

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penyajian Data Proyek

Tahapan awal penelitian ini yaitu melakukan wawancara dalam bentuk pengumpulan data primer. Wawancara ini tidak dilakukan pengolahan khusus, hanya memastikan dan membantu pengumpulan data sekunder. Wawancara ini dilakukan kepada *manager engineer* Proyek Hotel *Royal executive*. Hasil wawancara ditunjukkan pada **Lampiran 3**.

Penelitian ini menggunakan studi kasus Proyek Hotel *Royal executive* dengan Pembangunan 8 lantai. Proyek ini digunakan sebagai studi kasus karena belum melakukan pengimplementasian BIM 4D dan penerapan metode percepatan *fast track*. Pada penelitian ini, akan diperoleh hasil penelitian berupa *scheduling simulation* BIM 4D setelah dilakukan penerapan metode percepatan waktu *fast track*. Masa pelaksanaan proyek ini dilakukan selama 70 minggu atau 487 hari kalender. Penelitian ini akan melakukan penerapan BIM 4D dan metode percepatan waktu *fast track* pada pekerjaan struktur dan arsitektur Proyek Hotel *Royal executive*.

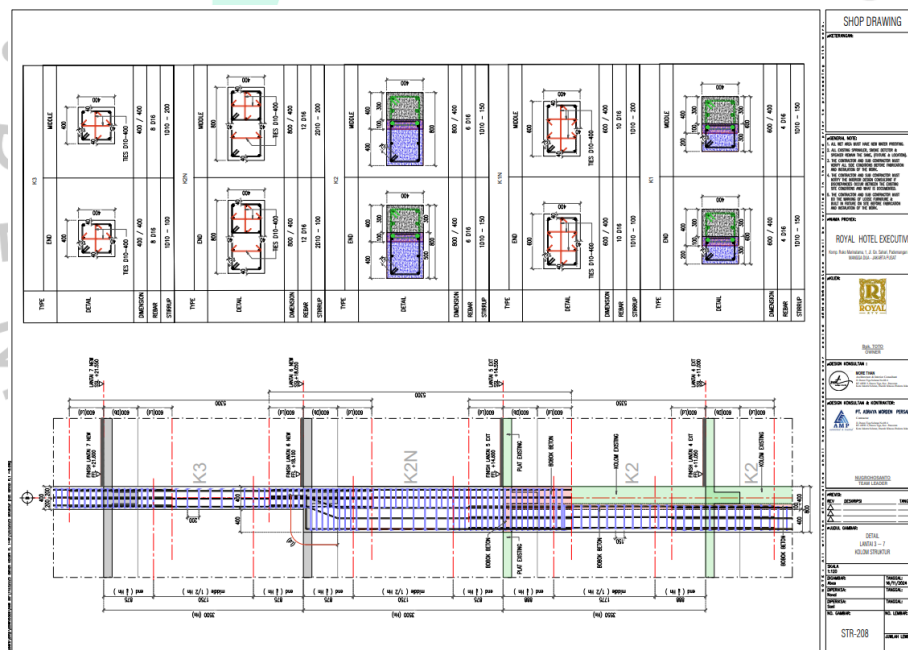
Data penelitian ini diperoleh dari data proyek yang diberikan kontraktor PT. Asraya Morden Persada, serta wawancara yang dilakukan kepada pihak proyek terkait beberapa informasi tambahan yang dibutuhkan. Data proyek yang diberikan oleh pihak kontraktor, meliputi data profil proyek, gambar kerja, *time schedule* perencanaan proyek, dan kurva S. Data tersebut akan digunakan sebagai bahan pengolahan BIM 4D dan metode percepatan waktu *fast track*. Data umum Proyek Hotel *Royal executive* ditunjukkan pada **Tabel 3.1**.

Dalam pengolahan data pada penelitian ini sangat bergantung pada kurva S dan gambar kerja proyek. Contoh gambar kerja proyek yang digunakan pada penelitian ini adalah denah proyek yang ditunjukkan pada **Gambar 4.1**.



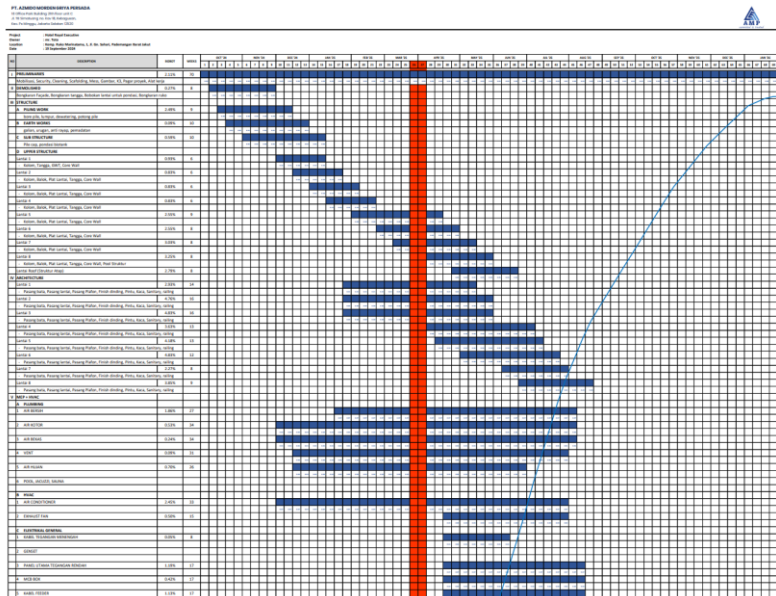
Gambar 4. 1 Denah Proyek Hotel *Royal executive*

Selain itu, dalam penyusunan BIM 3D menggunakan revit sangat dibutuhkan gambar detail pekerjaan struktur. Gambar detail pekerjaan struktur ditunjukkan pada **Gambar 4.2.**



Gambar 4. 2 Detail Pekerjaan Kolom

Dalam penelitian ini, dibutuhkan kurva S proyek untuk melihat perbandingan durasi sebelum dan setelah percepatan. Kurva S proyek ditunjukkan pada **Gambar 4.3.**



Gambar 4. 3 Kurva S Proyek Hotel Royal executive

Data proyek seperti denah proyek, detail pekerjaan, kurva S secara lengkap yang digunakan dalam penelitian ini akan ditunjukkan pada **Lampiran**.

4.2 Analisis Pengolahan Data

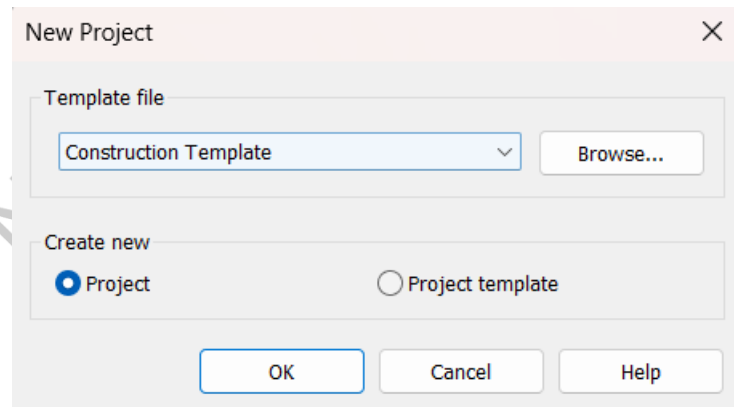
Penelitian ini melakukan beberapa tahap analisis pengolahan data untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian. Tahap penyusunan BIM 3D dilakukan menggunakan aplikasi Autodesk Revit yang menunjukkan bangunan 3D pada pekerjaan struktur dan arsitektur. Setelah melakukan penyusunan BIM 3D, dilakukan penyusunan jaringan kerja menggunakan aplikasi Microsoft Project menggunakan acuan Kurva S proyek penelitian ini. Untuk memperoleh perbandingan durasi, dilakukan penyusunan percepatan metode *fast track* menggunakan aplikasi Microsoft Project. Setelah melakukan penyusunan BIM 3D dan jaringan kerja, hal tersebut diintegrasikan untuk memperoleh tujuan penelitian yaitu *scheduling simulation* penjadwalan normal dan percepatan *fast track*.

4.2.1 Penyusunan BIM 3D pada Revit

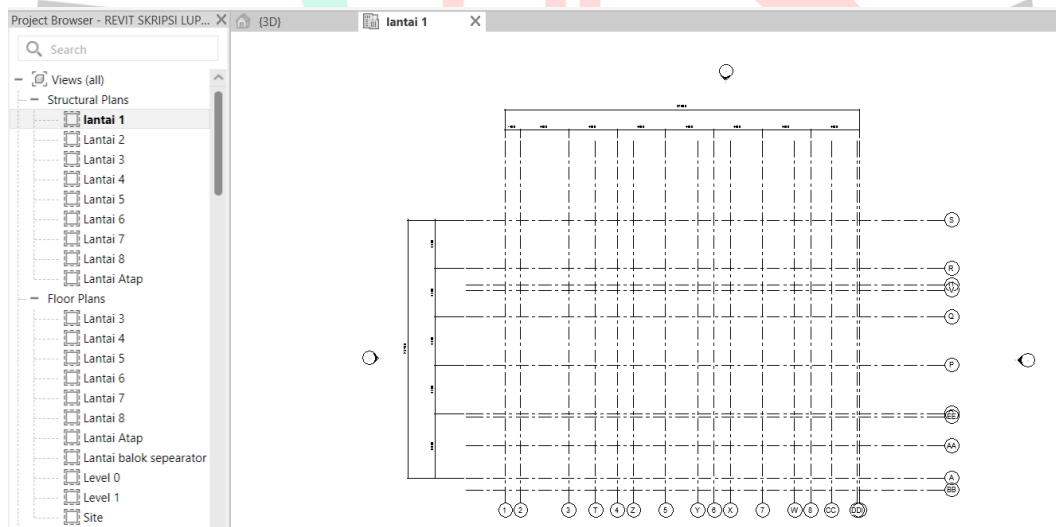
Proses analisis pengolahan data yang pertama dilakukan yaitu melakukan penyusunan BIM 3D menggunakan Revit sebagai salah satu bahan untuk menghasilkan *scheduling simulation*. Pada penyusunan BIM 3D dimulai dengan penyusunan pemodelan

struktur pada revit, yang dilengkapi dengan penyusunan arsitektur pada pemodelan BIM 3D tersebut. Tahapan penyusunan BIM 3D menggunakan *Autodesk Revit*, yaitu:

- a. Membuka aplikasi Revit dan memilih template file yaitu *project construction template* yang ditunjukkan pada **Gambar 4.4**. Kemudian dilanjutkan untuk membuat *grid*, dan level sesuai dengan denah proyek hotel *royal executive* yang ditunjukkan pada **Gambar 4.5**.



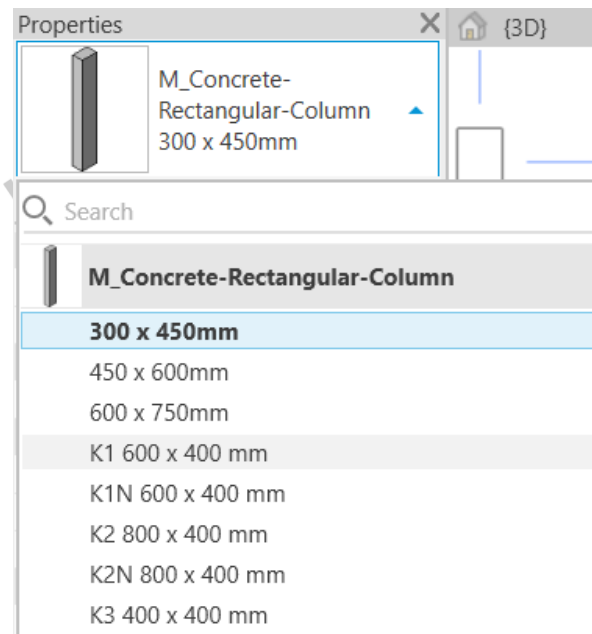
Gambar 4. 4 Template File Revit Proyek Hotel *Royal executive*



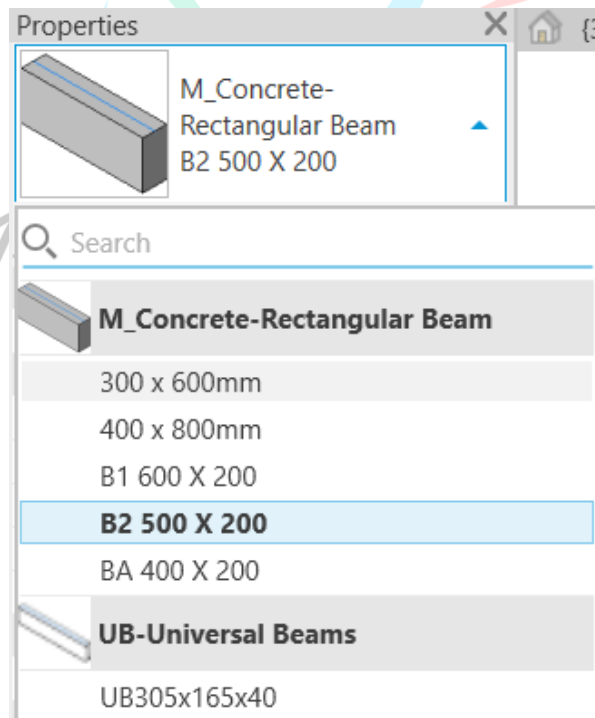
Gambar 4. 5 Grid dan Level Proyek Hotel *Royal executive*

- b. Membuat *duplicate pile cap*, kolom, balok, pelat lantai, dan *corewall* dari *family* revit pekerjaan struktur. Kolom dan balok pada proyek ini memiliki ukuran yang bervariasi. Pekerjaan kolom memiliki 5 jenis ukuran dengan satuan milimeter yaitu K3 (400 × 400), K2N (800 × 400), K2 (800 × 400) dengan jenis ukuran rebar yang berbeda dengan K2N, K1N (600 × 400), dan K1 (600 × 400) dengan jenis ukuran rebar yang berbeda dengan K1N. Jenis ukuran kolom yang digunakan pada pemodelan penelitian

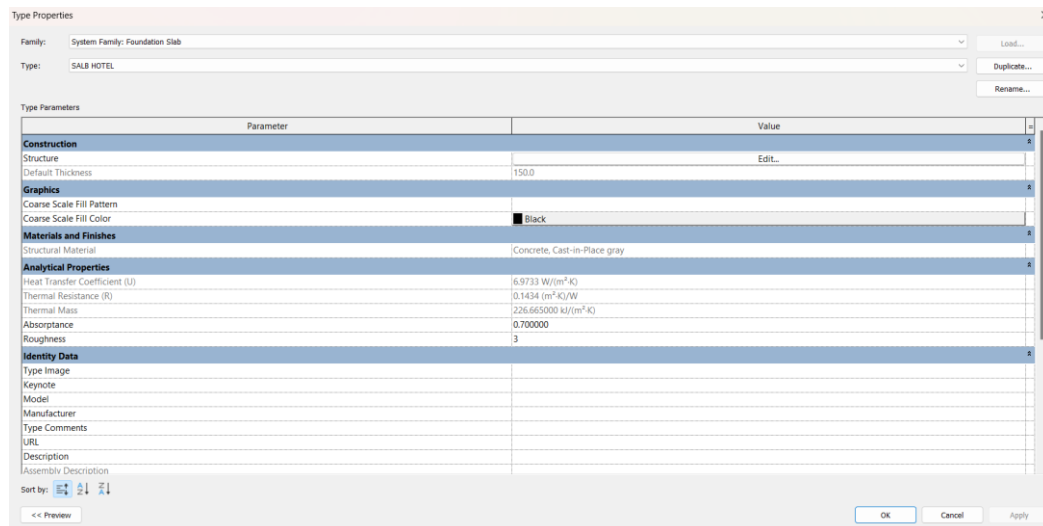
ini ditunjukkan pada **Gambar 4.6**. Pekerjaan balok memiliki 3 jenis ukuran dengan satuan milimeter yaitu B1 (600×200), B2 (500×200), dan BA (400×200). Jenis ukuran balok yang digunakan pada pemodelan penelitian ini ditunjukkan pada **Gambar 4.7**. Pelat lantai yang digunakan pada proyek ini memiliki tebal 150 mm, hal tersebut ditunjukkan pada **Gambar 4.8**.



Gambar 4. 6 *Properties* Ukuran Kolom Proyek Hotel Royal executive



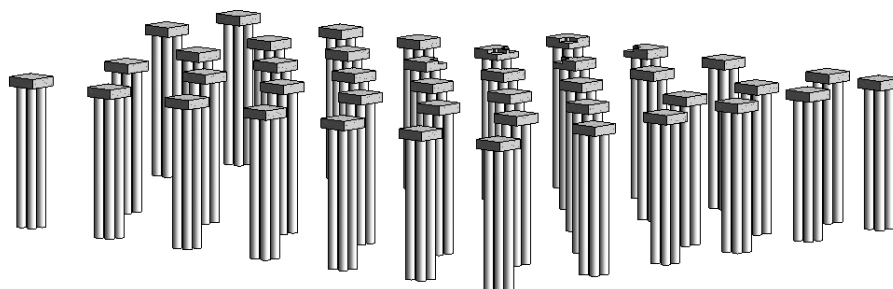
Gambar 4. 7 *Properties* Ukuran Balok Proyek Hotel Royal executive



Gambar 4. 8 *Properties* Ukuran Pelat Lantai Proyek Hotel *Royal executive*

Penelitian ini menggunakan *properties* dan ukuran yang serupa antara lantai 1 sampai lantai 8, sehingga yang digunakan pada penelitian ini sesuai yang tertera pada gambar di atas.

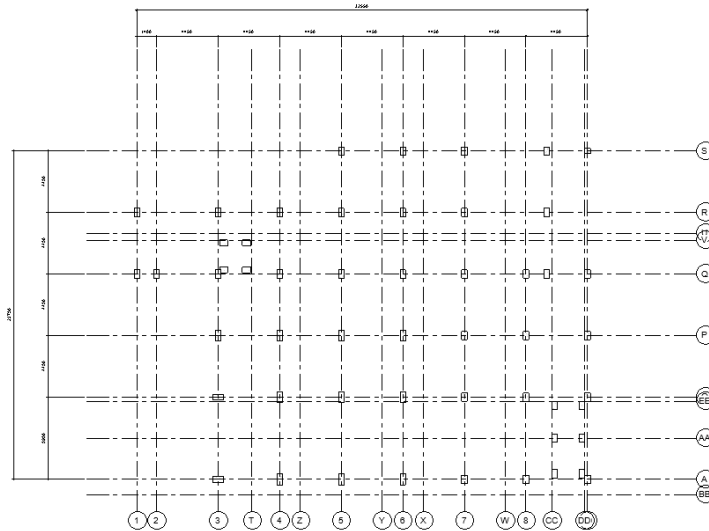
1. Setelah memasukan *properties* yang sesuai dengan gambar kerja proyek, masukan *pile cap* pada *grid* revit sesuai dengan titik lokasi *pile cap* pada gambar kerja. *Pile cap* yang sudah sesuai dengan *grid* ditunjukkan pada **Gambar 4.9**.



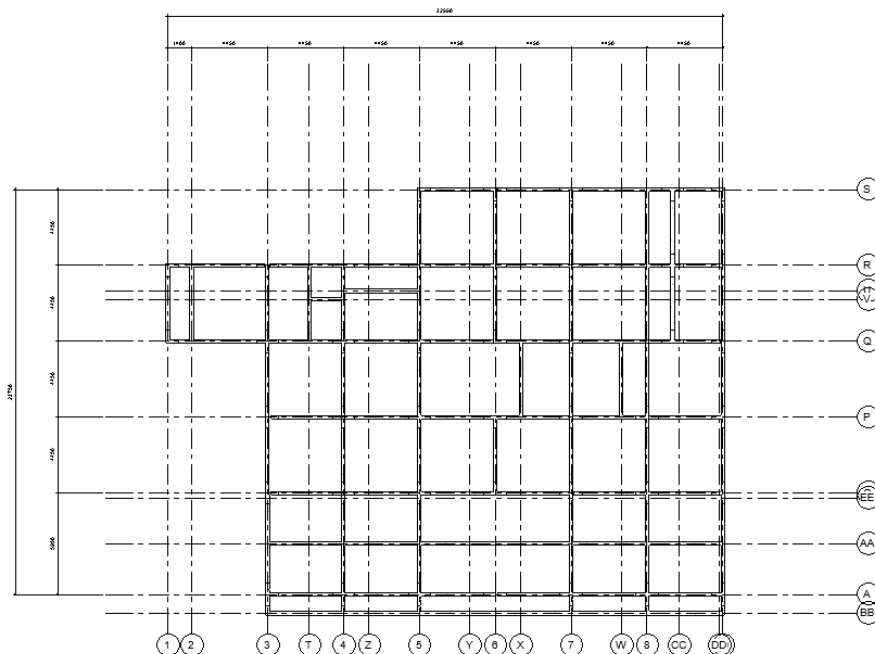
Gambar 4. 9 *Pile cap* sesuai Titik Gambar Kerja Proyek

Gambar diatas merupakan penyusunan *pilecap* sesuai dengan titik *grid* pada gambar kerja. *Pilecap* yang digunakan sesuai pada *family* revit hanya menyesuaikan ukuran sesuai dengan yang digunakan pada proyek, dan dapat dilihat dalam bentuk 3D seperti gambar di atas.

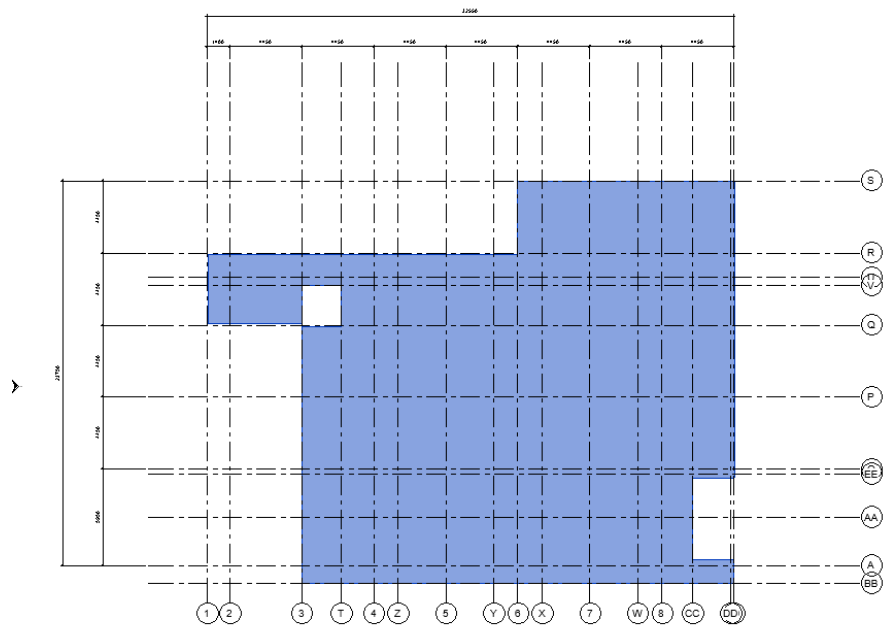
2. Untuk membuat kolom lantai pertama, masukan *properties* kolom sesuai dengan ukuran dan titik yang dibutuhkan pada gambar kerja yang ditunjukkan pada **Gambar 4.10**. Setelah kolom sudah dimasukkan, lakukan hal yang serupa untuk pekerjaan balok, hal tersebut ditunjukkan pada **Gambar 4.11**. Setelah kolom dan balok sudah tersusun sesuai dengan rencana, masukan pelat lantai dengan ketebalan 150 mm pada lantai yang diinginkan, hal tersebut ditunjukkan pada **Gambar 4.12**.



Gambar 4. 10 Titik Kolom sesuai Gambar Proyek

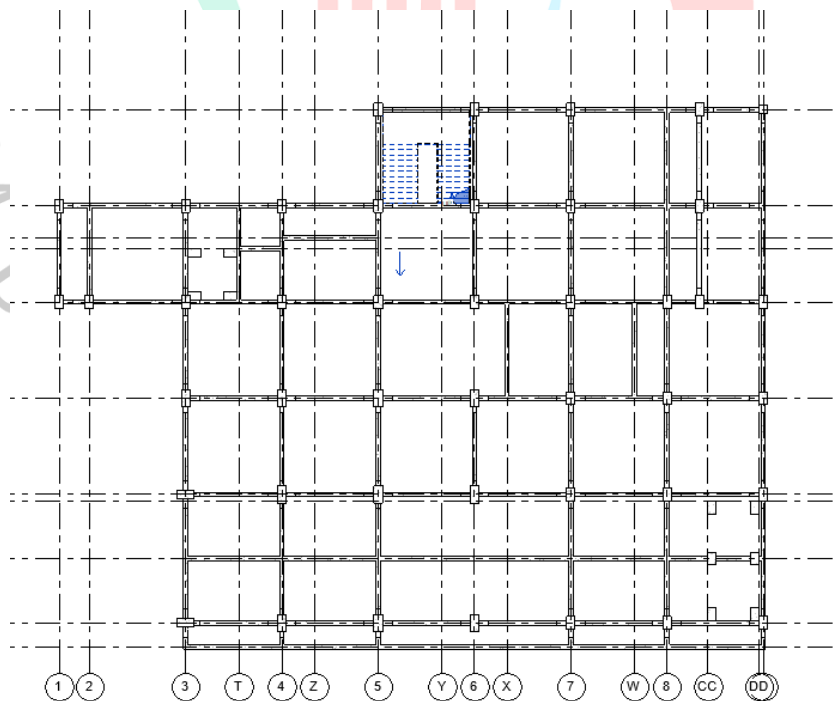


Gambar 4. 11 Balok sesuai Gambar Proyek



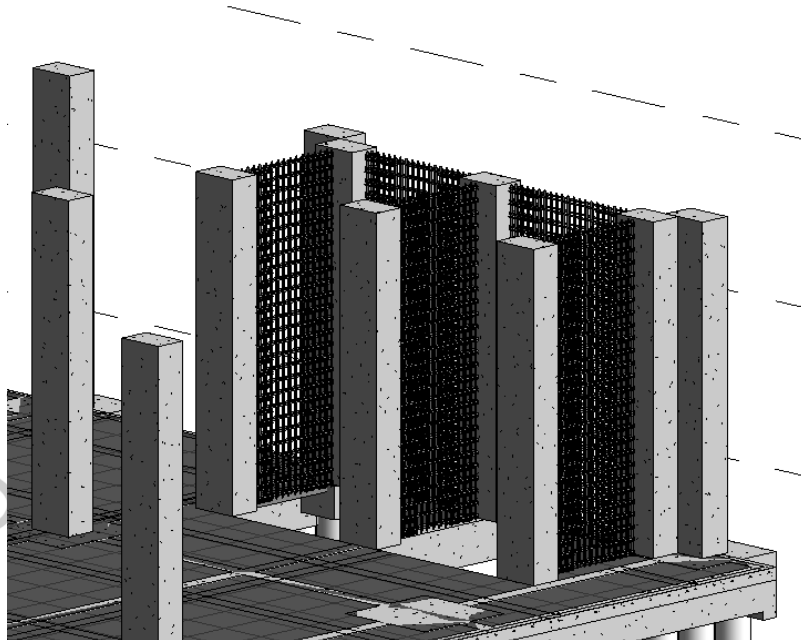
Gambar 4. 12 Pelat Lantai dengan Ketebalan 150 mm

- Setelah tersusun *pile cap*, kolom, balok, dan pelat lantai tersusun, dilakukan pembuatan tangga pada revit sesuai dengan denah proyek. Hal tersebut ditunjukkan pada **Gambar 4.13**.



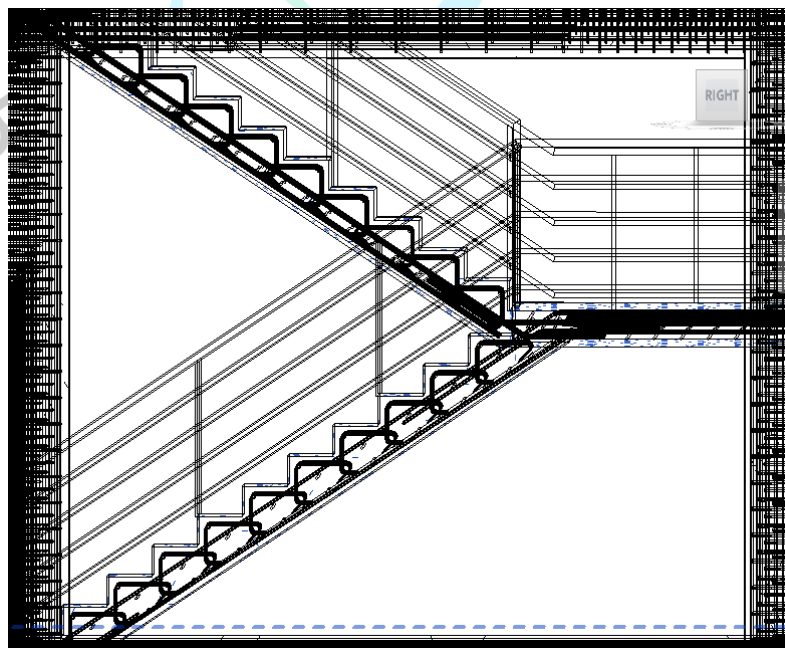
Gambar 4. 13 Pembuatan Tangga pada Revit sesuai dengan Gambar Kerja

4. Dilakukan penyusunan *corewall* pada revit dengan ketebalan 200 mm, sekaligus membuat tulangan pada *corewall* dengan detail penggunaan tulangan D16-150 mm. *Corewall* dan pembesian yang telah terbentuk ditunjukkan pada **Gambar 4.14**.



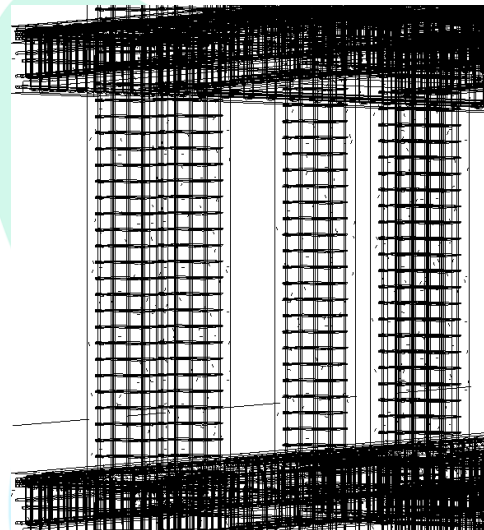
Gambar 4. 14 Corewall dan pembesian yang telah terbentuk pada Revit

5. Dilakukan pembuatan pembesian pada tangga sesuai dengan ketentuan detail proyek yaitu menggunakan pembesian D13-150 mm. Besi yang telah disusun pada Revit ditunjukkan pada **Gambar 4.15**.

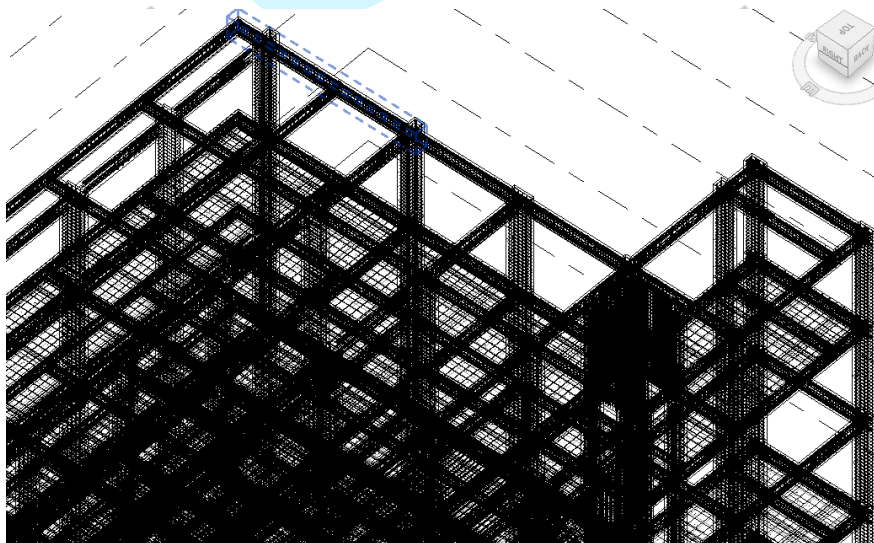


Gambar 4. 15 Pembesian Tangga pada Revit

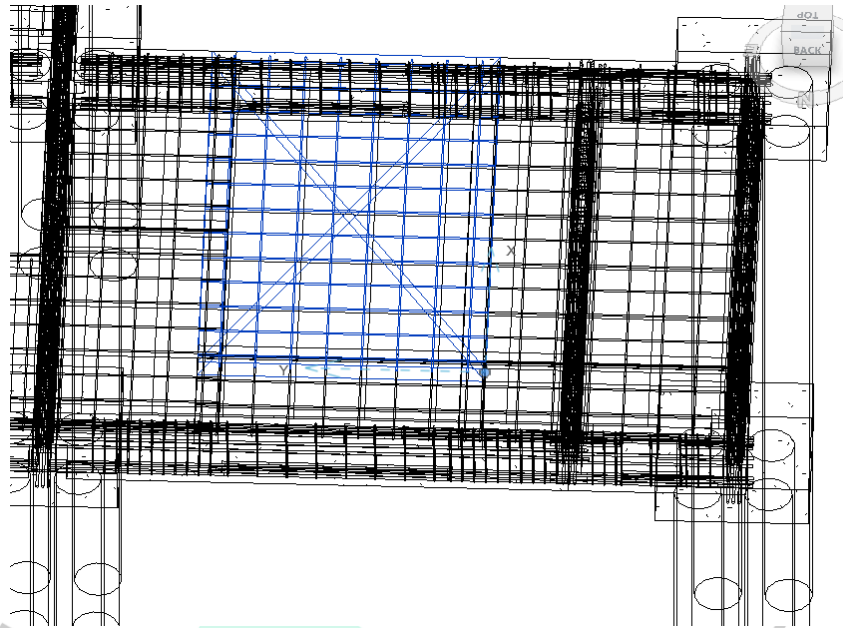
6. Setelah dilakukan pembesian pada *corewall* dan tangga, dilakukan pembuatan pembesian pada kolom, balok, dan pelat lantai yang telah dibuat pada Revit sesuai dengan titik gambar proyek. Ukuran pembesian pada kolom menggunakan besi tulangan diameter 16 mm dan besi sengkang diameter 10 mm. Perbedaan ukuran kolom membedakan jumlah tulangan yang digunakan pada kolom tersebut. Pembesian kolom pada Revit ditunjukkan pada **Gambar 4.16**. Ukuran pembesian balok memiliki 2 jenis ukuran tulangan yaitu diameter 22 mm dan 16 mm, sedangkan sengkang yang digunakan yaitu besi diameter 10 mm. Pembesian balok pada Revit ditunjukkan pada **Gambar 4.17**. Ukuran pembesian pelat lantai yang digunakan yaitu besi diameter 13 mm. Pembesian pelat lantai pada Revit ditunjukkan pada **Gambar 4.18**.



Gambar 4. 16 Pembesian Kolom pada Revit



Gambar 4. 17 Pembesian Balok pada Revit



Gambar 4. 18 Pembesian Pelat Lantai pada Revit

7. Setelah *pile cap* dan struktur atas telah dilakukan penyusunannya pada Revit, dilakukan penyesunan pekerjaan arsitektur pada revit yaitu pekerjaan *plafond*, dinding bata, lantai keramik, dan pintu pada revit. Penyusunan dinding pada revit menggunakan *properties* dinding bata pada **Gambar 4.19** dan dinding bata yang telah disusun pada revit ditunjukkan pada **Gambar 4.20**. Setelah dinding bata tersusun, masukan pintu sesuai dengan denah proyek, hal tersebut ditunjukkan pada **Gambar 4.21**.

Edit Assembly

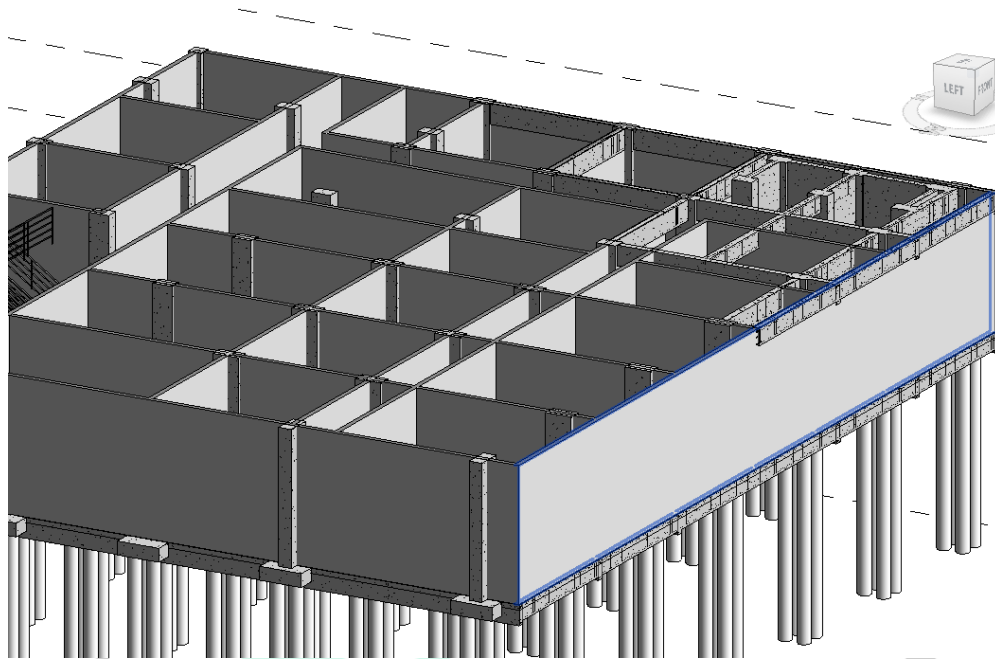
Family: Basic Wall
Type: dinding bata lufi
Total thickness: 150.0 (Default)
Resistance (R): 0.2810 (m²·K)/W
Thermal Mass: 188.50 kJ/(m²·K)

Layers				
EXTERIOR SIDE				
	Function	Material	Thickness	Wraps
1	Core Boundary	Layers Above Wrap	0.0	
2	Finish 1 [4]	Plaster	15.0	
3	Structure [1]	Brick, Common	120.0	
4	Finish 1 [4]	Plaster	15.0	
5	Core Boundary	Layers Below Wrap	0.0	

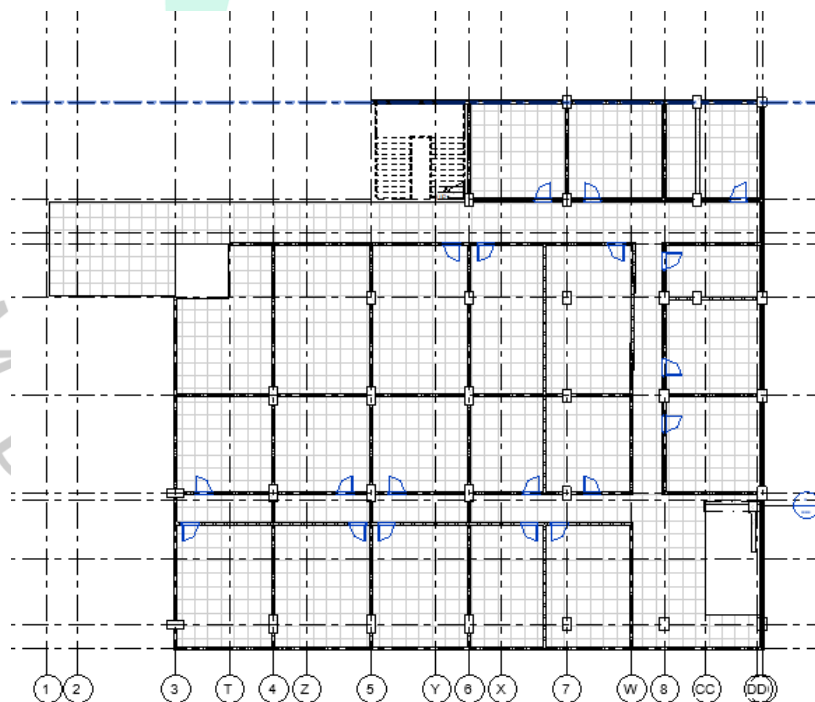
INTERIOR SIDE

Insert Delete Up Down

Gambar 4. 19 *Properties* Dinding Bata pada Revit



Gambar 4. 20 Dinding yang telah Tersusun pada Revit



Gambar 4. 21 Denah Lokasi Pintu pada Revit

8. Setelah pintu dan dinding bata tersusun dengan baik pada Revit, dilakukan penyusunan lantai keramik dan *plafond* pada revit. *Properties* lantai keramik yang digunakan pada Revit ditunjukkan pada **Gambar 4.22**, sedangkan lantai keramik yang telah tersusun pada Revit ditunjukkan pada **Gambar 4.23**. Plafond yang digunakan pada revit ditunjukkan pada **Gambar 4.24**.

Edit Assembly

Family: Floor

Type: floor arstek lupi

Total thickness: 88.0 (Default)

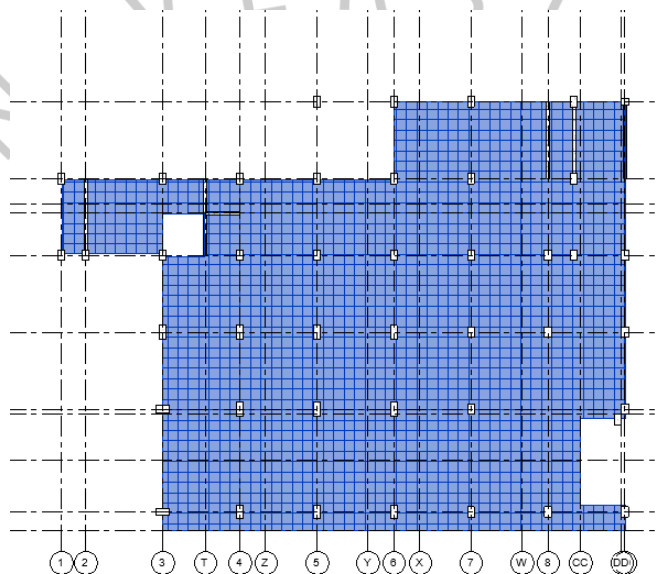
Resistance (R): 0.0000 (m²·K)/W

Thermal Mass: 0.00 kJ/(m²·K)

Layers

	Function	Material	Thickness	Wraps	Structural Material
1	Core Boundary	Layers Above Wrap	0.0		
2	Structure [1]	ubin keramik 600x600	8.0	☐	☐
3	Structure [1]	spesi lantai	30.0	☐	☒
4	Structure [1]	pasir urug	50.0	☐	☐
5	Core Boundary	Layers Below Wrap	0.0		
			</		

Gambar 4. 22 Properties Lantai Keramik pada Revit



Gambar 4. 23 Lantai Keramik yang telah Tersusun pada Revit

Properties

Compound Ceiling Plain

Ceilings (1) Edit Type

Constraints

Level lantai 1

Height Offset Fr... 3400.0

Room Bounding ☒

Dimensions

Slope

Perimeter 67388.6

Area 112.865 m²

Volume 6.433 m³

Identity Data

Image

Comments

Mark

Phasing

Phase Created New Construction

Phase Demolish... None

{3D}

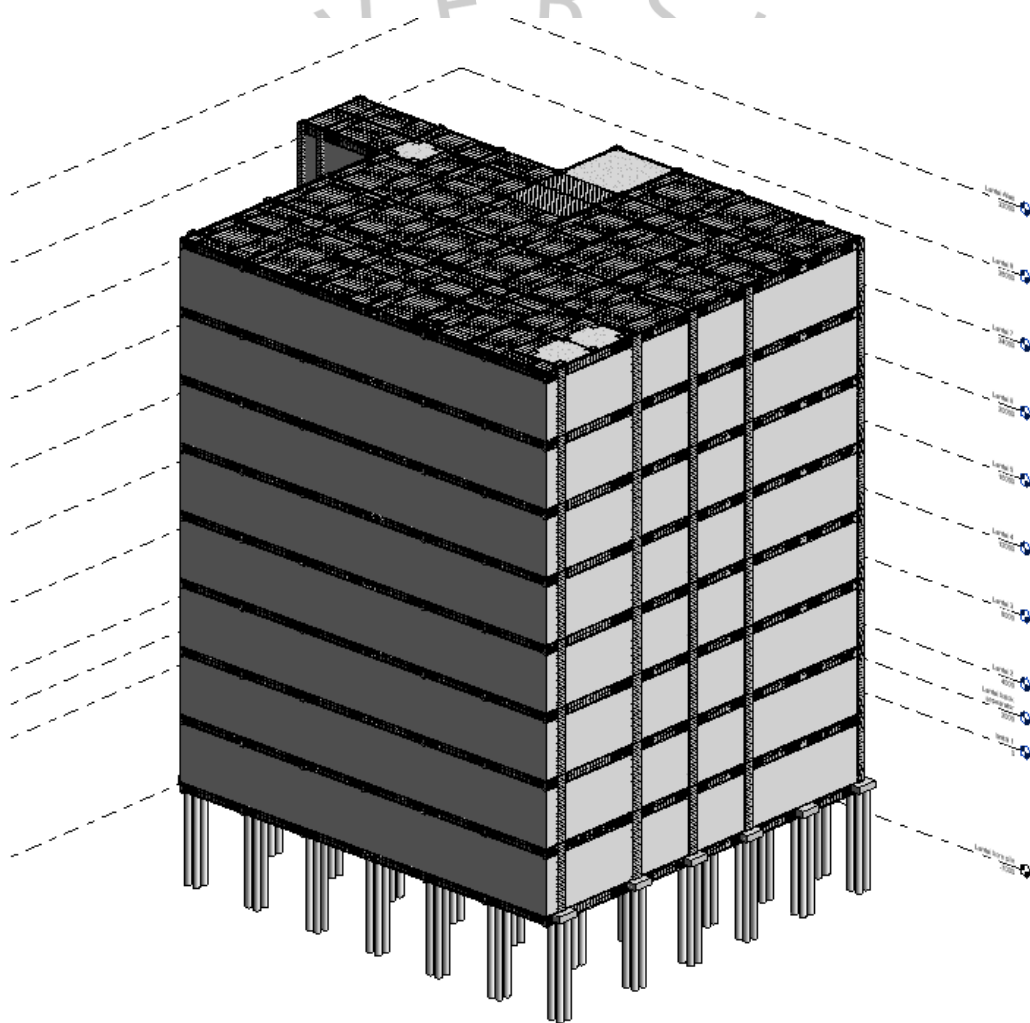
Lantai 2

Lantai 3

lantai 1

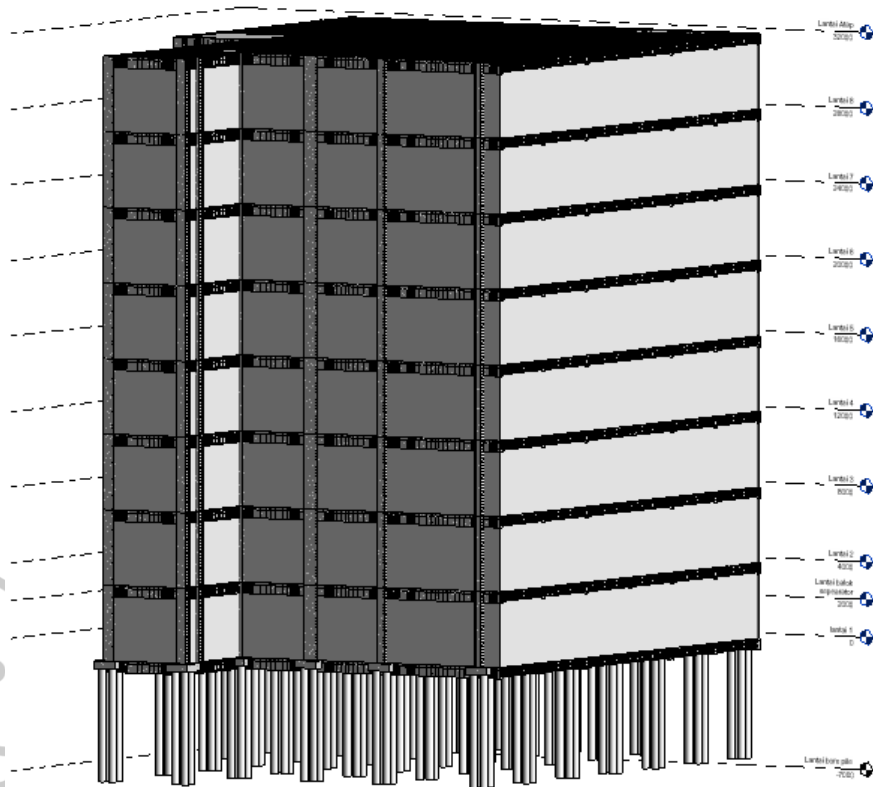
Gambar 4. 24 Plafond yang Tersusun pada Revit

9. Setelah pekerjaan struktur atas dan pekerjaan arsitektur telah dikerjakan secara keseluruhan pada lantai 1, pilih seluruh pekerjaan pada lantai 1, kemudian *copy* dan *paste selected level* sesuai dengan jumlah lantai yang diinginkan. Hal ini dapat dilakukan pada jenis bangunan yang tipikal. Pada penelitian ini lakukan *copy* pekerjaan pada lantai 1 kemudian *paste* pada lantai 2 sampai dengan lantai 8. Hal ini dikarenakan pada penelitian ini memiliki kriteria bangunan hotel yang tipikal. Pemodelan BIM 3D pada Revit yang telah dilakukan dari lantai 1 sampai dengan lantai 8 ditunjukkan pada **Gambar 4.25**.

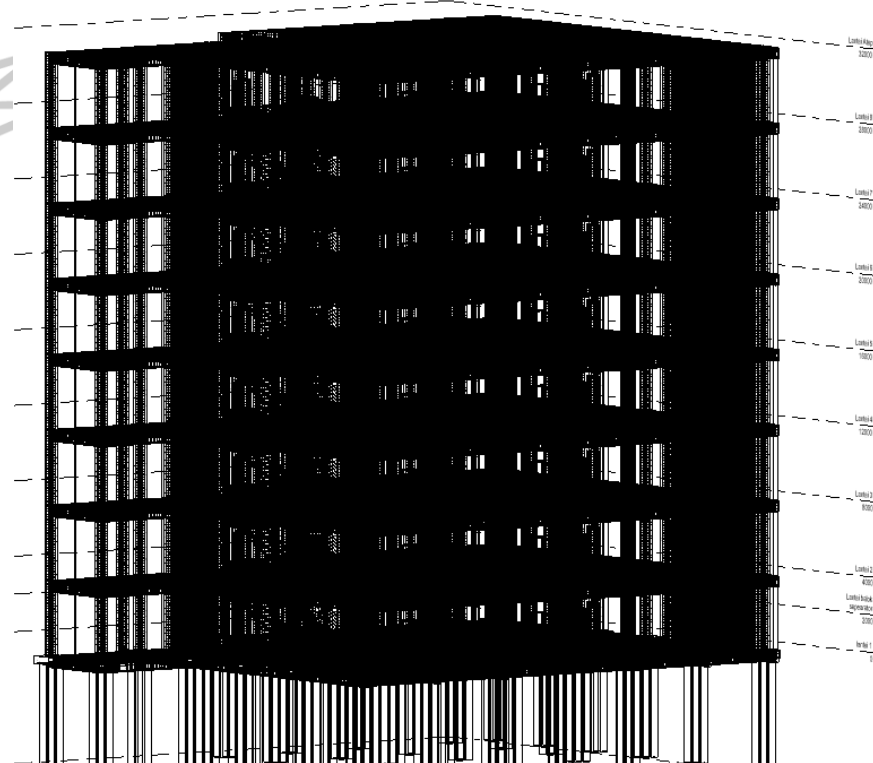


Gambar 4. 25 Pemodelan BIM 3D lantai 1 sampai Lantai 8

10. Penyusunan BIM 3D telah dilakukan sesuai dengan gambar kerja proyek dan telah menyesuaikan penggunaan detail sesuai dengan rencana proyek. Pemodelan BIM 3D ditunjukkan pada **Gambar 4.26**, dan tampak pembesian lantai 1 sampai lantai 8 ditunjukkan pada **Gambar 4.27**.



Gambar 4. 26 Pemodelan 3D Proyek Hotel *Royal executive*



Gambar 4. 27 Tampak Pembesian Pemodelan BIM 3D Proyek Hotel *Royal executive*

4.2.2 Penyusunan Jaringan Kerja pada Ms Project dalam Keadaan Normal

Pada penelitian ini memiliki kurva S yang dijadikan sebagai acuan dalam menyusun penjadwalan keadaan normal. Kurva S menyediakan waktu dan jumlah durasi setiap jenis pekerjaan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Untuk mengetahui pekerjaan yang memiliki kemungkinan keterlambatan atau pekerjaan yang memiliki durasi cukup panjang, dilakukan penjadwalan menggunakan microsoft project untuk menghasilkan lintasan kritis. Penyusunan penjadwalan dalam keadaan normal ini menggunakan acuan kurva S untuk mengetahui durasi dan tanggal mulai dan selesainya setiap item pekerjaan. Dengan adanya penjadwalan menggunakan Microsoft project dapat dikembangkan untuk melihat visualisasi dari penjadwalan tersebut melalui penerapan BIM 4D. Penyusunan jaringan kerja pada penjadwalan keadaan normal, sebagai berikut:

a. Mempersiapkan data proyek yang dibutuhkan dalam penyusunan jaringan kerja

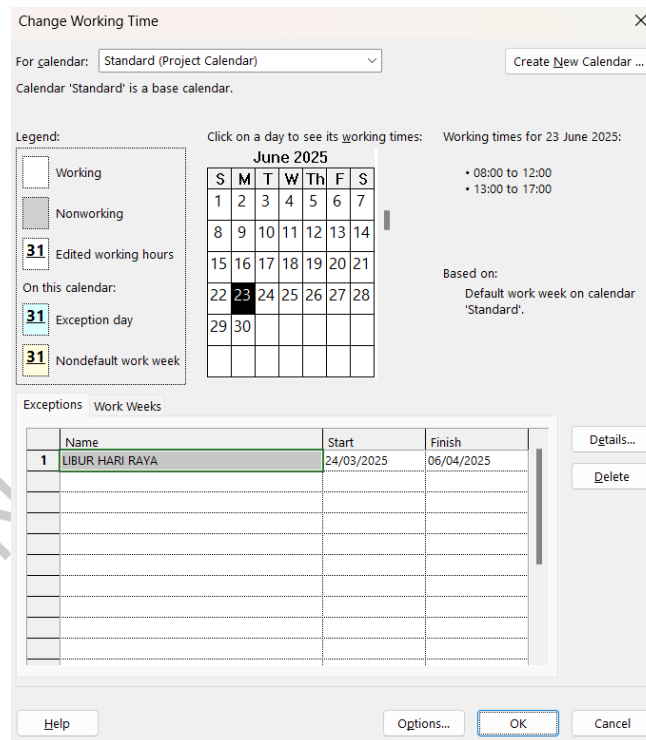
Sebelum melakukan penjadwalan pada Microsoft project, pada penelitian ini menganalisis dan mendetailkan beberapa item pekerjaan struktur dan mempersiapkan durasi sesuai yang direncanakan pada kurva S. Data pekerjaan struktur dan arsitektur selanjutnya akan disusun pada Microsoft project sesuai urutan waktu pengerjaan. Hal tersebut akan mempermudah analisis jaringan hubungan antar pekerjaan.

b. Memasukkan informasi proyek pada Microsoft project

Tahap pertama yang dilakukan pada Microsoft project adalah memasukan informasi proyek, seperti hari kerja, jam kerja, dan hari libur atau hari yang dikecualikan dalam *progress* pekerjaan. Informasi proyek terkait waktu mulai dan selesai proyek ditunjukkan pada **Gambar 4.28**. Sedangkan, informasi proyek terkait hari kerja, hari libur, dan jam kerja ditunjukkan pada **Gambar 4.29**.

Custom Field Name	Value

Gambar 4. 28 Informasi Waktu Proyek Hotel *Royal executive*



Gambar 4. 29 Hari dan Jam Kerja Proyek *Royal executive*

c. Memahami dan mengatur urutan pekerjaan

Tahapan ini, dilakukan pengurutan dan pendetailan beberapa item pekerjaan sesuai dengan urutan pelaksanaan pekerjaan tersebut. Lakukan penginputan urutan pekerjaan pada bagian *task name Microsoft Project*. Contoh detail item pekerjaan yang diinput pada *task name* sesuai dengan urutan pengerjaan ditunjukkan pada **Gambar 4.30**. Secara lengkap urutan pekerjaan akan ditunjukkan pada bagian **Lampiran**.

Task Mode	Task Name
	↳ D.2. Lantai 2
	↳ Kolom
	pembesian
	bekisting
	pengecoran
	↳ Corewall
	pembesian
	bekisting
	pengecoran
	↳ Balok
	bekisting
	pembesian
	pengecoran
	↳ Pelat lantai
	bekisting
	pembesian
	pengecoran
	↳ Tangga
	bekisting
	pembesian
	pengecoran

Gambar 4. 30 Urutan Pekerjaan pada Microsoft Project

d. Mengatur durasi setiap urutan pekerjaan sesuai dengan rencana proyek

Pada penelitian ini menggunakan kurva S sebagai acuan untuk melihat durasi setiap item pekerjaan sesuai dengan rencana. Durasi yang disediakan kurva S merupakan durasi secara garis besar setiap item pekerjaan. Untuk memperoleh durasi pendetailan pekerjaan struktur direncanakan secara logis dan dikonsultasikan kepada pihak proyek. Durasi yang telah disediakan *diinput* kedalam Microsoft project bagian duration. Contoh durasi pendetailan pada Microsoft pekerjaan struktur ditunjukkan pada **Gambar 4.31**. Sedangkan, durasi secara detail ditunjukkan pada bagian **Lampiran**. Setelah memasukan durasi yang dibutuhkan pada setiap item pekerjaan, pilih bagian *auto schedule* untuk menghasilkan tanggal mulai dan selesai secara otomatis setelah *penginputan predecessors*.

Task Mode	Task Name	Duration
	D.2. Lantai 2	42 days
	Kolom	9 days
	pembesian	4 days
	bekisting	3 days
	pengecoran	2 days
	Corewall	9 days
	pembesian	4 days
	bekisting	3 days
	pengecoran	2 days
	Balok	9 days
	bekisting	3 days
	pembesian	4 days
	pengecoran	2 days
	Pelat lantai	9 days
	bekisting	3 days
	pembesian	4 days
	pengecoran	2 days
	Tangga	6 days
	bekisting	2 days
	pembesian	3 days
	pengecoran	1 day

Gambar 4.31 Urutan pekerjaan dan durasi item pekerjaan

e. Mengatur hubungan jaringan pekerjaan pada pekerjaan struktur

Setelah ururtan dan durasi telah tersusun pada Microsoft project, lakukan *penginputan predecessors* dengan melihat jaringan pekerjaan yang sesuai ddan logis pada Microsoft project. Contoh hubungan jaringan pekerjaan yang direncanakan untuk disusun pada Microsoft project ditunjukkan pada **Tabel 4.1**.

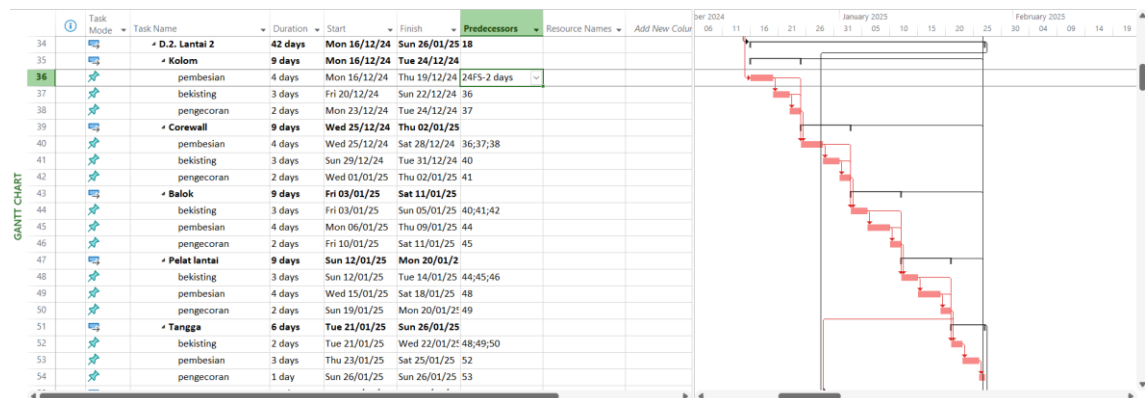
Tabel 4. 1 Contoh Hubungan Aktivitas Antar Pekerjaan

No.	Pekerjaan	Hubungan Aktivitas Pekerjaan	Keterangan Hubungan
34	Lantai 2		
35	1. Kolom		
36	Pembesian	24FS-2 <i>days</i>	Dikerjakan 2 hari sebelum pembesian corewall selesai
37	Bekisting	36	Dikerjakan setelah pekerjaan pembesian selesai
38	Pengecoran	37	Dikerjakan setelah pekerjaan bekisting selesai
39	2. Corewall		
40	Pembesian	36;37;38	Dikerjakan setelah pekerjaan kolom selesai
41	Bekisting	40	Dikerjakan setelah pekerjaan pembesian selesai
42	Pengecoran	41	Dikerjakan setelah pekerjaan bekisting selesai
43	3. Balok		
44	Bekisting	40;41;42	Dikerjakan setelah pekerjaan corewall selesai
45	Pembesian	44	Dikerjakan setelah pekerjaan bekisting selesai
46	Pengecoran	45	Dikerjakan setelah pekerjaan pembesian selesai
47	4. Pelat Lantai		
48	Bekisting	44;45;46	Dikerjakan setelah pekerjaan balok selesai
49	Pembesian	48	Dikerjakan setelah pekerjaan bekisting selesai
50	Pengecoran	49	Dikerjakan setelah pekerjaan pembesian selesai
51	5. Tangga		
52	Bekisting	48;49;50	Dikerjakan setelah pekerjaan pelat lantai selesai
53	Pembesian	52	Dikerjakan setelah pekerjaan bekisting selesai
54	Pengecoran	53	Dikerjakan setelah pekerjaan pembesian selesai
55	Lantai 3		
56	1. Kolom		

No.	Pekerjaan	Hubungan Aktivitas Pekerjaan	Keterangan Hubungan
57	Pembesian	50FS-22 <i>days</i>	Dikerjakan 22 hari sebelum pengecoran pelat lantai selesai
58	Bekisting	57	Dikerjakan setelah pekerjaan pembesian selesai
59	Pengecoran	58	Dikerjakan setelah pekerjaan bekisting selesai
60	2. Corewall		
61	Pembesian	57;58;59	Dikerjakan setelah pekerjaan kolom selesai
62	Bekisting	61	Dikerjakan setelah pekerjaan pembesian selesai
63	Pengecoran	62	Dikerjakan setelah pekerjaan bekisting selesai
64	3. Balok		
65	Bekisting	61;62;63	Dikerjakan setelah pekerjaan corewall selesai
66	Pembesian	65	Dikerjakan setelah pekerjaan bekisting selesai
67	Pengecoran	66	Dikerjakan setelah pekerjaan pembesian selesai
68	4. Pelat Lantai		
69	Bekisting	65;66;67	Dikerjakan setelah pekerjaan balok selesai
70	Pembesian	69	Dikerjakan setelah pekerjaan bekisting selesai
71	Pengecoran	70	Dikerjakan setelah pekerjaan pembesian selesai
72	5. Tangga		
73	Bekisting	69;70;71	Dikerjakan setelah pekerjaan pelat lantai selesai
74	Pembesian	73	Dikerjakan setelah pekerjaan bekisting selesai
75	Pengecoran	74	Dikerjakan setelah pekerjaan pembesian selesai

Setelah merencanakan bagaimana hubungan antar pekerjaan, masukan *predesecors* pada Microsoft project sesuai dengan hubungan tersebut. Contoh hasil *Microsoft Project* setelah melakukan penginputan *predesecors* ditunjukkan pada **Gambar 4.32**.

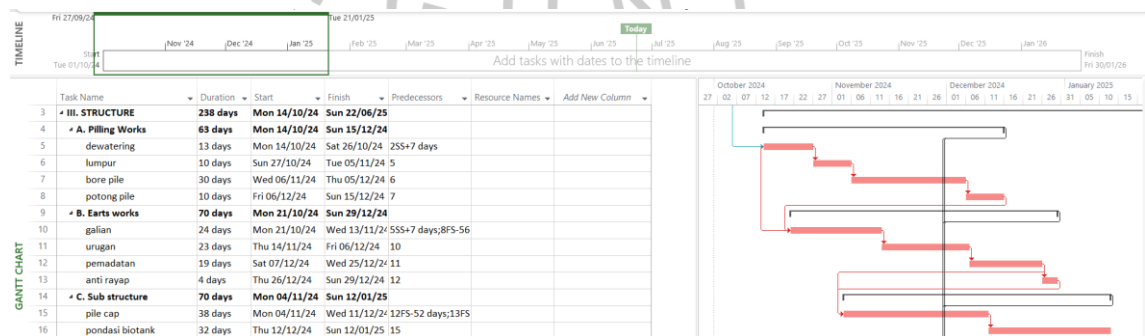
Hasil Microsoft project setelah dilakukan penginputan predeseccors secara lengkap ditunjukkan pada **Lampiran**.



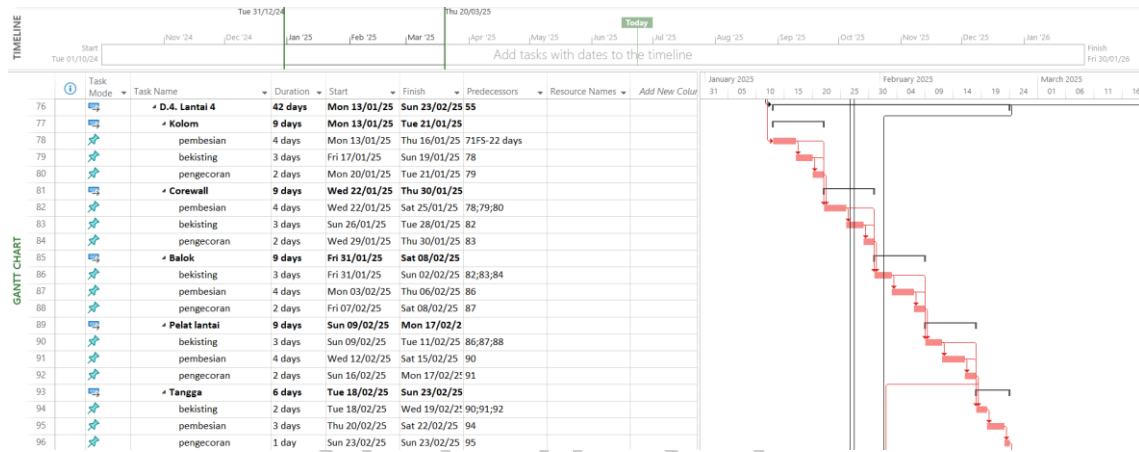
Gambar 4. 32 Contoh Hasil Microsoft Project

f. Menganalisis lintasan kritis pada penjadwalan normal

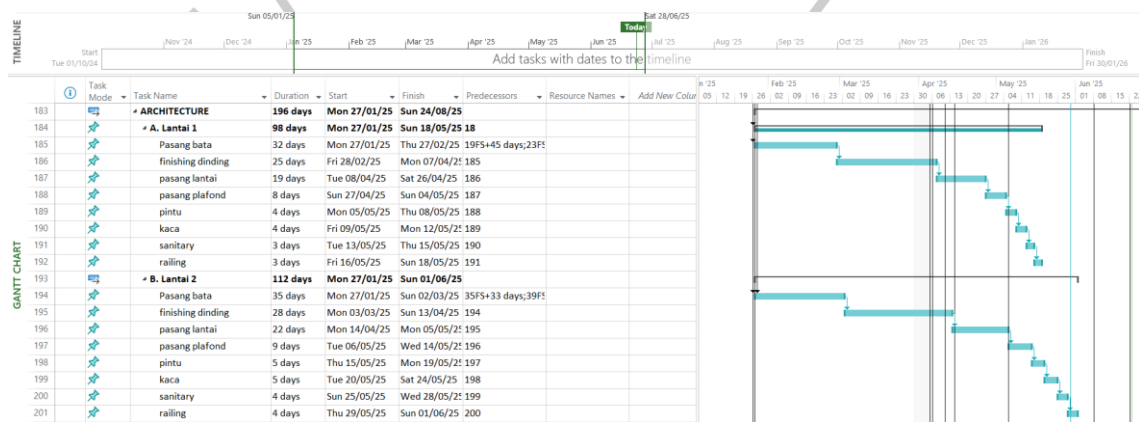
Setelah tahapan yang telah dilakukan, dihasilkan *Microsoft Project* dalam keadaan normal. Hal tersebut dapat menghasilkan lintasan kritis, yang selanjutnya dapat dianalisis menggunakan metode *fast track* sehingga menghasilkan waktu yang lebih cepat dibandingkan keadaan normal. Pada penelitian ini pekerjaan struktur yang berada pada lintasan kritis yaitu struktur bawah sampai struktur atas lantai 7. Pekerjaan struktur atas lantai 8 dan pekerjaan arsitektur tidak berada pada lintasan kritis. Sehingga pada penelitian ini pekerjaan struktur dan arsitektur yang dilakukan analisis metode *fast track* adalah pekerjaan struktur bawah sampai pekerjaan struktur atas lantai 7. Contoh hasil lintasan kritis pada pekerjaan struktur bawah ditunjukkan pada **Gambar 4.33**, contoh hasil lintasan kritis pada pekerjaan struktur atas ditunjukkan pada **Gambar 4.34**, dan contoh pekerjaan yang tidak berada pada lintasan kritis ditunjukkan pada **Gambar 4.35**. Secara lengkap *Microsoft Project* akan ditunjukkan pada **Lampiran**.



Gambar 4. 33 Lintasan Kritis pada Struktur Bawah



Gambar 4. 34 Lintasan Kritis pada Struktur



Gambar 4. 35 Pekerjaan yang Tidak Berada pada Lintasan Kritis

4.2.3 Penyusunan Percepatan *Fast track* pada Ms Project

Pada penelitian ini telah memiliki lintasan kritis yang dihasilkan pada penjadwalan *Microsoft Project* dalam keadaan normal. Melalui hal tersebut dapat dikembangkan dan dilakukan metode yang dapat mempercepat waktu untuk menghasilkan waktu yang sesuai rencana. Dalam penelitian ini, dilakukan percepatan menggunakan metode *fast track* untuk melakukan efisiensi waktu secara logis pada pekerjaan struktur dan arsitektur yang berada pada lintasan kritis. Dalam melakukan analisis metode *fast track*, hal yang sangat penting adalah menganalisis hubungan jaringan pekerjaan dan merencanakan hubungan jaringan item pekerjaan sebaik mungkin. Penyusunan jaringan kerja pada penjadwalan metode *fast track*, sebagai berikut:

- Menganalisis lintasan kritis pekerjaan struktur dan arsitektur pada penjadwalan keadaan normal

Pada penjadwalan keadaan normal telah diperoleh jenis pekerjaan yang akan dianalisis menggunakan metode *fast track*. Pekerjaan tersebut akan dianalisis secara logis dan melakukan perubahan pada jaringan kerja untuk memperoleh waktu yang lebih efisien. Persyaratan menganalisis menggunakan metode *fast track* yaitu pekerjaan yang berada pada lintasan kritis. Sehingga dapat disimpulkan yang dianalisis metode *fast track* pada penelitian ini adalah pekerjaan struktur bawah sampai struktur atas lantai 9. Informasi proyek yang digunakan pada *Microsoft Project* metode *fast track* sama dengan keadaan normal yaitu senin sampai minggu merupakan hari kerja, dengan jam kerja pukul 08.00 sampai 17.00 WIB.

- b. Menganalisis dan mengatur kembali hubungan jaringan pekerjaan yang berada pada lintasan kritis

Setelah memahami lintasan kritis yang terjadi pada penjadwalan normal, dilakukan perencanaan perubahan jaringan kerja yang logis untuk mengefisiensi waktu pekerjaan. Hal tersebut harus tetap mempertimbangan hubungan logis setiap pekerjaan sehingga memungkinkan untuk tetap di implementasikan saat pelaksanaan pekerjaan. Contoh perubahan hubungan antar pekerjaan pada lintasan kritis ditunjukkan pada **Tabel 4.2.**

Tabel 4. 2 Hubungan Aktivitas Pekerjaan Metode *Fast track*

No.	Pekerjaan	Hubungan Aktivitas Pekerjaan	Hubungan Aktivitas Pekerjaan <i>Fast track</i>
34	Lantai 2		
35	1. Kolom		
36	Pembesian	24FS-2 days	31SS
37	Bekisting	36	36
38	Pengecoran	37	37
39	2. Corewall		
40	Pembesian	36;37;38	36SS;38FS-9 days
41	Bekisting	40	40
42	Pengecoran	41	41
43	3. Balok		
44	Bekisting	40;41;42	38;42
45	Pembesian	44	44
46	Pengecoran	45	45
47	4. Pelat Lantai		
48	Bekisting	44;45;46	44SS;46FS-9 days

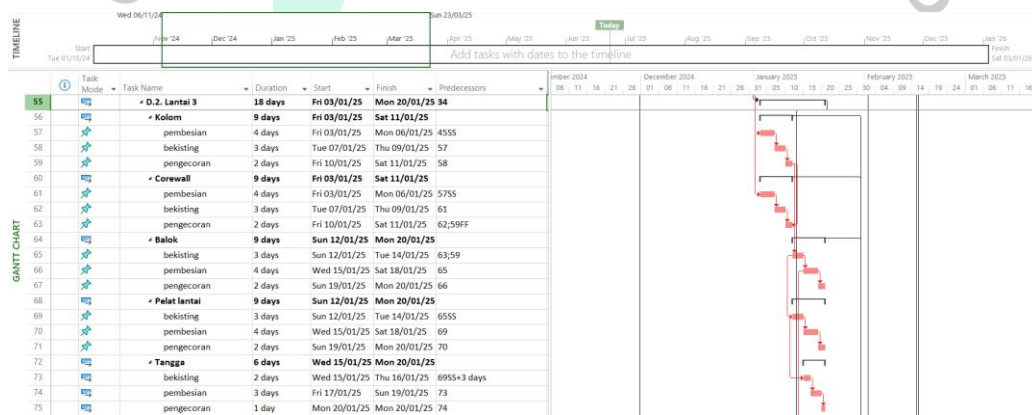
No.	Pekerjaan	Hubungan Aktivitas Pekerjaan	Hubungan Aktivitas Pekerjaan <i>Fast track</i>
49	Pembesian	48	48
50	Pengecoran	49	49
51	5. Tangga		
52	Bekisting	48;49;50	48SS+3 days;44SS+3 days
53	Pembesian	52	52
54	Pengecoran	53	53
55	Lantai 3		
56	1. Kolom		
57	Pembesian	50FS-22 days	45SS
58	Bekisting	57	57
59	Pengecoran	58	58
60	2. Corewall		
61	Pembesian	57;58;59	57SS
62	Bekisting	61	61
63	Pengecoran	62	62
64	3. Balok		
65	Bekisting	61;62;63	63;59
66	Pembesian	65	65
67	Pengecoran	66	66
68	4. Pelat Lantai		
69	Bekisting	65;66;67	65SS
70	Pembesian	69	69
71	Pengecoran	70	70
72	5. Tangga		
73	Bekisting	69;70;71	69SS+3 days
74	Pembesian	73	73
75	Pengecoran	74	74

c. Penerapan metode *fast track* pada Microsoft project

Setelah merencanakan perubahan hubungan antar pekerjaan, dilakukan penginputan *prodecessors* baru pada bagian yang dianalisis metode *fast track*. Langkah yang dilakukan pada *Microsoft Project* metode *fast track* sama dengan keadaan normal, hanya saja memiliki perubahan pada *prodecessors*. Contoh perubahan *prodeseccors* pada *Microsoft Project* ditunjukkan pada **Gambar 4.36**. Sedangkan, contoh hasil *Microsoft Project* setelah penerapan *fast track* ditunjukkan pada **Gambar 4.37**. Hasil *Microsoft project* penerapan *fast track* secara lengkap ditunjukkan pada **Lampiran**.

	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
34		◀ D.2. Lantai 2	18 days	Sun 22/12/24	Wed 08/01/25	18
35		◀ Kolom	9 days	Sun 22/12/24	Mon 30/12/24	
36		pembesian	4 days	Sun 22/12/24	Wed 25/12/24	31SS
37		bekisting	3 days	Thu 26/12/24	Sat 28/12/24	36
38		pengecoran	2 days	Sun 29/12/24	Mon 30/12/24	37
39		◀ Corewall	9 days	Sun 22/12/24	Mon 30/12/24	
40		pembesian	4 days	Sun 22/12/24	Wed 25/12/24	36SS;38FS-9 days
41		bekisting	3 days	Thu 26/12/24	Sat 28/12/24	40
42		pengecoran	2 days	Sun 29/12/24	Mon 30/12/24	41
43		◀ Balok	9 days	Thu 02/01/25	Fri 10/01/25	
44		bekisting	3 days	Tue 31/12/24	Thu 02/01/25	38;42
45		pembesian	4 days	Fri 03/01/25	Mon 06/01/25	44
46		pengecoran	2 days	Tue 07/01/25	Wed 08/01/25	45
47		◀ Pelat lantai	9 days	Sun 05/01/25	Mon 13/01/25	
48		bekisting	3 days	Tue 31/12/24	Thu 02/01/25	44SS;46FS-9 days
49		pembesian	4 days	Fri 03/01/25	Mon 06/01/25	48
50		pengecoran	2 days	Tue 07/01/25	Wed 08/01/25	49
51		◀ Tangga	6 days	Fri 03/01/25	Wed 08/01/25	
52		bekisting	2 days	Fri 03/01/25	Sat 04/01/25	48SS+3 days;44SS+3 days
53		pembesian	3 days	Sun 05/01/25	Tue 07/01/25	52
54		pengecoran	1 day	Wed 08/01/25	Wed 08/01/25	53

Gambar 4. 36 Perubahan *Predecessors* Penerapan Metode *Fast track*



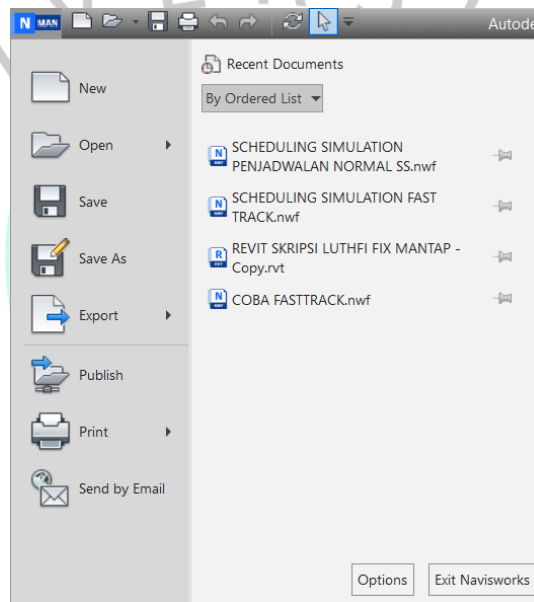
Gambar 4. 37 Contoh Microsoft project setelah Penerapan *Fast track*

4.2.4 Integrasi antara BIM 3D dengan Penjadwalan Normal pada Navisworks

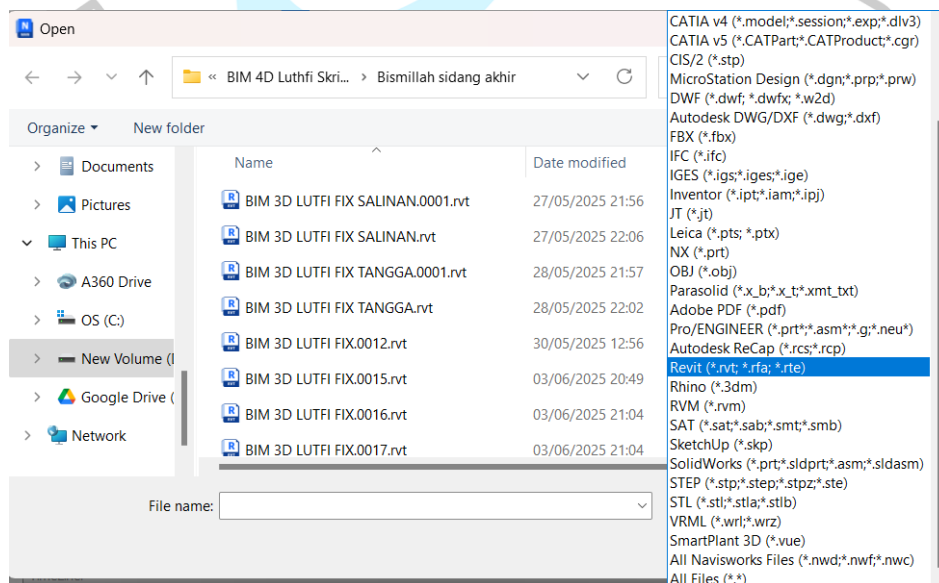
Salah satu tujuan penelitian ini dilakukan yaitu memperoleh *scheduling simulation* dalam penjadwalan normal. Melalui *4D scheduling simulation* dapat mempermudah melihat visualisasi *progress* proyek. *4D Scheduling simulation* pada penelitian ini diperoleh dari integrasi antara pemodelan BIM 3D proyek hotel *royal executive* dengan penjadwalan Microsoft project keadaan normal. Tahapan untuk memperoleh *4D scheduling simulation* dengan penjadwalan normal, sebagai berikut:

a. Memasukan *file* BIM 3D revit kedalam aplikasi Navisworks

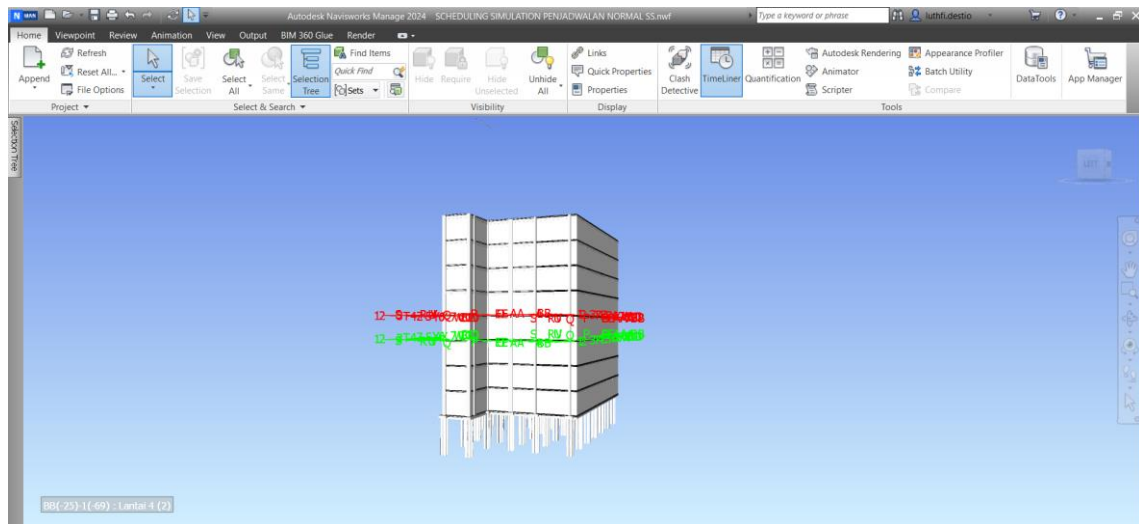
Tahapan pertama untuk menghasilkan 4D *scheduling simulation* yaitu memasukan pemodelan 3D hotel yang telah disusun ke dalam aplikasi Navisworks. Langkah yang dilakukan yaitu membuka *software* Navisworks, kemudian klik bagian *application button* yang ditunjukkan pada **Gambar 4.38**. Setelah itu klik *open* untuk memilih *file* BIM 3D yang akan diinput kedalam Navisworks. Hal tersebut ditunjukkan pada **Gambar 4.39**. Pemodelan BIM 3D yang telah masuk pada Navisworks penelitian ini ditunjukkan pada **Gambar 4.40**.



Gambar 4. 38 Application Button pada Navisworks



Gambar 4. 39 Pemilihan Open File Pemodelan 3D pada Navisworks

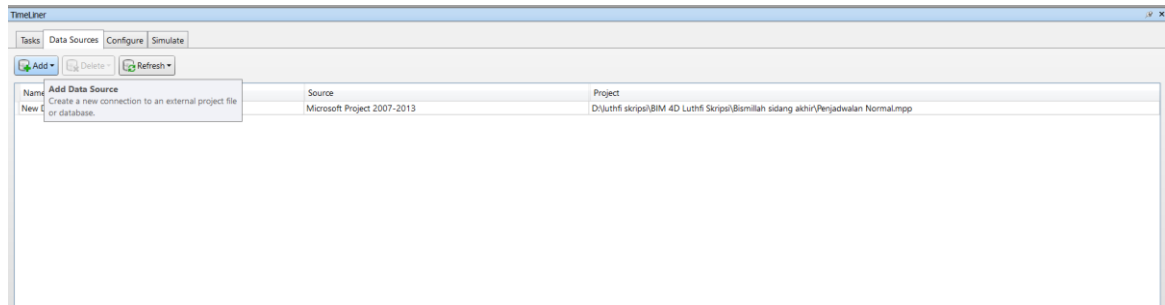


Gambar 4. 40 Pemodelan 3D Revit Proyek Hotel *Royal executive* pada Navisworks

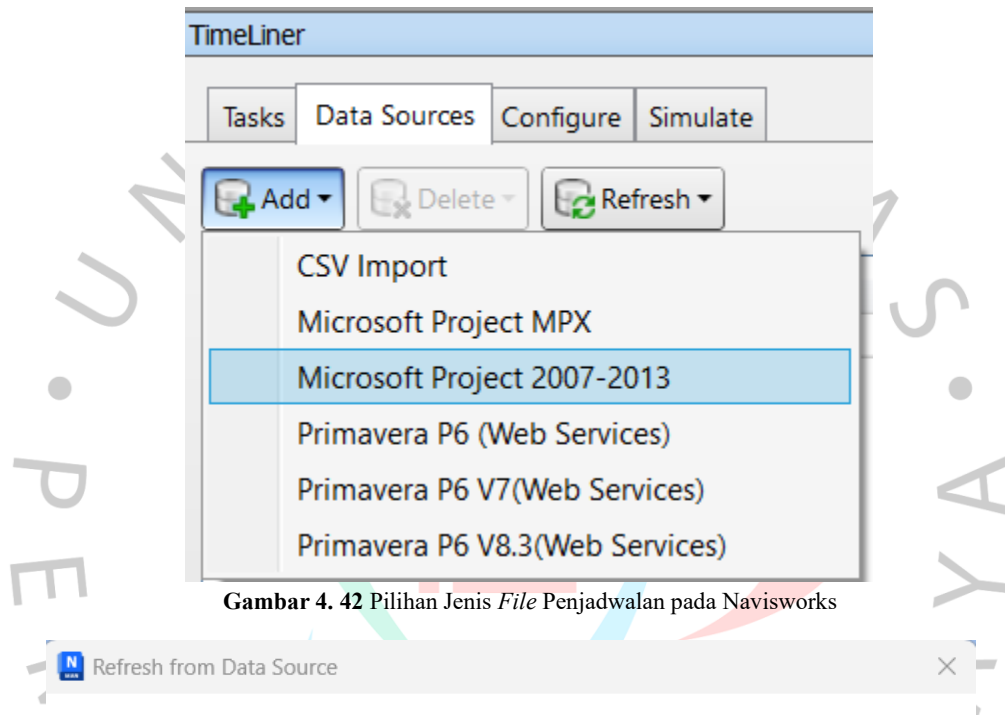
Pemodelan BIM 3D proyek *royal executive* sudah masuk dan dapat melanjutkan ke langkah selanjutnya yaitu memasukkan penjadwalan Microsoft project keadaan normal proyek ke dalam Navisworks.

b. Memasukkan *file* Microsoft project keadaan normal kedalam Navisworks

Tahapan ini yaitu melakukan *penginputan* penjadwalan keadaan normal dari *software* Microsoft project ke *software* Navisworks. Langkah awal yang dilakukan untuk *input* penjadwalan yaitu klik *tab* *timeliner*, kemudian klik *add data source* yang ditunjukkan pada **Gambar 4.41**. Setelah itu, pilihlah jenis *file* penjadwalan yang akan diinput, dan pilih *file* penjadwalan keadaan normal yang digunakan pada penelitian ini yang ditunjukkan pada **Gambar 4.42**. Pada penelitian ini menggunakan jenis *file* Microsoft Project 2007-2013. *File* penjadwalan keadaan normal telah masuk, kemudian untuk memastikan bahwa *file* penjadwalan yang diinput baru dan sesuai dengan *file* yang diinput, klik *tab* *refresh* dan pilih *rebuild task hierarchy* seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4.43**. Setelah lakukan *tab* *refresh*, pada *tab* *timeliner-task* akan muncul uraian penjadwalan sesuai dengan Microsoft project dan *ganttt chart* yang ditunjukkan pada **Gambar 4.44**. Ketika uraian pekerjaan dan *ganttt chart* sudah muncul dengan baik dan sesuai yang disusun pada Microsoft project, hal tersebut menandakan bahwa penjadwalan keadaan normal proyek hotel *royal executive* telah masuk dengan baik.



Gambar 4. 41 Data Source pada Tab Timeliner Navisworks



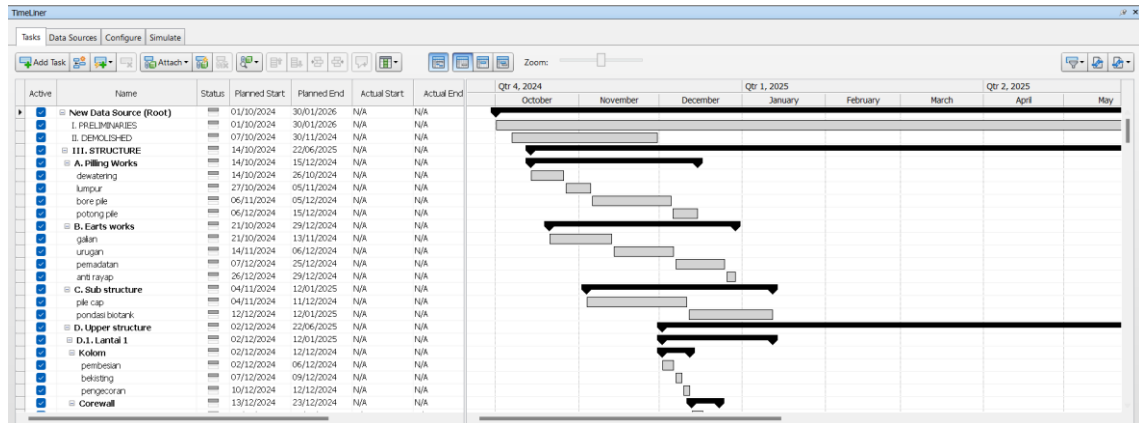
Gambar 4. 42 Pilihan Jenis File Penjadwalan pada Navisworks

Choose how the data will be refreshed:

- ☒ Rebuild Task Hierarchy
Imports all task structure and data associated with the source. Existing structure and imported data are overwritten.
- ☐ Synchronize
Updates task data from the source. Existing structure is maintained.

OK Cancel

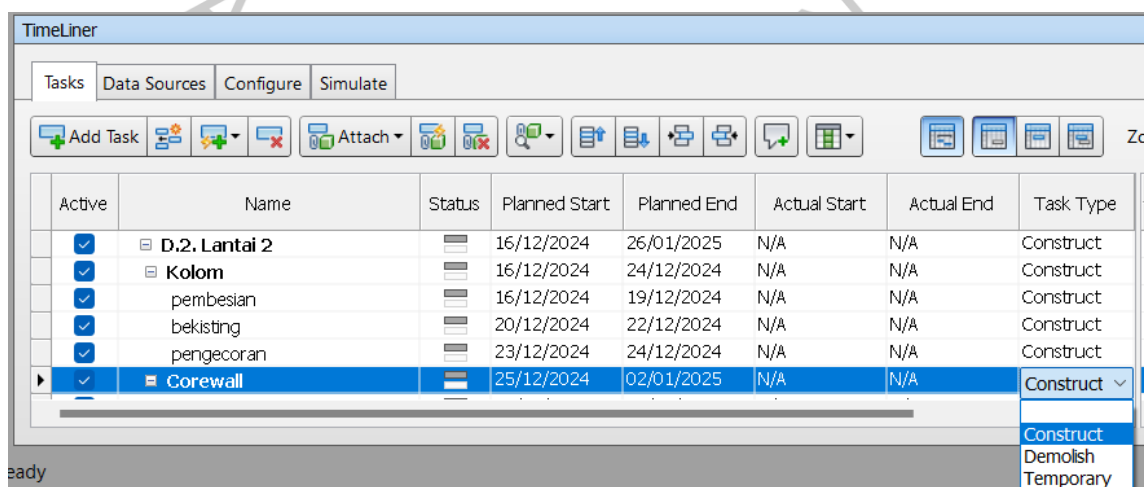
Gambar 4. 43 Pilihan pada Tab Refresh Navisworks



Gambar 4. 44 Task uraian pekerjaan dan *gant* chart penjadwalan normal pada Navisworks

c. Melakukan integrasi antara BIM 3D dengan penjadwalan normal Microsoft project

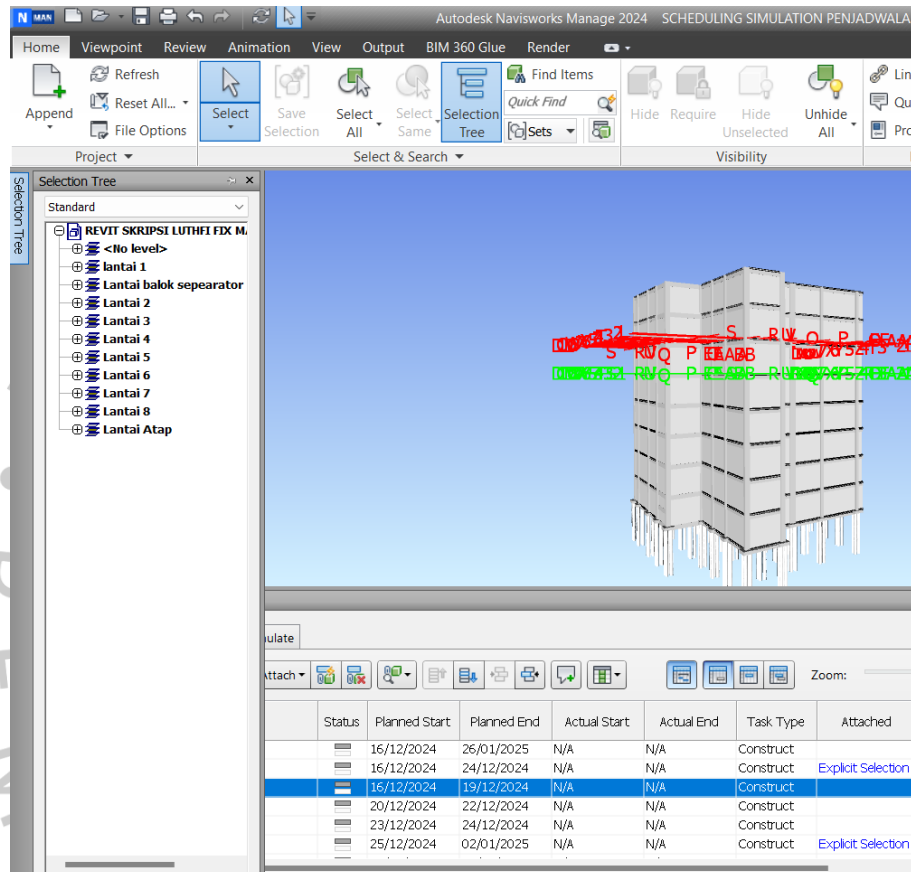
Pada tahapan ini akan dilakukan integrasi antara pemodelan 3D yang telah diinput dengan penjadwalan normal proyek hotel *royal executive* yang telah diinput kedalam Navisworks. Langkah yang dilakukan pada *tab timeliner-task* yaitu mengubah *task type* menjadi *construct* pada Navisworks yang ditunjukkan pada Gambar 4.45. Hal ini dilakukan agar tiap urutan pekerjaan dapat disimulasikan sehingga menghasilkan 4D *scheduling simulation* normal. Setelah mengubah *task type*, lakukan beberapa perubahan pada bagian *attached* untuk menyesuaikan uraian pekerjaan dengan BIM 3D yang sesuai dengan uraian tersebut. Hal tersebut dilakukan satu per satu untuk dapat menghasilkan *scheduling simulation* yang sesuai dengan BIM 3D dan penjadwalan. Untuk melakukan *attached file*, klik *attached* seperti pada Gambar 4.46, kemudian klik *selection tree* untuk menyesuaikan BIM 3D yang sesuai dengan uraian pekerjaan seperti pada Gambar 4.47.



Gambar 4. 45 Pemilihan *Task Type*

Active	Name	Status	Planned Start	Planned End	Actual Start	Actual End	Task Type	Attached
☒	D.2. Lantai 2		16/12/2024	26/01/2025	N/A	N/A	Construct	
☒	Kolom		16/12/2024	24/12/2024	N/A	N/A	Construct	Explicit Selection
☒	pembesian		16/12/2024	19/12/2024	N/A	N/A	Construct	
☒	bekisting		20/12/2024	22/12/2024	N/A	N/A	Construct	
☒	pengecoran		23/12/2024	24/12/2024	N/A	N/A	Construct	
☒	Corewall		25/12/2024	02/01/2025	N/A	N/A	Construct	Explicit Selection

Gambar 4. 46 Tab Attached pada Timeliner

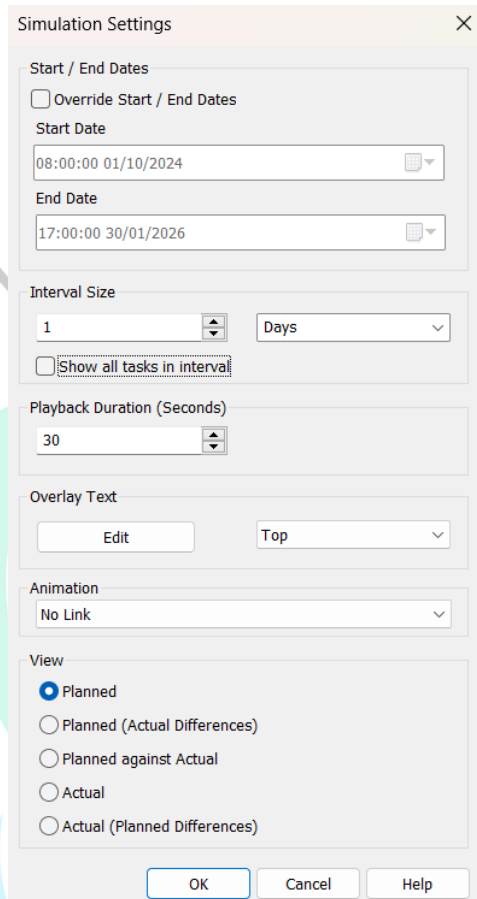


Gambar 4. 47 Tab Selection Tree pada Navisworks

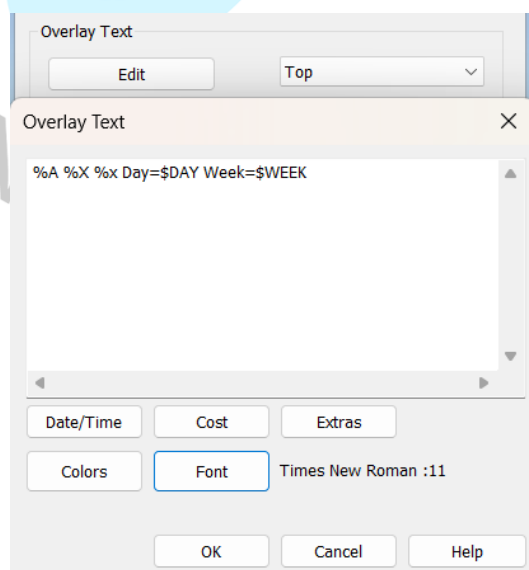
- d. Mengatur *timeliner* untuk mendapatkan *output scheduling simulation* dari penjadwalan keadaan normal

Tahapan ini dilakukan untuk memperoleh simulasi dari penjadwalan keadaan normal melalui *tab simulate* pada *timeliner*. Pada penelitian ini untuk memperoleh 4D *scheduling simulation* penjadwalan normal dilakukan pengaturan pada bagian *setting simulate*. Bagian yang diatur pada bagian *setting* yaitu *interval size*, *playback duration*, *overlay text*, dan *animation export*. *Interval size* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *days* untuk mengatur tampilan simulasi dalam bentuk hari. Selain *interval size*, klik *playback duration* untuk menentukan durasi dalam detik yang diinginkan untuk simulasi. *Interval size* dan *playback duration* yang diatur pada

penelitian ini ditunjukkan pada **Gambar 4.48**. Lakukan pengaturan pada *overlay text* untuk menampilkan *text* yang mengetahui *progress* setiap berjalannya waktu. Pada penelitian ini menggunakan format penulisan yang ditunjukkan **Gambar 4.49**.



Gambar 4. 48 Interval size dan Playback duration Navisworks



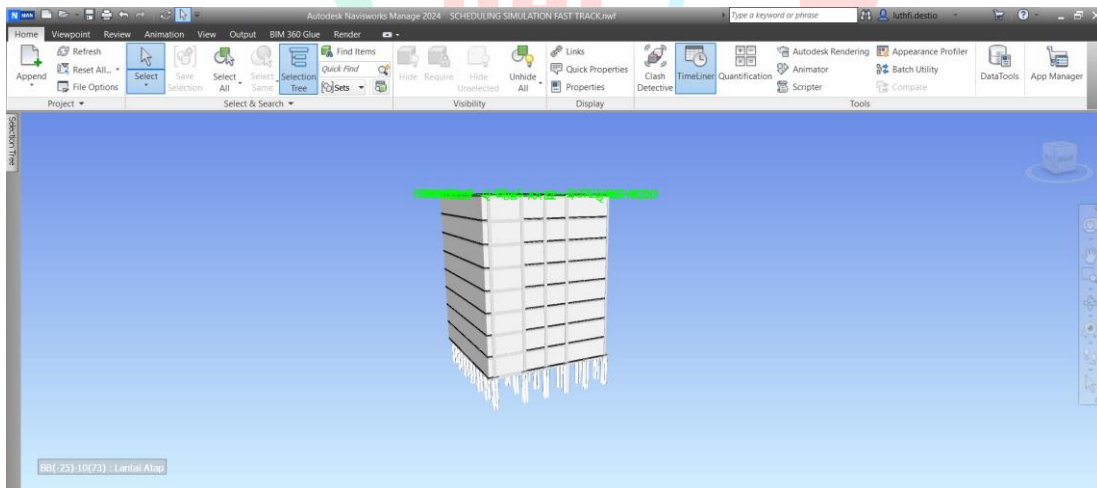
Gambar 4. 49 Overlay text Navsiworks Proyek Hotel Royal executive

4.2.5 Integrasi antara BIM 3D dengan Percepatan *Fast track* pada Navisworks

Pada penelitian ini tidak hanya menghasilkan *scheduling simulation* pada penjadwalan normal. Penjadwalan menggunakan metode *fast track* digunakan juga untuk menghasilkan 4D *scheduling simulation* dalam keadaan *fast track*. Hal tersebut akan mempermudah pembahasan penelitian ini untuk membandingkan *progress* proyek antara penjadwalan normal dengan setelah penerapan *fast track* dalam bentuk animasi. Tahapan untuk memperoleh 4D *scheduling simulation* setelah penerapan metode *fast track*, sebagai berikut:

- a. Memasukan *file* BIM 3D revit kedalam aplikasi Navisworks

BIM 3D yang diinput ke dalam Navisworks antara penjadwalan normal dan metode *fast track* yaitu pemodelan BIM 3D yang sama. Langkah yang dilakukan untuk memasukan *file* BIM 3D sama dengan langkah penginputan BIM 3D untuk penjadwalan normal. Pemodelan 3D yang telah masuk kedalam *file* Navisworks yang akan diintegrasikan dengan penjadwalan setelah percepatan *fast track* ditunjukkan pada Gambar 4.50.

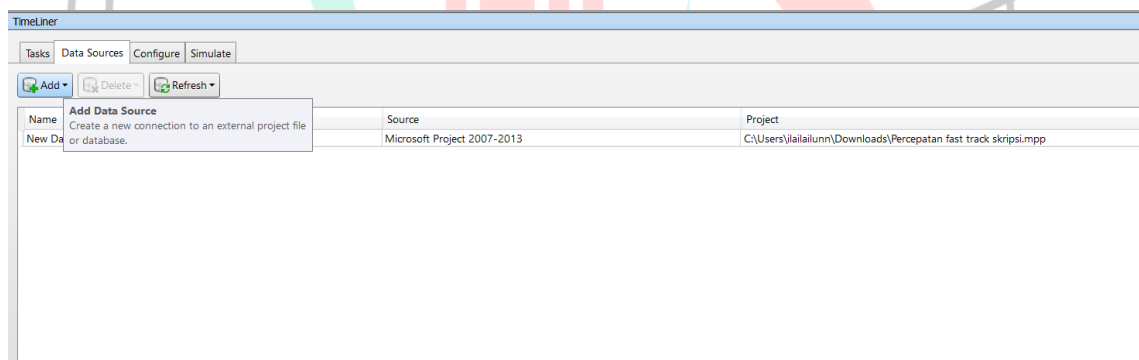


Gambar 4. 50 Pemodelan BIM 3D pada Navisworks untuk Metode *Fast track*

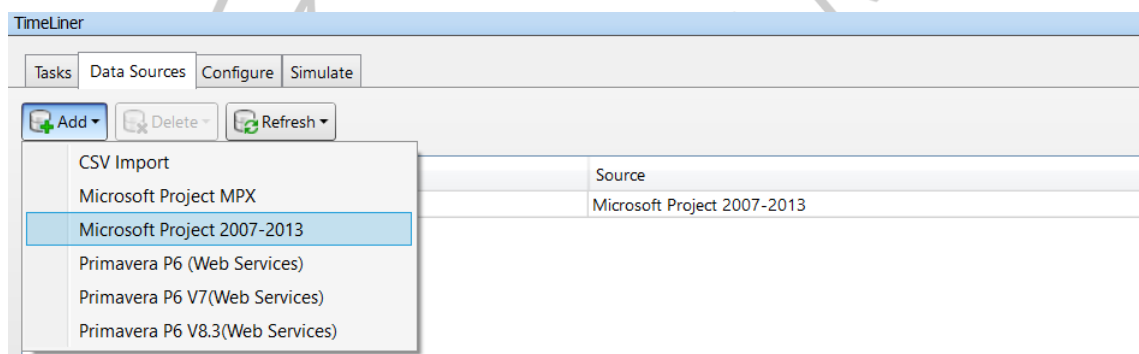
Pemodelan BIM 3D proyek *royal executive* sudah masuk dan dapat melanjutkan ke langkah selanjutnya yaitu memasukan penjadwalan Microsoft project metode *fast track* ke dalam Navisworks.

- b. Memasukan *file* Microsoft project metode *fast track* kedalam Navisworks

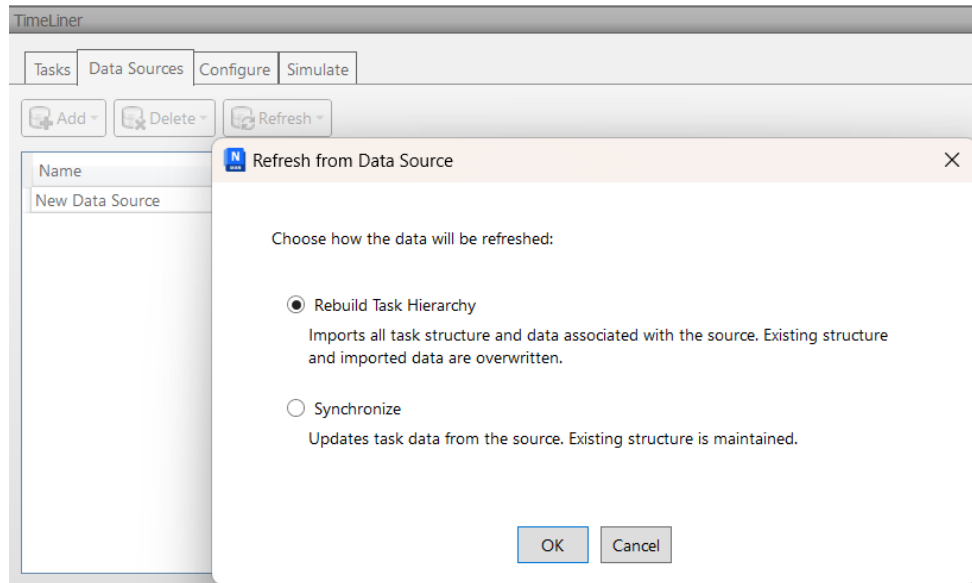
Tahapan ini yaitu melakukan penginputan penjadwalan metode *fast track* dari *software* Microsoft project ke *software* Navisworks. Langkah awal yang dilakukan untuk *input* penjadwalan yaitu klik *tab timeliner*, kemudian klik *add data source* yang ditunjukkan pada **Gambar 4.51**. Setelah itu, pilihlah jenis *file* penjadwalan yang akan diinput, dan pilih *file* penjadwalan metode *fast track* yang digunakan pada penelitian ini yang ditunjukkan pada **Gambar 4.52**. Pada penelitian ini menggunakan jenis *file* Microsoft Project 2007-2013. *File* penjadwalan metode *fast track* telah masuk, kemudian untuk memastikan bahwa *file* penjadwalan yang diinput baru dan sesuai dengan *file* yang diinput, klik *tab refresh* dan pilih *rebuild task hierarchy* seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4.53**. Setelah lakukan *tab refresh*, pada *tab timeliner-task* akan muncul uraian penjadwalan sesuai dengan Microsoft project dan *gant chart* yang ditunjukkan pada **Gambar 4.54**. Ketika uraian pekerjaan dan *gant chart* sudah muncul dengan baik dan sesuai yang disusun pada Microsoft project, hal tersebut menandakan bahwa penjadwalan metode *fast track* proyek hotel royal executive telah masuk dengan baik.



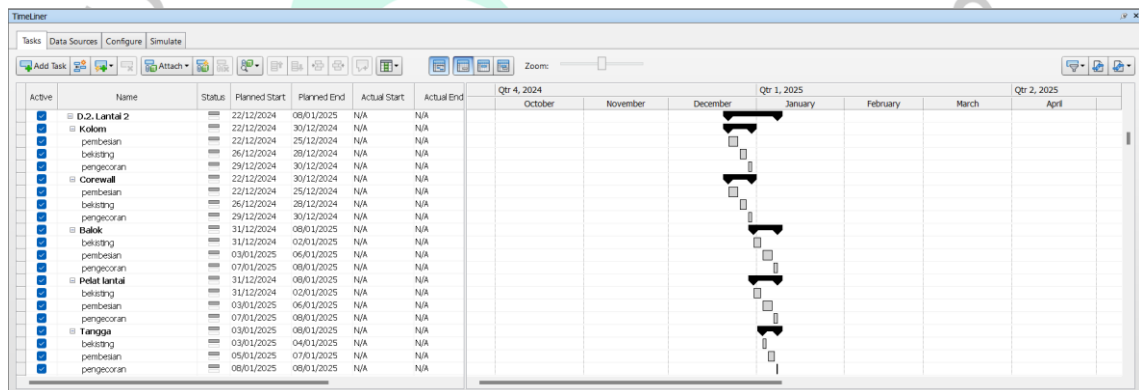
Gambar 4. 51 Data Source pada Tab Timeliner Navisworks



Gambar 4. 52 Pilihan Jenis File Penjadwalan pada Navisworks



Gambar 4. 53 Pilihan pada *Tab Refresh* Navisworks

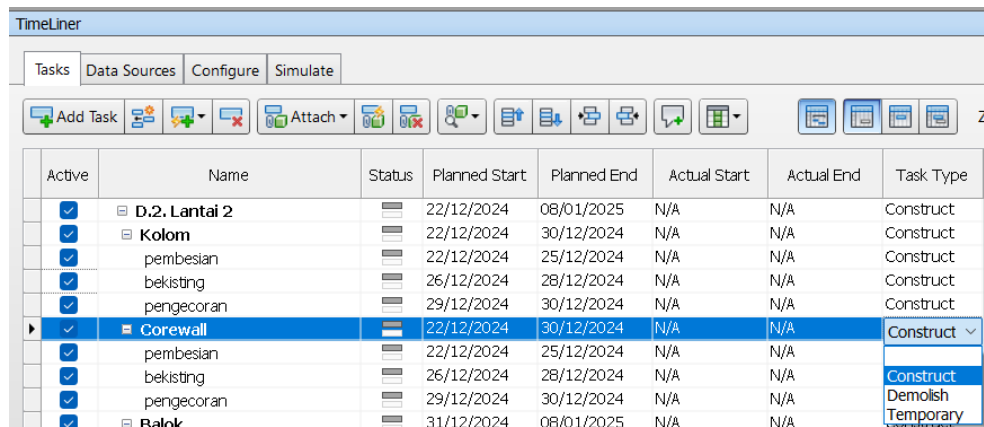


Gambar 4. 54 *Task Uraian Pekerjaan dan Gantt chart Penjadwalan Metode Fast track* pada Navisworks

- c. Melakukan integrasi antara BIM 3D dengan penjadwalan metode *fast track* Microsoft project

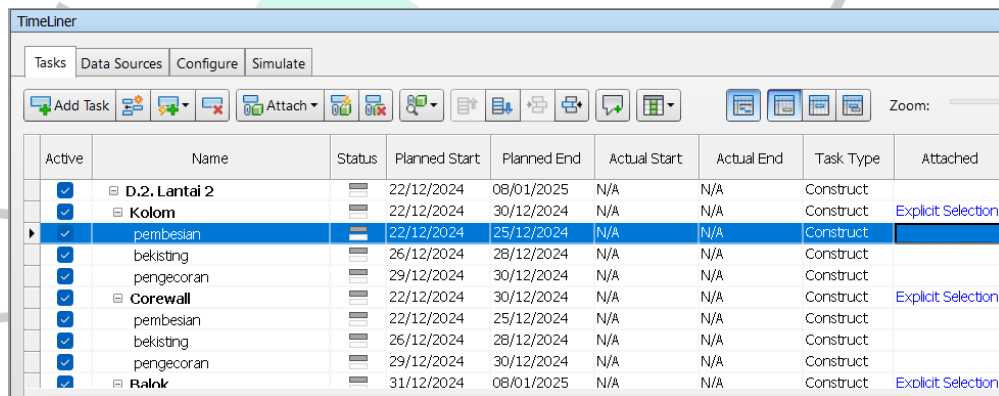
Pada tahapan ini akan dilakukan integrasi antara pemodelan 3D yang telah diinput dengan penjadwalan metode *fast track* proyek hotel royal executive yang telah diinput kedalam Navisworks. Langkah yang dilakukan pada *tab timeliner-task* yaitu mengubah *task type* menjadi *construct* pada Navisworks yang ditunjukkan pada **Gambar 4.55**. Hal ini dilakukan agar tiap urutan pekerjaan dapat disimulasikan sehingga menghasilkan *4D scheduling simulation* metode *fast track*. Setelah mengubah *task type*, lakukan beberapa perubahan pada bagian *attached* untuk menyesuaikan uraian pekerjaan dengan BIM 3D yang sesuai dengan uraian tersebut. Hal tersebut dilakukan satu per satu untuk dapat menghasilkan *scheduling simulation* yang sesuai dengan BIM 3D dan penjadwalan. Untuk melakukan *attached file*, klik

attached seperti pada **Gambar 4.56**, kemudian klik *selection tree* untuk menyesuaikan BIM 3D yang sesuai dengan uraian pekerjaan seperti pada **Gambar 4.57**.



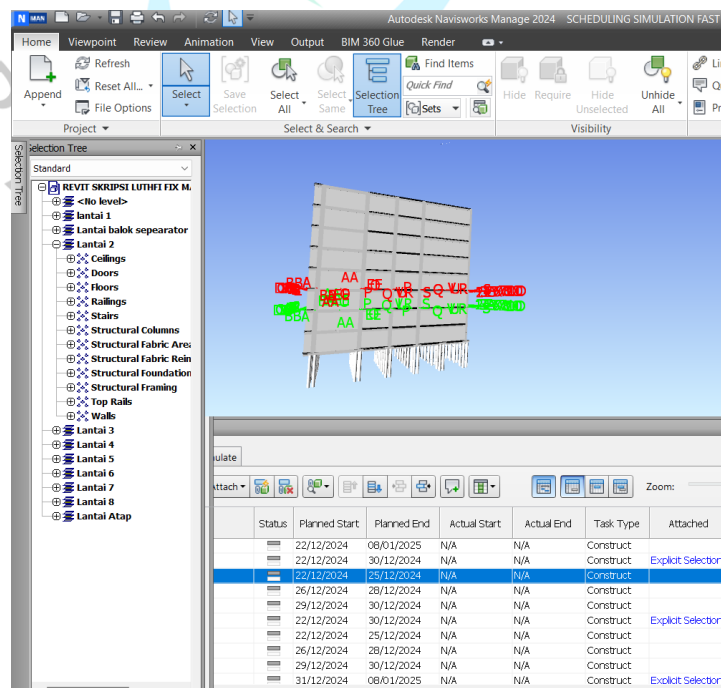
Active	Name	Status	Planned Start	Planned End	Actual Start	Actual End	Task Type
☒	D.2. Lantai 2		22/12/2024	08/01/2025	N/A	N/A	Construct
☒	Kolom		22/12/2024	30/12/2024	N/A	N/A	Construct
☒	pembesian		22/12/2024	25/12/2024	N/A	N/A	Construct
☒	bekisting		26/12/2024	28/12/2024	N/A	N/A	Construct
☒	pengecoran		29/12/2024	30/12/2024	N/A	N/A	Construct
☒	Corewall		22/12/2024	30/12/2024	N/A	N/A	Construct
☒	pembesian		22/12/2024	25/12/2024	N/A	N/A	Construct
☒	bekisting		26/12/2024	28/12/2024	N/A	N/A	Construct
☒	pengecoran		29/12/2024	30/12/2024	N/A	N/A	Construct
☒	Ralok		31/12/2024	08/01/2025	N/A	N/A	Construct

Gambar 4. 55 Pemilihan Task Type



Active	Name	Status	Planned Start	Planned End	Actual Start	Actual End	Task Type	Attached
☒	D.2. Lantai 2		22/12/2024	08/01/2025	N/A	N/A	Construct	
☒	Kolom		22/12/2024	30/12/2024	N/A	N/A	Construct	Explicit Selection
☒	pembesian		22/12/2024	25/12/2024	N/A	N/A	Construct	Explicit Selection
☒	bekisting		26/12/2024	28/12/2024	N/A	N/A	Construct	
☒	pengecoran		29/12/2024	30/12/2024	N/A	N/A	Construct	
☒	Corewall		22/12/2024	30/12/2024	N/A	N/A	Construct	Explicit Selection
☒	pembesian		22/12/2024	25/12/2024	N/A	N/A	Construct	
☒	bekisting		26/12/2024	28/12/2024	N/A	N/A	Construct	
☒	pengecoran		29/12/2024	30/12/2024	N/A	N/A	Construct	
☒	Ralok		31/12/2024	08/01/2025	N/A	N/A	Construct	Explicit Selection

Gambar 4. 56 Tab Attached pada TimeLiner

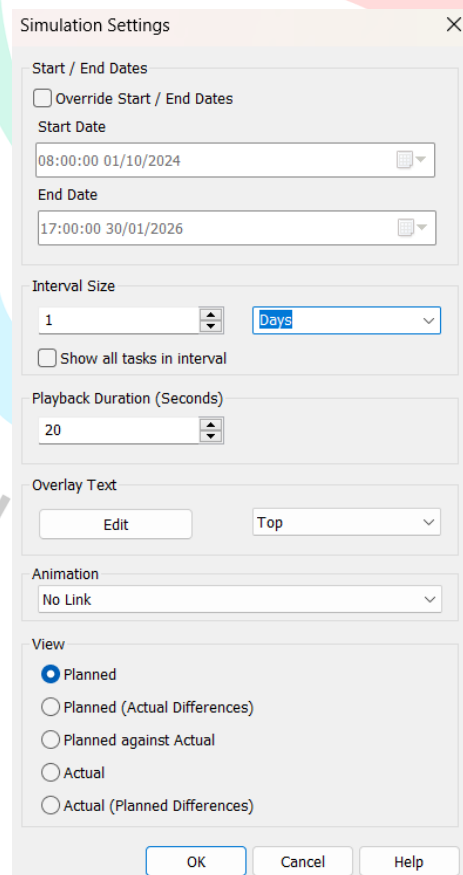


Status	Planned Start	Planned End	Actual Start	Actual End	Task Type	Attached
	22/12/2024	08/01/2025	N/A	N/A	Construct	
	22/12/2024	30/12/2024	N/A	N/A	Construct	Explicit Selection
	22/12/2024	30/12/2024	N/A	N/A	Construct	Explicit Selection
	26/12/2024	28/12/2024	N/A	N/A	Construct	
	29/12/2024	30/12/2024	N/A	N/A	Construct	
	22/12/2024	30/12/2024	N/A	N/A	Construct	Explicit Selection
	22/12/2024	25/12/2024	N/A	N/A	Construct	
	26/12/2024	28/12/2024	N/A	N/A	Construct	
	29/12/2024	30/12/2024	N/A	N/A	Construct	
	31/12/2024	08/01/2025	N/A	N/A	Construct	Explicit Selection

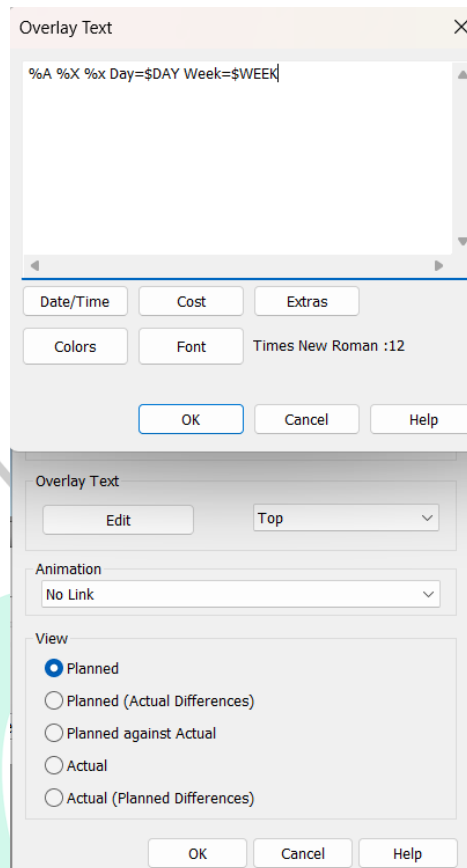
Gambar 4. 57 Tab Selection Tree pada Navisworks

- d. Mengatur *timeliner* untuk mendapatkan *output scheduling simulation* dari penjadwalan metode *fast track*

Tahapan ini dilakukan untuk memperoleh simulasi dari penjadwalan metode *fast track* melalui *tab simulate* pada *timeliner*. Pada penelitian ini untuk memperoleh 4D *scheduling simulation* penjadwalan metode *fast track* dilakukan pengaturan pada bagian *setting simulate*. Bagian yang diatur pada bagian *setting* yaitu *interval size*, *playback duration*, *overlay text*, dan *animation export*. *Interval size* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *days* untuk mengatur tampilan simulasi dalam bentuk hari. Selain *interval size*, klik *playback duration* untuk menentukan durasi dalam detik yang diinginkan untuk simulasi. *Interval size* dan *playback duration* yang diatur pada penelitian ini ditunjukkan pada **Gambar 4.58**. Lakukan pengaturan pada *overlay text* untuk menampilkan *text* yang mengetahui *progress* setiap berjalannya waktu. Pada penelitian ini menggunakan format penulisan yang ditunjukkan **Gambar 4.59**.



Gambar 4. 58 *Interval size* dan *Playback duration* Navisworks



Gambar 4. 59 Overlay text Navisworks Proyek Hotel Royal executive

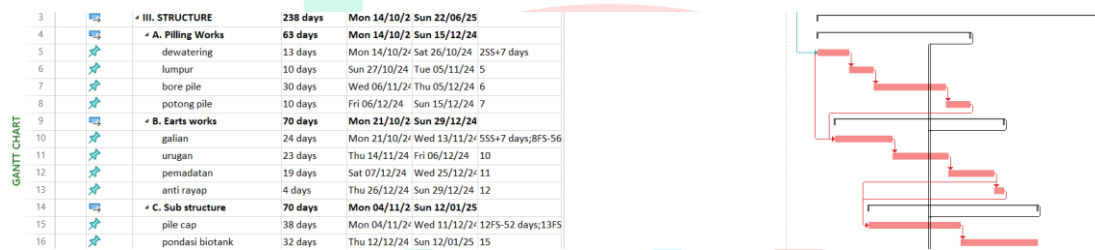
4.3 Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini, memanfaatkan perkembangan teknologi untuk mempermudah pengamatan terhadap *progress* proyek hotel royal executive. Setelah melakukan pengolahan data diperoleh 4D *scheduling simulation* penjadwalan normal dan 4D *scheduling simulation* penjadwalan metode *fast track*. Hal ini mempermudah membandingkan *progress* dalam bentuk animasi antara penjadwalan normal dengan penjadwalan metode *fast track*. Dalam melakukan pengolahan 2 file tersebut, final dari pengolahan data menggunakan Navisworks yaitu menghasilkan *animation export* atau 4D *scheduling simulation*.

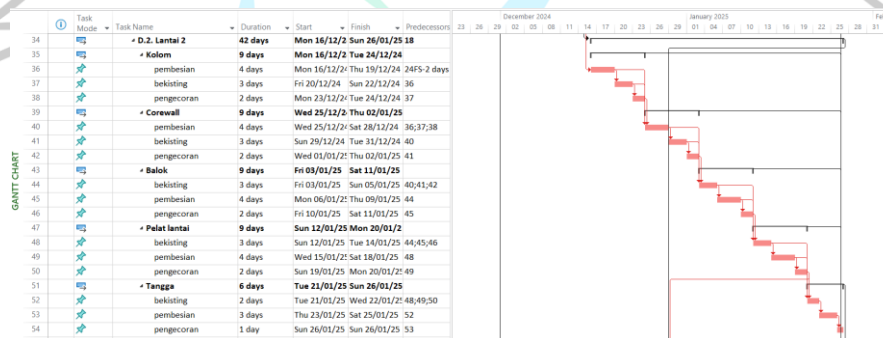
4.3.1 Penjadwalan dan 4D Scheduling simulation Keadaan Normal

Pada penelitian ini telah dilakukan penyusunan penjadwalan menggunakan *software* Microsoft project. Pada penjadwalan normal, durasi yang digunakan berasal dari kurva S proyek, dan hubungan jaringan kerja Microsoft project didapatkan mengacu pada uraian kurva S dan telah dikonsultasikan kepada pihak proyek. Pada Microsoft project

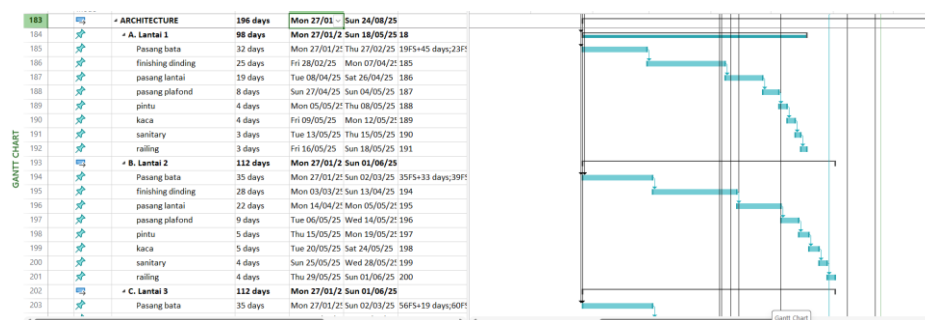
keadaan normal diperoleh durasi total secara keseluruhan yaitu 473 hari yang dimulai pada tanggal 1 Oktober 2024 dan selesai pada tanggal 30 Januari 2026. Pada penelitian ini hanya menganalisis pada pekerjaan struktur dan arsitektur. Durasi pekerjaan struktur pada Microsoft project keadaan normal yaitu 238 hari yang di mulai pada tanggal 14 Oktober 2024 dan selesai pada tanggal 22 Juni 2025. Sedangkan pada pekerjaan arsitektur memiliki total durasi 196 hari yang di mulai pada tanggal 27 Januari 2025 dan selesai pada tanggal 24 Agustus 2025. Setelah menganalisis jaringan kerja pada Microsoft project diperoleh lintasan kritis yang selanjutnya diolah menggunakan metode *fast track*. Pekerjaan struktur dan arsitektur yang berada pada lintasan kritis yaitu pekerjaan struktur bawah yang ditunjukkan pada **Gambar 4.60** dan struktur atas lantai 1 sampai 7 yang ditunjukkan pada **Gambar 4.61**. Pekerjaan arsitektur lantai 1 sampai lantai 8 tidak ada yang berada pada lintasan kritis, contoh salah satu lantai arsitektur yang tidak berada pada lintasan kritis ditunjukkan pada **Gambar 4.62**.



Gambar 4. 60 Lintasan Kritis Struktur Bawah

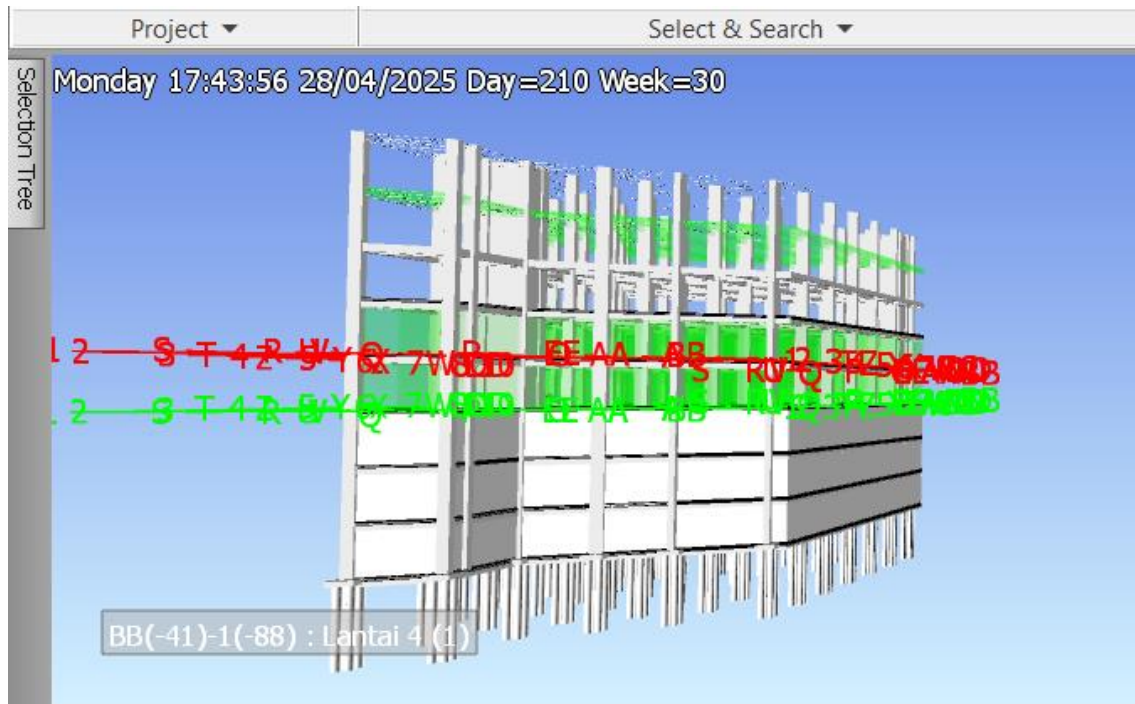


Gambar 4. 61 Lintasan Kritis Struktur Atas pada Salah Satu Lantai



Gambar 4. 62 Pekerjaan Arsitektur Tidak Berada pada Lintasan Kritis

Setelah memiliki penjadwalan keadaan normal dengan jaringan kerja yang lengkap dilakukan pengintegrasian antara BIM 3D dengan penjadwalan menggunakan Navisworks. Melalui pengintegrasian ini diperoleh 4D *scheduling simulation* sehingga dapat melihat *progress* sesuai penjadwalan normal. Contoh hasil dari 4D *scheduling simulation* dengan penjadwalan normal ditunjukkan pada **Gambar 4.63**.

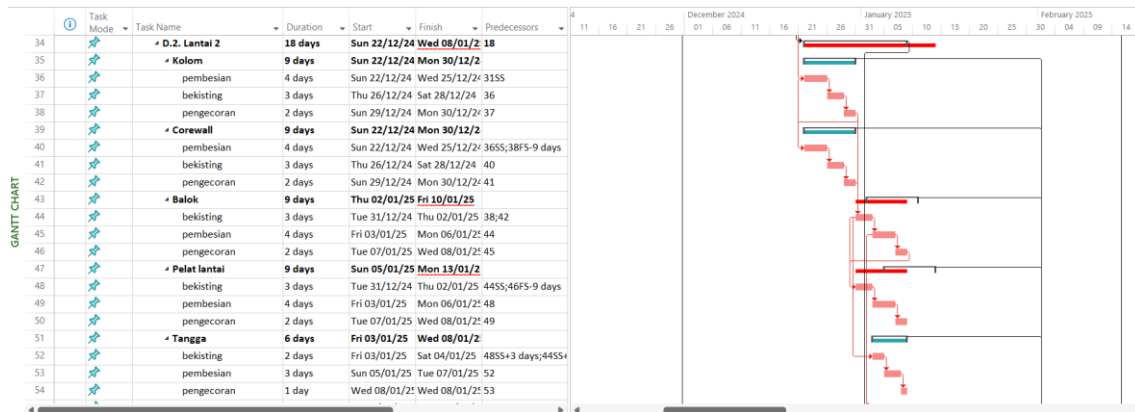


Gambar 4. 63 Progress Proyek Minggu ke-30 Keadaan Normal

4.3.2 Penjadwalan dan 4D *Scheduling simulation* Metode *Fast track*

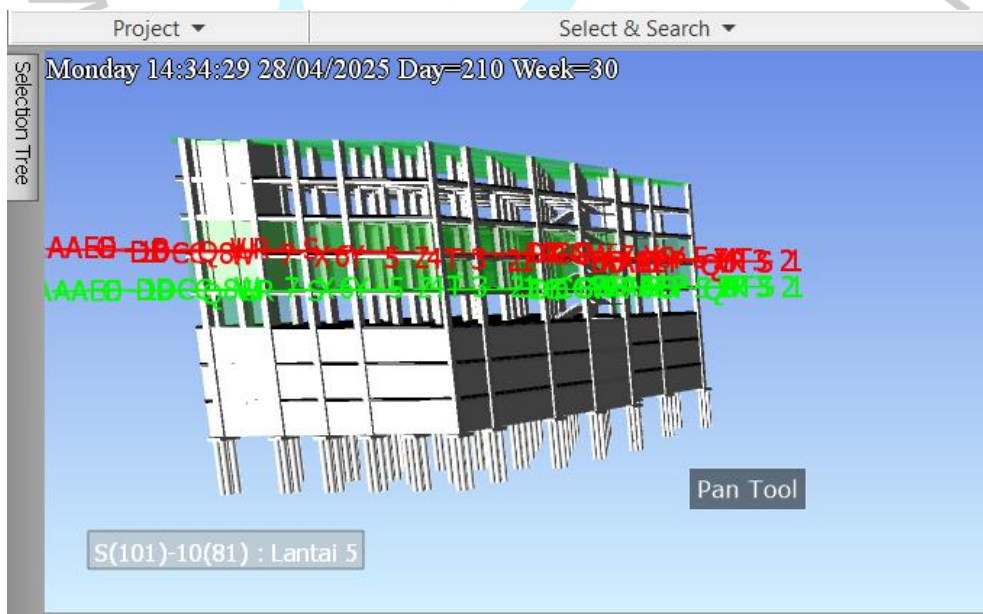
Metode *fast track* dilakukan pada pekerjaan struktur dan arsitektur yang berada pada lintasan kritis penjadwalan normal. Pada penelitian ini, metode *fast track* dilakukan perubahan jaringan kerja secara logis dan merencanakan pekerjaan yang tumpang tindih. Metode *fast track* dilakukan untuk memperoleh durasi yang efisien dengan syarat hubungan jaringan yang logis. Setelah menganalisis penjadwalan normal, diperoleh lintasan kritis pada pekerjaan struktur dan arsitektur berada pada pekerjaan struktur bawah dan struktur atas lantai 1 sampai lantai 7, sedangkan pekerjaan arsitektur tidak ada yang berada pada lintasan kritis. Berdasarkan hal tersebut, penjadwalan metode *fast track* dilakukan pada pekerjaan struktur yang berada pada lintasa kritis. Setelah penerapan meotde *fast track* pada Microsoft project diperoleh durasi pekerjaan struktur menjadi 183 hari di mulai pada tanggal 14 Oktober 2025 dan selesai pada tanggal 28 April 2025.

Contoh penjadwalan setelah penerapan metode *fast track* ditunjukkan pada **Gambar 4.64**. Contoh pekerjaan struktur yang dilakukan *fast track* yaitu pekerjaan kolom dan corewall lantai 2 yang dilakukan secara tumpang tindih pada tanggal 22 Desember 2024 sampai dengan 30 Desember 2024.



Gambar 4. 64 Contoh Penerapan Metode *Fast track* pada Penjadwalan

Setelah memiliki penjadwalan metode *fast track* dengan jaringan kerja yang lengkap dilakukan pengintegrasian antara BIM 3D dengan penjadwalan menggunakan Navisworks. Melalui pengintegrasian ini diperoleh 4D *scheduling simulation* sehingga dapat melihat *progress* sesuai penjadwalan metode *fast track*. Contoh hasil dari 4D *scheduling simulation* dengan penjadwalan metode *fast track* ditunjukkan pada **Gambar 4.65**.



Gambar 4. 65 Progress Proyek Minggu ke-30 Metode *Fast track*

4.3.3 Perbandingan Penjadwalan dan 4D *Scheduling simulation* antara Keadaan Normal dan Metode *Fast track*

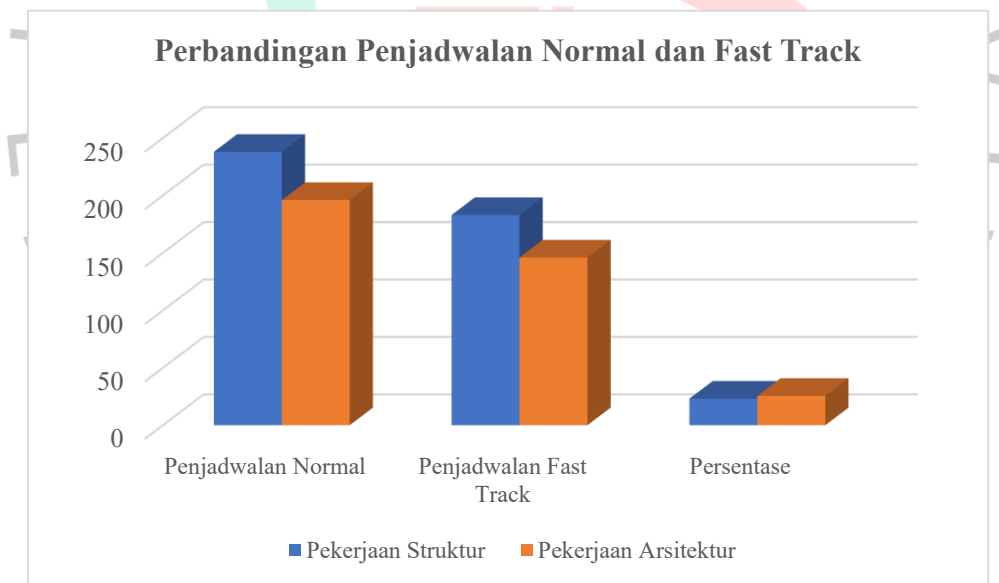
Pada penelitian ini, telah melakukan penjadwalan normal dan penjadwalan *fast track*. Melalui hal tersebut telah diperoleh perbandingan durasi antara keadaan normal dengan metode *fast track*. Perencanaan jaringan kerja dengan logis menjadi alasan metode *fast track* memiliki durasi yang lebih singkat. Setelah melakukan penjadwalan 2 hal tersebut, diperoleh hal yang dapat dibandingkan adalah pekerjaan struktur, karena pada pekerjaan struktur dan arsitektur keadaan normal hanya pekerjaan struktur yang berada pada lintasan kritis. Sehingga, analisis metode *fast track* hanya dapat dilakukan pada pekerjaan struktur. Penjadwalan normal memiliki durasi pekerjaan struktur 238 hari, sedangkan penjadwalan metode *fast track* menghasilkan durasi 183 hari. Selisih durasi pekerjaan struktur pada penjadwalan normal dan metode *fast track* yaitu 55 hari. Percepatan waktu pekerjaan struktur yang dihasilkan setelah penerapan metode *fast track* yaitu 23,11%. Walaupun pekerjaan arsitektur tidak ada perubahan pada prodeseccors, namun pekerjaan arsitektur mengalami percepatan 25,51% karena pekerjaan arsitektur bergantung dengan pekerjaan struktur. Hasil penjadwalan normal dan metode *fast track* secara lengkap akan ditunjukkan pada bagian **Lampiran**.

Setelah melihat bagaimana penjadwalan mengalami percepatan, melalui 4D *scheduling simulation* dapat melihat perbandingan secara 4D antara *progress* proyek penjadwalan normal dan *fast track*. Walaupun durasi mengalami percepatan yang cukup besar, namun pada *progress* 4D *scheduling simulation* tidak terlihat perbedaan yang sangat signifikan. Hal ini dikarenakan perbedaan waktu mulai atau beberapa prodeseccors. Perbandingan yang signifikan dapat dilihat pada minggu terakhir pekerjaan struktur setelah penerapan *fast track*. Hal tersebut dikarenakan setelah penerapan *fast track* pada tanggal 28 April 2025 pekerjaan struktur telah selesai, sedangkan pada pekerjaan normal ditanggal yang sama *progress* proyek baru mencapai pengecoran balok lantai 7. Pada penelitian ini, dapat dikatakan bahwa melalui adanya penerapan metode *fast track* dapat mempercepat penyelesaian pekerjaan struktur, dan melalui adanya penyusunan 4D *scheduling simulation* sangat mempermudah melihat visualisasi secara langsung perbandingan *progress* proyek antara penjadwalan rencana proyek hotel royal executive dengan penjadwalan yang telah dilakukan penerapan metode *fast track*. Hasil perbandingan 4D *scheduling simulation* akan ditunjukkan pada **Lampiran**.

Rekapitulasi perbandingan durasi percepatan antara penjadwalan normal dan setelah penerapan metode *fast track* dapat dilihat pada **Tabel 4.3**. Sedangkan bagan perbandingan antara kedua hal tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4.66**. Setelah dilakukan analisis penjadwalan normal dan setelah penerapan *fast track* diperoleh perbandingan dalam bentuk kurva S yang ditunjukkan pada **Lampiran 12**. Setelah dilakukan perbandingan dan memperoleh hasil, peneliti melakukan validasi kepada pihak proyek yang bertujuan untuk memastikan penggunaan dan pengolahan data telah sesuai digunakan oleh peneliti. Dengan hasil validasi tersebut maka dinyatakan penelitian ini telah valid atau telah sesuai yang ditunjukkan pada **Lampiran 13**

Tabel 4. 3 Rekapitulasi Perbandingan Durasi Penjadwalan Normal dan Penjadwalan *Fast track*

Jenis Pekerjaan	Penjadwalan Normal (Hari)	Penjadwalan <i>Fast track</i> (Hari)	Persentase Percepatan
Pekerjaan Struktur	238	183	23,11%
Pekerjaan Arsitektur	196	146	25,51%



Gambar 4. 66 Bagan Perbandingan Durasi Penjadwalan Normal dan Penjadwalan *Fast track*