

IMPLEMENTASI *BUILDING INFORMATION MODELING* PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG JAKSA AGUNG MUDA BIDANG TINDAK PIDANA KHUSUS

The Implementation of Building Information Modeling in The Construction Project of The Junior Attorney for Special Crimes Building

Gina Yuniar¹, Raden Herdian Bayu Ash Shiddiq^{2*)}

^{1 2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widyatama

Korespondensi: raden.herdian@widyatama.ac.id

Diterima: 13 Februari 2025, Disetujui: 15 Mei 2025

ABSTRAK

Implementasi Building Information Modeling (BIM) telah menjadi umum dalam proyek konstruksi di Indonesia dan dapat diterapkan pada berbagai aspek seperti struktur, arsitektur, perhitungan volume, serta simulasi penjadwalan. Penelitian ini membahas perencanaan proyek dengan fokus pada pemodelan struktur beton, detail penulangan, pemodelan arsitektur dinding, lantai, plafond, pintu & jendela, fasad, perhitungan anggaran biaya, serta penjadwalan proyek. Metode yang digunakan adalah pemodelan 3D struktur dan arsitektur menggunakan Autodesk Revit berdasarkan gambar 2D DED proyek, sehingga menghasilkan gambar 3D dan Quantity Take-Off volume material. Rencana anggaran biaya dihitung secara manual dari hasil tersebut, kemudian penjadwalan dilakukan dengan Microsoft Project. Integrasi 3D modeling, biaya, dan jadwal dilakukan di Autodesk Navisworks untuk mendapatkan simulasi 4D dan 5D. Pada proyek Pembangunan Gedung Jaksa Agung Muda Tindak Pidana Khusus, diperoleh volume beton 10228,722 m³, kebutuhan besi 1791,762 ton, dinding 20833,568 m², lantai 12147,814 m², plafond 10352,012 m², pintu 499 unit, jendela 1555,429 m', dan fasad 6727,319 m². Rencana anggaran biaya sebesar Rp127.615.271.000,- dengan durasi proyek 174 hari kerja, yang kemudian diintegrasikan ke dalam simulasi 4D dan 5D dan diekspor dalam bentuk video animasi.

Kata kunci: *Building Information Modeling, Pemodelan 3D, Quantity Take-off, Rencana Anggaran Biaya, Penjadwalan*

ABSTRACT

The implementation of Building Information Modeling (BIM) has become common in construction projects in Indonesia and can be applied to various aspects such as structural design, architecture, volume calculation, and scheduling simulations. This final project discusses project planning with a focus on concrete structure modeling, reinforcement detailing, architectural modeling of walls, floors, ceilings, doors & windows, facades, cost estimation, and project scheduling. The method used involves 3D modeling of the structure and architecture using Autodesk Revit based on the project's 2D DED drawings, resulting in 3D models and quantity take-off of material volumes. The cost estimation is calculated manually based on these results, followed by scheduling using Microsoft

Project. The 3D model, cost, and schedule are integrated into Autodesk Navisworks for 4D and 5D simulations. For the Construction Project of the Junior Attorney General for Special Crimes building, the results showed 10,228.722 m³ of concrete, 1,791.762 tons of reinforcement steel, 20,833.568 m² of walls, 12,147.814 m² of floors, 10,352.012 m² of ceilings, 499 doors, 1,555.429 m' of windows, and 6,727.319 m² of facade. The total cost estimate is Rp127,615,271,000, with a project duration of 174 working days, which was then integrated into 4D and 5D simulations and exported as an animation video.

Keywords: *Building Information Modeling, 3D Modeling, Quantity Take-off, Cost Estimation, Scheduling*

PENDAHULUAN

Pembangunan gedung menjadi salah satu aspek vital dalam pengembangan infrastruktur suatu negara. Gedung-gedung publik, seperti Gedung Jaksa Agung Muda Bidang Tindak Pidana Khusus di Indonesia, memainkan peran penting dalam mendukung sistem pelayanan publik, terutama dalam konteks penegakan hukum. Gedung ini didedikasikan untuk mendukung kasus-kasus pidana khusus yang kompleks, seperti korupsi, terorisme, narkoba, *cybercrime*, serta kejahatan transnasional lainnya.

Fasilitas di dalam gedung tersebut dirancang untuk memfasilitasi proses penyelidikan, penuntutan, hingga pengadilan. Sebagai bagian dari strategi modernisasi pembangunan infrastruktur, proyek ini dihadapkan pada tantangan untuk menyelesaikan konstruksi dengan efektif, efisien, dan berkuaitas tinggi. Dalam hal ini, penggunaan teknologi *Building Information Modeling* (BIM) menjadi solusi utama [1].

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 22/PRT/M/2018, penggunaan BIM diwajibkan untuk bangunan negara dengan luas lebih dari 2.000 m² dan ketinggian lebih dari dua lantai. Dengan implementasi BIM, proyek ini mampu mencakup pemodelan 3D, perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB), serta perencanaan penjadwalan yang akurat dan efisien. Hal ini diharapkan mampu mendukung tercapainya hasil akhir yang sesuai dengan anggaran, waktu, dan mutu yang direncanakan [2].

Menurut Thomas Liebich, BIM adalah sistem yang memungkinkan integrasi data dan informasi proyek dalam bentuk digital yang terstruktur [3]. Dengan BIM, perencanaan proyek dapat dimodelkan secara virtual sebelum pelaksanaan fisik dimulai, sehingga membantu mengidentifikasi konflik desain, mengoptimalkan jadwal, dan mengurangi potensi pembengkakan biaya.

BIM juga meningkatkan transparansi dan akurasi dalam perencanaan, memungkinkan kolaborasi antar disiplin ilmu yang terlibat melalui model 3D hingga 8D yang mencakup data dan informasi proyek, penjadwalan proyek, perencanaan biaya, analisis energi, operasi dan pemeliharaan, serta aspek keselamatan. Proyek pembangunan Gedung Jaksa Agung Muda Bidang Tindak Pidana Khusus menerapkan BIM untuk mengelola kompleksitas perencanaannya.

Penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa menerapkan BIM dalam proyek konstruksi membawa banyak manfaat, sebagai contoh Ardo Saputra et al (2022) menerapkan BIM pada Gedung 5 RSPTN Universitas Lampung dan menemukan bahwa implementasi BIM dapat secara otomatis menghitung volume pekerjaan konstruksi [4].

Selain itu, Muhamad Awang Caesario et al (2023) menerapkan BIM untuk menghitung estimasi biaya pada gedung 10 lantai di Bandar Lampung, yang menghasilkan perhitungan volume dan biaya yang lebih akurat [5]. Implementasi BIM 4D juga terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi waktu dan pengurangan biaya, seperti yang ditunjukkan oleh Yalim Fikhoir et al (2023) pada proyek rehabilitasi Bendungan Pacal [6].

Penelitian ini sangat penting karena minimnya studi di Indonesia yang menerapkan *Building Information Modeling* (BIM) secara terpadu. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai langkah-langkah implementasi BIM yang lebih menyeluruh, terutama dengan memodelkan elemen struktur dan arsitektur, sehingga dapat menunjang efisiensi waktu dan biaya dalam pelaksanaan manajemen proyek.

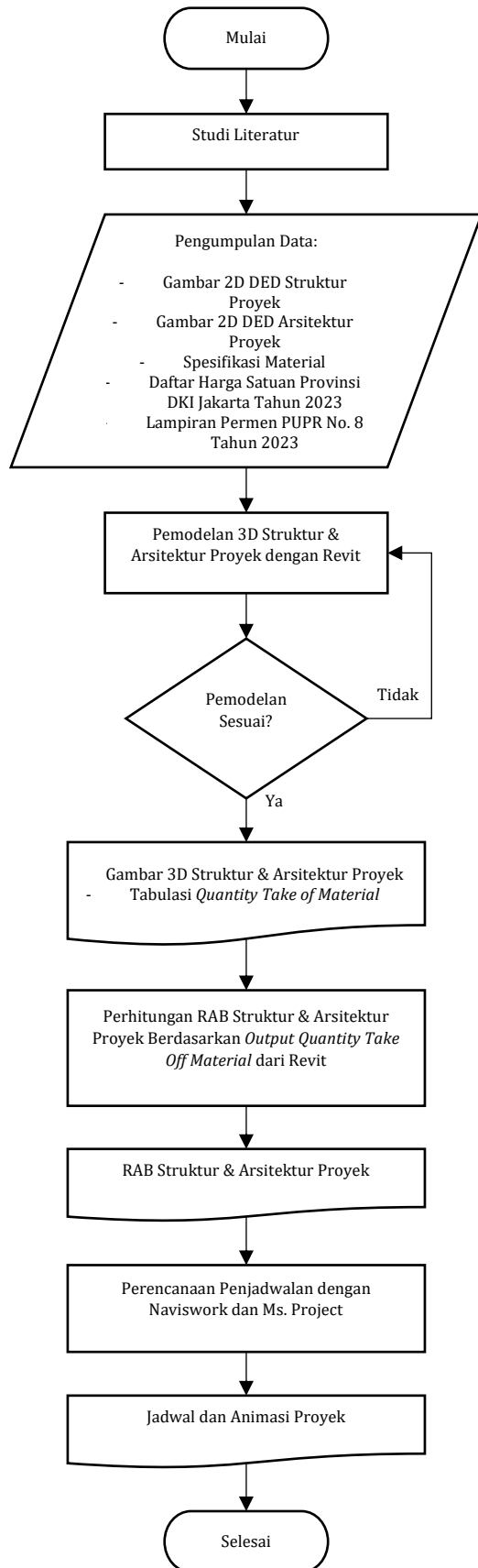
Penelitian ini dibatasi pada penggunaan *software* Revit untuk pemodelan, Microsoft Project untuk penjadwalan, dan Naviswork untuk simulasi, dengan acuan harga satuan berdasarkan Provinsi DKI-Jakarta Tahun 2023 dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 8 Tahun 2023 tanpa melakukan analisis struktur dan metode pelaksanaan proyek [7]. Melalui penelitian ini, diharapkan implementasi BIM dapat meningkatkan efisiensi akurasi dan transparansi dalam perencanaan dan manajemen proyek konstruksi di Indonesia, khususnya pada Proyek Pembangunan Gedung Jaksa Agung Muda Bidang Tindak Pidana Khusus.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan berbasis *Building Information Modeling* (BIM) untuk Proyek Pembangunan Gedung Jaksa Agung Muda Bidang Tindak Pidana Khusus. Gedung ini berbentuk lingkaran asimetris dan desainnya menyerupai sobekan pedang sesuai dengan lambang dari Jaksa Agung Muda Bidang Tindak Pidana Khusus, memiliki 12 lantai dengan luas 18.296,52 m² [8]. Tahapan dalam penelitian ini mencakup pemodelan 3D struktur dan arsitektur, tabulasi *quantity take-off*, perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB), serta perencanaan penjadwalan proyek. Proses implementasi dan

Langkah-langkah metode penelitian ini dijelaskan sebagai berikut.

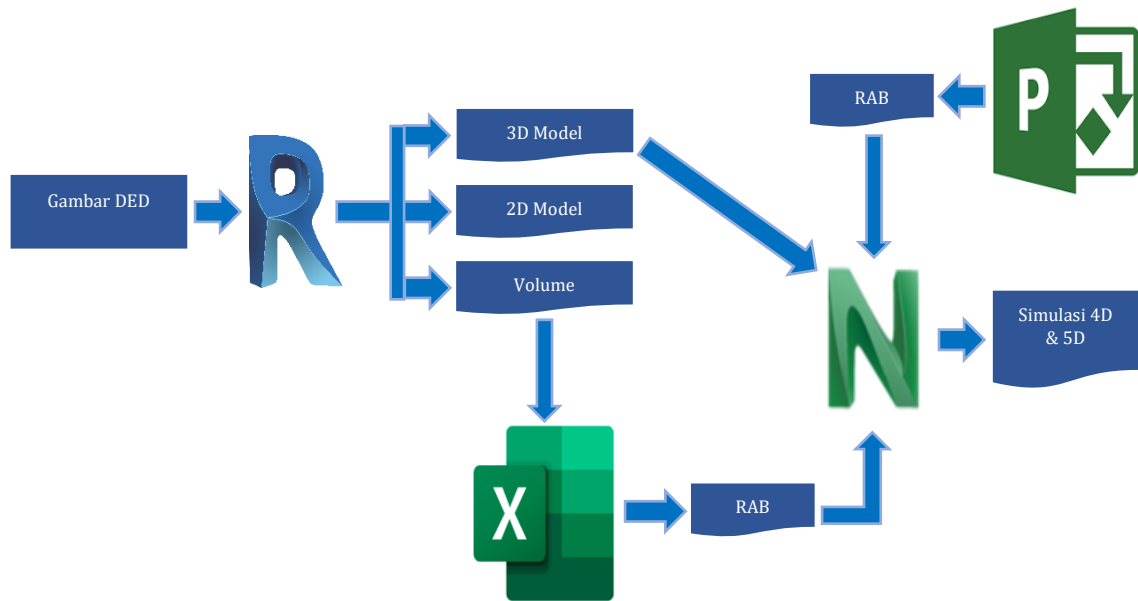
Berikut merupakan penjelasan dari diagram alir di atas.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

1. **Penentuan Topik Penelitian**
Menentukan topik penelitian berdasarkan kebutuhan perencanaan proyek yang efektif dan efisien, sesuai dengan Peraturan Menteri PUPR No. 22/PRTM/2018 yang mengharuskan penggunaan BIM [2].
2. **Studi Literatur**
Mengkaji referensi dari jurnal, buku, dan karya tulis ilmiah yang relevan terkait BIM, *software* pendukung, RAB, dan penjadwalan proyek.
3. **Pengumpulan Data**
Mengumpulkan data seperti gambar 2D DED struktur dan arsitektur, spesifikasi material, daftar harga satuan Provinsi DKI-Jakarta Tahun 2023, dan Lampiran Permen PUPR No. 8 Tahun 2023 [7].
4. **Pemodelan 3D Struktur & Arsitektur Proyek dengan Revit [9].**
Melakukan pemodelan 3D menggunakan Revit 2024, dengan *output* berupa *quantity take-off* (QTO) dan model 3D.
5. **Pemodelan Sesuai**
Melakukan pengecekan kesesuaian data 3D dengan 2D DED proyek.
6. **Perhitungan RAB Struktur & Arsitektur Proyek Berdasarkan Output Quantity Take-off Material dari Revit**
Menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) berdasarkan QTO dari Revit, menggunakan daftar harga satuan Provinsi DKI-Jakarta dan Lampiran Permen PUPR.
7. **Perencanaan Penjadwalan dengan Naviswork dan Ms. Project**
Menyusun jadwal pekerjaan menggunakan Ms.Project, lalu mengintegrasikan model 3D, RAB, dan jadwal untuk simulasi 4D & 5D dengan Naviswork 2024 [10].

Setiap tahap pengerjaan terintegrasi satu sama lain melalui sistem BIM. Tahapan implementasi sistem BIM pada proyek dapat dilihat pada skema berikut.



Gambar 2 Skema Tahapan Implementasi Sistem BIM

Sumber: Hasil Pemodelan, 2024

HASIL DAN PEMBAHASAN

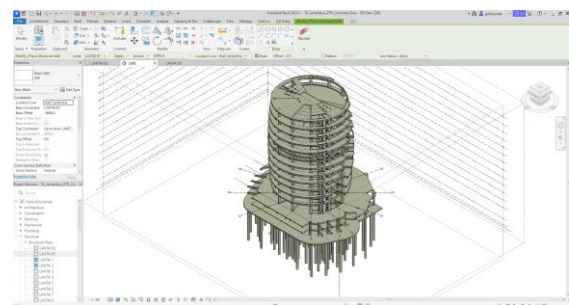
Berikut merupakan pembahasan penelitian yang dilakukan oleh penulis.

Work Breakdown Structure

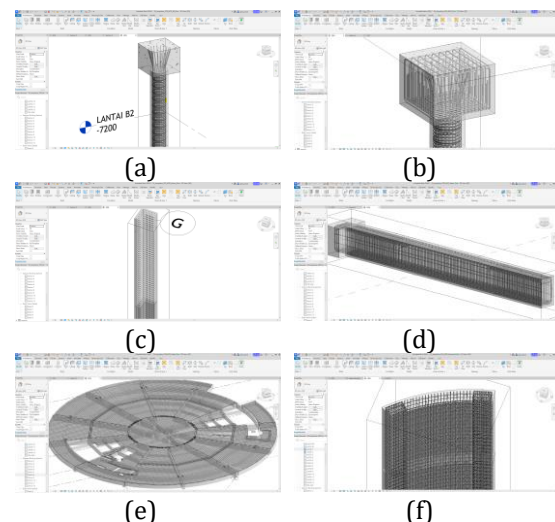
Sebelum dilakukan proses pemodelan dengan Revit, dilakukan penyusunan *Work Breakdown Structure* (WBS) untuk membagi pekerjaan menjadi beberapa elemen utama, seperti struktur bawah dan atas pada pekerjaan struktur serta pekerjaan arsitektur. Hal tersebut bertujuan untuk memberikan panduan yang jelas mengenai urutan pekerjaan yang harus diselesaikan, sehingga memudahkan manajemen proyek untuk mengontrol pekerjaan dan jadwal lebih efektif [11].

Pemodelan 3D Revit

Pemodelan 3D struktur dan arsitektur mengacu pada gambar DED proyek. Pada elemen struktur yang dimodelkan meliputi *bore pile*, *pile cap*, kolom, balok, pelat, dan *shearwall*. Proses pemodelan dilakukan dari pemodelan beton lalu tulangan. Berikut merupakan hasil pemodelan struktur pada pekerjaan beton (Gambar 6) dan pekerjaan penulangan (Gambar 5).



Gambar 3 Struktur Beton 3D View

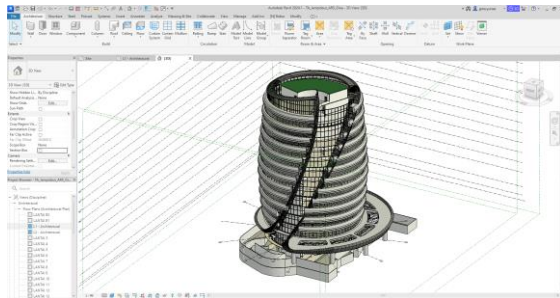


Gambar 4 Struktur Tulangan Bore Pile 3D View (a), Pile Cap (b), Kolom (c), Balok (d), Pelat (e), Shearwall (f)

Sumber: Hasil Pemodelan, 2024

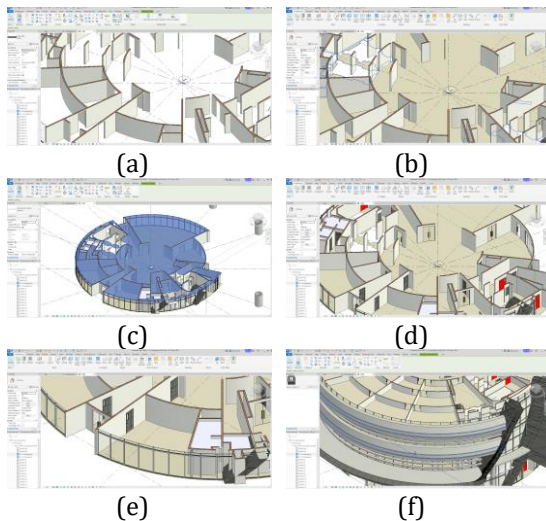
Pada elemen arsitektur yang dimodelkan meliputi dinding, lantai, plafond, pintu dan

jendela, serta fasad. Berikut merupakan hasil pemodelan arsitektur (Gambar 5) serta pemodelan detail masing-masing elemen arsitektur (Gambar 6).



Gambar 5 Arsitektur 3D View

Sumber: Hasil Pemodelan, 2024



Gambar 6 Dinding 3D View (a), Lantai (b), Plafond (c), Pintu (d), Jendela (e), Fasad (f)

Sumber: Hasil Pemodelan, 2024

Output Revit

Berdasarkan hasil pemodelan elemen struktur & arsitektur menggunakan *software* Revit, maka dapat diperoleh data berupa model 3D yang dapat memudahkan visualisasi proyek dan mampu menghasilkan *quantity take-off* yang otomatis, sehingga didapatkan hasil perhitungan volume material yang lebih akurat. Volume tersebut diperoleh dari hasil ekstraksi model 3D. Kemudian hasil *quantity take-off* tersebut digunakan untuk dasar perhitungan rencana anggaran biaya. Berikut merupakan rekapitulasi *quantity take-off* elemen struktur yaitu beton (Tabel 1) dan tulangan (Tabel 2), serta elemen arsitektur (Tabel 3).

Tabel 1 Rekapitulasi Quantity Take-off Beton

Elemen	Total Volume Beton (m ³)
Bore Pile	1932.451
Pile Cap	1084.997
Kolom	644.462
Balok	2882.603
Pelat	3067.126
Shearwall	617.083
Grand Total	10228.722

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Tabel 2 Rekapitulasi Quantity Take-off Tulangan

Elemen	Total Berat Tulangan (kg)
Bore Pile	349281.097
Pile Cap	118564.017
Kolom	332123.803
Balok	591098.445
Pelat	222652.021
Shearwall	178042.290
Grand Total	1791761.673

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Tabel 3 Rekapitulasi Quantity Take-off Arsitektur

Elemen	Total Volume
Dinding (m ²)	20833.568
Lantai (m ²)	15322.104
Plafond (m ²)	10352.012
Pintu (unit)	499
Jendela (m')	1555.429
Fasad (m ²)	6727.319
Elemen	Total Volume

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Akurasi Sistem BIM

Setelah proses pemodelan, selanjutnya dilakukan proses pengecekan terhadap *output* volume yang dihasilkan oleh sistem BIM untuk mengetahui sejauh mana sistem BIM ini mampu memberikan hasil yang presisi dalam mendukung perhitungan volume material. Hal tersebut dilakukan dengan cara membandingkan *output* volume sistem BIM dengan perhitungan manual yang dihasilkan oleh *Quantity Surveyor* (QS) serta opname lapangan. Berikut merupakan contoh perbandingan volume beton terhadap pekerjaan pengecoran *pile cap* (Tabel 4).

Tabel 4 Perbandingan Volume Beton Pile Cap

Level	Jenis	Volume (m ³)			Deviasi (m ³)	
		BIM	QS	Opname	BIM VS QS	BIM VS Opname
		a	b	c	(a - b)	(a - c)
Lantai B2	PC1	168.000	168.000	167.789	0.000	0.211
	PC4-B	19.440	19.440	19.528	0.000	-0.088
	PC5	470.012	470.003	471.093	0.010	-1.081
	PC22	214.709	214.708	214.920	0.001	-0.211
	PL-6	36.664	36.664	36.538	0.000	0.126
	PL-8	46.811	46.811	46.650	0.000	0.161
	PL-10	66.145	66.145	65.853	0.000	0.292
Lantai B1	PC1-B	24.576	24.576	24.666	0.000	-0.090
	PC4-A	19.440	19.440	19.460	0.000	-0.020
Lantai 1	PC1-A	19.200	19.200	19.240	0.000	-0.040

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Dari Tabel 4, dapat dilihat bahwa volume beton yang dihasilkan dari pemodelan BIM memiliki nilai yang sangat mendekati hasil perhitungan QS dan opname lapangan. Selisih yang terjadi umumnya berada dalam batas toleransi yang wajar, sehingga sistem BIM dapat dinilai cukup akurat dalam memodelkan volume material. Dengan demikian, akurasi sistem BIM dalam perhitungan volume beton pada proyek ini dapat dianggap akurat, meskipun tetap memerlukan verifikasi dan penyesuaian untuk memastikan hasil yang lebih presisi sesuai kondisi lapangan.

Penyusunan Anggaran Biaya

Dalam penyusunan anggaran biaya (RAB), data yang digunakan meliputi daftar harga satuan dasar (DHS), yang terdiri dari harga upah, bahan, dan alat berdasarkan lokasi proyek yang terletak di Jakarta Selatan. DHS yang digunakan berasal dari buku Jurnal Harga Satuan Bahan Bangunan Konstruksi dan Interior Edisi 42 Tahun 2023 [12]. Selain itu, perhitungan juga mengacu pada Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) yang dihitung dengan cara memasukkan data koefisien tenaga kerja dan material yang diperoleh dari Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 8 Tahun 2023 [7], serta data koefisien alat yang diperoleh dari perhitungan produktivitas alat.

Setelah harga satuan pekerjaan dihitung, selanjutnya perhitungan rencana anggaran biaya dilakukan dengan mengalikan volume

pekerjaan yang diperoleh dari *output* Revit dengan harga satuan pekerjaan. Sehingga, didapatkan rekapitulasi hasil perhitungan rencana anggaran biaya (Tabel 5).

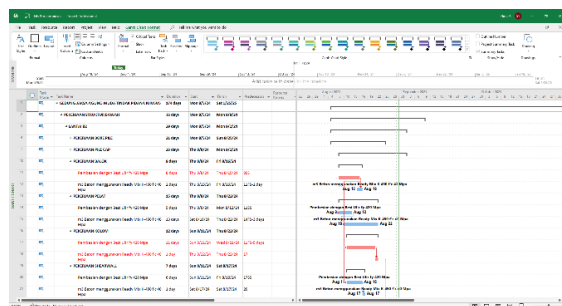
Tabel 4 Perbandingan Volume Beton Pile Cap

No.	Jenis Pekerjaan	Jumlah RAB (Rp)
1	Pekerjaan Struktur Bawah	
	Lantai B2	Rp26,278,432,981.01
	Lantai B1	Rp7,608,555,091.72
2	Pekerjaan Struktur Atas	
	Lantai 1	Rp6,944,882,857.78
	Lantai 2	Rp2,908,340,971.77
	Lantai 3	Rp3,696,595,853.09
	Lantai 4	Rp3,036,718,093.03
	Lantai 5	Rp3,007,867,259.43
	Lantai 6	Rp3,728,084,758.20
	Lantai 7	Rp3,041,641,512.42
	Lantai 8	Rp3,727,234,216.87
	Lantai 9	Rp3,036,223,594.38
	Lantai 10	Rp3,011,180,561.42
	Lantai 11	Rp3,431,727,968.29
	Lantai 12	Rp2,167,224,540.73
	Lantai Atap	Rp1,599,971,694.56
3	Pekerjaan Arsitektur	
	Lantai B2	Rp2,034,496,268.90
	Lantai B1	Rp1,332,241,451.16
	Lantai 1	Rp4,726,774,895.84
	Lantai 2	Rp2,858,532,212.01
	Lantai 3	Rp2,784,878,762.54
	Lantai 4	Rp2,932,977,057.47
	Lantai 5	Rp3,086,347,426.82
	Lantai 6	Rp3,091,057,712.94
	Lantai 7	Rp3,048,502,959.76
	Lantai 8	Rp2,978,931,853.21
	Lantai 9	Rp2,925,057,458.74
	Lantai 10	Rp2,776,196,643.20
	Lantai 11	Rp2,724,981,481.79
	Lantai 12	Rp720,317,304.90
	Lantai Atap	Rp492,549,364.59
	Lantai Top Atap	Rp275,357,257.71
	Jumlah	Rp116,013,882,066.30
	Pajak - Pajak (10%)	Rp11,601,388,206.63
	Total	Rp127,615,270,272.93
	Total dibulatkan	Rp127,615,271,000.00

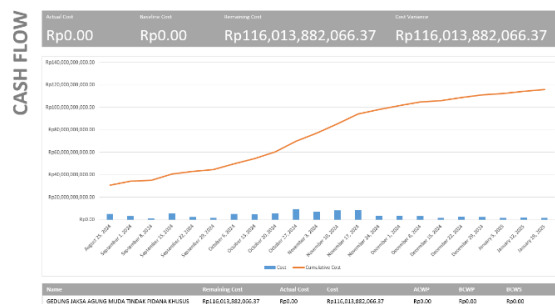
Sumber: Hasil Analisis, 2024

Penjadwalan

Penjadwalan proyek disusun berdasarkan perhitungan durasi setiap pekerjaan, yang dihitung dengan membagi volume pekerjaan dengan produktivitas pekerja atau alat [13]. Produktivitas ini diperoleh dari pembagian satu dengan koefisien yang paling berpengaruh terhadap pekerjaan [14]. Setelah durasi dihitung, hubungan ketergantungan antar pekerjaan diatur untuk memastikan alur proyek yang lancar. *Software* Ms. Project digunakan untuk mengelola jadwal ini, termasuk mengatur durasi dan ketergantungan antar pekerjaan. Jadwal proyek direncanakan berlangsung selama 174 hari kerja, mulai tanggal 5 Agustus 2024 hingga 25 Januari 2025. *Output* berupa jalur kritis dan kurva S (Gambar 7) dihasilkan dari *software* ini dan dapat diintegrasikan dengan Autodesk Naviswork untuk simulasi lebih lanjut (Gambar 8) [15].



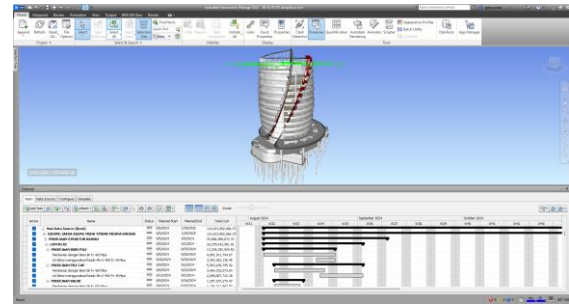
(a)



(b)

Gambar 7 Jalur Kritis (a), Kurva S (b)

Sumber: Hasil Analisis, 2024



Gambar 8 Simulasi 4D dan 5D Menggunakan Naviswork

Sumber: Hasil Analisis, 2024

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemodelan, perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB), penjadwalan, serta simulasi 4D dan 5D pada Proyek Pembangunan Gedung Jaksa Agung Muda Bidang Tindak Pidana Khusus, dapat disimpulkan bahwa pemodelan struktur dan arsitektur gedung dalam bentuk 3D berhasil dilakukan dan menghasilkan representasi visual yang akurat dari proyek. *Output* volume yang didapatkan dari pemodelan 3D sebesar 10228,722 m³ untuk volume beton, 1791,762 ton untuk kebutuhan besi penulangan, 20833,586 m² untuk kebutuhan dinding, 15322,104 m² untuk kebutuhan lantai, 10352,102 m² untuk kebutuhan plafond, 499 unit kebutuhan pintu, 1555,429 m' untuk kebutuhan jendela, dan 6727,319 m² untuk kebutuhan fasad.

Kebutuhan biaya untuk proyek ini sebesar Rp 127.615.271.000,-. Berdasarkan hasil analisis menggunakan Ms. Project, durasi waktu yang dibutuhkan adalah 174 hari kerja, dimulai pada tanggal 5 Agustus 2024 hingga 25 Januari 2025, dengan jadwal 7 hari kerja per Minggu dan 8 jam kerja per hari. Simulasi 4D dan 5D dilakukan menggunakan *software* Autodesk Naviswork dengan mengintegrasikan file Revit (.rvt) dan file Ms. Project (.mpx), kemudian disajikan dalam bentuk video animasi untuk memantau progress proyek secara lebih efektif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan Terima kasih kepada PT. Utama Karya (Persero) atas dukungan dan Kerjasama yang telah diberikan dalam penyediaan data dan informasi terkait Proyek Pembangunan Gedung Jaksa Agung Muda Bidang Tindak Pidana Khusus. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh tim proyek yang telah memberikan akses selama pelaksanaan penelitian ini. Apresiasi yang mendalam kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks, and K. Liston, *A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. Canada: John Wiley & Sons, Inc, 2008.
- [2] Kementerian PUPR, *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 22/PRT/M/2018 Tahun 2018 Tentang Pembangunan Bangunan Gedung Negara*. 2018.
- [3] K. Husknecht and T. Liebich, *BIM-Kompodium: Building Information Modeling als neue Planungsmethode*. Germany: Fraunhofer IRB Verlag, 2016.
- [4] A. Saputra, H. R. Husni, Bayzoni, and A. M. Siregar, "Penerapan Building Information Modeling (BIM) pada Bangunan Gedung Menggunakan Software Autodesk Revit (Studi Kasus: Gedung RSPTN Universitas Lampung)," *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, vol. 10, no. 1, pp. 015–026, 2022.
- [5] M. A. Caesario and B. Priyanto, "Metode Pelaksanaan Konstruksi Pekerjaan Struktur Atas Pada Proyek Pembangunan Gedung 10 Lantai," *Jurnal Sosial dan Teknologi*, vol. 3, no. 4, 2023.
- [6] Y. Fikhoir, P. T. Juwono, and E. N. Cahya, "Implementasi BIM 4D Pada Studi Penjadwalan Proyek Rehabilitasi Spillway Bendungan Pacal di Bojonegoro," *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, vol. 4, no. 1, 2023.
- [7] Kementerian PUPR, *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2023 Tentang Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*. 2023.
- [8] Dokumentasihukum.kejaksaan.go.id, "Jaksa Agung Muda Pidana Khusus," Dokumentasihukum.kejaksaan.go.id. Accessed: Mar. 10, 2024. [Online]. Available: <https://dokumentasihukum.kejaksaan.go.id/jaksa-agung-muda-pidana-khusus/>
- [9] BIMWIKI, *Modul Revit Structure*. Jakarta: PT. Wijaya Karya, 2020.
- [10] BIMWIKI, *Modul Naviswork 4D & 5D Simulation*. Jakarta: PT. Wijaya Karya, 2020.
- [11] J. W. Satzinger, R. B. Jackson, and S. Burd, *System Analysis and Design in a Changing World*, 6th ed. Boston: Joe Sabatino, 2012.
- [12] R. Basari, *Jurnal Harga Satuan Bahan Bangunan Konstruksi dan Interior*, 42nd ed. Jakarta: Pandu Bangun Persada Nusantara, 2023.
- [13] W. I. Ervianto, *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Andi, 2005.
- [14] A. Husen, *Manajemen Proyek (Perencanaan, Penjadwalan, dan Pengendalian Proyek)*. Serpong: CV. Andi Offset, 2011.
- [15] Autodesk.com, "What is Navisworks?," Autodesk.com. Accessed: May 10, 2024. [Online]. Available: <https://www.autodesk.com/support/technical/article/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/What-is-Navisworks.html>