

Analisis Implementasi Teknologi *Building Information Modelling (BIM)* pada Tahap Perencanaan Bangunan Gedung Istana Kepresidenan Ibu Kota Nusantara (Studi Kasus PT Yodya Karya, Persero)

Sugeng Riyadi¹, Fadhila Muhammad Libasut Taqwa²,
Ananta Giga Brillianto³, Manlian Ronald A. Simanjuntak⁴

Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Tama Jagakarsa

Email: sugeng.civil05@gmail.com;¹ fadhila.muhammad@uika-bogor.ac.id;² anantagiga@gmail.com;³
manlian.adventus@gmail.com;⁴

ABSTRAK

Sebagai salah satu teknologi terapan dalam pembangunan infrastruktur, Building Information Modelling (BIM) memudahkan proses pemodelan konstruksi dengan menyediakan informasi dan alat yang membantu proses perencanaan, pembangunan dan pengoperasian lebih efisien dan efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja penerapan *BIM* dalam tahap perencanaan proyek di lingkungan PT Yodya Karya (Persero), dengan objek berupa tahapan perencanaan bangunan gedung Istana Kepresidenan Ibu Kota Nusantara (IKN), berdasarkan aspek regulasi pengadaan barang dan jasa. Metode yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah tinjauan pustaka berupa data KAK (Kerangka Acuan Kerja) *Procurement*, kontrak kerja *Design and Built*, serta produk perencanaan seperti: *Basic Design* dan *Detail Engineering Design (DED)*. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah terjadinya peningkatan efisiensi dan produktifitas kerja secara digital, guna mengurangi berbagai resiko kesalahan dan komunikasi yang terjadi di lapangan, dengan menyediakan visibilitas desain dan pengelolaan data yang lebih baik. Selain itu, penggunaan *BIM* pada tahap perencanaan dapat meningkatkan efisiensi anggaran, durasi siklus proyek, dan kualitas pekerjaan dengan memperhatikan kontrak penyediaan barang dan jasa.

Kata Kunci: Implementasi Teknologi, *Building Information Modelling (BIM)*, Perencanaan, Istana Kepresidenan, Ibu Kota Nusantara (IKN).

ABSTRACT

As one of the applied technologies in infrastructure development, Building Information Modeling (BIM) facilitates the construction modeling process by providing information and tools that help the planning, construction and operation processes to be more efficient and effective. This research aims to evaluate the performance of BIM implementation in the project planning stage within PT Yodya Karya (Persero), with the object being the building planning stage for the Presidential Palace of the Indonesian Capital City of Nusantara (IKN), based on regulatory aspects of the procurement of goods and services. The method used in this research is a literature review in the form of Procurement TOR (Work Terms of Reference) data, Design and Built work contracts, as well as planning products such as Basic Design and Detailed Engineering Design (DED). Based on the research that has been carried out, the results can be obtained that there is an increase in digital work efficiency and productivity, to reduce various risks of errors and communications that occur in the field, by providing better design visibility and data management. In addition, the use of BIM at the planning stage can increase budget efficiency, project cycle duration, and work quality by paying attention to requirement stated on contract document.

Key words: Technology Implementation, Building Information Modeling (BIM), Planning, Presidential Palace, Capital City of Nusantara (IKN).

Submitted:	Reviewed:	Revised	Published:
05 Jan 2024	15 April 2024	24 April 2024	01 August 2024

PENDAHULUAN

Building Information Modelling (BIM) merupakan seperangkat teknologi, proses, kebijakan yang seluruh prosesnya berjalan secara kolaborasi dalam sebuah model digital. Seluruh informasi yang terdapat pada *BIM* disimulasikan di dalam proyek pembangunan ke dalam model 3 dimensi dan merupakan proses yang menghasilkan dan mengelola data-data bangunan

dalam siklus proyeknya serta untuk mempermudah komponen-komponen yang ada pada bangunan dan cara pemeliharaan bangunan. (Ovtaniani et al., 2023). *Building Information Modelling (BIM)* merupakan proses pemodelan gedung yang awalnya berbasis model 3D dan telah dikembangkan sampai 7D yang menyediakan informasi dan alat yang membantu proses perencanaan dan perancangan lebih efisien dan efektif dalam proses konstruksi.

BIM pada awal kemunculannya berfungsi untuk membantu fungsi perancangan, pembangunan dan pengoperasian gedung. Salah satu keuntungan yang diperoleh dari penerapan *BIM* yaitu hasil akurat atau sesuai dengan yang direncanakan. (P. S. Nugroho et al., 2022; Umar & Simanjuntak, 2020)

Konsep *BIM* pertama kali muncul pada awal tahun 1990-an ketika sistem perangkat lunak *Computer-Aided Design (CAD)* dan *3D CAD* berevolusi menjadi alat desain 3D berorientasi objek yang berisi data geometris dan non-grafis. Istilah ini pertama kali digunakan pada awal tahun 2000-an, terutama dalam buku putih Autodesk. Hampir dua dekade setelah pertama kali diciptakan, *BIM* menjadi kerangka kerja untuk mengelola informasi di seluruh siklus hidup proyek sesuai ISO 19650-1:2018 dan ISO 19650-2:2018 serta standar terkait lainnya. (Doukari et al., 2023).

Menurut fungsinya *BIM* dapat diklasifikasikan menjadi beberapa bagian. Bagian 3D berbasis obyek pemodelan parametrik yang termasuk koordinasi dan deteksi adanya *clash*, bagian 4D adalah urutan dan penjadwalan material, pekerja, luasan area, waktu, dan lain-lain, bagian 5D termasuk estimasi biaya dan partlists, bagian 6D mempertimbangkan dampak lingkungan termasuk analisis energi dan deteksi konflik, dan bagian 7D untuk fasilitas manajemen. (Dallasega et al., 2020; B. J. Nugroho et al., 2022).

Penelitian mengenai penerapan teknologi *BIM* dalam setiap tahapan siklus hidup proyek (*project life-cycle*) telah dilakukan sebelumnya. Sebagai contoh, *BIM* telah diterapkan pada tahap perencanaan (Astuti & Purnama, 2021; Caesario et al., 2023), penjadwalan dan pengaturan anggaran proyek (Haider et al., 2020; Qodiron et al., 2023; Soebandono et al., 2022), manajemen operasional dan pemeliharaan bangunan (Labombang, 2008; Soetjipto et al., 2023), *remodelling* atau rekonstruksi, (Gimenez et al., 2015; Kaashi & Vilventhan, 2023) dan manajemen data gedung (Kristiana et al., 2017; Pishdad-Bozorgi et al., 2018).

Penerapan teknologi *BIM* di Indonesia diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 16 tahun 2021, serta beberapa regulasi lainnya. Penerbitan regulasi ini bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan anggaran dan meningkatkan

transparansi dan akuntabilitas, serta mendorong persaingan yang sehat dalam proses pengadaan barang dan jasa. (Pemerintah Republik Indonesia, 2021). Peraturan Menteri PUPR Nomor 22/PRT/M/2018, juga memberikan arahan tentang penerapan *BIM* dalam kegiatan konstruksi bangunan gedung negara. (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018)

Faktor yang menjadi penghambat dalam perkembangan penerapan *BIM* oleh konsultan perencana di Indonesia, menurut Amin & Suroso, (2023) adalah faktor biaya investasi, faktor budaya Perusahaan, faktor sumber daya manusia, faktor regulasi, serta faktor teknis *BIM*, dimana variabel yang menjadi faktor paling dominan adalah faktor budaya Perusahaan.

PT Yodya Karya (Persero) sebagai BUMN yang bergerak di bidang dalam jasa konsultan engineering, manajemen proyek, dan pengembangan bisnis, serta Penyedia Jasa Konsultan *Engineering* dan manajemen proyek dituntut untuk mengikuti perkembangan teknologi, salah satunya yaitu penggunaan teknologi *Building Information Modelling* atau *BIM* di proyek Pembangunan Gedung, mau pun proyek pembangunan infrastruktur. Penerapan *BIM* pada PT Yodya Karya (Persero) bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan produktifitas kerja, dengan melakukan *modelling* secara digital terutama dalam aspek perencanaan, guna mengurangi berbagai resiko kesalahan dan komunikasi yang terjadi di lapangan, dengan menyediakan visibilitas desain yang lebih baik.

Selain itu, penggunaan *BIM* di lingkungan PT Yodya Karya (Persero) dapat meningkatkan efisiensi anggaran, meningkatkan kualitas pekerjaan, dan meringkas durasi siklus proyek.

Dari tinjauan yang telah dilakukan, maka penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja penerapan *BIM* dalam tahap perencanaan proyek di lingkungan PT Yodya Karya (Persero), berdasarkan aspek regulasi pengadaan barang dan jasa.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Metode penelitian yang dipergunakan ialah studi literatur berdasarkan data-data sekunder. Data sekunder yang dikaji berupa: KAK (Kerangka Acuan Kerja) *Procurement*, kontrak kerja *design and built*, dan produk perencanaan seperti: *Basic Design* dan *Detail Engineering Design (DED)*.



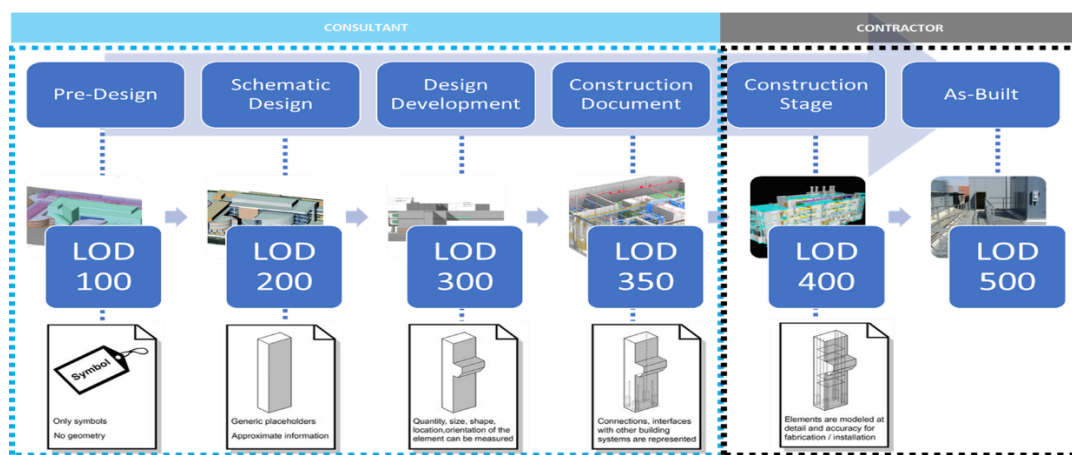
Gambar 1. Siteplan kawasan istana kepresidenan IKN (sumber: Bhanuwati & Novianto, 2023)

Gambar denah kawasan Istana Kepresidenan IKN diperlihatkan pada Gambar 1. Tahapan penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tahap persiapan dan tinjauan pustaka
2. Pengumpulan data sekunder, berupa KAK (Kerangka Acuan Kerja) *Procurement*, kontrak kerja *design and built*, dan produk perencanaan seperti: *Basic Design* dan *Detail Engineering Design (DED)*.
3. Tinjauan dan pengkajian data sekunder.
4. Pembahasan
5. Pengambilan kesimpulan

Penerapan metode *BIM* dalam konstruksi menggunakan beragam pilihan perangkat lunak,

seperti dengan menggunakan Aplikasi *drawing and visualization tools (AutoCAD, Sketch Up, Lumion)*, aplikasi Analisis Struktur (*SAP 2000, Etabs, Revit*), aplikasi Analisis Metode Elemen Hingga bidang Geoteknik (*Plaxis*) (Lutfi et al., 2022), aplikasi identifikasi volume pekerjaan dan estimasi anggaran (*Cubicost*), dan aplikasi Integrasi sistem, visualisasi dan pemodelan 3D (*Navis Work*). Pada proses *modelling* menggunakan metode *BIM*, terdapat beberapa tingkatan pengembangan. Terdapat beberapa paradigma dalam memahami definisi *Level of Development (LOD)*, sebagai bagian dari proses *BIM*, seperti diperlihatkan pada Gambar 2. (Supar & Yuliana, 2022).



Gambar 2. Level of Development (LOD) BIM (Sumber: Latiffi et al., 2016)

Paradigma lainnya ditunjukkan melalui Gambar 2, menyetarakan *LOD* dengan tahapan dimensi dalam metode *BIM*, dengan menambahkan proses operasional pada *LOD 600* dan proses pembongkaran/penghancuran pada *LOD 700*.

(Bertin et al., 2020). Namun kedua paradigma *LOD* ini tetap mengacu pada pemahaman *LOD* sebagai bagian dari proses *BIM*. Ditinjau dari paparan di atas, pekerjaan ini menerapkan hingga *LOD 300*,

sesuai bidang pekerjaan sebagai perencanaan bangunan gedung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

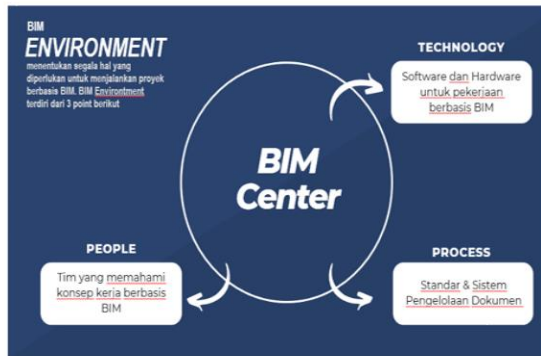
Sumber Daya dalam Proses Perencanaan

Dalam proses perencanaan gedung Istana Kepresidenan IKN dengan BIM, perlu dipersiapkan perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), Sumber Daya Manusia, serta Regulasi dan Standar Operasional. Spesifikasi dan kualifikasi masing-masing perangkat dapat dijelaskan sebagai berikut:

Perangkat keras (*hardware*)

Perangkat keras (*hardware*) yang dibutuhkan dalam perencanaan berupa unit komputer, penyedia layanan jaringan (*networking server*) dan media penyimpanan data yang memiliki spesifikasi yang memadai.

PT Yodya Karya (Persero) telah memiliki pusat pelayanan BIM (*BIM center*) yang dilengkapi dengan server dan *Common Data Environment (CDE)*. *CDE* dapat pula diakses dari luar kantor pusat PT Yodya Karya (Persero), sehingga koordinasi, komunikasi dan kolaborasi oleh pihak-pihak yang berkepentingan (*stakeholders*) dapat dilakukan dari berbagai lokasi (*remote access*).



Gambar 3 Skematik BIM Center (Sumber: PT Yodya Karya (Persero))

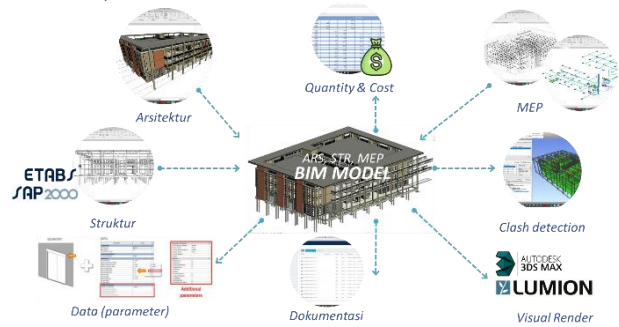
Perangkat lunak (*software*)

Setiap perangkat lunak yang dipergunakan harus saling kompartibel sehingga terjadi sinkronisasi antar perangkat lunak dalam sistem BIM PT Yodya Karya (Persero).

Perangkat lunak yang dipergunakan dalam perencanaan bangunan gedung Istana Kepresidenan IKN antara lain adalah:

1. *Drawing tools (AutoCAD, Sketch Up, Lumion)*
2. Analisis Struktur (*SAP 2000, Etabs, Revit*)
3. Analisis Geoteknik (*Plaxis*)
4. Estimasi anggaran (*Cubicost*)

5. Integrasi sistem, visualisasi dan pemodelan 3D (*Navis Work*)
6. Pusat integrasi data berbasis CDE (*Autodeks docs*).



Gambar 4 Model Integrasi Perangkat Lunak

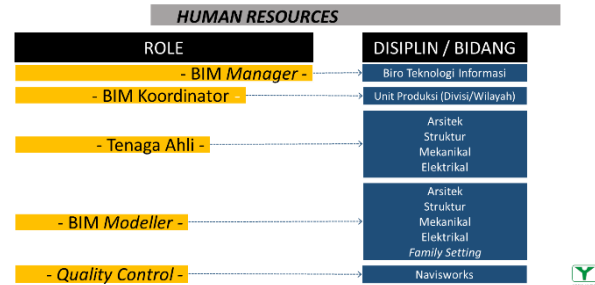
Sertifikat Kepemilikan Software Perusahaan diperlihatkan pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5 Sertifikat Pengadopsian BIM 5D oleh PT Yodya Karya (Persero)

Sumber Daya Manusia

Struktur organisasi ketersediaan Sumber Daya Manusia (SDM) BIM Center diperlihatkan pada gambar di bawah ini



Gambar 6 Struktur Organisasi SDM BIM Center PT Yodya Karya (Persero)

Pengelolaan SDM di dalam BIM Center melibatkan beberapa aspek untuk memastikan tim dapat mengadopsi dan memanfaatkan teknologi BIM secara efektif. Berikut adalah beberapa contoh strategi pengelolaan SDM dalam konteks penggunaan BIM:

1. Memberikan pelatihan kepada anggota tim untuk memahami BIM dan perangkat lunak yang dipergunakan.

2. Pemilihan personil anggota tim dan membangun tim yang terdiri dari anggota yang memiliki keterampilan dan pengetahuan BIM, yang sesuai dengan kebutuhan proyek, seperti tenaga ahli yang mempunyai sertifikat pelatihan BIM. dan Operator/ Juru gambar dengan Sertifikat Keterampilan (SKT) Personil jenjang 1 - 6
3. Pengelolaan proyek perencanaan yang terintegrasi dengan memanfaatkan perangkat lunak manajemen proyek serta komunikasi yang terintegrasi dengan aplikasi *NavisWorks* untuk memudahkan *stakeholder* di dalam perencanaan, pemantauan, dan pengendalian proyek secara efisien. Selain itu, integrasi data melibatkan penetapan pedoman untuk pembuatan model, penamaan objek, dan format data agar konsisten dalam penerapan standardisasi proyek.
4. Evaluasi dan umpan balik (*feedback*), evaluasi terhadap tim pengelola BIM dilaksanakan secara reguler, sehingga dapat diperoleh umpan balik serta perbaikan dan pengembangan kualitas SDM dan keterampilan dalam penguasaan BIM.

Contoh sertifikat pelatihan BIM anggota tim pengelola *BIM* diperlihatkan pada Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7 Sertifikat Pelatihan BIM

Kesiapan Regulasi penerapan BIM

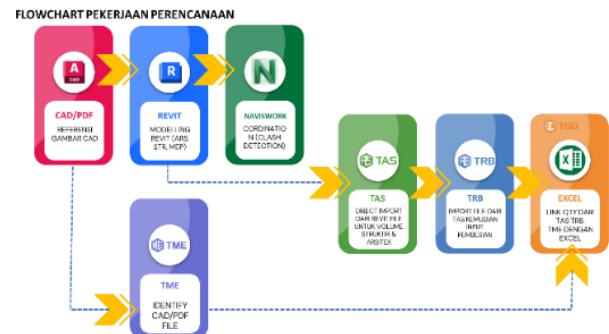
Penerapan BIM selama siklus hidup proyek menjadi salah satu persyaratan kontraktual pada Proyek perencanaan Istana Kepresidenan Republik Indonesia di Ibu Kota Nusantara (IKN) yang menerapkan metode *Design and Built*. Sehingga penerapan *BIM* menjadi salah satu aspek yang dipersyaratkan dalam dokumen

tender, termasuk menerapkan standar model acuan yang telah ditentukan. (Purnomo et al., 2022)

Aplikasi Metode *BIM* pada Perencanaan Bangunan Gedung Istana Kepresidenan IKN

Lingkup Kerja

Berdasarkan kerangka acuan kerja dan komposisi personil di atas disusun penjadwalan pelaksanaan pekerjaan mengacu pada metode kerja kegiatan perencanaan bangunan gedung.

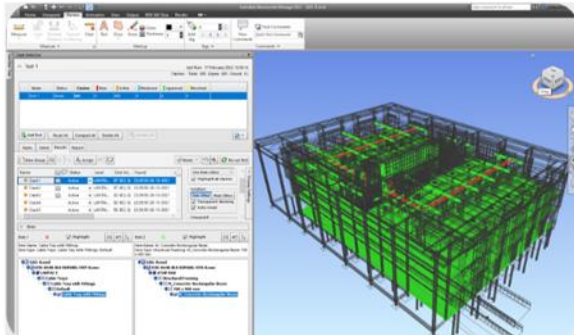


Gambar 8 Diagram Alir Tahapan Perencanaan Konstruksi

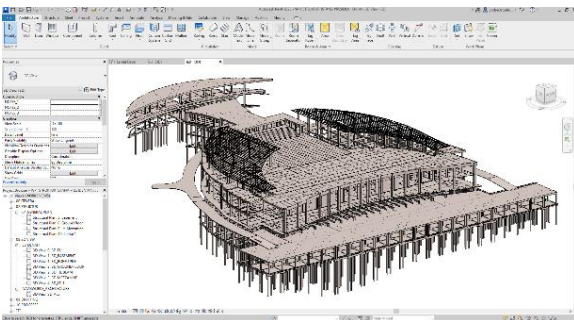
Mengacu pada gambar di atas uraian tahapan adalah sebagai berikut:

- 0 – *Strategic Design*, Tahapan ini bertujuan untuk menemukan dan merincikan keinginan dan kebutuhan klien/pengguna jasa dalam konteks konstruksi.
- 1 – *Preparation and Briefing*, dalam tahap ini dilakukan perincian terhadap arahan keinginan dan kebutuhan klien, termasuk kajian awal mengenai kepastian setiap komponen dapat diakomodir dalam tapak. Jika diperlukan pada tahapan ini juga dapat dilaksanakan studi kelayakan.
- 2 – *Concept Design*, perumusan konsep desain merupakan hasil analisis terhadap kondisi nyata, keinginan/kebutuhan klien. Perumusan konsep desain juga mempertimbangkan visi pengguna jasa dan ketersediaan dana.
- 3 – *Spatial Coordination*, pada tahapan ini konsep desain dicoba uraikan terhadap komponen-komponen pekerjaan yang akan diaplikasikan secara detail. Dalam tahapan ini disusun rencana skematik tiap komponen, seperti komponen arsitektur, komponen struktur, komponen mekanikal-elektrikal, komponen perpipaan, dsb.
- 4 – *Technical Design*, tahapan ini merupakan tahapan akhir dari kelompok perencanaan. Pada tahap ini, informasi pada tahapan sebelumnya diuraikan kedalam bentuk yang lebih rinci, berupa detail-detail pekerjaan. Luaran dari tahapan ini menjadi panduan pada tahap produksi dan pemasangan.

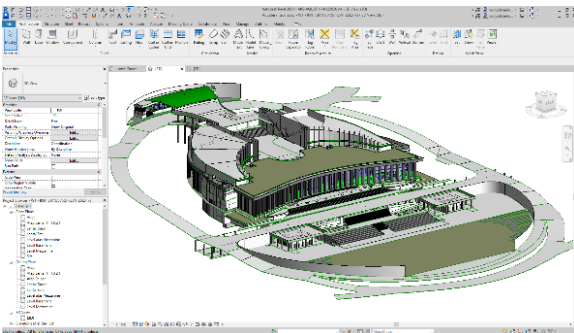
Pada Gambar 9 di bawah ini diperlihatkan hasil perencanaan teknis terpadu (*Integrated Technical Design*) dengan mempergunakan interface *Navis Work*, sedangkan Gambar 10, 11 dan 12 memperlihatkan tampilan interface Revit di bidang struktur, arsitektur dan MEP, sedangkan Gambar 13 menampilkan visualisasi tampak muka bangunan istana Kepresidenan IKN.



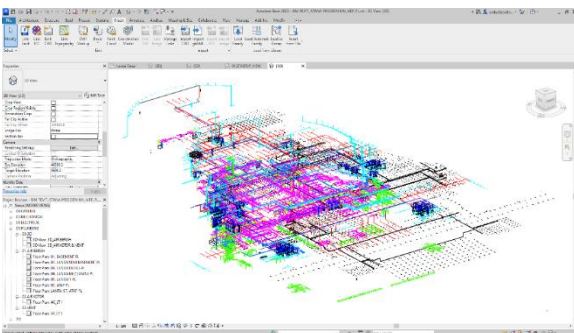
Gambar 9 Tampilan interface *Navis Work*



Gambar 10 Tampilan Revit Structure Istana Kepresidenan IKN



Gambar 11 Tampilan Revit Architecture Istana Kepresidenan IKN



Gambar 12 Tampilan Revit Architecture Istana Kepresidenan IKN

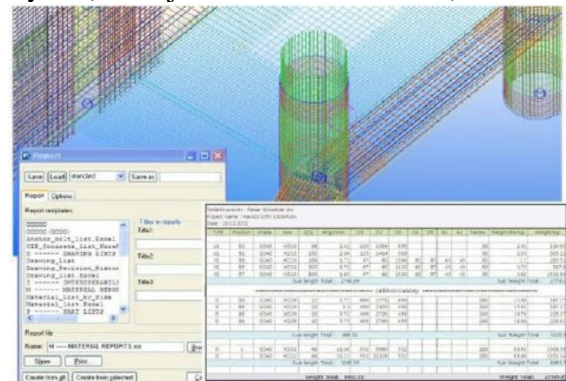


Gambar 13 Tampak muka bangunan Istana Kepresidenan IKN

Keunikan & Karakter Teknologi BIM

Deskripsi Material, *Quantity Take-Off* dan penganggaran biaya

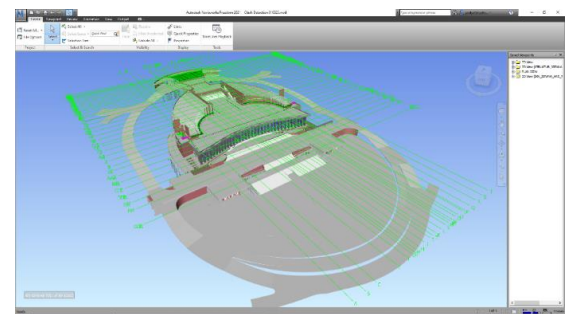
Quantity Take-off (QTO) adalah perhitungan/pengukuran rincian bahan dan tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek konstruksi berdasarkan gambar kerja, dan spesifikasi yang telah ditentukan. Aplikasi Autodesk Revit dapat melakukan proses kalkulasi volume secara cepat dan efisien (Wiranti et al., 2022). Pengintegrasian QTO ke dalam aplikasi NavisWork selanjutnya dilakukan untuk memperoleh estimasi biaya proyek. (Simanjuntak & Baskoro, 2020)



Gambar 14 Tampilan interface *QTO*

Clash detection

Penerapan konsep BIM dapat membantu menemukan potensi konflik antara sistem struktur, arsitektur, dan mekanikal, elektrikal dan pemipaan serta lainnya yang mungkin terjadi.



Gambar 15 *Clash detection simulation* dengan NavisWorks

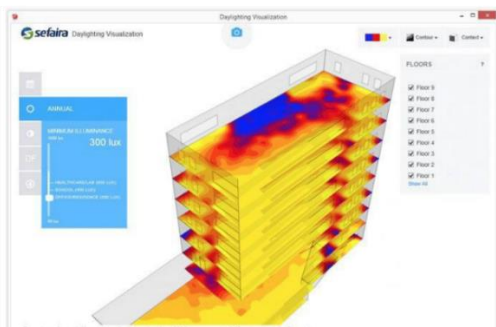
Program Revit dipergunakan untuk memodelkan berbagai aspek bangunan, ditambah dengan menggunakan program NavisWorks yang memiliki fitur *clash detective* untuk mengidentifikasi potensi konflik antara elemen bangunan. (Rahman, 2019). Pada Gambar 12 di atas, diperlihatkan visualisasi *clash detection* pada model bangunan gedung Istana Kepresidenan IKN.

Case simulation

BIM dapat dipergunakan sebagai alat untuk melakukan simulasi secara digital terhadap model elemen bangunan. (Putera, 2022). Bentuk simulasi yang dapat dilakukan pada model bangunan seperti penempatan pagar pengaman (*safety equipment*) dan model pencahayaan alami di dalam gedung diperlihatkan pada Gambar 16 dan Gambar 17.



Gambar 16 Pemodelan penempatan pagar pengaman



Gambar 17 Pemodelan pencahayaan alami di dalam gedung.

VR modelling

Visualisasi pada media seperti layar komputer, kurang memiliki tingkat pendalaman yang dapat menghalangi pemanfaatan model secara penuh. Seperti pada kolaborasi konvensional seperti *BIM - Big room*, dibutuhkan kehadiran fisik peserta di dalam ruangan. *Virtual Reality* sebagai media paling imersif untuk memvisualisasikan suatu model, berpotensi menjadi bagian rutin dalam industri konstruksi. Kehadiran virtual kolaborator dalam lingkungan *VR* menghilangkan kebutuhan akan kehadiran fisik. Simulasi tugas di lokasi dapat mengatasi sejumlah masalah selama konstruksi, seperti kelayakan pengoperasian di

bidang arsitektur, teknik, dan konstruksi (*AEC*) (Zaker & Coloma, 2018). Implementasi *VR* diperlihatkan pada gambar 18.



Gambar 18 Implementasi *Virtual Reality*.

Pemodelan ruang dengan menggunakan *VR* tiga karakteristik yang menentukan: *VR* bersifat interaktif (pengguna dapat berinteraksi dengan model); spasial (model direpresentasikan dalam tiga dimensi spasial); dan *real-time* (umpan balik dari tindakan dapat diberikan tanpa adanya jeda). Dengan kemampuan untuk mengeksplorasi dan menggunakan kembali informasi langsung dari model, kolaborasi interdisipliner saat ini dapat berkembang menuju kolaborasi multidisiplin yang terintegrasi pada model.

Pembahasan dan Rekomendasi

Pusat pelayanan *BIM* (*BIM center*) yang dilengkapi dengan berbagai perangkat lunak dapat melakukan integrasi sistem, visualisasi dan pemodelan 3D. Manajemen data dilaksanakan dengan *Common Data Environment (CDE)*, sehingga proses manajemen dan komunikasi data dapat dilaksanakan secara terpadu dan kolaboratif. Pengelolaan *SDM* di dalam *BIM Center* melibatkan beberapa aspek untuk memastikan tim dapat mengadopsi dan memanfaatkan teknologi *BIM* secara efektif. Evaluasi *BIM* terhadap siklus hidup proyek pada Proyek perencanaan Istana Kepresidenan Republik Indonesia di Ibu Kota Nusantara (IKN) terus dilakukan, mengingat bahwa penerapan *BIM* menjadi sebagai salah satu persyaratan kontraktual metode *Design and Built*.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penyediaan dan penerapan teknologi *BIM* memberikan kemudahan bagi seluruh *stakeholders* dalam melakukan koordinasi, kolaborasi, komunikasi dan pengelolaan data proyek pada setiap tahapan siklus proyek.
2. Terjadinya peningkatan efisiensi dan produktifitas kerja secara digital, dan penurunan resiko kesalahan dan komunikasi yang terjadi di lapangan, dengan adanya

visibilitas desain dan pengelolaan data yang lebih baik.

3. Penggunaan *BIM* pada tahap perencanaan dapat meningkatkan efisiensi anggaran, durasi siklus proyek, dan kualitas pekerjaan dengan memperhatikan persyaratan yang tertuang di dalam dokumen kontrak penyediaan barang dan jasa.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih pada seluruh pihak yang telah berperan dalam penyediaan data dan penyelesaian naskah artikel ini, terutama pada PT Yodya Karya (Persero), dan Program Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tama Jagakarsa.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, H. K., & Suroso, A. (2023). Faktor Faktor Penghambat Penerapan Teknologi Building Information Modelling pada Tahap Perencanaan Proyek Jalan Tol. *Teknosains: Jurnal Sains, Teknologi Dan Informatika*, 10(1), 91–100. <https://doi.org/10.37373/TEKNO.V10I1.383>
- Astuti, P., & Purnama, A. Y. (2021). Pendampingan Perencanaan Gedung Asrama Menggunakan Building Information Modelling. *Prosiding Seminar Nasional Program Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 56–63. <https://doi.org/10.18196/ppm.41.851>
- Bertin, I., Mesnil, R., Jaeger, J. M., Feraille, A., & Le Roy, R. (2020). A BIM-Based Framework and Databank for Reusing Load-Bearing Structural Elements. *Sustainability*, 12(8), 3147. <https://doi.org/10.3390/SU12083147>
- Bhanuwati, S. A. D. B., & Novianto, D. (2023). *Rethinking IKN's Notion of National Identity to Preserve Sustainability in nusantara*. Researchgate. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28439.75684>
- Caesario, M. A., Handayani, N. K., & Noer, F. (2023). Implementasi Konsep Building Information Modelling (BIM) dalam Mendukung Pengestimasian Biaya pada Proyek Pembangunan Gedung 10 Lantai di Kota Bandar Lampung. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil*, 579–585. <https://proceedings.ums.ac.id/index.php/sipil/article/view/2765>
- Dallasega, P., Revolti, A., Sauer, P. C., Schulze, F., & Rauch, E. (2020). BIM, Augmented and Virtual Reality Empowering Lean Construction Management: a Project Simulation Game. *Procedia Manufacturing*, 45, 49–54. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2020.04.059>
- Doukari, O., Kassem, M., & Greenwood, D. (2023). Building Information Modelling. *Palgrave Studies in Digital Business and Enabling Technologies, Part F1217*, 39–51. https://doi.org/10.1007/978-3-031-32309-6_3/TABLES/2
- Gimenez, L., Hippolyte, J. L., Robert, S., Suard, F., & Zreik, K. (2015). Review: Reconstruction of 3D Building Information Models from 2D Scanned Plans. *Journal of Building Engineering*, 2, 24–35. <https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2015.04.002>
- Haider, U., Khan, U., Nazir, A., & Humayon, M. (2020). Cost Comparison of a Building Project by Manual and BIM. *Civil Engineering Journal*, 6(1), 34–49. <https://doi.org/10.28991/CEJ-2020-03091451>
- Kaashi, S., & Vilventhan, A. (2023). Development of a Building Information Modelling Based Decision-Making Framework for Green Retrofitting of Existing Buildings. *Journal of Building Engineering*, 80, 108128. <https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2023.108128>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 22/PRT/M/2018 Tahun 2018 tentang Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 22/PRT/M/2018 Tentang Pembangunan Bangunan Gedung Negara*. https://jdih.pu.go.id/detail-dokumen/2594/1#div_cari_detail
- Kristiana, W., Nuswantoro, W., & Yulfrida, D. A. (2017). Manajemen Perawatan dan Pemeliharaan Bangunan Kalimantan Tengah. *Jurnal Teknik*, 1(1), 20–25. <https://doi.org/https://doi.org/10.52868/jt.v1i1.1369>
- Labombang, M. (2008). Manajemen Pemeliharaan Fasilitas dalam Pengelolaan Gedung. *Majalah Ilmiah Mektek*, 10(1), 43–48. <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/Mektek/article/view/424>
- Latiffi, A. A., Brahim, J., & Fathi, M. S. (2016). Roles and Responsibilities of Construction Players in Projects using Building

- Information Modeling (BIM). *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 467, 173–182. https://doi.org/10.1007/978-3-319-33111-9_16
- Lutfi, M., Berangkat, R., & Taqwa, F. M. L. (2022). Finite Element Method Modelling of Sheet Pile Structure on Deep Foundation Excavation. *Astonjadro*, 11(2), 371–381. <https://doi.org/10.32832/ASTONJADRO.V11I2.6302>
- Nugroho, B. J., Baskoro, I. A., & Widiatmoko, K. W. (2022). Penerapan Aplikasi Building Information Modelling (BIM) pada Proyek Rehabilitasi Dermaga Multifungsi Pulang Pisau. *Teknika*, 17(2), 117–126. <https://doi.org/10.26623/TEKNIKA.V17I2.5419>
- Nugroho, P. S., Latief, Y., Mulyono, B., & Zaman, F. A. A. N. (2022). Penggunaan BIM untuk Meningkatkan Keselamatan Kebakaran pada Bangunan Gedung Tinggi. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 6(1), 29–39. <https://doi.org/10.32832/komposit.v6i1.6738>
- Ovtaniani, N., Priana, S. E., & Zulhedi, Z. (2023). Penerapan Metode Building Information Modelling pada Perencanaan Struktur Gedung Dinas Sosial Kota Bukittinggi. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 2(3), 95–101. <https://doi.org/10.33559/ERR.V2I3.1764>
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah No 16 tahun 2021 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung* (Issue 087169, p. 406). <https://jdih.pu.go.id/detail-dokumen/2851/1>
- Pishdad-Bozorgi, P., Gao, X., Eastman, C., & Self, A. P. (2018). Planning and Developing Facility Management-Enabled Building Information Model (FM-enabled BIM). *Automation in Construction*, 87, 22–38. <https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2017.12.004>
- Purnomo, C. C., Hutabarat, L. E., Putri, R., & Gultom, W. (2022). Kajian Tingkat Implementasi dan Hambatan Penggunaan Building Information Modelling (BIM). *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Dan Lingkungan - Centech*, 3(2), 68–76. <https://doi.org/10.33559/ERR.V2I3.1764>
- Putera, I. G. A. A. (2022). Manfaat BIM dalam Konstruksi Gedung: Suatu Kajian Pustaka. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 26(1), 43–52. <https://doi.org/10.24843/JITS.2022.v26.i01.p06>
- Qodiron, L., Oktarina, D., & Fadilasari, D. (2023). Penerapan Sketchup dalam Perhitungan Rencana Anggaran Biaya sebagai Pendekatan BIM pada Pembangunan Rumah Tipe 45. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 7(2), 173–181. <https://doi.org/10.32832/komposit.v7i2.14253>
- Rahman, M. A. F. (2019). *Analisis Clash Detection sebagai Implementasi BIM pada Proyek Konstruksi X* [Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik - Universitas Katolik Parahyangan]. repository.unpar.ac.id/handle/123456789/9157
- Simanjuntak, M. R. A., & Baskoro, A. T. (2020). Kajian Faktor – Faktor Manajemen Pembiayaan Proyek dalam Implementasi BIM pada Proyek Bangunan Gedung. *Prosiding SNITT Poltekba*, 4(1), 411–416. <https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/prosiding/article/view/1050>
- Soebandono, B., Surya Hergantoro, G., & Priyo, M. (2022). Implementasi Building Information Modelling (BIM) Menggunakan Tekla Structures pada Konstruksi Gedung. *Bulletin of Civil Engineering*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.18196/BCE.V2I1.12492>
- Soetjipto, J. W., Zarkasi, I. K., & Trisiana, A. (2023). Model Perancangan Pemeliharaan Bangunan Gedung Menggunakan Building Information Modeling (BIM). *Jurnal Permukiman*, 18(1), 1–15. <https://doi.org/10.31815/JP.2023.18.1-15>
- Supar, E. E., & Yuliana, C. (2022). Adaptasi Konsep Building Information Modelling pada Pekerjaan Perencanaan: Studi Kasus Bangunan Gedung Unit Pengadaan Barang dan Jasa Konstruksi Pemerintah Kabupaten Tapin. *Buletin Profesi Insinyur*, 5(2), 76–82. <https://doi.org/10.20527/BPI.V5I2.114>
- Umar, A. A. A. F., & Simanjuntak, M. R. A. (2020). Analisis Risiko Metode Konstruksi Design and Build terhadap Waktu Pelaksanaan Proyek pada Pembangunan Gedung PT. ABC. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil UMS*. <http://publikasiilmiah.ums.ac.id/handle/1161>

7/12154

Wiranti, F., Nisumanti, S., & Al Qubro, K. (2022). Analisis Perhitungan Quantity Take-Off Menggunakan Building Information Modelling (BIM) pada Proyek Jalan Tol Indralaya-Prabumulih. *Jurnal Rekayasa*, 12(2), 192–202. <https://doi.org/10.37037/jrftsp.v12i2.134>

Zaker, R., & Coloma, E. (2018). Virtual Reality Integrated Workflow in BIM-Enabled Projects Collaboration and Design Review: A Case Study. *Visualization in Engineering*, 6(4), 1–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s40327-018-0065-6>