

Implementasi *Building Information Modeling* (BIM) Pada Konstruksi *High Risk Building*

Mochammad Nuril Faizal Akbar¹, Lila Ayu Ratnawinanda¹, Yosimson Petrus Manaha¹

Institut Teknologi Nasional Malang, Malang 65145, Indonesia¹

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

Building Information Modeling;
High Risk Building; Volume
Pekerjaan.

*Correspondence email:

nurilmuhammad537@gmail.com

Submitted: 14-01-2025

Revised: 30-01-2025

Accepted: 08-02-2025

Published: 08-02-2025

ABSTRAK

Hampir semua perusahaan konstruksi di Indonesia menggunakan cara konvensional dalam perencanaan, termasuk analisis volume pekerjaan. Kelemahan metode konvensional membutuhkan waktu yang lebih lama dengan ketelitian yang rendah. Kebutuhan untuk updating pelaksanaan terhadap hasil perencanaan juga sulit untuk dilakukan. Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan *Building Information Modeling* (BIM) yang merupakan metode untuk menampilkan konstruksi virtual sebelum konstruksi fisik dimulai dengan berbasis aplikasi Autodesk Revit. Analisis dengan pemanfaatan aplikasi Autodesk Revit, secara otomatis menghasilkan volume pekerjaan pada kasus yang ditinjau sebesar **4.333,885m³** untuk pekerjaan beton dan **666.338,61kg** untuk pekerjaan penulangan. Hasil analisis menunjukkan penerapan *Building Information Modeling* (BIM) pada proyek konstruksi dapat mempermudah dan mempercepat proses desain.

Keywords:

Building Information Modeling;
High Risk Building; Work Volume.

ABSTRACT

Almost all construction companies in Indonesia use conventional methods in planning, including volume analysis. The weakness of the conventional method is that it requires more time with low precision. The need for updating the implementation to the planning results is also difficult to do. Therefore, the purpose of this research is to implement Building Information Modeling (BIM), which is a method to display virtual construction before physical construction begins, based on the Autodesk Revit application. Analysis using the Autodesk Revit application automatically generates a work volume of 4,333,885m³ for concrete work and 666,338.61kg for reinforcement work in the case under review. The results of the analysis show that the application of Building Information Modeling (BIM) in construction projects can simplify and accelerate the design process.

PENDAHULUAN

Dari sebagian besar perusahaan konstruksi di Indonesia, masih banyak perusahaan konstruksi yang masih menggunakan cara konvensional untuk merencanakan suatu proyek, seperti contohnya untuk perhitungan volume pekerjaan (Juliani & Renaningsih, 2023). Perhitungan konvensional membutuhkan waktu yang lama serta rentan terhadap *human error* (Widiastuti, 2022). Permasalahan yang sering terjadi di proyek konstruksi, salah satunya adalah pada permasalahan volume (Pramana et al., 2023). Permasalahan lain yang terjadi terkait metode konvensional adalah sering terjadinya perubahan gambar, sehingga mengakibatkan perhitungan volume secara berulang (Sabil & Erizal, 2023). *Building Information Modeling* (BIM) mengubah keseluruhan konsep perencanaan dengan memperkenalkan proses pembuatan dokumen desain dan konstruksi, seperti gambar, rincian pengadaan, dan spesifikasi lainnya yang saling terkait dengan mudah. Seiring berkembangnya teknologi, beberapa permasalahan tersebut dapat diminimalisir dengan menggunakan teknologi terkini di bidang konstruksi yang dikenal dengan BIM. BIM memungkinkan semua pihak yang terlibat dalam proyek (*stakeholder*) untuk bekerja secara kolaboratif selama tahap perencanaan sebelum pelaksanaan proyek, sehingga mengurangi kesalahan selama pelaksanaan pembangunan (Sari et al., 2024). Keberadaan BIM mampu mengubah sistem konstruksi tradisional, dimana sering terjadi kesalahpahaman antar disiplin ilmu karena alur informasi yang kurang jelas dan tidak tercatat dengan baik (Reista, 2022).

Saat ini BIM adalah salah satu teknologi informasi yang dapat mempelajari sebuah bangunan tanpa benar benar membangunnya (Murphy & Ismailiyah Al Athas, 2020). BIM adalah proses kerja dan metodologi yang menggunakan kombinasi data digital tentang bangunan atau proyek konstruksi (Ferial et al., 2022). BIM memuat semua informasi tentang komponen yang menjadi dasar pengambilan keputusan sepanjang siklus hidup bangunan, dari konsepsi hingga pembongkaran (Yadi et al., 2023). BIM dapat diringkas sebagai proses dengan pembuatan model desain 3D yang lebih dari sekedar geometri, namun model ini berisi banyak informasi. Model ini dimaksudkan untuk memudahkan koordinasi antar disiplin ilmu untuk membangun simulasi dan visualisasi (Alimin, 2023). Konsep BIM

membayangkan konstruksi virtual sebelum konstruksi fisik yang sebenarnya, untuk mengurangi ketidakpastian, meningkatkan keselamatan, menyelesaikan masalah, dan menganalisis dampak potensial (Berlian P. et al., 2016).

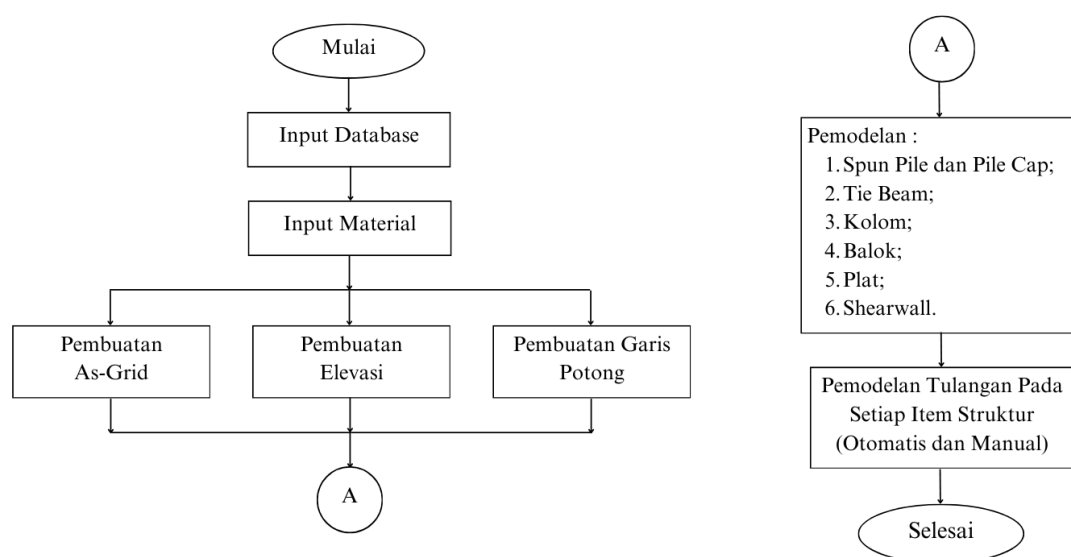
Implementasi BIM wajib digunakan pada bangunan bertingkat menengah dan tinggi, dengan luas minimal 2.000m² dengan teknologi tidak sederhana dan resiko tinggi, serta berbahan bangunan non standar yang mempunyai elemen mekanik dan elektrik (KemenPUPR, 2018). BIM menuntut pemangku kepentingan harus menyesuaikan proses bisnisnya agar dapat bersaing pada era sekarang (I Gusti Agung Adnyana Putera, 2022). Salah satu perangkat lunak yang membantu untuk merancang, mensimulasikan, memvisualisasikan, dan mendirikan bangunan yang lebih baik adalah perangkat lunak Autodesk Revit. Software Revit adalah software pemodelan 3D yang dapat menangani desain mekanikal, elektrikal dan lainnya. Software Revit juga digunakan untuk memperoleh hasil *quantity take off* yang mengurangi *waste* serta meningkatkan *value* suatu proyek (Saputra et al., 2022). Revit menawarkan kemudahan melalui integrasi perangkat lunak dan mendeteksi bentrokan desain untuk mempercepat proses kerja. Namun, Revit memiliki beberapa kekurangan, seperti lisensi yang mahal dan spesifikasi perangkat keras yang tinggi (Marizan, 2019). Mengacu pada peraturan yang telah diberlakukan dan kelebihan-kelebihan dari penggunaan software Autodesk Revit, maka tujuan dari penelitian ini adalah mengimplementasikan metode BIM pada proyek konstruksi untuk memperoleh efisiensi waktu perencanaan dan mempermudah koordinasi saat pelaksanaan. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk meminimalkan kesalahan perhitungan volume pada konstruksi *high risk building*, serta sebagai studi literatur dan tambahan ilmu pengetahuan bagi dunia akademik dalam penerapan Building Information Modelling (BIM) menggunakan program bantu BIM yaitu Autodesk Revit.

METODE

Data dan Pengolahan Data

Data primer adalah data yang dikumpulkan dengan cara melakukan survei, wawancara, eksperimen, atau observasi langsung pada objek penelitiannya, sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari proyek konstruksi yang ditinjau. Kajian dilakukan pada Gedung Apartemen Samaview Kabupaten Malang, Jawa Timur yang memiliki luas 71,85m x 49,21m, dimana perencanaan secara keseluruhan menggunakan metode konvensional. Lingkup pembahasan dilakukan pada lantai 1 dan 2. Data sekunder pada kajian ini berupa gambar kerja dan kurva S penjadwalan proyek, yang akan digunakan untuk pemodelan dan identifikasi material.

Tahapan analisis dimulai dari identifikasi gambar kerja dengan memanfaatkan program Autodesk Revit 2025. Kemudian dilanjutkan dengan identifikasi material untuk menganalisis dimensi geometrik elemen struktur, diameter tulangan baja, pengankuran tulangan, bentuk tulangan dan lain-lain. Hasil identifikasi menjadi database dalam pemodelan yang disebut dengan istilah *family*. Setelah melakukan identifikasi gambar kerja, material, dan *input database* pada Revit tahap selanjutnya adalah melakukan pemodelan 3D pada Revit. Tahap ini merupakan langkah pembentukan geometri dan visual Gedung yang akan direncanakan. *Output* dari pemodelan yang telah diidentifikasi sebelumnya menghasilkan volume pekerjaan yang ditinjau. Tahapan pemodelan akan dijelaskan pada gambar 1.



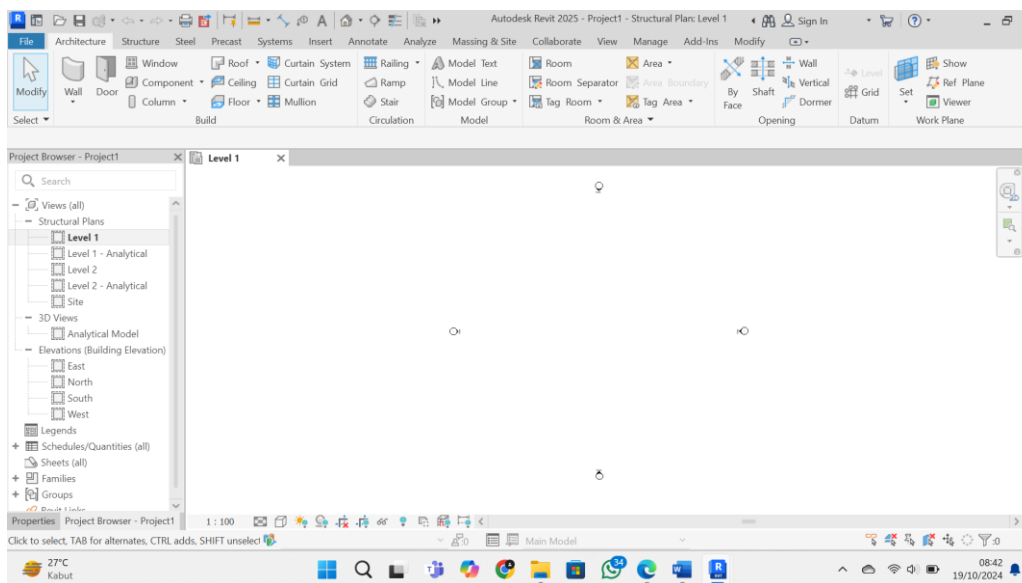
Gambar 1. Tahapan Pemodelan

HASIL

Pemodelan 3D

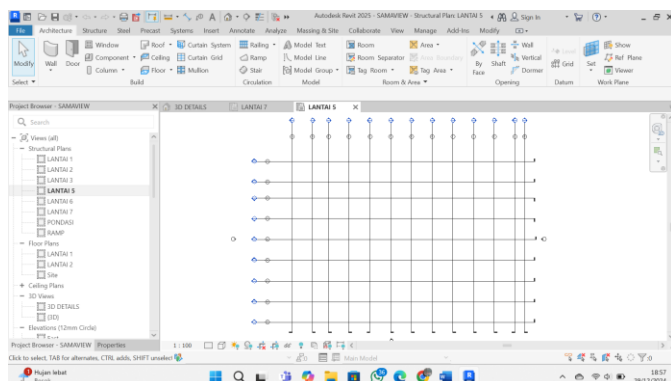
Sesuai dengan tahap penelitian diatas, maka penelitian ini diawali dengan identifikasi gambar kerja dan material pada pekerjaan struktur lantai 1 dan 2, selanjutnya adalah memasukkan database (*family*) pada revit. Pemodelan 3D

struktur bangunan menggunakan software Autodesk Revit, tampilan awal pada Autodesk Revit dapat dilihat pada gambar 2.

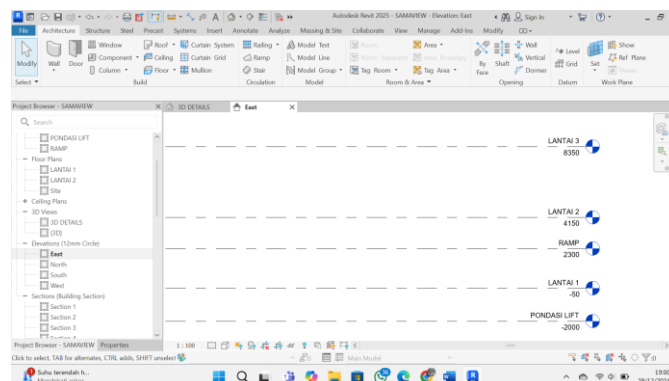


Gambar 2. Tampilan Awal Revit

Langkah selanjutnya adalah pembuatan *as-grid* dan juga elevasi bangunan sesuai dengan gambar kerja yang sudah didapat. *As-grid* dan elevasi ini berguna agar penempatan semua item struktur tepat pada tempatnya. Hasil pembuatan *as-grid* dapat dilihat pada gambar 3, dan hasil pembuatan elevasi dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 3. As-Grid Bangunan



Gambar 4. Elevasi Bangunan

Setelah pembuatan *as-grid* dan elevasi selesai, tahap selanjutnya adalah adalah tahap pembentukan geometri dan visual gedung yang akan direncanakan. Dalam tahap awal permodelan Revit kita dapat memulai dengan beberapa cara:

1. Menggunakan *Family* yang disediakan oleh Revit.
2. Meng-edit *Family* yang disediakan oleh Revit.
3. Permodelan *Family* sesuai yang di butuhkan.
4. Permodelan langsung di lembar kerja.

Pemodelan dimulai dari struktur yang paling bawah, yaitu pada struktur pondasi dan berakhir pada struktur balok dan plat lantai, tipe dan hasil pemodelan struktur akan dijabarkan dibawah :

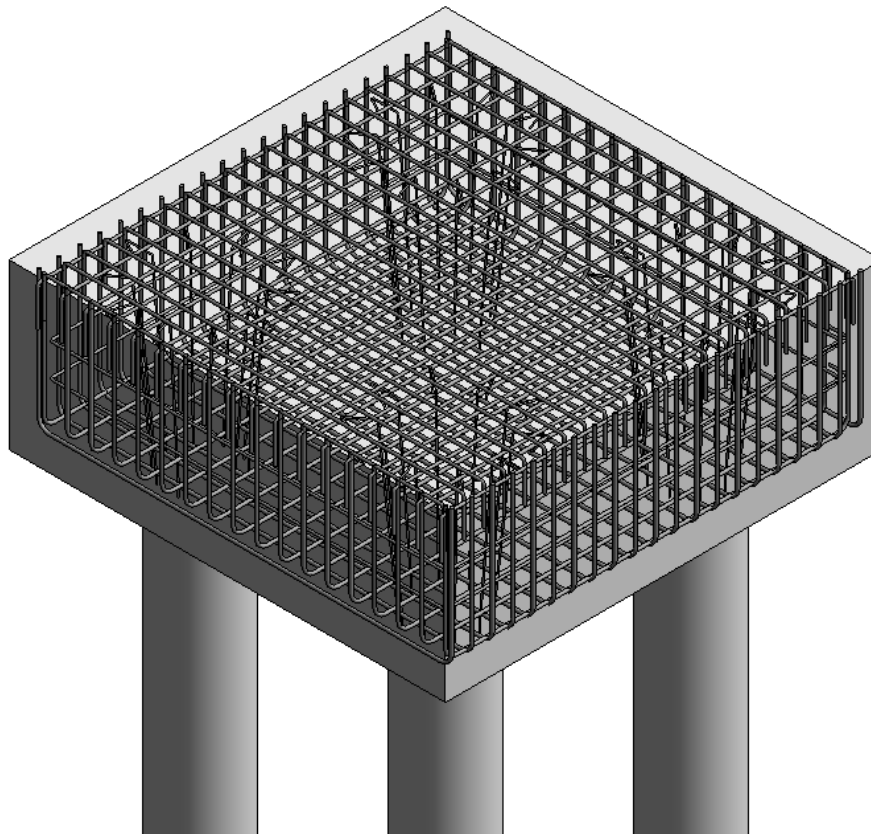
1. Pemodelan Pondasi.

Dalam pemodelan pondasi pada Proyek Pembangunan Apartemen Samaview terdapat 10 jenis pile cap yang yang memiliki spun pile dengan diameter 60cm dengan jumlah dan dimensi sebagai berikut :

- PC1 : 140x140x60 (1 Spun Pile)
- PC2 : 320x140x95 (2 Spun Pile)
- PC3 : 320x300x110 (3 Spun Pile)

- PC4 : 320x320x120 (4 Spun Pile)
- PC5 : 395x395x130 (5 Spun Pile)
- PCSW 1 : 1220x1040x320x140 (PxL1xL2xT) (22 Spun Pile)
- PCSW 2 : 1050x1040x320x140 (PxL1xL2xT) (20 Spun Pile)
- PCSW 3 : 1040x320x140 (12 Spun Pile)
- PCL1 : Non Simetris (5 Spun Pile)
- PCL2 : 510x200x140 (1 Spun Pile)

Hasil pemodelan dari PC4 dapat dilihat pada gambar 5.



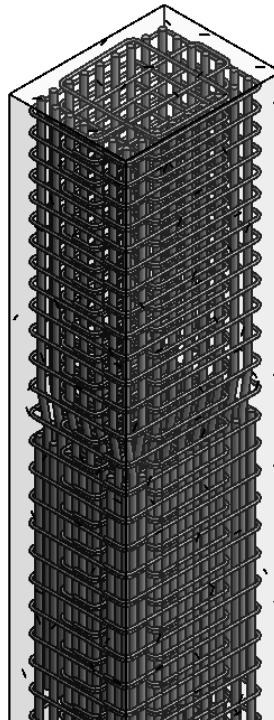
Gambar 5. Hasil Pemodelan PC4

2. Pemodelan Kolom

Dalam pemodelan kolom lantai 1 dan 2 pada Proyek Pembangunan Apartemen Samaview terdapat 5 jenis kolom struktur dengan tulangan yang mengangkur pada pondasi, dengan dimensi dan tulangan sebagai berikut :

- K1A : 60x80 (Utama : 28 D29, Sengkang Tumpuan : 2 D13-100, Sengkang Lapangan : 2 D13-125)
- K1B : 60x80 (Utama : 24 D29, Sengkang Tumpuan : 2 D13-100, Sengkang Lapangan : 2 D13-125)
- K4 : 40x50 (Utama : 16 D22, Sengkang Tumpuan : D13-150, Sengkang Lapangan : D13-200)
- K8A : 60x60 (Utama : 20 D25, Sengkang Tumpuan : 2 D13-120, Sengkang Lapangan : 2 D13-150)
- K8B : 60x60 (Utama : 18 D25, Sengkang Tumpuan : 2 D13-120, Sengkang Lapangan : 2 D13-150)

Hasil pemodelan dari kolom K1B dapat dilihat pada gambar 6.



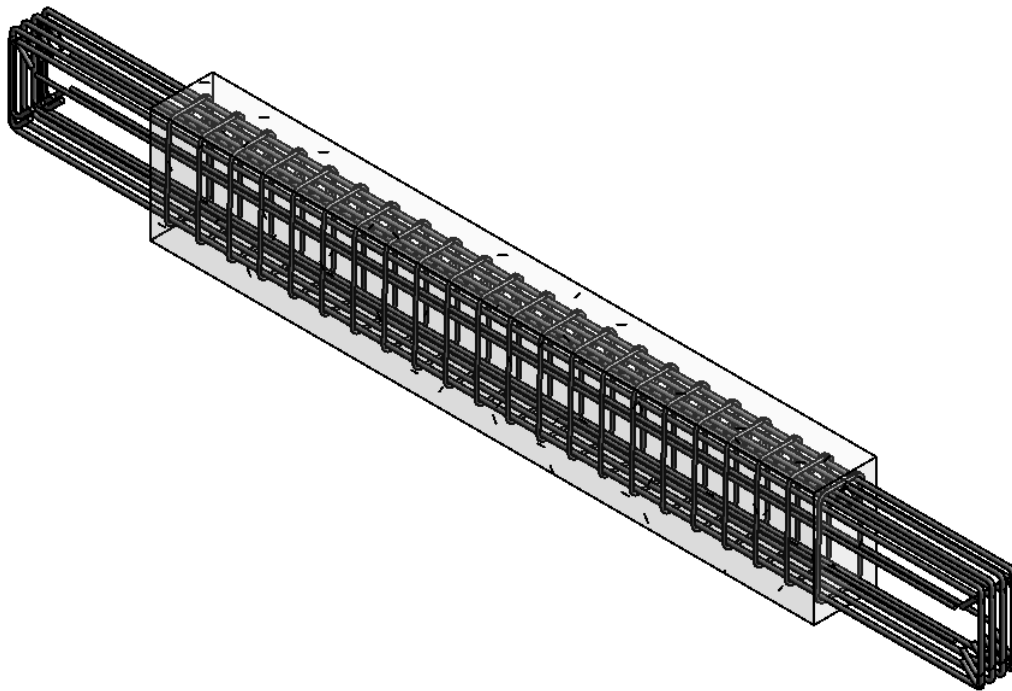
Gambar 6. Hasil Pemodelan Kolom K1B

3. Pemodelan Tie Beam

Dalam pemodelan tie beam pada Proyek Pembangunan Apartemen Samaview terdapat 5 jenis tie beam dengan tulangan yang mengangkur pada pondasi, dengan dimensi dan tulangan sebagai berikut :

• TB1 : 30/55			• TB2 : 25/50		
Tul. Atas	: Tumpuan	: 6 D19	Tul. Atas	: Tumpuan	: 6 D16
	Lapangan	: 6 D19		Lapangan	: 6 D16
Tul. Tengah	: Tumpuan	: 4 D16	Tul. Tengah	: Tumpuan	: 2 D13
	Lapangan	: 4 D16		Lapangan	: 2 D13
Tul. Bawah	: Tumpuan	: 4 D19	Tul. Bawah	: Tumpuan	: 4 D16
	Lapangan	: 4 D19		Lapangan	: 4 D16
Sengkang	: Tumpuan	: D13-100	Sengkang	: Tumpuan	: D10-150
	Lapangan	: D13-100		Lapangan	: D10-150
• TB3 : 25/50			• TB4 : 20/40		
Tul. Atas	: Tumpuan	: 4 D16	Tul. Atas	: Tumpuan	: 4 D13
	Lapangan	: 4 D16		Lapangan	: 4 D13
Tul. Tengah	: Tumpuan	: 2 D13	Tul. Bawah	: Tumpuan	: 4 D13
	Lapangan	: 2 D13		Lapangan	: 4 D13
Tul. Bawah	: Tumpuan	: 3 D16	Sengkang	: Tumpuan	: D10-200
	Lapangan	: 3 D16		Lapangan	: D10-200
Sengkang	: Tumpuan	: D10-150			
	Lapangan	: D10-150			
• TB5 : 20/30					
Tul. Atas	: Tumpuan	: 3 D13			
	Lapangan	: 3 D13			
Tul. Bawah	: Tumpuan	: 3 D13			
	Lapangan	: 3 D13			
Sengkang	: Tumpuan	: D10-200			
	Lapangan	: D10-200			

Hasil pemodelan dari tie beam TB1 dapat dilihat pada gambar 7.



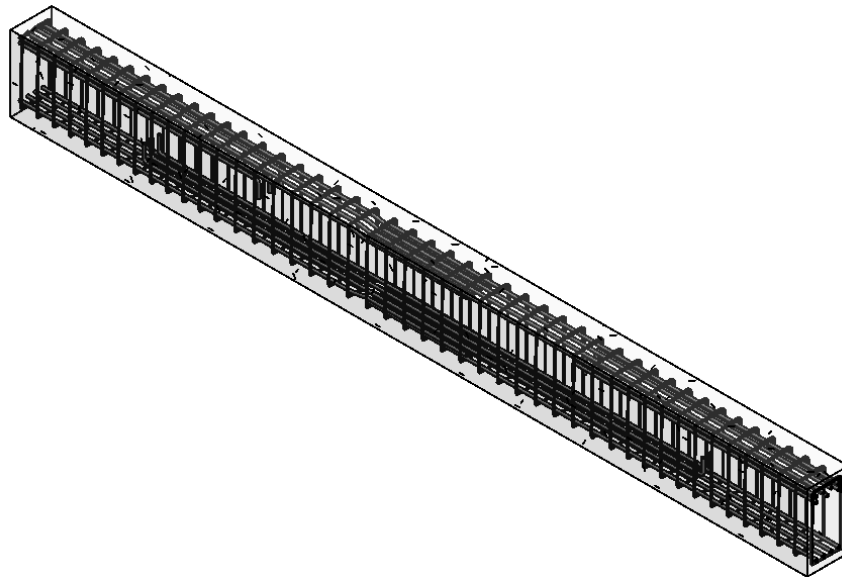
Gambar 7. Hasil Pemodelan Tie Beam TB1

4. Pemodelan Balok

Dalam pemodelan balok pada Proyek Pembangunan Apartemen Samaview terdapat 6 jenis balok yang sudah termasuk dengan balok yang berada di kolam renang, dengan dimensi dan tulangan sebagai berikut :

• B1A : 30/55	• B2A : 25/50
Tul. Atas : Tumpuan : 7 D19	Tul. Atas : Tumpuan : 6 D19
Lapangan : 4 D19	Lapangan : 4 D19
Tul. Bawah : Tumpuan : 4 D19	Tul. Bawah : Tumpuan : 4 D19
Lapangan : 7 D19	Lapangan : 6 D19
Sengkang : Tumpuan : D10-125	Sengkang : Tumpuan : D10-125
Lapangan : D10-140	Lapangan : D10-140
• B3 : 35/60	• BA1-A : 25/50
Tul. Atas : Tumpuan : 8 D19	Tul. Atas : Tumpuan : 4 D16
Lapangan : 4 D19	Lapangan : 3 D16
Tul. Tengah : Tumpuan : 2 D16	Tul. Bawah : Tumpuan : 3 D13
Lapangan : 2 D16	Lapangan : 4 D13
Tul. Bawah : Tumpuan : 4 D19	Sengkang : Tumpuan : D10-125
Lapangan : 8 D19	Lapangan : D10-150
Sengkang : Tumpuan : D13-125	
Lapangan : D13-125	
• BA2-A : 25/40	• BA3-A : 20/35
Tul. Atas : Tumpuan : 6 D16	Tul. Atas : Tumpuan : 4 D16
Lapangan : 4 D16	Lapangan : 3 D16
Tul. Bawah : Tumpuan : 4 D16	Tul. Bawah : Tumpuan : 3 D16
Lapangan : 6 D16	Lapangan : 4 D16
Sengkang : Tumpuan : D10-125	Sengkang : Tumpuan : D10-125
Lapangan : D10-150	Lapangan : D10-150

Hasil pemodelan dari balok B1A dapat dilihat pada gambar 8.



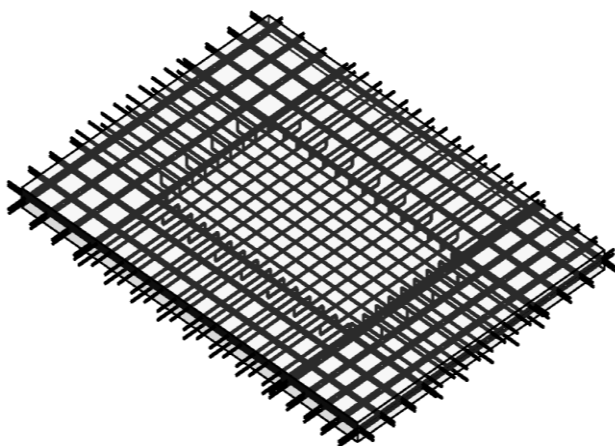
Gambar 8. Hasil Pemodelan Balok B1A

5. Pemodelan Plat Lantai

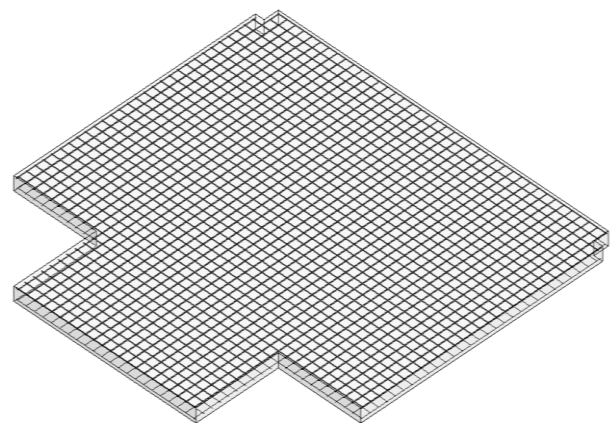
Dalam pemodelan plat lantai terdapat 7 jenis plat lantai, pada lantai 1 menggunakan tulangan wiremesh, dan lantai 2 dengan penulangan konvensional tumpuan lapangan, dengan tebal dan tulangan sebagai berikut :

- S0 : Tebal 20cm (Tulangan Atas : Wiremesh M8-150, Tulangan Bawah M7-150)
- S1 : Tebal 20cm (Tulangan Atas : Wiremesh M7-150, Tulangan Bawah M7-150)
- S2 : Tebal 40cm (Tulangan Atas : D13-150, Tulangan Bawah D13-150)
- S3 : Tebal 12cm (Tulangan Utama : D10-120, Tulangan Bagi Ø8-200)
- S4 : Tebal 20cm (Tulangan Utama : D13-100, Tulangan Bagi Ø8-200)
- S5 : Tebal 30cm (Tulangan Utama : D16-100, Tulangan Bagi Ø8-200)
- S6 : Tebal 15cm (Tulangan Utama : D10-100, Tulangan Bagi Ø8-200)

Hasil pemodelan dari plat lantai S3 dapat dilihat pada gambar 9, dan hasil pemodelan dari S0 dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 9. Hasil Pemodelan Plat Lantai S3 dengan Tulangan Konvensional



Gambar 10. Hasil Pemodelan Plat Lantai S0 dengan Tulangan Wiremesh

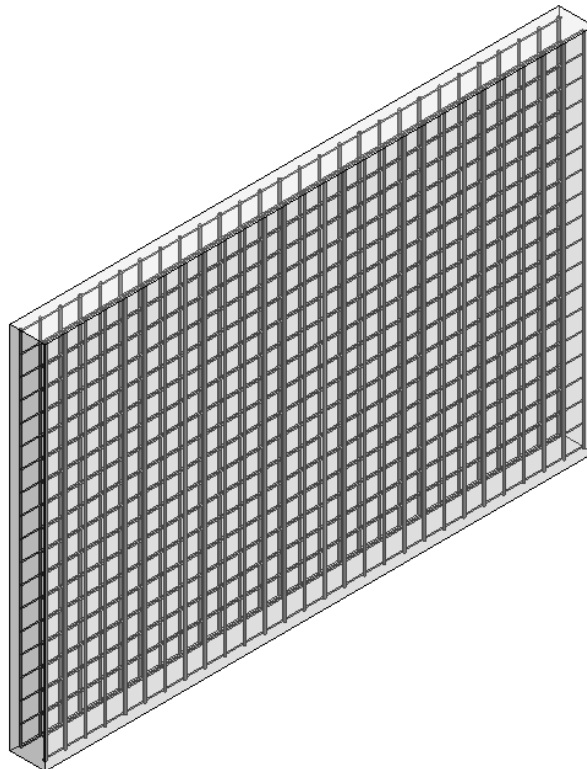
6. Pemodelan *Shearwall* dan Dinding Beton

Dalam pemodelan *shearwall* dikhususkan untuk lift dan tangga, dengan struktur yang menerus, sedangkan untuk dinding beton strukturnya hanya ada pada lantai 1 sebagai STP dan GWT, serta dinding beton pada kolam renang, dengan tebal dan penulangan sebagai berikut :

- SW1 :

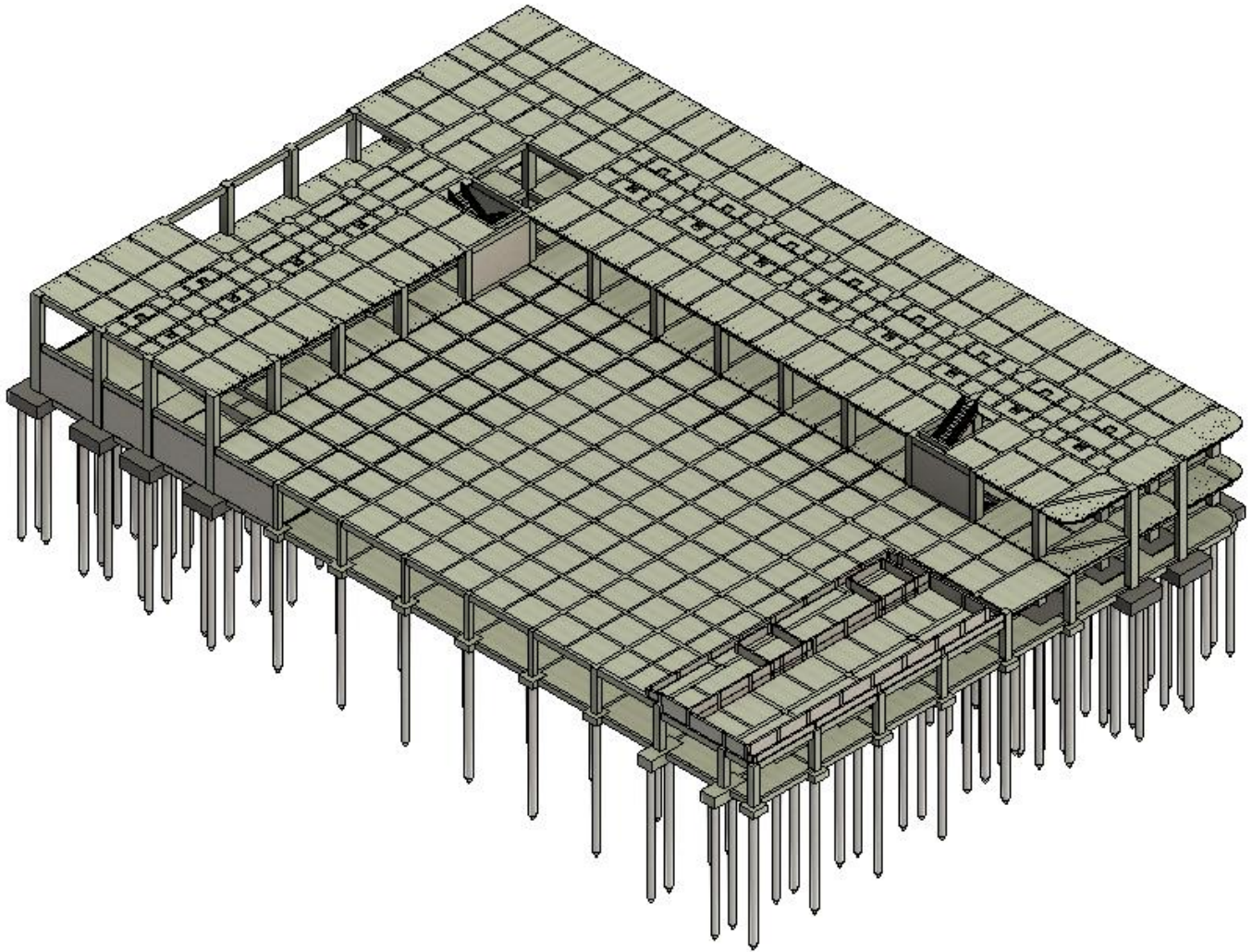
- Tebal 35cm (Tulangan *Longitudinal* : D22-200, Tulangan *Transversal* D10-200)
- SW2 :
Tebal 35cm (Tulangan *Longitudinal* : D22-200, Tulangan *Transversal* D10-200)
- SW1A :
Tebal 35cm (Tulangan *Longitudinal* : D16-200, Tulangan *Transversal* D10-200)
- SW2A :
Tebal 35cm (Tulangan *Longitudinal* : D16-200, Tulangan *Transversal* D10-200)
- D1 :
Tebal 30cm (Tulangan *Longitudinal* : D13-200, Tulangan *Transversal* D10-200)
- D2 :
Tebal 40cm (Tulangan *Longitudinal* : D13-200, Tulangan *Transversal* D10-200)
- D2A :
Tebal 30cm (Tulangan *Longitudinal* : D13-200, Tulangan *Transversal* D10-200)
- D2B :
Tebal 20cm (Tulangan *Longitudinal* : D13-200, Tulangan *Transversal* D10-200)
- D3 :
Tebal 20cm (Tulangan *Longitudinal* : D13-150, Tulangan *Transversal* D13-150)
- D4 :
Tebal 20cm (Tulangan *Longitudinal* : D13-200, Tulangan *Transversal* D10-200)

Hasil pemodelan dari *shearwall* SW1 dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Hasil Pemodelan *Shearwall* SW1

Hasil keseluruhan dari pemodelan 3D dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Hasil Pemodelan 3D

Analisis Volume

Setelah proses pemodelan 3D selesai, langkah selanjutnya adalah analisis volume. Analisis volume menghasilkan *output* berupa keseluruhan volume pekerjaan yang ditinjau secara otomatis setelah proses pemodelan selesai dilakukan. Hasil *output* volume pekerjaan kolom ditampilkan pada gambar 13 sebagai bagian dari rekapitulasi keseluruhan volume pekerjaan beton seperti yang tertera pada tabel 1 dan tabel 2.

<VOLUME BETON KOLOM>	
A	B
TYPE	VOLUME
K1A	133.27 m ³
K1B	158.62 m ³
K4	19.66 m ³
K8A	16.12 m ³
K8B	12.11 m ³

Gambar 13. Output Volume dari Autodesk Revit

1. Volume Beton

Volume beton pada tabel 1 berikut adalah volume rekap per lantai dari semua elemen struktur, yang mana pada lantai 1 mencakup struktur pondasi, tie beam, kolom, plat lantai, shearwall dan dinding beton, untuk lantai 2 mencakup struktur kolom, balok, plat lantai, dan shearwall, sedangkan pada lantai 3 hanya mencakup struktur balok dan plat lantai saja, dengan rekap volume beton sebagai berikut :

Tabel 1. Rekap Volume Beton

Item Pekerjaan	Volume
Beton Lantai 1	3001,65 m ³
Beton Lantai 2	1008,445 m ³
Beton Lantai 3	323,79 m ³
Total	4.333,885m ³

Sumber : Penelitian Penulis, 2025

2. Volume Penulangan

Volume penulangan berikut merupakan volume rekap per lantai dari semua pekerjaan penulangan, yang mana pada lantai 1 mencakup penulangan pada pondasi, tie beam, kolom, plat lantai, shearwall dan dinding beton, untuk lantai 2 mencakup penulangan pada kolom, balok, plat lantai, dan shearwall, sedangkan pada lantai 3 hanya mencakup penulangan pada balok dan plat lantai saja, rekap volume penulangan ditunjukkan pada tabel 2 berikut :

Tabel 2. Rekap Volume Penulangan

Item Pekerjaan	Volume
Penulangan Lantai 1	306.063,67 kg
Penulangan Lantai 2	271.440,30 kg
Penulangan Lantai 3	88.834,64 kg
Total	666.338,61 kg

Sumber : Penelitian Penulis, 2025

Pembahasan

Implementasi BIM dengan aplikasi Autodesk Revit pada proyek yang ditinjau di penelitian ini telah memberikan *output* atau hasil sesuai dengan yang diharapkan yaitu berupa volume pekerjaan secara otomatis ketika tahapan pemodelan 3D telah dilakukan. *Output* pekerjaan beton lantai 1 dihasilkan volume beton sebesar **3001,65m³**, pada lantai 2 memiliki volume **1008,445m³**, dan pada lantai 3 memiliki volume sebesar **323,79m³**. Sedangkan pada pekerjaan penulangan telah menghasilkan volume untuk lantai 1 sebesar **306.063,67kg**, pada lantai 2 sebesar **271.440,30kg**, dan pada lantai 3 sebesar **88.834,64kg**. Hasil ini menunjukkan bahwa dengan mengimplementasikan BIM efisiensi waktu dalam analisis volume pekerjaan dapat dicapai. Hal ini sejalan dengan hasil beberapa penelitian terdahulu. Oleh karena itu Implementasi BIM pada proyek konstruksi yang cukup kompleks mutlak untuk dijalankan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa Implementasi BIM dengan menggunakan aplikasi Autodesk Revit menghasilkan pemodelan 3D dan volume pekerjaan pada proyek yang ditinjau. Analisis Volume dari pemodelan 3D menghasilkan volume pekerjaan beton pada lantai 1 - lantai 3 pada pekerjaan beton sebesar 4.333,885 m³ dan untuk pekerjaan penulangan sebesar 666.338,61 kg

Output berupa volume pekerjaan dalam implementasi BIM adalah dimensi ke-3 oleh karena itu penelitian selanjutnya dapat dilakukan sampai dimensi ke-5 dengan *output* berupa penjadwalan proyek dan biaya. Lingkup pembahasan dapat ditingkatkan dengan implementasi pada keseluruhan item pekerjaan atau proyek lain (proyek jembatan, proyek bangunan air, dan proyek jalan).

DAFTAR PUSTAKA

- Alimin, M. (2023). Penerapan Bulding Information Modelling (BIM) Autodesk Revit dalam Pembuatan Bar Bending Schedule (BBS) Pondasi Pile Cap Proyek Apartemen Jkt Living Star - Jakarta Timur. 2(2).
- Berlian P., C. A., Adhi, R. P., Hidayat, A., & Nugroho, H. (2016). Perbandingan Efisiensi Waktu, Biaya, Dan Sumber Daya Manusia Antara Metode Building Information Modelling (BIM) Dan Konvensional (Studi Kasus: Perencanaan Gedung 20 Lantai). *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 5(2), 220–229. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts>
- Ferial, R., Hidayat, B., Pesela, R. C., & Daoed, D. (2022). Quantity take-off berbasis building information modeling

- (bim) studi kasus: gedung bappeda padang. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 17(3), 228. <https://doi.org/10.25077/jrs.17.3.228-238.2021>
- I Gusti Agung Adnyana Putera. (2022). MANFAAT BIM DALAM KONSTRUKSI GEDUNG: SUATU KAJIAN PUSTAKA. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 26, 43–52.
- Juliani, M. P., & Renaningsih, R. (2023). Analisa Perbandingan Volume Beton Metode Konvensional pada Hasil Bill of Quantity (BQ) dan BIM Autodesk Revit 2020 terhadap Efektifitas Biaya. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil UMS*, 631–637.
- KemenPUPR. (2018). *PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT REPUBLIK INDONESIA NOMOR 22/PRT/M/2018 TENTANG PEMBANGUNAN BANGUNAN GEDUNG NEGARA*.
- Marizan, Y. (2019). Penggunaan Software Autodesk Revit. *Jurnal Ilmiah Beerling 's*, 06(01), 15–26.
- Murphy, W. K., & Ismailiyah Al Athas, S. (2020). Penggunaan Clash Detection Untuk Efisiensi Biaya Dan Waktu Pada Perencanaan Bangunan Industrial Berbasis IPD. *Sustainability in Architecture*, 7, 69–77.
- Pramana, I. M. W., Arya, I. W., & Wiraga, I. W. (2023). *Jurnal Talenta Sipil*. 6(2), 328–335. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v7i2.629>
- Reista, I. A. (2022). Implementasi Building Information Modeling (BIM) Dalam Estimasi Pekerjaan Struktural dan Arsitektural Pada Proyek Perencanaan Gedung Utama RS Berau. *Jurnal Institut Teknologi Sains Bandung*, 1–17.
- Sabil, D., & Erizal. (2023). Penerapan Building Information Modeling (BIM) 5D pada Proyek Gedung Simpang Temu Dukuh Atas, Jakarta Pusat. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 8(02), 95–104. <https://doi.org/10.29244/jsil.8.02.95-104>
- Saputra, Y. A., Purwaamijaya, I. M., & Masri, R. M. (2022). Implementasi Model Gambar Kerja, Analisis Struktur, Penjadwalan Dan Rencana Anggaran Biaya Dengan Metode Bim. *Kokoh*, 20(2), 125–134. <https://doi.org/10.17509/k.v20i2.52366>
- Sari, K. P., Suraji, A., Irawan, D., & Halim, A. (2024). *EFEKTIVITAS PENGGUNAAN TEKNOLOGI BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) DALAM DESAIN RUMAH 3 LANTAI*. 7, 51–59.
- Widiastuti, E. (2022). ANALISA PERBANDINGAN VOLUME METODE KONVENSIONAL DAN BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) AUTODESK REVIT 2021 TERHADAP EFEKTIFITAS BIAYA (Studi Kasus Proyek Pembangunan Rumah susun Pekerja Industri Batang III Tower 10). *ANALISA PERBANDINGAN VOLUME METODE KONVENSIONAL DAN BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) AUTODESK REVIT 2021 TERHADAP EFEKTIFITAS BIAYA (Studi Kasus Proyek Pembangunan Rumah Susun Pekerja Industri Batang III Tower 10)*, M, 1–14.
- Yadi, S., Yusuf, E., Yusuf, E., Soebandono, B., & Soebandono, B. (2023). Quantity Take Off pada Perencanaan Gedung Apartemen Menggunakan BIM Revit. *Jurnal TeKLA*, 5(1), 47. <https://doi.org/10.35314/tekla.v5i1.3422>