

JURNAL KONSTRUKSI DAN INFRASTRUKTUR

Teknik Sipil dan Perencanaan

PEMBUATAN MODEL DIGITAL DAN PERENCANAAN TAHAPAN PEKERJAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG PRESISI 3 MABES POLRI JAKARTA SELATAN BERBASIS *BUILDING INFORMATION MODELLING*

Rif'at Azma Faturahman^{1*}, Faris Maulana Fadhilah¹, Urwatul Wusqo¹, Yulia Widyaningsih¹

^{1*)} Program Studi Teknik Konstruksi Gedung, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung, Kab. Bandung Barat
Email: rifat.azma.tkgd22@polban.ac.id
Nomor HP: 089512756594

ABSTRACT

Technological advancements in the construction sector are growing massively, making digitalization a necessity. Through digitization, the process of planning, implementing, and managing projects can be done more efficiently and accurately, considering that all information related to the project is centralized in one integrated base. Building Information Modeling (BIM) is a digital system for building modeling that contains information about all aspects of a well-managed building. The object of this study will review the Precision 3 MABES POLRI South Jakarta Building by applying Building Information Modelling (BIM) based digitization. At MABES POLRI Precision 3 building project, the application of BIM has not been fully carried out, so it still uses conventional methods. In accordance with the Regulation of the Minister of PUPR No. 22/PRT/M/2018, the use of Building Information Modeling (BIM) must be applied to non-simple buildings with the criteria of building area above 2,000 m² above 2 floors. The building, which began construction in February 2024, has a building area of 11,200 m² consisting of 10 floors + 1 roof, which can be categorized as a non-simple building. Therefore, in this final project, the author intends to apply BIM for the method by modeling the concept of 4D and 5D applications of dimensional BIM which includes a 3D top structure model to get the right Quantity Take Off output and planning of implementation stages as a result of this research accompanied by detailed top structural elements, and planning the stages of implementing the top structure of the MABES POLRI Precision 3 Building project using Tekla Structures 2024 - Student Version software.

Keywords: *BIM implementation, DED drawings, Digitization, planning the stages of work implementation, Superstructure*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan pembangunan infrastruktur di Indonesia mendorong penggunaan teknologi yang lebih luas, baik dalam proses perencanaan konstruksi maupun pengendalian pekerjaan selama pelaksanaan proyek (Yulistyawan, 2022). Evaluasi ini penting untuk memastikan bahwa pada setiap metode yang digunakan dapat mendukung efektivitas, efisiensi, dan akurasi pada setiap tahapan pekerjaan konstruksi. Dengan perkembangan teknologi, solusi digital semakin menjadi fokus utama dalam mendukung proses tersebut. Teknologi informasi dan komunikasi dengan format digital sering kali digunakan pada dunia industri konstruksi. Bahkan teknologi kerap kali memberikan dampak yang sangat berpengaruh dalam pelaksanaan percepatan pembangunan infrastruktur sehingga menjadi efisien dan juga produktif yang salah satunya dengan *Building Information Modelling* (BIM).

BIM (Building Information Modeling) merupakan sistem digital untuk melakukan pemodelan suatu gedung yang berisi informasi terkait keseluruhan aspek bangunan yang dikelola. Di samping itu, "BIM

merupakan seperangkat teknologi, proses kebijakan yang seluruh prosesnya berjalan secara terintegrasi dalam sebuah model digital, yang kemudian diterjemahkan sebagai gambar tiga dimensi. Teknologi tersebut juga merupakan proses dalam menghasilkan dan mengelola data suatu konstruksi selama siklus hidupnya. BIM menggunakan software 3D, real-time, dan pemodelan dinamis untuk meningkatkan produktivitas dalam desain dan konstruksi bangunan.” (Kementrian PUPR, 2018: 1).

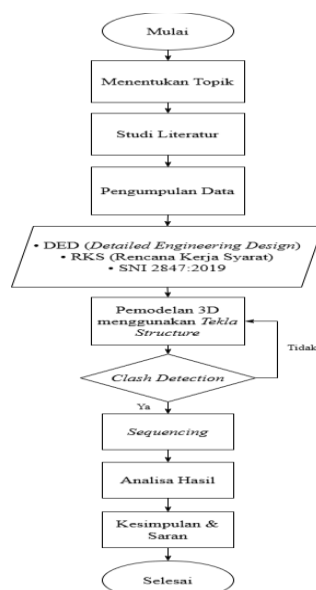
Dalam penerapan BIM dapat mengidentifikasi konflik sebelum konstruksi dilaksanakan, *Building Information Modeling* (BIM) bukan lagi sekadar tren, melainkan sebuah keharusan strategis. Metode konvensional, yang mengandalkan gambar 2D, spreadsheet terpisah, dan perhitungan manual, rentan terhadap kesalahan manusia, kurangnya koordinasi, dan kesulitan dalam mengelola perubahan. BIM mengatasi kelemahan ini dengan menyediakan model digital 3D yang kaya informasi, yang mengintegrasikan data desain, kuantitas material, biaya, dan jadwal dalam satu platform terpusat. BIM mentransformasi proses secara fundamental, menawarkan efisiensi, akurasi, dan visibilitas yang tak tertandingi. Perangkat lunak BIM dilengkapi dengan teknologi *clash detection*, yang berfungsi untuk mendeteksi adanya tumpang tindih dalam desain tulangan sebelum proyek dimulai. Fitur ini membantu memastikan kelancaran proses konstruksi dengan mengidentifikasi potensi konflik sejak tahap perencanaan.

Tekla Structures BIM merupakan software BIM berbasis ensiklopedi proyek yang memungkinkan untuk membuat dan mengelola data secara akurat dan rinci, serta dapat membuat model struktur 3D tanpa melupakan material dan struktur yang kompleks (Saputri, 2012). Sementara itu menurut Eastman et al (2008), BIM merupakan perubahan paradigma yang memiliki banyak manfaat, tidak hanya untuk mereka yang bergerak dalam bidang industri konstruksi bangunan tetapi juga untuk masyarakat yang lebih luas lagi, bangunan yang lebih baik adalah bangunan yang dalam tahap pembangunannya menggunakan energi, tenaga kerja dan modal yang lebih sedikit.

Pemilihan proyek Presisi 3 MABES POLRI ini didasarkan bagaimana BIM dapat digunakan untuk mengetahui sejauh mana teknologi *Clash Detection* mampu mengidentifikasi potensi konflik antar desain elemen sebelum pelaksanaan konstruksi, sehingga dapat mengurangi potensi perubahan desain yang berdampak pada waktu penjadwalan dan biaya proyek. Selain itu, tugas akhir ini membuat pemodelan 3D dan perencanaan tahapan pekerjaan struktur atas, dengan mengacu pada gambar DED.

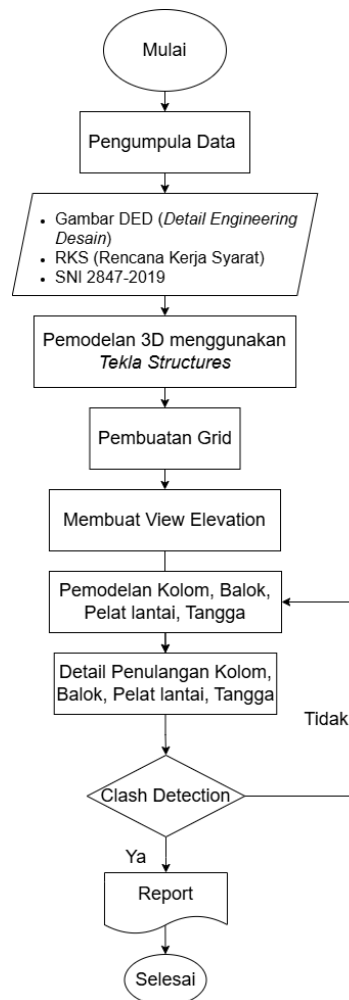
Maka, berdasarkan latar belakang tersebut, Penelitian ini dilakukan untuk membuat model 3D dengan menampilkan *sequencing* atau tahapan pelaksanaan pekerjaan struktur atas bangunan gedung dengan pemanfaatan BIM menggunakan aplikasi TEKLA. Studi ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai manfaat BIM serta bagaimana teknologi ini dapat diimplementasikan dengan efektif dalam dunia konstruksi.

2. METODOLOGI



Gambar 1. flowchart Metodologi Studi

Metode pelaksanaan yang digunakan pada penelitian ini dengan melakukan pemodelan bangunan gedung menggunakan perangkat lunak berbasis *Building Information Modelling* (BIM) yaitu *Tekla Structure*. *Output* dari pemodelan tersebut menghasilkan *report* yang menunjukkan volume jumlah kebutuhan bahan dan material dari bangunan gedung yang sudah dimodelkan. Dalam mempermudah pembahasan serta alur dari penyelesaian masalah pada tugas akhir ini, maka dibuat sistem dalam bentuk *flowchart* (diagram alir) seperti pada **Gambar 2**.



Gambar 2. *flowchart* Pemodelan 3D Menggunakan Tekla Structures

Adapun *flowchart* yang digunakan untuk pemodelan 3D menggunakan perangkat lunak Tekla Structures untuk memudahkan penulis untuk menyelesaikan studi ini. Terlihat pada **Gambar 2**, proses pemodelan 3D setelah dilakukan pengumpulan data, dilakukan pembuatan grid untuk tahap awal penggunaan perangkat lunak Tekla Structures, lalu dilakukan pemodelan elemen struktur atas (kolom, balok, pelat lantai dan tangga) yang disesuaikan dengan gambar denah pada *Detail Engineering Design* (DED), setelah itu dilakukan pendetailan tulangan elemen struktur atas yang disesuaikan dengan gambar DED dan SNI 2847:2019, setelah dilakukan pendetailan dilanjutkan dengan proses *clash detection* sebagai bentuk upaya penggambaran model agar sesuai dengan kondisi aktual pada saat pengerjaan di lapangan.

Setelah proses pemodelan 3D pada Tekla Structures, maka masuk kedalam tahap perencanaan tahapan pelaksanaan (*sequencing*). *Sequencing* atau pengurutan tahapan pelaksanaan pekerjaan yang dilakukan adalah dengan melakukan pengurutan pada perangkat lunak *Tekla Structures* yang dibantu dengan pembuatan diagram jaringan menggunakan metode *Precedence Diagramming Method* (PDM) sebagai pengoptimalan hasil dari pengurutan menggunakan perangkat lunak *Tekla Structures*.

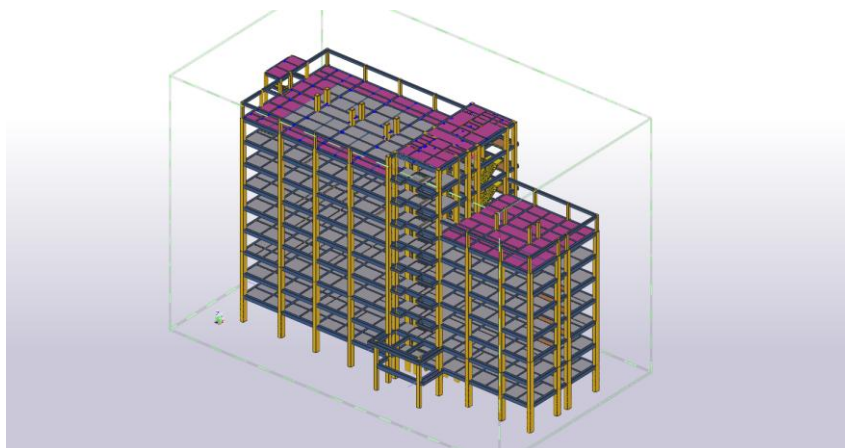
Sequencing atau pengurutan tahapan pelaksanaan pekerjaan merupakan bagian penting dalam perncanaan konstruksi agar proses pembangunan berjalan secara sistematis, efisien, dan sesuai jadwal. Dalam penelitian ini, proses sequencing dilakukan menggunakan perangkat lunak Tekla Structures, yang mendukung fitur Task Manager untuk merencanakan dan memvisualisasikan urutan pelaksanaan elemen struktur bangunan.

Task Manager dalam Tekla Structures memungkinkan membuat tugas-tugas terjadwal dan mengaitkannya dengan objek model yang relevan. Setiap pekerjaan bisa diberi nama, tanggal mulai dan selesai yang direncanakan, serta jenis tugas tertentu. Dengan fitur ini, dapat mengatur jadwal, memantau progres pekerjaan, dan menyusun urutan pemasangan elemen bangunan untuk menghasilkan simulasi konstruksi secara akurat.

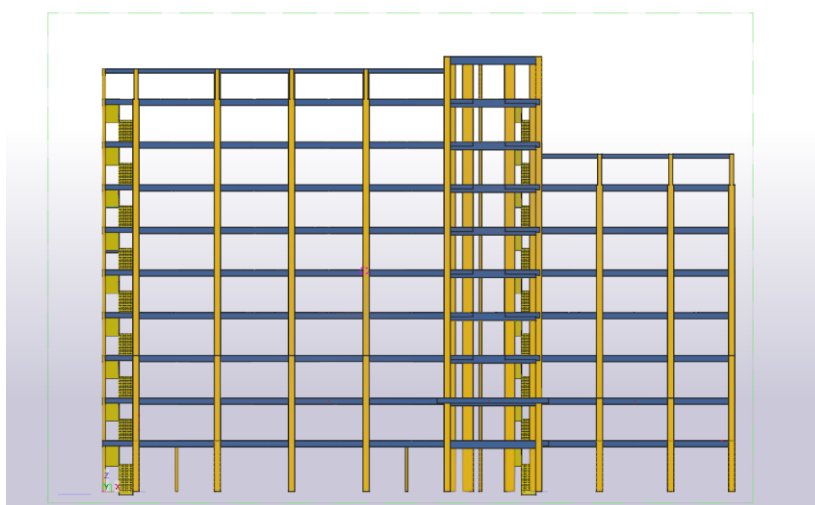
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pemodelan 3D

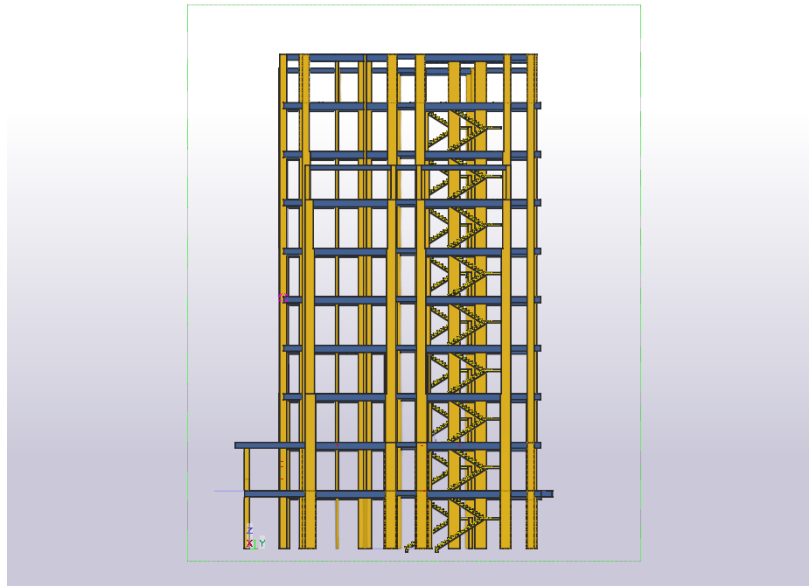
Setelah dilakukan pemodelan terhadap setiap elemen struktur bangunan gedung, lalu dilakukan pendetailan penulangan setiap elemen struktur, diperoleh hasil pemodelan 3D Bangunan Gedung Presisi 3 MABES POLRI, yang dimodelkan menggunakan perangkat lunak *Tekla Structures 2024 – Student Version*. Pemodelan tampak 3D, tampak depan, dan tampak samping terlihat pada **Gambar 3**, **Gambar 4**, dan **Gambar 5**.



Gambar 3. Pemodelan 3D



Gambar 4. Tampak Depan Pemodelan Gedung Presisi 3



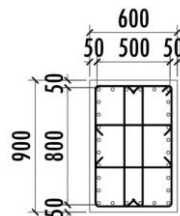
Gambar 5 Tampak Samping Pemodelan Gedung Presisi 3

3.2. Pendetailan Tulangan Elemen Struktur

Setelah pemodelan 3D, dilakukan pendetailan pada elemen struktur atas, berikut adalah perbandingan hasil pemodelan 3D menggunakan perangkat lunak Tekla Structures 2024 dengan gambar rencana detail penulangan elemen struktur kolom dapat dilihat pada **Tabel 1**.

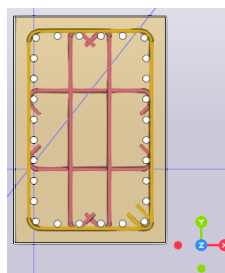
Tabel 1. Perbandingan Hasil Pendetailan dengan Gambar Detail

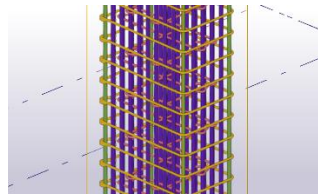
Jenis Kolom	Gambar Rencana
-------------	----------------



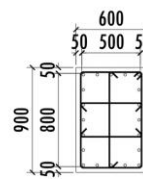
Hasil Pemodelan 3D

K1



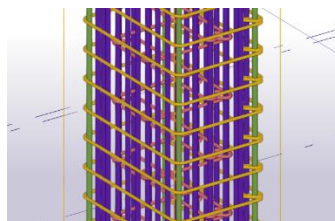
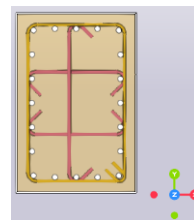


Utama	28D22
Sengkang	D13-150
Jenis Kolom	Gambar Rencana



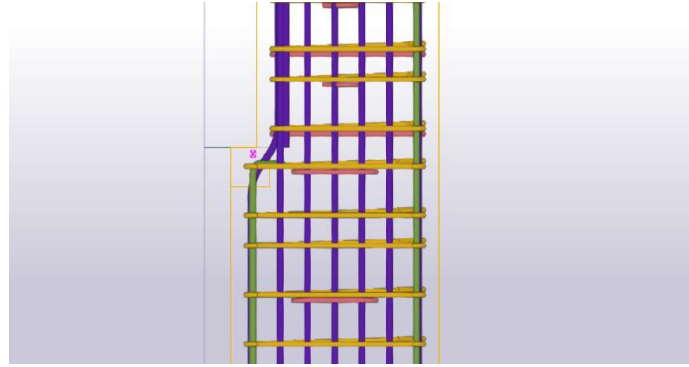
Hasil Pemodelan 3D

K2

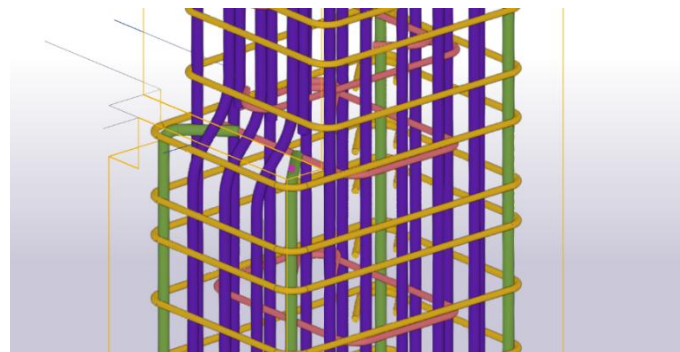


Utama	20D22
Sengkang	D13-150

Pada bangunan gedung ini, pengecilan kolom dilakukan karena beberapa alasan utama, antara lain adalah optimalisasi struktur, efisiensi material, dan respon terhadap beban yang diterima berbeda pada setiap lantainya. Adapun pertimbangan sebelum merancang dan melaksanakan pengecilan kolom terutama terhadap kekuatan kolom yang masih memadai untuk menahan kombinasi beban yang mungkin terjadi pada setiap lantainya. Berikut adalah hasil dari pemodelan detail pengecilan kolom yang disesuaikan dengan gambar DED dan SNI 2847:2019 dapat dilihat pada **Gambar 6** dan **Gambar 7**.



Gambar 6. Tampak Samping Detail Pengcilam Kolom



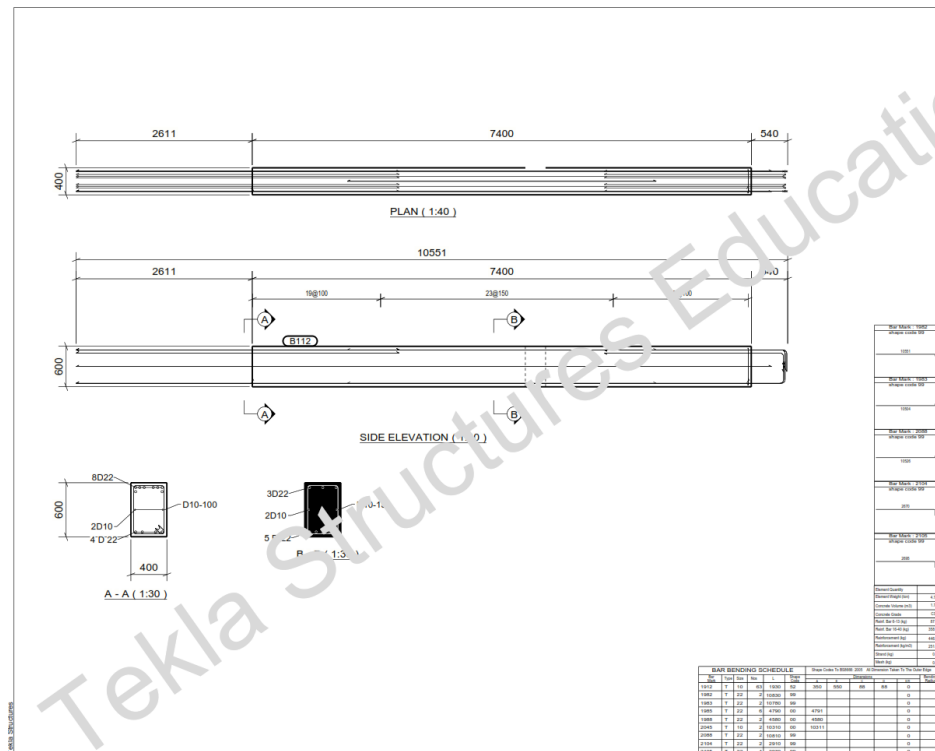
Gambar 7. Tampak 3D Detail Pengcilan Kolom

Adapun hasil dari pendetailan tulangan elemen struktur balok yang dirangkum dalam **Tabel 2** yang dilakukan perbandingan dari pemodelan yang dilakukan dengan gambar DED.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Pemodelan 3D dengan Gambar DED

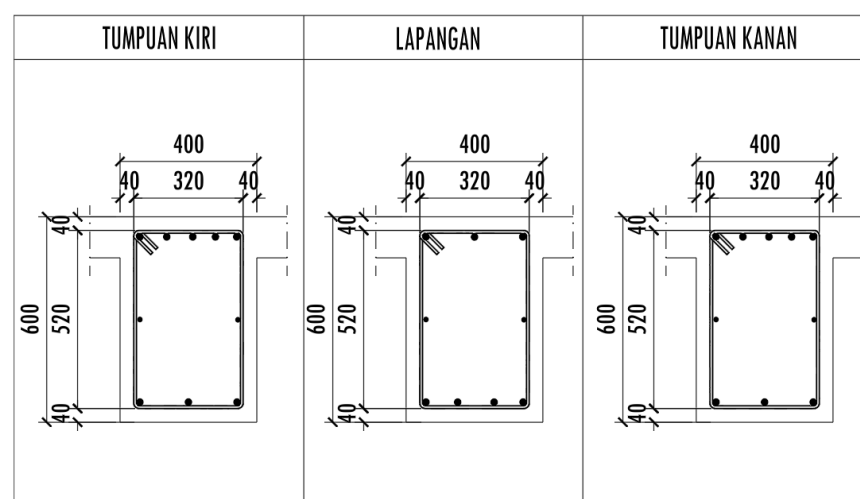
Jenis Balok	Gambar Rencana						
B1	<table><tr><th>TUMPUAN KIRI</th><th>LAPANGAN</th><th>TUMPUAN KANAN</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN			
	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN				

Hasil Pemodelan 3D

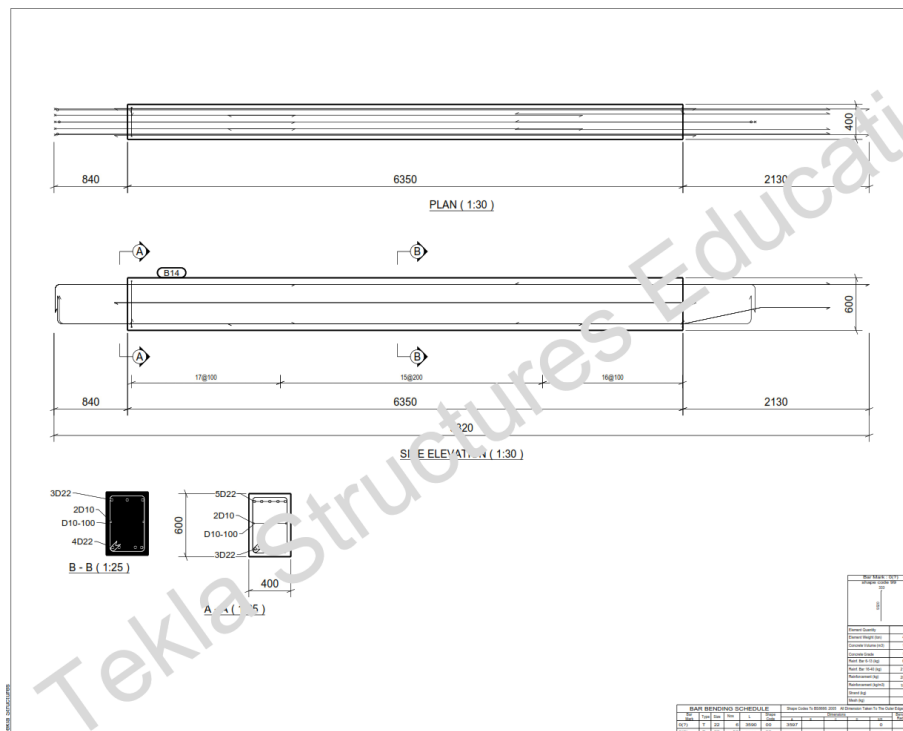


Tumpuan	8D22	3D22	8D22
Pinggang	2D10	2D10	2D10
Lapangan	4D22	5D22	4D22
Sengkang	D10-100	D10-150	D10-100
Jenis Balok	Gambar Rencana		

B24

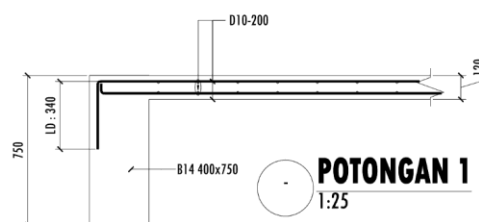


Hasil Pemodelan 3D

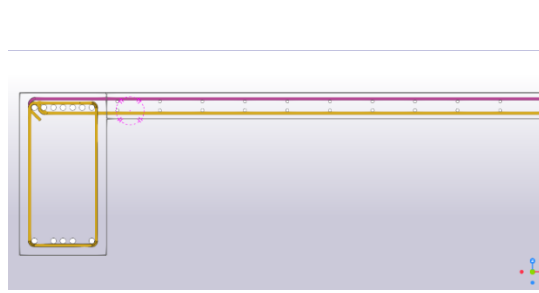


Tumpuan	3D22	5D22	3D22
Pinggang	2D10	2D10	2D10
Lapangan	4D22	3D22	4D22
Sengkang	D10-100	D10-150	D10-100

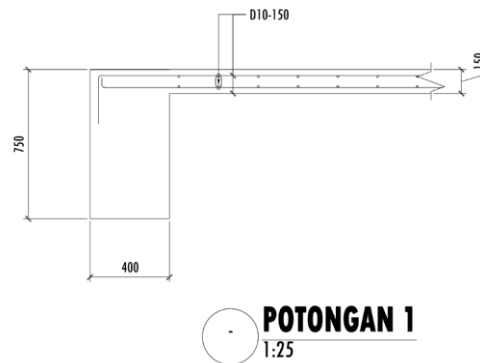
Pemodelan pelat lantai dilakukan dengan menggunakan komponen yang sudah tersedia pada perangkat lunak *Tekla Structures 2024- Student Version*. Digunakan diameter dan jarak tulangan D10-200 untuk pelat lantai dengan tebal 120 mm, sedangkan D10-150 untuk pelat lantai dengan tebal 150 mm. Pemodelan dilakukan mengacu pada potongan gambar *Detail Engineering Desain* (DED), 2 contoh terlihat pada **Gambar 8** dan **Gambar 10**, jika tidak tersedia pendetailan yang tergambar, maka mengacu pada SNI 2847:2019, dengan contoh hasil pemodelan serta pendetailan terlihat pada **Gambar 9** dan **Gambar 11**.



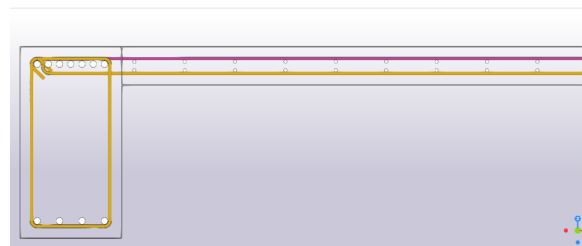
Gambar 8. Potongan 1 Detail Pelat Lantai Ketebalan 120 mm



Gambar 9. Pemodelan 3D Potongan 1 Pelat Lantai Ketebalan 120 mm

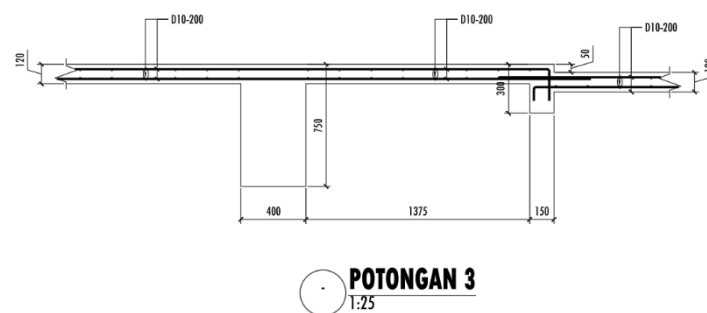


Gambar 10. Potongan 1 Detail Pelat Lantai Ketebalan 150 mm

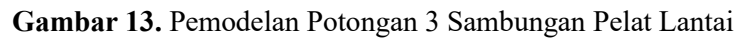


Gambar 11. Pemodelan 3D Potongan 1 Pelat Lantai Ketebalan 150 mm

Terdapat perbedaan elevasi pada pelat lantai kamar mandi dengan penurunan elevasi sebesar 50 mm, pada penurunan tersebut terdapat penyambungan penulangan antara pelat lantai dengan perbedaan elevasi. Detail potongan yang terdapat sambungan antar pelat lantai akibat perbedaan elevasi seperti pada **Gambar 12** dengan hasil pemodelan 3D pada **Gambar 13**.



Gambar 12. Potongan 3 Sambungan Pelat Lantai dengan Perbedaan Elevasi



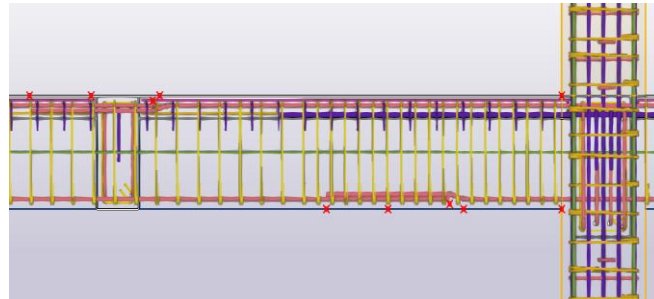
Gambar 14. Detail Penulangan Struktur Tangga



The diagram consists of a vertical column of a grid of blue and yellow squares, with a small circle of purple dots to its right.

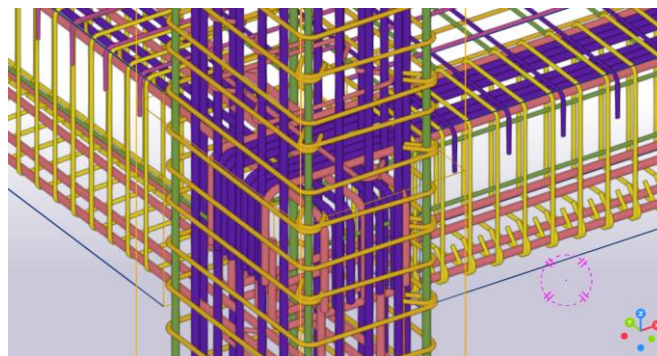
Gambar 16. Pemodelan 3D Detail Sambungan Kolom

Pada sambungan tulangan menerus elemen struktur balok digunakan 15D untuk tulangan tumpuan dan 20D untuk tulangan lapangan mengacu pada standar yang digunakan pada perencanaan detail penulangan, perletakan sambungan berada di daerah $\frac{1}{4}$ bentang bersih balok atau berada pada daerah tumpuan untuk tulangan bawah dan untuk tulangan atas berada pada $\frac{2}{4}$ bentang bersih balok atau pada tengah bentang balok, hasil dari pemodelan sambungan balok pada **Gambar 17**.



Gambar 17. Pemodelan 3D Detail Sambungan Balok

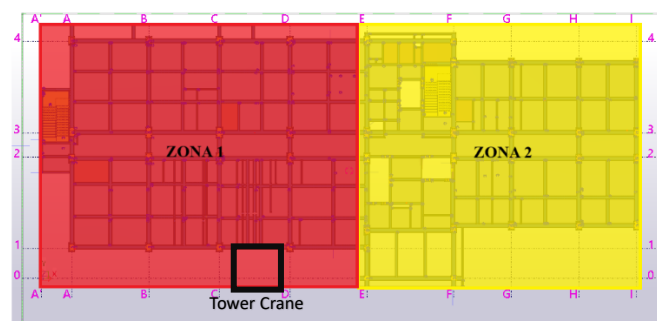
Pendetailan pertemuan tulangan antar balok pada kolom dilakukan penyesuaian terhadap *clash* yang terjadi pada pertemuan tulangan antar balok, seperti pada **Gambar 18**. Dilakukan penambahan selimut beton pada salah satu balok yang bertemu dengan balok lainnya pada area *joint* pada kolom, penambahan sebesar diameter tulangan untuk mencegah terjadinya *clash* pada pertemuan antar balok.



Gambar 18. Pemodelan 3D Detail Pertemuan antar Balok Pada Kolom

3.3. Perencanaan Tahapan Pekerjaan (*Sequencing*)

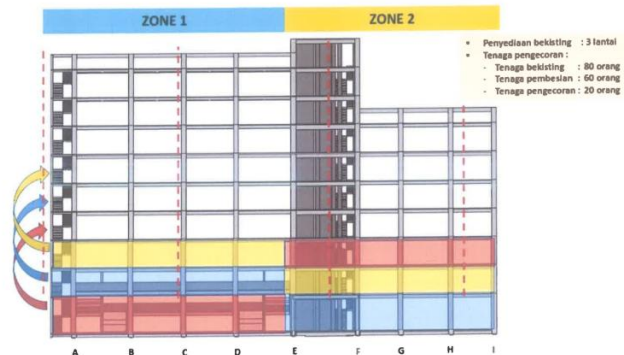
Dalam penelitian ini, metode *bottom-up* diterapkan melalui pemodelan menggunakan *Tekla Structures*, yang memungkinkan tahapan konstruksi divisualisasikan secara digital dalam model 3D. Melalui visualisasi ini, setiap elemen struktur dapat divisualisasikan secara bertahap yang terintegrasi dengan zona dari elemen struktur tersebut serta perencanaan tahapan pekerjaan yang telah direncanakan, disajikan pada **Gambar 19**.



Gambar 19. Pembagian Zona

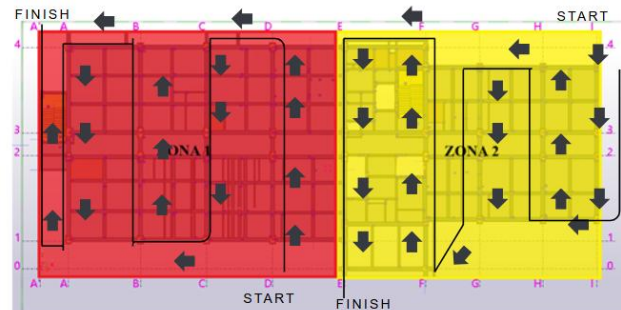
Bekisting yang disediakan menggunakan jenis bekisting modular atau sistem, tujuan penggunaan bekisting modular ini berperan sebagai upaya yang efisien dalam mempercepat proses pelaksanaan

pekerjaan konstruksi secara keseluruhan sehingga lebih efisien dan efektif dari segala aspek, karena bekisting modular ini dalam penggunaannya memungkinkan perakitan dan penyesuaian dimensi yang lebih cepat dan tentunya tanpa mengurangi kualitas yang dihasilkan, bekisting disediakan untuk 3 lantai dengan siklus pemakaian terlihat pada **Gambar 20**.



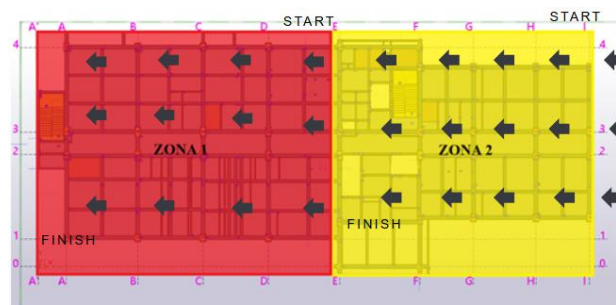
Gambar 20. Penyediaan Bekisting
*Sumber: KSO ADHI-SANGKURIANG,
Dokumen Work Instruction Pekerjaan Pembongkaran Bekisting*

Perencanaan pelaksanaan pekerjaan kolom pada proyek ini dimulai dari kolom As I-4 dan diakhiri pada kolom As E-0 pada zona 2, dan untuk pelaksanaan pekerjaan kolom pada zona 1 dimulai dari kolom As D-0 yang berakhir pada kolom As A-4. Alur pengerjaan menurut sesuai garis As vertikal ke arah garis As 0 disambung dengan pengerjaan 1 kolom garis As horizontal ke arah zona 1 lalu kembali pada pekerjaan kolom garis As vertikal ke arah garis As 4. Ilustrasi alur tahapan pekerjaan kolom dapat dilihat pada **Gambar 21**.



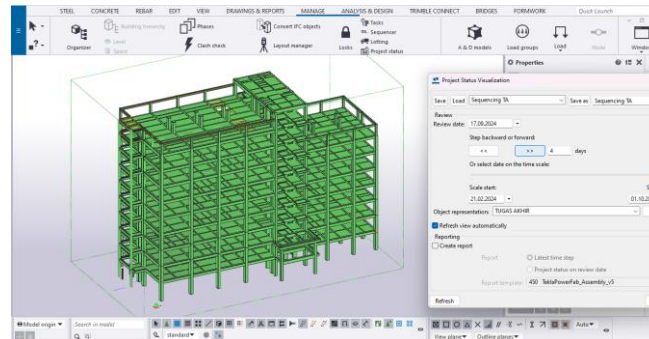
Gambar 21. Ilustrasi Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Kolom

Perencanaan alur pekerjaan balok dan pelat lantai yang dimulai dari garis As I dan diakhiri pada garis As E untuk zona 2, dan untuk zona 1 dimulai dari garis As E yang berakhir pada garis As A'. Ilustrasi alur tahapan pekerjaan balok dan pelat lantai dapat dilihat pada **Gambar 22**.



Gambar 22. Ilustrasi Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Balok dan Pelat Lantai

Dalam perencanaan tahapan pelaksanaan pekerjaan ini dapat divisualisasikan menjadi 3D dengan menampilkan progres pekerjaan pada setiap tahapnya, terdapat 21 tahap dalam perencanaan pelaksanaan pekerjaan ini yang pada setiap tahapnya terdapat perbedaan 1 pelaksanaan pekerjaan agar dapat mengefisienkan penggunaan bekisting. Ilustrasi tahapan pelaksanaan pekerjaan dapat dilihat pada **Gambar 23** dimana pada gambar tersebut menunjukkan proses pelaksanaan telah selesai dikerjakan.



Gambar 23. Ilustrasi 3D Sequencing

4. KESIMPULAN

Penggunaan pendekatan BIM, khususnya dengan *Tekla Structures*, terbukti sangat membantu dalam menciptakan model digital struktur atas Gedung Presisi 3. Meskipun ada tantangan di awal terkait pendetailan manual yang butuh ketelitian lebih, pada akhirnya model yang dihasilkan cukup representatif dan detail. Ini menunjukkan bahwa teknologi BIM memang sangat membantu untuk visualisasi dan perencanaan proyek konstruksi yang kompleks.

Melalui proses pemodelan ini, dapat merencanakan tahapan pekerjaan struktur atas. Dengan model BIM, kita bisa menganalisis dan mengoptimalkan urutan kerja. Ini sangat krusial untuk efisiensi waktu, sumber daya pekerja dan biaya di lapangan.

Penelitian ini menegaskan bahwa adopsi BIM dalam proyek konstruksi, seperti yang diterapkan di Gedung Presisi 3 ini, tidak hanya sebatas memvisualisasikan 3D tapi merupakan kebutuhan. BIM sangat membantu dalam meminimalisir kesalahan desain, mempercepat proses perencanaan, dan pada akhirnya, dapat dijadikan solusi untuk meningkatkan produktivitas proyek secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Fardha Masri dan R. Anggraini, “EFISIENSI MENGGUNAKAN TEKNOLOGI BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) DENGAN AUTODESK REVIT DALAM PEKERJAAN RUSUN KEJAKSAAN TINGGI SUMATERA BARAT”.
- [2] M. S. Hakim, “ANALISIS RENCANA ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN KOPERASI TKBM PELABUHAN BELAWAN,” 2022.
- [3] N. Laurensia dan A. S. M. Susanty, “PENGENDALIAN PENJADWALAN WAKTU DAN NILAI PROYEK DENGAN METODE CPM, PERT DAN KURVA S (Studi kasus : Proyek Pembangunan Fly Over Cakung oleh”.
- [4] J. Oberlyn Simanjuntak dan H. Putera Harefa, “ANALISIS PERBANDINGAN KOLOM PERSEGI DAN KOLOM BULAT DENGAN MUTU BETON, LUAS PENAMPANG DAN LUAS TULANGAN YANG SAMA,” 2021.
- [5] H. Parung, M. W. Tjaronge, R. Djamaluddin, R. Irmawaty, A. A. Amiruddin, A. R. Djamaluddin, T. Harianto, A. B. Muhiddin, A. Arsyad dan d. H. St Nur, “Sosialisasi Aplikasi Teknologi Building Information Modelling (BIM) pada Sektor Konstruksi Indonesia,” 2019.
- [6] A. Rachmayanti dan A. Rahmad Zulfikar, “PENGAMATAN PELAKSANAAN PEKERJAAN STRUKTUR KOLOM PADA PROYEK GEDUNG TERPADU PSIKOLOGI OLAHRAGA UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA DI PT. NINDYA KARYA,” 2024.

- [7] A. Ramadhan, “PENERAPAN KONSEP BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) DENGAN AUTODESK REVIT DALAM Mendukung PERENCANAAN GEDUNG HEMODIALISIS DI RSUD NEGARA BALI,” 2023.
- [8] T. Septian Yuwan Pratama Aji, D. Nursaleh dan D. Putra Arystianto, “METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN BETON BERTULANG PADA STRUKTUR ATAS PROYEK GEDUNG DI UPT PERPUSTAKAAN PROKLAMATOR BUNG KARNI,” 2024.
- [9] Standar Nasional Indonesia, “SNI 2847:2019,” *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*, 2019.
- [10] Kementrian PUPR, “MODUL 5,” *PEMODELAN 3D, 4D, 5D, 6D, DAN 7D SERTA SIMULASINYA DAN LEVEL OF DEVELOPMENT (LOD)*, 2018.