

TUGAS AKHIR

**IMPLEMENTASI KONSEP *BUILDING
INFORMATION MODELING (BIM) 4D* DALAM
PERENCANAAN PENJADWALAN STRUKTURAL
*IMPLEMENTATION OF THE 4D BUILDING
INFORMATION MODELING (BIM) CONCEPT IN
STRUCTURAL SCHEDULING PLANNING***

(Studi Kasus: Pembangunan Gedung Balai Pengukuran Kompetensi Pegawai
(PKP) Daerah Istimewa Yogyakarta)

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Muhammad Karan
21511026**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2026**

TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI KONSEP *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM) 4D DALAM PERENCANAAN PENJADWALAN STRUKTURAL *IMPLEMENTATION OF THE 4D BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) CONCEPT IN STRUCTURAL SCHEDULING PLANNING*

(Studi Kasus: Pembangunan Gedung Balai Pengukuran Kompetensi Pegawai (PKP) Daerah Istimewa Yogyakarta)

Disusun oleh:



Muhammad Karan
2151102

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal

Oleh Dewan Penguji:

Pembimbing

Ir. Tri Nugroho S., S.T., M.T.
NIK: 195110502

Penguji I

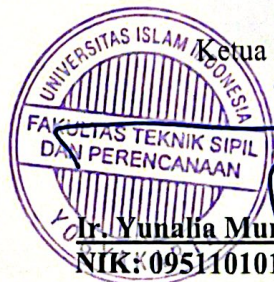
Adityawan S., S.T., M.T., Ph.D.
NIK: 215111305

Penguji II

Ir Fitri N., S.T., M.T., Ph.D., IPM.
NIK: 005110101

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Ir. Yunalia Muntafi., S.T., M.T., Ph.D. (Eng.) IPM.
NIK: 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir yang disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil, Program Sarjana, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, Maret 2026

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Karan

21511026

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrohmatullahi Wabarokaatuh

Alhamdulillah *rabbil'alamin*, segala puji syukur atas kehadiran Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* atas segala rahmat dan karuniya-Nya, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Implementasi Konsep Building Information Modeling (BIM) 4D dalam Perencanaan Penjadwalan Struktural”. Tugas Akhir ini diajukan dan disusun untuk memenuhi salah satu syarat akademik untuk menyelesaikan studi pendidikan strata satu (S1) di Program Studi Teknik Sipil Program Sarjana, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Pada kesempatan kali ini penulis juga ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan serta motivasinya dalam penyelesaian laporan ini, diantaranya yaitu kepada :

1. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.(Eng), IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Program Sarjana, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Tri Nugroho Sulistyantoro, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, terima kasih atas bimbingan, kritik, saran, dan dukungan yang diberikan selama menjalankan proses penulisan Tugas Akhir.
3. Bapak Adityawan Sigit, S.T., M.T., Ph.D. dan Ibu Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IPM. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir, terima kasih atas kritik, saran, dan masukan selama penyusunan Tugas Akhir.
4. Seluruh dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang telah membagikan ilmu selama menempuh studi program sarjana.
5. PT. Retracindo Konsultan Indonesia sebagai perusahaan manajemen konsultan, terima kasih telah memberikan peluang bagi penulis untuk menjalankan

program Magang dan berkesempatan untuk menggunakan data proyek sebagai bahan penelitian Tugas Akhir.

6. Semua pihak terkait yang turut memberi bantuan dan dukungan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, Maret 2026

Penulis.



Muhammad Karan

21511026

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
<i>ABSTRACT</i>	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Umum	6
2.2 Tinjauan Penelitian	6
2.2.1 Pengaruh BIM dalam percepatan proyek konstruksi	6
2.2.2 Implementasi Autodesk Revit untuk mendapatkan <i>quantity take off</i> dan Microsoft Project dalam pemodelan 4D serta penggunaan Naviswork untuk <i>schedule simulation</i>	7
2.2.3 Implementasi Microsoft Project dengan metode PDM dalam pemodelan 4D serta penggunaan Naviswork untuk <i>schedule simulation</i>	7
2.2.4 Penerapan metode <i>precedence diagram method</i> (PDM) dalam penjadwalan proyek pembangunan gedung	8
2.2.5 Perencanaan 4D <i>scheduling simulation</i> dengan menggunakan <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	8

2.2.6	Implementasi Autodesk Revit dan Microsoft Project dalam penjadwalan serta penggunaan Naviswork dalam <i>schedule simulation</i> dan <i>clash detection</i> .	9
2.3	Perbandingan Penelitian yang Dilakukan	9
2.4	Posisi Penelitian	17
BAB III	LANDASAN TEORI	18
3.1	Tinjauan Umum	18
3.2	Struktur Bangunan Gedung	18
3.3	Manajemen	19
3.3.1	Manajemen proyek	19
3.3.2	Penjadwalan	21
3.4	<i>Building Information Modeling</i> (BIM)	24
3.5	Penjadwalan dengan BIM 4D	27
3.6	3D Model dengan <i>Autodesk</i> Revit	27
3.7	Menghitung Produktivitas dan Durasi	28
3.7.1	Menghitung produktivitas	28
3.7.2	Menghitung Estimasi Durasi Pekerjaan	28
3.8	Microsoft Project	29
3.9	Autodesk Naviswork	29
BAB IV	METODOLOGI PENELITIAN	31
4.1	Tinjauan Umum	31
4.2	Subjek dan Objek Penelitian	31
4.3	Data Penelitian	32
4.4	Metode Pelaksanaan Penelitian	32
4.4.1	Perumusan masalah	32
4.4.2	Menentukan subjek dan objek penelitian	32
4.4.3	Pengumpulan data	33
4.4.4	Pengaplikasian perangkat lunak BIM Autodesk Revit untuk pemodelan 3D	33
4.4.5	Membuat <i>time schedule</i> dengan Microsoft Project	34
4.4.6	Pengaplikasian perangkat lunak BIM Autodesk Naviswork untuk <i>schedule simulation</i>	35
4.4.7	Perbandingan data penjadwalan proyek dengan implementasi BIM	36

4.5	Diagram Alir Penelitian	37
BAB V	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	39
5.1	Data Penelitian	39
5.1.1	Informasi proyek	39
5.1.2	Gambar proyek	39
5.1.3	Penjadwalan proyek	40
5.2	Analisis Pemodelan 3 Dimensi (3D)	40
5.3	Analisis Penjadwalan Proyek	44
5.3.1	Perhitungan durasi komponen pekerjaan	44
5.3.2	Input data Microsoft Project	52
5.4	Analisis Konektivitas Perangkat Lunak	64
5.5	Pembahasan	67
5.5.1	Implementasi Microsoft Project dalam Analisis Penjadwalan	67
5.5.2	Implementasi Autodesk Naviswork dalam <i>Scheduling Simulation</i>	69
5.5.3	Deteksi Benturan Pekerjaan dalam Penjadwalan	70
BAB VI	KESIMPULAN	74
6.1	Kesimpulan	74
6.2	Saran	74
	DAFTAR PUSTAKA	75
	LAMPIRAN	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Contoh Kurva S dan <i>Bar Chart</i>	22
Gambar 3. 2 Diagram PDM	24
Gambar 3. 3 Level of Development 100	25
Gambar 3. 4 Level of Development 200	25
Gambar 3. 5 Level of Development 300	26
Gambar 3. 6 Level of Development 350	26
Gambar 3. 7 Level of Development 400	26
Gambar 4. 1 Lokasi Pembangunan Gedung Balai PKP	31
Gambar 4. 2 Flowchart Membuat Pemodelan 3D	34
Gambar 4. 3 Flowchart Membuat Time Schedule	34
Gambar 4. 4 Flowchart Membuat Pemodelan 4D	35
Gambar 4. 5 Flowchart Perbandingan Total Durasi Perencanaan dan Implementasi BIM	36
Gambar 4. 6 Diagram Alir Penelitian	37
Gambar 5. 1 Pemodelan Family Pondasi Tiang Bor (P1)	41
Gambar 5. 2 Pemodelan Family Pondasi Tiang Bor (P2)	41
Gambar 5. 3 Pemodelan Family Pondasi Tiang Bor (P3)	42
Gambar 5. 4 Pemodelan Family Kolom Lift (KL)	42
Gambar 5. 5 Pemodelan Struktural 3 Dimensi	43
Gambar 5. 6 Pemodelan Struktural Pembesian 3 Dimensi	43
Gambar 5. 7 Pembesian Beam Column Joint	44
Gambar 5. 8 Pembesian Overlaps Kolom	44
Gambar 5. 9 Pengaturan Awal Pelaksanaan Proyek	53
Gambar 5. 10 Pengaturan Calender Option dan Scheduling Option	53
Gambar 5. 11 Pengaturan Jam Kerja Proyek	54
Gambar 5. 12 Pengaturan Hari Libur Proyek	55
Gambar 5. 13 Input Data Penjadwalan	55

Gambar 5. 14 Autodesk Naviswork 2024	64
Gambar 5. 15 Input Pemodelan 3D dari Autodesk Revit	65
Gambar 5. 16 Input Data Penjadwalan dari Microsoft Project	65
Gambar 5. 17 Konektivitas Pemodelan 3D dan Penjadwalan Proyek	66
Gambar 5. 18 Scheduling Simulation	66
Gambar 5. 19 Hasil Penerapan Visualisasi Scheduling Simulation	70
Gambar 5. 20 QR Code Schedule Simulation	70
Gambar 5. 21 Deteksi Benturan Pekerjaan Pembesian dengan Struktur	73
Gambar 5. 22 Deteksi Benturan Pekerja Pembesian dengan Pembesian	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian yang Telah Dilakukan	10
Tabel 5. 1 Rekapitulasi Durasi Pekerjaan	47
Tabel 5. 2 Analisis Predecessor Pekerjaan	56
Tabel 5. 3 Perbandingan Waktu Setiap Jenis Pekerjaan	67
Tabel 5. 4 Perbandingan Jadwal Pekerjaan Berdasarkan Volume	69
Tabel 5. 5 Deteksi Benturan 1 dengan Hard Tolerance 0,001 m	71
Tabel 5. 6 Deteksi Benturan 2 dengan Hard Tolerance 0,001 m	72

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Detail Engineering Design (DED)	78
Lampiran 2 Time Schedule dan Kurva S Perencanaan	97
Lampiran 3 Clash Report	98
Lampiran 4 Quantity Take-Off	101
Lampiran 5 Perhitungan Volume Bekisting	102
Lampiran 6 Gantt Chart	106
Lampiran 7 AHSP Bidang Cipta Karya dan Perumahan, 2025	107

ABSTRAK

Kemajuan teknologi industri terutama di bidang konstruksi dengan penerapan *building information modeling* (BIM) menjadi pendekatan inovasi dalam perencanaan proyek. Penggunaan konsep BIM menjadi salah satu proyeksi baru dari penerapan konsep konvensional di bidang konstruksi terutama dalam penjadwalan proyek. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mendapatkan perbandingan jumlah durasi pekerjaan dengan metode konvensional dan penerapan BIM. BIM juga membantu dalam penerapan *scheduling simulation* dan benturan pekerjaan/*clash detection*.

Penelitian ini menerapkan konsep BIM 4D dalam perencanaan penjadwalan proyek. BIM digunakan dalam pemodelan 3 dimensi (3D) pada komponen struktur inti menggunakan Autodesk Revit. Penjadwalan dengan analisis hubungan keterkaitan pekerjaan, metode *precedence diagram method* (PDM) menggunakan Microsoft Project. Konektivitas dari kedua data tersebut menjadi satu yaitu BIM 4D dengan menggunakan Autodesk Naviswork.

Hasil dari penelitian yang didapatkan berdasarkan penerapan BIM 4D yaitu dari penerapan *time schedule* dengan BIM yaitu 111 hari kerja dimana lebih cepat dibanding konsep konvensional yaitu 112 hari kerja. Penerapan BIM 4D juga memperoleh *schedule simulation* dan *clash detection*. Hasil dari penerapan *clash detection* diperoleh bahwa *overlapping* tulangan mempengaruhi banyaknya terjadi *hard clash*.

Kata Kunci: BIM 4D, *Time Schedule*, *Clash Detection*, *Schedule Simulation*

ABSTRACT

Advancements in industrial technology, particularly in the construction sector, through the implementation of Building Information Modeling (BIM), have become an innovative approach in project planning. The use of the BIM concept represents a new development from conventional practices in construction, especially in project scheduling. This research aims to obtain a comparison of work duration between the conventional method and the implementation of BIM. BIM supports scheduling simulation and clash detection.

This study applies the BIM 4D concept in project scheduling planning. BIM is used for three-dimensional (3D) modeling of core structural components using Autodesk Revit. Scheduling is carried out by analyzing activity relationships using the Precedence Diagram Method (PDM) in Microsoft Project. The integration of these two datasets results in BIM 4D through the use of Autodesk Navisworks.

The results of the study based on the implementation of BIM 4D show that the project duration using BIM scheduling is 111 working days, which is faster compared to the conventional method at 112 working days. The implementation of BIM 4D also enables schedule simulation and clash detection. The clash detection results indicate that reinforcement overlapping significantly contributes to the occurrence of hard clashes.

Keyword: BIM 4D, Time Schedule, Clash Detection, Schedule Simulation

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemerintahan, termasuk pemerintah daerah, memiliki peran krusial dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Sumber daya manusia mencakup seluruh individu atau tenaga kerja yang tergabung dalam suatu organisasi, perusahaan, maupun negara. Hal ini selaras dengan tugas Badan Kepegawaian Daerah (BKD) yang mendukung pengembangan sumber daya manusia melalui penyelenggaraan pelatihan bagi aparatur sipil negara untuk meningkatkan berbagai aspek, seperti kompetensi, keterampilan, wawasan, pengalaman, dan potensi individu, guna mencapai tujuan organisasi.

Sumber daya manusia menjadi perhatian yang penting dalam peningkatan Indeks Pembangunan Manusia (IPM). Dalam penyampaian Wali Kota Yogyakarta melalui portal berita Pemerintah Kota Yogyakarta (Adminwarta, 2025), IPM kota Yogyakarta tahun 2024 meraih peringkat tertinggi nasional dengan persentase 89,1% meningkat 0,55% dari tahun sebelumnya. Keberhasilan kegiatan organisasi pemerintahan sangat ditentukan oleh sumber daya manusia, yang dipengaruhi oleh faktor-faktor yang mendukung pencapaian tujuan pegawai. Salah satu elemen kunci yang memperlancar aktivitas kerja adalah fasilitas. Fasilitas kantor berdampak positif pada performa karyawan. Sarana yang memadai, seperti ruang kerja yang nyaman, peralatan yang sesuai, dan teknologi pendukung, mendorong peningkatan produktivitas dan efisiensi kerja. Fasilitas yang baik dapat meminimalkan gangguan, memperlancar proses kerja, serta meningkatkan motivasi dan kepuasan karyawan, yang pada akhirnya memperkuat kinerja mereka (Pelasula dkk., 2024).

Pembangunan Kantor Badan Kepegawaian Daerah (BKD) Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) menjadi salah satu pembangunan gedung pemertintahan untuk

peningkatan dan penunjang fasilitas. Pembangunan ini memiliki dua gedung dimana salah satu gedung menjadi studi kasus untuk ditinjau yaitu Gedung Balai Pengukuran Kompetensi Pegawai (PKP). Proses perencanaan dalam pembangunan gedung sangat penting untuk pembangunan yang efektif, efisien, dan berkelanjutan.

Menurut Dipohusoda (1996) dalam (Kusuma Tama dkk., 2020) manajemen merupakan proses terpadu dari beberapa individu dalam organisasi untuk pemeliharaan, pengembangan, pengendalian, dan menjalankan program-program dalam satu sasaran yang telah ditetapkan dan berlangsung seiring waktu. Dalam tahapan-tahapan manajemen diperlukan sistem yang menyeluruh dan terpadu untuk mencapai tujuan yang efektif dan efisien dalam perencanaan biaya, mutu, dan waktu (Asnuddin dkk., 2018)

Industri konstruksi merupakan salah satu sektor strategis yang memiliki peran penting dalam mendukung pembangunan infrastruktur dan perekonomian nasional. Namun demikian, pelaksanaan proyek konstruksi, khususnya pada tahap pekerjaan struktur atas maupun bawah sering menghadapi berbagai tantangan, seperti ketidaksesuaian antara perencanaan dan pelaksanaan, keterlambatan jadwal, pembengkakan biaya, serta potensi kesalahan dalam koordinasi antar-disiplin. Permasalahan tersebut sebagian besar disebabkan oleh keterbatasan metode perencanaan tradisional yang masih mengandalkan gambar 2D dan jadwal konvensional yang kurang terintegrasi. Penerapan konsep *Building Information Modeling* masih dalam skala terbatas, berdasarkan studi (Sarju dkk., 2022) penggunaan *Building Information Modeling* (BIM) dalam satu organisasi yang menjadi studi hanya ada kurang dari 5 proyek per-tahun yang mengimplementasikan BIM.

Dengan kemajuan teknologi digital di industri konstruksi, *Building Information Modeling* (BIM) menjadi pendekatan inovatif yang meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam perencanaan serta pengelolaan proyek. BIM merupakan salah satu inovasi besar yang mampu mempercepat pelaksanaan proyek konstruksi secara signifikan. Dengan menggabungkan data geometris, penjadwalan, estimasi biaya, serta pengelolaan fasilitas ke dalam satu sistem digital.

(Adji dan Fransisco, 2025) menyatakan bahwa “implementasi BIM dapat mempercepat durasi proyek antara 10-30%”. Penerapan BIM sejalan dengan peraturan dalam lampiran PUPR nomor 22 tahun 2018 yang menyatakan BIM wajib diterapkan pada Bangunan Gedung Negara tidak sederhana dengan kriteria luas di atas 2000 m² (dua ribu meter persegi) dan di atas 2 (dua) lantai. Salah satu aspek kunci BIM adalah BIM 4D, yang menggabungkan model tiga dimensi (3D) dengan elemen waktu (jadwal). Penerapan BIM 4D memungkinkan visualisasi jadwal konstruksi yang lebih dinamis dan informatif, sehingga mempermudah pemangku kepentingan memahami alur pekerjaan, mendeteksi potensi konflik, dan mengevaluasi skenario alternatif untuk mengoptimalkan pelaksanaan proyek.

Implementasi BIM 4D pada perencanaan penjadwalan pekerjaan struktural sangat penting karena tingginya kompleksitas dan ketelitian yang diperlukan pada tahap tersebut. Model 4D tidak hanya mendukung simulasi tahapan konstruksi, tetapi juga mempermudah dalam mensimulasikan *clash detection* (Nugraha, 2024), koordinasi antar disiplin ilmu, serta pengambilan keputusan berdasarkan data yang akurat dan mutakhir. Dengan begitu, risiko keterlambatan dan ketidaksesuaian dalam pelaksanaan pekerjaan struktur atas dapat dikurangi secara signifikan.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini akan membahas implementasi *Building Information Modeling* (BIM) berbasis 4D dalam perencanaan penjadwalan proyek Pembangunan Gedung Balai Pengukuran Kompetensi Pegawai (PKP) Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Pemilihan studi kasus didasarkan pada penerapan metode perencanaan yang masih konvensional dengan menggunakan Microsoft Excel dalam penjadwalan proyek. Penelitian ini akan menggunakan *software* Autodesk Revit, Microsoft Project, dan Autodesk Naviswork untuk menerapkan konsep BIM 4D dalam tahap perencanaan sehingga dapat mensimulasikan proses pembangunan untuk meminimalisir terjadinya risiko keterlambatan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, didapatkan rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Berapa lama durasi pekerjaan struktural dengan menggunakan *Building Information Modeling* (BIM) 4D pada proyek pembangunan Gedung Balai Pengukuran Kompetensi Pegawai (PKP) Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY).
2. Bagaimanakah perbandingan durasi pekerjaan struktural dari hasil implementasi *Building Information Modeling* (BIM) dengan data eksisting penjadwalan pada proyek pembangunan Gedung Balai Pengukuran Kompetensi Pegawai (PKP) Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY).

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui lama durasi pekerjaan struktural dengan menggunakan *Building Information Modeling* (BIM) 4D pada proyek pembangunan Gedung Balai Pengukuran Kompetensi Pegawai (PKP) Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY).
2. Mengetahui perbandingan jumlah durasi pekerjaan struktural dari hasil implementasi *Building Information Modeling* (BIM) dengan data eksisting penjadwalan pada proyek pembangunan Gedung Balai Pengukuran Kompetensi Pegawai (PKP) Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian yang dilakukan ini adalah sebagai berikut.

1. Memperdalam ilmu pengetahuan terutama dalam perkembangan teknologi *Building Information Modeling* (BIM) dalam dunia konstruksi
2. Memberikan referensi terutama kepada pembaca mengenai implementasi *Building Information Modeling* (BIM) dalam proses perencanaan proyek konstruksi

1.5 Batasan Penelitian

Dalam penelitian tugas akhir ini penulis menetapkan beberapa batasan dalam penelitian, yaitu sebagai berikut.

1. Data desain didapatkan dari Proyek Pembangunan Gedung Balai Pengukuran Kompetensi Pegawai (PKP) Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY).

2. Penelitian dilakukan berfokus pada tahap BIM 4D yaitu *time schedule* dan *schedule simulation*.
3. Penelitian tidak meninjau analisis struktur konstruksi dari Proyek Pembangunan Gedung Balai Pengukuran Kompetensi Pegawai (PKP).
4. Penelitian yang dilakukan hanya akan membahas pekerjaan struktural saja.
5. Tidak melakukan pemodelan 3D dan penjadwalan komponen pekerjaan struktur baja atap.
6. Penelitian terkait dengan *Clash Detction* diusahakan memperoleh hasil *clash* sedikit mungkin.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Tinjauan pustaka merupakan tahap pengumpulan informasi yang membahas kajian dan teori-teori yang berkaitan dengan topik yang diinginkan. Tinjauan pustaka digunakan untuk membantu verifikasi topik dan masalah yang menjadi pembahasan dalam penelitian. Selain itu, tinjauan pustaka juga membantu memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai topik dan masalah dalam melakukan penelitian dengan mempertimbangkan kajian dan teori-teori dari penelitian terdahulu.

Penelitian yang berkaitan dengan implementasi *Building Information Modeling* (BIM) dengan basis 4D telah banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu dalam beberapa tahun belakangan ini. Pada bab ini penulis ini akan membahas terkait dengan penelitian yang relevan terhadap penggunaan BIM 4D dalam kurun waktu 5 tahun terakhir.

2.2 Tinjauan Penelitian

2.2.1 Pengaruh BIM dalam percepatan proyek konstruksi

(Adji dan Fransisco, 2025) dalam penelitiannya yang menerapkan penggunaan *Building Information Modeling* (BIM) dalam percepatan proyek konstruksi. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengkaji dampak penerapan BIM terhadap percepatan waktu pelaksanaan proyek konstruksi melalui metode studi literatur dan analisis kasus pada beberapa proyek di Indonesia yang telah mengadopsi BIM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan BIM dapat mengurangi durasi proyek sebesar 10–30%, terutama pada tahap perencanaan dan koordinasi teknis, dibandingkan metode konvensional. Temuan ini memperkuat bahwa BIM tidak hanya berfungsi sebagai alat visualisasi, tetapi juga sebagai

strategi manajemen proyek yang efektif untuk mempercepat waktu pelaksanaan dan mengurangi risiko keterlambatan.

2.2.2 Implementasi Autodesk Revit untuk mendapatkan *quantity take off* dan Microsoft Project dalam pemodelan 4D serta penggunaan Naviswork untuk *schedule simulation*

(Maulana dkk., 2023) dalam penelitiannya yang mengimplementasikan *Building Information Modeling* (BIM) dalam penerapan BIM 4D dengan penyatuan model 3D dengan penjadwalan pada Proyek Pembangunan Gedung Pusat Pelayanan Syariat Islam dan Keistimewaan Aceh. Dalam pelaksanaannya peneliti melakukan pemodelan 3D dengan menggunakan *software* Autodesk Revit untuk mendapatkan data *quantity take off* pekerjaan struktur yang kemudian diintegrasikan dengan *software* pendukung yaitu Microsoft Excel dalam membuat Kurva S. Data Kurva yang didapatkan kemudian dibuat *work breakdown structure* menggunakan *software* Microsoft Project. Hasil penjadwalan dari Microsoft Project kemudian diintegrasikan dengan *software* Autodesk Navisworks untuk mendapatkan nilai *time liner* pertumbuhan proyek berdasarkan *schedule*. Dalam penelitian ini juga menghitung selisih volume pekerjaan struktural pada perhitungan volume proyek dengan volume *software* yang terdapat pada *quantity take off software* Autodesk Revit.

2.2.3 Implementasi Microsoft Project dengan metode PDM dalam pemodelan 4D serta penggunaan Naviswork untuk *schedule simulation*

(Rachmawati dan Abma, 2022) dalam penelitiannya yang mengimplementasikan konsep *Building Information Modeling* (BIM) untuk merencanakan time schedule pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Jenderal Soedirman. Dalam penelitian ini dilakukan pengambilan data berupa modeling 3D dan Analisa Harga Satuan (AHS) serta data perencanaan penjadwalan. Penelitian ini dilakukan dengan pembuatan *time schedule* menggunakan Microsoft Project membutuhkan data yang akan dimasukkan berupa nama pekerjaan, durasi, *predecessor*, dan perhitungan kebutuhan tenaga kerja yang nantinya akan memunculkan histogram sumber daya.

Dalam penelitian ini dilakukan tiga tahap percobaan dalam menganalisis sumber daya untuk memastikan pelaksanaan proyek tidak melebihi kapasitas sumber daya yang dimiliki. Pada percobaan pertama didapatkan hasil 312 hari dimana melebihi 64 hari dari data awal dan terdapat jumlah tenaga kerja yang melebihi sumber daya yang dimiliki. Percobaan kedua dengan melakukan *resources leveling auto schedule* didapatkan hasil 312 hari tetapi sudah tidak ada tenaga kerja yang melebihi sumber daya yang dimiliki. Percobaan ketiga dilakukan dengan *resources leveling manual schedule* dengan hasil semua tenaga kerja tidak melebihi tenaga kerja yang dimiliki dan mendapatkan hasil waktu kerja 247 hari dimana lebih cepat 1 hari dari data awal.

2.2.4 Penerapan metode *precedence diagram method* (PDM) dalam penjadwalan proyek pembangunan gedung

(Doddy Heka Ardana dan Wayan Sudiarsana, 2023) dalam penelitiannya yang menggunakan metode *precedence diagram method* (PDM) dalam penjadwalan proyek Pembangunan Ruang Kelas Madrasah Tsanawiyah Negeri (MTsN) Karangasem. Penelitian ini memanfaatkan kurva-S sebagai dasar perencanaan penjadwalan proyek. Kemajuan proyek dapat dibandingkan dengan jadwal yang diharapkan, namun keterbatasan informasi yang tersedia dan dapat disampaikan mengharuskan penggunaan pendekatan alternatif untuk penjadwalan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan durasi optimal penyelesaian proyek Pembangunan Ruang Kelas Baru di MTsN Karangasem dengan menggunakan metode *precedence diagram method* (PDM) yang dibandingkan dengan jadwal rencana. Hasil penjadwalan ulang dengan PDM menunjukkan durasi proyek lebih singkat dibandingkan jadwal rencana dan pelaksanaan proyek. Durasi yang diperoleh dari analisis PDM lebih cepat 8 hari, yaitu 127 hari, dibandingkan durasi proyek rencana sebesar 135 hari.

2.2.5 Perencanaan 4D *scheduling simulation* dengan menggunakan *Building Information Modeling* (BIM)

(Alfiah Dzakiroh dkk., 2023) dalam penelitiannya yang mengimplementasikan *Building Information Modeling* (BIM) dengan

merencanakan *scheduling simulation* berbasis BIM 4D. Dalam penelitiannya, penulis bertujuan untuk membandingkan hasil perhitungan durasi total dari dua skenario yaitu durasi normal kerja selama 8 jam/hari dan durasi penambahan jam kerja selama 3 jam dan mempertimbangkan perhitungan durasi alat berat. Metode yang dilakukan yaitu dengan melakukan pemodelan 3D dan digabungkan ke dalam pemodelan 4D (penjadwalan) dengan menghitung durasi normal, durasi waktu lembur, dan durasi alat berat mempertimbangkan perhitungan produktivitas pekerja dan alat berat. Hasil analisis dari penelitian ini dapat dinyatakan bahwa durasi total setelah dilakukan perhitungan durasi *crashing* lebih awal 72 hari yaitu dengan total 200 hari kerja.

2.2.6 Implementasi Autodesk Revit dan Microsoft Project dalam penjadwalan serta penggunaan Naviswork dalam *schedule simulation* dan *clash detection*.

(Nugraha, 2024) dalam penelitiannya yang mengimplementasikan *Building Information Modeling* (BIM) dalam merencanakan efektivitas proses penjadwalan dengan memanfaatkan BIM dengan *schedule simulation* dan *clash detection*. Penelitian dilakukan dengan melakukan observasi lapangan, wawancara, dan pengumpulan data berupa desain gambar dan dokumen penjadwalan. Pemodelan 3D dilakukan dengan Autodesk Revit yang kemudian dilakukan penjadwalan dengan mengikuti durasi pekerjaan di lapangan tanpa perhitungan tambahan dan perubahan dengan Microsoft Project. Dalam pemodelan penjadwalan dalam Microsoft project dilakukan analisis keterkaitan pekerjaan (*predecessor*). Hasil dari penelitian yang dilakukan adalah mendapatkan total durasi pekerjaan selama 155 hari dengan total 22 minggu, durasi tersebut memiliki perbedaan 11 minggu dengan penjadwalan proyek. Selain itu diperoleh *schedule simulation* dan *clash detection*.

2.3 Perbandingan Penelitian yang Dilakukan

Dari tinjauan pustaka di atas, maka akan diperoleh perbandingan dari beberapa tinjauan yang menjadi acuan atau referensi dalam penelitian. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1 di bawah.

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian yang Telah Dilakukan

No	Penulis	Judul	Lokasi	Tujuan	Metode	Hasil
1	Adji dan Fransisco (2025)	Pengaruh BIM dalam Percepatan Proyek Konstruksi	Studi kasus seperti MRT Jakarta dan proyek-proyek publik di Singapura	Meneliti dampak penerapan BIM pada percepatan durasi pelaksanaan proyek konstruksi.	Metode yang digunakan adalah studi literatur dan analisis kasus pada beberapa proyek di Indonesia yang menerapkan BIM, seperti proyek MRT Jakarta, serta proyek-proyek publik di Singapura.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan BIM dapat mempersingkat durasi proyek sebesar 10–30%, terutama pada tahap perencanaan dan koordinasi teknis, dibandingkan dengan pendekatan konvensional. Temuan ini menegaskan bahwa BIM tidak hanya berfungsi sebagai alat visualisasi, tetapi juga sebagai strategi manajemen proyek yang efisien untuk

No	Penulis	Judul	Lokasi	Tujuan	Metode	Hasil
						mempercepat waktu pelaksanaan dan mengurangi risiko keterlambatan.
2	Maulana, dkk (2023)	<i>Building Information Modeling (BIM) 4D pada Proyek Pembangunan Gedung Pusat Pelayanan Syariah Islam dan Gedung Pusat Pelayanan Syariah Islam dan Keistimewaan Aceh</i>	Proyek Pembangunan Gedung Pusat Pelayanan Syariah Islam dan Keistimewaan Aceh	Tujuan perancangan ini adalah untuk mengimplementasikan metode BIM pada desain bangunan konvensional dengan memanfaatkan DED (<i>Detail Engineering Design</i>) yang telah ada. Menyusun perencanaan jaringan berdasarkan penerapan BIM pada proyek gedung konvensional. Mengembangkan model 3D, mengintegrasikan	Pemodelan dilakukan dengan Autodesk Revit untuk mengetahui nilai <i>quantity take off material</i> yang kemudian menghitung estimasi kebutuhan tenaga kerja yang diaplikasikan menggunakan perhitungan durasi pekerjaan dengan mangaitkan AHSP. Perencanaan penjadwalan dilakukan dengan menggunakan	Hasil penelitian terlihat pada perbedaan volume pekerjaan struktural konvensional dan <i>software</i> dan pada penjadwalan didapatkan durasi total sebesar 392 hari

No	Penulis	Judul	Lokasi	Tujuan	Metode	Hasil
				informasi penjadwalan ke dalam model tersebut, serta menciptakan simulasi dari model yang telah terintegrasi dengan BIM.	Microsoft Project. Setelah itu dilakuakn <i>schedule simulation</i> dengan menggabungkan pemodelan 3D dengan penjadwalan kedalam Software Naviswork	
3	Rachmawati dan Abma (2022)	Implementasi Konsep BIM 4D dalam Perencanaan <i>Time Schedule</i> dengan Analisis <i>Resources Leveling</i>	Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Jenderal Soedirman.	Menghitung durasi total dengan Analisis <i>resources leveling</i>	Dalam penelitian ini, data yang dikumpulkan meliputi pemodelan 3D, analisis harga satuan, dan perencanaan penjadwalan. Untuk menyusun jadwal menggunakan Microsoft Project, penulis memerlukan data seperti nama pekerjaan, durasi, <i>predecessor</i> , dan	Pada percobaan pertama didapatkan hasil 312 hari dimana melebihi 64 hari dari data awal dan terdapat jumlah tenaga kerja yang melebihi sumber daya yang dimiliki. Percobaan kedua dengan melakukan <i>resources leveling auto schedule</i> didapatkan hasil 312

No	Penulis	Judul	Lokasi	Tujuan	Metode	Hasil
					perhitungan kebutuhan tenaga kerja yang kemudian menghasilkan histogram sumber daya. Penelitian ini mencakup tiga tahap uji coba untuk menganalisis sumber daya guna memastikan pelaksanaan proyek tidak melebihi kapasitas sumber daya yang tersedia.	hari tetapi sudah tidak ada tenaga kerja yang melebihi sumber daya yang dimiliki. Percobaan ketiga dilakukan dengan <i>resources leveling manual schedule</i> dengan hasil semua tenaga kerja tidak melebihi tenaga kerja yang dimiliki dan mendapatkan hasil waktu kerja 247 hari dimana lebih cepat 1 hari dari data awal.
4	Doddy Heka Ardana dan Wayan	Analisis Penjadwalan Ulang Menggunakan	Proyek Pembangunan Ruang Kelas Baru di	Mengetahui nilai durasi optimal untuk penyelesaian	Dalam metode penelitian ini dengan menganalisis penjadwlaan dengan metode <i>precedence</i>	Penjadwalan menggunakan metode PDM menghasilkan durasi penyelesaian

No	Penulis	Judul	Lokasi	Tujuan	Metode	Hasil
	Sudiarsana, 2023	Metode <i>Precendence</i> <i>Diagram Method</i> Pada Proyek Pembangunan Ruang Kelas Baru di Madrasah Tsanawiyah Negeri (MTsN) Karangasem	Madrasah Tsanawiyah Negeri (MTsN) Karangasem	proyek Pembangunan Ruang Kelas Baru di MTsN Karangasem	<i>diagram method</i> (PDM) dengan mempertimbangkan hubungan antar kegiatan, identifikasi jalur kritis, total <i>float</i> , durasi, dan jumlah tenaga kerja. Dalam penelitian ini juga mempertimbangkan penggunaan BIM Microsoft Project.	proyek selama 127 hari, lebih cepat 8 hari dibandingkan jadwal rencana yang berdurasi 135 hari. Hasil analisis <i>float</i> dan jalur kritis dalam penelitian ini dengan metode PDM menunjukkan bahwa tidak ada waktu tunda pada setiap kegiatan untuk menyelesaikan proyek.
5	Dzakiroh, dkk (2023)	Perencanaan 4D <i>Scheduling</i> <i>Simulation</i> Dengan Menggunakan <i>Building</i>	Gedung 6 (Enam) Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri	Menghitung waktu durasi total dengan menggunakan perbandingan jam kerja pekerja	Dalam penelitian ini, penulis berupaya membandingkan durasi total dari dua skenario, yaitu durasi kerja normal 8 jam/hari dan durasi	Hasil analisis dari penelitian ini dapat dinyatakan bahwa durasi total setelah dilakukan perhitungan durasi <i>crashing</i> lebih awal 72

No	Penulis	Judul	Lokasi	Tujuan	Metode	Hasil
		<i>Information Modeling (BIM)</i> Pada Gedung 6 (Enam) Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri Universitas Lampung	Universitas Lampung		dengan tambahan 3 jam kerja, sambil memperhitungkan durasi penggunaan alat berat. Pendekatan yang digunakan meliputi pembuatan model 3D yang diintegrasikan ke dalam pemodelan 4D (penjadwalan), dengan menghitung durasi kerja normal, durasi lembur, dan durasi alat berat berdasarkan produktivitas pekerja dan alat berat.	hari yaitu dengan total 200 hari kerja.
6	Nugraha (2024)	Implementasi Konsep <i>Building Information</i>	Penggantian Jembatan Pening Kloji	Merencanakan efektivitas proses penjadwlan dengan memanfaatkan BIM	Penelitian dilaksanakan melalui observasi lapangan, wawancara,	Hasil dari penelitian yang dilakukan adalah mendapatkan total

No	Penulis	Judul	Lokasi	Tujuan	Metode	Hasil
		<i>Modeling</i> (BIM) 4D Dalam Tahap Perencanaan Penjadwalan Proyek Pembangunan Jembatan	Kabupaten Mojokerto	dengan <i>schedule simulation</i> dan <i>clash detection</i> .	serta pengumpulan data berupa desain gambar dan dokumen penjadwalan. Pemodelan 3D dibuat menggunakan Autodesk Revit, kemudian penjadwalan dilakukan berdasarkan durasi pekerjaan di lapangan tanpa perhitungan tambahan atau perubahan menggunakan Microsoft Project. Dalam proses penjadwalan dilakukan analisis hubungan antarpekerjaan (<i>predecessor</i>).	durasi pekerjaan selama 155 hari dengan total 22 minggu, durasi tersebut memiliki perbedaan 11 minggu dengan penjadwalan proyek. Selain itu diperoleh <i>schedule simulation</i> dan <i>clash detection</i> .

2.4 Posisi Penelitian

Berdasarkan tinjauan penelitian yang menjadi referensi dari penulis, maka dalam penelitian ini menganalisis *time schedule* untuk pekerjaan struktural dengan mengimplementasikan pemodelan 3D dengan Autodesk Revit dan Microsoft Project dalam perencanaan penjadwalan. Analisis *time schedule* dan *schedule simulation* dapat dioptimalkan dengan menggunakan *software* Naviswork.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tinjauan Umum

Landasan Teori merupakan bagian terpenting dalam penelitian yang digunakan sebagai pijakan atau dasar konseptual dari penelitian yang akan dilakukan. Menurut (Nursulis dan Muspawi, 2024) landasan teori berfungsi sebagai dasar ilmiah untuk membangun argumen, mengarahkan metodologi penelitian, menganalisis data, dan berkontribusi pada perkembangan ilmu pengetahuan. Tinjauan pustaka merupakan langkah krusial untuk mempelajari penelitian sebelumnya, mencegah duplikasi, dan memperkuat penelitian baru. Penelitian mereka menunjukkan bahwa landasan teori tidak hanya memberikan kerangka berpikir yang jelas, tetapi juga mendukung pemilihan metodologi yang sesuai, validasi, dan interpretasi data, serta memungkinkan sumbangan ilmiah yang berarti.

Landasan yang dijelaskan pada bab ini mengenai beberapa teori para ahli yang menjadi dasar untuk pelaksanaan penelitian. Landasan teori akan memberikan kerangka pemikiran dalam penelitian untuk dapat menghubungkan penelitian dengan kajian terdahulu. Landasan pada bab ini akan menjelaskan teori-teori terkait aspek proyek konstruksi, manajemen proyek, penjadwalan, dan penerapan *Building Information Modeling* (BIM) dalam tahap perencanaan dalam proyek pembangunan gedung

3.2 Struktur Bangunan Gedung

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), struktur bangunan gedung secara umum terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu struktur atas dan struktur bawah. Struktur atas mencakup elemen-elemen vertikal seperti kolom dan dinding, serta elemen horizontal seperti balok, pelat lantai, dan atap. Sementara itu, struktur bawah biasanya terdiri dari pondasi yang berfungsi

menopang seluruh beban dari bangunan tersebut. Berdasarkan klasifikasi bangunan gedung, fungsi bangunan gedung dibagi menjadi beberapa jenis yaitu:

1. Bangunan hunian merupakan bangunan yang diperuntukan sebagai tempat tinggal, seperti rumah tinggal, apartemen, dan rumah susun.
2. Bangunan komersial merupakan bangunan yang digunakan untuk menjalankan kegiatan, seperti perkantoran, pertokoan, dan pusat perbelanjaan.
3. Bangunan pendidikan merupakan bangunan yang diperuntukan untuk kegiatan pendidikan, seperti sekolah, universitas, dan lembaga pendidikan lainnya.
4. Bangunan kesehatan merupakan bangunan yang diperuntukan untuk kegiatan kesehatan, seperti rumah sakit, klinik, dan puskesmas.
5. Bangunan industri merupakan bangunan yang digunakan untuk pengolahan dibidang industri, seperti pabrik dan bengkel.
6. Bangunan peribadatan merupakan bangunan yang digunakan untuk menjalankan kegiatan keagamaan, seperti masjid, gereja, dan pura.
7. Bangunan hiburan merupakan bangunan yang digunakan sebagai pusat kegiatan hiburan, seperti bioskop dan stadion.

Dalam manajemen proyek konstruksi, struktur bangunan gedung menjadi elemen utama yang perlu dikelola secara efektif untuk memastikan kelancaran proyek, tepat waktu, dan sesuai anggaran. Manajemen proyek untuk struktur gedung mencakup perencanaan, pengorganisasian, pengawasan, dan pengendalian berbagai aspek teknis maupun non-teknis yang terkait dengan struktur tersebut.

3.3 Manajemen

3.3.1 Manajemen proyek

(Project Management Institute, 2021) dalam PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) menyatakan, manajemen proyek merupakan bagian dari penerapan keterampilan, pengetahuan, alat, dan teknik pada aktivitas proyek untuk mencapai tujuan proyek. Manajemen proyek berfokus pada pengelolaan pekerjaan

proyek guna menghasilkan *output* yang diinginkan. Standar Manajemen Proyek memberikan landasan untuk memahami manajemen proyek dan cara mencapai hasil yang diharapkan. Standar ini berlaku untuk berbagai industri, lokasi, skala, atau metode penyampaian, seperti pendekatan prediktif, hibrida, atau adaptif. Standar ini juga menjelaskan sistem operasional proyek, termasuk tata kelola, fungsi yang terkait, dan lingkungan proyek. Fungsi manajemen merupakan elemen-elemen dasar yang melekat di dalam kegiatan yang dilakukan dengan merencanakan, mengorganisasikan, mengatur sumber daya manusia, hingga mengendalikan. Secara umum, fungsi manajemen terbagi menjadi menjadi 4 (empat) fungsi yang dikenal dengan POAC (Yusuf dkk., 2023), yaitu sebagai berikut.

1. Perencanaan (*Planning*)

Perencanaan adalah proses untuk menetapkan tujuan yang ingin dicapai di masa depan serta merumuskan langkah-langkah yang diperlukan untuk mencapainya. Perencanaan juga dapat diartikan sebagai upaya memikirkan tindakan yang akan dilakukan dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia.

2. Pengorganisasian (*Organizing*)

Pengorganisasian merupakan proses mengatur struktur organisasi agar selaras dengan tujuan, sumber daya, serta kondisi lingkungan yang ada. Tujuan dari pengorganisasian ini adalah membagi tugas-tugas besar menjadi bagian-bagian pekerjaan yang lebih kecil dan terstruktur.

3. Pelaksanaan (*Actuating*)

Pelaksanaan merupakan langkah yang dilakukan untuk mendorong seluruh anggota kelompok agar bekerja secara maksimal dalam mencapai tujuan yang telah ditetapkan berdasarkan perencanaan manajerial dan upaya yang dirancang.

4. Pengendalian (*Controlling*)

Pengendalian merupakan proses pemantauan terhadap pelaksanaan berbagai aktivitas dalam organisasi atau perusahaan guna memastikan bahwa kegiatan tersebut berjalan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan sebelumnya.

Proses ini juga bertujuan untuk menjamin bahwa seluruh rangkaian kegiatan yang telah direncanakan, diorganisasikan, dan dilaksanakan dapat mencapai target yang telah ditentukan.

Dalam pelaksanaannya, kegiatan manajemen melibatkan berbagai unsur atau aspek yang berfungsi sebagai sumber daya pendukung. Unsur-unsur utama ini perlu dikelola dengan baik agar organisasi atau perusahaan dapat berjalan secara efektif dan berhasil mencapai tujuan yang diinginkan. Unsur dalam manajemen dikenal dengan 6M yaitu sebagai berikut:

1. *Man* (Manusia),
2. *Money* (Uang/Modal),
3. *Material* (Bahan),
4. *Machine* (Mesin/Peralatan),
5. *Method* (Metode), dan
6. *Market* (Pasar).

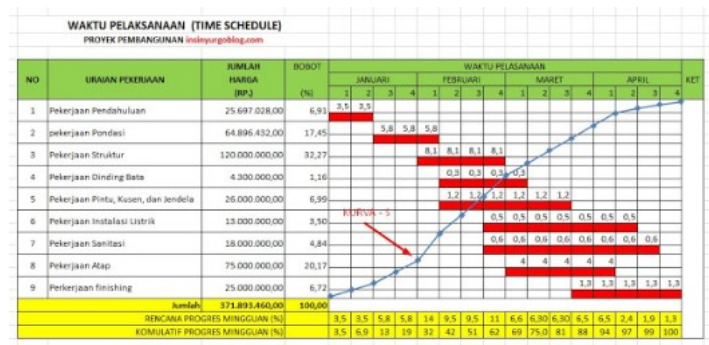
3.3.2 Penjadwalan

(Setiawan dan Ketut Sucita, 2023) mendefinisikan Penjadwalan merupakan proses perencanaan waktu yang digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan proyek, yang mencakup seluruh item pekerjaan secara berurutan sesuai dengan tahapan pelaksanaan untuk mencapai target yang telah ditetapkan. Penjadwalan menggambarkan kapan suatu pekerjaan dimulai, berapa lama durasinya, serta kapan pekerjaan tersebut harus selesai, khususnya untuk berbagai jenis konstruksi seperti rumah, gedung, kantor, jalan raya, jembatan, dan lain-lain. Dalam melakukan perencanaan penjadwalan terdapat beberapa metode dalam melakukan *time schedule* yaitu sebagai berikut.

1. *Bar Chart* (diagram batang) dan *S Curve* (kurva S)

Kurva S merupakan salah satu metode perencanaan dan pengendalian yang diperkenalkan oleh Warren T. Hanum. Metode ini digunakan untuk menggambarkan progres atau kemajuan suatu proyek dengan mengacu pada kegiatan, waktu, dan bobot pekerjaan yang dinyatakan dalam persentase

kumulatif dari keseluruhan aktivitas proyek. Dalam penyusunan kurva S, langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengetahui jadwal setiap kegiatan serta presentase bobotnya, kemudian data tersebut diplot pada sumbu vertikal dan horizontal sehingga membentuk pola kurva berbentuk huruf S. Metode ini sering dikaitkan dengan metode *bar chart* atau diagram batang. *Bar Chart* merupakan grafik yang disajikan dalam bentuk batang vertikal, digunakan untuk menggambarkan alur pelaksanaan pekerjaan serta menentukan waktu penyelesaian setiap aktivitas. Metode *bar chart* yang juga dikenal sebagai bagan balok, ditemukan pada tahun 1917. Sebelum metode ini diperkenalkan, belum ada metode yang jelas dan terperinci yang dapat digunakan untuk perencanaan dan pengendalian proyek secara sederhana dan mudah dipahami.



Gambar 3. 1 Contoh Kurva S dan *Bar Chart*

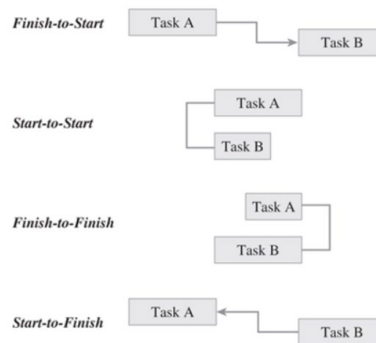
(Sumber: pu.go.id)

2. Network Planning Diagram

Network planning adalah pendekatan strategis untuk merencanakan, mengatur, dan mengkoordinasikan tugas-tugas dalam suatu proyek guna mengelola alur kerja secara efisien, dari tahap perencanaan hingga selesai. Metode ini mencakup identifikasi tugas-tugas penting, penentuan urutan dan keterkaitan antar tugas, serta estimasi waktu dan sumber daya untuk setiap tugas. Salah satu metode *network planning diagram* yang dominan digunakan merupakan metode *precedence diagram method* (PDM). Metode *Precedence Diagramming Method* (PDM) adalah pendekatan yang mudah digunakan untuk memahami hubungan antar-aktivitas dalam proyek, dengan fokus pada keseimbangan antara biaya dan waktu penyelesaian. Manfaat utama metode

ini dalam penyusunan jadwal proyek adalah kemudahan dalam menentukan waktu tunggu dan jeda antar-aktivitas. Selain itu, *lead time* memungkinkan adanya aktivitas yang berjalan bersamaan atau tumpang tindih. (Rachmawati dan Abma, 2022) metode ini memungkinkan hubungan antar-kegiatan terlihat dengan jelas dan terperinci. Metode PDM merupakan pengembangan dari *Critical Path Method* (CPM), karena CPM hanya menggunakan satu jenis hubungan antaraktivitas, yaitu hubungan akhir-awal, di mana suatu kegiatan baru dapat dimulai setelah kegiatan sebelumnya selesai. Sementara itu, PDM menggunakan pendekatan *Activity on Node*, di mana tanda panah hanya menunjukkan keterkaitan antar kegiatan (Doddy Heka Ardana dan Wayan Sudiarsana, 2023). Metode ini merupakan versi yang lebih kompleks dari *Activity on Node* dengan menggunakan empat jenis hubungan logis antar-aktivitasnya, yaitu:

- a. *Finish to start* (FS) merupakan hubungan yang paling umum terjadi antara aktivitas di lapangan, menunjukkan adanya keterkaitan logis.
- b. *Start to start* (SS) merupakan hubungan yang terjadi ketika dua aktivitas dimulai bersamaan, meskipun waktu selesainya bisa berbeda.
- c. *Finish to finish* (FF) merupakan hubungan yang terjadi jika dua aktivitas memiliki waktu selesai yang sama, meskipun waktu mulai atau durasi aktivitasnya berbeda.
- d. *Start to finish* (ST) merupakan hubungan yang paling jarang terjadi dan sering dapat digantikan dengan hubungan akhir-ke-mulai, yang merupakan kebalikan dari hubungan SF.



Gambar 3. 2 Diagram PDM

(Sumber: sis.binus.ac.id)

3.4 *Building Information Modeling (BIM)*

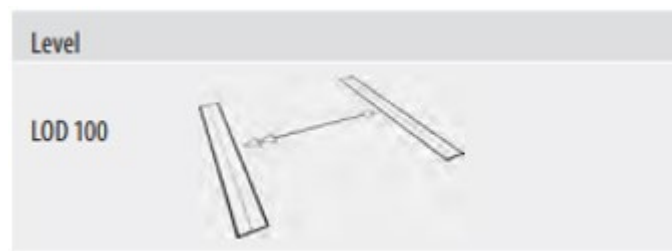
Building Information Modeling (BIM) merupakan metode berbasis teknologi yang diaplikasikan dalam konstruksi dan teknik sipil untuk merancang, mengelola, serta memvisualisasikan data bangunan secara digital melalui model 3D yang informatif. BIM tidak hanya menampilkan visualisasi tiga dimensi, tetapi juga memuat detail terkait elemen struktur, penjadwalan, estimasi biaya, dan seluruh siklus hidup proyek konstruksi. Nilai utama BIM yang perlu dipahami dalam industri konstruksi adalah kemampuannya untuk memanfaatkan informasi dari model dan memperluas fungsinya ke berbagai alur kerja dan proses terkait. Alur kerja ini mencakup aspek-aspek penting seperti estimasi biaya, penjadwalan, logistik, hingga keselamatan kerja. Berbagai kemampuan baru ini memungkinkan data dapat diintegrasikan ke dalam sistem-sistem tersebut dengan lebih cepat, sehingga pekerjaan dapat diselesaikan lebih awal, lebih aman, dan dengan kualitas yang lebih baik (Hardin dan McCool, 2015).

Secara umum, pemahaman tentang pemodelan 3D, 4D, 5D, 6D, dan 7D dalam konteks BIM, termasuk simulasinya, serta *Level of Development (LOD)*, mencakup topik-topik seperti pemodelan tiga dimensi dan simulasinya, penjadwalan proyek menggunakan model 4D, perkiraan biaya dengan model 5D, keberlanjutan dengan model 6D, pengelolaan fasilitas dengan model 7D, serta karakteristik yang mendefinisikan setiap *Level of Development (LOD)* .(KEMENPUPR, 2018) mendefinisikan *Level of Development (LOD)* adalah acuan yang digunakan untuk

menentukan dan menjelaskan tingkat detail serta keakuratan informasi dalam model BIM pada setiap fase desain dan pembangunan. LOD menentukan tingkat presisi elemen 3D serta jumlah informasi yang terkandung di dalamnya, dengan setiap pendekatan memiliki sedikit perbedaan, namun semuanya berlandaskan pada konsep yang sama (Hardin dan McCool, 2015). Berikut ini definisi dasar dari *Level of Development* (LOD)

1. LOD 100

Elemen Model dapat ditampilkan secara grafis dalam Model dengan simbol atau representasi generik lainnya, tetapi tidak memenuhi persyaratan untuk LOD 200. Terkait dengan Elemen Model (yaitu biaya per kaki persegi, tonase HVAC, dll.) dapat diturunkan dari Elemen Model lainnya.

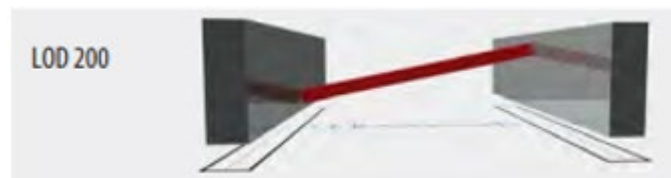


Gambar 3. 3 Level of Development 100

(Sumber: Hardin dan McCool, 2015)

2. LOD 200

Elemen Model secara grafis diwakili dalam Model sebagai sistem umum, objek, atau perakitan dengan perkiraan jumlah, ukuran, bentuk, lokasi, dan orientasi. Informasi non-grafis juga dapat dilampirkan ke Elemen Model.



Gambar 3. 4 Level of Development 200

(Sumber: Hardin dan McCool, 2015)

3. LOD 300

Elemen Model secara grafis direpresentasikan dalam Model sebagai sistem, objek atau perakitan spesifik dalam hal kuantitas, ukuran, bentuk, lokasi, dan orientasi. Informasi non-grafis juga dapat dilampirkan ke Elemen Model.

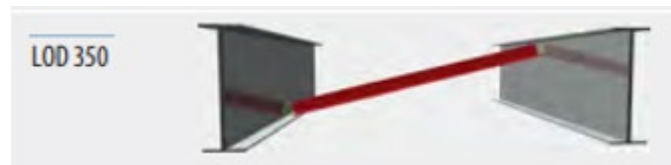


Gambar 3. 5 Level of Development 300

(Sumber: Hardin dan McCool, 2015)

4. LOD 350

Elemen Model secara grafis direpresentasikan dalam Model sebagai sistem, objek, atau perakitan tertentu dalam hal kuantitas, ukuran, bentuk, orientasi, dan antarmuka dengan sistem bangunan lain. Informasi nongrafis juga dapat dilampirkan ke Elemen Model.



Gambar 3. 6 Level of Development 350

(Sumber: Hardin dan McCool, 2015)

5. LOD 400

Elemen Model secara grafis diwakili dalam Model sebagai sistem, objek atau perakitan tertentu dalam hal ukuran, bentuk, lokasi, kuantitas, dan orientasi dengan detail, informasi fabrikasi, perakitan, dan pemasangan. Informasi non-grafis juga dapat dilampirkan ke Elemen Model.



Gambar 3. 7 Level of Development 400

(Sumber: Hardin dan McCool, 2015)

3.5 Penjadwalan dengan BIM 4D

Building Information Modeling (BIM) 4D merupakan salah satu penerapan kombinasi model 3D dengan penjadwalan untuk menggambarkan dan menyimulasikan tahapan dalam proyek. BIM 4D digunakan untuk menghasilkan informasi program yang tepat dan visualisasi yang menggambarkan perkembangan proyek secara berurutan. Data waktu untuk elemen tertentu meliputi waktu tunggu, durasi pemasangan atau pembangunan, waktu operasional, urutan pemasangan komponen, serta ketergantungan pada bagian lain dalam proyek. Selain itu, BIM 4D dapat mendeteksi aktivitas yang tumpang tindih dan mengevaluasi tingkat risiko terkait potensi bentrokan jadwal (Maulana dkk., 2023).

Dari beberapa penelitian salah satunya, (Purnama dkk., 2025) mendefinisikan BIM 5D sebagai BIM 4D dan biaya, tetapi praktiknya bisa berdiri sendiri dari 3D untuk estimasi QS (*Quantity Surveying*). Tanpa penerapan BIM 4D akan kehilangan sinkronisasi waktu-biaya, tapi tetap bisa hitung volume beton atau tulangan secara akurat seperti pada proyek menggunakan Tekla Structures.

3.6 3D Model dengan Autodesk Revit

Model 3D merupakan representasi dari dimensi lebar, panjang, dan tinggi suatu objek. Pemodelan 3D dilakukan dengan pemodelan tiga dimensi menggunakan perangkat lunak khusus. Proses ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah model yang menggambarkan objek nyata dalam bentuk tiga dimensi. Model tiga dimensi dibuat dengan menghubungkan sejumlah titik dalam ruang tiga dimensi menggunakan data geometris seperti garis, bidang datar, dan permukaan melengkung, sehingga membentuk objek 3D yang menyerupai aslinya. Pemodelan 3D dapat digunakan untuk menampilkan kondisi yang ada serta memvisualisasikan hasil dari proyek konstruksi. (KEMENPUPR, 2018) menyatakan proses BIM dalam 3D model akan berisikan informasi bangunan untuk sebagai sarana membuat perencanaan, perancangan, pelaksanaan bangunan, dan pemeliharaan bangunan bagi pihak yang terkait.

Autodesk Revit merupakan salah satu perangkat lunak berbasis *Building Information Modeling* (BIM) yang digunakan dalam pemodelan 3D (tiga dimensi) dalam industri konstruksi. Perangkat lunak ini bermanfaat untuk merancang bangunan dan struktur dengan memodelkan komponen-komponennya ke dalam bentuk 3D sekaligus menghasilkan gambar 2D. Selain itu, dapat digunakan untuk merencanakan tahapan perencanaan berdasarkan elemen bangunan serta menyediakan informasi *Schedule of Quantities* (SoQ) (Maulana dkk., 2023) SoQ merupakan dokumen terperinci yang memuat daftar semua pekerjaan konstruksi, mencakup volume, jumlah, dan deskripsi spesifik setiap item yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. SoQ dimanfaatkan untuk mengestimasi biaya material, tenaga kerja, dan subkontraktor yang dibutuhkan untuk setiap elemen bangunan.

3.7 Menghitung Produktivitas dan Durasi

3.7.1 Menghitung produktivitas

Produktivitas kerja merupakan indikator yang menunjukkan tingkat efektivitas dan efisiensi seorang pekerja atau kelompok dalam melaksanakan tugas serta mencapai target yang telah ditetapkan dalam rentang waktu tertentu. Produktivitas tenaga kerja merujuk pada jumlah pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh seorang pekerja atau oleh sebuah tim dalam jangka waktu tertentu (Rachmawati dan Abma, 2022). Berikut rumus dasar produktivitas yaitu:

$$\text{Produktivitas tenaga kerja} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kurun waktu pekerjaan}} \quad (1)$$

3.7.2 Mengitung Estimasi Durasi Pekerjaan

Durasi mengacu pada waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek atau tugas tertentu, baik itu total waktu proyek konstruksi maupun waktu untuk menyelesaikan bagian tertentu dari proyek. Durasi ini sangat penting dalam perencanaan dan pengelolaan proyek untuk memastikan penyelesaian tepat waktu dan sesuai dengan anggaran. (Luth dan Abma, 2024) menggunakan rumus berikut dalam perhitungan durasi pekerja.

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Koef. tenaga kerja} \times \text{Volume}}{\text{Jumlah tenaga kerja}} \quad (2)$$

3.8 Microsoft Project

Microsoft project merupakan salah satu perangkat lunak yang membantu dalam administrasi proyek. Perangkat lunak ini menawarkan elemen-elemen manajemen proyek yang optimal dengan menggabungkan kemudahan penggunaan, fungsionalitas, dan fleksibilitas, sehingga dapat meningkatkan produktivitas melalui integrasi dengan program serupa Microsoft Office untuk pembuatan laporan, pengendalian perencanaan, dan sebagai alat yang adaptif (Maulana dkk., 2023). Metode kerja perangkat lunak ini memungkinkan pembuatan jalur kritis berdasarkan prioritas (*Critical Path*) yang divisualisasikan dalam *Gantt chart*, mengelola durasi dan jadwal aktivitas, mengatur keterkaitan antar aktivitas, menetapkan *milestone* dan batasan proyek, melacak jadwal proyek, serta menentukan target proyek (Alfiah Dzakiroh dkk., 2023).

3.9 Autodesk Naviswork

Autodesk Navisworks merupakan perangkat lunak yang dimanfaatkan untuk mengevaluasi dan mengoordinasikan model *Building Information Modeling* (BIM) dengan memungkinkan adanya penggabungan data desain dari multidisiplin yang dibuat di berbagai aplikasi desain BIM ke dalam satu model proyek terintegrasi untuk kebutuhan proyek konstruksi. Perangkat lunak ini menawarkan fitur manajemen gangguan dan deteksi tabrakan untuk mencegah dan mengatasi potensi masalah dalam proyek, sehingga dapat mengurangi keterlambatan dan pekerjaan ulang. Selain itu, perangkat lunak ini mendukung simulasi serta analisis 4D dan 5D dengan mengintegrasikan model parametrik dengan jadwal dan biaya proyek (Alfiah Dzakiroh dkk., 2023).

Berikut adalah penjelasan fungsi utama yang didukung oleh perangkat lunak ini:

1. Koordinasi dan Integrasi Model

Navisworks memungkinkan integrasi model dari berbagai bidang (arsitektur, sipil, MEP) ke dalam satu model terpadu. Ini mempermudah deteksi dan penyelesaian potensi konflik atau tabrakan antar elemen sebelum konstruksi

dimulai, sehingga meminimalkan risiko perubahan desain dan pekerjaan ulang di lokasi proyek.

2. Deteksi Konflik (*Clash Detection*)

Fitur *Clash Detective* di Navisworks sangat krusial untuk mengidentifikasi konflik antara elemen struktur, arsitektur, dan MEP. Prosesnya melibatkan impor model 3D dari perangkat lunak lain seperti Revit ke Navisworks, lalu sistem akan mendeteksi dan melaporkan detail konflik dalam format tabel, mencakup lokasi dan jenis benturan.

3. Visualisasi dan Simulasi Konstruksi (4D dan 5D *Simulation*)

Navisworks mampu menggabungkan jadwal proyek dari *Microsoft Project* dengan model 3D untuk menciptakan simulasi konstruksi berbasis waktu nyata (4D), hingga memperkirakan biaya (5D). Visualisasi ini memudahkan pemahaman urutan pekerjaan, pemantauan progres, serta deteksi potensi keterlambatan atau masalah sebelum muncul di lokasi proyek.

4. Estimasi Kuantitas dan *Value Engineering*

Melalui fitur *quantification*, Navisworks dapat membantu perhitungan volume dan kuantitas material secara otomatis dari model 3D. Studi menunjukkan bahwa perhitungan menggunakan Navisworks lebih efisien, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan nilai proyek dibandingkan dengan metode konvensional (Chubbillah dkk., 2024).

BAB IV

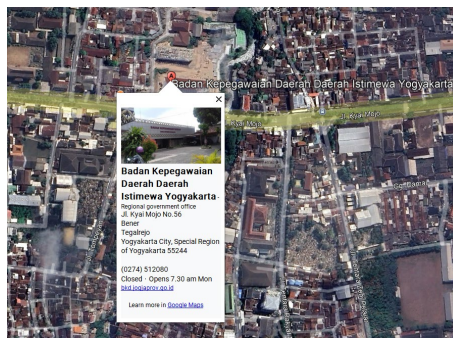
METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Tinjauan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penerapan konsep *Building Information Modeling* (BIM) 4D dalam proses perencanaan dan manajemen proyek pembangunan gedung. Studi yang dilakukan mengambil contoh kasus pada Proyek Pembangunan Gedung Balai Pengukuran Kompetensi Pegawai (PKP). Pada bab ini akan menjelaskan terkait metode penelitian yang digunakan dalam pengumpulan data hingga tahapan pelaksanaan penelitian untuk mencapai kesimpulan.

4.2 Subjek dan Objek Penelitian

Subjek data penelitian ini merupakan Proyek Pembangunan Gedung Balai Pengukuran Kompetensi Pegawai (PKP). Penelitian ini berlokasi di Jl. Kyai Mojo No.56, Bener, Kecamatan Tegalrejo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta, secara detail lokasi proyek dapat dilihat melalui pada Gambar 4.1. Subjek penelitian ini termasuk dalam kategori rumusan masalah proyek pembangunan gedung. Adapun objek yang diteliti adalah penerapan konsep teknologi *Building Information Modeling* (BIM) 4D pada tahap perencanaan Proyek Pembangunan Gedung Balai PKP.



Gambar 4. 1 Lokasi Pembangunan Gedung Balai PKP
(Sumber: Goggle Earth, 2024)

4.3 Data Penelitian

Data adalah kumpulan fakta, informasi, atau keterangan dasar yang belum diolah, yang menjadi landasan untuk membentuk informasi yang lebih terstruktur dan kompleks, guna mendukung pengambilan keputusan, perencanaan, dan analisis. Dalam penelitian ini akan menggunakan hasil observasi di lapangan dan data sekunder yang merupakan informasi yang didapatkan dari hasil analisis orang lain atau bukan hasil pengumpulan secara langsung. Data sekunder juga dapat diperoleh melalui buku-buku literatur, laporan, dokumentasi proyek, perpustakaan, atau dari laporan penelitian terdahulu. Data yang diperoleh terbagi menjadi beberapa jenis yaitu:

1. Dokumen *Detail Engineering Design* (DED) dalam bentuk file (.pdf)
2. Dokumen *time schedule* yang berisi data durasi setiap pekerjaan (.xlsx).

4.4 Metode Pelaksanaan Penelitian

4.4.1 Perumusan masalah

Tahapan awal penelitian dengan membuat rumusan masalah penelitian yang dikaitkan dengan latar belakang studi kasus yang akan dianalisis. Setelah itu, pentingnya dilakukan studi literatur untuk mencari, membaca, dan memahami literasi jurnal, penelitian terdahulu, dan referensi yang berhubungan dengan topik yang akan dibahas. Berdasarkan studi literatur yang dipeproleh melalui jurnal dan referensi terkait topik manajemen proyek dalam pengaplikasian BIM menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit, Microsoft Project, dan Naviswork.

4.4.2 Menentukan subjek dan objek penelitian

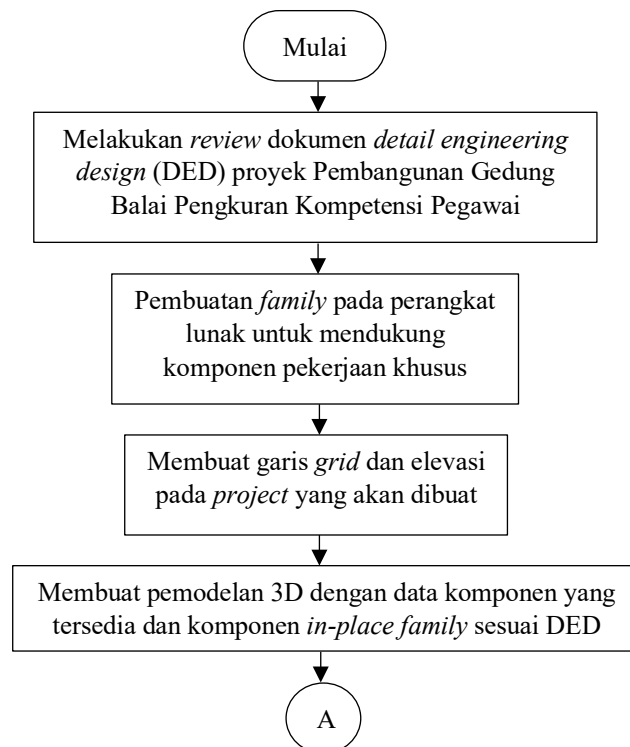
Dalam tahap menentukan subjek dan objek penelitian diperlukan tindakan seperti observasi lapangan dan pengumpulan data dari lokasi studi kasus. Subjek dalam penelitian adalah proyek Pembangunan Gedung Balai Pengukuran Kompetensi Pegawai (PKP), sedangkan objek yang menjadi penelitian ini merupakan implementasi konsep *Building Information Modeling* (BIM) 4D dalam tahap perencanaan.

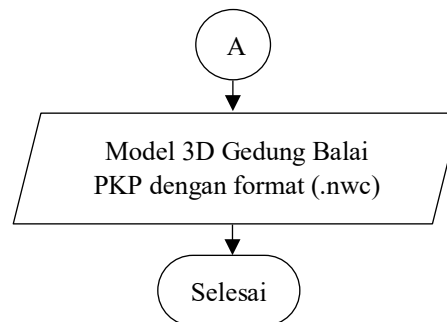
4.4.3 Pengumpulan data

Pada tahap pengumpulan data diperoleh dengan melakukan observasi dan dokumentasi di lapangan, serta menggunakan data sekunder yang diperoleh dari PT. Retracindo Konsultan Indonesia. Data sekunder yang diperoleh merupakan gambar *detail engineering design* (DED), *time schedule*, dan referensi literasi jurnal terkait dengan topik penelitian.

4.4.4 Pengaplikasian perangkat lunak BIM Autodesk Revit untuk pemodelan 3D

Pada tahap pengaplikasian BIM Autodesk Revit, perlu dilakukan *review* dokumen *detail engineering design* (DED) untuk memahami komponen dari uraian setiap pekerjaan yang akan dilakukan pemodelan 3D. Setelah itu, komponen yang terdapat pada uraian pekerjaan dilakukan pembuatan *family* untuk permodelan yang pada pekerjaan khusus atau pekerjaan yang tidak tersedia dalam Autodesk Revit. Pemodelan *family* disesuaikan dengan gambar DED yang kemudian pada Autodesk Revit dilakukan pembuatan garis *grid* dan lapisan setiap elevasi untuk nantinya dibuat pemodelan 3D struktur bangunan gedung sesuai gambar DED proyek Pembangunan Gedung Balai Pengukuran Kompetensi Pegawai (PKP).

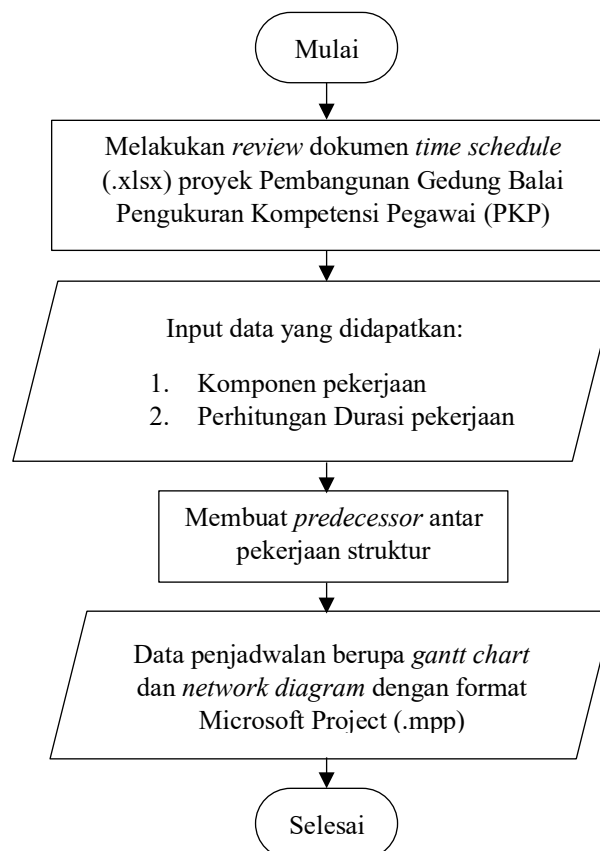




Gambar 4. 2 Flowchart Membuat Pemodelan 3D

4.4.5 Membuat *time schedule* dengan Microsoft Project

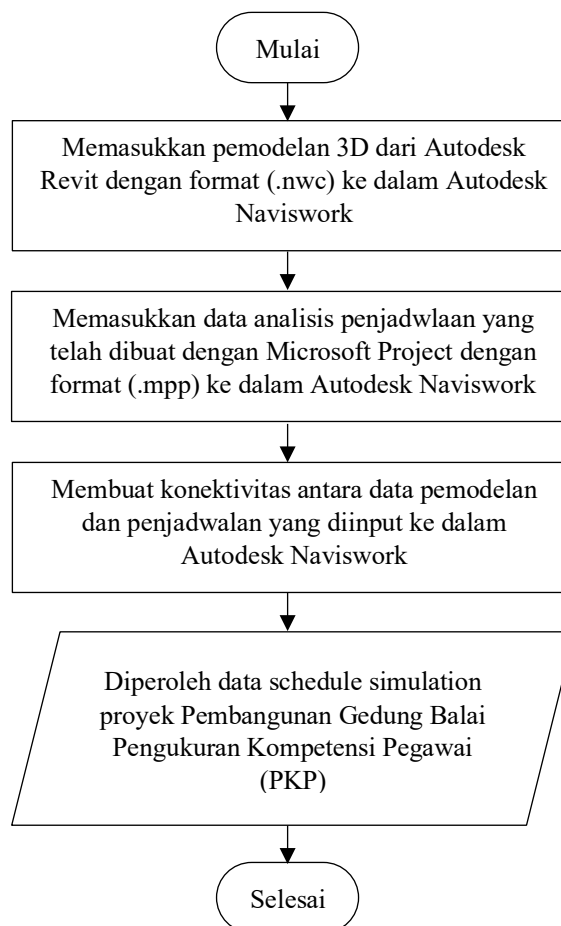
Pembuatan *time schedule* pada Microsoft Project merupakan tahapan untuk implementasi konsep BIM 4D. Tahapan awal yang wajib dilakukan yaitu melakukan *review* terhadap pekerjaan struktur untuk membuat beberapa komponen pekerjaan struktural secara berurutan. Setelah itu, dilakukan input data penjadwalan yang telah diperoleh, kemudian dilakukan penentuan jalur *predecessor*. Hasil akhir akan membentuk *gant chart* dan *network diagram*.



Gambar 4. 3 Flowchart Membuat Time Schedule

4.4.6 Pengaplikasian perangkat lunak BIM Autodesk Naviswork untuk *schedule simulation*

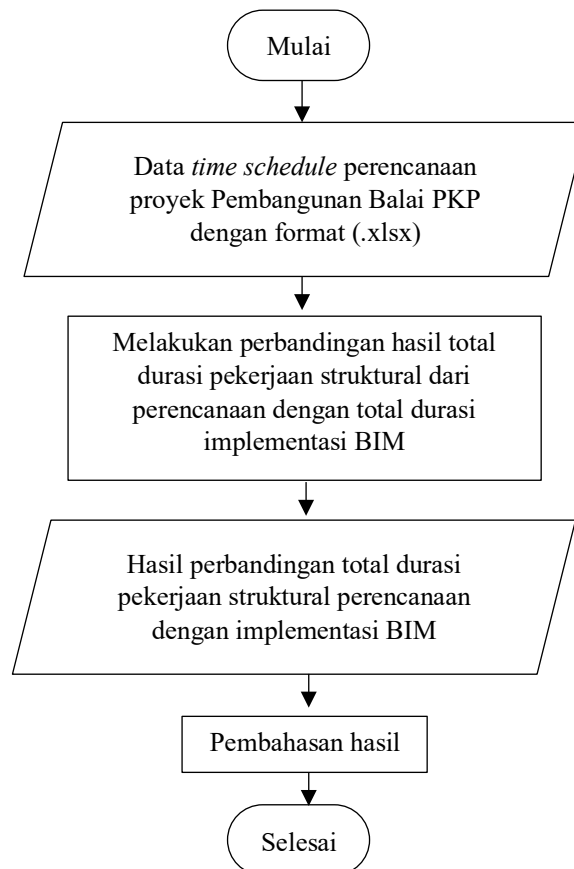
Penerapan *building information modeling* (BIM) 4D untuk mendapatkan *schedule simulation* dengan membuat konektivitas dari konsep 3D model dengan data penjadwalan pekerjaan. Penerapan konsep tersebut didukung dengan perangkat lunak Autodesk Naviswork dengan mengimpor data analisis hasil pemodelan 3D dari Autodesk Revit dengan konektivitas perangkat lunak Microsoft Project untuk data penjadwalan. Hasil tersebut juga membantu dalam analisis perbandingan dalam proses perencanaan penjadwalan proyek pembangunan.



Gambar 4. 4 Flowchart Membuat Pemodelan 4D

4.4.7 Perbandingan data penjadwalan proyek dengan implementasi BIM

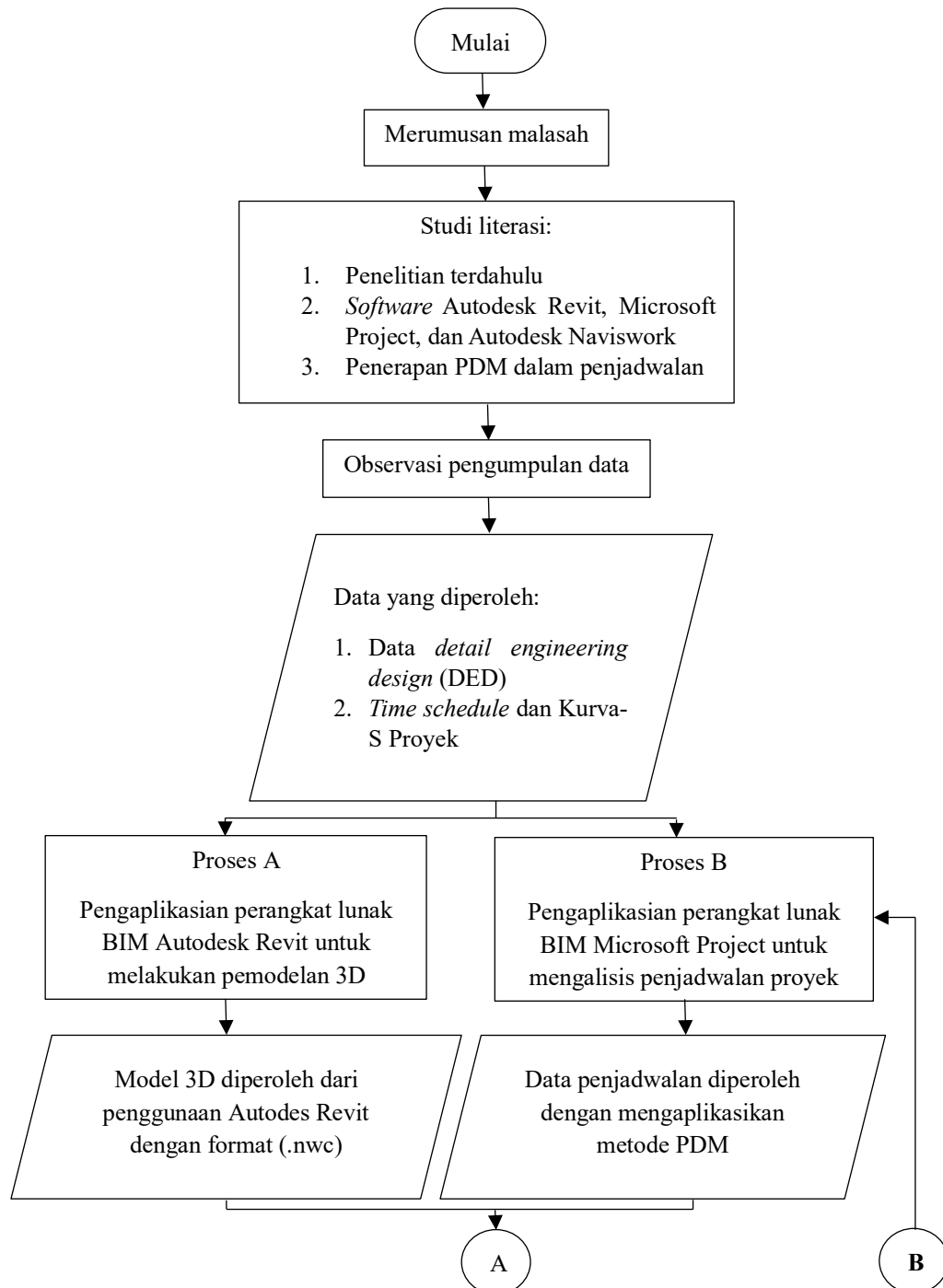
Dalam penelitian ini akan dilakukan perbandingan penjadwalan dari perencanaan dengan penjadwalan hasil implementasi *building information modeling* (BIM) 4D pada Proyek Pembangunan Gedung Balai Pengukuran Kompetensi Pegawai (PKP). Data *time schedule* yang diperoleh dari perencana akan dibandingkan dengan data *time schedule* hasil implementasi BIM ke dalam penjadwalan. Microsoft project menjadi salah satu perangkat lunak yang digunakan untuk merancang data *time schedule* dengan metode *predecessor diagram method* (PDM). Hasil yang diperoleh dari kedua data tersebut akan dibandingkan dengan melihat perbedaan total durasi dari kedua data tersebut.



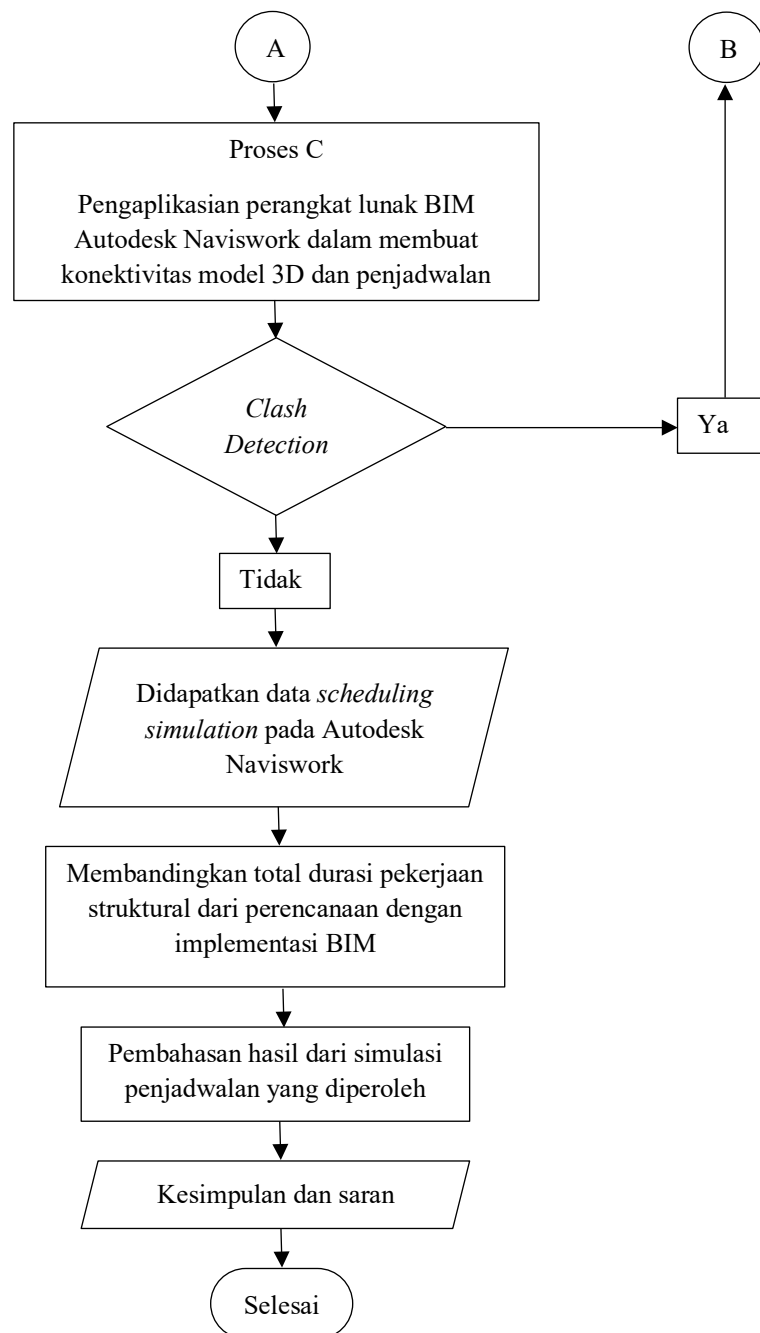
Gambar 4. 5 Flowchart Perbandingan Total Durasi Perencanaan dan Implementasi BIM

4.5 Diagram Alir Penelitian

Berikut penjelasan secara singkat mengenai tahapan dalam penelitian melalui diagram alir atau *flowchart* yang dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut.



Gambar 4. 6 Diagram Alir Penelitian



Lanjutan Gambar 4.5 Diagram Alir Penelitian

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Penelitian

Data penelitian merupakan beberapa informasi yang diperoleh melalui observasi dan dokumentasi dilapangan serta dapat berupa data sekunder. Hasil tersebut akan digunakan sebagai dasar dalam analisis penelitian. Data penelitian diperoleh dari PT Retracindo Konsultan Indonesia sebagai konsultan pengawas proyek Pembangunan Kanton Badan Kepegawaian Daerah (BKD) Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Data yang diperoleh sebagai berikut.

5.1.1 Informasi proyek

Nama proyek	: Pembangunan Kantor Badan Kepegawaian Daerah D.I. Yogyakarta
Lokasi Proyek	: Jl. Kyai Mojo No.56, Bener, Kecamatan Tegalrejo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta.
Pemilik Proyek	: Pemerintahan Daerah DI Yogyakarta
Konsultan perencana	: PT. Citra Reka Graha
Kontraktor pelaksana	: PT. Aulia Multi Sarana
Konsultan MK	: PT. Retracindo Konsultan Indonesia
Masa Pekerjaan	: 390 Hari
Masa Pemeliharaan	: 180 Hari
Nilai Kontrak	: Rp65.804.927.000,00
Sumber Dana	: APBD Tahun 2023 dan 2024

5.1.2 Gambar proyek

Gambar proyek merupakan salah satu data proyek yang diperoleh. Data ini berupa gambar *Detail Engineering Design* (DED) yang merupakan gambar teknis yang berisi perencanaan detail dari suatu proyek yang digunakan sebagai acuan

pelaksanaan konstruksi. Data gambar *Detail Engineering Design* (DED) diperoleh dari PT. Retracindo Konsultan Indonesia sebagai konsultan pengawas proyek Pembangunan Kantor Badan Kepegawaian Daerah (BKD) Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) yang dapat dilihat pada Lampiran 2.

5.1.3 Penjadwalan proyek

Dokumen penjadwalan proyek merupakan salah satu data yang diperoleh dari proyek. Data penjadwalan terdapat *gant chart* yang berupa diagram batang yang mewakili durasi pekerjaan pada sepanjang durasi proyek. Data penjadwalan diperoleh dari PT. Retracindo Konsultan Indonesia sebagai konsultan pengawas proyek Pembangunan Kantor Badan Kepegawaian Daerah (BKD) Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Data penjadwalan meliputi Kurva S yang digambarkan dengan grafik garis yang dapat dilihat pada Lampiran 3.

5.2 Analisis Pemodelan 3 Dimensi (3D)

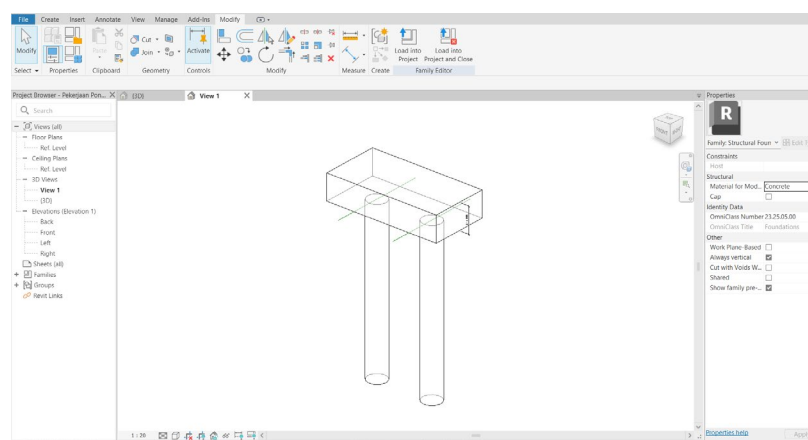
Dalam penelitian ini akan memodelkan ulang gambar 2 dimensi (2D) menjadi bentuk 3 dimensi (3D) untuk pembangunan gedung pada proyek Pembangunan Gedung Balai Pengukuran Kompetensi Pegawai (PKP) Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Dalam pemodelan ini menggunakan perangkat lunak yaitu Autodesk Revit dalam pemodelan 3D. Data yang digunakan untuk mendukung pemodelan 3D adalah gambar proyek *Detail Engineering Design* (DED).

Dalam tahap pemodelan 3 dimensi (3D), menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit. Dalam pemodelan 3D, komponen *family* yang tersedia di Autodesk Revit hanya terbatas. Autodesk Revit memiliki menu pembuatan *in-place family* untuk membuat komponen *family* khusus yang belum tersedia dalam *system family*. Komponen *family* yang belum dan sudah tersedia dalam Autodesk Revit tetap disesuaikan dengan gambar DED terkait dengan ukuran dan bentuk untuk diaplikasikan ke dalam model 3D. Pemodelan 3D berfokus pada gambar DED yang diperoleh karena tidak dapat dilakukan analisis struktur karena kekurangan data proyek untuk menentukan ukuran dari seluruh struktur yang diaplikasikan ke dalam

model 3D. Berikut beberapa komponen *family* baru untuk pemodelan 3D proyek Pembangunan Gedung Balai PKP DIY.

1. Pondasi tiang bor (P1)

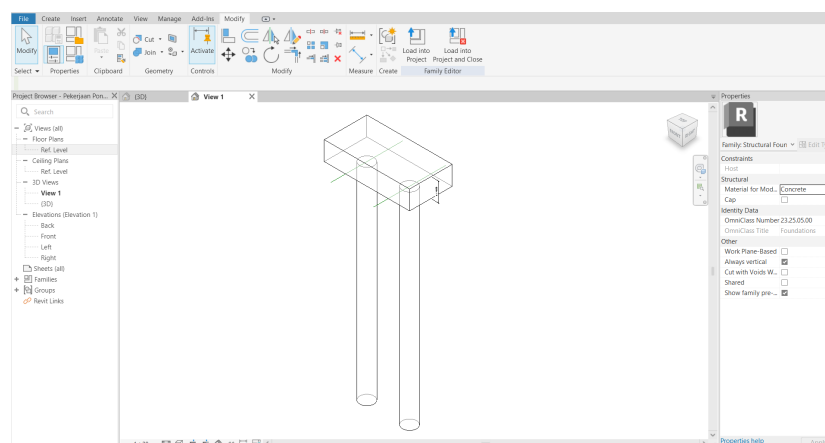
Dalam pemodelan *family* pondasi tiang bor dengan kodefikasi P1 memiliki dimensi 0,6 meter dan kedalaman tiang bor yaitu 5,1 meter. Berdasarkan detail gambar DED ukuran *pile cap* dengan panjang 3,6 meter, lebar 1,8 meter, dan tinggi 0,8 meter.



Gambar 5. 1 Pemodelan *Family* Pondasi Tiang Bor (P1)

2. Pondasi tiang bor (P2)

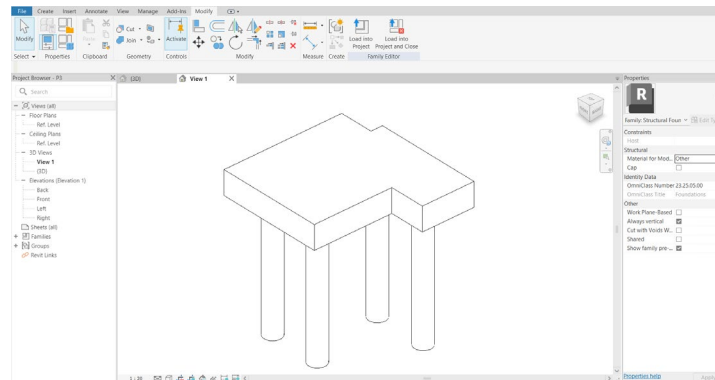
Dalam pemodelan *family* pondasi tiang bor dengan kodefikasi P2 memiliki dimensi 0,6 meter dan kedalaman tiang bor yaitu 8,7 meter. Berdasarkan detail gambar DED ukuran *pile cap* dengan panjang 3,6 meter, lebar 1,8 meter, dan tinggi 0,8 meter.



Gambar 5. 2 Pemodelan *Family* Pondasi Tiang Bor (P2)

3. Pondasi tiang bor (P3)

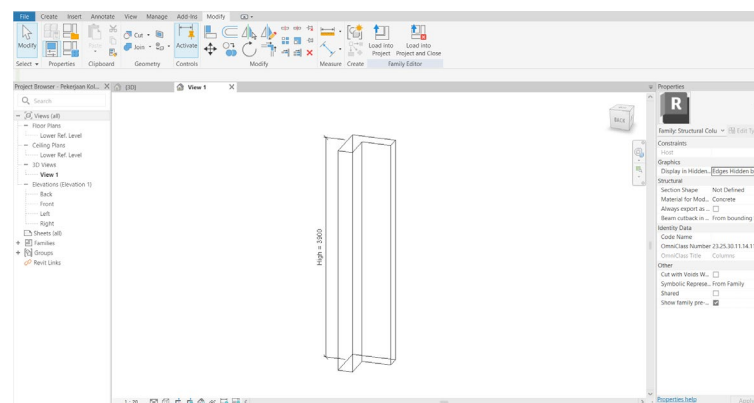
Dalam pemodelan *family* pondasi tiang bor dengan kodefikasi P3 memiliki dimensi 0,6 meter dan kedalaman tiang bor yaitu 4,25 meter. Berdasarkan detail gambar DED ukuran *pile cap* dengan panjang 4,75 meter, lebar 4,5 meter dan tinggi 0,8 meter.



Gambar 5. 3 Pemodelan Family Pondasi Tiang Bor (P3)

4. Kolom *lift* (KL)

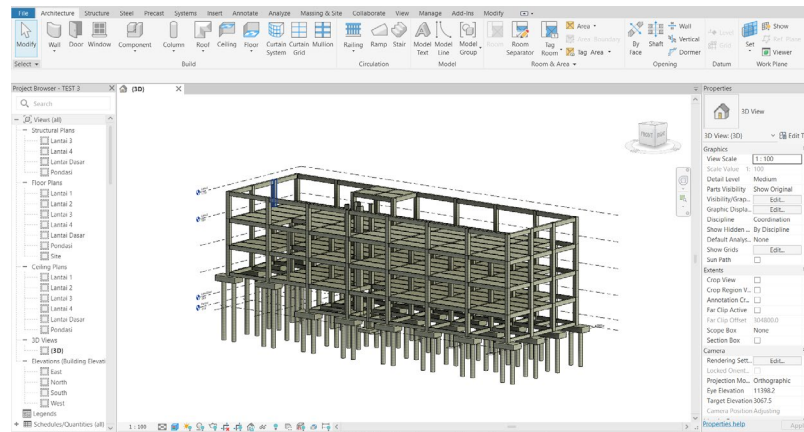
Dalam pemodelan *family* kolom *lift* dengan kodefikasi KL memiliki bentuk Kolom L. Berdasarkan detail gambar DED kolom ini memiliki ukuran panjang 0,75 meter dan lebar 0,25 meter.



Gambar 5. 4 Pemodelan Family Kolom Lift (KL)

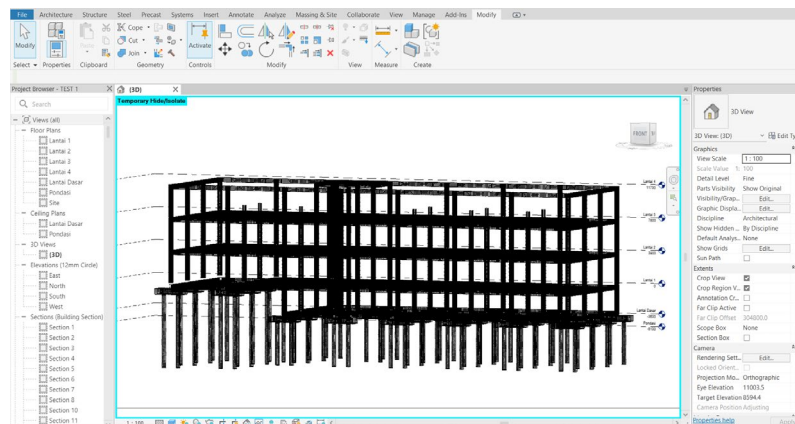
Komponen *family* yang telah ditambahkan ke dalam *system family* akan membantu dalam pemodelan 3D dengan Autodesk Revit. Hasil dari pemodelan 3D ini diharapkan berupa format (.nwc) agar dapat diinput dalam Autodesk Naviswork.

Dalam penelitian ini konektivitas antara Autodesk Revit dan Autodesk Naviswork menjadi salah satu yang penting dalam hasil akhir pemodelan 4 dimensi (4D).



Gambar 5. 5 Pemodelan Struktural 3 Dimensi

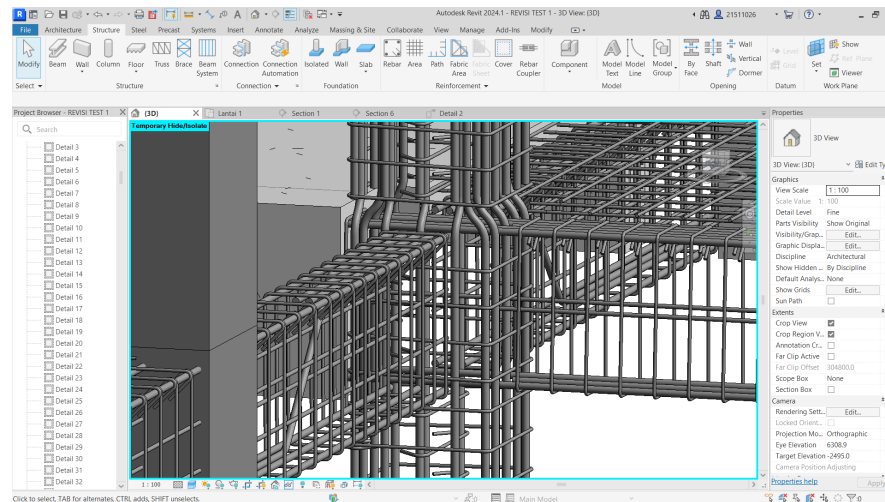
Adapun dalam pekerjaan struktural tidak terlepas dari adanya pekerjaan pembesian. Pekerjaan pembesian yang meliputi pekerjaan pondasi dan pekerjaan struktural utama. Dalam pemodelan pemebesian 3 dimensi (3D) dilakukan setiap komponen pekerjaan struktur masing masing. Detail ukuran dimensi dan jumlah tulangan mengikuti gambar *Detail Enngineering Design (DED)* yang diperoleh.



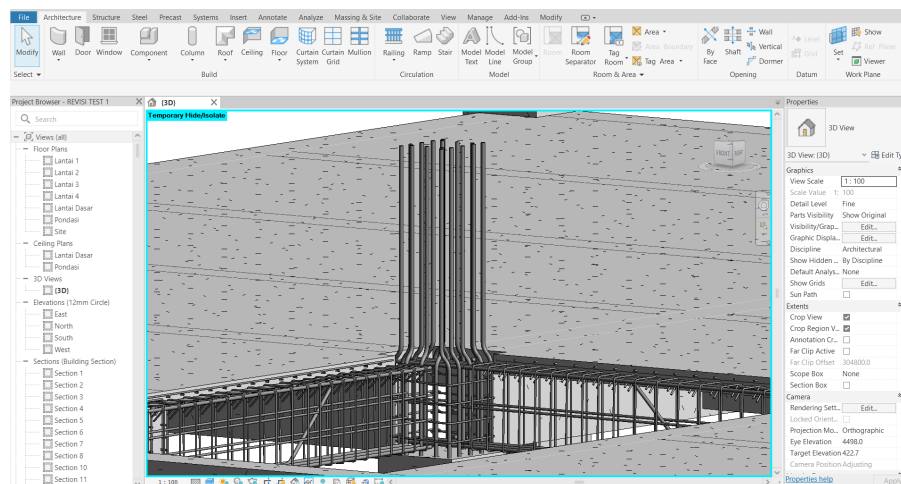
Gambar 5. 6 Pemodelan Struktural Pembesian 3 Dimensi

Dalam pemodelan 3D pembesian meliputi pekerjaan struktur pondasi, *sloof*, kolom, balok, dan plat lantai. Setiap komponen struktur tersebut memiliki beberapa tipe tulangan yaitu tulangan pokok, sengkang, dan susut serta pada kolom terdapat tulangan *joint*. Pemodelan pembesian pada proyek Pembangunan Gedung BKD

DIY menggunakan baja tulangan ulir/sirip (BjTS) dengan diameter 10-22 (mm). Berikut beberapa gambaran dari pemodelan besi pada proyek Pembangunan Gedung BKD DIY sebagai berikut.



Gambar 5. 7 Pembesian *Beam Column Joint*



Gambar 5. 8 Pembesian *Overlaps Kolom*

5.3 Analisis Penjadwalan Proyek

5.3.1 Perhitungan durasi komponen pekerjaan

Dalam penelitian ini akan menghitung durasi komponen setiap pekerjaan struktur atas. Data durasi diperoleh melalui beberapa data yaitu koefisien tenaga kerja untuk mendapatkan produktivitas tenaga kerja dan data jumlah tenaga kerja.

1. Koefisien tenaga kerja

Koefisien tenaga kerja digunakan untuk mendapatkan produktivitas tenaga kerja. Koefisien tenaga kerja diperoleh dari Analisis Harga Satuan Pekerja (AHSP). AHSP yang digunakan yaitu terkait dengan pekerjaan penulangan secara mekanis menggunakan *bar cutter* dan *bar bending*, pengecoran secara mekanis menggunakan *beton ready mix* dan pompa beton, dan bekisting. Berikut salah satu koefisien yang digunakan sebagai perhitungan.

2.2.1.1.4.a 1 kg Penulangan kolom, balok, *ring balk*, *sloof*, dan *shearwall* untuk BjTS diameter ≥ 12 mm, cara Semi mekanis (untuk bangunan gedung)

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga Kerja					
	Pekerja	L.01	OH	0,00160		
	Tukang besi/besi beton	L.02	OH	0,00160		
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,00016		
	Mandor	L.04	OH	0,00016		
	Jumlah Harga Tenaga Kerja					
B	Bahan					
	Baja Tulangan Sirip (BjTS) diameter ≥ 12 mm		kg	1,020		
	Kawat tali beton		kg	0,028		
	Jumlah Harga Bahan					
C	Peralatan					
	<i>Cutter</i> baja beton		hari	0,040		
	<i>Bender</i> baja beton		hari	0,040		
	Jumlah Harga Alat					
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Biaya Umum dan Keuntungan (10% - 15%) x D					
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					

(Sumber: AHSP Bidang Cipta Karya dan Perumahan, 2025)

2. Durasi tenaga kerja

Perhitungan yang digunakan untuk menentukan jumlah durasi pekerjaan sebagai berikut

$$T = \frac{k \times V}{N}$$

Keterangan :

T = Durasi pekerjaan

k = koefisien tenaga kerja

V = volume pekerjaan

N = jumlah tenaga kerja

Contoh perhitungan durasi pekerjaan pada kolom K1 lantai dasar

a. Pekerjaan pembesian

Diketahui :

Koefisien pekerja = 0,0016
 Volume pembesian = 6990,63 kg
 Jumlah tenaga kerja = 4 orang

Perhitungan:

$$T = \frac{0,0016 \times 6990,63}{4}$$

$$= 2,796 \approx 3 \text{ hari pekerjaan}$$

b. Pekerjaan bekisting

Diketahui :

Koefisien pekerja = 0,660
 Volume bekisting = 190,08 m²
 Jumlah tenaga kerja = 41 orang

Perhitungan:

$$T = \frac{0,66 \times 190,08}{41}$$

$$= 3,071 \approx 4 \text{ hari pekerjaan}$$

c. Pekerjaan pengecoran

Diketahui :

Koefisien pekerja = 0,016
 Volume pengecoran = 21,78 m³
 Jumlah tenaga kerja = 5 orang

Perhitungan:

$$T = \frac{0,016 \times 21,78}{5}$$

$$= 0,697 \approx 1 \text{ hari pekerjaan}$$

Berdasarkan perhitungan di atas diperoleh rekapitulasi hasil durasi pekerjaan.

Berikut terlampir hasil perhitungan pada Tabel 5.1 di bawah ini.

Tabel 5. 1 Rekapitulasi Durasi Pekerjaan

No	Task Name	Duration
1	Pekerjaan Struktur Balai	171 days
2	Pekerjaan Struktur Pondasi	28 days
3	Pembesian Pondasi lantai Dasar Area 1	1 day
4	Pembesian Pondasi lantai Dasar Area 2	1 day
5	Pembesian Pondasi lantai Dasar Area 3	1 day
6	Pembesian Pondasi lantai Dasar Area 4	1 day
7	Pembesian Pondasi lantai Dasar Area 5	1 day
8	Pembesian Pondasi lantai Dasar Area 6	1 day
9	Pembesian Pondasi lantai Dasar Area 7	1 day
10	Pembesian Pondasi lantai Dasar Area 8	1 day
11	Pembesian Pondasi lantai Dasar Area 9	1 day
12	Pekerjaan Bekisting Pile Cap Pondasi P1 Lantai Dasar	4 days
13	Pekerjaan Bekisting Pile Cap Pondasi P3 Lantai Dasar	2 days
14	Pengecoran Pondasi P1 Lantai Dasar Area 1	1 day
15	Pengecoran Pondasi P1 Lantai Dasar Area 2	1 day
16	Pengecoran Pondasi P1 Lantai Dasar Area 3	1 day
17	Pengecoran Pondasi P1 Lantai Dasar Area 4	1 day
18	Pengecoran Pondasi P1 Lantai Dasar Area 5	1 day
19	Pengecoran Pondasi P1 Lantai Dasar Area 6	1 day
20	Pengecoran Pondasi P3 Lantai Dasar	1 day
21	Pembesian Pondasi Lantai 1 Area 1	1 day
22	Pembesian Pondasi Lantai 1 Area 2	1 day
23	Pembesian Pondasi Lantai 1 Area 3	1 day
24	Pembesian Pondasi Lantai 1 Area 4	1 day
25	Pembesian Pondasi Lantai 1 Area 5	1 day
26	Pekerjaan Bekisting Pile Cap Pondasi Lantai 1	2 days
27	Pengecoran Pondasi P2 Lantai 1 Area 1	1 day
28	Pengecoran Pondasi P2 Lantai 1 Area 2	1 day
29	Pengecoran Pondasi P2 Lantai 1 Area 3	1 day
30	Pekerjaan Struktur Sloof	14 days
31	Pekerjaan Bekisting Sloof S1 Lantai Dasar	7 days
32	Pembesian Sloof S1 Lantai Dasar Area 1	1 day

Lanjutan Tabel 5.1 Rekapitulasi Durasi Pekerjaan

No	Task Name	Duration
33	Pembesian Sloof S1 Lantai Dasar Area 2	1 day
34	Pembesian Sloof S1 Lantai Dasar Area 3	1 day
35	Pengecoran Sloof S1 Lantai Dasar	1 day
36	Pekerjaan Bekisting Sloof S2 Lantai Dasar	1 day
37	Pembesian Sloof S2 Lantai Dasar Area 1	1 day
38	Pengecoran Sloof S2 Lantai Dasar	1 day
39	Pekerjaan Bekisting Sloof S2 Lantai 1	2 days
40	Pembesian Sloof S2 Lantai 1 Area 1	1 day
41	Pengecoran Sloof S2 Lantai 1	1 day
42	Pekerjaan Kolom Lantai Dasar	14 days
43	Pembesian Kolom K1 Lantai Dasar Area 1	1 day
44	Pembesian Kolom K1 Lantai Dasar Area 2	1 day
45	Pembesian Kolom K1 Lantai Dasar Area 3	1 day
46	Pekerjaan Bekisting Kolom K1 Lantai Dasar	4 days
47	Pembesian Kolom K2 Lantai Dasar	1 day
48	Pekerjaan Bekisting Kolom K2 lantai Dasar	1 day
49	Pembesian Kolom KL Lantai Dasar	1 day
50	Pekerjaan Bekisting Kolom KL Lantai Dasar	1 day
51	Pengecoran Kolom K1 Lantai Dasar Area 1	1 day
52	Pengecoran Kolom K1 Lantai Dasar Area 2	1 day
53	Pengecoran Kolom K2 Lantai Dasar	1 day
54	Pengecoran Kolom KL Lantai Dasar	1 day
55	Pekerjaan Balok Lantai 1	14 days
56	Pekerjaan Bekisting Balok B1B2B3 Lantai 1	11 days
57	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 1 Area 1	1 day
58	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 1 Area 2	1 day
59	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 1 Area 3	1 day
60	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 1 Area 4	1 day
61	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 1 Area 5	1 day

Lanjutan Tabel 5.1 Rekapitulasi Durasi Pekerjaan

No	Task Name	Duration
62	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 1 Area 6	1 day
63	Pengecoran Balok B1B2B3 Lantai 1 Area 1	1 day
64	Pengecoran Balok B1B2B3 Lantai 1 Area 2	1 day
65	Pengecoran Balok B1B2B3 Lantai 1 Area 3	1 day
66	Pekerjaan Plat Lantai 1	14 days
67	Pekerjaan Bekisting Plat A1 Lantai 1	10 days
68	Pembesian Plat A1 Lantai 1 Area 1	1 day
69	Pembesian Plat A1 Lantai 1 Area 2	1 day
70	Pembesian Plat A1 Lantai 1 Area 3	1 day
71	Pembesian Plat A1 Lantai 1 Area 4	1 day
72	Pembesian Plat A1 Lantai 1 Area 5	1 day
73	Pembesian Plat A1 Lantai 1 Area 6	1 day
74	Pembesian Plat A1 Lantai 1 Area 7	1 day
75	Pembesian Plat A1 Lantai 1 Area 8	1 day
76	Pengecoran Plat A1 Lantai 1 Area 1	1 day
77	Pengecoran Plat A1 Lantai 1 Area 2	1 day
78	Pengecoran Plat A1 Lantai 1 Area 3	1 day
79	Pekerjaan Kolom Lantai 1	7 days
80	Pembesian Kolom K1 Lantai 1 Area 1	1 day
81	Pembesian Kolom K1 Lantai 1 Area 2	1 day
82	Pembesian Kolom K1 Lantai 1 Area 3	1 day
83	Pembesian Kolom K1 Lantai 1 Area 4	1 day
84	Pembesian Kolom K1 Lantai 1 Area 5	1 day
85	Pekerjaan Bekisting Kolom K1 Lantai 1	5 days
86	Pengecoran Kolom K1 Lantai 1 Area 1	1 day
87	Pengecoran Kolom K1 Lantai 1 Area 2	1 day
88	Pembesian Kolom K2 Lantai 1	1 day
89	Pekerjaan Bekisting Kolom K2 Lantai 1	1 day
90	Pengecoran Kolom K2 Lantai 1	1 day
91	Pembesian Kolom KL Lantai 1	1 day
92	Pekerjaan Bekisting Kolom KL Lantai 1	1 day
93	Pengecoran Kolom KL Lantai 1	1 day
94	Pekerjaan Balok Lantai 2	14 days
95	Pekerjaan Bekisting Balok B1B2B3 Lantai 2	12 days
96	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 2 Area 1	1 day

Lanjutan Tabel 5.1 Rekapitulasi Durasi Pekerjaan

No	Task Name	Duration
97	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 2 Area 2	1 day
98	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 2 Area 3	1 day
99	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 2 Area 4	1 day
100	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 2 Area 5	1 day
101	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 2 Area 6	1 day
102	Pengecoran Balok B1B2B3 Lantai 2 Area 1	1 day
103	Pengecoran Balok B1B2B3 Lantai 2 Area 2	1 day
104	Pengecoran Balok B1B2B3 Lantai 2 Area 3	1 day
105	Pekerjaan Plat Lantai 2	14 days
106	Pekerjaan Bekisting Plat A1 Lantai 2	11 days
107	Pembesian Plat A1 Lantai 2 Area 1	1 day
108	Pembesian Plat A1 Lantai 2 Area 2	1 day
109	Pembesian Plat A1 Lantai 2 Area 3	1 day
110	Pembesian Plat A1 Lantai 2 Area 4	1 day
111	Pembesian Plat A1 Lantai 2 Area 5	1 day
112	Pembesian Plat A1 Lantai 2 Area 6	1 day
113	Pembesian Plat A1 Lantai 2 Area 7	1 day
114	Pembesian Plat A1 Lantai 2 Area 8	1 day
115	Pembesian Plat A1 Lantai 2 Area 9	1 day
116	Pengecoran Plat A1 Lantai 2 Area 1	1 day
117	Pengecoran Plat A1 Lantai 2 Area 2	1 day
118	Pengecoran Plat A1 Lantai 2 Area 3	1 day
119	Pekerjaan Kolom Lantai 2	7 days
120	Pembesian Kolom K1 Lantai 2 Area 1	1 day
121	Pembesian Kolom K1 Lantai 2 Area 2	1 day
122	Pembesian Kolom K1 Lantai 2 Area 3	1 day
123	Pembesian Kolom K1 Lantai 2 Area 4	1 day
124	Pembesian Kolom K1 Lantai 2 Area 5	1 day
125	Pekerjaan Bekisting Kolom K1 Lantai 2	5 days
126	Pengecoran Kolom K1 Lantai 2 Area 1	1 day
127	Pengecoran Kolom K1 Lantai 2 Area 2	1 day
128	Pembesian Kolom K2 Lantai 2	1 day
129	Pekerjaan Bekisting Kolom K2 Lantai 2	1 day
130	Pengecoran Kolom K2 Lantai 2	1 day

Lanjutan Tabel 5.1 Rekapitulasi Durasi Pekerjaan

No	Task Name	Duration
131	Pembesian Kolom KL Lantai 2	1 day
132	Pekerjaan Bekisting Kolom KL Lantai 2	1 day
133	Pengecoran Kolom KL Lantai 2	1 day
134	Pekerjaan Balok Lantai 3	14 days
135	Pekerjaan Bekisting Balok B1B2B3 Lantai 3	12 days
136	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 3 Area 1	1 day
137	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 3 Area 2	1 day
138	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 3 Area 3	1 day
139	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 3 Area 4	1 day
140	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 3 Area 5	1 day
141	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 3 Area 6	1 day
142	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 3 Area 7	1 day
143	Pengecoran Balok B1B2B3 Lantai 3 Area 1	1 day
144	Pengecoran Balok B1B2B3 Lantai 3 Area 2	1 day
145	Pengecoran Balok B1B2B3 Lantai 3 Area 3	1 day
146	Pekerjaan Plat Lantai 3	14 days
147	Pekerjaan Bekisting Plat A1 Lantai 3	11 days
148	Pembesian Plat A1 Lantai 3 Area 1	1 day
149	Pembesian Plat A1 Lantai 3 Area 2	1 day
150	Pembesian Plat A1 Lantai 3 Area 3	1 day
151	Pembesian Plat A1 Lantai 3 Area 4	1 day
152	Pembesian Plat A1 Lantai 3 Area 5	1 day
153	Pembesian Plat A1 Lantai 3 Area 6	1 day
154	Pembesian Plat A1 Lantai 3 Area 7	1 day
155	Pembesian Plat A1 Lantai 3 Area 8	1 day
156	Pembesian Plat A1 Lantai 3 Area 9	1 day
157	Pengecoran Plat A1 Lantai 3 Area 1	1 day
158	Pengecoran Plat A1 Lantai 3 Area 2	1 day
159	Pengecoran Plat A1 Lantai 3 Area 3	1 day
160	Pekerjaan Kolom Lantai 3	7 days
161	Pembesian Kolom K1 Lantai 3 Area 1	1 day
162	Pembesian Kolom K1 Lantai 3 Area 2	1 day

Lanjutan Tabel 5.1 Rekapitulasi Durasi Pekerjaan

No	Task Name	Duration
163	Pembesian Kolom K1 Lantai 3 Area 3	1 day
164	Pekerjaan Bekisting Kolom K1 Lantai 3	4 days
165	Pengecoran Kolom K1 Lantai 3 Area 1	1 day
166	Pengecoran Kolom K1 Lantai 3 Area 2	1 day
167	Pembesian Kolom KL Lantai 3	1 day
168	Pekerjaan Bekisting Kolom KL Lantai 3	1 day
169	Pengecoran Kolom KL Lantai 3	1 day
170	Pekerjaan Balok Lantai 4	7 days
171	Pekerjaan Bekisting Balok B4B3 Lantai 4	5 days
172	Pembesian Balok B4B3 Lantai 4 Area 1	1 day
173	Pembesian Balok B4B3 Lantai 4 Area 2	1 day
174	Pembesian Balok B4B3 Lantai 4 Area 3	1 day
175	Pengecoran Balok B4 Lantai 4 Area 1	1 day
176	Pengecoran Balok B4 Lantai 4 Area 2	1 day
177	Pengecoran Balok B3 Lantai 4	1 day
178	Pekerjaan Plat Lantai 4	3 days
179	Pekerjaan Bekisting Plat A1 Lantai 4	1 day
180	Pembesian Plat A1 Lantai 4	1 day
181	Pengecoran Plat A1 Lantai 4	1 day
Pekerjaan Strukur Balai		171 days

5.3.2 Input data Microsoft Project

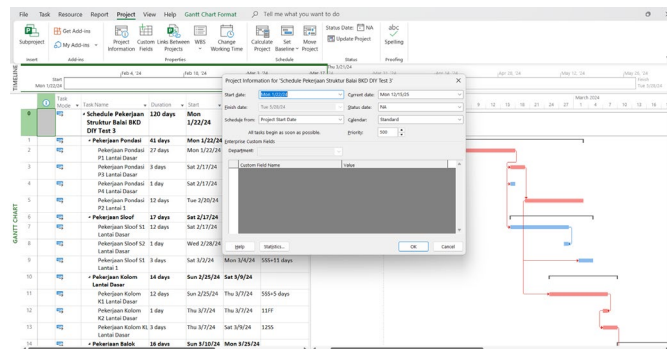
Dalam penelitian ini akan berhubungan dengan penjadwalan proyek. Untuk memperoleh hasil penjadwalan dengan format (.mpp) memerlukan tahapan dalam analisis penjadwalan menggunakan perangkat lunak Microsoft Project sebagai berikut.

1. Membuka perangkat lunak Microsoft Project

Dalam penelitian ini menggunakan perangkat lunak Microsoft Project 2024.

2. Mengatur tanggal awal pelaksanaan proyek

Berdasarkan dokumen penjadwalan yang diperoleh, proyek Pembangunan Gedung Balai Pengukuran Kompetensi Pegawai (PKP) mulai dilaksanakan pada 4 Februari 2024. Untuk menginput data tersebut perlu mengatur pada *toolbar* menu “*project*” klik “*project information*” untuk mengatur awal pelaksanaan proyek.

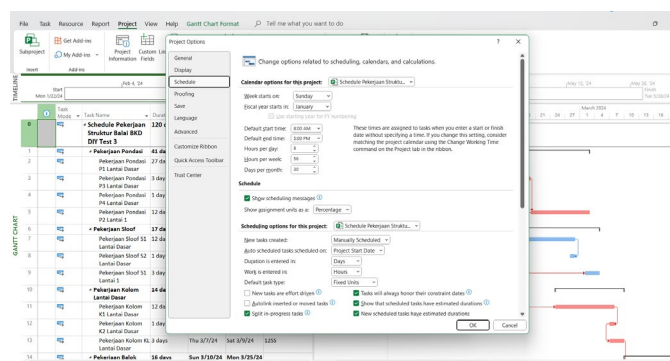


Gambar 5. 9 Pengaturan Awal Pelaksanaan Proyek

3. Mengatur jam kerja dan hari libur nasional

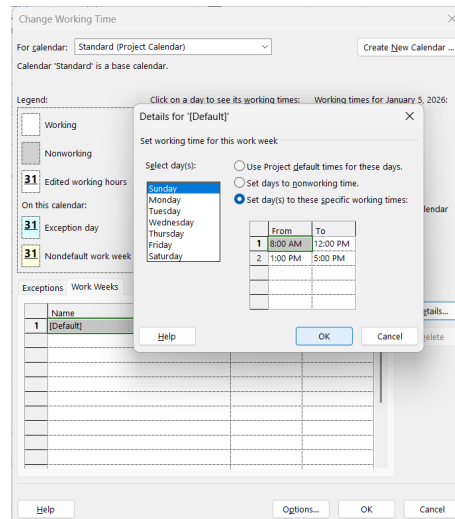
Untuk mengatur waktu jam kerja dan hari libur nasional perlu mengatur pada *toolbar* menu “*project*”. Pada *toolbar* tersebut terdapat menu “*change working time*” untuk mengatur *calender option* dan *scheduling option*. Data yang perlu diinput sebagai berikut.

- a. *Week start on* : Sunday
- b. *Fiscal year start in* : January
- c. *Default start time* : 8.00 AM
- d. *Defalt end time* : 5.00 PM
- e. *Hours per day* : 8 jam
- f. *Hours per week* : 56 jam
- g. *Days per month* : 30 hari
- h. *Duration is entered in* : Days
- i. *Work is entered in* : Hours
- j. *Default task type* : Fixed unit



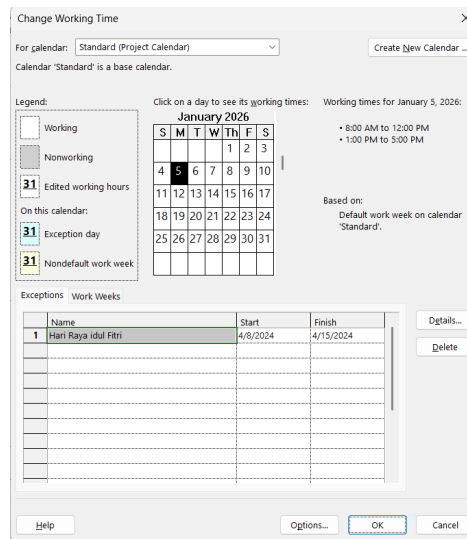
Gambar 5. 10 Pengaturan *Calender Option* dan *Scheduling Option*

Setelah mengatur *calender option* dan *scheduling option*, dilakukan input jam kerja. Proyek dijalankan setiap harinya dengan jam kerja yang sama. Untuk menginput jam kerja dilakukan pada menu “*project*” kemudian pada *toolbar* menu “*change working time*”. Jam kerja dapat diinput ke dalam menu “*work weeks*” dan menambahkan manual jam kerja pada hari sabtu dan minggu.



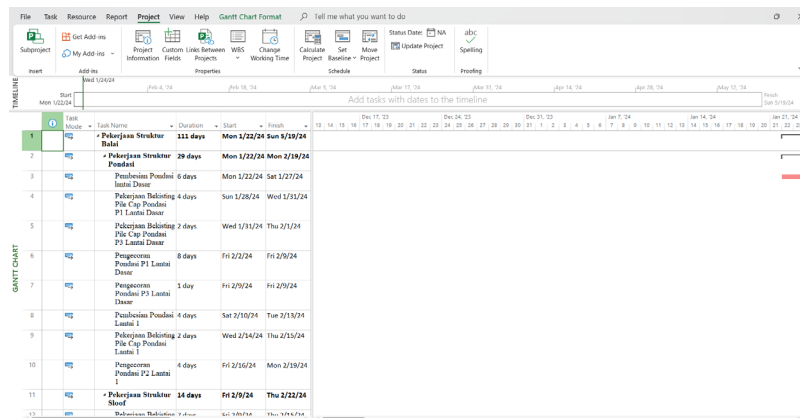
Gambar 5. 11 Pengaturan Jam Kerja Proyek

Dalam pelaksanaan proyek pembangunan tidak terlepas dari adanya hari libur. Hari libur biasanya diberikan pada hari-hari tertentu saja, dimana biasanya pada hari-hari libur besar keagamaan. Salah satu libur nasional yang diberlakukan selama proyek berjalan yaitu libur hari raya Idul Fitri. Untuk menginput data tersebut dilakukan pada menu “*project*” kemudian pada *toolbar* menu “*change working time*”.



Gambar 5. 12 Pengaturan Hari Libur Proyek

4. Memasukkan data setiap komponen pekerjaan ke Microsoft Project
Data komponen pekerjaan yang telah dibuat dengan *Work Breakdown Structure (WBS)* melalui *file (.xlsx)* yang diperuntukan sebagai acuan urutan komponen pekerjaan struktur. Data yang dibuat kemudian diinput ke dalam aplikasi Microsoft Project untuk dilakukan analisis penjadwalan.



Gambar 5. 13 Input Data Penjadwalan

5. Melakukan analisis *predecessor*
Analisis *predecessor* dilakukan untuk menentukan keterkaitan antar pekerjaan di lapangan. Berikut hasil *predecessor* yang dilakukan sebagai berikut.

Tabel 5. 2 Analisis Predecessor Pekerjaan

<i>No</i>	<i>Task Name</i>	<i>Duration</i>	<i>Start</i>	<i>Finish</i>	<i>Predecessors</i>
1	Pekerjaan Struktur Balai	111 days	Sun 2/4/24	Sat 6/1/24	
2	Pekerjaan Struktur Pondasi	28 days	Sun 2/4/24	Sat 3/2/24	
3	Pembesian Pondasi lantai Dasar Area 1	1 day	Sun 2/4/24	Sun 2/4/24	
4	Pembesian Pondasi lantai Dasar Area 2	1 day	Mon 2/5/24	Mon 2/5/24	3
5	Pembesian Pondasi lantai Dasar Area 3	1 day	Tue 2/6/24	Tue 2/6/24	4
6	Pembesian Pondasi lantai Dasar Area 4	1 day	Wed 2/7/24	Wed 2/7/24	5
7	Pembesian Pondasi lantai Dasar Area 5	1 day	Thu 2/8/24	Thu 2/8/24	6
8	Pembesian Pondasi lantai Dasar Area 6	1 day	Fri 2/9/24	Fri 2/9/24	7
9	Pembesian Pondasi lantai Dasar Area 7	1 day	Sat 2/10/24	Sat 2/10/24	8
10	Pembesian Pondasi lantai Dasar Area 8	1 day	Sun 2/11/24	Sun 2/11/24	9
11	Pembesian Pondasi lantai Dasar Area 9	1 day	Mon 2/12/24	Mon 2/12/24	10
12	Pekerjaan Bekisting Pile Cap Pondasi P1 Lantai Dasar	4 days	Tue 2/13/24	Fri 2/16/24	11
13	Pekerjaan Bekisting Pile Cap Pondasi P3 Lantai Dasar	2 days	Thu 2/15/24	Fri 2/16/24	12FF
14	Pengecoran Pondasi P1 Lantai Dasar Area 1	1 day	Thu 2/15/24	Thu 2/15/24	13SS
15	Pengecoran Pondasi P1 Lantai Dasar Area 2	1 day	Fri 2/16/24	Fri 2/16/24	14
16	Pengecoran Pondasi P1 Lantai Dasar Area 3	1 day	Sat 2/17/24	Sat 2/17/24	15
17	Pengecoran Pondasi P1 Lantai Dasar Area 4	1 day	Sun 2/18/24	Sun 2/18/24	16
18	Pengecoran Pondasi P1 Lantai Dasar Area 5	1 day	Mon 2/19/24	Mon 2/19/24	17
19	Pengecoran Pondasi P1 Lantai Dasar Area 6	1 day	Tue 2/20/24	Tue 2/20/24	18
20	Pengecoran Pondasi P3 Lantai Dasar	1 day	Wed 2/21/24	Wed 2/21/24	19
21	Pembesian Pondasi Lantai 1 Area 1	1 day	Thu 2/22/24	Thu 2/22/24	20
22	Pembesian Pondasi Lantai 1 Area 2	1 day	Fri 2/23/24	Fri 2/23/24	21

Lanjutan Tabel 5.2 Analisis Predecessor Pekerjaan

<i>No</i>	<i>Task Name</i>	<i>Duration</i>	<i>Start</i>	<i>Finish</i>	<i>Predecessors</i>
23	Pembesian Pondasi Lantai 1 Area 3	1 day	Sat 2/24/24	Sat 2/24/24	22
24	Pembesian Pondasi Lantai 1 Area 4	1 day	Sun 2/25/24	Sun 2/25/24	23
25	Pembesian Pondasi Lantai 1 Area 5	1 day	Mon 2/26/24	Mon 2/26/24	24
26	Pekerjaan Bekisting Pile Cap Pondasi Lantai 1	2 days	Tue 2/27/24	Wed 2/28/24	25
27	Pengecoran Pondasi P2 Lantai 1 Area 1	1 day	Thu 2/29/24	Thu 2/29/24	26
28	Pengecoran Pondasi P2 Lantai 1 Area 2	1 day	Fri 3/1/24	Fri 3/1/24	27
29	Pengecoran Pondasi P2 Lantai 1 Area 3	1 day	Sat 3/2/24	Sat 3/2/24	28
30	Pekerjaan Struktur Sloof	14 days	Thu 2/22/24	Wed 3/6/24	
31	Pekerjaan Bekisting Sloof S1 Lantai Dasar	7 days	Thu 2/22/24	Wed 2/28/24	20
32	Pembesian Sloof S1 Lantai Dasar Area 1	1 day	Tue 2/27/24	Tue 2/27/24	31SS+5 days
33	Pembesian Sloof S1 Lantai Dasar Area 2	1 day	Wed 2/28/24	Wed 2/28/24	32
34	Pembesian Sloof S1 Lantai Dasar Area 3	1 day	Thu 2/29/24	Thu 2/29/24	33
35	Pengecoran Sloof S1 Lantai Dasar	1 day	Fri 3/1/24	Fri 3/1/24	34
36	Pekerjaan Bekisting Sloof S2 Lantai Dasar	1 day	Wed 2/28/24	Wed 2/28/24	31FF
37	Pembesian Sloof S2 Lantai Dasar Area 1	1 day	Thu 2/29/24	Thu 2/29/24	34FF
38	Pengecoran Sloof S2 Lantai Dasar	1 day	Fri 3/1/24	Fri 3/1/24	35SS
39	Pekerjaan Bekisting Sloof S2 Lantai 1	2 days	Sun 3/3/24	Mon 3/4/24	29
40	Pembesian Sloof S2 Lantai 1 Area 1	1 day	Tue 3/5/24	Tue 3/5/24	39
41	Pengecoran Sloof S2 Lantai 1	1 day	Wed 3/6/24	Wed 3/6/24	40
42	Pekerjaan Kolom Lantai Dasar	14 days	Sat 3/2/24	Fri 3/15/24	
43	Pembesian Kolom K1 Lantai Dasar Area 1	1 day	Sat 3/2/24	Sat 3/2/24	38
44	Pembesian Kolom K1 Lantai Dasar Area 2	1 day	Sun 3/3/24	Sun 3/3/24	43
45	Pembesian Kolom K1 Lantai Dasar Area 3	1 day	Mon 3/4/24	Mon 3/4/24	44

Lanjutan Tabel 5.2 Analisis Predecessor Pekerjaan

<i>No</i>	<i>Task Name</i>	<i>Duration</i>	<i>Start</i>	<i>Finish</i>	<i>Predecessors</i>
46	Pekerjaan Bekisting Kolom K1 Lantai Dasar	4 days	Tue 3/5/24	Fri 3/8/24	45
47	Pembesian Kolom K2 Lantai Dasar	1 day	Sat 3/9/24	Sat 3/9/24	46
48	Pekerjaan Bekisting Kolom K2 lantai Dasar	1 day	Sun 3/10/24	Sun 3/10/24	47
49	Pembesian Kolom KL Lantai Dasar	1 day	Mon 3/11/24	Mon 3/11/24	48
50	Pekerjaan Bekisting Kolom KL Lantai Dasar	1 day	Tue 3/12/24	Tue 3/12/24	49
51	Pengecoran Kolom K1 Lantai Dasar Area 1	1 day	Wed 3/13/24	Wed 3/13/24	50
52	Pengecoran Kolom K1 Lantai Dasar Area 2	1 day	Thu 3/14/24	Thu 3/14/24	51
53	Pengecoran Kolom K2 Lantai Dasar	1 day	Fri 3/15/24	Fri 3/15/24	52
54	Pengecoran Kolom KL Lantai Dasar	1 day	Fri 3/15/24	Fri 3/15/24	53FF
55	Pekerjaan Balok Lantai 1	14 days	Sat 3/16/24	Fri 3/29/24	
56	Pekerjaan Bekisting Balok B1B2B3 Lantai 1	11 days	Sat 3/16/24	Tue 3/26/24	54
57	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 1 Area 1	1 day	Sun 3/17/24	Sun 3/17/24	56SS+1 day
58	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 1 Area 2	1 day	Mon 3/18/24	Mon 3/18/24	57
59	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 1 Area 3	1 day	Tue 3/19/24	Tue 3/19/24	58
60	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 1 Area 4	1 day	Wed 3/20/24	Wed 3/20/24	59
61	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 1 Area 5	1 day	Thu 3/21/24	Thu 3/21/24	60
62	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 1 Area 6	1 day	Fri 3/22/24	Fri 3/22/24	61
63	Pengecoran Balok B1B2B3 Lantai 1 Area 1	1 day	Wed 3/27/24	Wed 3/27/24	56
64	Pengecoran Balok B1B2B3 Lantai 1 Area 2	1 day	Thu 3/28/24	Thu 3/28/24	63
65	Pengecoran Balok B1B2B3 Lantai 1 Area 3	1 day	Fri 3/29/24	Fri 3/29/24	64
66	Pekerjaan Plat Lantai 1	14 days	Sat 3/16/24	Fri 3/29/24	
67	Pekerjaan Bekisting Plat A1 Lantai 1	10 days	Sat 3/16/24	Mon 3/25/24	56SS
68	Pembesian Plat A1 Lantai 1 Area 1	1 day	Wed 3/20/24	Wed 3/20/24	67SS+4 days

Lanjutan Tabel 5.2 Analisis Predecessor Pekerjaan

<i>No</i>	<i>Task Name</i>	<i>Duration</i>	<i>Start</i>	<i>Finish</i>	<i>Predecessors</i>
69	Pembesian Plat A1 Lantai 1 Area 2	1 day	Thu 3/21/24	Thu 3/21/24	68
70	Pembesian Plat A1 Lantai 1 Area 3	1 day	Fri 3/22/24	Fri 3/22/24	69
71	Pembesian Plat A1 Lantai 1 Area 4	1 day	Sat 3/23/24	Sat 3/23/24	70
72	Pembesian Plat A1 Lantai 1 Area 5	1 day	Sun 3/24/24	Sun 3/24/24	71
73	Pembesian Plat A1 Lantai 1 Area 6	1 day	Mon 3/25/24	Mon 3/25/24	72
74	Pembesian Plat A1 Lantai 1 Area 7	1 day	Tue 3/26/24	Tue 3/26/24	73
75	Pembesian Plat A1 Lantai 1 Area 8	1 day	Wed 3/27/24	Wed 3/27/24	74
76	Pengecoran Plat A1 Lantai 1 Area 1	1 day	Wed 3/27/24	Wed 3/27/24	75SS
77	Pengecoran Plat A1 Lantai 1 Area 2	1 day	Thu 3/28/24	Thu 3/28/24	76
78	Pengecoran Plat A1 Lantai 1 Area 3	1 day	Fri 3/29/24	Fri 3/29/24	77
79	Pekerjaan Kolom Lantai 1	7 days	Sat 3/30/24	Fri 4/5/24	
80	Pembesian Kolom K1 Lantai 1 Area 1	1 day	Sat 3/30/24	Sat 3/30/24	78
81	Pembesian Kolom K1 Lantai 1 Area 2	1 day	Sun 3/31/24	Sun 3/31/24	80
82	Pembesian Kolom K1 Lantai 1 Area 3	1 day	Mon 4/1/24	Mon 4/1/24	81
83	Pembesian Kolom K1 Lantai 1 Area 4	1 day	Tue 4/2/24	Tue 4/2/24	82
84	Pembesian Kolom K1 Lantai 1 Area 5	1 day	Wed 4/3/24	Wed 4/3/24	83
85	Pekerjaan Bekisting Kolom K1 Lantai 1	5 days	Sun 3/31/24	Thu 4/4/24	80SS+1 day
86	Pengecoran Kolom K1 Lantai 1 Area 1	1 day	Thu 4/4/24	Thu 4/4/24	84
87	Pengecoran Kolom K1 Lantai 1 Area 2	1 day	Fri 4/5/24	Fri 4/5/24	86
88	Pembesian Kolom K2 Lantai 1	1 day	Wed 4/3/24	Wed 4/3/24	84FF
89	Pekerjaan Bekisting Kolom K2 Lantai 1	1 day	Thu 4/4/24	Thu 4/4/24	85FF
90	Pengecoran Kolom K2 Lantai 1	1 day	Fri 4/5/24	Fri 4/5/24	87FF
91	Pembesian Kolom KL Lantai 1	1 day	Wed 4/3/24	Wed 4/3/24	84FF

Lanjutan Tabel 5.2 Analisis Predecessor Pekerjaan

<i>No</i>	<i>Task Name</i>	<i>Duration</i>	<i>Start</i>	<i>Finish</i>	<i>Predecessors</i>
92	Pekerjaan Bekisting Kolom KL Lantai 1	1 day	Thu 4/4/24	Thu 4/4/24	85FF
93	Pengecoran Kolom KL Lantai 1	1 day	Fri 4/5/24	Fri 4/5/24	87FF
94	Pekerjaan Balok Lantai 2	14 days	Sat 4/6/24	Sat 4/27/24	
95	Pekerjaan Bekisting Balok B1B2B3 Lantai 2	12 days	Sat 4/6/24	Thu 4/25/24	87
96	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 2 Area 1	1 day	Sun 4/7/24	Sun 4/7/24	95SS+1 day
97	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 2 Area 2	1 day	Tue 4/16/24	Tue 4/16/24	96
98	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 2 Area 3	1 day	Wed 4/17/24	Wed 4/17/24	97
99	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 2 Area 4	1 day	Thu 4/18/24	Thu 4/18/24	98
100	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 2 Area 5	1 day	Fri 4/19/24	Fri 4/19/24	99
101	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 2 Area 6	1 day	Sat 4/20/24	Sat 4/20/24	100
102	Pengecoran Balok B1B2B3 Lantai 2 Area 1	1 day	Thu 4/25/24	Thu 4/25/24	95FS-1 day
103	Pengecoran Balok B1B2B3 Lantai 2 Area 2	1 day	Fri 4/26/24	Fri 4/26/24	102
104	Pengecoran Balok B1B2B3 Lantai 2 Area 3	1 day	Sat 4/27/24	Sat 4/27/24	103
105	Pekerjaan Plat Lantai 2	14 days	Sat 4/6/24	Sat 4/27/24	
106	Pekerjaan Bekisting Plat A1 Lantai 2	11 days	Sat 4/6/24	Wed 4/24/24	95SS
107	Pembesian Plat A1 Lantai 2 Area 1	1 day	Thu 4/18/24	Thu 4/18/24	106SS+4 days
108	Pembesian Plat A1 Lantai 2 Area 2	1 day	Fri 4/19/24	Fri 4/19/24	107
109	Pembesian Plat A1 Lantai 2 Area 3	1 day	Sat 4/20/24	Sat 4/20/24	108
110	Pembesian Plat A1 Lantai 2 Area 4	1 day	Sun 4/21/24	Sun 4/21/24	109
111	Pembesian Plat A1 Lantai 2 Area 5	1 day	Mon 4/22/24	Mon 4/22/24	110
112	Pembesian Plat A1 Lantai 2 Area 6	1 day	Tue 4/23/24	Tue 4/23/24	111
113	Pembesian Plat A1 Lantai 2 Area 7	1 day	Wed 4/24/24	Wed 4/24/24	112
114	Pembesian Plat A1 Lantai 2 Area 8	1 day	Thu 4/25/24	Thu 4/25/24	113

Lanjutan Tabel 5.2 Analisis Predecessor Pekerjaan

<i>No</i>	<i>Task Name</i>	<i>Duration</i>	<i>Start</i>	<i>Finish</i>	<i>Predecessors</i>
115	Pembesian Plat A1 Lantai 2 Area 9	1 day	Fri 4/26/24	Fri 4/26/24	114
116	Pengecoran Plat A1 Lantai 2 Area 1	1 day	Thu 4/25/24	Thu 4/25/24	106
117	Pengecoran Plat A1 Lantai 2 Area 2	1 day	Fri 4/26/24	Fri 4/26/24	116
118	Pengecoran Plat A1 Lantai 2 Area 3	1 day	Sat 4/27/24	Sat 4/27/24	117
119	Pekerjaan Kolom Lantai 2	7 days	Sun 4/28/24	Sat 5/4/24	
120	Pembesian Kolom K1 Lantai 2 Area 1	1 day	Sun 4/28/24	Sun 4/28/24	118
121	Pembesian Kolom K1 Lantai 2 Area 2	1 day	Mon 4/29/24	Mon 4/29/24	120
122	Pembesian Kolom K1 Lantai 2 Area 3	1 day	Tue 4/30/24	Tue 4/30/24	121
123	Pembesian Kolom K1 Lantai 2 Area 4	1 day	Wed 5/1/24	Wed 5/1/24	122
124	Pembesian Kolom K1 Lantai 2 Area 5	1 day	Thu 5/2/24	Thu 5/2/24	123
125	Pekerjaan Bekisting Kolom K1 Lantai 2	5 days	Mon 4/29/24	Fri 5/3/24	120SS+1 day
126	Pengecoran Kolom K1 Lantai 2 Area 1	1 day	Fri 5/3/24	Fri 5/3/24	124
127	Pengecoran Kolom K1 Lantai 2 Area 2	1 day	Sat 5/4/24	Sat 5/4/24	126
128	Pembesian Kolom K2 Lantai 2	1 day	Thu 5/2/24	Thu 5/2/24	124FF
129	Pekerjaan Bekisting Kolom K2 Lantai 2	1 day	Fri 5/3/24	Fri 5/3/24	125FF
130	Pengecoran Kolom K2 Lantai 2	1 day	Sat 5/4/24	Sat 5/4/24	127FF
131	Pembesian Kolom KL Lantai 2	1 day	Thu 5/2/24	Thu 5/2/24	124FF
132	Pekerjaan Bekisting Kolom KL Lantai 2	1 day	Fri 5/3/24	Fri 5/3/24	125FF
133	Pengecoran Kolom KL Lantai 2	1 day	Sat 5/4/24	Sat 5/4/24	127FF
134	Pekerjaan Balok Lantai 3	14 days	Sun 5/5/24	Sat 5/18/24	
135	Pekerjaan Bekisting Balok B1B2B3 Lantai 3	12 days	Sun 5/5/24	Thu 5/16/24	127
136	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 3 Area 1	1 day	Mon 5/6/24	Mon 5/6/24	135SS+1 day
137	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 3 Area 2	1 day	Tue 5/7/24	Tue 5/7/24	136

Lanjutan Tabel 5.2 Analisis Predecessor Pekerjaan

<i>No</i>	<i>Task Name</i>	<i>Duration</i>	<i>Start</i>	<i>Finish</i>	<i>Predecessors</i>
138	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 3 Area 3	1 day	Wed 5/8/24	Wed 5/8/24	137
139	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 3 Area 4	1 day	Thu 5/9/24	Thu 5/9/24	138
140	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 3 Area 5	1 day	Fri 5/10/24	Fri 5/10/24	139
141	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 3 Area 6	1 day	Sat 5/11/24	Sat 5/11/24	140
142	Pembesian Balok B1B2B3 Lantai 3 Area 7	1 day	Sun 5/12/24	Sun 5/12/24	141
143	Pengecoran Balok B1B2B3 Lantai 3 Area 1	1 day	Thu 5/16/24	Thu 5/16/24	135FS-1 day
144	Pengecoran Balok B1B2B3 Lantai 3 Area 2	1 day	Fri 5/17/24	Fri 5/17/24	143
145	Pengecoran Balok B1B2B3 Lantai 3 Area 3	1 day	Sat 5/18/24	Sat 5/18/24	144
146	Pekerjaan Plat Lantai 3	14 days	Sun 5/5/24	Sat 5/18/24	
147	Pekerjaan Bekisting Plat A1 Lantai 3	11 days	Sun 5/5/24	Wed 5/15/24	135SS
148	Pembesian Plat A1 Lantai 3 Area 1	1 day	Thu 5/9/24	Thu 5/9/24	147SS+4 days
149	Pembesian Plat A1 Lantai 3 Area 2	1 day	Fri 5/10/24	Fri 5/10/24	148
150	Pembesian Plat A1 Lantai 3 Area 3	1 day	Sat 5/11/24	Sat 5/11/24	149
151	Pembesian Plat A1 Lantai 3 Area 4	1 day	Sun 5/12/24	Sun 5/12/24	150
152	Pembesian Plat A1 Lantai 3 Area 5	1 day	Mon 5/13/24	Mon 5/13/24	151
153	Pembesian Plat A1 Lantai 3 Area 6	1 day	Tue 5/14/24	Tue 5/14/24	152
154	Pembesian Plat A1 Lantai 3 Area 7	1 day	Wed 5/15/24	Wed 5/15/24	153
155	Pembesian Plat A1 Lantai 3 Area 8	1 day	Thu 5/16/24	Thu 5/16/24	154
156	Pembesian Plat A1 Lantai 3 Area 9	1 day	Fri 5/17/24	Fri 5/17/24	155
157	Pengecoran Plat A1 Lantai 3 Area 1	1 day	Thu 5/16/24	Thu 5/16/24	147
158	Pengecoran Plat A1 Lantai 3 Area 2	1 day	Fri 5/17/24	Fri 5/17/24	157
159	Pengecoran Plat A1 Lantai 3 Area 3	1 day	Sat 5/18/24	Sat 5/18/24	158
160	Pekerjaan Kolom Lantai 3	7 days	Sun 5/19/24	Sat 5/25/24	

Lanjutan Tabel 5.2 Analisis Predecessor Pekerjaan

No	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
161	Pembesian Kolom K1 Lantai 3 Area 1	1 day	Sun 5/19/24	Sun 5/19/24	159
162	Pembesian Kolom K1 Lantai 3 Area 2	1 day	Mon 5/20/24	Mon 5/20/24	161
163	Pembesian Kolom K1 Lantai 3 Area 3	1 day	Tue 5/21/24	Tue 5/21/24	162
164	Pekerjaan Bekisting Kolom K1 Lantai 3	4 days	Mon 5/20/24	Thu 5/23/24	161SS+1 day
165	Pengecoran Kolom K1 Lantai 3 Area 1	1 day	Fri 5/24/24	Fri 5/24/24	164
166	Pengecoran Kolom K1 Lantai 3 Area 2	1 day	Sat 5/25/24	Sat 5/25/24	165
167	Pembesian Kolom KL Lantai 3	1 day	Wed 5/22/24	Wed 5/22/24	163
168	Pekerjaan Bekisting Kolom KL Lantai 3	1 day	Thu 5/23/24	Thu 5/23/24	164FF
169	Pengecoran Kolom KL Lantai 3	1 day	Sat 5/25/24	Sat 5/25/24	166FF
170	Pekerjaan Balok Lantai 4	7 days	Sun 5/26/24	Sat 6/1/24	
171	Pekerjaan Bekisting Balok B4B3 Lantai 4	5 days	Sun 5/26/24	Thu 5/30/24	166
172	Pembesian Balok B4B3 Lantai 4 Area 1	1 day	Mon 5/27/24	Mon 5/27/24	171SS+1 day
173	Pembesian Balok B4B3 Lantai 4 Area 2	1 day	Tue 5/28/24	Tue 5/28/24	172
174	Pembesian Balok B4B3 Lantai 4 Area 3	1 day	Wed 5/29/24	Wed 5/29/24	173
175	Pengecoran Balok B4 Lantai 4 Area 1	1 day	Fri 5/31/24	Fri 5/31/24	171
176	Pengecoran Balok B4 Lantai 4 Area 2	1 day	Sat 6/1/24	Sat 6/1/24	175
177	Pengecoran Balok B3 Lantai 4	1 day	Sat 6/1/24	Sat 6/1/24	176FF
178	Pekerjaan Plat Lantai 4	3 days	Thu 5/30/24	Sat 6/1/24	
179	Pekerjaan Bekisting Plat A1 Lantai 4	1 day	Thu 5/30/24	Thu 5/30/24	171FF
180	Pembesian Plat A1 Lantai 4	1 day	Thu 5/30/24	Thu 5/30/24	179FF
181	Pengecoran Plat A1 Lantai 4	1 day	Sat 6/1/24	Sat 6/1/24	177FF
Pekerjaan Strukur Balai		111 days	Sun 2/4/24	Sat 6/1/24	

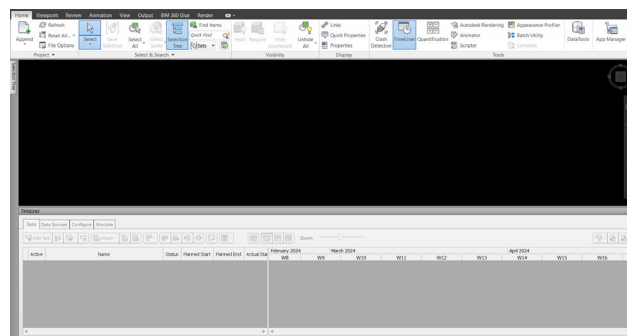
Berdasarkan analisis *predecessor* yang dilakukan, didapatkan waktu proyek berjalan dengan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) untuk menyelesaikan pekerjaan pondasi dan struktur utama yaitu 111 hari kerja.

5.4 Analisis Konektivitas Perangkat Lunak

Analisis konektivitas untuk pemodelan 3D dengan penjadwalan proyek dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Naviswork 2024. Analisis ini dilakukan untuk mendapatkan hasil pada *scheduling simulation* untuk memvisualkan proses proyek yang dianalisis. Selain itu, konektivitas pemodelan 3D dan penjadwalan dapat digunakan untuk mengetahui benturan/*clash detection*. Adapun tahapan dalam analisis untuk konektivitas pemodelan 3D dengan penjadwalan proyek sebagai berikut.

1. Membuka perangkat lunak

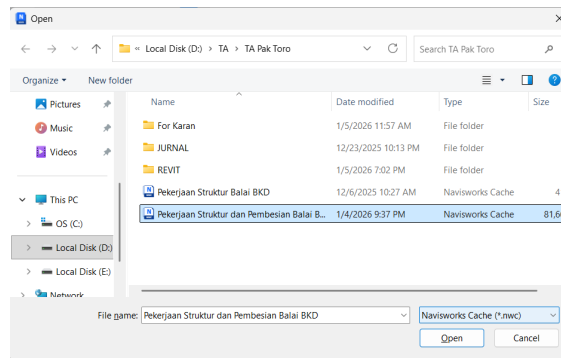
Membuka perangkat lunak yang akan digunakan. Dalam penelitian ini untuk membantu dalam konektivitas BIM 4D digunakan Autodesk Naviswork 2024.



Gambar 5. 14 Autodesk Naviswork 2024

2. Input pemodelan 3D dari Autodesk Revit

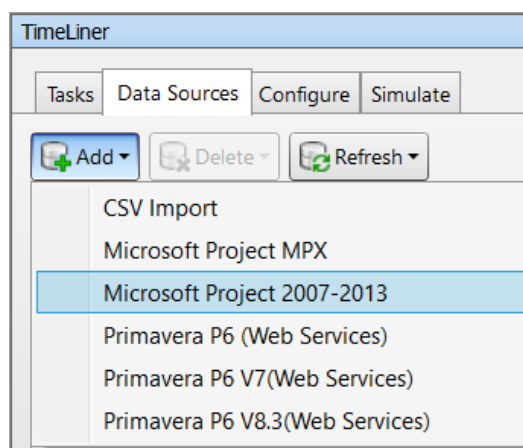
Pemodelan 3D yang telah dibuat menggunakan Autodesk Revit kemudian di “*export*” dengan format (.nwc) agar dapat diinput ke dalam Autodesk Naviswork. Pemodelan 3D dapat diinput dengan membuka menu “*file*” pada Autodesk Naviswork dan memilih menu “*open an existing Naviswork project*” kemudian memilih file yang akan digunakan dengan format (.nwc).



Gambar 5. 15 Input Pemodelan 3D dari Autodesk Revit

3. Input data penjadwalan dari Microsoft Project

Data penjadwalan yang dibuat dengan Microsoft Project akan dimasukkan ke dalam *software* Autodesk Naviswork dengan format (.mpp). Penjadwalan yang dibuat dapat di masukkan dengan memilih menu “*home*” kemudian pada menu *toolbar* “*timeliner*”. Untuk memasukkan *file* dengan mudah klik menu “*data sources*” kemudian menu “*add*” dengan memilih Microsoft Project 2007-2013. Data yang telah dimasukkan kemudia klik menu “*refresh*” agar *file* terbaca oleh Autodesk Naviswork.

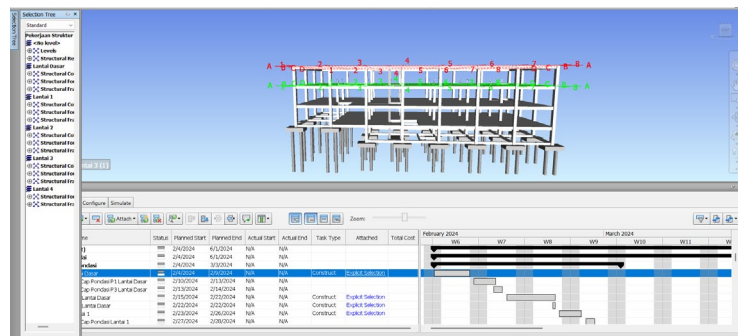


Gambar 5. 16 Input Data Penjadwalan dari Microsoft Project

4. Membuat Konektivitas dari pemodelan 3D dan data penjadwalan

Data penjadwalan dan model 3D yang telah digabungkan ke dalam Autodesk Naviswork perlu dikonektivitas untuk integrasi BIM 4D. Dalam tahapan konektivitas kita perlu melakukan “*attach*” komponen pekerjaan yang dimodelkan Autodesk Revit dengan data penjadwalan Microsoft Project.

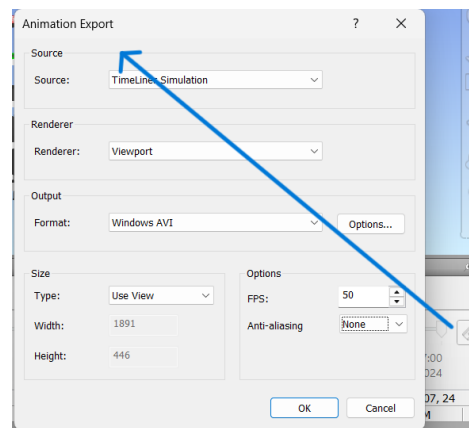
Komponen pekerjaan dapat dilihat pada *tabs* “home” kemudian pada menu *panels* “selection tree”. Kemudian konektivitas pekerjaan dengan jadwal dilakukan dengan memilih komponen satu persatu menyesuaikan jadwal yang akan dipasangkan. Komponen pekerjaan yang telah dipilih kemudian digabungkan dengan jadwal komponen pekerjaan tersebut yang dapat dilihat pada menu *panels* “timeliner” kemudian menu “tasks” untuk menginput komponen pekerjaan yang dipilih ke dalam jadwal komponen pekerjaan tersebut.



Gambar 5. 17 Konektivitas Pemodelan 3D dan Penjadwalan Proyek

5. Membuat animasi *schedule simulation*

Membuat animasi *schedule simulation* dapat dilakukan pada menu *panels* “timeliner” kemudian pada *section* “simulate”. Pada *section* tersebut dapat memperlihatkan bagaimana proyek berjalan menggunakan konektivitas model 3D dengan penjadwalan proyek. Untuk menyimpan animasi tersebut dalam bentuk *file* terpisah dilakukan dengan klik “*export animation*”.



Gambar 5. 18 Scheduling Simulation

5.5 Pembahasan

Setelah penerapan konsep building information modeling (BIM) 4D pada proyek Pembangunan Gedung Balai Pengukuran Kompetensi Pegawai (PKP) Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) menemukan bahwa adanya perbedaan efektifitas dalam penerapan konsep BIM 4D dengan konsep konvensional. Berikut hasil dari implementasi konsep BIM 4D menggunakan konektivitas perangkat lunak Autodesk Revit, Microsoft Project, dan Autodesk Naviswork.

5.5.1 Implementasi Microsoft Project dalam Analisis Penjadwalan

Dari penerapan Autodesk Revit untuk menentukan kuantitas dari komponen pekerjaan dan Microsoft Project dalam penjadwalan proyek Pembangunan Gedung Balai Pengukuran Kompetensi Pegawai (PKP) Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) untuk menentukan alur/jalur komponen masing-masing pekerjaan proyek. Berdasarkan penerapan dari implementasi tersebut menghasilkan total jam kerja yang lebih efisien dibanding secara konvensional.

Tabel 5. 3 Perbandingan Waktu Setiap Jenis Pekerjaan

No	Jenis Pekerjaan	Konvensional	BIM
1	Pekerjaan Struktur Pondasi	28 Hari	28 Hari
2	Pekerjaan Struktur Sloof	14 Hari	14 Hari
3	Pekerjaan Kolom Lantai Dasar	14 Hari	14 hari
4	Pekerjaan Balok Lantai 1	14 Hari	14 Hari
5	Pekerjaan Pelat Lantai 1	14 Hari	14 Hari
6	Pekerjaan Kolom Lantai 1	7 Hari	7 Hari
7	Pekerjaan Balok Lantai 2	14 Hari	14 Hari
8	Pekerjaan Pelat Lantai 2	14 Hari	14 Hari
9	Pekerjaan Kolom Lantai 2	7 Hari	7 Hari
10	Pekerjaan Balok Lantai 3	14 Hari	14 Hari
11	Pekerjaan Pelat Lantai 3	14 Hari	14 Hari

Lanjutan Tabel 5.3 Perbandingan Waktu Setiap Jenis Pekerjaan

No	Jenis Pekerjaan	Konvensional	BIM
12	Pekerjaan Kolom Lantai 3	7 Hari	7 Hari
13	Pekerjaan Balok Lantai 4	14 Hari	7 Hari
14	Pekerjaan Pelat Lantai 4	14 Hari	3 Hari
Total		189 Hari	171 Hari

Berdasarkan Tabel 5.3 waktu setiap pekerjaan struktur didapatkan perbandingan dengan penjadwalan konsep konvensional sebesar 189 hari dimana data durasi penjadwalan disesuaikan dengan durasi setiap pekerjaan berdasarkan data Lampiran 2, sedangkan penjadwalan dengan konsep BIM memperoleh durasi 171 hari. Berdasarkan hasil yang didapatkan kemudian dilakukan analisis hubungan keterkaitan pekerjaan dengan penerapan metode PDM pada Microsoft Project. Metode PDM membuat penerapan penjadwalan lebih terstruktur dimana pada implementasi tersebut didapatkan total jam kerja pada pekerjaan struktur pondasi dan struktur utama proyek Pembangunan Gedung Balai Pengukuran Kompetensi Pegawai (PKP) Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) sebesar 111 hari kerja yang dapat dilihat pada Tabel 5.2 di atas. Jadwal pekerjaan tersebut lebih cepat dibanding penerapan dengan metode konvensional yaitu 112 hari kerja. (Doddy Heka Ardana dan Wayan Sudiarsana, 2023) menyatakan “Penjadwalan ulang dengan PDM menunjukkan durasi proyek lebih singkat dibandingkan jadwal rencana dan pelaksanaan proyek”. Oleh karena itu, berdasarkan analisis penjadwalan dengan menggunakan metode PDM dengan menggunakan konsep *building information modeling* (BIM) didapatkan perbedaan 1 hari kerja lebih cepat dengan penerapan metode PDM dalam BIM dari total pekerjaan 111 hari kerja yang dapat dibandingkan dengan konvensional. Perbedaan total jam kerja yang tidak signifikan antara menggunakan konsep BIM dengan konvensional disebabkan oleh beberapa faktor yaitu sebagai berikut.

1. Analisis hubungan keterkaitan pekerjaan menjadi tolak ukur dalam analisis penjadwalan dengan menggunakan metode PDM. Perbedaan yang tidak

terlalu signifikan dimana terdapat salah satunya pada konsep konvensional pekerjaan balok lantai 1, plat lantai 1, dan kolom lantai 1 selesai diwaktu yang bersamaan, sedangkan dalam penerapan BIM dengan Microsoft Project yang dilakukan pekerjaan kolom dapat dilaksanakan jika pekerjaan balok dan plat lantai sudah selesai dilakukan.

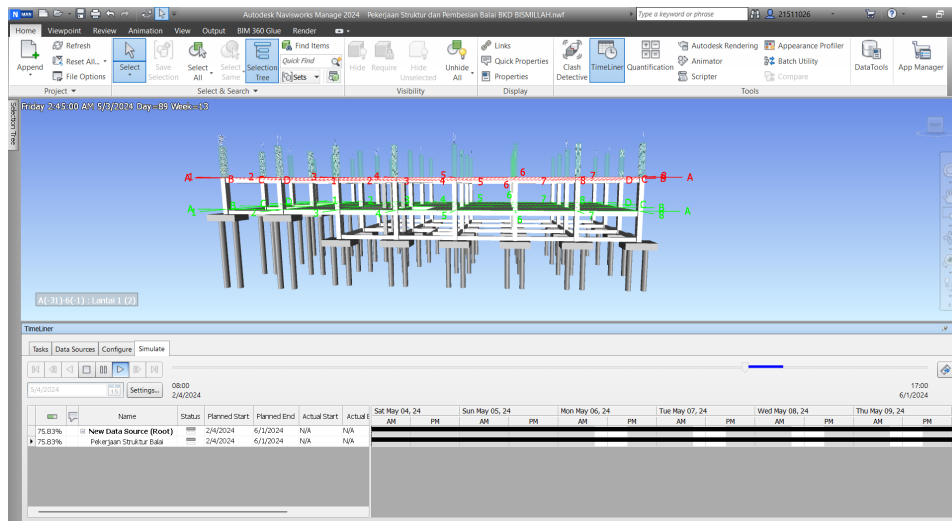
2. Metode konvensional kurang mempertimbangkan durasi pekerjaan berdasarkan volume pekerjaan yang dilakukan. Seperti salah satunya yaitu pada pekerjaan plat lantai 4, dimana pada penerapannya pekerjaan tersebut hanya membutuhkan waktu pekerjaan yang sedikit namun dalam metode konvensional menggunakan waktu yang sama dengan pekerjaan plat di lantai lainnya yang berbeda jauh dalam nilai volume pekerjaan.

Tabel 5. 4 Perbandingan Jadwal Pekerjaan Berdasarkan Volume

No	Metode	Jenis Pekerjaan	Volume	Hari
1	Konvensional	Pekerjaan Plat Lantai 4	-	14
2	BIM	Bekisting Plat Lantai 4	31,00 m ²	1
		Pembesian Plat Lantai 4	596,86 Kg	1
		Pengecoran Plat Lantai 4	3,73 m ³	1

5.5.2 Implementasi Autodesk Naviswork dalam *Scheduling Simulation*

Dari penerapan konsep Building Information Modeling (BIM) 4D pada proyek Pembangunan Gedung Balai Pengukuran Kompetensi Pegawai (PKP) Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) menghasilkan model 3D. Implementasi Autodesk Naviswork dalam visualisasi *scheduling simulation* model 3D dari pekerjaan struktur pondasi dan struktur utama membuat visual lebih jelas terkait dengan pembangunan di lapangan. Penerapan *scheduling simulation* dalam BIM 4D untuk memvisualisasikan pekerjaan setiap komponen lebih optimal secara visual dimana mempermudah dalam mengidentifikasi adanya pekerjaan yang tumpang tindih, peluang untuk mempercepat pekerjaan, dan dapat menyesuaikan jadwal yang tepat waktu.



Gambar 5. 19 Hasil Penerapan Visualisasi *Scheduling Simulation*

Penerapan BIM 4D untuk *scheduling simulation* pada Gambar 5.19 di atas dapat diakses melalui link di bawah ini.

Link:

https://bit.ly/ScheduleSimulation_ProjectTA

QR Code:



Gambar 5. 20 QR Code *Schedule Simulation*

5.5.3 Deteksi Benturan Pekerjaan dalam Penjadwalan

Penerapan konsep *Building Information Modeling* (BIM) 4D pada proyek Pembangunan Gedung Balai Pengukuran Kompetensi Pegawai (PKP) Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) dapat mendeteksi adanya benturan pekerjaan dalam konektivitas antara model 3D dengan penjadwalan. Benturan pekerjaan atau *clash*

detection biasanya terjadi jika komponen pekerjaan mengalami tumpang tindih dengan komponen pekerjaan lainnya. Oleh karena itu, penerapan *clash detection* dalam BIM 4D dapat mendeteksi adanya kesalahan yang muncul dan menentukan solusi lebih awal dari penyelesaian masalah.

Tabel 5. 5 Deteksi Benturan 1 dengan *Hard Tolerance* 0,001 m

No	Deteksi <i>clash detection</i> pada struktur dengan <i>overlapping</i> tulangan	Clash Detection
1	Pembesian dan Struktur Lantai Dasar	1.505
2	Pembesian dan Struktur Lantai 1	16.084
3	Pembesian dan Struktur Lantai 2	18.769
4	Pembesian dan Struktur Lantai 3	19.091
5	Pembesian dan Struktur Lantai 4	2.692
6	Struktur dan Struktur	0
7	Pembesian dan Pembesian	525
Total		58.666

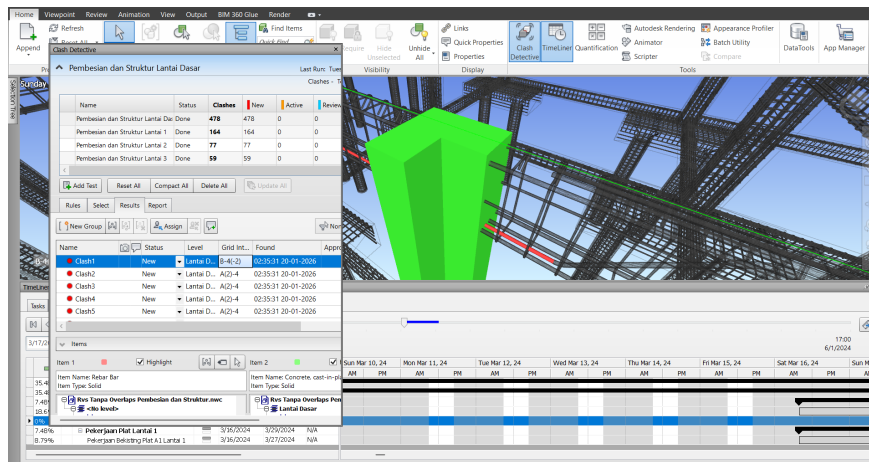
Berdasarkan percobaan *clash detection* dengan perbedaan *hard tolerance* yang digunakan didapat hasil seperti pada Tabel 5.5 di atas. *Clash detection* yang ditemukan dominan terjadi pada pekerjaan pembesian balok yang berbenturan pada pekerjaan kolom pada posisi *top base* karena pembesian dipanjangkan menembus pekerjaan kolom. Selain itu juga terjadi pada pembesian *bor pile* yang dipanjang menembus *pile cap*. Dari data yang diperoleh *overlaps* pembesian menjadi salah satu acuan terjadinya *clash detection*. Untuk mengecek atau validasi dari pernyataan di atas, dilakukan konektivitas BIM 4D menggunakan pemodelan 3D tanpa dilakukan *overlapping* tulangan pada beberapa pekerjaan seperti kolom, balok, dan plat lantai. Berdasarkan hal tersebut diperoleh hasil pada Tabel 5.5 di bawah ini.

Tabel 5. 6 Deteksi Benturan 2 dengan *Hard Tolerance* 0,001 m

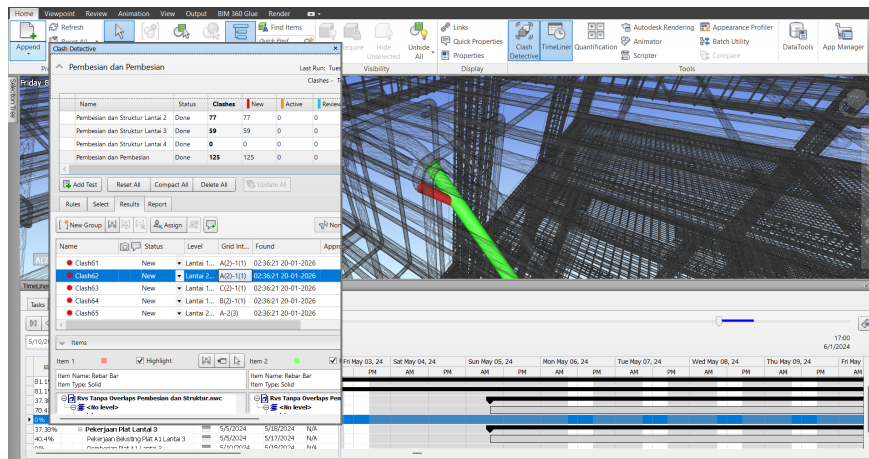
No	Deteksi <i>clash detection</i> pada struktur tanpa <i>overlapping</i> tulangan	Clash Detection
1	Pembesian dan Struktur Lantai Dasar	0
2	Pembesian dan Struktur Lantai 1	0
3	Pembesian dan Struktur Lantai 2	0
4	Pembesian dan Struktur Lantai 3	0
5	Pembesian dan Struktur Lantai 4	0
6	Struktur dan Struktur	0
7	Pembesian dan Pembesian	190
Total		190

Berdasarkan percobaan tersebut diketahui bahwa pengaruh dari *overlapping tulangan* pada pekerjaan kolom, balok, dan plat lantai berpengaruh pada *clash detection* Autodesk Naviswork. *Overlapping* tulangan atau pembesian dipanjangkan keluar dari *host* sehingga mempengaruhi dalam *clash detection*. Akan tetapi, (Darma Widjaja dkk., 2024) menyatakan “benturan jarak yang terdeteksi antara tulangan yang melekat pada konfigurasi tulangan yang *overlapping*, tidak memerlukan tindakan korektif”.

Clash detetction yang masih terbaca yaitu pada pembesian, dimana *clash* yang terbaca pada kait tulangan sengkang dengan tulangan pokok yang diteruskan dari tumpuan ke lapangan pada struktur balok. Dalam pelaksanaannya, *clash detection* seharusnya tidak terbaca untuk menghindari adanya pekerjaan yang tumpang tindih sehingga penelitian yang dilakukan belum menjadi penelitian yang sempurna. Akan tetapi, pada penelitian ini *clash detection* yang masih terbaca sudah dilakukan beberapa pengulangan gambar model 3D untuk mengurangi jumlah terjadinya *clash detection* hingga memperoleh hasil 190 *clash detection*. Berikut salah satu komponen pekerjaan yang mengalami benturan pekerjaan atau *clash detection* dalam pemodelan 3D.



Gambar 5. 21 Deteksi Benturan Pekerjaan Pembesian dengan Struktur



Gambar 5. 22 Deteksi Benturan Pekerjaan Pembesian dengan Pembesian

BAB VI

KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian terkait dengan implementasi *building information modeling* (BIM) 4D dalam proyek Pembangunan Gedung Balai Pengukuran Kompetensi Pegawai (PKP) Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) dapat disimpulkan bahwa konektivitas Autodesk Revit, Microsoft Project, dan Autodesk Naviswork dapat membantu dan mempermudah dalam visualisasi pelaksanaan proyek dengan menggunakan hasil konektivitas berupa *scheduling simulation*. Konektivitas BIM 4D tersebut juga dapat melakukan deteksi benturan pekerjaan, dimana *clash detection* membantu dalam menganalisis pekerjaan yang mengalami tumpang tindih. Hasil akhir dari konektivitas BIM 4D adalah analisis *time scheduling* dari penerapan BIM 4D dengan menggunakan pemodelan 3D dari Autodesk Revit mendapatkan volume komponen pekerjaan yang telah dilakukan *breakdown schedule* untuk menentukan durasi komponen pekerjaan dan metode *precedence diagram method* (PDM) dalam menentukan keterkaitan setiap komponen pekerjaan diperoleh durasi 111 hari kerja dimana lebih cepat 1 hari dibandingkan dengan data penjadwalan eksisting yaitu 112 hari kerja.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terdapat beberapa saran sebagai berikut.

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan pengembangan dalam analisis *resource levelling* untuk mengoptimalkan jumlah tenaga kerja.
2. Penelitian dapat dikembangkan menjadi lebih kompleks dan detail terutama pada pekerjaan arsitektural ataupun MEP.
3. Penelitian yang dilakukan dapat dikembangkan menjadi ke dalam 5D untuk analisis biaya, 6D pekerjaan berkelanjutan, dan 7D manajemen lingkungan.

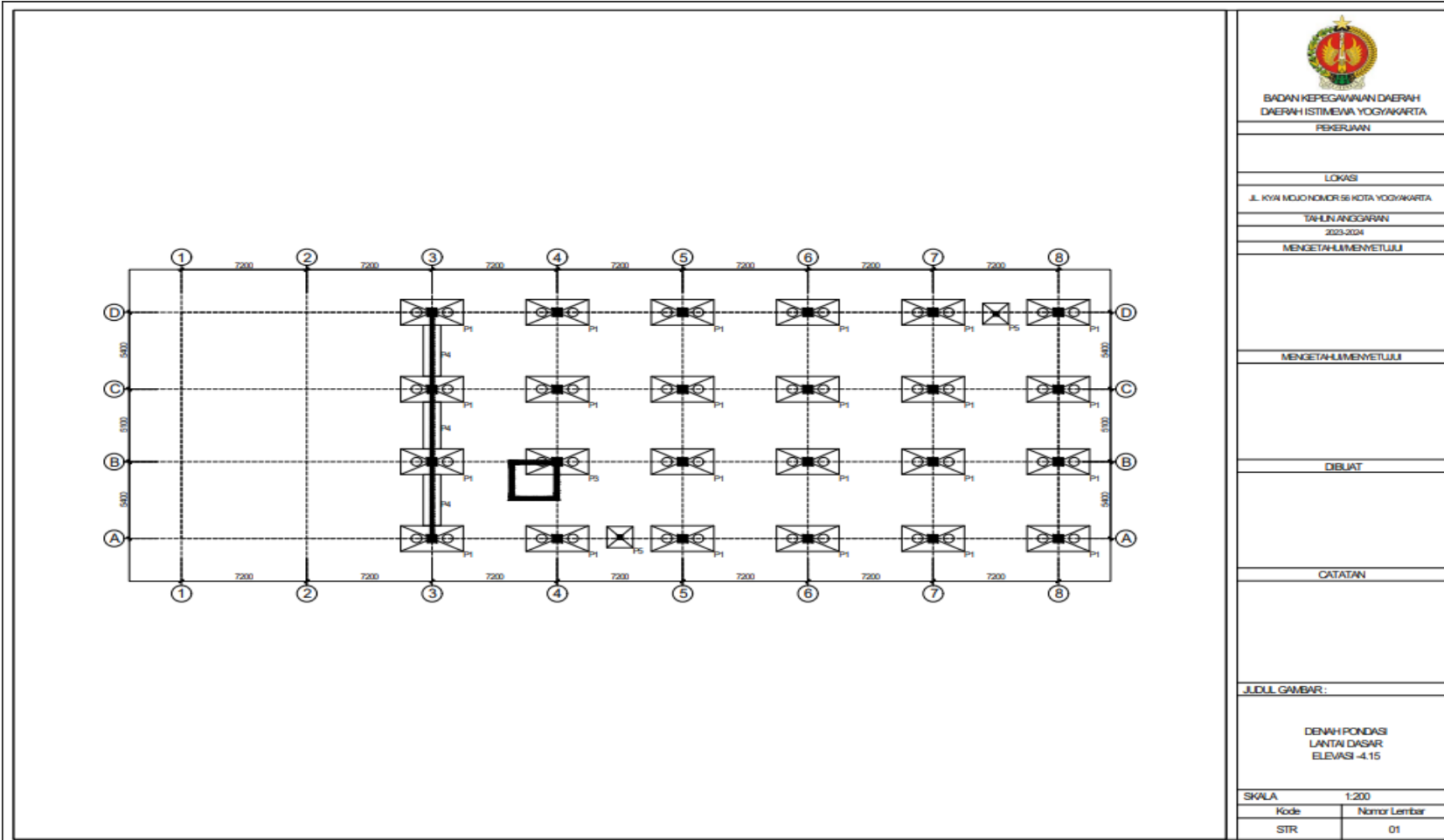
DAFTAR PUSTAKA


- Adji, F. F., & Fransisco, T. (2025). *Pengaruh BIM dalam Percepatan Proyek Konstruksi*.
- Adminwarta. (2025, April 17). *IPM Kota Yogya Tertinggi Nasional Tantangan Ke depan Lebih Luas*.
<https://warta.jogjakota.go.id/detail/index/39282#:~:text=Pihaknya%20menyampaikan%20capaian%20kinerja%20tahun,pada%20angka%2088%2C61%20persen>.
- Alfiah Dzakiroh, A., Ma, A., Siregar, ruf, & Riakara Husni, H. (2023). *Perencanaan 4D Scheduling Simulation Dengan Menggunakan Building Information Modeling (BIM) Pada Gedung 6 (Enam) Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri Universitas Lampung* (Vol. 11, Number 1).
- Asnuddin, S., Tjakra, J., & Sibi, M. (2018). Penerapan Manajemen Konstruksi pada Tahap Controlling Proyek (Studi Kasus: Bangunan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado). *Jurnal Sipil Statik*, 6(11), 895–906.
- Chubbillah, M. I., Apriliani, R. A., & Abiarto, W. (2024). *Implementasi Building Information Modeling (BIM) Dalam Estimasi Quantity Take Off (Studi Kasus : Pekerjaan Galian Bendungan Utama pada Proyek Pembangunan Bendungan MBAY)*. <https://doi.org/10.25139/concrete>
- Darma Widjaja, D., Sari, T., Rachmawati, N., & Kim, S. (2024). *A BIM-BASED INTELLIGENT APPROACH TO REBAR LAYOUT OPTIMIZATION FOR REINFORCED CONCRETE COLUMNS* Author Contributions Disclosure Statement *A BIM-based Intelligent Approach to Rebar Layout Optimization for Reinforced Concrete Columns*. <https://ssrn.com/abstract=4907255>
- Doddy Heka Ardana, P., & Wayan Sudiarsana, I. (2023). Analisis Penjadwalan Ulang Menggunakan Metode Precedence Diagram Method Pada Proyek Pembangunan Ruang Kelas Baru di Madrasah Tsanawiyah Negeri (MTsN) Karangasem. *MITSU" Media Informasi Teknik Sipil UNIJA*, 11(2).
- Hardin, B., & McCool, D. (2015). *BIM and Construction Management*. Wiley.

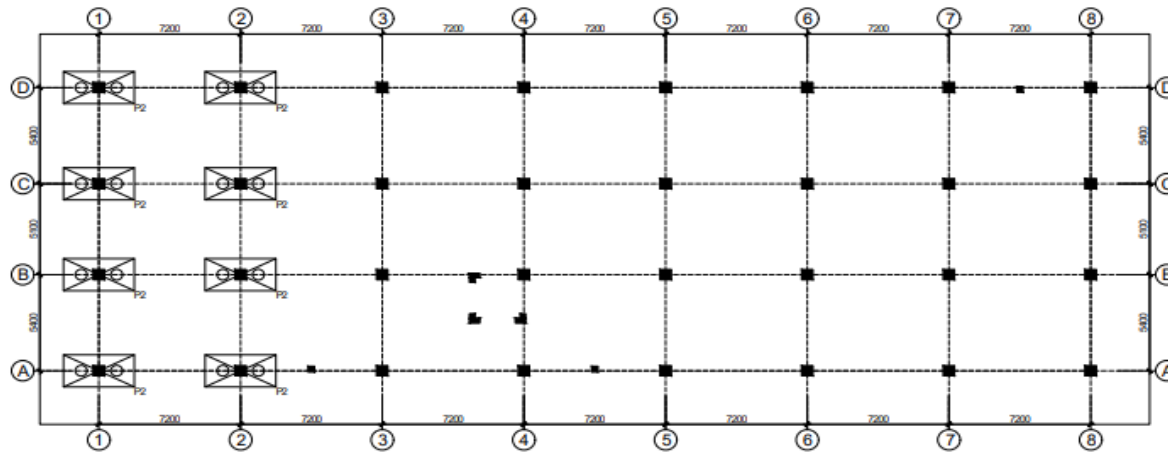
- KEMENPUPR. (2018). *Modul 5 Pemodelan 7D Simulasi dan LOD*.
- Kusuma Tama, A., Anggraini, L., & Tutuko, B. (2020). *Analisis Kinerja Manajemen Konstruksi pada Proyek Gedung Digitasi Universitas Negeri Semarang*.
- Luth, F., & Abma, V. (2024). *Perencanaan penjadwalan pekerjaan struktur ground sill berbasis BIM 4D dengan kolaboratif model*.
<https://www.researchgate.net/publication/379511224>
- Maulana, R., Maulina, F., & Fadhly, N. (2023). Building Information Modeling (BIM) 4D pada Proyek Pembangunan Gedung Pusat Pelayanan Syariat Islam dan Keistimewaan Aceh. *Journal of The Civil Engineering Student*, 5(3), 260–266.
- Nugraha, A. (2024). *Implementasi Konsep Building Information Modeling (BIM) 4D Dalam Tahap Perencanaan Penjadwalan Proyek Pembangunan Jembatan*.
- Nursulis, ah, & Muspawi, M. (2024). *Analisis Fungsi dan Pentingnya Landasan Teori Dalam Penulisan Karya Ilmiah* (Vol. 5, Number 3).
- Pelasula, O., Tjokro, C. I., Nanulaita, D. T., & Tousalwa, C. C. (2024). *Pengaruh Fasilitas Kerja Terhadap Kinerja Pegawai pada Kantor Kabupaten Maluku Utara*.
- Project Management Institute. (2021). *The standard for project management and a guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) seventh edition* (7th ed.). Project Management Institute.
- Purnama, G., Wirahman, L., & Ngudiyono. (2025). *IMPLEMENTASI TEKNOLOGI BIM 5D PADA STRUKTUR BETON BERTULANG GEDUNG KANTOR BUPATI LOMBOK UTARA*.
- Rachmawati, S., & Abma, V. (2022). *Implementasi Konsep BIM 4D Dalam Perencanaan Time Schedule Dengan Analisis Resources Levelling*.
<https://www.researchgate.net/publication/365024394>
- Sarju, Asmarayani, D. V., & Kresnanto, N. C. (2022). *Penilaian Efektivitas Implementasi Building Information Modeling (BIM) Pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung* (Vol. 16, Number 4).
- Setiawan, Y. B., & Ketut Sucita, I. (2023). Penerapan Building Information Modeling (BIM) Menggunakan Tekla Structures Dalam Scheduling Basement Tower 2 Proyek X. In *Agustus*.
- Yusuf, M., Haryoto, C., Husainah, N., & Nuraeni. (2023). *Teori Manajemen*. Yayasan Pendidikan Cendikia Muslim.

LAMPIRAN

Lampiran 1 *Detail Engineering Design (DED)*



 BADAN KEPEGAWAIAN DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA PEKERJAWAN	
LOKASI	
JL. KYA MUJO NOMOR 56 KOTA YOGYAKARTA	
TAHLIN ANGGARAN	
2023-2024	
MENGETAHUMI MENYETUJUI	
MENGETAHUMI MENYETUJUI	
DIBUAT	
CATATAN	
JUDUL GAMBAR:	
DENAH PONDASI LANTAI DASAR ELEVASI -4.15	
SKALA 1:200	
Kode	Norma Lembar
STR	01



BADAN KEPEGAWAIAN DAERAH
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

PEKERJAAN

LOKASI

JL. KYAI MUJI NIMOR 56 KOTA YOGYAKARTA

TAHUN ANGGARAN

2023-2024

MENGETAHUMENYETUJUI

MENGETAHUMENYETUJUI

DEBUAT

CATATAN

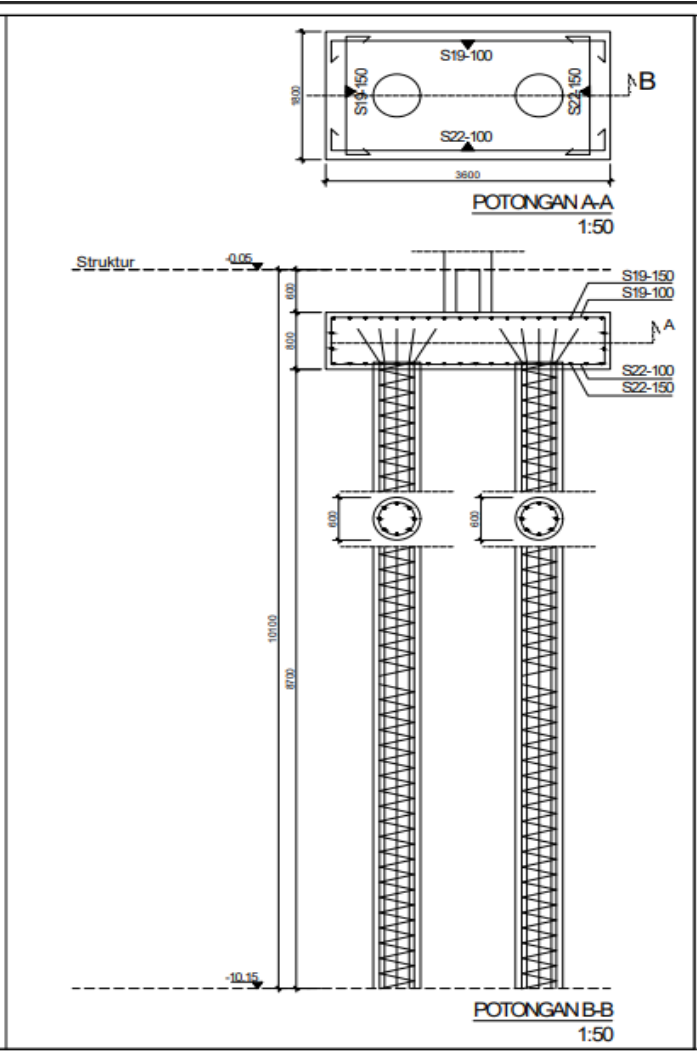
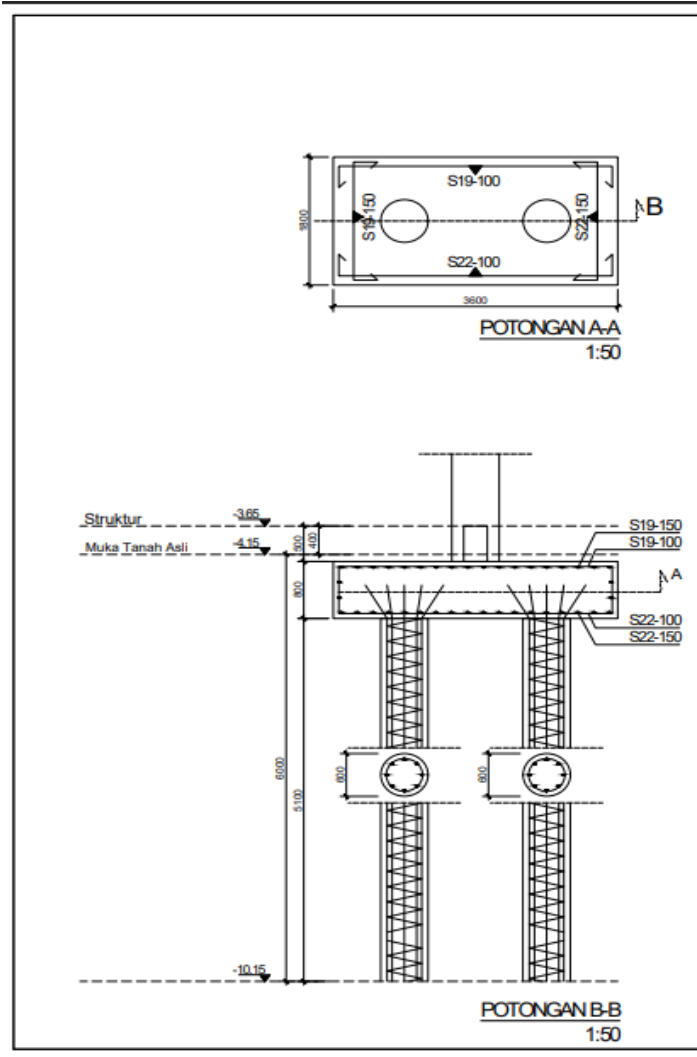
JUDUL GAMBAR :


DENAH PONDASI
LANTAI 1
ELEVASI -0.55

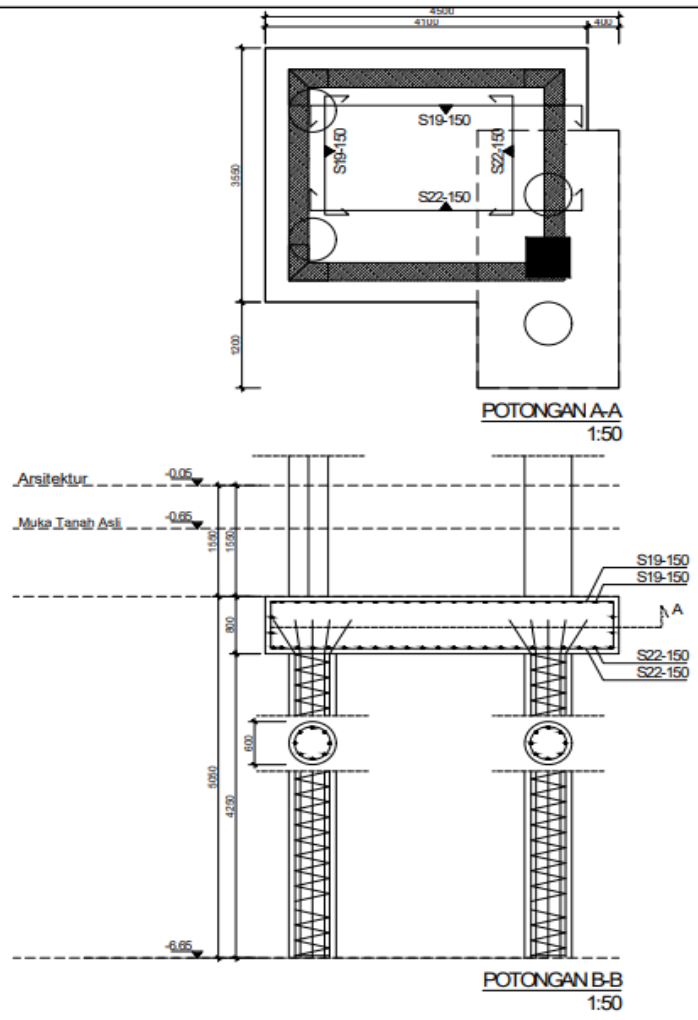
SKALA 1:200

Kode Nomor Lembar

STR 02



 BADAN KEPEGAWAIAN DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA PEKERJAAN	
LOKASI	
Jl. KWA MUJO NOMOR 56 KOTA YOGYAKARTA	
TAHUN ANGGARAN	
2023-2024	
MENGETAHUMENYETUJUI	
MENGETAHUMENYETUJUI	
DIBUAT	
CATATAN	
JUDUL GAMBAR :	
DETAIL PONDASI P1 DAN P2	
SKALA	1:50
Kode	Nomor Lembar
STR	03



BADAN KEPEGAWAIAN DAERAH
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

PEKERJAAN

LOKASI

JL. KYA MUJO NIMOR 56 KOTA YOGYAKARTA

TAHUN ANGGARAN

2023-2024

MENGETAHUMENYETUJUI

MENGETAHUMENYETUJUI

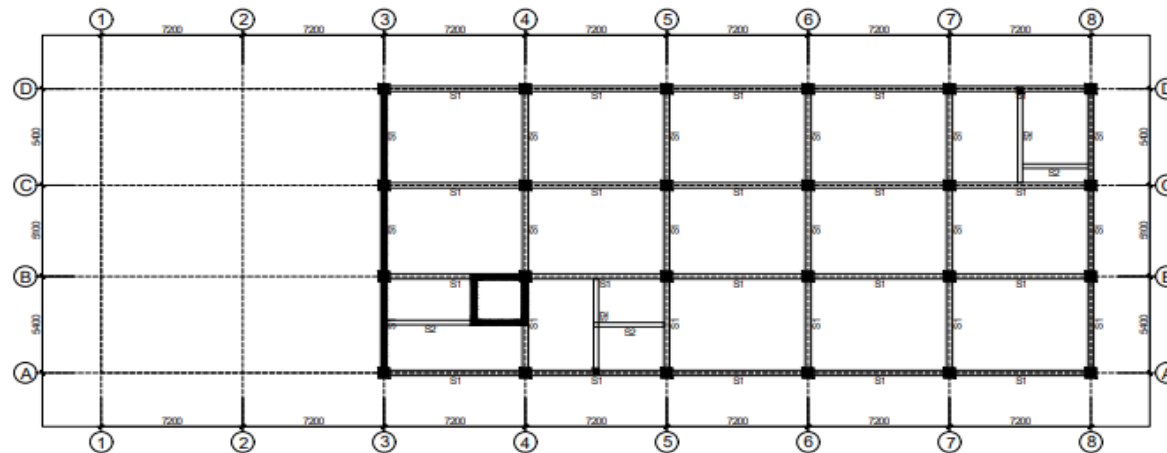
DIBUAT

CATATAN

JUDUL GAMBAR:

DETAIL PONDASI
P3

SKALA	1:50
Kode	Nomor Lembar
STR	04



BADAN KEPEGAWAIAN DAERAH
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

PEKERJAAN

LOKASI

JL. KYAI INDIJO NOMOR 58 KOTA YOGYAKARTA

TAHUN ANGGARAN

2023-2024

MENGETAHUMENYETUJUI

MENGETAHUMENYETUJUI

DIBUAT

CATATAN

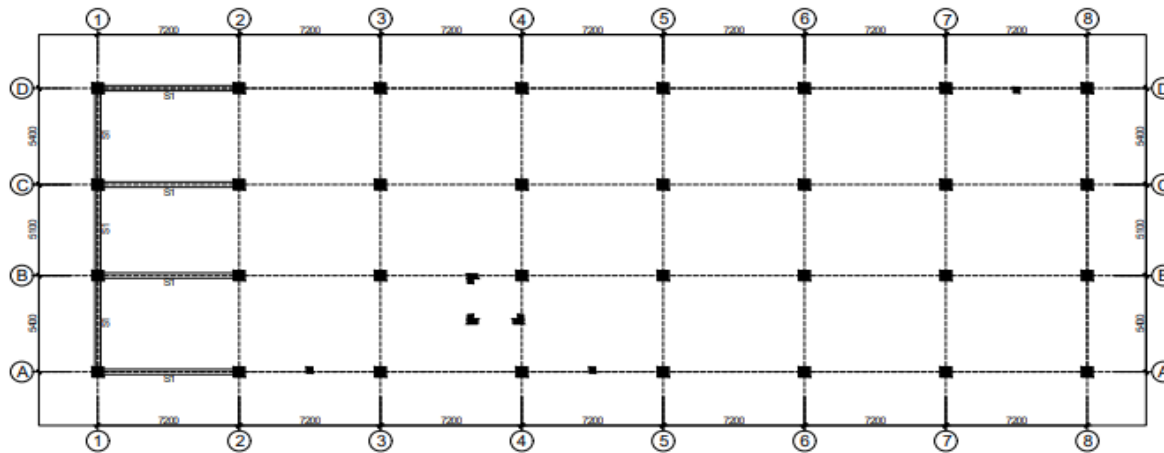
JUDUL GAMBAR :

DENAH SLOOF
LANTAI DASAR
ELEVASI -3.05

SKALA 1:200

Kode	Nomor Lembar
------	--------------

STR	06
-----	----



BADAN KEPEGAWAIAN DAERAH
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

PEKERJAAN

LOKASI

JL. KYAI MOJIB NOMOR 56 KOTA YOGYAKARTA

TAHUN ANGGARAN

2023-2024

MENGETAHUMENYETUJUI

MENGETAHUMENYETUJUI

DIBUAT

CATATAN

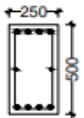
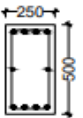
JUDUL GAMBAR:

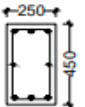
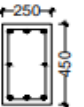
DENAH SLOOF
LANTAI 1
ELEVASI -0.20

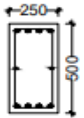
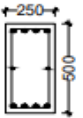
SKALA 1:200

Kode	Nomor Lembar
------	--------------

STR	07
-----	----

	SLOOF S1	
	TUMPUAN	LAPANGAN
		
TULANGAN ATAS	4S19	4S19
TULANGAN BAWAH	4S19	4S19
SUSUT	S10-2BUAH	S10-2BUAH
BEGEL	S10-100	S10-150
DIMENSI	250 x 500	

	SLOOF S2	
	TUMPUAN	LAPANGAN
		
TULANGAN ATAS	3S19	3S19
TULANGAN BAWAH	3S19	3S19
SUSUT	S10-2BUAH	S10-2BUAH
BEGEL	S10-100	S10-150
DIMENSI	250 x 450	

	SLOOF S3	
	TUMPUAN	LAPANGAN
		
TULANGAN ATAS	4S19	4S19
TULANGAN BAWAH	4S19	4S19
SUSUT	S10-2BUAH	S10-2BUAH
BEGEL	S10-100	S10-150
DIMENSI	250 x 500	



BADAN KEPEGAWAIAN DAERAH
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

PEKERJAAN

LOKASI

JL. KYAI MOJUD NIMOR 56 KOTA YOGYAKARTA

TAHUN ANGGARAN

2023-2024

MENGETAHUMI MENETUJUI

MENGETAHUMI MENETUJUI

DIBUAT

CATATAN

JUDUL GAMBAR :

DETAIL SLOOF

SKALA

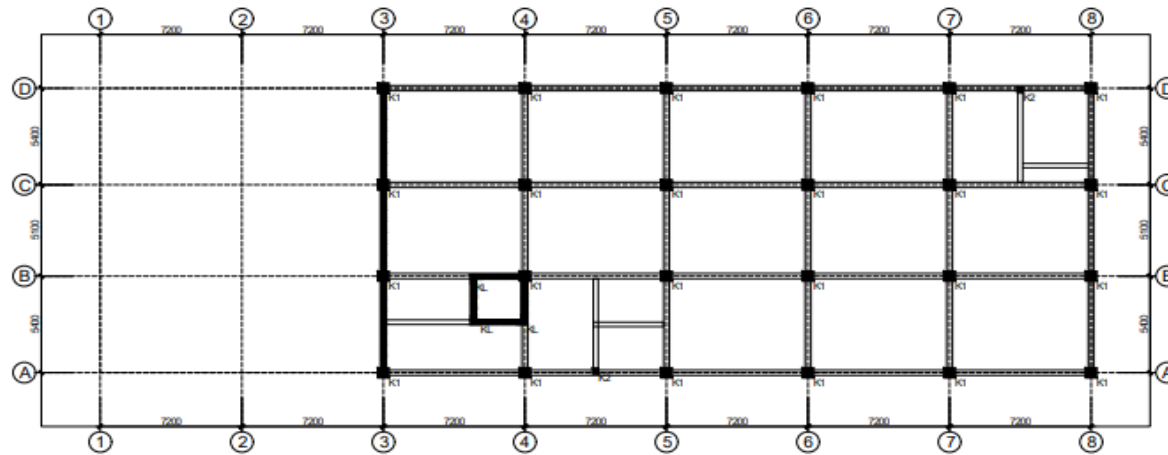
1 : 20

Kode

Nomor Lembar

STR

08



BADAN KEPEGAWAIAN DAERAH
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

PEKERJAAN

LOKASI

JL. KHAN MUJID NOMOR 56 KOTA YOGYAKARTA

TAHUN ANGGARAN
2023-2024

MENGETAHUMENYETUJUI

MENGETAHUMENYETUJUI

DIBUAT

CATATAN

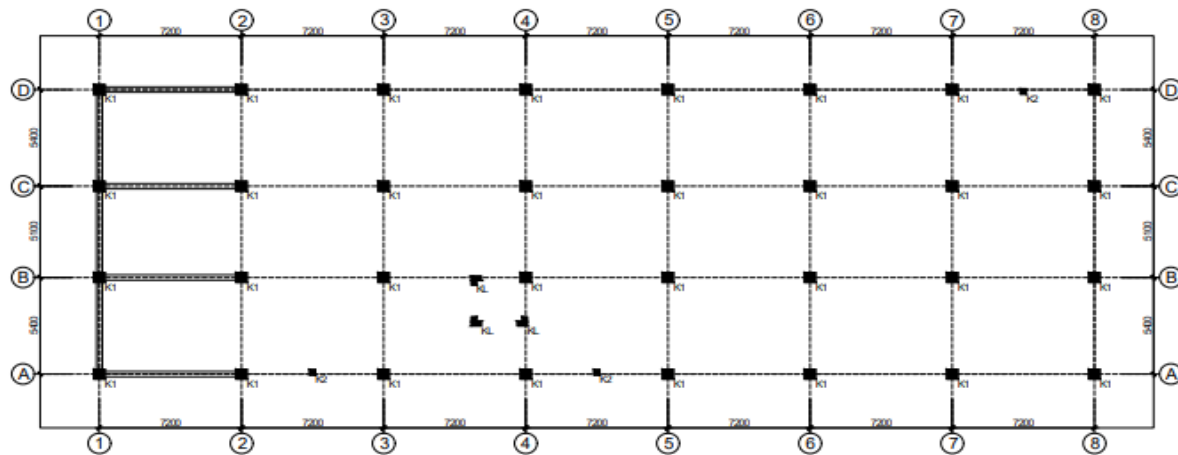
JUDUL GAMBAR:

DENAH KOLOM
LANTAI DASAR
ELEVASI -3.05

SKALA 1:200

Kode	Nomor Lembar
------	--------------

STR	09
-----	----



BADAN KEPEGAWAIAN DAERAH
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
PEKERJAAN

LOKASI

JL. KYAI MOJONOMOR 56 KOTA YOGYAKARTA

TAHLUN ANGGARAN

2025-2024

MENCETAHUIMENYETUJUI

MENCETAHUIMENYETUJUI

DESIJAT

CATATAN

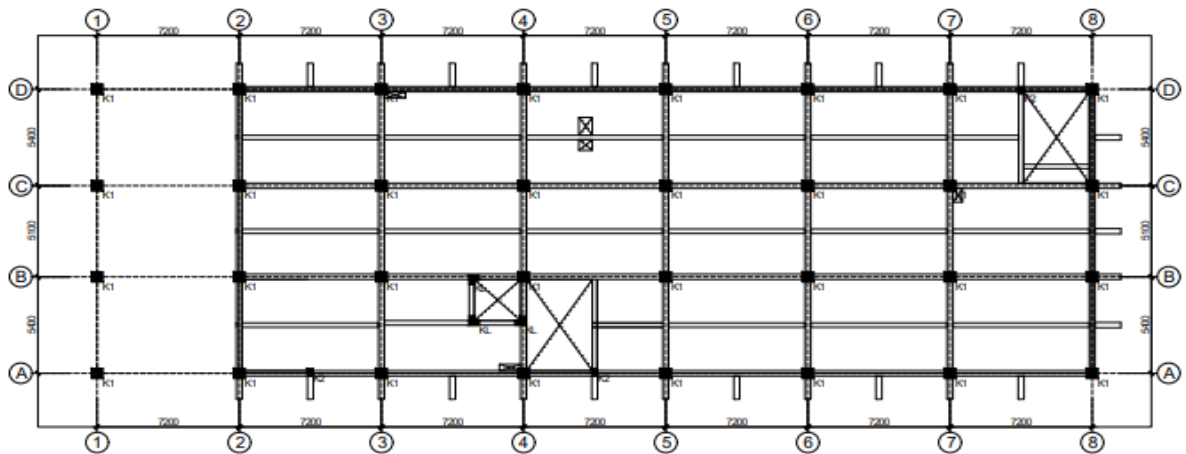
JUDUL GAMBAR:

DENAH KOLOM
LANTAI 1
ELEVASI -0.20

SKALA 1:200

Kode	Nomor Lembar
------	--------------

STR	10
-----	----



BIDAN KEPEGAWAIAN DAERAH
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
PEKERJAAN

LOKASI
JL. KYAI MOJONOMOR 58 KOTA YOGYAKARTA

TAHUN ANGGARAN
2025-2026

MENGETAHUMI MENYETUJUI

MENGETAHUMI MENYETUJUI

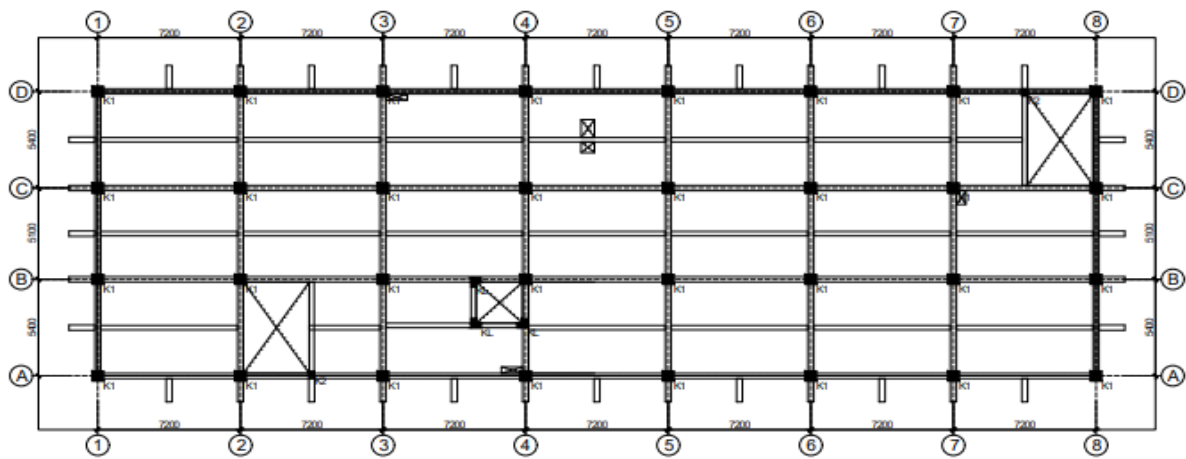
DIBUAT

CATATAN

JUDUL GAMBAR :

DENAH KOLOM
LANTAI 1
ELEVASI -0.05

SKALA	1:200
Kode	Nomor Lembar
STR	11



BADAN KEPEGAWAIAN DAERAH
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
PEKERJAAN

LOKASI

JL. KWI MUJO NOMOR 51 KOTA YOGYAKARTA

TAHUN ANGGARAN

2023-2024

MENGETAHUMENYETUJUI

MENGETAHUMENYETUJUI

DIBUAT

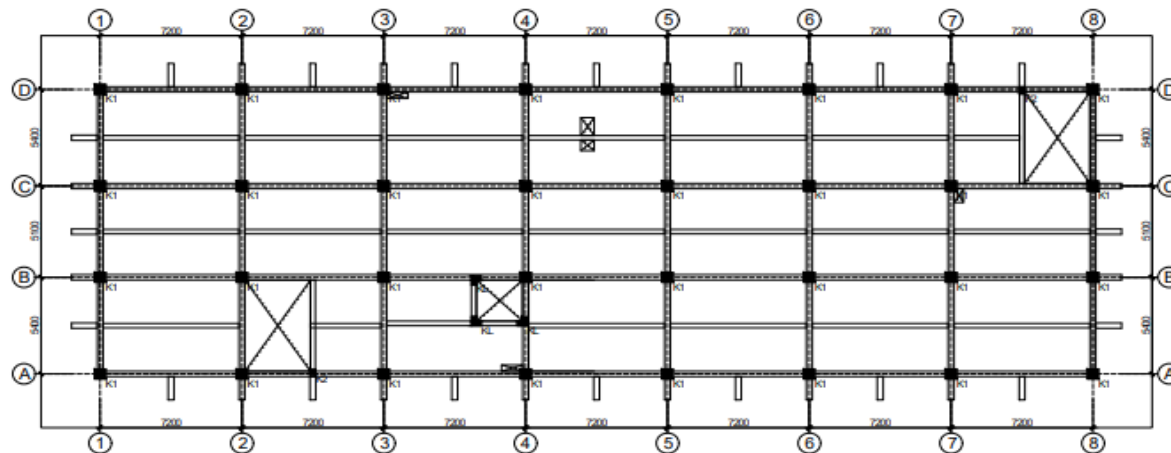
CATATAN

JUDUL GAMBAR:

DENAH KOLOM
LANTAI 2
ELEVASI +3.85

SKALA 1:200

Kode	Nomor Lembar
STR	12



BADAN KEPEGAWAIAN DAERAH
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

PEKERJAAN

LOKASI

JL. KYAI MOJIB NOMOR 56 KOTA YOGYAKARTA

TAHUN ANGGARAN

2023-2024

MENGETAHUMENYETUJUI

MENGETAHUMENYETUJUI

DIBUAT

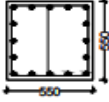
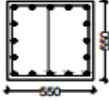
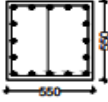
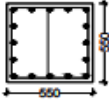
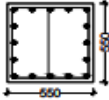
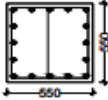
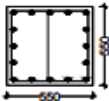
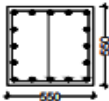
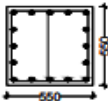

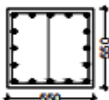

CATATAN

JUDUL GAMBAR:

DENAH KLOM
LANTAI 3
ELEVASI +7.75

SKALA 1:200

Kode	Nomor Lembar
STR	13

	KOLOM K1		
	TUMPUAN	LAPANGAN	JOINT
LANTAI DASAR			
TULANGAN POKOK	16S25	16S25	16S25
SENGKANG	1.5S10-100	1.5S10-150	1.5S10-4 BUAH
DIMENSI	550 x 550		
LANTAI 1			
TULANGAN POKOK	16S25	16S25	16S25
SENGKANG	1.5S10-100	1.5S10-150	1.5S10-4 BUAH
DIMENSI	550 x 550		
LANTAI 2			
TULANGAN POKOK	16S25	16S25	16S25
SENGKANG	1.5S10-100	1.5S10-150	1.5S10-4 BUAH
DIMENSI	550 x 550		
LANTAI 3			
TULANGAN POKOK	16S25	16S25	16S25
SENGKANG	1.5S10-100	1.5S10-150	1.5S10-4 BUAH
DIMENSI	550 x 550		



BADAN KEPEGAWAIAN DAERAH
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
PEKERJAAN

LOKASI

JL. KYAI MOJO NOMOR 98 KOTA YOGYAKARTA

TAHUN ANGGARAN
2023-2024

MENGETAHUMENYETUJUI

MENGETAHUMENYETUJUI

DIBUAT

CATATAN













JUDUL GAMBAR:

DETAIL KOLOM

SKALA 1:25

Kode Nomor Lembar

STR #

	KOLOM K2		
	TUMPUAN	LAPANGAN	JOINT
LANTAI DASAR			
TULANGAN POKOK	8S16	8S16	8S16
SENGKANG	S10-100	S10-150	S10-3 BUAH
DIMENSI	300 x 300		
LANTAI 1			
TULANGAN POKOK	8S16	8S16	8S16
SENGKANG	S10-100	S10-150	S10-3 BUAH
DIMENSI	300 x 300		
LANTAI 2			
TULANGAN POKOK	8S16	8S16	8S16
SENGKANG	S10-100	S10-150	S10-3 BUAH
DIMENSI	300 x 300		
LANTAI 3			
TULANGAN POKOK	8S16	8S16	8S16
SENGKANG	S10-100	S10-150	S10-3 BUAH
DIMENSI	300 x 300		



BADAN KEPEGAWAIAN DAERAH
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

PEKERJAAN

LOKASI

JL. KWI MUJONIMORSEKOTA YOGYAKARTA

TAHUN ANGGARAN
2025-2026

MENGETAHUMENYETUJUI

MENGETAHUMENYETUJUI

DIBUAT

CATATAN

JUDUL GAMBAR:

DETAIL KOLDM

SKALA

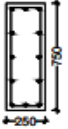


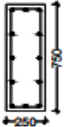
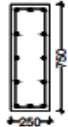

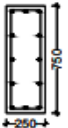


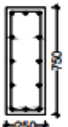


1:25

Kode

Nomor Lembar

STR

5

	KOLOM KL		
	TUMPUAN	LAPANGAN	JOINT
LANTAI DASAR			
TULANGAN POKOK	12S16	12S16	12S16
SENGKANG	S10-100	S10-150	S10-3 BUAH
DIMENSI	250 x 750		
LANTAI 1			
TULANGAN POKOK	12S16	12S16	12S16
SENGKANG	S10-100	S10-150	S10-3 BUAH
DIMENSI	250 x 750		
LANTAI 2			
TULANGAN POKOK	12S16	12S16	12S16
SENGKANG	S10-100	S10-150	S10-3 BUAH
DIMENSI	250 x 750		
LANTAI 3			
TULANGAN POKOK	12S16	12S16	12S16
SENGKANG	S10-100	S10-150	S10-3 BUAH
DIMENSI	250 x 750		



BADAN KEPEGAWAIAN DAERAH
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
PEKERJAAN

LOKASI

JL. KWI MUJO NOMOR 56 KOTA YOGYAKARTA

TAHUN ANGGARAN

2023-2024

MENGETAHUMENYETUJUI

MENGETAHUMENYETUJUI

DIBUAT

CATATAN

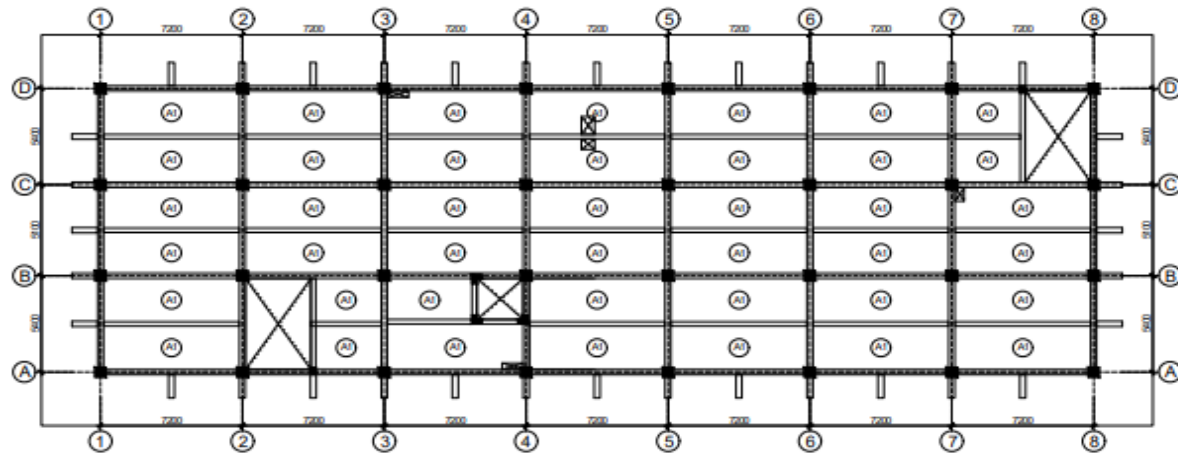
JUDUL GAMBAR:

DETAIL KOLOM

SKALA 1:25

Kode Nomor Lembar

STR 8



BADAN KEPEGAWAIAN DAERAH
DAERAH Istimewa YOGYAKARTA

PEKERJAAN

LOKASI

Jl. KWA MLDI Nomor 50 Kota Yogyakarta

TAHUN ANGGARAN

2023-2024

MENGETAHUMENYETUJUI

MENGETAHUMENYETUJUI

DESIKAT

CATATAN

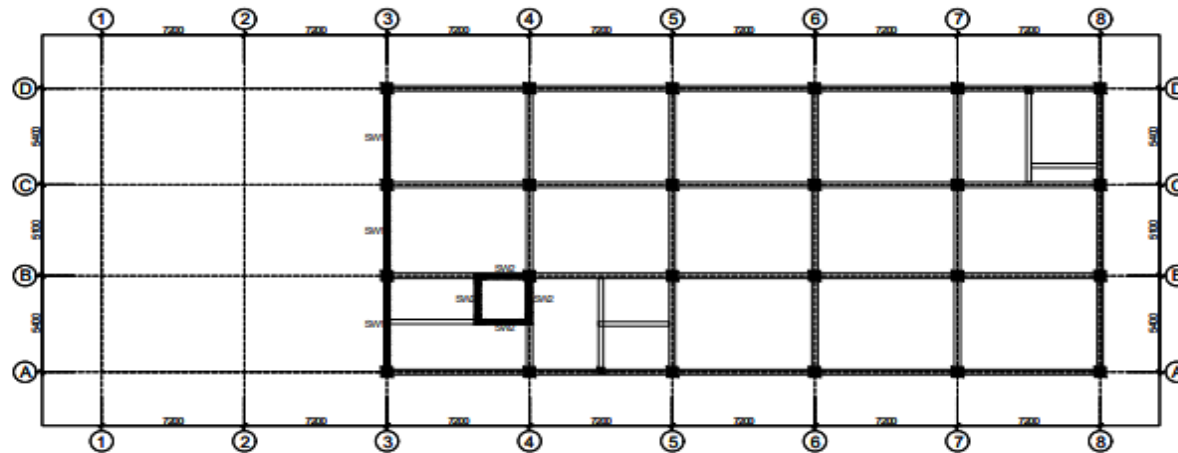
JUDUL GAMBAR:

DENAH PELAT
LANTAI 3
ELEVASI +7.75

SKALA 1:200

Kode	Nomor Lembar
------	--------------

STR	25
-----	----



BADAN KEPEGAWAIAN DAERAH
DAERAH Istimewa YOGYAKARTA
PEKERJAAN

LOKASI

JL. KWI MOJUD NOMOR 50 KOTA YOGYAKARTA

TAHUN ANGGARAN
2023-2024

MENGETAHUMENYETUJUI

MENGETAHUMENYETUJUI

DIBUAT

CATATAN

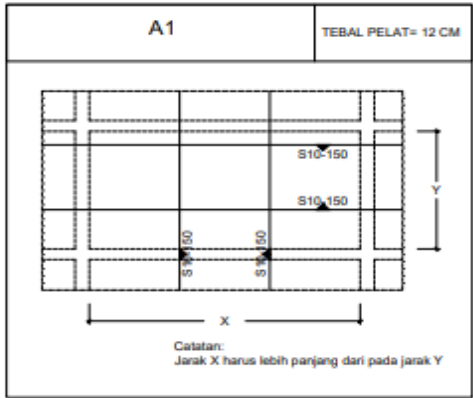
JUDUL GAMBAR:

DENAH DINDING BETON
LANTAI DASAR
ELEVASI -4.30

SKALA 1:200

Kode	Nomor Lembar
STR	28

STR 28



BADAN KEPEGAWAIAN DAERAH
DAERAH Istimewa YOGYAKARTA

PEKERJAAN

LOKASI

JL. KWI MULO NOMOR 50 KOTA YOGYAKARTA

TAHUN ANGGARAN

2023-2024

MENGETAHUMENYETUJUI

MENGETAHUMENYETUJUI

DIBUAT

CATATAN

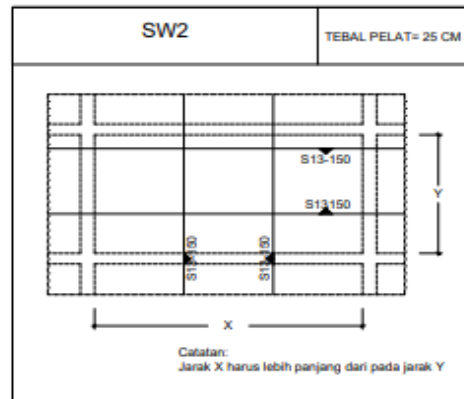
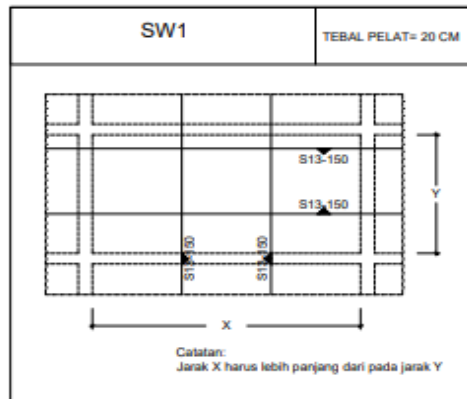
JUDUL GAMBAR:


DETAIL PELAT
A1

SKALA 1:50

Kode	Nomor Lembar
------	--------------

STR	27
-----	----

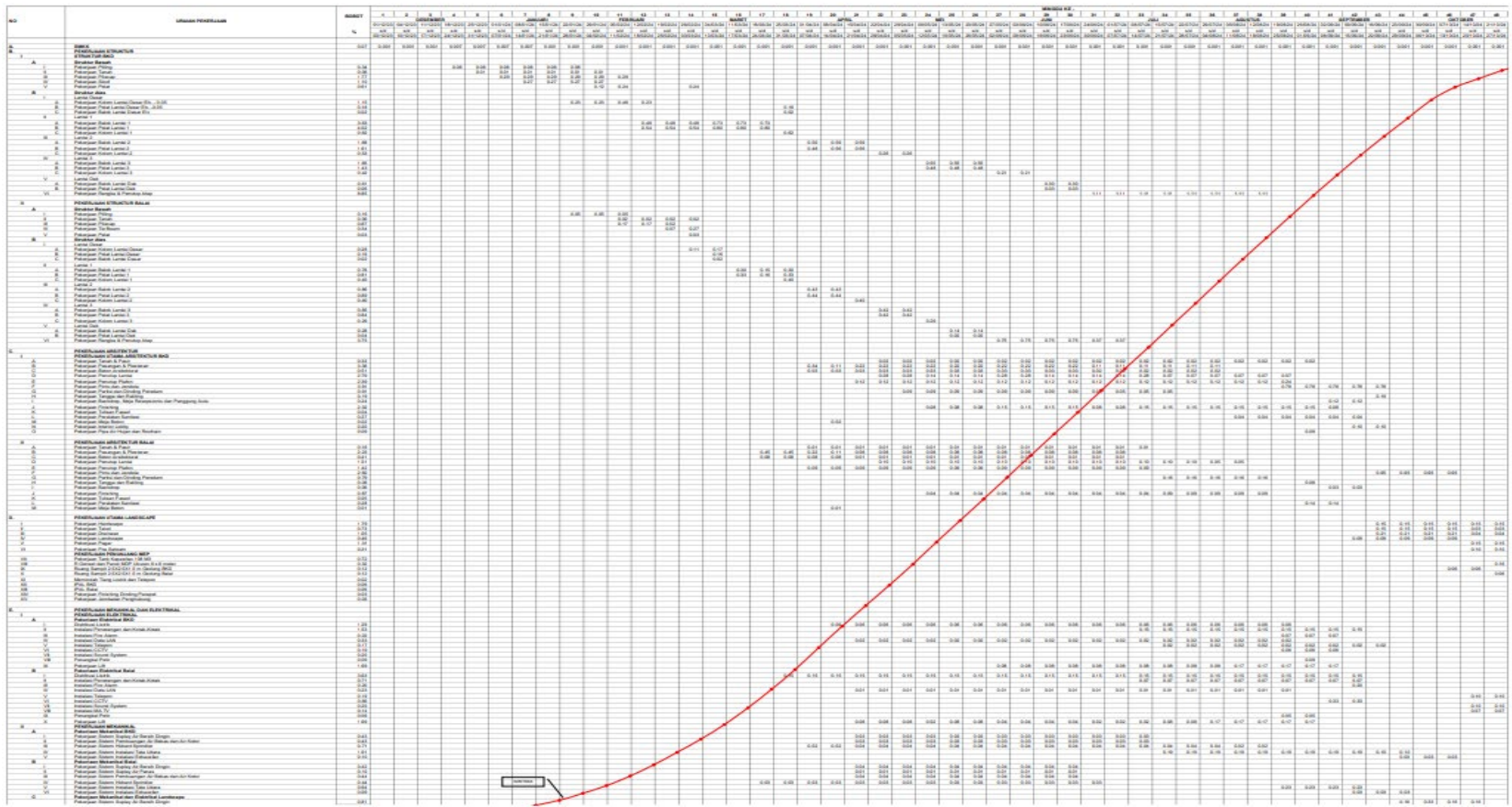


 BADAN KEPEGAWAIAN DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA	
PEKERUAAN	
LOKASI	
JL. KWA NGLO NOMOR 55 KOTA YOGYAKARTA	
TAHUN ANGGARAN 2023-2024	
MENGETAHUMENYUJUI	
MENGETAHUMENYUJUI	
DIBUAT	
CATATAN	
JUDUL GAMBAR:	
DETAIL DINDING BETON	
SKALA	1:50
Kode	Nomor Lembar
STR	29

Lampiran 2 Time Schedule dan Kurva S Perencanaan

JADWAL PELAKSANAAN PEKERJAAN (KONTRAK)

PROJEK: ...
 Lokasi: ...
 Tanggal: ...



Lampiran 3 Clash Report

Clash Report

Report Batch

Pembesian dan Pembesian Clash

Tolerance	0.001m
Total	190
New	190
Active	0
Reviewed	0
Approved	0
Resolved	0
Type	Hard
Status	OK



Name	Clash1
Distance	-0.002m
Description	Hard
Status	New
Clash Point	17.583m, -5.863m, 7.689m
Grid Location	B-5 : Lantai 2
Date Created	2026/1/25 22:14

Item 1

Element ID	716643
Layer	<No level>
Item Name	Rebar Bar
Item Type	Solid

Item 2

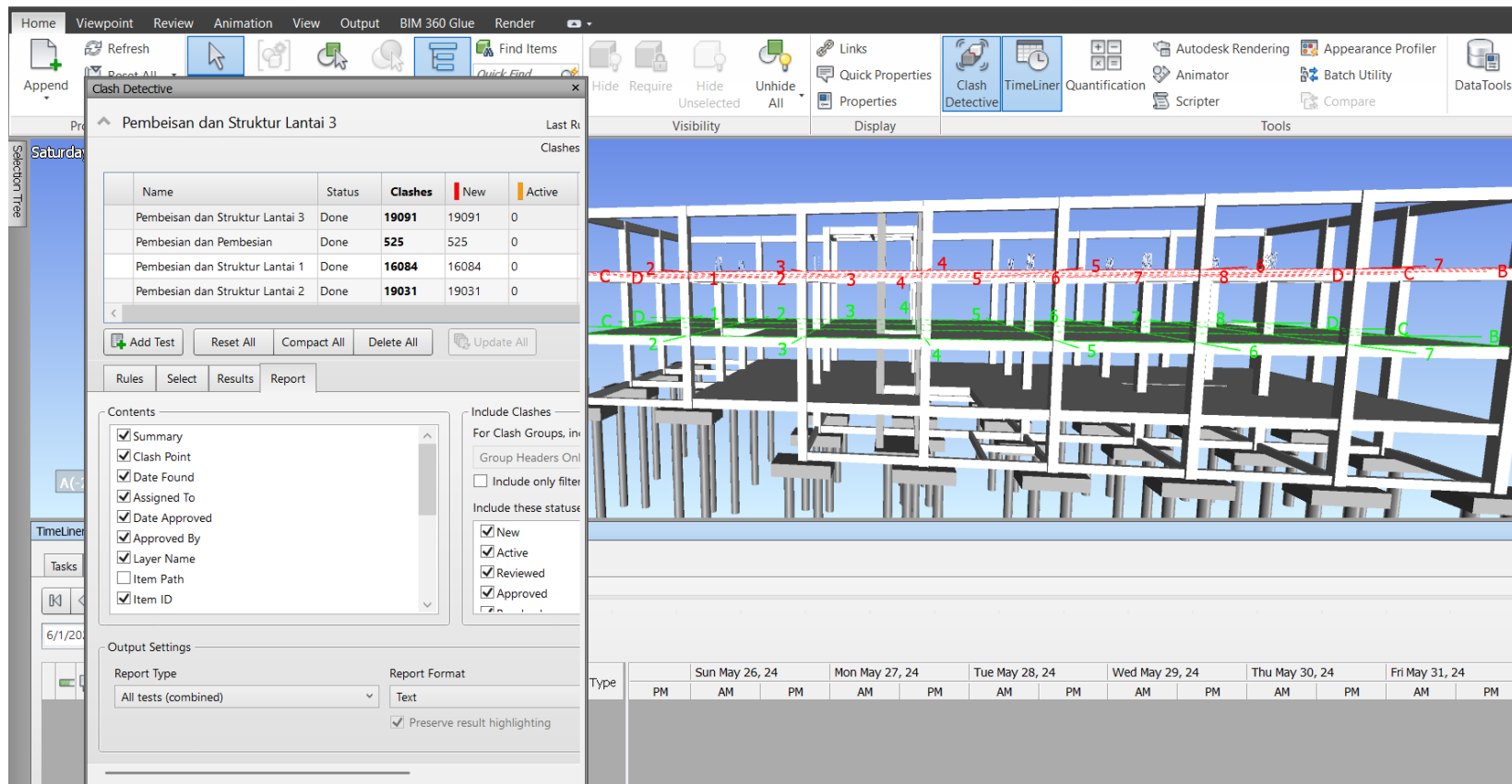
Element ID	716635
Layer	<No level>
Item Name	Rebar Bar
Item Type	Solid

Task Link

Start	2024/5/10 08:0
End	2024/6/1 17:0
Task Name	Pembesian Balok B3 Lantai 3
Task Link	New Data Source
Task UID	91

Name	Clash?
------	--------

1. Hard Clash dengan Pembesian yang di Overlapping



2. Hard Clash dengan Pembesian yang tidak di *Overlapping*

The screenshot displays the Autodesk Revit interface with the Clash Detective tool active. The main window shows a 3D model of a building's structural frame with red and green lines indicating clash locations. The Clash Detective window is open, showing a table of clash results and various settings.

Name	Status	Clashes	New	Active
Pembesian dan Pembesian	Done	190	190	0
Pembesian dan Struktur Lantai 1	Done	0	0	0
Pembesian dan Struktur Lantai 2	Done	0	0	0
Pembesian dan Struktur Lantai 3	Done	0	0	0

Below the table, there are buttons for 'Add Test', 'Reset All', 'Compact All', 'Delete All', and 'Update All'. The 'Contents' section includes checkboxes for 'Summary', 'Clash Point', 'Date Found', 'Assigned To', 'Date Approved', 'Approved By', 'Layer Name', 'Item Path', and 'Item ID'. The 'Include Clashes' section has 'Group Headers Only' checked and 'Include only filters' unchecked. The 'Include these statuses' section includes checkboxes for 'New', 'Active', 'Reviewed', 'Approved', and 'Resolved'. The 'Output Settings' section shows 'Report Type' set to 'All tests (combined)' and 'Report Format' set to 'Text', with 'Preserve result highlighting' checked.

The 3D model shows a grid of columns and beams. Red dashed lines with numbers 1-8 indicate clashes between beams on different levels. Green dashed lines with numbers 1-8 indicate clashes between beams on the same level. The Clash Detective window is overlaid on the left side of the model.

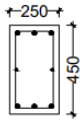
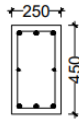
Lampiran 4 *Quantity Take-Off*

No	Pekerjaan	Jenis	Volume Bekisting (m2)	Pekerjaan	Jenis	Volume Penulangan (Kg)	Pekerjaan	Jenis	Volume Struktur (m3)	
1	Pondasi	P1	198.72	Pondasi	P Lantai Dasar	21304.25	Pondasi	P1	185.56	
		P2	94.56		P Lantai 1	11329.34		P2	80.83	
		P3	94.56					P3	18.95	
2	Sloof	S1 Lantai Dasar	323.19	Sloof	S1 Lantai Dasar	5566.79	Sloof	S1 Lantai Dasar	27.19	
		S2 Lantai Dasar	10.35		S2 Lantai Dasar	175.52		S2 Lantai Dasar	0.96	
		S2 Lantai 1	51.75		S2 Lantai 1	826.96		S2 Lantai 1	4.6	
3	Kolom	K1 Lantai Dasar	190.08	Kolom	K1 Lantai Dasar	6990.63	Kolom	K1 Lantai Dasar	21.78	
		KL Lantai Dasar	21.6		KL Lantai Dasar	449.72		KL Lantai Dasar	2.03	
4	Balok	B1 Lantai 1	259.2	Balok	B1B2 Lantai 1	8732.19	Balok	B1 Lantai 1	28.54	
		B2 Lantai	166.95		B3 Lantai 1	2918.78		B2 Lantai	17.88	
		B3 Lantai 1	173.846		Plat	A1 Lantai 1		10109.36	B3 Lantai 1	17.12
5	Plat	A1 Lantai 1	583	Kolom	K1 Lantai 1	11633.88	Plat	A1 Lantai 1	65.71	
6	Kolom	K1 Lantai 1	285.12		KL Lantai 1	526.21	Kolom	K1 Lantai 1	37.75	
		KL Lantai 1	23.4		Balok	B1B2 Lantai 2		9876.21	KL Lantai 1	2.19
7	Balok	B1 Lantai 2	302.4		B3 Lantai 2	3402.85	Balok	B1 Lantai 2	33.33	
		B2 Lantai 2	190.8		Plat	A1 Lantai 2		11879.9	B2 Lantai 2	20.44
		B3 Lantai 2	205.436			Kolom		K1 Lantai 2	11593.72	B3 Lantai 2
8	Plat	A1 Lantai 2	647		KL Lantai 2	526.21	Plat	A1 Lantai 2	77.49	
9	Kolom	K1 Lantai 2	274.56	Balok	B1B2 Lantai 3	10108.91	Kolom	K1 Lantai 2	37.75	
		KL Lantai 2	23.4		B3 Lantai 3	3402.85		KL Lantai 2	2.19	
10	Balok	B1 Lantai 3	302.4	Plat	A1 Lantai 3	11879.9	Balok	B1 Lantai 3	33.33	
		B2 Lantai 3	190.8		Kolom	K1 Lantai 3		6659.17	B2 Lantai 3	20.44
		B3 Lantai 3	205.436			KL Lantai 3		590.7	B3 Lantai 3	19.97
11	Plat	A1 Lantai 3	647	Balok	B4 Lantai 4	5405.26	Plat	A1 Lantai 3	77.49	
12	Kolom	K1 Lantai 3	197.34		B3 Lantai 4	274.41	Kolom	K1 Lantai 3	28.95	
		KL Lantai 3	21.6		Plat	A1 Lantai 4		596.86	KL Lantai 3	2.19
13	Balok	B4 Lantai 4	240.96	Kolom		K2 Lantai Dasar	85.6	Balok	B4 Lantai 4	37.1
		B3 Lantai 4	17.01		K2 Lantai 1	115.17	B3 Lantai 4		1.59	
14	Plat	A1 Lantai 4	31		K2 Lantai 2	114.86	Plat	A1 Lantai 4	3.73	

Lampiran 5 Perhitungan Volume Bekisting

1. Perhitungan Bekisting Framing

<Structural Framing Schedule>				
A	B	C	D	E
Family	Type	Keliling Balok	Length	Luas Bekisting Balo
250 x 450 mm (S2) Lantai 1				
Concrete-Rectangul	250 x 450 mm (S2)	1150	7200	8.280 m ²
Concrete-Rectangul	250 x 450 mm (S2)	1150	5400	6.210 m ²
Concrete-Rectangul	250 x 450 mm (S2)	1150	7200	8.280 m ²
Concrete-Rectangul	250 x 450 mm (S2)	1150	7200	8.280 m ²
Concrete-Rectangul	250 x 450 mm (S2)	1150	7200	8.280 m ²
Concrete-Rectangul	250 x 450 mm (S2)	1150	5400	6.210 m ²
Concrete-Rectangul	250 x 450 mm (S2)	1150	5400	6.210 m ²
250 x 450 mm (S2) Lantai 1: 7				51.750 m ²

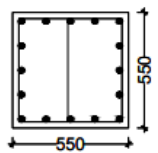
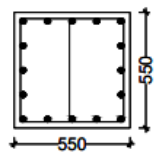
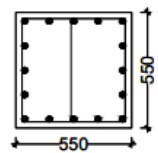
SLOOF S2	
TUMPUAN	LAPANGAN
	
3S19	3S19
3S19	3S19
S10-2BUAH	S10-2BUAH
S10-100	S10-150
250 x 450	

$$\begin{aligned}
 \text{Keliling Balok/Sloof} &= s + s + s \\
 &= 250 + 450 + 450 \\
 &= 1150 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Bekisting Kolom

<Structural Column Schedule>				
A	B	C	D	E
Family	Type	Keliling Kolom	Length	Luas Bekisting Kolo
Kolom K1 Lantai 1				
Pekerjaan Kolom K	Kolom K1 Lantai 1	2200	3900	8.58 m ²
Pekerjaan Kolom K	Kolom K1 Lantai 1	2200	3900	8.58 m ²
Pekerjaan Kolom K	Kolom K1 Lantai 1	2200	3900	8.58 m ²
Pekerjaan Kolom K	Kolom K1 Lantai 1	2200	3900	8.58 m ²
Pekerjaan Kolom K	Kolom K1 Lantai 1	2200	3900	8.58 m ²
Pekerjaan Kolom K	Kolom K1 Lantai 1	2200	3900	8.58 m ²
Pekerjaan Kolom K	Kolom K1 Lantai 1	2200	3900	8.58 m ²

Keliling Kolom = s + s + s + s
 = 550 + 550 + 550 + 550
 = 2200 mm

	KOLOM K1		
	TUMPUAN	LAPANGAN	JOINT
LANTAI DASAR			
TULANGAN POKOK	16S25	16S25	16S25
SENGKANG	1.5S10-100	1.5S10-150	1.5S10-4 BUAH
DIMENSI	550 x 550		

3. Perhitungan Bekisting Plat

<Structural Foundation Schedule>				
A	B	C	D	E
Family	Type	Width	Length	Luas Bekisting Plat
120mm (A1) Lantai 1				
Foundation Slab	120mm (A1) Lantai	6900	2425	16.73 m ²
Foundation Slab	120mm (A1) Lantai	6900	2425	16.73 m ²
Foundation Slab	120mm (A1) Lantai	6900	2425	16.73 m ²
Foundation Slab	120mm (A1) Lantai	6900	2425	16.73 m ²
Foundation Slab	120mm (A1) Lantai	6900	2425	16.73 m ²
Foundation Slab	120mm (A1) Lantai	6900	2425	16.73 m ²
Foundation Slab	120mm (A1) Lantai	6900	2425	16.73 m ²
Foundation Slab	120mm (A1) Lantai	6900	2425	16.73 m ²
Foundation Slab	120mm (A1) Lantai	6900	2425	16.73 m ²

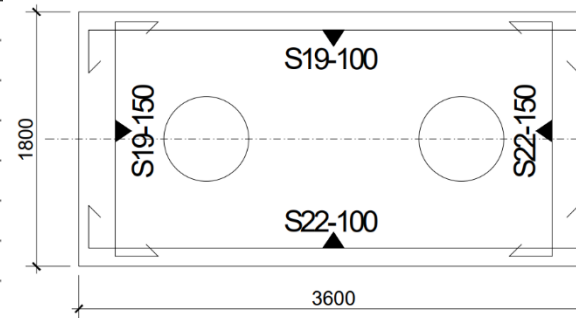
Luas Bekisting Plat = *Width x Length*

$$= 6900 \times 2425$$

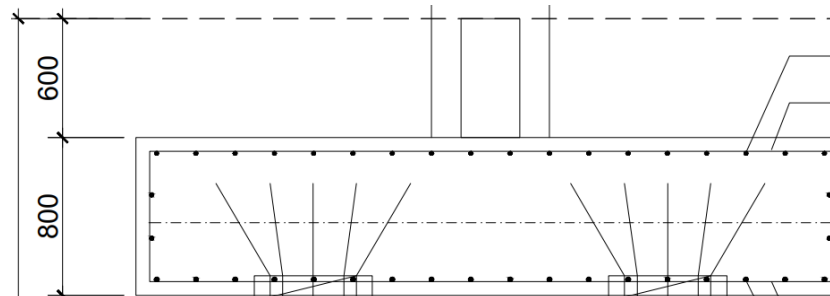
$$= 16,73 \text{ m}^2$$

4. Perhitungan Bekisting *Pile Cap*

A	B	C	D
Family	Type	Keliling Pile Cap	Luas Bekisting Pile
Pondasi (P2)			
P2	Pondasi (P2)	10800	8.640 m ²
P2	Pondasi (P2)	10800	8.640 m ²
P2	Pondasi (P2)	10800	8.640 m ²
P2	Pondasi (P2)	10800	8.640 m ²
P2	Pondasi (P2)	10800	8.640 m ²
P2	Pondasi (P2)	10800	8.640 m ²
P2	Pondasi (P2)	10800	8.640 m ²
P2	Pondasi (P2)	10800	8.640 m ²
Pondasi (P2): 8			69.120 m²



$$\begin{aligned}
 \text{Keliling Pile Cap} &= s + s + s + s \\
 &= 1800 + 3600 + 1800 + 3600 \\
 &= 10800 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



Lampiran 6 Gantt Chart



Lampiran 7 AHSP Bidang Cipta Karya dan Perumahan, 2025

1. Pembesian

2.2.1.1.4.a 1 kg Penulangan kolom, balok, ring balk, sloof, dan shearwall untuk BjTS diameter ≥ 12 mm, cara Semi mekanis (untuk bangunan gedung)

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga Kerja					
	Pekerja	L.01	OH	0,00160		
	Tukang besi/besi beton	L.02	OH	0,00160		
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,00016		
	Mandor	L.04	OH	0,00016		
Jumlah Harga Tenaga Kerja						
B	Bahan					
	Baja Tulangan Sirip (BjTS) diameter ≥ 12 mm		kg	1,020		
	Kawat tali beton		kg	0,028		
Jumlah Harga Bahan						
C	Peralatan					
	Cutter baja beton		hari	0,040		
	Bender baja beton		hari	0,040		
Jumlah Harga Alat						
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Biaya Umum dan Keuntungan (10% - 15%) x D				% x D
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					

2.2.1.1.1.a 1 kg Penulangan slab untuk BjTS diameter < 12 mm, cara Manual (untuk bangunan gedung)

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga Kerja					
	Pekerja	L.01	OH	0,0070		
	Tukang besi/besi beton	L.02	OH	0,0070		
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,0007		
	Mandor	L.04	OH	0,0007		
Jumlah Harga Tenaga Kerja						
B	Bahan					
	Baja Tulangan Sirip (BjTS) diameter < 12 mm		kg	1,020		
	Kawat tali beton		kg	0,015		
Jumlah Harga Bahan						
C	Peralatan					
Jumlah Harga Alat						
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Biaya Umum dan Keuntungan (10% - 15%) x D				% x D
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					

2. Pengecoran

2.2.1.7.6 Pengecoran pakai Pompa beton Ø 3", 140 KW; 180 bar, T=75 m'/H=150 m' (Lihat Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 8 Tahun 2023 Lampiran B U.4.4.a.6 (a))

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga Kerja					
	Pekerja	L.01	OH	0,160		
	Mandor	L.04	OH	0,016		
Jumlah Harga Tenaga Kerja						
B	Bahan					
Jumlah Harga Bahan						
C	Peralatan					
	Pompa beton Ø3", 140KW; 180 bar, T = 75 m' / H=150	E.45.s	hari	0,080		
Jumlah Harga Alat						
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Biaya Umum dan Keuntungan (10% - 15%) x D				% x D
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					

3. Bekisting

2.2.1.3.4 Pemasangan 1 m² bekisting untuk kolom (3 kali pakai)

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga Kerja					
	Pekerja	L.01	OH	0,6600		
	Tukang Kayu	L.02	OH	0,3300		
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,0330		
	Mandor	L.04	OH	0,011		
Jumlah Harga Tenaga Kerja						
B	Bahan					
	Paku 5 - 12 cm		kg	0,400		
	Minyak bekisting		liter	0,200		
	Balok kayu kelas II		m ³	0,00465		
	Plywood tebal 12 mm		lembar	0,12705		
	Dolken kayu 8-10 cm panjang 4 m		batang	0,65000		
Jumlah Harga Bahan						
C	Peralatan					
Jumlah Harga Alat						
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Biaya Umum dan Keuntungan (10% - 15%) x D			% x D	
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					

2.2.1.3.3 Pemasangan 1 m² bekisting untuk sloof (3 kali pakai)

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga Kerja					
	Pekerja	L.01	OH	0,520		
	Tukang Kayu	L.02	OH	0,260		
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,026		
	Mandor	L.04	OH	0,009		
Jumlah Harga Tenaga Kerja						
B	Bahan					
	Papan Kayu kelas III		m ³	0,018		
	Paku 5 - 10 cm		kg	0,300		
	Minyak bekisting		liter	0,100		
Jumlah Harga Bahan						
C	Peralatan					
Jumlah Harga Alat						
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Biaya Umum dan Keuntungan (10% - 15%) x D			% x D	
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					

A.4.1.1.22. Pemasangan 1 m² Bekisting untuk Plat lantai Beton Bangunan Gedung

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,660		
	Tukang kayu	L.02	OH	0,330		
	Kepala tukang	L.03	OH	0,033		
	Mandor	L.04	OH	0,033		
JUMLAH HARGA TENAGA KERJA						
B	BAHAN					
	Kayu kelas III		m ³	0,040		
	Paku 5 cm - 12 cm		kg	0,400		
	Minyak bekisting		Liter	0,200		
	Balok kayu kelas II		m ³	0,015		
	Plywood tebal 9 mm		Lbr	0,350		
	Dolken kayu galam, (8-10) cm panjang 4m		Batang	6,000		
JUMLAH HARGA BAHAN						
C	PERALATAN					
JUMLAH HARGA ALAT						
D	Jumlah (A+B+C)					
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maksimum 15%)			% x D	
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					

2.2.1.3.5 Pemasangan 1 m² bekisting untuk balok (3 kali pakai)

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga Kerja					
	Pekerja	L.01	OH	0,6600		
	Tukang Kayu	L.02	OH	0,3300		
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,0330		
	Mandor	L.04	OH	0,011		
Jumlah Harga Tenaga Kerja						
B	Bahan					
	Paku 5 - 12 cm		kg	0,400		
	Minyak bekisting		liter	0,200		
	Balok kayu kelas II		m ³	0,00558		
	Plywood tebal 12 mm		lembar	0,12705		
	Dolken kayu dia. 8-10 cm panjang 4 m		batang	0,65000		
Jumlah Harga Bahan						
C	Peralatan					
Jumlah Harga Alat						
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Biaya Umum dan Keuntungan (10% - 15%) x D			% x D	
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					