PP Building). Sustainable Civil Building Management and Engineering Journal, 1(4), 12. https://doi.org/10.47134/scbmej.v1i4.2698*

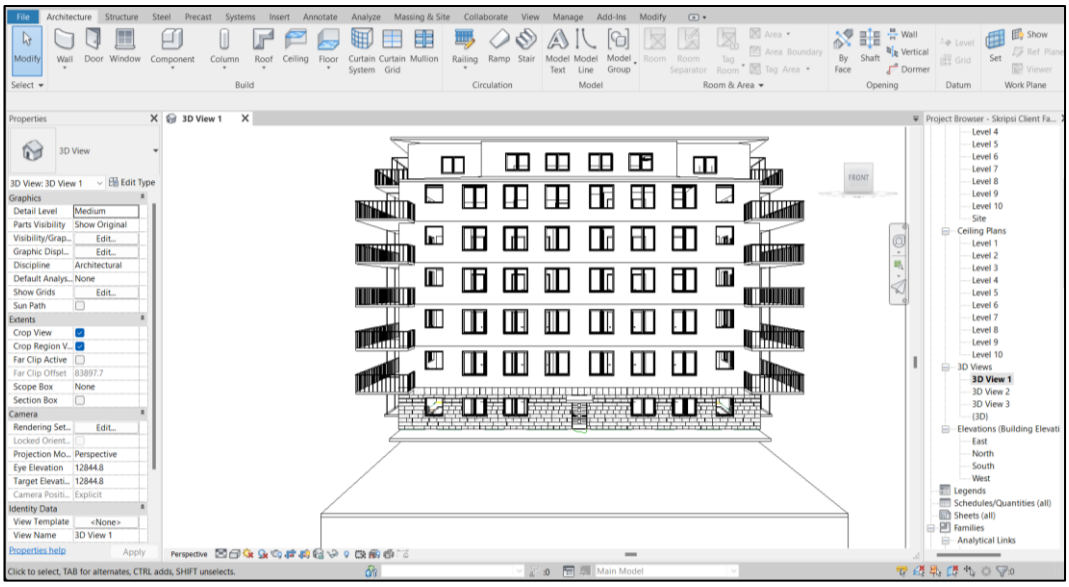
VICTORIANI, M. C. (2020). ANALISIS PENGARUH PELAKSANAAN PROYEK DARI SEGI BIAYA, MUTU, WAKTU PADA PEKERJAAN PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG DI SEMARANG. 2000.

Wibowo, A. (2020). Evaluasi penerapan Building Information Modeling (BIM) pada proyek konstruksi di Indonesia (Skripsi). Universitas Islam Sultan Agung.

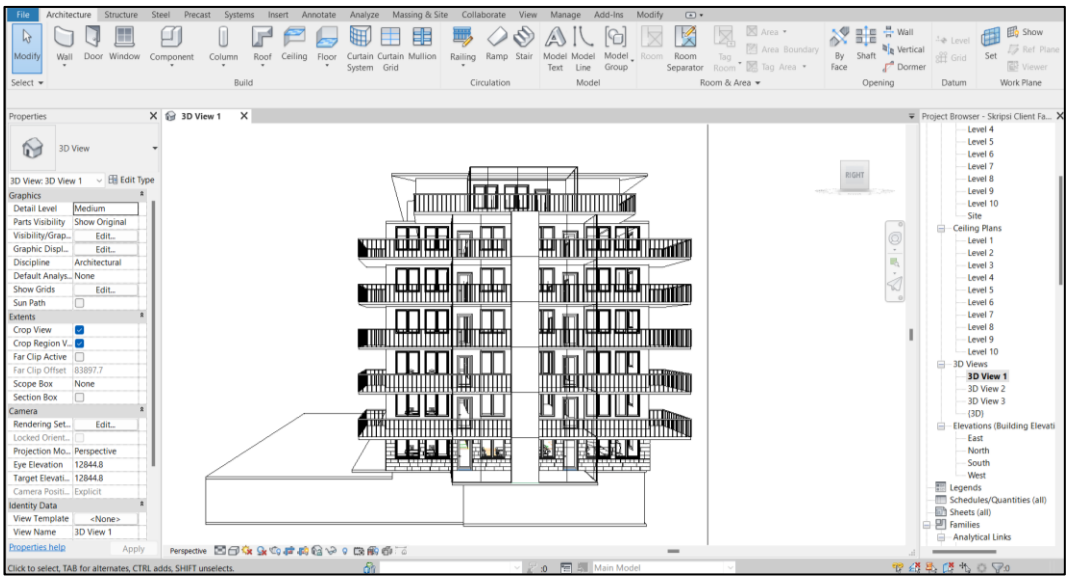
Wilona Benita Megawati, & Purwanto, H. (2022). Perbandingan BIM Dengan Konvensional Pada Hasil BQ Proyek X. *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology*, *3*(2), 1–9. https://doi.org/10.52158/jaceit.v3i2.247

LAMPIRAN

Lampiran 1 Permodelan Bangunan Gedung 7 Lantai



Gambar L- 1. 1 Gambar Tampak Depan Model Bangunan Gedung 7 Lantai



Gambar L- 1. 2 Gambar Tampak Samping Model Bangunan Gedung 7 Lantai

Lampiran 2 Rancangan Anggaran Biaya

Tabel L 2.1 Rancangan Anggaran Biaya

Pekerjaan	Subtotal (Rp)		Acuan
Pekerjaan Persiapan & Umum	Rp	200.000.000	AHSP 2025
Pekerjaan Struktur	Rp	7.873.125.000	
Pekerjaan Arsitektur/Finishing	Rp	4.582.875.000	
Pekerjaan MEP	Rp	2.625.000.000	
Pekerjaan Finishing	Rp	425.000.000	
Subtotal Biaya Langsung	Rp	15.706.000.000	
Overhead & Profit (10%)	Rp	1.570.600.000	
Dasar Pengenaan Pajak (DPP)	Rp	17.276.600.000	
PPN 11%	Rp	1.900.426.000	
Total RAB	Rp	19.177.026.000	

Lampiran 3 Remunerasi Personil Perencanaan Tahun 2025

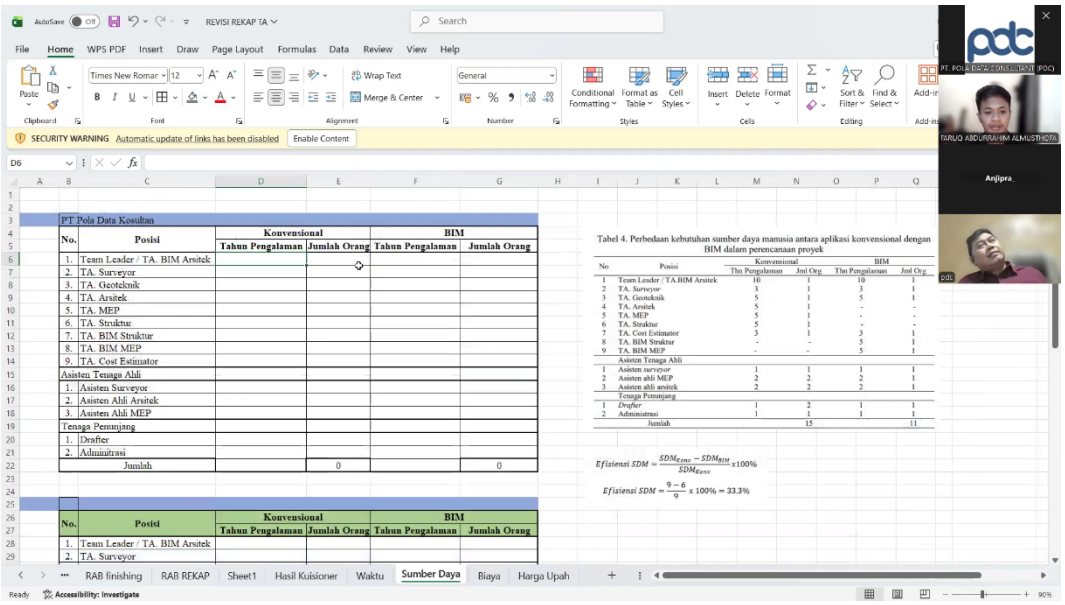
Tabel L-3.1 Remunerasi Personil Perencanaan Metode Konvensional

Pekerjaan	Tahun Pengalaman	Koef	Harga Satuan	Harga Upah	Keterangan
Team Leader	15	0,838	58.000.000	Rp48.604.000	Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 33/KPTS/M/2025
TA. Surveyor	8	0,838	38.600.000	Rp32.346.800	
TA. Geoteknik	8	0,838	38.600.000	Rp32.346.800	
TA. Arsitek	10	0,838	41.850.000	Rp35.070.300	
TA. Struktur	5	0,838	33.750.000	Rp28.282.500	
TA. MEP	10	0,838	41.850.000	Rp35.070.300	
TA. BIM Struktur	-	0,838	0	Rp0	
TA. BIM MEP	-	0,838	0	Rp0	
TA. Cost Estimator	5	0,838	33.750.000	Rp28.282.500	
Asisten Surveyor	2	10%	2.827.593	Rp3.110.352	
Asisten Ahli Arsitek	2	10%	2.827.593	Rp3.110.352	
Asisten Ahli MEP	2	10%	2.827.593	Rp3.110.352	
Drafter	2	10%	2.827.593	Rp3.110.352	
Adminitrasi	2	10%	2.827.593	Rp3.110.352	

Tabel L-3.2 Remunerasi Personil Perencanaan Metode BIM

Pekerjaan	Tahun Pengalaman	Koef	Harga Satuan	Harga Upah	Keterangan
Team Leader BIM	5	0,838	41.850.000	Rp35.070.300	Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 33/KPTS/M/2025
TA. Surveyor	5	0,838	33.750.000	Rp28.282.500	
TA. Geoteknik	5	0,838	33.750.000	Rp28.282.500	
TA. Arsitek	5	0,838	33.750.000	Rp28.282.500	
TA. Struktur	-	0,838	0	Rp0	
TA. MEP	-	0,838	0	Rp0	
TA. BIM Struktur	5	0,838	33.750.000	Rp28.282.500	
TA. BIM MEP	3	0,838	30.500.000	Rp25.559.000	
TA. Cost Estimator	-	0,838	30.500.000	Rp25.559.000	
Asisten Surveyor	-	10%	2.827.593	Rp3.110.352	
Asisten Ahli Arsitek	-	10%	2.827.593	Rp3.110.352	
Asisten Ahli MEP	-	10%	2.827.593	Rp3.110.352	
Drafter	1	10%	2.827.593	Rp3.110.352	
Adminitrasi	1	10%	2.827.593	Rp3.110.352	

Lampiran 4 Sesi Wawancara



Gambar L - 4. 1 Wawancara Ahli

Lampiran 5 Daftrar Pertanyaan Narasumber

Tabel L-5.1 Daftar Pertanyaan Narasumber

No.	Daftar Pertanyaan Narasumber
1	Apa itu Perencanaan Proyek
2	Apa itu Building Information Modeling
3	Bagaimana pandangan bapak mengenai perencanaan dengan metode Konvensional
4	Bagaimana pandangan bapak mengenai perencanaan dengan metode BIM
5	Perbandingan Waktu Perencanaan proyek antara metode konvensional dan BIM
6	Perbandingan Sumber Daya Manusia Perencanaan proyek antara metode konvensional dan BIM
7	Perbandingan Biaya Perencanaan proyek antara metode konvensional dan BIM
8	Bagaimana Cara perhitungan remunerasi biaya upah personil
9	kekurangan dan Kelebihan metode Konvensional
10	kekurangan dan Kelebihan metode Building Information Modelling (BIM/Autodeks Revit)
11	Apakah ada masukan dan saran mengenai tema Tugas Akhir saya