

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENERAPAN KONSEP BIM 4D DALAM  
PERENCANAAN PENJADWALAN PROYEK  
PEMBANGUNAN GEDUNG  
*ANALYSIS OF BIM 4D IMPLEMENTATION IN  
CONSTRUCTION PROJECT SCHEDULING  
PLANNING***

**(Studi Kasus : Proyek Gedung Asrama C Madrasah Mu'allimin  
Muhammadiyah Yogyakarta)**

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



**Agung Adi Nugroho**

**21511025**

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

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENERAPAN KONSEP BIM 4D DALAM  
PERENCANAAN PENJADWALAN PROYEK  
PEMBANGUNAN GEDUNG  
*ANALYSIS OF BIM 4D IMPLEMENTATION IN  
CONSTRUCTION PROJECT SCHEDULING PLANNING*

Disusun oleh



Agung Adi Nugroho  
21511025

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 Sigit, S.T., M.T., Ph.D  
NIK: 155110108

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

Saya dengan ini menyatakan secara sungguh-sungguh bahwa laporan Tugas Akhir yang disusun sebagai syarat penyelesaian Program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, merupakan murni hasil karya saya sendiri; semua bagian yang dikutip atau direferensikan dari hasil karya orang lain telah dicantumkan sumbernya secara jelas, transparan, dan sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah yang berlaku, dan saya bersedia menerima sanksi tegas, termasuk pencabutan gelar akademik, apabila di kemudian hari terbukti adanya plagiasi atau ketidakaslian karya ini, sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 27 Februari 2026  
Yang membuat pernyataan,



*Agung Adi Nugroho*  
Agung Adi Nugroho  
(21511025)

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Laporan Tugas Akhir berjudul Analisis Penerapan Konsep BIM 4D Dalam Perencanaan Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung Studi Kasus Proyek pembangunan Gedung Asrama C PP Mu'allimin Muhammadiyah Yogyakarta ini dapat terselesaikan sebagai syarat utama meraih gelar Sarjana Teknik Sipil dari Universitas Islam Indonesia. Tugas Akhir ini adalah cerminan dari perjalanan panjang yang tidak mungkin terwujud tanpa kontribusi luar biasa dari banyak pihak. Dengan ketulusan hati, saya menyampaikan terima kasih yang mendalam kepada:

1. Bapak Ir. Tri Nugroho Sulistyantoro, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing.
2. Bapak Ir. Vendie Abma, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing sebelumnya.
3. Bapak Adityawan Sigit, S.T., M.T., Ph.D. Selaku Dosen Penguji I,
4. Ibu Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IPM. Selaku Dosen Penguji II
5. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.Eng. IPM. Selaku Kaprodi,
6. Bapak Sugeng Riyanto (alm), Ibu Suhaenah dan Desy Damayanti yang telah berkorban dan memberikan dukungan baik moral, material, dan doa,
7. Teman-teman Darul Dingo yang telah menemani masa masa perkuliahan penulis dan tempat bercengkrama,
8. Terimakasih kepada diri penulis yang telah percaya, kuat, dan bekerja keras selama ini.

Saya menyadari bahwa laporan ini belum sempurna. Oleh karena itu, kritik konstruktif sangat saya harapkan demi perbaikan ilmu pengetahuan. Semoga karya sederhana ini dapat memberikan manfaat yang nyata bagi pengembangan disiplin Teknik Sipil.

Yogyakarta, Februari 2026

Agung Adi Nugroho



## DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum	5
2.2 Penerapan Konsep BIM ( <i>Building Information Modeling</i> )	5
2.3 Implementasi konsep BIM 4D	7
2.4 Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan	8
BAB III LANDASAN TEORI	13
3.1 Proyek	13
3.2 Proyek konstruksi	14
3.3 Struktur bangunan gedung	14
3.4 Manajemen proyek	16
3.4.1 <i>Triple constraint</i>	17
3.4.2 Penjadwalan	19
3.5 <i>Building Information Modelling (BIM)</i>	21
3.5.1 Dimensi BIM	23
3.5.2 Penjadwalan dalam BIM	24
3.6 <i>Close BIM</i> dan <i>Open BIM</i>	29
3.6.1 <i>Close BIM</i>	29
3.6.2 <i>Open BIM</i>	30
BAB IV METODE PENELITIAN	32
4.1 Tinjauan Umum	32
4.2 Subjek dan Objek Penelitian	32
4.3 Data Penelitian	33

4.4 Tahapan Penelitian	33
4.4.1 Perumusan Masalah dan Studi Pustaka	33
4.4.2 Menentukan Subjek dan Objek Penelitian	33
4.4.3 Pengumpulan Data	34
4.4.4 Permodelan 3D dengan aplikasi Autodesk Revit	34
4.4.5 Pengaplikasian Microsoft Projct Dalam Analisis Penjadwalan Proyek	35
4.5.6 Penerapan BIM 4D Menggunakan Aplikasi Autodesk Naviswork	37
4.5 Diagram Alir Penelitian	38
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	40
5.1 Data Penelitian	40
5.1.2 Gambar Proyek	41
5.1.3 Penjadwalan Proyek	41
5.2 Analisis Data untuk Permodelan Dalam Bentuk 3 dimensi (3D)	41
5.2.1 <i>Input</i> Spesifikasi Struktural Kedalam Model 3D	42
5.2.2 <i>Quantity Take Off</i> Material Struktural	48
5.3 Analisis Data untuk perencanaan penjadwalan	51
5.3.1 <i>Work Breakdown Structure (WBS)</i> .	51
5.3.2 Analisis Koefisien Pekerja.	55
5.3.3 Analisis rencana penjadwalan menggunakan Microsoft Project.	56
5.4 Implementasi BIM 4D menggunakan aplikasi Autodesk Navisworks.	64
5.4.1 Metode <i>Fast Track</i> untuk rencana percepatan penjadwalan Proyek	72
5.5 Pembahasan	76
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	79
6.1 Kesimpulan	79
6.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	80

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sekarang Dengan Penelitian Terdahulu	10
Tabel 5.1 Work Breakdown Structure	52
Tabel 5.2 Rekap dari hasil QTO elemen Struktural Pada Revit	54
Tabel 5.3 Daftar Koefisien Pekerjaan	55
Tabel 5.4 Hubungan antar pekerjaan	57
Tabel 5.5 Durasi dari tiap pekerjaan struktural	62
Tabel 5.6 Rencana Penjadwalan yang telah DIpercepat	75

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Dimensi BIM	23
Gambar 3.2 Diagram Activity on Arrow	26
Gambar 3.3 Diagram Activity on Node	26
Gambar 4.1 Lokasi Penelitian	32
Gambar 4.2 Diagram Alir Pengaplikasian Autodesk Revit	35
Gambar 4.3 Diagram Alir Pengaplikasian Microsoft Project	36
Gambar 4.4 Diagram Alir Pengaplikasian Autodesk Naviswork	37
Gambar 4.5 Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 5.1 Tampilan Interface New Project.	42
Gambar 5.2 Tampilan Setting Units	43
Gambar 5.3 Tampilan Grid Settings	43
Gambar 5.4 Tampilan Elevations Settings	44
Gambar 5.5 Tampilan Pengaturan Structural Concrete	45
Gambar 5.6 Tampilan Pondasi	45
Gambar 5.7 Tampilan Kolom	46
Gambar 5.8 Tampilan Balok	47
Gambar 5.9 Tampilan Pelat Lantai	47
Gambar 5.10 Hasil permodelan 3D Modelbase dari Revit	48
Gambar 5.11 Tampilan Menu New Schedules	49
Gambar 5.12 Tampilan Menu Fields pada Revit	49
Gambar 5.13 Tampilan Formatting pada Revit	50
Gambar 5.14 Hasil QTO dari permodelan struktur	51

Gambar 5.12 Pengaturan Taskbar Project-Change Work Time	61
Gambar 5.13 Menu tampilan Project Information	63
Gambar 5.14 Hasil Gannt Chart rencana penjadwalan Proyek	64
Gambar 5.15 Proses export file Revit ke format Naviswork	65
Gambar 5.16 Tampilan 3D Modelbase dari Revit ke Naviswork	66
Gambar 5.17 Tampilan Tab Timeliner pada Naviswork	66
Gambar 5.18 Pilihan Timeliner-Data Sources Pada Naviswork	67
Gambar 5.19 Tampilan Rebuild Task Hierarchy Pada Naviswork	67
Gambar 5.20 Tampilan Auto Attach Using rules Pada Naviswork	68
Gambar 5.21 Tampilan Timeliner Pada Naviswork	69
Gambar 5.22 Tampilan Task Type pada Naviswork	69
Gambar 5.23 Pengaturan Interval size pada simulation di Revit	70
Gambar 5.24 Pengaturan Playback Duration Simulation Pada Naviswork	71
Gambar 5.25 Pengaturan Playback Duration Simulation Pada Naviswork	71
Gambar 5.26 Pengaturan Animation Export Pada Naviswork	72
Gambar 5.27 Tampilan Critical Task pada penjadwalan Ms Project	73
Gambar 5.28 Grafik Gannt Chart setelah percepatan Penjadwalan	75

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Shop drawing proyek Gedung asrama C Muhammadiyah Muallimin Yogyakarta	83
Lampiran 2. Kurva S proyek pekerjaan Gedung asrama Muhammadiyah Muallimin Yogyakarta	108
Lampiran 3. Gantt Chart sebelum percepatan penjadwalan	109
Lampiran 4. Gantt Chart setelah penjadwalan	110
Lampiran 5. Scheduling simulation	111

## ABSTRAK

Perkembangan teknologi konstruksi mendorong penerapan metode yang mampu meningkatkan efisiensi mutu, biaya, dan waktu proyek, salah satunya melalui *Building Information Modeling* (BIM) sebagai pendekatan pemodelan dan manajemen proyek berbasis informasi terintegrasi. Dalam manajemen proyek konstruksi, penjadwalan merupakan aspek penting yang berkaitan langsung dengan *triple constraint*, namun masih banyak menggunakan metode konvensional yang memiliki keterbatasan dari segi efisiensi, ketelitian, dan potensi kesalahan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan BIM 4D dalam perencanaan penjadwalan.

Penelitian ini menerapkan metode BIM 4D dan mengombinasikannya dengan metode *fast track* (percepatan penjadwalan) pada tahap perencanaan proyek Pembangunan Gedung asrama C PP Mu'allimin Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini menggunakan aplikasi Autodesk Naviswork untuk pembuatan 3D modelbase, Microsoft Project untuk pengolahan penjadwalan dan penerapan metode *fast track* dan menggunakan Autodesk Naviswork untuk pengintegrasian 3D modelbase dengan rencana penjadwalan sebelum dan setelah *fast track* yang akan menghasilkan *scheduling simulation*.

Hasil penelitian ini menghasilkan kesimpulan analisis efisiensi penerapan BIM 4D pada perencanaan penjadwalan elemen struktural dengan metode *fast track*, diperoleh durasi penjadwalan eksisting proyek selama 111 hari. Penerapan *fast track* pada 17 pekerjaan struktural yang berada pada lintasan kritis menghasilkan percepatan durasi proyek menjadi 94 hari, sehingga terjadi penghematan waktu sebesar 17 hari. Percepatan penjadwalan melalui BIM 4D ini bertujuan memperoleh waktu pelaksanaan yang lebih efisien dan optimal tanpa menimbulkan konflik antar pekerjaan.

**Kata Kunci:** BIM, 4D BIM, percepatan penjadwalan, *scheduling simulation*

## ABSTRACT

The development of construction technology has encouraged the adoption of methods capable of improving project quality, cost, and time efficiency, one of which is Building Information Modeling (BIM) as an integrated information-based approach to building modeling and project management. In construction project management, scheduling is a critical aspect directly related to the triple constraint; however, conventional methods are still widely used and have limitations in terms of efficiency, accuracy, and the potential for errors. This study aims to analyze the efficiency of implementing BIM 4D in scheduling planning.

This study applies the BIM 4D method and combines it with the fast-track method (schedule acceleration) during the planning stage of the Construction Project of Dormitory Building C at PP Mu'allimin Muhammadiyah Yogyakarta. Autodesk Navisworks is used to develop the 3D model base, Microsoft Project is utilized for schedule processing and fast-track implementation, and Autodesk Navisworks is employed to integrate the 3D model with the project schedule before and after fast tracking to generate scheduling simulations.

The results of this study conclude that the efficiency analysis of BIM 4D implementation in structural scheduling planning using the fast-track method yields an existing project duration of 111 days. The application of the fast-track method to 17 structural activities on the critical path reduces the project duration to 94 days, resulting in a time savings of 17 days. This schedule acceleration through BIM 4D aims to achieve a more efficient and optimal project execution time without causing conflicts between activities.

**Keyword:** BIM, 4D BIM, fast track, scheduling simulation



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan teknologi yang semakin canggih dari masa ke masa didasarkan oleh perkembangan kreativitas dan inovasi. Dalam dunia konstruksi telah terciptanya salah satu metode guna meningkatkan efisiensi mutu, biaya dan waktu *Building Information Modelling (BIM)* merupakan salah satu bukti bahwa dunia konstruksi mengalami perkembangan teknologi yang signifikan (Saputra & Abma, 2023). BIM merupakan sebuah pendekatan dalam permodelan bangunan konstruksi beserta manajemen yang dimana didalamnya terdapat sistem, pengelolaan, dan runtutan pekerjaan suatu proyek yang diterapkan atas dasar informasi terkait aspek bangunan yang ditinjau (Modul 3 BIM PUPR, 2018). Pengelolaan suatu proyek tidak terlepas dari *triple constraint* yang didalamnya terdapat biaya, mutu, waktu. Pada manajemen proyek konstruksi, penjadwalan merupakan salah satu aspek terpenting untuk mengestimasi waktu durasi pekerjaan yang akan di kerjakan agar pekerjaan proyek konstruksi dapat berjalan terstruktur (Nugraha, 2024). Penjadwalan dalam proyek konstruksi tak luput dari masifnya perkembangan zaman (Rizqy dkk., 2021) akan tetapi, masih banyak dijumpai penggunaan metode konvensional untuk merencanakan penjadwalan. Metode konvensional memiliki beberapa keterbatasan dalam penggunaannya seperti membutuhkan waktu yang lebih lama dalam merancang data penjadwalan, dibutuhkan ketelitian yang cukup tinggi agar tidak terjadi permasalahan pada saat konstruksi sudah dimulai, dan lain sebagainya (Zain dkk., 2022).

Maka dari itu, penggunaan teknologi BIM sangat diperlukan untuk mengatasi permasalahan dalam penggunaan metode konvensional pada perencanaan penjadwalan. Teknologi BIM terbagi menjadi beberapa bagian yang ditinjau dari data dimensi yang dihasilkan. Dalam (Modul 3 BIM PUPR, 2018)

ditinjau dari dimensinya, BIM 3D menghasilkan data berupa visual 3 dimensi yang didasari pada gambar kerja 2 dimensi. BIM 4D menghasilkan data berupa penjadwalan yang menggabungkan beberapa aspek dan tahapan, BIM 4D merubah yang sebelumnya menggunakan penjadwalan konvensional menjadi penjadwalan yang berbasis permodelan parametrik dimana proyek dibagi menjadi beberapa fase yaitu fase visualisasi, fase simulasi penjadwalan dan fase penjadwalan produk dan material. BIM 5D merupakan pengembangan dari BIM 4D, BIM 5D dapat membuat estimasi biaya proyek dengan lebih cepat dan optimal dengan kolaborasi BIM 4D dan BIM 3D yang telah dibuat. BIM 6D berfokus pada ketahanan bangunan, program BIM 6D dapat menganalisis dan memproses konsumsi sumber daya yang dipakai pada bangunan. BIM 7D memproses mengenai penerapan pengelolaan fasilitas bangunan seperti contoh penggunaan elemen struktur, penggunaan elektrikal beserta durasi waktu yang akan dipakai sampai alat tersebut tidak layak pakai.

Penggunaan teknologi BIM juga sudah diatur dalam peraturan peraturan tentang proyek konstruksi. Pada peraturan pemerintah (PP) nomor 16 tahun 2021 yang mengatur tentang pemakaian metode BIM menjelaskan bahwa BIM diwajibkan untuk dipakai pada beberapa pekerjaan dengan kriteria tertentu. Pada PerMen PUPR nomor 22 tahun 2018 juga menegaskan mengenai Pembangunan bangunan Gedung negara diwajibkan menggunakan BIM pada bangunan tidak sederhana dengan kriteria luas lebih dari 2000 m<sup>2</sup> dan lebih dari dua lantai.

Penelitian ini merujuk dari penelitian milik (Nugraha, 2024) mengenai implementasi BIM 4D pada proyek jembatan dan (Akbar, 2021) yang membahas tentang penerapan BIM 4D perencanaan plambing dan elektrikal. penelitian ini menerapkan *Building Information Modeling (BIM)* 4D dengan objek penelitian berupa bangunan struktural Gedung bertingkat. Penelitian BIM 4D memerlukan penyempurnaan yaitu dengan menerapkan penjadwalan yang bisa mensimulasikan pelaksanaan proyek tersebut (*scheduling simulation*) (Amalina, 2021).

Berdasarkan latar belakang diatas, penelitian ini akan membahas mengenai analisis efisiensi penerapan metode BIM 4D pada proses perencanaan khususnya di

aspek perencanaan penjadwalan menggunakan studi kasus proyek Pembangunan Gedung Asrama C Madrasah Mu'allimin Muhammadiyah Yogyakarta untuk menghasilkan *scheduling simulation*. Penelitian ini akan berfokus pada penerapan metode BIM 4D sampai *scheduling simulation* dengan aspek yang ditinjau structural Gedung.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari Latar belakang tersebut, didapatkan rumusan masalah dari analisis penerapan konsep BIM 4D dalam perencanaan penjadwalan proyek Pembangunan Gedung adalah bagaimana penerapan metode BIM 4D untuk menghasilkan *scheduling simulation*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah tersebut adalah untuk mengetahui penerapan metode BIM 4D pada tahap perencanaan penjadwalan dengan memanfaatkan *Software* BIM untuk menghasilkan *scheduling simulation*.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi berbagai pihak, yaitu sebagai berikut:

1. Bagi penulis dengan melakukan penelitian ini, penulis dapat mengetahui bagaimana pentingnya perkembangan teknologi dalam bidang konstruksi khususnya dalam bidang *Building Information Modelling* (BIM).
2. Bagi pembaca secara umum dan mahasiswa, dapat menjadi referensi penelitian serupa mengenai perbandingan antara metode konvensional dengan metode BIM dalam dunia perkembangan konstruksi.
3. Bagi perencana, diharapkan dapat menjadi pertimbangan untuk mengaplikasikan teknologi BIM untuk menunjang efektivitas dan efisiensi dalam merancang suatu proyek Pembangunan.

### **1.5 Batasan Penelitian**

1. Proyek dilaksanakan pada proyek pembangunan Gedung Asrama C Madrasah Mu'allimin Muhammadiyah Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Hasil penelitian berfokus pada membandingkan hasil proses pengimplementasian BIM 4D dengan perencanaan penjadwalan real menggunakan metode konvensional.
3. Data gambar *detail engineering desain* (DED) dan mutu bangunan dari proyek Pembangunan Gedung Asrama C Madrasah Mu'allimin Muhammadiyah Yogyakarta tidak ada yang dirubah.
4. Tidak meninjau dan memperhitungkan ulang analisis konstruksi dari proyek Pembangunan Gedung Asrama C Madrasah Mu'allimin Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Pembuatan *scheduling simulation* dengan penerapan konsep BIM 4D menggunakan perangkat lunak Autodesk Navisworks menggunakan hasil dari perangkat lunak permodelan 3D Autodesk Revit dan rencana penjadwalan Microsoft Project.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum**

Tinjauan Pustaka merupakan tahap pengumpulan informasi dari penelitian atau literatur terdahulu untuk mengetahui dan memahami konteks penelitian yang akan dilaksanakan dengan adanya beberapa pengembangan dari beberapa aspek tertentu. Tinjauan Pustaka berfungsi sebagai acuan untuk melakukan penelitian saat ini dengan topik yang relevan untuk mengatasi masalah masalah yang mungkin muncul saat penelitian dan menghindari dari duplikasi.

Penelitian dengan topik analisis komparasi antara konsep BIM 4D dengan metode konvensional telah dilakukan pada penelitian sebelumnya dengan hasil dan metode yang berbeda beda. Pada Bab ini akan membahas mengenai dengan penelitian penelitian terdahulu untuk melihat perbedaan perbedaan dengan topik yang relevan dengan penelitian ini mengenai perbandingan atau perbedaan perencanaan penjadwalan antara metode BIM 4D dengan metode Konvensional.

#### **2.2 Penerapan Konsep BIM (*Building Information Modeling*)**

Rizqy dkk. (2021) dalam penelitiannya yang berjudul Perbandingan Metode Konvensional Dengan Bim Terhadap Efisiensi Biaya, Mutu, Waktu menggunakan metode kuesioner dan wawancara dengan narasumber BIM *expert* dari *Engineer* PT Waskita Karya. Penelitian ini juga memakai beberapa program untuk membantu mendapatkan nilai yang konkrit yaitu program SPSS dan Microsoft office. Hasil yang didapatkan ialah penggunaan konsep BIM dapat memangkas waktu perencanaan sebesar 43,82% atau hamper 2 kali lebih cepat. Dalam hal biaya metode BIM lebih banyak memakan anggaran untuk proses pembuatan *shopdrawing*, dikarenakan untuk menjalankan program BIM diperlukan spesifikasi *Hardware* yang cukup kuat dan biaya langganan lisensi program yang cukup mahal.

Akan tetapi biaya yang dikeluarkan dapat dialihkan menjadi biaya investasi untuk beberapa proyek kedepannya.

Zain dkk. (2022) melakukan penelitian dengan judul Analisis Perbandingan Efektifitas Metode Konvensional Dan BIM Pada Elemen Struktur Beton (Studi Kasus Gedung Pelayanan Pendidikan FISIP UNSOED). Dalam penelitian ini menggunakan metode studi komparasi dimana penelitian tersebut terfokus untuk membandingkan dua hal atau lebih. Perbedaan dari penelitian ini ialah penelitian tersebut berfokus untuk membandingkan nilai kuantitas volume dari beberapa pekerjaan struktur menggunakan program Autodesk Revit dengan metode konvensional, sedangkan penelitian ini berfokus pada membandingkan waktu pengerjaan antara metode BIM menggunakan program Autodesk Naviswork, Microsoft Project, dan Autodesk Revit dengan metode konvensional. Hasil dari penelitian tersebut ialah adanya perbedaan yang signifikan antara metode BIM dengan metode konvensional, seperti contoh pada pekerjaan beton struktur balok menggunakan metode BIM mendapat nilai 308,6 m<sup>3</sup>, sedangkan metode konvensional mendapat nilai 342,96 m<sup>3</sup>, terdapat selisih 10,0197%. Bisa dikatakan bahwa proses perencanaan menggunakan metode BIM lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan metode konvensional.

Farhana (2021) melakukan penelitian dengan judul Implementasi Konsep BIM 4d Dan 5d Dalam Perencanaan Arus Kas. Dalam penelitian ini peneliti berfokus pada penerapan konsep BIM 4D dan 5D dalam mengatur Arus kas dengan dua alternatif perhitungan yaitu tanpa modal awal dan dengan modal awal Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Jenderal Soedirman. Penelitian ini menggunakan *Software* PriMus KRONO untuk penerapan BIM 4D dan *software* PriMus IFC untuk penerapan BIM 5D. Hasil yang didapat ialah nilai estimasi biaya dengan implementasi BIM 5D sebesar Rp15,571,074,352.87. Penjadwalan dengan BIM 4D berdurasi 8 bulan 3 minggu atau 242 hari yang terdiri dari struktur atas dan struktur bawah Gedung. Nilai pinjaman cash flow pada alternatif perhitungan cash flow tanpa modal awal memiliki nilai pinjaman sebesar Rp4,200,633,068.58 selama 7.93 bulan dan dengan modal awal memiliki nilai

pinjaman Rp1,086,418,197.98 selama 2.95 bulan. Kedua alternatif perencanaan cash flow tersebut memiliki selisih pinjaman Rp3,114,214,870.58. Dari selisih tersebut alternatif perencanaan cash flow dengan modal awal lebih aman dibandingkan dengan cash flow tanpa modal awal.

### 2.3 Implementasi konsep BIM 4D

Nugraha (2024) dalam penelitiannya yang berjudul Implementasi Konsep Building Information Modeling (BIM) 4D Dalam Tahap Perencanaan Penjadwalan Proyek Pembangunan Jembatan (Studi Kasus: Penggantian Jembatan Pening Kloji Kabupaten Mojokerto). Dalam penelitiannya menggunakan penerapan metode BIM 4D untuk merencanakan ulang penjadwalan proyek, dengan program Autodesk Naviswork untuk pengintegrasian yang menghasilkan *scheduling simulation* dari desain 3D dari program Autodesk Revit dan rencana penjadwalan menggunakan program Microsoft Project. Nugraha pada penelitiannya mendapatkan hasil bahwa penerapan BIM 4D pada tahap perencanaan penjadwalan memiliki keunggulan dari segi efektifitas dan efisiensi waktu, BIM 4D tidak hanya dapat merencanakan penjadwalan tetapi juga dapat memeriksa adanya kesalahan dalam perancangan dengan metode *clash detection*. Peneliti juga menyimpulkan bahwa penerapan BIM 4D juga bermanfaat untuk mencegah adanya kesalahan dalam membuat rencana desain, keterlambatan pelaksanaan proyek, dan meningkatkan mutu melalui perbaikan rencana desain untuk konstruksi yang lebih optimal melalui *scheduling simulation*.

Akbar (2021) dalam penelitiannya yang berjudul Implementasi Konsep 4D BIM Dalam Rencana Penjadwalan Pekerjaan Elektrikal Dan Plambing (Studi Kasus Proyek Pembangunan Kos 2 Lantai Sleman Yogyakarta). Dalam penelitian ini menggunakan program Autodesk Revit untuk membuat *modelbase* 3D dan untuk membuat rencana durasi pekerjaan menggunakan program Microsoft Project. Kedua data tersebut nantinya akan diintegrasikan menggunakan program Autodesk Naviswork untuk mendapatkan *scheduling simulation* khususnya untuk pekerjaan elektrikal dan plambing. Hasil dari penelitian ini adalah adanya perbedaan total

durasi untuk seluruh pengerjaan, dengan metode konvensional didapatkan total durasi selama 23 hari, sedangkan menggunakan metode BIM 4D didapatkan durasi selama 30,64 hari. Pada hasil tersebut adanya perbedaan yang lumayan besar dikarenakan pada pengimplementasian menggunakan metode BIM 4D memberikan informasi yang mendetail tiap pekerjaan dan sesuai urutan kerja yang benar. Perbedaan kedua metode tersebut juga ada pada bentuk yang diperoleh, metode konvensional menunjukkan rencana jadwal dalam bentuk Gantt Chart. Sedangkan untuk metode BIM 4D menunjukkan hasil rencana jadwal dalam bentuk simulasi penjadwalan (*scheduling simulation*) sehingga menurut peneliti lebih memudahkan dalam melihat proyek konstruksi.

#### **2.4 Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan**

Click or tap here to enter text. Rizky dkk. (2021) dalam penelitiannya menggunakan metode kuesioner dan wawancara kepada *expert BIM engineer* PT Waskita Karya mengenai efektifitas dan efisiensi khususnya pada pembuatan rencana kerja dan *shopdrawing* yang ditinjau dari biaya, mutu, dan waktu pengerjaannya. Zain dkk. (2022) dalam penelitiannya menggunakan metode perbandingan antara perhitungan kuantitas volume pembesian, kebutuhan beton dan kebutuhan bekisting menggunakan metode konvensional dengan metode BIM. Farhana (2021) dalam penelitiannya menggunakan metode BIM 4D dan 5D dengan program PriMus KRONO untuk memproses BIM 4D dan Primus serta Primus IFC untuk memproses BIM 5D, penelitian menggunakan 2 alternatif perhitungan yaitu dengan modal awal dan tanpa modal awal kemudian keduanya ditambah dengan dana pinjaman modal. Nugraha (2024) dalam penelitiannya menggunakan metode BIM 4D untuk menjalankan simulasi penjadwalan (*scheduling simulation*), dengan program yang digunakan ialah Autodesk Revit untuk mengolah dari gambar *detail engineering design (DED)* menjadi bentuk 3D, lalu memakai Microsoft project untuk membuat bobot durasi pekerjaan dan diintegrasikan menggunakan program Autodesk Naviswork untuk mendapatkan simulasi penjadwalan (*scheduling simulation*). Akbar (2021) dalam penelitiannya menggunakan metode implementasi metode BIM

4D untuk menentukan durasi total pengerjaan elektrikal dan plambing proyek kos 2 lantai. Program yang digunakan adalah Autodesk Revit untuk membuat desain 3D, Microsoft project untuk membuat skema penjadwalan total, dan menggunakan program Autodesk Naviswork untuk mengintegrasikan desain 3D dan penjadwalan yang telah dibuat menjadi skema simulasi penjadwalan (*scheduling simulation*) yang diperuntukan kepada stakeholder dalam memudahkan secara visual.

Pada penelitian yang dilakukan Nugroho (2026) menggunakan objek penelitian Proyek Pembangunan Gedung Asrama C Madrasah Mu'allimin Muhammadiyah Yogyakarta yang berlokasi di kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian ini menggunakan metode yang sama dengan beberapa penelitian terdahulu yaitu dengan konsep penerapan BIM 4D menggunakan program Autodesk Revit untuk membuat desain 3D structural Gedung, program Microsoft Project untuk membuat *time schedule*, dan Autodesk Naviswork untuk mengintegrasikan desain 3D dan time schedule yang telah dibuat menjadi simulasi penjadwalan (*schedule simulation*) secara visual.

Pada penelitian sebelumnya dapat disimpulkan dari tinjauan penelitian terdahulu oleh (Rizky dkk.,2021), (Zain dkk., 2022), (Farhana, 2021), (Nugraha, 2024), dan (Akbar, 2021) diatas bahwa penerapan dan perbandingan metode BIM baik 4D maupun 5D dengan metode konvensional sangat berpengaruh dan sangat berpotensi dalam segi efektifitas dan efisiensi biaya, mutu, dan waktu khususnya dalam tahap proses perencanaan sebuah proyek. Namun, dari penelitian sebelumnya belum ada yang meleliti mengenai perbandingan efektifitas penggunaan metode BIM 4D dengan metode konvensional di proyek Pembangunan Gedung khususnya pada elemen struktural.

Untuk memberikan perbandingan antara penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan telah dirangkum dalam bentuk tabel dengan konteks yang jelas tentang bagaimana penelitian ini melengkapi atau memperbaiki pendekatan dan temuan sebelumnya, dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut.

**Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sekarang Dengan Penelitian Terdahulu**

No	Peneliti	Judul	Lokasi	Tujuan	Metode Penelitian	Hasil
1.	(Rizqy dkk., 2021)	Perbandingan Metode Konvensional Dengan BIM terhadap Efisiensi Biaya, Mutu, Waktu	Karawang dan Purwakarta, Indonesia	Mengetahui perbandingan proses pembuatan Shopdrawing dan metode kerja menggunakan metode konvensional dengan metode BIM	Uji Validitas, Uji Reliabilitas Analisis Frekuensi Analisis perbandingan waktu, Biaya, Mutu metode BIM dengan Metode Konvensional.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya : Metode BIM memakan biaya yang lebih besar karena memerlukan <i>equipment</i> yang memiliki spesifikasi yang cukup tinggi</li> <li>• Waktu : Pekerjaan menggunakan Metode BIM meningkatkan efisiensi waktu sebesar 43,82% lebih cepat dibanding metode konvensional</li> <li>• Mutu : Metode BIM lebih unggul dalam menghasilkan <i>shop drawing</i>, <i>as built drawing</i> dan Tingkat keamanannya.</li> </ul>
2.	(Zain dkk., 2022)	Analisis Perbandingan Efektifitas Metode Konvensional dan BIM pada Elemen Struktur	Purwokerto, Indonesia	Mengetahui efektifitas penggunaan metode BIM terhadap suatu proyek konstruksi	Studi komparasi antara metode konvensional dengan metode BIM menggunakan aplikasi Microsoft Excel dan Autodesk Revit	Data yang didapatkan menunjukkan adanya perbedaan yang cukup signifikan pada ketiga objek yang ditinjau yang meliputi kuantitas volume pembetonan, pembesian dan bekisting
3.	(Farhana, 2021)	Implementasi Konsep BIM 4D dan 5D Dalam Perencanaan Arus Kas	Purwokerto, Indonesia	Mendapatkan nilai RAB dan rencana penjadwalan yang lebih efektif dengan penerapan BIM 4D&5D	Penelitian menggunakan software dari PriMus untuk mendapatkan data BIM dengan dimensi 4D dan 5D	Hasil yang didapatkan dengan implementasi BIM 5D yaitu sebesar Rp15,571,074,352.87 dan dengan implementasi BIM 4D selama 8 bulan 3 minggu.

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sekarang Dengan Penelitian Terdahulu**

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi	Tujuan Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
4.	(Nugraha, 2024)	Implementasi Konsep <i>Building Information Modeling (BIM) 4D</i> Dalam Tahap Perencanaan Penjadwalan Proyek Pembangunan Jembatan	Mojokerto, Indonesia	Mengetahui efektifitas penjadwalan berbasis BIM 4D dengan <i>clash detection</i> dan <i>scheduling simulation</i>	Penelitian menggunakan metode BIM 4D dengan aplikasi Autodesk Revit, Microsoft Project dan Autodesk Navishwork.	Penelitian menghasilkan bahwa metode BIM 4D merupakan hal yang sangat membantu baik dalam segi visualisasi proyek juga dalam pengelolaan manajemen proyek yang lebih efisien.
5.	(Akbar, 2021)	Implementasi konsep BIM 4D Dalam Rencana Penjadwalan Pekerjaan Elektrikal dan Plambing	Sleman, Indonesia	Memperoleh hasil penerapan 4D <i>BIM</i> untuk durasi pekerjaan dan <i>scheduling simulation</i> .	Penelitian menggunakan aplikasi Autodesk Revit untuk memodelkan pekerjaan, Microsoft project untuk membuat data penjadwalan dan Autodesk Naviswotk untuk mendapatkan <i>scheduling simulation</i> .	Penelitian menghasilkan rencana penjadwalan selama 30,64 dengan menggunakan metode BIM 4D sedangkan menggunakan metode Konvensional mendapatkan waktu selama 23 hari.
6.	(Nugroho, 2026)	Implementasi konsep <i>Building Information Modeling (BIM) 4D</i> Dalam Perencanaan Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung	Bantul, Indonesia	Memperoleh data rencana penjadwalan berbasis BIM 4D menggunakan metode <i>Fast track</i> dan menghasilkan <i>Scheduling simulation</i>	Penelitian menggunakan aplikasi Autodesk Revit untuk memodelkan bangunan, mendapat rencana penjadwalan dengan Microsoft Project dan Autodesk Naviswork yang menghasilkan <i>scheduling simulation</i>	Penelitian yang diajukan

Pada penelitian penelitian sebelumnya mengenai teknologi BIM untuk merencanakan konstruksi, penelitian yang dilakukan ialah analisis komparasi antara metode BIM 4D dengan metode konvensional pada proses perencanaan penjadwalan dengan studi kasus proyek Pembangunan Gedung jurusan Asrama C Madrasah Mu'allimin Muhammadiyah Yogyakarta yang berlokasi di kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta belum pernah dilakukan. Analisis komparasi metode BIM dengan metode konvensional pada proses perencanaan penjadwalan ini menerapkan konsep *scheduling simulation* yang diharapkan bisa menjadi referensi pihak yang membutuhkan dan diharapkan bisa menjadi bahan pertimbangan untuk industri konstruksi kedepannya mengenai teknologi BIM khususnya pada tahap perencanaan. Program yang digunakan pada penelitian ini adalah Autodesk Revit untuk memodelkan 3D, Microsoft project untuk menganalisis penjadwalan dan Autodesk Naviswork sebagai program yang mengakomodasi hasil dari dua program yang telah digunakan dan menghasilkan simulasi penjadwalan (*scheduling simulation*).

Penelitian ini memiliki keaslian yang membedakan dari penelitian penelitian terdahulu, pada penelitian sebelumnya telah menerapkan beberapa metode metode BIM untuk menghasilkan beberapa informasi khususnya pada tahap perencanaan penjadwalan. Penelitian ini berfokus pada membandingkan efektifitas perencanaan penjadwalan dengan metode BIM 4D yang menghasilkan *scheduling simulation* dengan metode konvensional pada proyek Pembangunan Gedung. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi perencanaan penjadwalan metode konvensional dengan metode BIM. Dengan demikian, penelitian ini dapat memberikan pandangan yang berbeda mengenai perencanaan penjadwalan, serta memberikan kemudahan kepada orang awam untuk memahami konsep perancangan suatu konstruksi.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Proyek**

Dalam bukunya yang berjudul Manajemen Proyek (Kartini dkk.,2022) menyatakan bahwa proyek merupakan sebuah kegiatan usaha yang bersifat tidak rutin, memiliki beberapa keterbatasan terhadap waktu, anggaran dan sumber daya serta memiliki spesifikasi tersendiri atas produk yang akan dihasilkan. Sedangkan menurut (Darwin Sitindaon dkk., 2021) Proyek adalah tahapan awal manajemen proyek yang terkait pada proses manajemen proyek yaitu inisiasi proyek dan area pengetahuan manajemen proyek yaitu integrasi manajemen proyek. Mendefinisikan proyek membahas dengan ringkas mengenai tujuan proyek dengan seluruh stakeholder/pemangku kepentingan suatu proyek, mengidentifikasi faktor-faktor yang menjadi pertimbangan agar proyek yang akan dikerjakan akan berhasil sesuai dengan ruang lingkup pekerjaan, waktu, biaya , kualitas yang diinginkan dengan jadwal proyek, asumsi proyek, batasan proyek, serta menentukan kriteria keberhasilan proyek. Dapat disimpulkan bahwa proyek merupakan sebuah kegiatan yang memiliki keterbatasan sumber daya dan memiliki tujuan tertentu.

Menurut (Teguh & Sudiadi, 2015) proyek terdiri dari beberapa jenis ditinjau dari segi komponen kegiatan, sebagai berikut;

1. Proyek *Engineering* Konstruksi

Pada jenis proyek ini, komponen kegiatan utamanya terdiri dari pengkajian kelayakan, desain teknis, pengadaan dan konstruksi. Contoh proyek ini adalah Pembangunan jalan, Gedung, jembatan, jalan raya dan lain lain

2. Proyek *Engineering* Manufaktur

Proyek jenis ini berfokus pada pengembangan atau menghasilkan produk baru. Komponen utamanya meliputi desain teknis, pengembangan produk,

perakitan dan uji coba produk. Contoh proyek ini adalah pembuatan Generator Listrik, Mesin mesin pabrik, kendaraan dan lain lain.

3. Proyek Penelitian dan Pengembangan

Proyek jenis ini bertujuan untuk melakukan penelitian mengenai teknologi baru atau ilmu pengetahuan baru dan pengembangan dalam rangka menghasilkan suatu produk tertentu.

4. Proyek Kapital

Proyek ini adalah proyek pemerintah yang memiliki keterkaitan dengan dana kapital yang bertujuan untuk investasi. Contoh; Pembebasan tanah, Pembebasan lahan, manufaktur, Pembangunan fasilitas produksi dan lain lain.

### 3.2 Proyek konstruksi

Proyek konstruksi merupakan serangkaian kegiatan yang biasanya dilakukan hanya sekali dengan jangka waktu yang pendek, yang mencakup pelaksanaan Pembangunan fisik dari desain yang telah direncanakan (Ervianto, 2025). Proyek adalah aktivitas yang dilakukan dengan sumber daya yang terbatas untuk mencapai tujuan yang ditentukan. Sumber daya tersebut bisa dikatakan sebagai biaya, mutu dan waktu (*triple constraint*) (Rani, 2016). Dari pernyataan beberapa ahli diatas dapat disimpulkan bahwa proyek konstruksi adalah serangkaian kegiatan yang memiliki keterbatasan waktu, dana, dan mutu atau *triple constraint* yang memiliki tujuan tertentu (konstruksi dan infrastruktur). Proyek konstruksi terdapat berbagai macam kategori berdasarkan jenisnya, yang pertama adalah proyek konstruksi sipil seperti bangunan jalan raya, jembatan, bendungan dan lain lain. Yang kedua adalah proyek konstruksi bangunan seperti bangunan Gedung, perumahan, apartemen dan lain lain.

### 3.3 Struktur bangunan gedung

Dalam undang-undang Republik Indonesia nomor 28 tahun 2002 menjelaskan bahwa Bangunan Gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan

konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, Sebagian atau seluruhnya berada di atas dan/atau air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan sosial, budaya, maupun kegiatan khusus. Pada bangunan Gedung, terbagi menjadi beberapa bagian struktur ditinjau dari peletakannya. Berikut adalah bagian bagian dari bangunan Gedung.

1. Struktur atas/*Upperstructures*

Pada bangunan Gedung, struktur atas merupakan bagian dari bangunan yang berfungsi sebagai penyalur beban yang dipikul oleh elemen elemen structural yang terdiri dari kolom, Balok dan Pelat lantai. Kolom sebagai elemen vertikal yang menopang dari elemen balok, pelat lantai dan atap serta menyalurkannya ke pondasi yang dapat diartikan elemen kolom menopang beban axial dari bangunan. Elemen Balok berfungsi sebagai elemen horizontal yang mendukung pelat lantai dan atap serta menyalurkannya ke elemen kolom. Elemen pelat lantai berfungsi sebagai lantai dari bangunan serta menahan beban mati dan beban hidup dari bangunan.

2. Struktur Bawah/*Lowerstructure*

Struktur bagian bawah merupakan struktur yang berfungsi mendistribusikan beban bangunan dari bagian atas ke tanah. Komponen utama struktur bawah ialah pondasi, pondasi merupakan satu elemen yang berfungsi seperti akar pohon yaitu menyalurkan beban keseluruhan ke tanah. Pondasi memiliki berbagai macam jenis mulai dari pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pada umumnya bangunan Gedung menggunakan pondasi dalam karena bangunan Gedung memiliki beban yang cukup besar sehingga membutuhkan pondasi yang kuat dan dalam.

3. Elemen tambahan

Elemen tambahan dibutuhkan apabila pada suatu kasus membutuhkan adanya elemen pendukung tambahan seperti dinding geser (*shear wall*) yang berfungsi sebagai penahan gaya lateral yang ditimbulkan oleh angin atau gempa

### 3.4 Manajemen proyek

Menurut (Teguh & Sudiadi, 2015) Pada diktatnya yang berjudul Manajemen Proyek, mengatakan bahwa manajemen proek adalah penerapan pengetahuan, Keterampilan “*tools and technique*” (perangkat/alat bantu dan teknik-teknik) pada aktivitas proyek agar persyaratan dan kebutuhan proyek terpenuhi. Menurut (Rachmawati & Abma, 2022) menyatakan bahwa manajemen ialah suatu metode atau proses untuk mencapai tujuan tertentu secara efektif dan efisien dengan memanfaatkan sumber daya yang ada. Pada manajemen konstruksi, terdapat beberapa prinsip yang diterapkan. prinsip yang umum digunakan adalah prinsip P.O.A.C (*Planning, Organizing, Actuating, Controlling*). Sedangkan pada diktat (Teguh & Sudiadi, 2015) menyatakan bahwa proses manajemen konstruksi dibagi menjadi 5 kelompok yaitu Proses inisiasi (*initiation process*), Proses perencanaan (*Planning Process*), Proses Pelaksanaan (*executing process*), Proses pengontrolan (*controlling process*) dan Proses Penutupan (*closing process*). Penjelasan prinsip P.O.A.C pada penelitian milik (Sinta Sukma Ayu & Zuhrinal M. Nawawi, 2023) sebagai berikut

1. *Planning* (Perencanaan)

Tahap perencanaan merupakan tahap awal proses manajemen konstruksi, yang berisikan penentuan tujuan atau sasaran yang ingin dicapai dan menentukan jalan atau tahapan atau metode yang akan digunakan agar proyek konstruksi dapat berjalan se efektif dan seefisien mungkin. Tahap perencanaan juga dibuat dengan tujuan meminimalisir risiko dan perubahan yang mungkin terjadi saat berjalanya proses konstruksi serta mempermudah pihak manajerial untuk melakukan pengawasan

2. *Organizing* (Pengorganisasian)

Tahap pengorganisasian merupakan tahap pembagian pekerjaan guna mengatur tugas tugas yang dikerjakan supaya tujuan utama proyek berjalan sesuai apa yang diharapkan. Dapat dikatakan bahwa pengorganisasian merupakan pendistribusian fungsi dan tugas kepada setiap pekerja dalam satu organisasi tertentu

### 3. *Actuating* (Pengarahan)

Tahap pengarahannya merupakan tahap mengarahkan pekerja atau pelaku konstruksi sesuai dengan rencana yang telah direncanakan. Tahap ini adalah tahap implementasi dari perencanaan dan pengorganisasian, proses ini berfokus pada pembuatan urutan rencana menjadi Tindakan dalam usaha mencapai tujuan yang telah ditentukan.

### 4. *Controlling* (pengendalian)

Tahap pengendalian merupakan tahapan untuk memastikan Kembali bahwa kinerja atau pekerjaan sesuai dengan rencana. Pada penelitian (Albar & Johari, 2023) tahap pengendalian merupakan tahap atau proses yang memiliki dampak terbesar atas keberhasilan proyek dari seluruh proses manajemen konstruksi.

Dalam melaksanakan proyek konstruksi, dibutuhkannya sumber daya untuk memungkinkan hasil yang diinginkan tercapai, sumber daya tersebut terdiri dari;

1. *Money*/uang
2. *Material*/bahan
3. *Machine*/mesin
4. *Man*/Manusia
5. *Market*/Pasar
6. *Method*/metode

Akan tetapi, dalam pelaksanaan proyek konstruksi terdapat beberapa hal yang sangat penting untuk diperhatikan khususnya pada hambatan sumber daya. Hambatan tersebut sering didefinisikan sebagai *triple constraint* atau tiga kendala.

#### 3.4.1 *Triple constraint*

*Triple constraint* merupakan faktor pembatas dalam sebuah proyek, dimana disebutkan pada definisi proyek bahwa proyek merupakan suatu kegiatan dengan tujuan tertentu yang dimana memiliki keterbatasan sumber daya. Faktor pembatas tersebut memiliki keterkaitan satu sama lain, apabila salah satu dari faktor pembatas

manajemen proyek mengalami perubahan maka pasti akan berdampak dengan faktor yang lainya. Untuk mencapai tujuan proyek maka dalam memanajemen proyek harus memenuhi Batasan berikut

1. Biaya (*cost*), Pengelolaan finansial proyek seringkali terdapat penyimpangan dalam pengeluarannya, Finansial merupakan fondasi penting dalam pengadaan suatu proyek. Maka pengelolaan finansial suatu proyek harus sangat diperhatikan. Manajemen keuangan yang baik akan mewujudkan arus keuangan tidak keluar dari Batasan.
2. Waktu (*time*), mengacu pada durasi atau waktu sebuah proyek dilaksanakan. Sering dijumpai pada proyek konstruksi, adanya ketidaktepatan waktu dalam mengerjakan sebuah pekerjaan. Perencanaan dan pelaksanaan penjadwalan proyek yang baik akan membuat proyek dapat diselesaikan dalam durasi waktu yang telah direncanakan secara efektif dan efisien.
3. Mutu, mengacu pada hasil yang didapatkan setelah pekerja mengerjakan suatu proyek. Hal ini penting untuk diperhatikan karena hasil yang dikerjakan harus sesuai dengan kriteria pekerjaan yang telah direncanakan agar tujuan proyek dapat tercapai.

Tiga komponen tersebut menyatakan apabila salah satu dari ketiga komponen ada perubahan maka akan berdampak ke komponen lainya. Misalnya dalam pengerjaan kolom terjadi keterlambatan dari rencana jadwalnya maka akan mempengaruhi biaya yang dibutuhkan antara akan melakukan pekerjaan lembur atau penambahan zat adiktif ataupun dengan mengurangi mutu kolom dengan tidak memelihara kolom dengan waktu yang sesuai standar. Oleh karena itu, manajemen proyek harus dapat menyeimbangkan ketiga komponen tersebut dengan baik agar proyek yang dijalankan dapat berjalan secara efektif dan efisien tanpa mengurangi kualitas dari bangunan yang telah dibuat. Pada penelitian ini berfokus pada salah satu aspek *triple constraint* yaitu waktu, yang pada umumnya pada proyek konstruksi waktu merujuk pada penjadwalan pekerjaan.

### 3.4.2 Penjadwalan

Dalam penelitiannya, (Fitrianto & Sumarningsih, 2018) mengatakan bahwa penjadwalan proyek merupakan hasil dari perencanaan yang memberikan informasi mengenai durasi pekerjaan, progress kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta waktu durasi untuk progress proyek dapat diselesaikan. Dalam manajemen proyek, ada beberapa perangkat penunjang pengawasan kegiatan kegiatan suatu proyek dan memperoleh informasi yang diperlukan (Rani, 2016). Berikut merupakan perangkat perangkat tersebut.

1. *Bar Chart (Gantt chart)*

*Gantt chart* ditemukan oleh Henry L. Gantt (1861-1919), *gant chart* merupakan suatu diagram yang berbentuk batang batang yang menunjukkan saat dimulainya proyek dan saat proyek selesai yang berisikan kegiatan kegiatan yang direncanakan selama proyek (Rani, 2016). Sedangkan kurva S yang dikemukakan oleh Hannum merupakan sebuah grafik yang menunjukkan perbandingan antara progress proyek dengan waktu penyelesaian, yang fungsinya sebagai pengontrolan atas maju atau mundurnya proyek.

2. *Net Work Planning*

*Net Work Planning* merupakan alat bantu manajemen yang berfungsi lebih luas dan lengkap dalam perencanaan dan pengawasan proyek *Net work planning* membuat sistem yang dapat melihat waktu pengerjaan, tahapan pekerjaan, dummy dan lain sebagainya yang sangat membantu perencana dan pengawas dalam menjalankan suatu proyek. Metode ini memiliki beberapa kelebihan yaitu memberikan penjelasan yang jelas mengenai hubungan pekerjaan satu sama lain, memberikan informasi mengenai lintasan kritis dan dapat dilakukan percepatan proyek ditinjau dari lintasan kritis atau memadukannya (Rani, 2016). Dalam *Net Work Planning* ada beberapa metode untuk melaksanakannya, berikut merupakan beberapa metode *Net Work Planning*.

a. *Critical Path Method (CPM)*

Metode CPM adalah salah satu metode dalam manajemen proyek yang berfungsi untuk merencanakan dan mengatur sebuah proyek berdasarkan lintasan kritis yang dimana lintasan kritis merupakan hal yang terpenting untuk keberhasilan sebuah proyek. Metode CPM menggunakan metode yang hampir sama dengan metode *Net work planning*, perbedaan yang jelas antara keduanya ialah metode *net work panning* merupakan dasar teori dari metode CPM yang bertugas untuk memvisualkan hubungan kegiatan satu dengan yang lainnya. Metode CPM berfokus pada mengidentifikasi jalur kritis yang berfungsi untuk mencari waktu ideal dalam suatu proyek selesai.

b. *Linear Schedule Method (LSM)*

Metode LSM adalah metode penjadwalan yang dikembangkan untuk membantu merancang dan mengontrol untuk memenuhi kebutuhan proyek yang bersifat linear dan repeatitif.

c. *Precedence Diagram Method (PDM)*

Metode Preceden merupakan metode manajemen proyek menggunakan klasifikasi activity on node. Pada metode ini kegiatannya ditulis dengan menggunakan node atau kodefikasi segi empat dengan anak panah sebagai penunjuk hubungan pekerjaan selesai ditulis pada sudut atas dalam hitungan maju. Waktu mulai dan selesai ditulis pada sudut bawah dalam hitungan mundur.

d. *Project Evaluation and Review Technique (PERT)*

PERT adalah metode yang ditemukan dengan maksud utama adalah Upaya meningkatkan kualitas manajemen proyek dalam hal perencanaan dan pengendalian selain metode CPM. Perbedaan yang signifikan antara metode CPM dengan metode PERT ialah metode CPM melakukan estimasi proyek dengan pendekatan deterministic satu angka yang merujuk pada kepastian, sedangkan metode PERT dibuat untuk menghadapi situasi ketidakpastian pada kurun waktu kegiatan.

Metode penjadwalan seperti diatas juga berkaitan dengan perkembangan teknologi yang kian maju. Ada beberapa metode dan konsep penerapan pengembangan ilmu ilmu penjadwalan salah satunya konsep penerapan *Building Information Modeling* (BIM) sebagai perkembangan teknologi dala bidang AEC (*Architectur, Engineering, Construction*).

### **3.5 *Building Information Modelling (BIM)***

BIM adalah sebuah konsep yang bertujuan untuk membuat proses penginformasian menjadi lebih baik untuk pemangku kepentingan dan juga untuk mengorganisir data sebuah proyek (Hardin & Mccool, 2015). Menurut (Rachmawati & Abma, 2022) pada penelitiannya, BIM merupakan pendigitalisasi suatu proses pekerjaan suatu proyek dari mulai perencanaan sampai akhir dari proyek tersebut yang dibantu oleh beberapa alat alat yang saling terkoneksi. Dapat disimpulkan bahwa BIM merupakan suatu teknologi yang dapat merepresentasikan bentuk bangunan secara visual dengan berbagai informasi didalamnya dari bentuk 3D sampai ke tahap pengelolaan bangunan. Dengan teknologi BIM, pelaku konstruksi dapat membuat perencanaan sampai pemeliharaan suatu bangunan secara lebih efektif dan efisien selama proses konstruksi proyek. Proses tersebut meliputi perencanaan gambar kerja, estimasi biaya, analisis struktur, kebutuhan material suatu bangunan, penjadwalan hingga pemeliharaan bangunan.

Pada dasarnya BIM merupakan alat bantu yang tercipta atas dasar perkembangan teknologi yang kian masif serta kebutuhan pada aspek *AEC* (*Architectur, Engineering, Construction*) yang memerlukan tools penunjang proses proyek berjalan efektif dan efisien. Adapun beberapa manfaat yang didapatkan dari penerapan BIM menurut (Agung & Putera, 2022) untuk proyek konstruksi, sebagai berikut

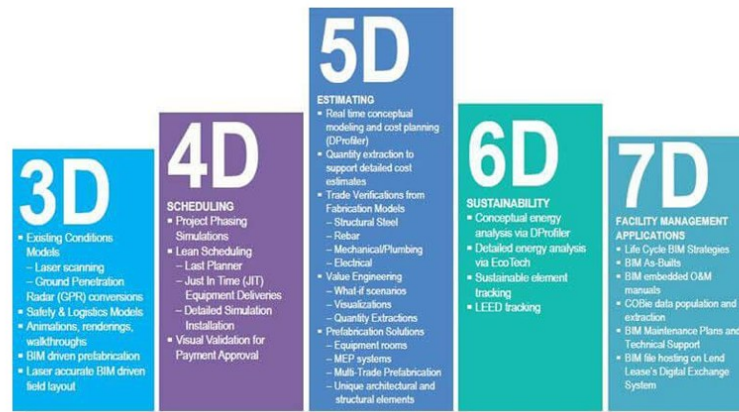
1. Memodernisasi proses penawaran yang lebih akurat yang didasari oleh perhitungan kebutuhan material bangunan yang akurat, sehingga dapat menunjukkan biaya yang tepat bukan sekadar estimasi karena pekerjaan disusun berdasarkan kuantitas yang akurat.

2. Membantu mengurangi emisi karbon secara signifikan karena dengan metode BIM, dengan perhitungan yang akurat akan mengurangi sisa sampah konstruksi yang berpotensi menjadi sumber emisi karbon serta dapat mengestimasi konsumsi energi sebuah proyek maupun bangunan.
3. Optimalisasi sistem MEP dengan cara mensimulasikan sistem MEP sehingga sistem MEP dapat diuji maupun direvisi pada tahap perencanaan.
4. Peningkatan pengalaman pemakai bangunan dengan model BIM yang akurat sehingga calon pemakai bangunan dapat merasakan secara virtual rancangan bangunan.
5. Komunikasi yang efektif dan efisien oleh pelaku konstruksi dikarenakan seluruh aspek rencana Pembangunan terintegrasi dalam BIM sehingga missskomunikasi dapat dicegah serta revisi lebih cepat dilaksanakan pada fase perencanaan.
6. Pengendalian biaya yang terkontrol sehingga konstruksi ulang dapat dicegah serta dapat menjadi sumber penghematan waktu, upah dan material yang sudah diketahui dalam fase perencanaan.
7. Manajemen pemeliharaan bangunan yang terstruktur dengan penerapan BIM, perencanaan yang akurat dapat memudahkan manajemen fasilitas dalam mengelola dan memelihara bangunan.
8. Menurunkan biaya seumur hidup bangunan.
9. Memungkinkan sistem manajemen Gedung dan sistem manajemen fasilitas berbasis BIM sehingga manajemen dapat mengetahui kondisi setiap fasilitas baik masa garansi ,pemasangan, penggantian dan Kesehatan fasilitas.

Selain manfaat BIM yang telah dijelaskan, BIM juga terdapat beberapa pengkategorian yang berdasarkan dari dimensi yang dihasilkan oleh pemrograman BIM. Pengkategorian tersebut bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis lebih mendalam untuk penerapannya.

### 3.5.1 Dimensi BIM

Pada konsep BIM, BIM tidak hanya memproses dimensi berbasis desain atau yang sering dikenal 2D dan 3D akan tetapi pada Modul 3 BIM PUPR tahun 2018 menjelaskan bahwa BIM dapat mengakomodir sampai 7D yang bisa dilihat pada gambar 3.1 berikut



**Gambar 3.1 Dimensi BIM**

Sumber : Modul 3 BIM PUPR 2018

Berikut merupakan penjelasan mengenai pengkategorian dimensi dari BIM berdasarkan Modul 3 BIM PUPR tahun 2018.

- 3D (Desain 3D)

Pada dimensi ke 3 (3D) BIM dapat memperlihatkan permodelan kondisi eksisting dan mampu memvisualisasikan keluaran suatu proyek konstruksi
- 4D (Time/scheduling)

Pada dimensi ke 4 (4D) BIM dapat menghasilkan fase konstruksi secara visual dengan cara mengintegrasikan permodelan 3 dimensi dengan fase urutan proyek (penjadwalan).
- 5D (Estimasi Biaya)

Pada dimensi ke 5 (5D) BIM dapat mengakomodasi biaya keseluruhan proyek. BIM 5D juga dapat menghasilkan *Quantity Take Off* (QTO) beserta biaya estimasi antara kuantitas, pekerja dan lokasi.
- 6D (Sustainibility, Collision Detection dan Energy Analysis)

Pada dimensi ke 6 (6D) BIM menguji permodelan sehingga menemukan konflik antar ruang, dalam pengujian kasus nantinya akan terlihat secara otomatis konflik yang terjadi dan dapat memproses atau menganalisis energi yang dipakai dalam suatu proyek pembangunan.

5. *7D (Facility Management Application)*

Pada dimensi ke 7 (7D) umumnya digunakan oleh manajer pengoperasian fasilitas dimana pada BIM 7D dapat menganalisis seluruh fasilitas bangunan dan dapat mengetahui waktu siklus suatu fasilitas. Sehingga manajer pengoperasian fasilitas dapat melakukan perbaikan atau pemeliharaan fasilitas dengan efektif dan efisien.

### 3.5.2 Penjadwalan dalam BIM

Dalam *Building Information Modelling (BIM)* aspek penjadwalan termasuk pada dimensi 4D seperti yang sudah dijelaskan di atas. BIM 4D merupakan proses mengintegrasikan data 3D proyek dengan penjadwalan guna memvisualkan proses proses proyek konstruksi dan simulasi tahapan konstruksi (Adriansyah, 2019). BIM 4D diciptakan dengan maksud untuk mempermudah komunikasi antar pelaku konstruksi serta untuk mendeteksi atau mendiagnosa awal adanya tumpang tindih atau *clash detection* sehingga resiko adanya kesalahan perencanaan dapat direduksi dari awal.

Pada pembuatan penjadwalan menggunakan metode BIM 4D, membutuhkan beberapa tools penunjang agar BIM 4D dapat tercapai. Untuk membuat data permodelan 3D dapat menggunakan *software* ArchiCad, Sketchup, atau Revit (Ramadhani dkk., 2024). Untuk pembuatan data penjadwalan dapat menggunakan *software* Microsoft project, Vico Office atau primafera. Untuk mengintegrasikan hasil dari pembuatan model 3D dengan data penjadwalan menggunakan *software* Autodesk Naviswork untuk menghasilkan simulasi penjadwalan (Muzaqi & Hutagoan, 2024).

Manfaat penerapan BIM pada perencanaan penjadwalan secara umum terdapat tiga (Hardin & Mccool, 2015). Khususnya pada pasca permodelan, berikut merupakan manfaat penerapan penjadwalan pada BIM.

1. Koordinasi awal yang difasilitasi pada fase permodelan. Hal ini membuat pertukaran informasi semakin cepat sehingga proses revisi dan masukan lebih efisien. Tidak hanya itu hal tersebut juga memungkinkan tiadanya proses rekonstruksi apabila direncanakan menggunakan konsep BIM 4D secara matang.
2. Penghematan anggaran dengan tidak menggunakan sumber daya yang lebih banyak. Pada perencanaan konstruksi sering dilakukanya pembuatan ulang sturktur atau pembuatan rencana cadangan, dengan menerapkan BIM 4D membuat hal tersebut bisa dicegah atau bahkan dihilangkan.
3. Kerja sama pemangku kepentingan pada sistem terintegrasi yang terpercaya yang efektif. Penjadwalan pada BIM menciptakan ruang kerja yang terbuka dan saling terhubung menggunakan penjadwalan yang divisualisasikan.

Pada penggunaanya, penjadwalan dalam BIM mengadopsi suatu *workflow* atau Alur kerja yang dimana berupa suatu aktivitas atau kegiatan yang saling berhubungan dijalankan dalam waktu yang berurutan. Alur kerja penjadwalan BIM memiliki dua metode yang digunakan yaitu AOA (*Activity on Action*) dan AON (*Activity on Node*). Berikut merupakan penjelasan mengenai AOA dan AON

1. AOA (*Activity on Arrow*)

*Activity on Arrow* merupakan metode penjadwalan menggunakan jalur kritis yang menggunakan anak panah sebagai kegiatan/aktivitas dan persegi empat atau lingkaran sebagai kejadian (Yanita dkk., 2020). Setiap AOA merupakan satu kesatuan dari seluruh kegiatan yang dapat dikatakan bahwa kejadian pada sebelumnya merupakan kegiatan berikutnya. Untuk gambar diagram AOA dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut.



**Gambar 3.2 Diagram Activity on Arrow**

2. AON (*Activity on Node*)

*Activity on Node* merupakan sebuah metode penjadwalan menggunakan jalur kritis yang menggunakan segiempat yang didalamnya terdapat *Earliest so Start (ES)* merupakan kegiatan yang paling awal suatu pekerjaan dimulai. *Latest to Start (LS)* merupakan waktu paling lambat untuk memulai pekerjaan. *Earliest Finish Time (EF)* merupakan waktu paling awal suatu pekerjaan dapat diselesaikan. *Latest Finish Time (LF)* merupakan waktu paling lambat untuk suatu pekerjaan dapat diselesaikan. Dan *Duration (D)* merupakan waktu kegiatan (Yanita dkk., 2020). Untuk gambar diagram AON dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut.



**Gambar 3.3 Diagram Activity on Node**

Seperti penjelasan pada sebelumnya, dapat dikatakan bahwa perkembangan teknologi ini memiliki cakupan yang sangat luas baik dari segi dimensi, aplikasi ekosistem bahkan ke teknis penggunaannya yang sangat beragam. Setelah mengetahui metode metode penjadwalan yang akan dilakukan untuk mencapai BIM 4D, penting pula untuk mengetahui komponen penjadwalan sebagai berikut,

1. *Work Break Down Structure (WBS)*

*Work Break Down Structure (WBS)* merupakan pemecahan Kembali secara spesifik dalam setiap komponen urutan pekerjaan (Pratama & Waluyo, 2025). Melalui perincian Kembali di tiap urutan pekerjaan serta mengelompokan berdasarkan majority dari pekerjaan, WBS akan lebih presisi dalam mengevaluasi, memodifikasi ataupun memantau progress pekerjaan. Menurut (Devi & Reddy, 2012) WBS bertujuan untuk membagi keseluruhan proyek yang menjadi elemen elemen tertentu guna membuat kerangka kerja yang digunakan untuk pengendalian manajemen yang lebih efektif dalam runag lingkup proyek, *scheduling*, dan penganggaran proyek. Dalam merancang suatu WBS diperlukanya 8 langkah untuk pembuatanya (Miller, 2008) sebagai berikut.

a. *Find the project deliverables*

Tahapan pertama dalam pembuatan WBS yaitu mencari produk luaran dari suatu proyek. Setiap aktivitas atau pekerjaan dalam suatu proyek memiliki luaran tersendiri, sehingga mempermudah focus dalam pembuatan WBS.

b. *Build and review the initial product breakdown structure (PBS)*

Setelah tahapan pertama, Langkah berikutnya merupakan pembuatan dan pengkajian PBS awal. Pada pembuatanya terdapat 2 tahapan untuk menghasilkan PBS yaitu pertama dengan membuat grafik organisasi atau garis besar luaran proyek dan tahapan kedua yaitu memvisualisasikan hasil dari tahapan pertama yang pada penerapanya akan ditunjukkan kepada klien atau pemangku kepentingan untuk menciptakan persetujuan PBS.

c. *Build down the PBS*

Tahapan ini merupakan pengembangan dari tahapan selanjutnya yang bertujuan untuk menghasilkan satu set PBS. Yang nantinya akan dijadikan bahan untuk mengontrol dan mengelola tim proyek.

d. *Establish the activities*

Pada tahap keempat ini merupakan pengembangan PBS menjadi bentuk aktivitas proyek. Dalam hal ini seorang manajer proyek mendelegaasikan otoritasnya kepada individu tertentu yang bertujuan untuk mengkoordinir

pekerjaan secara efektif dan menghasilkan laporan status dari pekerjaan pekerjaan tertentu

e. *Building the network*

Pada tahap ini pembuatan diagram jaringan dimulai dengan cara mengidentifikasi pekerjaan. Diagram jaringan yang dibuat berorientasi pada waktu dan diatur sedemikian rupa secara logis. Diagram jaringan secara runtut dimulai dari *start* hingga *finish* yang didasari dari runtutan pekerjaan yang telah diatur.

f. *Assigning resources*

Pada tahap ini pemberdayaan sumber daya diatur oleh manajer proyek. Tim akan mengidentifikasi tiap sumber daya/pekerja sesuai dengan apa yang dibutuhkan. Pada biasanya penugasan pekerja menggunakan suatu kode atau inisial sesuai nama atau sesuai dengan keahlian agar proses manajemen proyek lebih efektif.

g. *Estimate the duration*

Pada tahap ini, pengaturan waktu dan proses Analisis waktu dilakukan. Tiap pekerja yang sudah dibagi pada tahap sebelumnya, menetapkan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan. Perancangan kombinasi yang tepat beserta jaringan aktivitasnya akan mendirikan penjadwalan proyek.

h. *Verify the project timeline*

Tahap akhir pada pembuatan BPS ialah memastikan urutan pekerjaan dan durasi pekerjaan sesuai dengan apa yang telah dirumuskan. Dan pada tahap ini memperhatikan juga *predecessor* dan *successor* dari setiap pekerjaan telah sesuai.

2. Estimasi Durasi Pekerjaan

Estimasi Durasi Pekerjaan merupakan salah satu bagian yang mengisi kompleksitas pada proyek konstruksi. Secara definisi estimasi durasi pekerjaan merupakan proses memperkirakan waktu yang dibutuhkan oleh suatu pekerjaan (Lawalata dkk., 2020). Proses ini penting untuk diperhatikan dan diterapkan karena untuk mendapatkan durasi proyek yang tepat, memerlukan pengestimasian durasi dari masing masing pekerjaan.

### 3. *Predecessor* dan *Successor*

*Predecessor* merupakan suatu pekerjaan yang harus dimulai/diakhiri sebelum pekerjaan lain dimulai/diakhiri atau suatu pekerjaan yang mendahului pekerjaan lainnya (Hilman dkk., 2019). Bisa dikatakan bahwa *Predecessor* merupakan suatu pekerjaan yang menjadi suatu prasyarat pekerjaan lainnya dilakukan.

*Successor* merupakan kebalikan dari *Predecessor* atau suatu pekerjaan yang tidak dapat dilakukan atau dikerjakan sebelum pekerjaan lain dimulai/diakhiri (Hilman dkk., 2019). Hubungan dari kedua komponen tersebut sangat penting dalam menentukan urutan keterkaitan aktivitas pekerjaan karena dalam proyek konstruksi adanya pekerjaan kritis seperti structural dan lainnya yang harus dilakukan sebelum pekerjaan non kritis seperti arsitektural dilakukan untuk mencapai proyek konstruksi yang efektif dan efisien secara penjadwalan.

Secara sifat, penjadwalan dalam BIM atau BIM sendiri memiliki 2 jenis dilihat dari cara penggunaan maupun ekosistemnya. Disebut juga *Close BIM* dan *Open BIM*.

## 3.6 *Close BIM* dan *Open BIM*

### 3.6.1 *Close BIM*

Pada saat ini Spectrum Group memakai metode BIM berbasis *Closed BIM* dikarenakan permintaan data dengan format .ifc yang rendah di Sebagian negara Rusia dan sepemakmuran negara negara Merdeka (CIS), namun diyakini bahwa format tersebut akan ramai dipakai dan dapat membantu untuk teknologi konstruksi (Koppel, 2015). *Close BIM* merupakan suatu pendekatan dalam BIM yang dalam penggunaannya ditandai dengan platform BIM yang tertutup, dimana seluruh kolaborasi, pertukaran informasi dan lain sebagainya dilakukan dengan satu ekosistem platform tertentu. *Close BIM* mengharuskan semua pemangku kepentingan proyek untuk mengakses data BIM menggunakan satu ekosistem platform BIM yang sudah ditentukan. Hal ini membuat interoperasionalitas yang

terbatas dan keterbatasan kolaborasi dalam penggunaannya. Namun metode *Close BIM* juga memiliki beberapa kelebihan sebagai berikut.

1. Keamanan Yang Lebih Ketat

Kebocoran data adalah hal yang dapat merugikan suatu proyek apabila disalahgunakan. Sistem *Close BIM* menggunakan hanya satu ekosistem yang terintegrasi satu sama lain, sehingga akses terhadap data data BIM hanya di pegang oleh pemangku kepentingan. Dengan kata lain penggunaan sistem *Close BIM* dapat membuat keamanan akan data data BIM lebih aman.

2. Kolaborasi Yang Lebih Efisien

Penggunaan sistem *Close BIM* memfasilitasi para pemangku kepentingan proyek berkolaborasi dengan efisien karena menggunakan satu ekosistem yang sama. Proses pertukaran data dan koordinasi dapat dilakukan dengan lebih cepat tanpa adanya pengkonversian file terlebih dahulu.

3. Tingkat Akurasi Yang Tinggi

Penggunaan satu ekosistem BIM dapat memungkinkan proses permodelan, perhitungan data, dan lain sebagainya dilakukan dengan lebih akurat. Dengan keakuratan yang tinggi dapat mencegah berbagai hal yang tidak direncanakan terjadi baik keterlambatan proyek hingga pemborosan anggaran.

### 3.6.2 *Open BIM*

*Open BIM* merupakan pendekatan yang universal dengan sistem terbuka. *Open BIM* mendukung ruang kerja yang dapat diakses oleh seluruh pemangku kepentingan proyek dengan ekosistem yang berbeda yang menggunakan model data BuildingSMART terbuka (Koppel, 2015). Dapat dikatakan bahwa sistem *Open BIM* lebih fleksibel dibandingkan dengan sistem *Close BIM* karena seluruh pemangku kepentingan proyek dapat ikut andil dalam tahapan proyek konstruksi tanpa harus menggunakan satu ekosistem BIM yang sama. Penggunaan sistem *Open BIM* memiliki persyaratan untuk menjalankannya yaitu bersifat terbuka dan netral sehingga format .ifc merupakan Solusi yang ideal untuk *Open BIM* (Amalina,

2021). Penggunaan sistem *Open* BIM juga memiliki beberapa keunggulan sebagai berikut.

1. Alur Kerja Yang Terbuka.  
Sistem *Open* BIM mendukung adanya keterbukaan antar data, sehingga seluruh pemangku kepentingan proyek dapat berpartisipasi secara efektif tanpa terbatas dari ekosistem yang digunakan.
2. Memudahkan Integrasi dan Kolaborasi  
Dengan adanya keterbukaan data membuat proses kolaborasi sangat dimungkinkan, sehingga dapat mempercepat proses desain maupun evaluasi proyek.

### **3.7 Percepatan penjadwalan metode *fast track***

Percepatan merupakan suatu metode pengelolaan penjadwalan aktivitas proyek dengan dilakukan dengan secara parallel sehingga waktu pelaksanaan lebih cepat dari perencanaan (Rahayu dkk., 2020). Dapat dikatakan bahwa metode percepatan penjadwalan adalah Upaya untuk menekan durasi pekerjaan dengan angka yang masih rasional dalam melaksanakan pekerjaan. Adapun beberapa ketentuan dalam menerapkan metode percepatan penjadwalan sebagai berikut.

1. Penjadwalan diatur dengan logis  
Penjadwalan harus diatur dengan logis antara pekerjaan satu dengan pekerjaan lainnya hingga menghasilkan percepatan yang realistis mencakup dana, tenaga kerja, bahan, produktivitas dan alat.
2. Melakukan percepatan pada jalur kritis  
Pembuatan metode percepatan penjadwalan dilakukan pada pekerjaan yang berada pada lintasan kritis.
3. Percepatan dilakukan tidak lebih dari 50% waktu normal  
Angka 50% pada percepatan penjadwalan dilakukan untuk memastikan bahwa pengerjaan metode percepatan penjadwalan tidak menimbulkan pembengkakan biaya dikarenakan penambahan jumlah pekerja ataupun penambahan material pada suatu pekerjaan.

## **BAB IV**

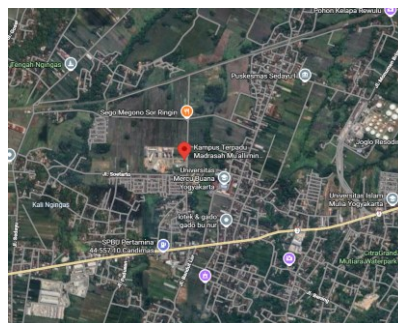
### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Tinjauan Umum**

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mengkaji mengenai implementasi *Building Information Modeling* (BIM) berguna dalam proses perencanaan dan manajemen konstruksi khususnya pada struktural bangunan Gedung. Penelitian ini dilakukan dengan studi kasus proyek Pembangunan Gedung Asrama C Madrasah Mu'allimin Muhammadiyah Yogyakarta, Bantul, D.I.Yogyakarta. Secara khusus, pada bab ini akan mengenai metode penelitian dari pengumpulan data proyek, tahapan pelaksanaan penelitian hingga mendapatkan hasil dan Kesimpulan penelitian.

#### **4.2 Subjek dan Objek Penelitian**

Subjek dari penelitian ini adalah proyek Gedung Asrama C Madrasah Mu'allimin Muhammadiyah Yogyakarta. Proyek ini berlokasi di Jalan Suroto 5 Padukuhan, Jl. Gn. Bulu, Bandut Lor, Argorejo, Kabupaten Bantul, DIY Dapat dilihat pada gambar 4.1. Objek yang diamati dalam penelitian ini adalah implementasi konsep BIM pada perencanaan penjadwalan.



**Gambar 4.1 Lokasi Penelitian**  
(Sumber: Google Maps 2025)

### **4.3 Data Penelitian**

Data penelitian pada penelitian ini menggunakan data sekunder dari proyek Pembangunan Gedung Asrama C Madrasah Mu'allimin Muhammadiyah Yogyakarta berupa DED 2D dalam format .dwg dan dokumen penjadwalan proyek dalam format .xlsx. Data tersebut didapatkan dari pengajuan surat permohonan data ke kantor tim Manajemen Konstruksi PP Mu'allimin Muhammadiyah Yogyakarta selaku kontraktor dalam proyek tersebut.

### **4.4 Tahapan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh hasil dari pengimplementasian konsep BIM 4D dalam proses perencanaan penjadwalan pada proyek Pembangunan Gedung melalui beberapa tahapan yang sistematis diantaranya sebagai berikut.

#### **4.4.1 Perumusan Masalah dan Studi Pustaka**

Tahapan awal dari penelitian ini adalah membuat rumusan masalah penelitian yang dapat dikaji dari latar belakang yang telah dianalisis, selanjutnya melakukan studi Pustaka dengan cara mencari literatur terdahulu yang memiliki topik yang relevan dengan topik atau objek subjek yang ditentukan. Literatur yang digunakan berupa penelitian terdahulu, jurnal ilmiah ataupun buku dengan topik yang relevan dengan topik yang dibahas yaitu mengenai manajemen konstruksi, penjadwalan, teknologi BIM, implementasi BIM serta pemahaman mengenai aplikasi yang akan digunakan pada penelitian ini.

#### **4.4.2 Menentukan Subjek dan Objek Penelitian**

Penentuan Subjek dan Objek penelitian dilakukan dengan mengkaji topik yang akan dibahas lalu mencari subjek dengan observasi lapangan dan pengumpulan data pada Lokasi proyek. Subjek pada penelitian ini adalah proyek Pembangunan Gedung Asrama C Madrasah Mu'allimin Muhammadiyah Yogyakarta dan objek pada penelitian ini adalah implementasi BIM 4D pada proses perencanaan penjadwalan.

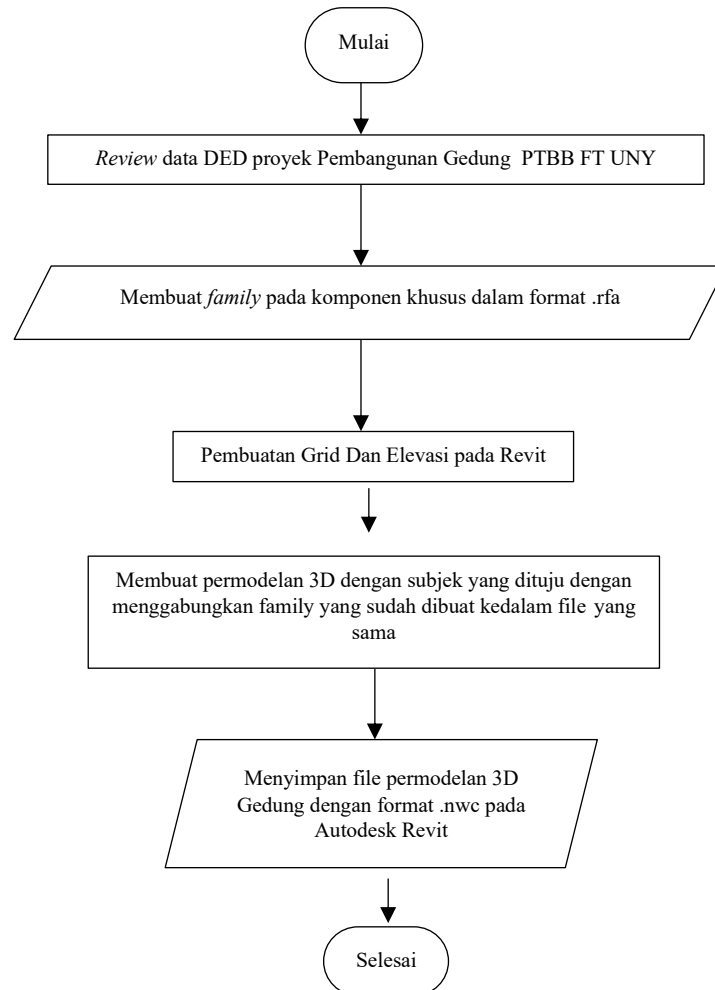
#### 4.4.3 Pengumpulan Data

Pada tahap ini pengumpulan data dilakukan dengan membuat surat permohonan kepada pelaku konstruksi pada proyek yang ditinjau. Surat diajukan kepada Perencana proyek yaitu tim Manajemen Konstruksi PP Mu'allimin Muhammadiyah Yogyakarta. Data yang didapat berupa data DED 2D dalam format .dwg serta data dokumen penjadwalan dengan format .xlsx.

#### 4.4.4 Permodelan 3D dengan aplikasi Autodesk Revit

1. *Review* dokumen 2D yang telah didapat pada tahapan sebelumnya, yang bertujuan untuk memahami setiap komponen pada bangunan yang akan dibuat.
2. Pembuatan *family* yang bertujuan untuk membuat komponen secara spesifik atau khusus yang belum tersedia langsung pada aplikasi Autodesk Revit. Hasil yang telah didapatkan akan disimpan dalam file Revit *family* (.rfa)
3. Pembuatan Grid dan Elevasi. Grid bertujuan untuk membuat garis panduan agar memudahkan dalam proses penempatan komponen bangunan. Elevasi bertujuan untuk membuat garis untuk menentukan suatu ketinggian permukaan yang ditinjau seperti garis muka tanah, ketinggian tiap lantai dan lain sebagainya.
4. Membuat permodelan 3D dari subjek yang ditentukan. Permodelan bangunan dilakukan dengan menggabungkan *family* yang telah dibuat dan menempatkan pada garis bantu grid dan garis bantu Elevasi yang telah ditentukan sebelumnya yang mengacu pada data DED yang telah diperoleh setelahnya dilakukan pendetailan hingga sesuai dengan gambar detail perencanaan.
5. Menyimpan hasil permodelan 3D dengan format (.nwc). Penyimpanan dengan format (.nwc) bertujuan untuk konektivitas pada aplikasi Autodesk Naviswork.

Diagram alir atau *Flowchart* untuk tahapan permodelan 3D dengan mengaplikasikan Autodesk Revit dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



**Gambar 4.2 Diagram Alir Pengaplikasian Autodesk Revit**

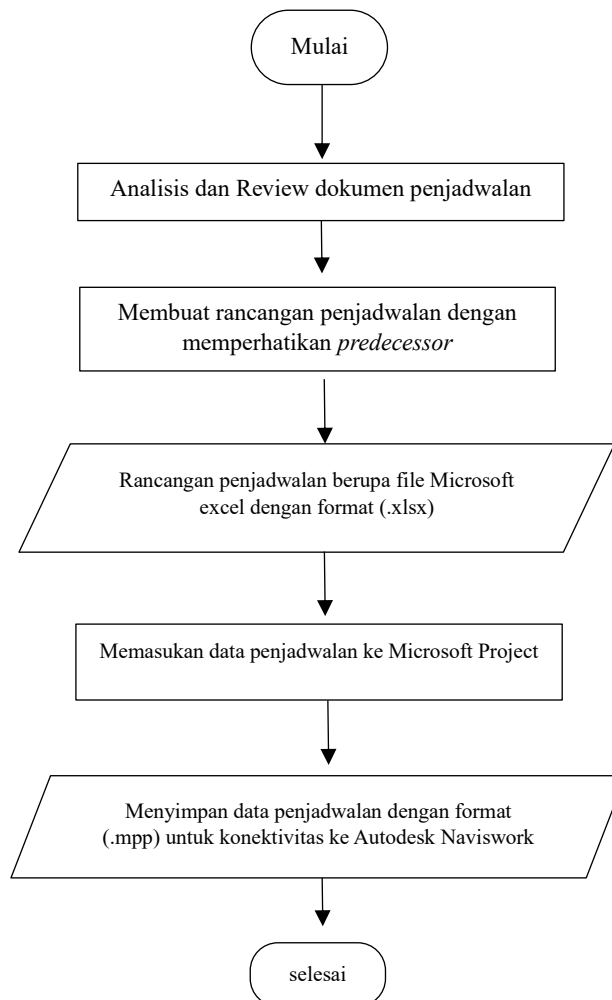
#### 4.4.5 Pengaplikasian Microsoft Project Dalam Analisis Penjadwalan Proyek

1. Melakukan analisis dan review dokumen penjadwalan proyek yang sudah didapatkan. Analisis dan review ini bertujuan untuk memahami, mengevaluasi dan mengetahui durasi pekerjaan menggunakan metode WBS (*work breakdown structure*) dan tahapan pekerjaan yang memungkinkan memerlukan perbaikan.
2. Membuat rancangan penjadwalan berdasarkan urutan pekerjaan dengan memperhatikan keterkaitan antar pekerjaan apakah pekerjaan bisa

dikerjakan diwaktu yang bersamaan atau harus menunggu pekerjaan yang lain (*predecessor*).

3. Memasukan data hasil analisis sebelumnya kedalam aplikasi Microsoft Project. Data yang dihasilkan berupa durasi waktu pekerjaan, uraian pekerjaan, tanggal tanggal pekerjaan dan *predecessor* dalam bentuk *network diagram*.
4. Menyimpan data yang telah dihasilkan dengan format (.mpp) yang akan digunakan untuk menghubungkan ke Autodesk Naviswork.

Diagram alir atau *flowchart* untuk tahapan pengaplikasian aplikasi Microsoft project dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut.

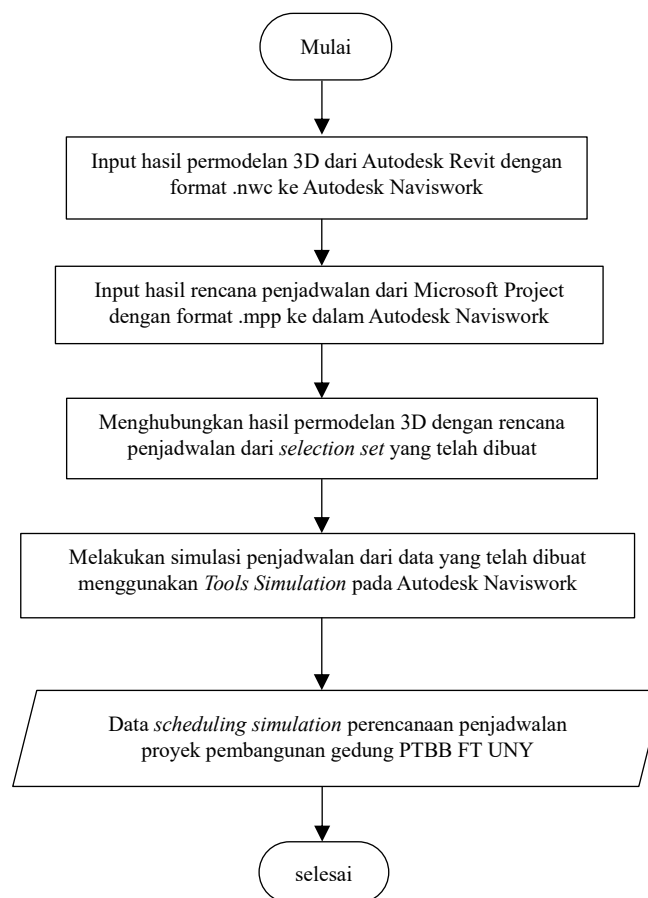


**Gambar 4.3 Diagram Alir Pengaplikasian Microsoft Project**

#### 4.5.6 Penerapan BIM 4D Menggunakan Aplikasi Autodesk Naviswork

Penerapan konsep BIM 4D menggunakan aplikasi Autodesk Naviswork dibuat dengan menggunakan konektivitas antara 3D modelbase yang sudah dibuat dengan format .nwc dengan rencana penjadwalan yang telah dibuat menggunakan software Microsoft Project dengan format .mpp. permodelan BIM 4D dapat tercapai dengan memvisualisasikan proses integrasi permodelan 3D dengan rencana penjadwalan yang akan menghasilkan *scheduling simulation*.

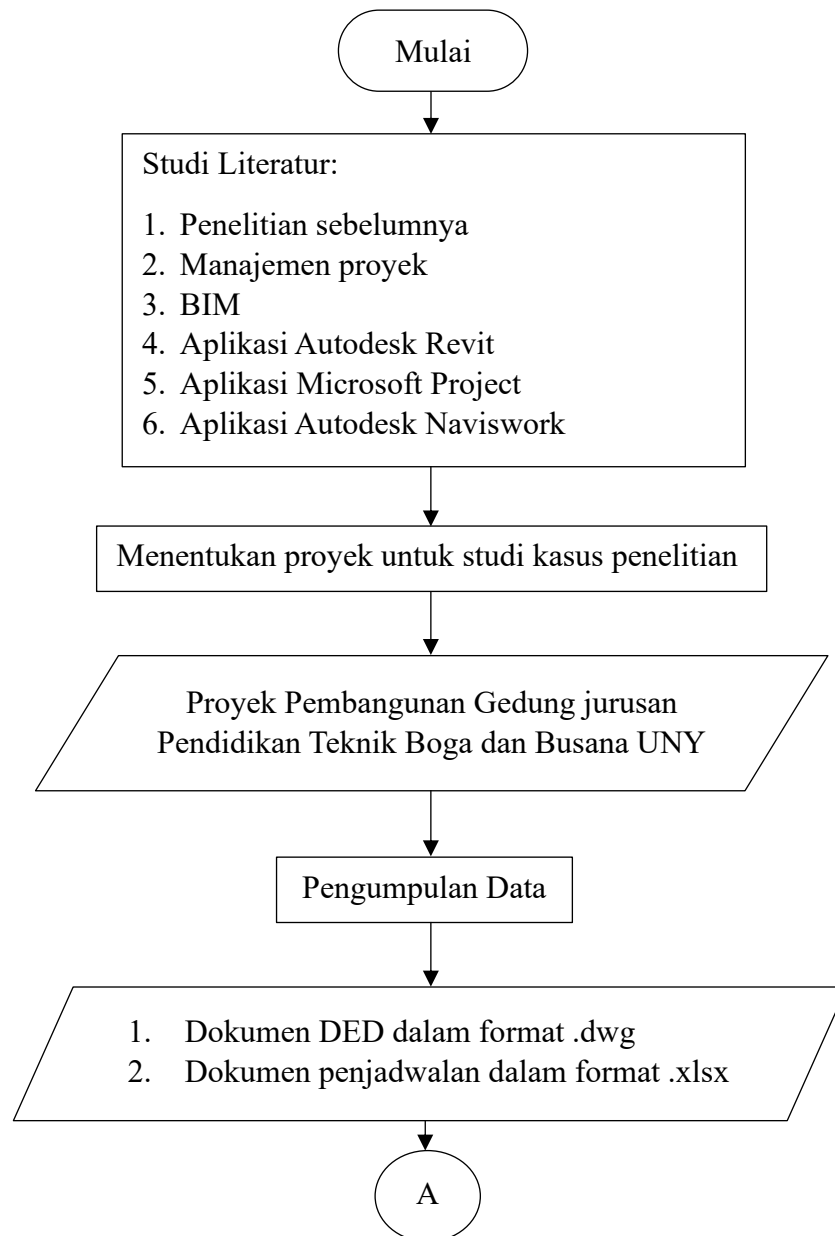
Hasil yang diperoleh dari pengintegrasian model 3D dan rencana penjadwalan nantinya akan dilakukan analisis dan membandingkan dengan perencanaan penjadwalan riil proyek untuk mencari nilai keefektifan dari penerapan metode BIM 4D. Bagan alir atau *flowchart* untuk penerapan BIM 4D menggunakan aplikasi Autodesk Naviswork dapat dilihat pada halaman berikut.



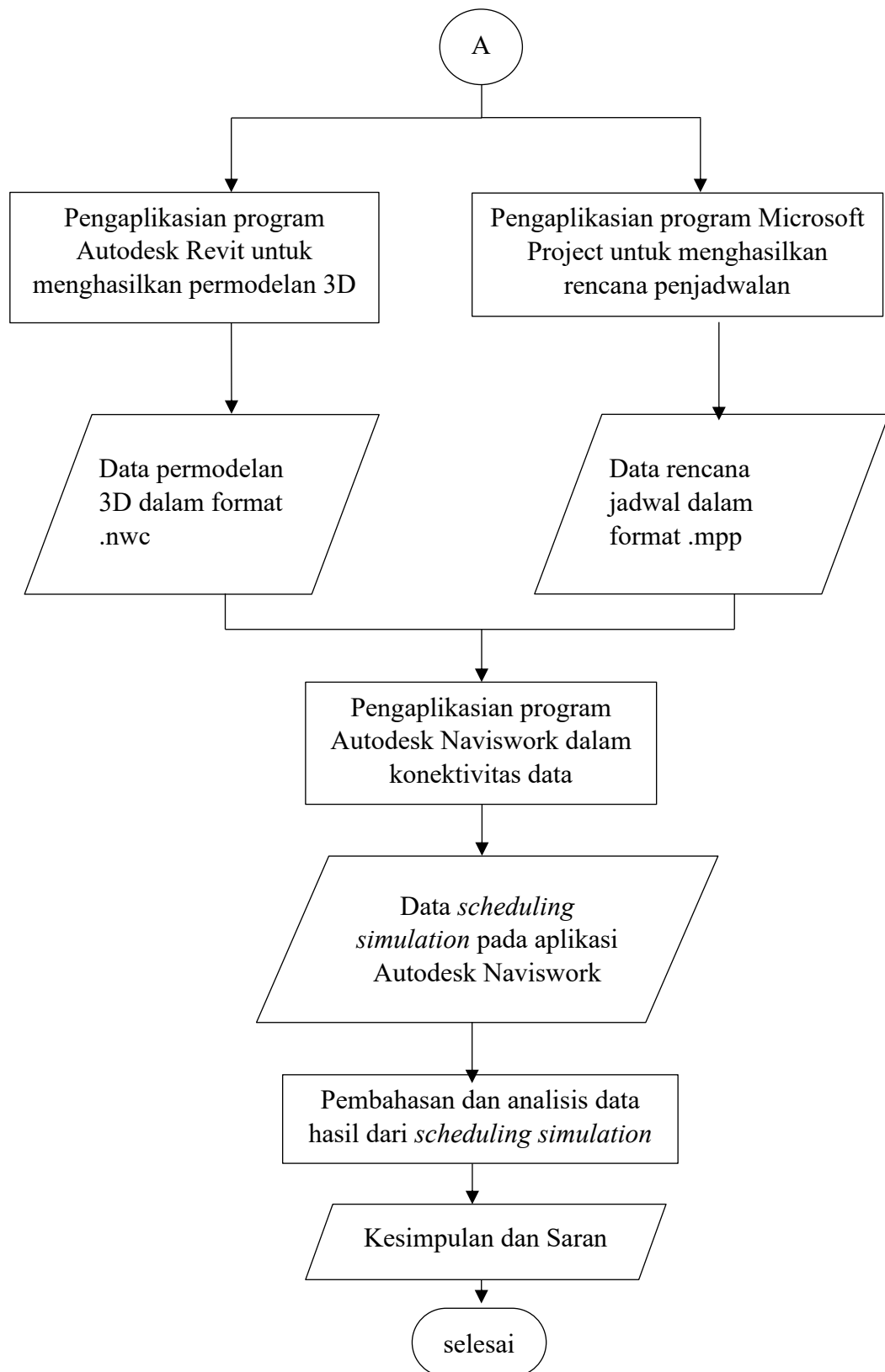
**Gambar 4.4 Diagram Alir Pengaplikasian Autodesk Naviswork**

#### 4.5 Diagram Alir Penelitian

Berikut merupakan Diagram Alir mengenai implementasi konsep *Building Information Modeling* (BIM) yang bertujuan untuk lebih memperjelas alur tahapan penelitian hingga akhirnya mendapatkan *scheduling simulation* pada penelitian ini. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 4.5 berikut.



**Gambar 4.5 Diagram Alir Penelitian**



Lanjutan Gambar 4.5 Diagram Alir Penelitian

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Data Penelitian**

Data Penelitian merupakan sekumpulan informasi mengenai subjek penelitian sebagai dasar dalam analisis penelitian ini. Data proyek dan kondisi Lokasi proyek didapatkan dari Tim Manajemen Konstruksi PP Mu'allimin Muhammadiyah Yogyakarta sebagai pengelola konstruksi proyek Pembangunan Gedung asrama 4 PP mu'allimin muhamadiyah Yogyakarta. Data yang diperoleh sebagai berikut.

##### 5.1.1 Informasi Proyek

Nama Proyek	: Pembangunan Asrama C Madrasah Mu'allimin
Lokasi Proyek	: Desa Argorejo, Sedayu, Bantul, DIY
Kondisi Proyek	: 100%
Nilai Kontrak	: Rp 6,000,000,000.00
Sumber Dana	: PP Muhammadiyah Mu'allimin Yogyakarta
Tahun Pelaksanaan	: 2024
Masa Pelaksanaan	: 111 Hari
Konstruksi Atas	: Beton Bertulang
Konstruksi Bawah	: Pondasi
Jenis Pondasi	: Pondasi Sumuran
Jumlah Tingkat	: 4
Jenis Proyek	: Gedung Hunian
Pemilik Proyek	: Madrasah Mu'allimin Muhammadiyah Yogyakarta
Kontraktor Proyek	: Erosia Cons
Konsultan Proyek	: Tim MK Madrasah Mu'allimin Muhammadiyah

### 5.1.2 Gambar Proyek

Pada umumnya data proyek untuk gambar terdiri dari DED (*Detailed Engineering Design*) dan *Shop Drawing*. DED merupakan dokumen detail perencanaan yang dibuat oleh konsultan perencana (arsitek atau insinyur) yang berisikan gambar kerja rinci dari bentuk, letak, dimensi, spesifikasi material hingga ke MEP dari sebuah proyek konstruksi. DED juga menjadi pedoman utama bagi kontraktor dalam melaksanakan proyek. Sedangkan *Shop Drawing* merupakan gambar kerja yang dibuat oleh kontraktor berdasarkan keadaan riil diproyek konstruksi yang bertujuan untuk menjadi pedoman dalam memelihara konstruksi tersebut. Dalam penelitian ini, gambar proyek yang digunakan ialah DED yang telah diperoleh dari tim Manajemen Konstruksi PP Mu'allimin Muhamadiyah Yogyakarta sebagai perencana proyek.

### 5.1.3 Penjadwalan Proyek

Pada proyek konstruksi, dokumen penjadwalan memiliki beberapa jenis seperti *Gantt chart* dan Kurva S. *Gantt Chart* merupakan alat visual berupa diagram batang yang merepresentasikan rencana dan jadwal proyek dari waktu ke waktu secara jelas yang digunakan dalam manajemen konstruksi. Sedangkan Kurva S merupakan grafik yang menunjukkan pertumbuhan kumulatif dari aktivitas proyek dengan waktu sehingga membentuk pola huruf S. Pada penelitian ini menggunakan dokumen penjadwalan dengan jenis Kurva S yang didapatkan dari tim Manajemen Konstruksi PP Mu'allimin Muhamadiyah Yogyakarta selaku perencana proyek.

## 5.2 Analisis Data untuk Permodelan Dalam Bentuk 3 dimensi (3D)

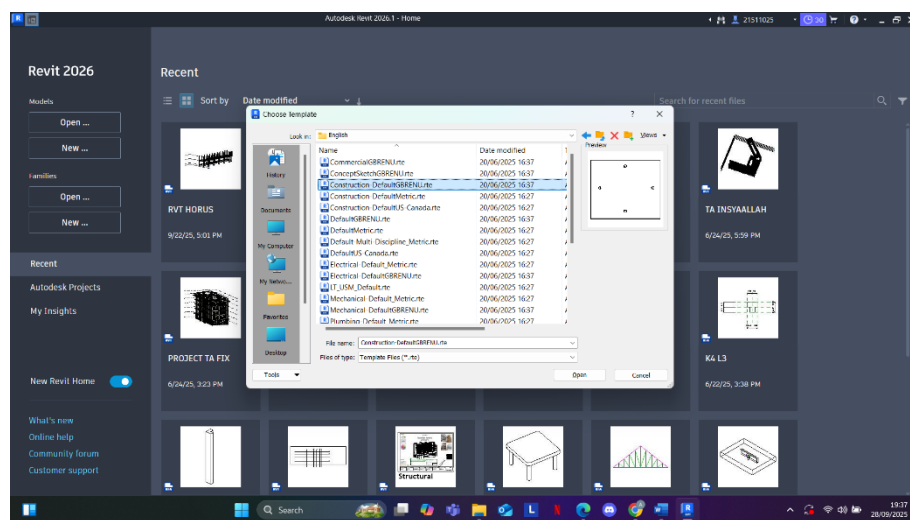
Proses analisis data menggunakan permodelan 3D dengan aplikasi Revit yang telah dibuat. 3D Modelbase yang telah dibuat digunakan untuk melakukan estimasi perhitungan volume dengan *quantity take off (QTO)* khususnya pada elemen struktural pada bangunan. Berikut merupakan hasil dari permodelan 3D dengan menggunakan aplikasi Autodesk Revit.

### 5.2.1 Input Spesifikasi Struktural Kedalam Model 3D

Berikut merupakan tahapan tahapan untuk menghasilkan permodelan struktural proyek menggunakan aplikasi Autodesk Revit.

#### 1. Membuka template *Structural* Pada Revit

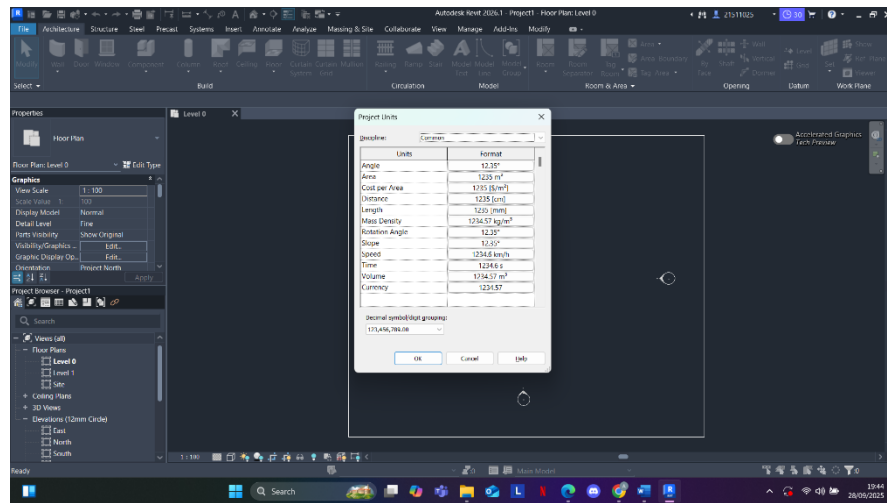
Membuka aplikais Autodesk Revit dan menuju tampilan *New Project*. Pada tampilan pilihan *template* pilih menu *Family-English-MetricGBRNU*. Tampilan *Interface* dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 5.1 Tampilan Interface New Project.**

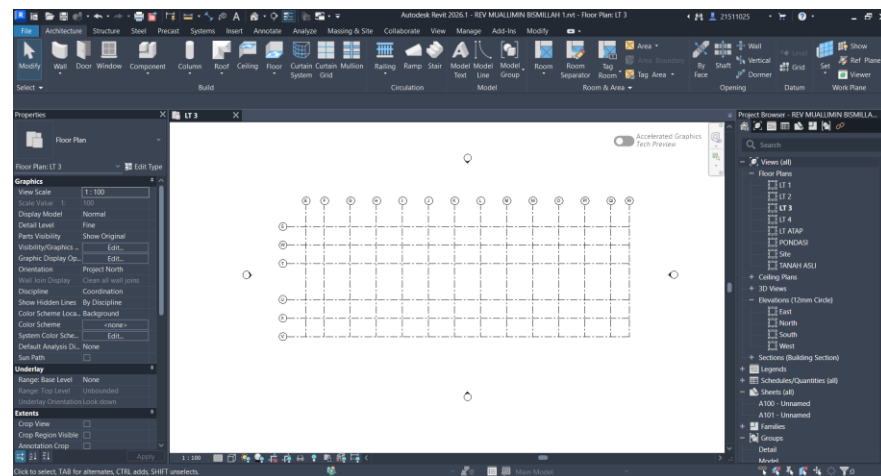
#### 2. Mengatur satuan/*Project Units*

Pilih toolbar Manage di taskbar atas, lalu buka Project Units. Pertama-tama, ubah unit pada discipline common menjadi sistem metrik karena pengaturan ini berpengaruh secara keseluruhan pada pemodelan. Selanjutnya, ganti discipline ke structural untuk mengatur unit structural yang akan digunakan sesuai kebutuhan. Tampilan *setting Project Units* dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 5.2 Tampilan Setting Units**

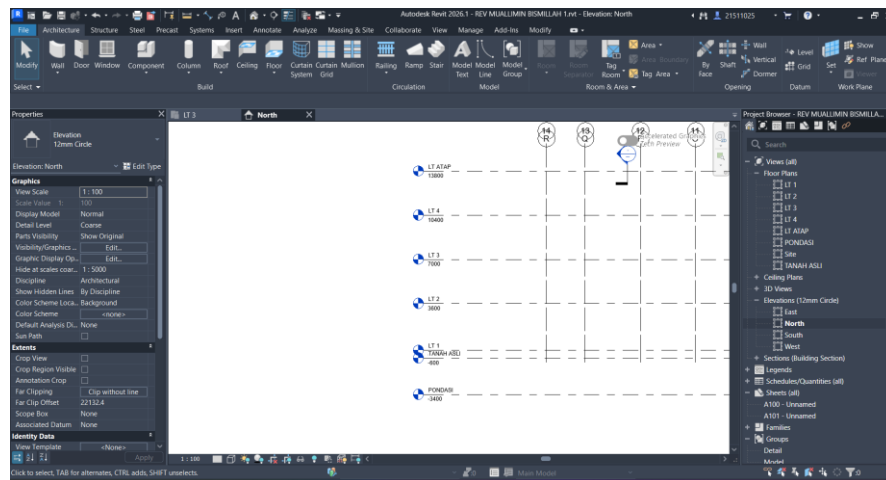
3. Membuat garis bantu atau *Grid* yang berguna untuk garis As bangunan. Memilih menu *Structure* pada *Taskbar* dan menuju pada kategori *Datum* dan memilih bagian *Grid*. Sesuaikan ukuran antar *Grid* pada Revit dengan gambar DED 2D yang telah didapat. Tampilan *Grid* dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 5.3 Tampilan Grid Settings**

#### 4. Mengatur Elevasi sesuai Level pada potongan DED

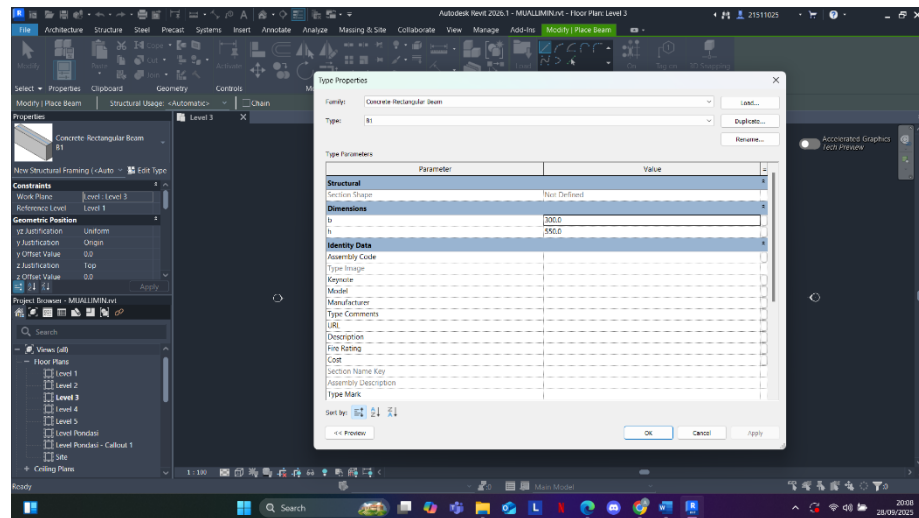
Pada bagian *Project Browser* terdapat menu yang menunjukkan *Elevations*. Pada menu tersebut pilih salah satu *Elevations View* lalu menyesuaikan level dan menambahkan level sesuai dengan spesifikasi DED yang telah dibuat. Tampilan *Elevation Views* dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 5.4 Tampilan Elevations Settings**

#### 5. Membuat kelompok material yang diperlukan

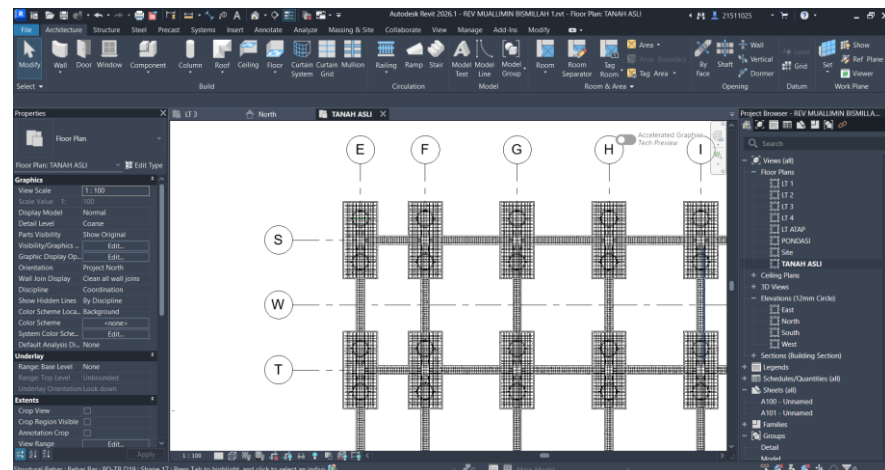
Untuk membuat objek struktural. Untuk membuat elemen struktural berbasis beton dapat menggunakan *tab Beam* untuk Balok, *Column* Untuk kolom, *Floor* untuk pelat lantai, dan *Isolated* untuk membuat Pondasi. Pembuatan elemen struktural tersebut disesuaikan dengan penamaan dan dimensi yang mengacu pada DED. Tampilan pengaturan struktural *Concrete* dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 5.5 Tampilan Pengaturan Structural Concrete**

6. Meng-*Input* Struktur Pondasi kedalam modelling

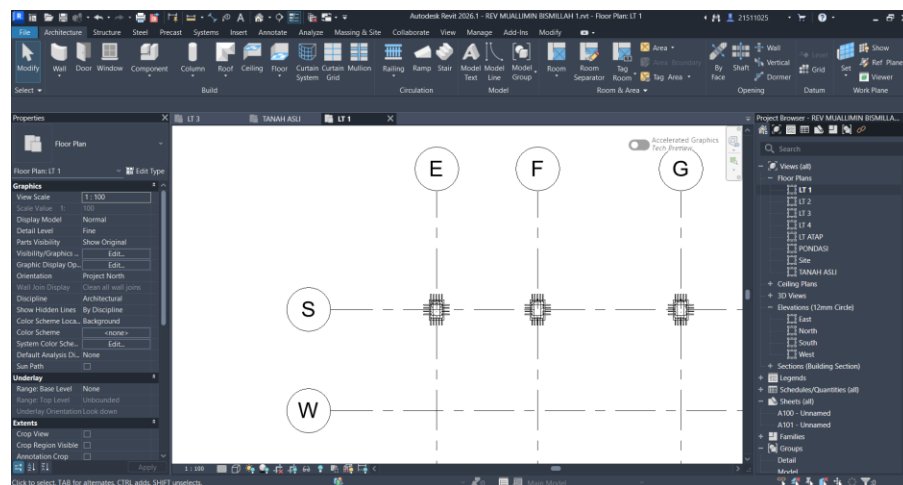
Untuk meng-*Input* model pondasi, menuju *tab Isolated* dan memilih pondasi dengan nama dan dimensi yang sudah sesuai dengan DED. Setelah memilih pondasi yang sesuai, penempatan pondasi harus sesuai dengan posisi pada DED atau menempatkan pada *Grid* yang telah dibuat. Tampilan pondasi yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 5.6 Tampilan Pondasi**

## 7. Meng-Input Struktur Kolom kedalam modelling

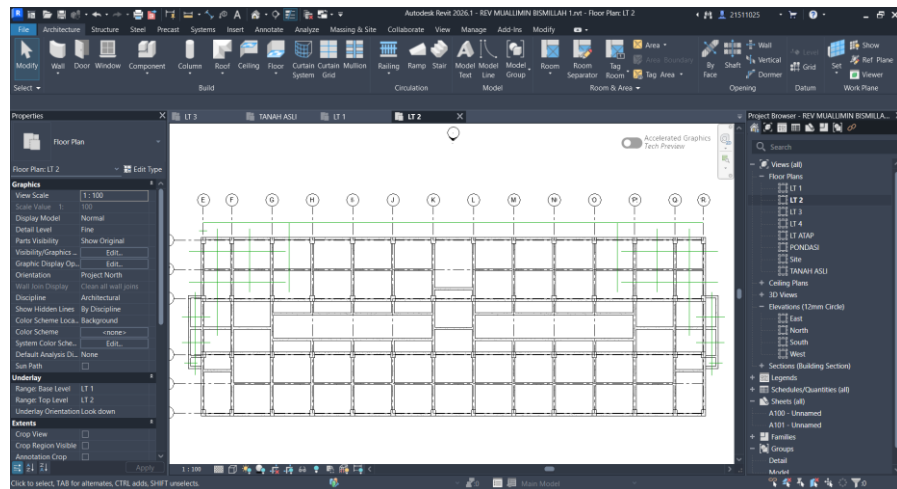
Untuk meng-Input model kolom, menuju *tab Column* dan memilih kolom dengan nama dan dimensi yang sudah sesuai dengan DED. Setelah memilih kolom yang sesuai, penempatan kolom harus sesuai dengan posisi pada DED atau menempatkan pada *Grid* yang telah dibuat dan buat pada masing masing level. Tampilan kolom yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 5.7 Tampilan Kolom**

## 8. Meng-Input Struktur Balok kedalam modelling

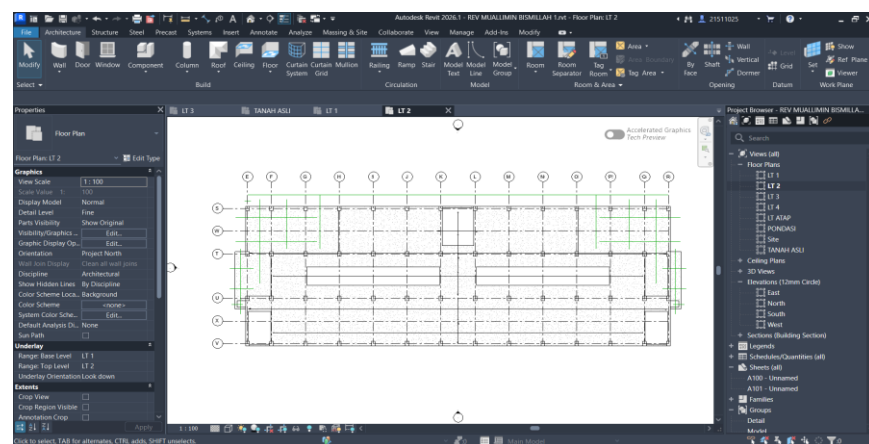
Untuk meng-Input model Balok, menuju *tab Beam* dan memilih balok dengan nama dan dimensi yang sudah sesuai dengan DED. Setelah memilih pondasi yang sesuai, penempatan balok harus sesuai dengan posisi pada DED atau menempatkan pada *Grid* yang telah dibuat dan buat pada masing masing level. Gambar permodelan Balok Dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 5.8 Tampilan Balok**

9. Meng-*Input* Struktur Pelat lantai kedalam modelling

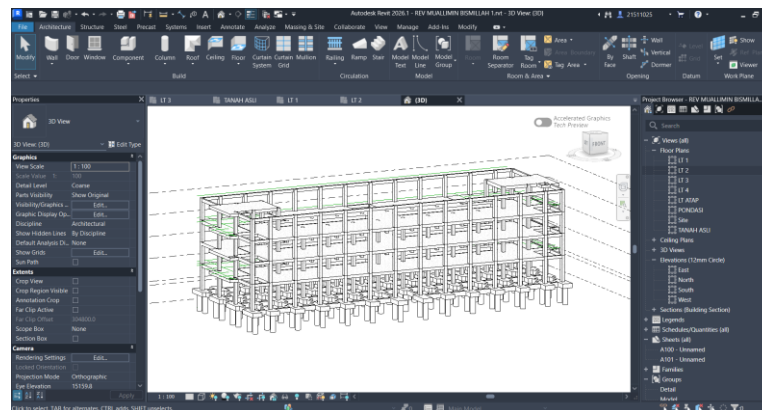
Untuk meng-*Input* model Pelat lantai, menuju *tab Structural Floor* dan memilih Pelat lantai dengan nama dan dimensi yang sudah sesuai dengan DED. Setelah memilih pelat lantai yang sesuai, penempatan pelat lantai harus sesuai dengan posisi pada DED atau menempatkan pada *Grid* yang telah dibuat dan buat pada masing masing level. Tampilan pelat lantai yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 5.9 Tampilan Pelat Lantai**

## 10. Hasil Komponen Struktur.

Permodelan telah dilakukan secara keseluruhan dan dibuat semirip mungkin dengan DED yang dapat dilihat pada lampiran. Permodelan dibuat semirip mungkin berguna untuk memperkuat akurasi dan validasi yang optimal. Tampilan keseluruhan structural Gedung dapat dilihat pada gambar berikut.



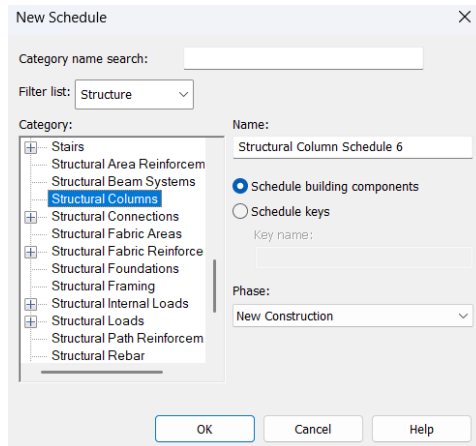
**Gambar 5.10 Hasil permodelan 3D Modelbase dari Revit**

### 5.2.2 *Quantity Take Off* Material Struktural

*Quantity Take Off (QTO)* merupakan proses pengukuran dan perhitungan volume atau jumlah material dari tiap tiap pekerjaan yang telah di modelkan pada aplikasi Revit dalam hal ini berkaitan dengan pekerjaan structural. *QTO* dapat menjadikan estimasi penyusunan *Bill of Quantity (BOQ)* menjadi lebih efisien dan akurat tergantung dari proses pembuatan modelling bangunan. Pada aplikasi Revit, proses penyusunan *QTO* disusun dari beberapa tahap, sebagai berikut.

#### 1. Analisis volume pekerjaan

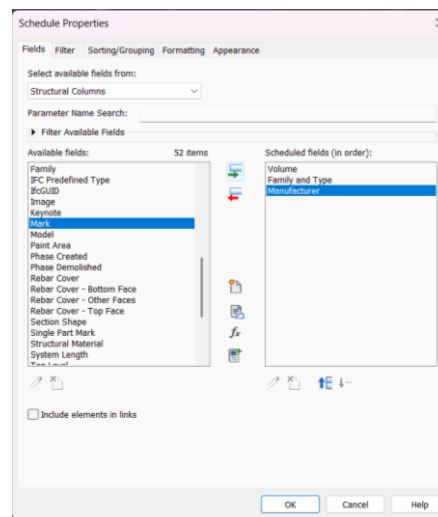
Untuk mempersiapkan *QTO*, tahapan awalnya adalah menuju *taskbar Analyze* dan menuju pada menu *schedule/quantities* terdapat tampilan *Reports & Schedules*. Tampilan menu *New Schedules* dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 5.11 Tampilan Menu *New Schedules***

2. Menampilkan Data Informasi.

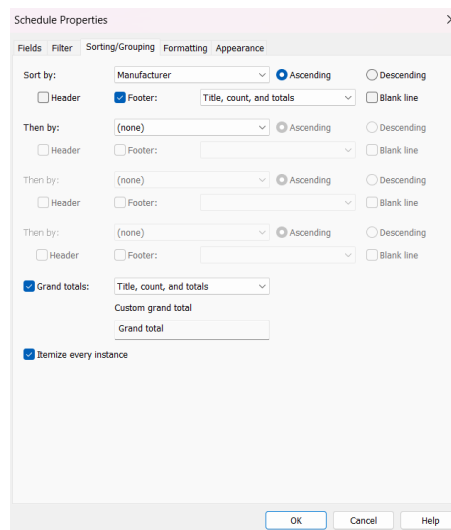
Setelah Tampilan *New Schedules* muncul, pilih menu *Structure* pada *Filter List* kemudian untuk membuat *Multy Category Schedules* pilih kategori *Multy Category* pada bagian yang telah muncul. Untuk menentukan elemen apa saja yang ditampilkan, pilih menu *Fields* dan pilih kategori *Type*, *level*, *reinforcement volume* dan *volume*. Tampilan menu *Fields* dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 5.12 Tampilan Menu *Fields* pada Revit**

### 3. Mengatur informasi untuk menampilkan *QTO*

Untuk menghasilkan *QTO*, harus mengatur terlebih dahulu apa saja elemen yang akan dimunculkannya volume. Pada tahap selanjutnya melakukan *Sorting/Grouping* lalu setelahnya pilih menu *formatting* untuk mengatur *Fields* yang perlu disesuaikan Namanya. Tampilan *Formatting* dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 5.13** Tampilan *Formatting* pada Revit

### 4. Hasil *Quantity Take Off (QTO)*

Setelah tahapan tahapan tersebut telah dilakukan, aplikasi Revit nantinya akan menampilkan laporan hasil dari analisis *QTO*. Hasil *QTO* dapat dilihat pada gambar berikut.



proyek. Berikut merupakan tabel *Work Breakdown Structure* pada pekerjaan structural.

**Tabel 5.1 *Work Breakdown Structure***

No	Pekerjaan
Pekerjaan Pondasi	
1	Pekerjaan pembesian pondasi sumuran
2	Pekerjaan pengecoran pondasi sumuran
3	Pekerjaan pembesian pilecap
4	Pekerjaan pengecoran pilecap
Pekerjaan Lantai 1	
1	Pekerjaan pembesian kolom lantai 1
2	Pekerjaan pengecoran kolom lantai 1
3	Pekerjaan pembesian balok Lantai 1 (Tie Beam & sloof)
4	Pekerjaan pengecoran balok lantai 1 (Tie beam & sloof)
5	Pekerjaan pembesian tangga lantai 1
6	Pekerjaan pengecoran tangga lantai 1
Pekerjaan Lantai 2	
1	Pekerjaan pembesian kolom lantai 2
2	Pekerjaan pengecoran kolom lantai 2
3	Pekerjaan pembesian Balok Lantai 2 (B3)
4	Pekerjaan pembesian Balok Lantai 2 (B2)
5	Pekerjaan pembesian Balok Lantai 2 (B1)
6	Pekerjaan pembesian Balok Lantai 2 (B7)
7	Pekerjaan pembesian Balok Lantai 2 (B5)
8	Pekerjaan pembesian Balok Lantai 2 (B4)
9	Pekerjaan pembesian plat lantai 2
10	Pekerjaan pengecoran area 1 lantai 2
11	Pekerjaan pengecoran area 2 lantai 2
12	Pekerjaan pengecoran area 3 lantai 2
13	Pekerjaan pembesian tangga lantai 2
14	Pekerjaan pengecoran tangga lantai 2
Pekerjaan Lantai 3	
1	Pekerjaan pembesian kolom lantai 3
2	Pekerjaan pengecoran kolom lantai 3
3	Pekerjaan pembesian Balok Lantai 3 (B3)
4	Pekerjaan pembesian Balok Lantai 3 (B2)
5	Pekerjaan pembesian Balok Lantai 3 (B1)
6	Pekerjaan pembesian Balok Lantai 3 (B7)
7	Pekerjaan pembesian Balok Lantai 3 (B5)
8	Pekerjaan pembesian Balok Lantai 3 (B4)

**Lanjutan tabel 5.1 *Work Breakdown Structure***

9	Pekerjaan pembesian Plat Lantai 3
10	Pekerjaan pengecoran area 1 lantai 3
11	Pekerjaan pengecoran area 2 lantai 3
12	Pekerjaan pengecoran area 3 lantai 3
13	Pekerjaan pembesian tangga lantai 3
14	Pekerjaan pengecoran tangga lantai 3
Pekerjaan Lantai 4	
1	Pekerjaan pembesian kolom lantai 4
2	Pekerjaan pengecoran kolom lantai 4
3	Pekerjaan pembesian Balok Lantai 4 (B3)
4	Pekerjaan pembesian Balok Lantai 4 (B2)
5	Pekerjaan pembesian Balok Lantai 4 (B1)
6	Pekerjaan pembesian Balok Lantai 4 (B7)
7	Pekerjaan pembesian Balok Lantai 4 (B5)
8	Pekerjaan pembesian Balok Lantai 4 (B4)
9	Pekerjaan pembesian Plat Lantai 4
10	Pekerjaan pengecoran area 1 lantai 4
11	Pekerjaan pengecoran area 2 lantai 4
12	Pekerjaan pengecoran area 3 lantai 4
Pekerjaan Lantai Atap	
1	Pekerjaan pembesian Balok Atap (B1)
2	Pekerjaan pembesian Balok Atap (B2)
3	Pekerjaan pembesian Balok Atap (B3)
4	Pekerjaan pembesian Balok Atap (B4)
5	Pekerjaan pembesian Plat Atap
6	Pekerjaan pengecoran balok dan plat atap

Setelah *Work Breakdown Structure* sudah tersusun, Langkah berikutnya adalah memasukan volume dari tiap pekerjaan yang dimana sudah diketahui melalui proses *Quantity Take Off* pada aplikasi Revit. Untuk mengolah data WBS dengan QTO memerlukan aplikasi pendukung yaitu Microsoft Excel yang berguna untuk merekap susunan WBS dengan daftar QTO yang telah didapatkan. Berikut merupakan tabel rekap dari *Quantity Take Off*.

**Tabel 5.2 Rekap dari hasil QTO elemen Struktural Pada Revit**

No	Pekerjaan	Volume Cor (m <sup>3</sup> )	Volume Besi (kg)
I	Pekerjaan Pondasi		
I.1	Pekerjaan Pondasi Sumuran	151,76	13.614,89
I.2	Pekerjaan Pilecap	225,68	18.218,45
II	Pekerjaan Lantai 1		
II.1	Pekerjaan Kolom Lt 1 (K1)	63,28	16.571,42
II.2	Pekerjaan Tiebeam (TB)	63,82	13.730,90
III.3	Pekerjaan tangga lt 1	10,38	1.359,08
III	Pekerjaan Lantai 2		
III.1	Pekerjaan Kolom Lt 2 (K1)	51,52	12.054,13
III.2	Pekerjaan Balok Lt 2 (B1)	6,96	4.690,92
III.3	Pekerjaan Balok Lt 2 (B2)	25,20	4.945,73
III.4	Pekerjaan Balok Lt 2 (B3)	24,10	1.466,55
III.5	Pekerjaan Balok Lt 2 (B4)	2,16	936,94
III.6	Pekerjaan Balok Lt 2 (B5)	7,46	1.012,32
III.7	Pekerjaan Balok Lt 2 (B7)	6,96	318,88
III.8	Pekerjaan Plat Lantai 2 (PB)	84,61	8.748,53
III.9	Pekerjaan tangga lt 2	10,53	1.223,72
IV	Pekerjaan Lantai 3		
IV.1	Pekerjaan Kolom Lt 3 (K1)	51,52	12.562,28
IV.2	Pekerjaan Balok Lt 3 (B1)	6,96	4.526,25
IV.3	Pekerjaan Balok Lt 3 (B2)	25,20	4.945,73
IV.4	Pekerjaan Balok Lt 3 (B3)	24,10	1.227,13
IV.5	Pekerjaan Balok Lt 3 (B4)	2,16	936,94
IV.6	Pekerjaan Balok Lt 3 (B5)	7,46	1.113,00
IV.7	Pekerjaan Balok Lt 3 (B7)	6,96	276,43
IV.8	Pekerjaan Plat Lantai 3 (PB)	84,61	8.748,53
IV.9	Pekerjaan tangga lt 3	10,53	1.200,98
V	Pekerjaan Lantai 4		
V.1	Pekerjaan Kolom Lt 4 (K1)	36,80	8.101,94
V.2	Pekerjaan Balok Lt 4 (B1)	6,96	4.536,15
V.3	Pekerjaan Balok Lt 4 (B2)	25,20	4.945,73
V.4	Pekerjaan Balok Lt 4 (B3)	24,10	1.227,13
V.5	Pekerjaan Balok Lt 4 (B4)	2,16	936,94
V.6	Pekerjaan Balok Lt 4 (B5)	7,46	1.062,66
V.7	Pekerjaan Balok Lt 4 (B7)	6,96	231,01
V.8	Pekerjaan Plat Lantai 4 (PB)	84,61	8.748,53
VI	Pekerjaan Lantai Atap		
VI.1	Pekerjaan Balok Atap (B1)	5,22	2.991,55
VI.2	Pekerjaan Balok Atap (B2)	3,24	648,23

**Lanjutan tabel 5.2 rekap dari hasil QTO elemen struktural pada Revit**

No	Pekerjaan	Volume Cor (m <sup>3</sup> )	Volume Besi (kg)
VI.3	Pekerjaan Balok Atap (B3)	15,92	980,20
VI.4	Pekerjaan Balok Atap (B4)	4,32	722,41
VI.5	Pekerjaan Plat Atap (PC)	12,12	1.881,13

### 5.3.2 Analisis Koefisien Pekerja.

Koefisien pekerja dibutuhkan untuk menentukan durasi pekerjaan dari tiap elemen structural. Data koefisien pekerja didapatkan melalui file Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) atau didapatkan melalui file Ciptakarya tahun 2025. Berikut merupakan daftar analisis koefisien pekerjaan pengecoran dan pembesian sesuai dengan file Ciptakarya tahun 2025.

**Tabel 5.3 Daftar koefisien pekerjaan struktural**

Pekerjaan Pondasi		
No	Uraian	Koef
A	Beton Ready Mix	
1	Tukang Batu	0,10
2	Kepala Tukang Batu	0,01
3	Pekerja	0,40
4	Mandor	0,04
Pekerjaan Sloof		
No	Uraian	Koef
A	Beton Ready Mix	
1	Tukang Batu	0,10
2	Kepala Tukang Batu	0,01
3	Pekerja	0,40
4	Mandor	0,04
Pekerjaan Kolom		
No	Uraian	Koef
A	Beton Ready Mix	
1	Tukang Batu	0,10
2	Kepala Tukang Batu	0,01
3	Pekerja	0,40
4	Mandor	0,04
Pekerjaan Balok		
No	Uraian	Koef
A	Beton Ready Mix	
1	Tukang Batu	0,10

**Lanjutan tabel 5.3 daftar koefisien pekerjaan struktural**

2	Kepala Tukang Batu	0,01
3	Pekerja	0,40
4	Mandor	0,04
Pekerjaan Plat Lantai		
No	Uraian	Koef
A	Beton Ready Mix	
1	Tukang Batu	0,10
2	Kepala Tukang Batu	0,01
3	Pekerja	0,40
4	Mandor	0,04
Pekerjaan Pembesian		
No	Uraian	Koef
1	Tukang besi	0,00160
2	Kepala Tukang	0,00016
3	Pekerja	0,00160
4	Mandor	0,00016
Pekerjaan menggunakan pompa beton		
No	Uraian	Koef
1	Pekerja	0,100
2	Mandor	0,010

**5.3.3 Analisis rencana penjadwalan menggunakan Microsoft Project.**

Pada tahap perencanaan penjadwalan, nantinya akan menghasilkan durasi waktu dari tiap tiap elemen struktural sebelum dijadikan percepatan perencanaan penjadwalan. Pembuatan rencana percepatan penjadwalan ini dibantu dengan *software* Microsoft Project yang nantinya akan terintegrasi dalam aplikasi BIM lainnya untuk mewujudkan BIM 4D. Berikut merupakan tahapan dalam membuat rencana percepatan penjadwalan menggunakan Microsoft Project.

**1. Persiapan data informasi proyek**

Perencanaan penjadwalan dibuat berdasarkan *Work Breakdown Structure (WBS)* yang telah disesuaikan dengan data penjadwalan proyek. Perencanaan penjadwalan dibuat urut dan memperhatikan hubungan antar pekerjaan.

**Tabel 5.4 Hubungan antar pekerjaan**

No	Nama Pekerjaan	Predecessors	Durasi	Mulai	Selesai
<b>1</b>	<b>Pekerjaan Struktural</b>		<b>111 days</b>	<b>Thu 01/08/24</b>	<b>Tue 19/11/24</b>
<b>2</b>	<b>Pekerjaan Pondasi</b>		<b>32 days</b>	<b>Thu 01/08/24</b>	<b>Sun 01/09/24</b>
3	Pembesian Pondasi Sumuran		5 days	Thu 01/08/24	Mon 05/08/24
4	Pengecoran Pondasi Sumuran 1	17FS	2 days	Mon 12/08/24	Tue 13/08/24
5	Pengecoran Pondasi Sumuran 2	4 FS	1 day	Wed 14/08/24	Wed 14/08/24
6	Pengecoran Pondasi Sumuran 3	5 FS	1 day	Thu 15/08/24	Thu 15/08/24
7	Pengecoran Pondasi Sumuran 4	6 FS	1 day	Fri 16/08/24	Fri 16/08/24
8	Pengecoran Pondasi Sumuran 5	7 FS	1 day	Sat 17/08/24	Sat 17/08/24
9	Pengecoran Pondasi Sumuran 6	8 FS	1 day	Sun 18/08/24	Sun 18/08/24
10	Pengecoran Pondasi Sumuran 7	9 FS	1 day	Mon 19/08/24	Mon 19/08/24
11	Pengecoran Pondasi Sumuran 8	10 FS	1 day	Tue 20/08/24	Tue 20/08/24
12	Pengecoran Pondasi Sumuran 9	11 FS	1 day	Wed 21/08/24	Wed 21/08/24
13	Pengecoran Pondasi Sumuran 10	12 FS	1 day	Thu 22/08/24	Thu 22/08/24
14	Pengecoran Pondasi Sumuran 11	13 FS	1 day	Fri 23/08/24	Fri 23/08/24
15	Pengecoran Pondasi Sumuran 12	14 FS	1 day	Sat 24/08/24	Sat 24/08/24
16	Pengecoran Pondasi Sumuran 13	15 FS	1 day	Sun 25/08/24	Sun 25/08/24
17	Pembesian Pile Cap	3 FS	6 days	Tue 06/08/24	Sun 11/08/24
18	Pengecoran Pile Cap 1	4SS	2 days	Wed 14/08/24	Thu 15/08/24
19	Pengecoran Pile Cap 2	18 FS	2 days	Fri 16/08/24	Sat 17/08/24
20	Pengecoran Pile Cap 3	19 FS	2 days	Sun 18/08/24	Mon 19/08/24
21	Pengecoran Pile Cap 4	20 FS	1 day	Tue 20/08/24	Tue 20/08/24
22	Pengecoran Pile Cap 5	21 FS	1 day	Wed 21/08/24	Wed 21/08/24
23	Pengecoran Pile Cap 6	22 FS	1 day	Thu 22/08/24	Thu 22/08/24
24	Pengecoran Pile Cap 7	23 FS	1 day	Fri 23/08/24	Fri 23/08/24
25	Pengecoran Pile Cap 8	24 FS	1 day	Sat 24/08/24	Sat 24/08/24

**Lanjutan Tabel 5.4 Hubungan antar pekerjaan**

No	Nama Pekerjaan	Predecessors	Durasi	Mulai	Selesai
26	Pengecoran Pile Cap 9	25 FS	1 day	Sun 25/08/24	Sun 25/08/24
27	Pengecoran Pile Cap 10	26 FS	1 day	Mon 26/08/24	Mon 26/08/24
28	Pengecoran Pile Cap 11	27 FS	1 day	Tue 27/08/24	Tue 27/08/24
29	Pengecoran Pile Cap 12	28 FS	1 day	Wed 28/08/24	Wed 28/08/24
30	Pengecoran Pile Cap 13	29 FS	2 days	Thu 29/08/24	Fri 30/08/24
31	Pengecoran Pile Cap 14	30 FS	2 days	Sat 31/08/24	Sun 01/09/24
<b>32</b>	<b>Pekerjaan Lantai 1</b>		<b>42 days</b>	<b>Fri 09/08/24</b>	<b>Thu 19/09/24</b>
33	Pembesian Kolom Lantai 1 (K1)	17SS+3 days	5 days	Fri 09/08/24	Tue 13/08/24
34	Pengecoran Kolom Lantai 1 (K1) 1	31 FS	1 day	Mon 02/09/24	Mon 02/09/24
35	Pengecoran Kolom Lantai 1 (K1) 2	34 FS	1 day	Tue 03/09/24	Tue 03/09/24
36	Pengecoran Kolom Lantai 1 (K1) 3	35 FS	1 day	Wed 04/09/24	Wed 04/09/24
37	Pengecoran Kolom Lantai 1 (K1) 4	36 FS	1 day	Thu 05/09/24	Thu 05/09/24
38	Pengecoran Kolom Lantai 1 (K1) 5	37 FS	1 day	Fri 06/09/24	Fri 06/09/24
39	Pengecoran Kolom Lantai 1 (K1) 6	38 FS	1 day	Sat 07/09/24	Sat 07/09/24
40	Pembesian Tie Beam Lantai 1 (TB)	33SS+1 day	6 days	Mon 26/08/24	Sat 31/08/24
41	Pengecoran Tie Beam Lantai 1 (TB)	40FS+4 days	6 days	Thu 12/09/24	Thu 19/09/24
<b>42</b>	<b>Pekerjaan Lantai 2</b>		<b>23 days</b>	<b>Sun 08/09/24</b>	<b>Mon 30/09/24</b>
43	Pembesian Kolom Lantai 2 (K1)	39 FS	4 days	Sun 08/09/24	Wed 11/09/24
44	Pengecoran Kolom Lantai 2 (K1) 1	59 FS	1 day	Thu 26/09/24	Thu 26/09/24
45	Pengecoran Kolom Lantai 2 (K1) 2	44SS	1 day	Thu 26/09/24	Thu 26/09/24
46	Pengecoran Kolom Lantai 2 (K1) 3	45 FS	1 day	Fri 27/09/24	Fri 27/09/24
47	Pengecoran Kolom Lantai 2 (K1) 4	46 FS	1 day	Sat 28/09/24	Sat 28/09/24
48	Pengecoran Kolom Lantai 2 (K1) 5	47 FS	1 day	Sun 29/09/24	Sun 29/09/24
49	Pengecoran Kolom Lantai 2 (K1) 6	48 FS	1 day	Mon 30/09/24	Mon 30/09/24
50	Pembesian Balok Lantai 2 (B3)	43 FS	2 days	Thu 12/09/24	Fri 13/09/24

**Lanjutan Tabel 5.4 Hubungan antar pekerjaan**

No	Nama Pekerjaan	Predecessors	Durasi	Mulai	Selesai
51	Pembesian Balok Lantai 2 (B2)	50 FS	2 days	Sat 14/09/24	Sun 15/09/24
52	Pembesian Balok lantai 2 (B1)	51 FS	1 day	Mon 16/09/24	Mon 16/09/24
53	Pembesian Balok lantai 2 (B7)	52 FS	1 day	Tue 17/09/24	Tue 17/09/24
54	Pembesian balok Lantai 2 (B5)	53 FS	1 day	Wed 18/09/24	Wed 18/09/24
55	Pembesian Balok Lantai 2 (B4)	54 FS	1 day	Thu 19/09/24	Thu 19/09/24
56	Pembesian Plat Lantai 2 (PB)	55 FS	3 days	Fri 20/09/24	Sun 22/09/24
57	Pengecoran Area 1 (Lt2)	56 FS	1 day	Mon 23/09/24	Mon 23/09/24
58	Pengecoran Area 2 (Lt 2)	57 FS	1 day	Tue 24/09/24	Tue 24/09/24
59	Pengecoran Area 3 (Lt 2)	58 FS	1 day	Wed 25/09/24	Wed 25/09/24
60	Pembesian Tangga Lantai 1	59FS+1 day	1 day	Fri 27/09/24	Fri 27/09/24
61	Pengecoran Tangga Lantai 1	60 FS	1 day	Sat 28/09/24	Sat 28/09/24
<b>62</b>	<b>Pekerjaan Lantai 3</b>		<b>24 days</b>	<b>Tue 01/10/24</b>	<b>Thu 24/10/24</b>
63	Pembesian Kolom Lantai 3 (K1)	49 FS	5 days	Tue 01/10/24	Sat 05/10/24
64	Pengecoran Kolom Lantai 3 (K1) 1	79 FS	1 day	Sun 20/10/24	Sun 20/10/24
65	Pengecoran Kolom Lantai 3 (K1) 2	64SS	1 day	Sun 20/10/24	Sun 20/10/24
66	Pengecoran Kolom Lantai 3 (K1) 3	65 FS	1 day	Mon 21/10/24	Mon 21/10/24
67	Pengecoran Kolom Lantai 3 (K1) 4	66 FS	1 day	Tue 22/10/24	Tue 22/10/24
68	Pengecoran Kolom Lantai 3 (K1) 5	67 FS	1 day	Wed 23/10/24	Wed 23/10/24
69	Pengecoran Kolom Lantai 3 (K1) 6	68 FS	1 day	Thu 24/10/24	Thu 24/10/24
70	Pembesian Balok Lantai 3 (B3)	63 FS	2 days	Sun 06/10/24	Mon 07/10/24
71	Pembesian balok Lantai 3 (B2)	70 FS	2 days	Tue 08/10/24	Wed 09/10/24
72	Pembesian Balok Lantai 3 (B1)	71 FS	1 day	Thu 10/10/24	Thu 10/10/24
73	Pembesian balok Lantai 3 (B7)	72 FS	1 day	Fri 11/10/24	Fri 11/10/24
74	Pembesian Balok Lantai 3 (B5)	73 FS	1 day	Sat 12/10/24	Sat 12/10/24
75	Pembesian balok Lantai 3 (B4)	74 FS	1 day	Sun 13/10/24	Sun 13/10/24

Lanjutan Tabel 5.4 Hubungan antar pekerjaan

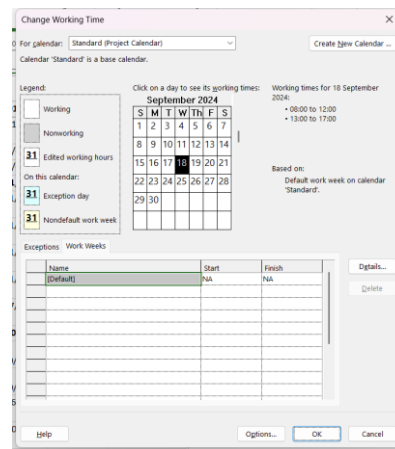
No	Nama Pekerjaan	Predecessors	Durasi	Mulai	Selesai
76	Pembesian Plat Lantai 3 (PB)	75 FS	3 days	Mon 14/10/24	Wed 16/10/24
77	Pengecoran Area 1 (Lt 3)	76 FS	1 day	Thu 17/10/24	Thu 17/10/24
78	Pengecoran Area 2 (Lt 3)	77 FS	1 day	Fri 18/10/24	Fri 18/10/24
79	Pengecoran Area 3 (Lt 3)	78 FS	1 day	Sat 19/10/24	Sat 19/10/24
80	Pembesian tangga lantai 2	79FS+1 day	1 day	Mon 21/10/24	Mon 21/10/24
81	pengecoran tangga lantai 2	80 FS	1 day	Tue 22/10/24	Tue 22/10/24
<b>82</b>	<b>Pekerjaan Lantai 4</b>		<b>20 days</b>	<b>Fri 25/10/24</b>	<b>Wed 13/11/24</b>
83	Pembesian Kolom Lantai 4 (K1)	69 FS	3 days	Fri 25/10/24	Sun 27/10/24
84	Pengecoran Kolom Lantai 4 (K1) 1	96 FS	1 day	Mon 11/11/24	Mon 11/11/24
85	Pengecoran Kolom Lantai 4 (K1) 2	84 FS	1 day	Tue 12/11/24	Tue 12/11/24
86	Pengecoran Kolom Lantai 4 (K1) 3	85 FS	1 day	Wed 13/11/24	Wed 13/11/24
87	Pembesian Balok Lantai 4 (B3)	83 FS	2 days	Mon 28/10/24	Tue 29/10/24
88	Pembesian Balok Lantai 4 (B2)	87 FS	2 days	Wed 30/10/24	Thu 31/10/24
89	Pembesian Balok Lantai 4 (B1)	88 FS	1 day	Fri 01/11/24	Fri 01/11/24
90	Pembesian Balok Lantai 4 (B7)	89 FS	1 day	Sat 02/11/24	Sat 02/11/24
91	Pembesian Balok Lantai 4 (B5)	90 FS	1 day	Sun 03/11/24	Sun 03/11/24
92	Pembesian Balok Lantai 4 (B4)	91 FS	1 day	Mon 04/11/24	Mon 04/11/24
93	Pembesian Plat Lantai 4 (PB)	92 FS	3 days	Tue 05/11/24	Thu 07/11/24
94	Pengecoran Area 1 (Lt 4)	93 FS	1 day	Fri 08/11/24	Fri 08/11/24
95	Pengecoran Area 2 (Lt4)	94 FS	1 day	Sat 09/11/24	Sat 09/11/24
96	Pengecoran Area 3 (Lt 4)	95 FS	1 day	Sun 10/11/24	Sun 10/11/24
97	Pembesian tangga lantai 3	96 FS	1 day	Mon 11/11/24	Mon 11/11/24
98	pengecoran tangga lantai 3	97 FS	1 day	Tue 12/11/24	Tue 12/11/24
<b>99</b>	<b>Pekerjaan Lantai Atap</b>		<b>6 days</b>	<b>Thu 14/11/24</b>	<b>Tue 19/11/24</b>
100	Pembesian Balok Atap (B3)	86 FS	1 day	Thu 14/11/24	Thu 14/11/24

### Lanjutan Tabel 5.4 Hubungan antar pekerjaan

No	Nama Pekerjaan	Predecessors	Durasi	Mulai	Selesai
101	Pembesian Balok Atap (B2)	100 FS	1 day	Fri 15/11/24	Fri 15/11/24
102	Pembesian Balok Atap (B1)	101 FS	1 day	Sat 16/11/24	Sat 16/11/24
103	Pembesian Balok Atap (B4)	102 FS	1 day	Sun 17/11/24	Sun 17/11/24
104	Pembesian Plat Atap (PC)	103 FS	1 day	Mon 18/11/24	Mon 18/11/24
105	Pengecoran Balok dan Plat atap	104 FS	1 day	Tue 19/11/24	Tue 19/11/24

## 2. Proses informasi proyek pada Microsoft Project

Informasi proyek dapat diproses melalui Microsoft project pada *taskbar Project-Change working time* yang berfungsi untuk menentukan tanggal pelaksanaan pekerjaan dan mengatur hari aktif .



**Gambar 5.12** Pengaturan Taskbar Project-Change Work Time

## 3. Mengatur urutan pekerjaan dan Durasi pekerjaan.

Tahapan selanjutnya ialah memasukan data pekerjaan structural kedalam kolom *Task Name*. Pekerjaan yang dimasukan adalah pekerjaan yang sesuai dengan uraian pekerjaan pada proses sebelumnya. Berikut merupakan contoh perhitungan untuk menentukan durasi dari tiap pekerjaan

$$\frac{\text{koef} \times \text{volume}}{\text{jml pekerja}} = \frac{0.4 \times 225.68}{5} = 18.05 \approx 19 \text{ hari}$$

Setelah itu *input* durasi dari tiap tiap pekerjaan structural berdasarkan data yang sudah disiapkan. Tabel dari tahapan ini dapat dilihat pada gambar berikut.

**Tabel 5.5 Durasi dari tiap pekerjaan struktural**

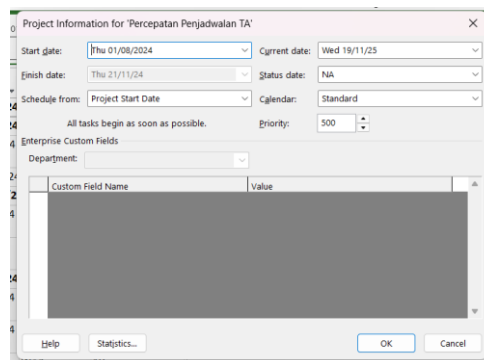
No	Pekerjaan	Durasi (Hari)	
		Pengecoran	Pembesian
I	Pekerjaan Pondasi		
1	Pekerjaan Pile Cap	19	6
2	Pekerjaan Pondasi Sumuran	13	5
II	Pekerjaan Lantai 1		
1	Pekerjaan Kolom Lantai 1	6	5
2	Pekerjaan Balok Lantai 1 (Tie Beam)	6	6
3	Pekerjaan tangga lantai 1	1	1
III	Pekerjaan Lantai 2		
1	Pekerjaan Kolom Lantai 2	6	4
2	Pekerjaan Balok Lantai 2 (B1)	3	1
3	Pekerjaan Balok Lantai 2 (B2)	3	2
4	Pekerjaan Balok Lantai 2 (B3)	3	2
5	Pekerjaan Balok Lantai 2 (B4)	3	1
6	Pekerjaan Balok Lantai 2 (B5)	3	1
7	Pekerjaan Balok Lantai 2 (B7)	3	1
8	Pekerjaan Plat Lantai 2	3	3
9	Pekerjaan tangga lantai 2	1	1
IV	Pekerjaan Lantai 3		
1	Pekerjaan Kolom Lantai 3	6	5
2	Pekerjaan Balok Lantai 3 (B1)	3	1
3	Pekerjaan Balok Lantai 3 (B2)	3	2
4	Pekerjaan Balok Lantai 3 (B3)	3	2
5	Pekerjaan Balok Lantai 3 (B4)	3	1
6	Pekerjaan Balok Lantai 3 (B5)	3	1
7	Pekerjaan Balok Lantai 3 (B7)	3	1
8	Pekerjaan Plat Lantai 3	3	3
9	Pekerjaan tangga lantai 3	1	1
V	Pekerjaan Lantai 4		
1	Pekerjaan Kolom Lantai 4	5	5
2	Pekerjaan Balok Lantai 4 (B1)	3	1
3	Pekerjaan Balok Lantai 4 (B2)	3	2
4	Pekerjaan Balok Lantai 4 (B3)	3	2
5	Pekerjaan Balok Lantai 4 (B4)	3	1

**Lanjutan Tabel 5.5 Durasi dari tiap pekerjaan struktural**

No	Pekerjaan	Durasi (Hari)	
		Pengecoran	Pembesian
6	Pekerjaan Balok Lantai 3 (B5)	3	1
7	Pekerjaan Balok Lantai 3 (B7)	3	1
8	Pekerjaan Plat Lantai 3	3	3
VI	Pekerjaan Lantai atap		
1	Pekerjaan Balok Lantai 4 (B1)	1	1
2	Pekerjaan Balok Lantai 4 (B2)	1	1
3	Pekerjaan Balok Lantai 4 (B3)	1	1
4	Pekerjaan Balok Lantai 4 (B4)	1	1
5	Pekerjaan Plat atap	1	1

4. Mengatur tanggal rencana pekerjaan.

Pada tahapan ini, proses dari tahapan sebelumnya diubah dari *Task Mode* menjadi *Auto Schedule* yang berguna untuk sinkronisasi antara penjadwalan data proyek dengan Microsoft Project. Setelah itu mengatur jadwal dimulainya proyek pada menu *Project-Project Information*. Untuk lebih jelasnya, Pengaturan tanggal rencana pekerjaan dapat dilihat pada gambar berikut.



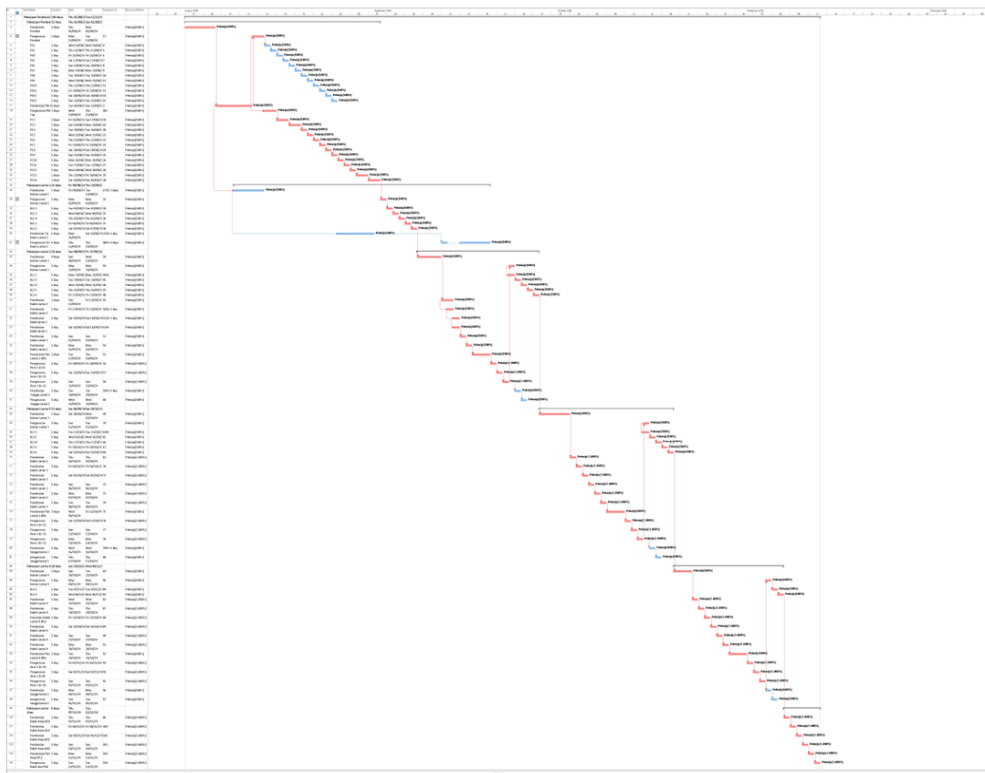
**Gambar 5.13 Menu tampilan Project Information**

5. Menghubungkan antar aktivitas pekerjaan.

Setelah tahapan berikutnya sudah selesai, proses hubungan aktivitas antar pekerjaan dapat disusun. Hubungan aktivitas antar pekerjaan dapat dilihat pada gambar berikut.

Setelah hubungan aktivitas antar pekerjaan telah tersusun, proses setelahnya ialah mengurutkan susunan aktivitas antar pekerjaan sesuai dengan *Work Breakdown Structure (WBS)* yang telah dibuat. Hubungan aktivitas antar pekerjaan yang telah disesuaikan bisa dilihat pada gambar berikut.

Setelah Hubungan aktivitas antar pekerjaan yang telah disesuaikan tersusun maka dapat dilihat *Gantt Chart* pada Microsoft Project. Gambar *Gantt Chart* dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 5.14 Hasil Gantt Chart rencana penjadwalan Proyek**

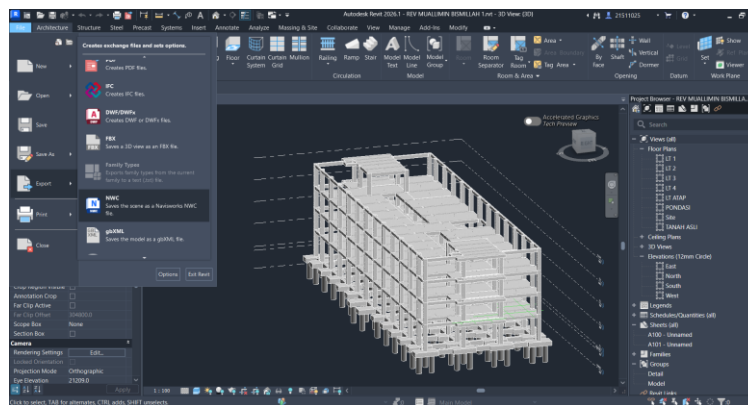
#### **5.4 Implementasi BIM 4D menggunakan aplikasi Autodesk Navisworks.**

Penggunaan aplikasi Autodesk Naviswork dalam Implementasi BIM 4D adalah untuk mengintegrasikan data modelbase 3D yang telah dibuat pada aplikasi Autodesk Revit dan Data penjadwalan yang sudah diproses pada Microsoft Project. Pada tahapan ini akan dilakukan simulasi penjadwalan (*Scheduling Simulation*) melalui kolaborasi 3D modelbase dengan rencana penjadwalan. Tahapan ini

dilakukan berdasarkan *flowchart* penelitian pada Bab 4 penerapan konsep BIM 4D sebagai berikut.

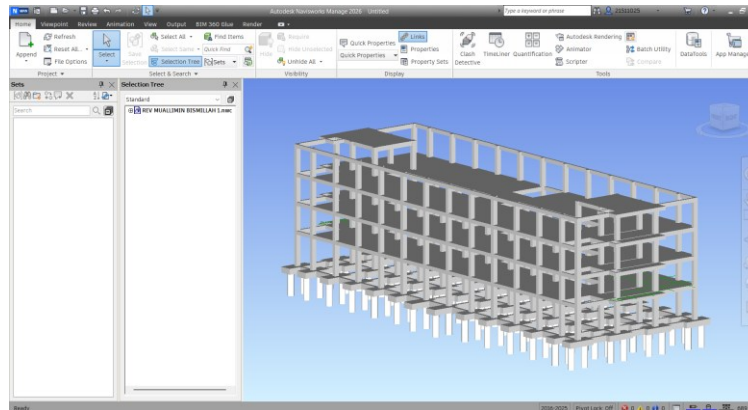
1. Memproses *export File* dari hasil 3D modelbase kedalam aplikasi Autodesk Naviswork.

Hasil dari analisis 3D menggunakan aplikasi Autodesk Revit akan diintegrasikan kedala aplikasi Autodesk Naviswork. Tahapan pertama yang dilakukan adalah meng *export* file dengan pengaturan *File-Export-NWC* (Naviswork File). Tahapan ini dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 5.15** Proses *export file* Revit ke format Naviswork

Setelah *export* dilakukan, klik menu *Save As* hingga muncul menu *Naviswork Setting* untuk pengaturan informasi dari 3D modelbase yang akan diinput kedalam Autodesk Naviswork. Kemudian *import* hasil 3D modelbase yang telah di-*export* dari aplikasi Revit kedalam Aplikasi Naviswork setelahnya ialah memilih menu *Home – Append* dan memilih file NWC yang telah di-*export*. Sebelumnya. Sehingga akan muncul 3D modelbase dalam aplikasi Naviswork yang dapat dilihat pada gambar berikut.

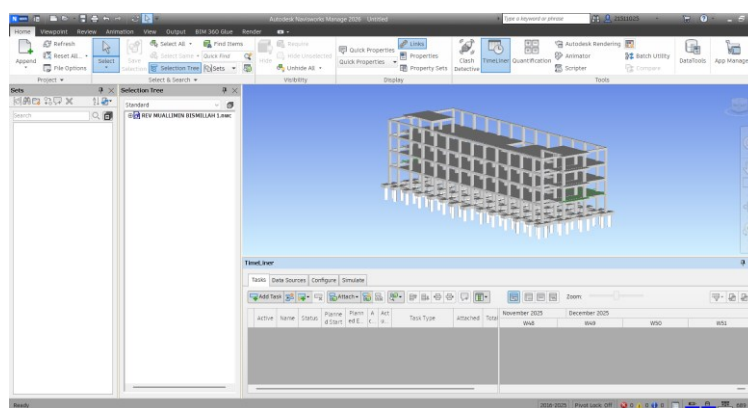


**Gambar 5.16 Tampilan 3D Modelbase dari Revit ke Naviswork**

Setelah 3D modelbase muncul pada Naviswork, tahapan berikutnya ialah memproses rencana proyek berdasarkan dokumen penjadwalan proyek riil.

2. Perencanaan Penjadwalan pada Autodesk Naviswork.

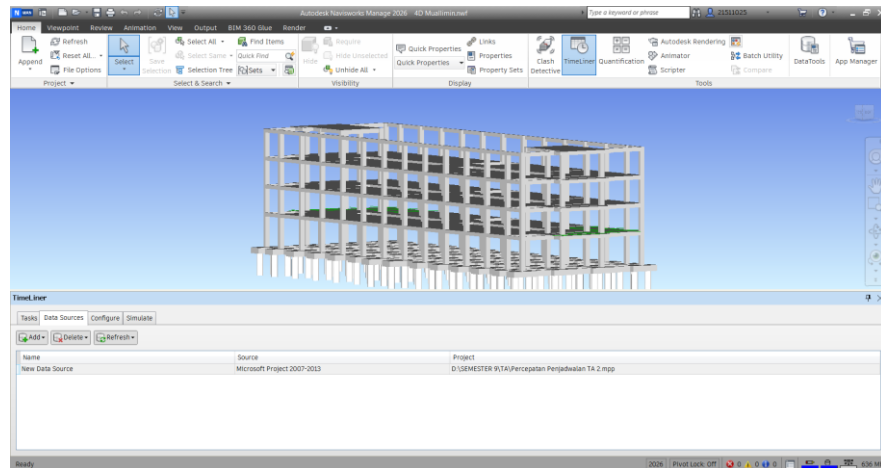
Pada tahapan sebelumnya, hasil 3D modelbase telah muncul pada laman Naviswork. Setelah itu, menginput rencana penjadwalan yang sebelumnya sudah disusun pada Microsoft excel ke Autodesk Naviswork. Tahapan yang dilakukan yaitu menuju tab *Home – Timeliner*, lalu akan muncul tab *timeliner* yang berisikan uraian pekerjaan tiap elemen dan hubungan aktivitas antar pekerjaan yang dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 5.17 Tampilan Tab Timeliner pada Naviswork**

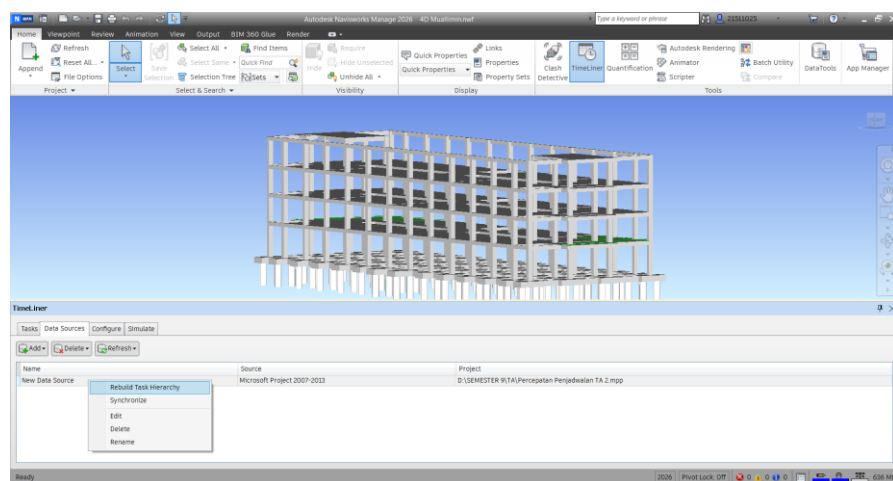
Setelah tahapan sebelumnya sudah terapkan, Langkah berikutnya ialah menginput data penjadwalan dari Microsoft Project dengan cara menuju menu

*Data sources* lalu klik *Add – Microsoft Project*, kemudian pilih file yang telah disiapkan. Tampilan *Data Sources* dapat dilihat pada gambar.



**Gambar 5.18 Pilihan Timeliner-Data Sources Pada Naviswork**

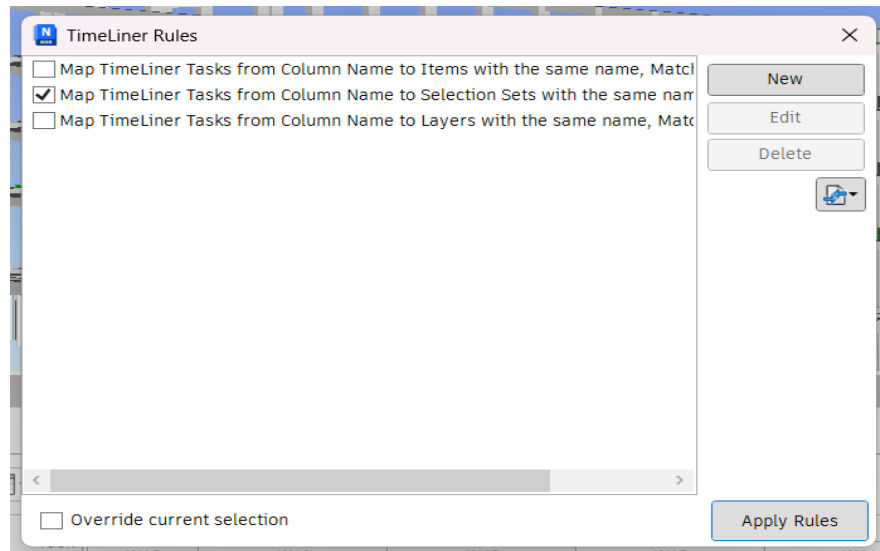
Untuk menentukan data rencana penjadwala pada Autodesk Naviswork, pilih tab *refresh – Selected Data Resources*, setelah itu memilih tab *Rebuild Task hierarchy*. Tampilan *refresh* dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 5.19 Tampilan Rebuild Task Hierarchy Pada Naviswork**

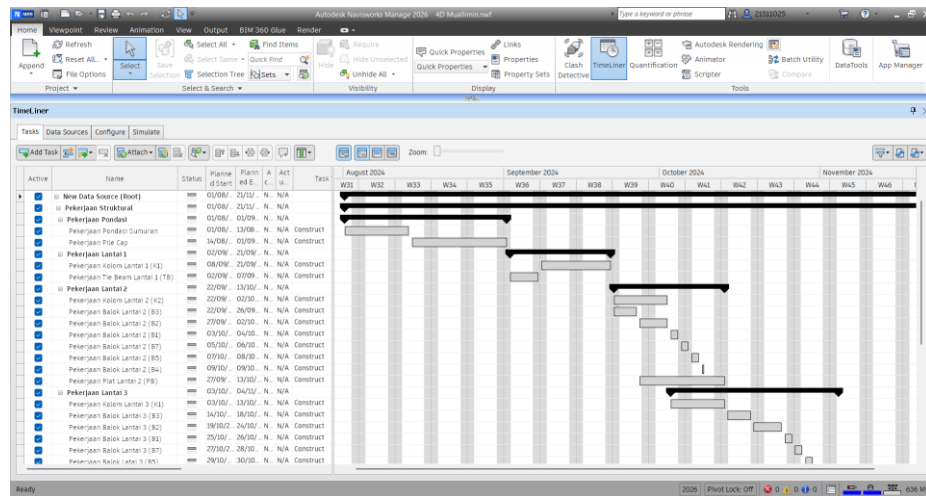
### 3. Pengintegrasian 3D modelbase dengan Rencana Penjadwalan

Pada tahapan ini, akan dilakukan yaitu menghubungkan antara 3D modelbase dengan *selection sets* yang dibuat berdasarkan tampilan pada *tab Timeliner* dan pilih *Auto Attach using rules* seperti gambar berikut.



**Gambar 5.20 Tampilan Auto Attach Using rules Pada Naviswork**

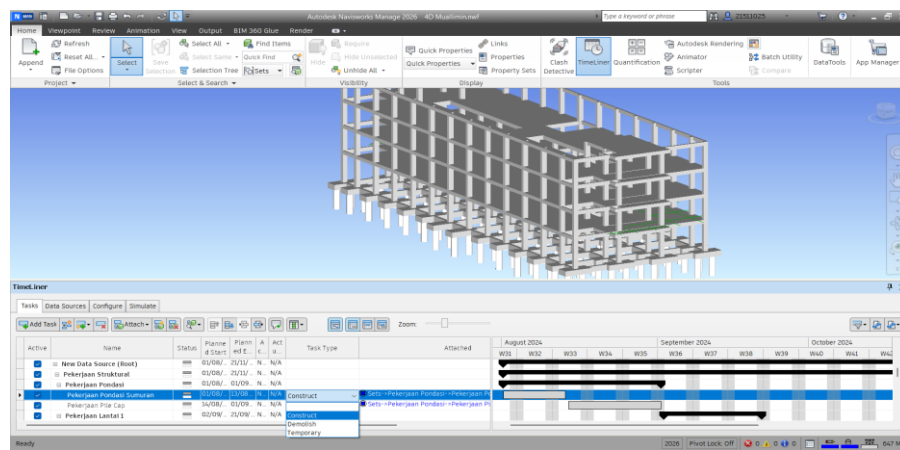
Setelah itu, klik *tab Auto Attach Using Rules*, akan muncul *Timeline Rules* kemudian pilih *timeliner task from coloumn name to selection with same name, mathing case* yaitu *Apply Rule*. Arti dari menu tersebut ialah menghubungkan uraian pekerjaan terhadap *selection set* dengan penamaan yang sama sehingga akan menghubungkannya secara otomatis. Berikut merupakan tampilan *Timeliner* dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 5.21 Tampilan Timeliner Pada Naviswork**

4. Mengatur *type task* dengan perintah *construct*.

Tahapan selanjutnya adalah mengatur *task type* menjadi perintah *construct* yang berguna untuk mensimulasikan tiap pekerjaan structural sehingga mendapatkan hasil 4D *scheduling simulation* untuk rencana penjadwalan baik sebelum dipercepat maupun setelah dipercepat. Pengaturan *task type – construct* dapat dilihat pada gambar berikut.



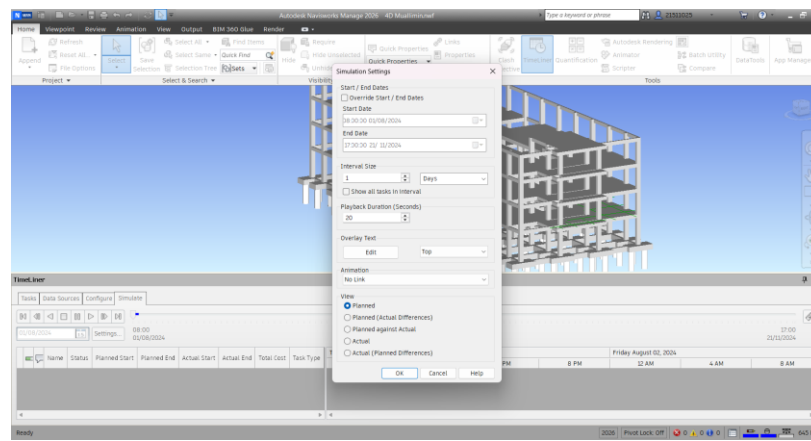
**Gambar 5.22 Tampilan Task Type pada Naviswork**

## 5. Simulasi Penjadwalan (*Scheduling Simulation*)

Pada tahapan ini akan dilakukan simulasi penjadwalan dari rencana penjadwalan sebelum dan sesudah percepatan rencana penjadwalan dengan memilih *tab Simulate* pada *timeliner*. Pada *tab* tersebut harus disesuaikan dengan kebutuhan penelitian dengan cara mengatur beberapa pengaturan pada menu *setting*. Pada tampilan *setting* beberapa hal harus diatur terlebih dahulu adalah sebagai berikut.

### a. *Interval Size*

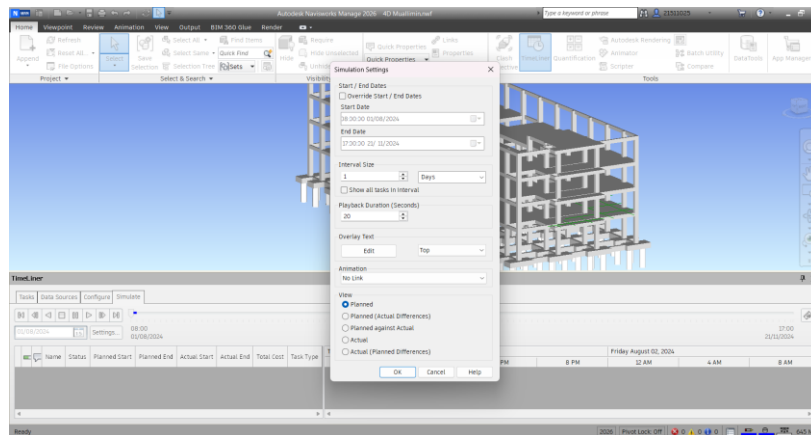
Pengaturan *Interval Size* memiliki fungsi yaitu untuk mengatur tampilan simulasi dalam bentuk *percent*, *weeks*, *days*, *hours*, *minutes* maupun *seconds*. Pengaturan *interval size* dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 5.23 Pengaturan Interval size pada simulation di Revit**

### b. *Playback Duration*

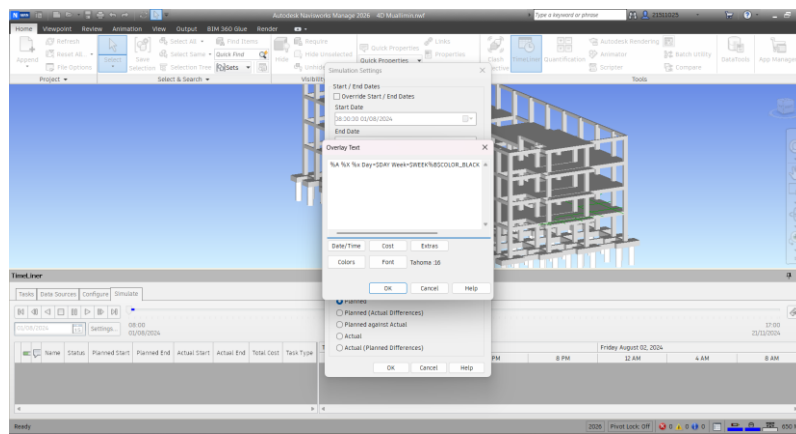
Pengaturan *Playback Duration* berfungsi untuk menentukan waktu yang akan ditinjau pada 4D simulasi penjadwalan dalam satuan waktu yang telah ditentukan. Tampilan pengaturan *Playback Duration* dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 5.24 Pengaturan Playback Duration Simulation Pada Naviswork**

c. *Overlay Text*

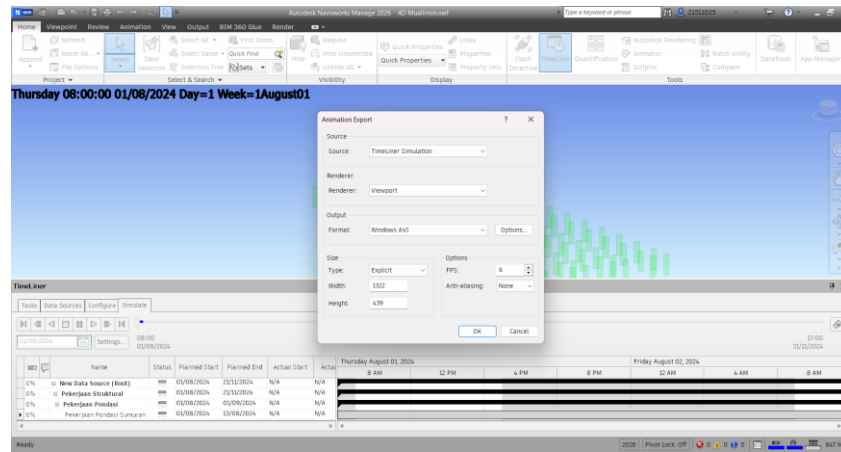
Pengaturan *Overlay Text* berfungsi untuk menampilkan informasi dalam bentuk tulisan (*text*) yang berguna untuk memberikan informasi capaian setiap berjalans interval waktu. Untuk mengatur *overlay text* dengan cara klik *edit* pada *overlay text*. Tampilan pengaturan *overlay text* dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 5.25 Pengaturan Playback Duration Simulation Pada Naviswork**

#### d. Animation Export

Pengaturan *Animation Export* berfungsi untuk menghasilkan simulasi penjadwalan dalam visualisasi 3D dengan bentuk video. Tampilan Pengaturan *Animation Export* dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 5.26 Pengaturan Animation Export Pada Naviswork**

Setelah mendapatkan *scheduling simulation*, dapat dianalisis pekerjaan apa saja yang bisa atau dimungkinkan untuk dipercepat tanpa mengganggu pekerjaan lainnya.

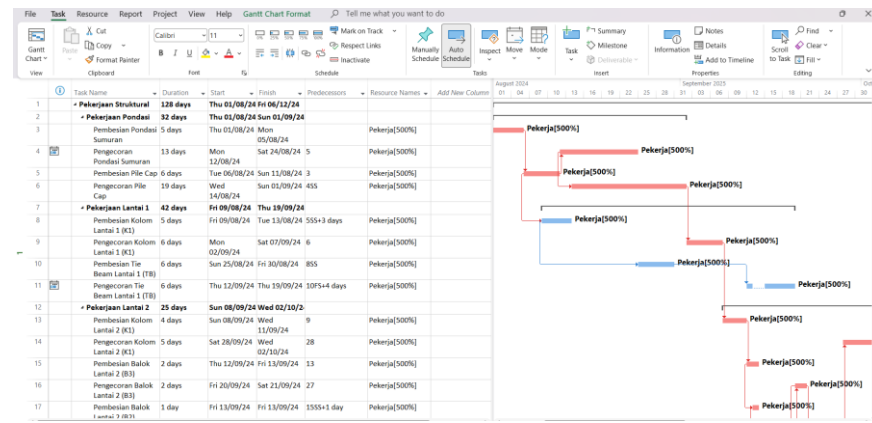
#### 5.4.1 Metode *Fast Track* untuk rencana percepatan penjadwalan Proyek

Percepatan penjadwalan proyek pada penelitian ini dapat dilakukan apabila tahapan sebelumnya dalam mendapatkan BIM 4D sudah selesai. Pada penerapan BIM 4D didapatkan beberapa data yaitu hubungan aktivitas antar pekerjaan, durasi pekerjaan dan total durasi pekerjaan. Percepatan penjadwalan menggunakan metode *fast track* bertujuan untuk memungkinkan waktu pelaksanaan pekerjaan dapat dipercepat atau setidaknya dapat sesuai dengan target waktu yang telah ditentukan.

Tahapan yang diperlukan untuk membuat percepatan penjadwalan dengan metode *Fasttrack* dapat dilihat pada bagian berikut.

## 1. Menentukan Lintasan kritis pekerjaan.

Untuk menentukan lintasan kritis pekerjaan dilakukan dengan bantuan aplikasi Ms. Project, Penentuan lintasan kritis bertujuan untuk menentukan pekerjaan yang dapat dimungkinkan dilakukan percepatan penjadwalan. Pada ketentuan metode *fast track*, hanya pekerjaan yang berada pada lintasan kritis yang dapat dilakukan percepatan penjadwalan. Tahapan yang dilakukan pada proses ini yaitu menampilkan *Critical Task* pada Ms. Project pada rencana penjadwalan yang sudah disusun sebelumnya. Tampilan *Critical task* dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 5.27 Tampilan Critical Task pada penjadwalan Ms Project**

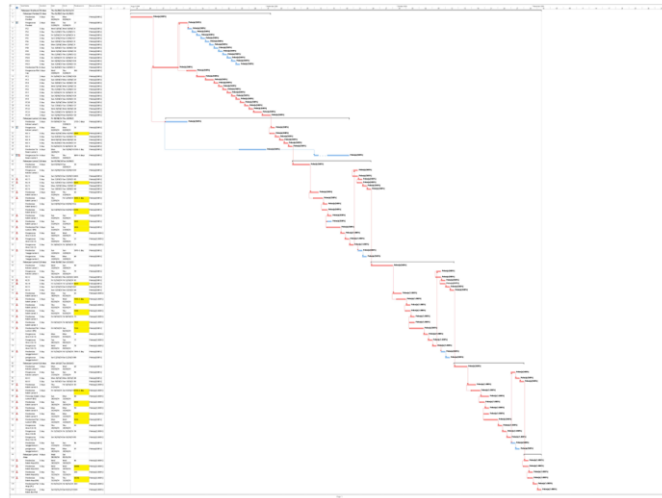
## 2. Menentukan pekerjaan yang akan dipercepat

Setelah tahapan menentukan lintasan kritis sudah terlaksana, tahapan berikutnya adalah menentukan pekerjaan yang akan dilakukan percepatan penjadwalan. Pemilihan pekerjaan didasari oleh hasil analisis peneliti dimana pekerjaan yang dipilih adalah pekerjaan yang bisa dikerjakan secara paralel atau pada satu lantai sehingga tidak menimbulkan terjadinya *overlap*, sebagai contoh pada pembesian balok lantai 2 (B7) pada sebelum dilakukan percepatan, memiliki hubungan atau *constraint finish to start* dengan balok lantai 2 (B1) dan setelah dilakukan percepatan menjadi *start to start*. Selain analisis berdasarkan tempat pada elemen pekerjaan, pada percepatan penjadwalan ini juga didasari pada metode pelaksanaan yang memperhitungkan rata rata

volume pembesian dan pengecoran yang dapat dikerjakan pada 1 hari. Menurut (Setiawan dkk., 2022) rata rata pekerjaan pembesian balok per 1 hari sebesar 189,18 kg/OH. Maka dapat dilakukan analisa berdasarkan angka dari jurnal tersebut jumlah dari volume pekerjaan dibagi dengan volume rata rata produktivitas pekerja perhari. Hasil dari analisis perhitungan tersebut dipergunakan untuk menjadi parameter apakah percepatan mungkin dilakukan atau tidak. Pada penelitian ini, dipilih 17 pekerjaan structural yang dilakukan penjadwalan adalah sebagai berikut.

- a. Pengecoran kolom lantai 1 (K1)
  - b. Pengecoran kolom lantai 2 (K1)
  - c. Pembesian balok lantai 2 (B2)
  - d. Pembesian balok lantai 2 (B7)
  - e. Pembesian balok lantai 2 (B4)
  - f. Pembesian plat lantai 2 (PB)
  - g. Pengecoran kolom lantai 3 (K1)
  - h. Pembesian balok lantai 3 (B2)
  - i. Pembesian balok lantai 3 (B7)
  - j. Pembesian balok lantai 3 (B4)
  - k. Pembesian plat lantai 3 (PB)
  - l. Pembesian balok lantai 4 (B2)
  - m. Pembesian balok lantai 4 (B7)
  - n. Pembesian balok lantai 4 (B4)
  - o. Pembesian plat lantai 4 (PB)
  - p. Pembesian balok atap (B2)
  - q. Pembesian balok atap (B4)
3. Melakukan percepatan rencana penjadwalan.

Pada tahap ini, percepatan penjadwalan dengan metode *fast track* mengikuti ketentuan metode *fast track* yaitu durasi yang dipercepat >50%. Pada pengerjaannya, rencana penjadwalan pada Ms. Project khususnya pada grafik *Gantt Chart* dapat dirubah atau digeser setelah pekerjaan sebelumnya sebesar lebih dari 50%. Berikut merupakan grafik *Gantt Chart* yang sudah dipercepat.



**Gambar 5.28 Grafik Gantt Chart setelah percepatan Penjadwalan**

Percepatan penjadwalan dapat direkapitulasi menjadi sebuah tabel untuk mempermudah dalam mengetahui objek yang dilakukan percepatan penjadwalan. Berikut merupakan tabel rekapitulasi objek yang telah dilakukan percepatan penjadwalan.

**Tabel 5.6 Rencana Penjadwalan yang telah Dipercepat**

No	Uraian Pekerjaan	Awal	<i>Fast Track</i>
1	Pengecoran kolom lantai 1 (K1)	<i>Finish To Start</i>	<i>Start to Start</i>
2	Pengecoran kolom lantai 2 (K1)	<i>Finish To Start</i>	<i>Start to Start</i>
3	Pembesian balok lantai 2 (B2)	<i>Finish To Start</i>	<i>Start to Start + 1 Days</i>
4	Pembesian balok lantai 2 (B7)	<i>Finish To Start</i>	<i>Start to Start</i>
5	Pembesian balok lantai 2 (B4)	<i>Finish To Start</i>	<i>Start to Start</i>
6	Pembesian plat lantai 2 (PB)	<i>Finish To Start</i>	<i>Start to Start</i>
7	Pengecoran kolom lantai 3 (K1)	<i>Finish To Start</i>	<i>Start to Start</i>
8	Pembesian balok lantai 3 (B2)	<i>Finish To Start</i>	<i>Start to Start + 1 Days</i>
9	Pembesian balok lantai 3 (B7)	<i>Finish To Start</i>	<i>Start to Start</i>
10	Pembesian balok lantai 3 (B4)	<i>Finish To Start</i>	<i>Start to Start</i>
11	Pembesian plat lantai 3 (PB)	<i>Finish To Start</i>	<i>Start to Start + 1 Days</i>
12	Pembesian balok lantai 4 (B2)	<i>Finish To Start</i>	<i>Start to Start</i>
13	Pembesian balok lantai 4 (B7)	<i>Finish To Start</i>	<i>Start to Start</i>
14	Pembesian balok lantai 4 (B4)	<i>Finish To Start</i>	<i>Start to Start</i>
15	Pembesian plat lantai 4 (PB)	<i>Finish To Start</i>	<i>Start to Start</i>
16	Pembesian balok atap (B2)	<i>Finish To Start</i>	<i>Start to Start</i>
17	Pembesian balok atap (B4)	<i>Finish To Start</i>	<i>Start to Start</i>

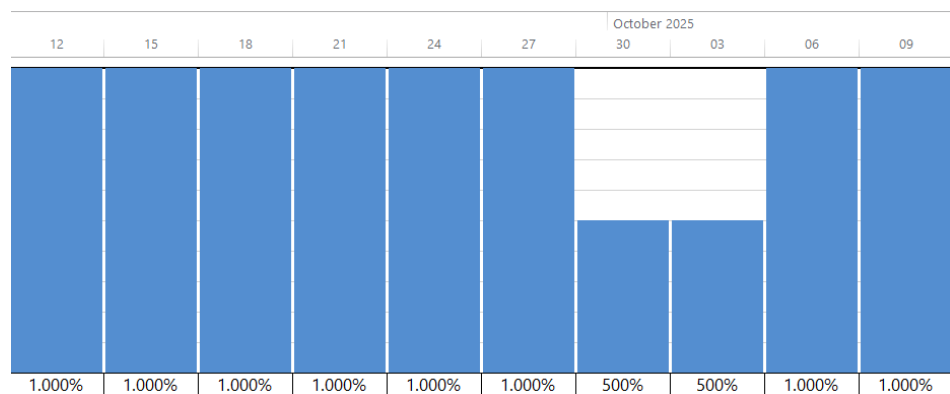
## 5.5 Pembahasan

Implementasi *Building Information Modelling* (BIM) dalam penelitian ini difokuskan secara khusus pada aspek pekerjaan struktural pada proyek konstruksi. Tahapan pelaksanaan dimulai dengan visualisasi kondisi eksisting proyek yang kemudian diterjemahkan ke dalam model tiga dimensi (3D) menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit, yang dikenal memiliki kemampuan memodelkan elemen-elemen bangunan secara detail dan akurat. Selanjutnya, dilakukan perencanaan penjadwalan pekerjaan dengan menggunakan Microsoft Project, perangkat lunak yang memungkinkan perancangan jadwal secara sistematis serta memungkinkan optimasi percepatan pelaksanaan pekerjaan. Jadwal ini kemudian diintegrasikan ke dalam model 4D BIM, yang menggabungkan dimensi waktu ke dalam model 3D sehingga dapat menghasilkan simulasi penjadwalan yang interaktif dan mendukung analisis konflik antar pekerjaan. Berdasarkan simulasi tersebut, diperoleh bahwa terdapat empat jenis pekerjaan struktural yang memungkinkan untuk dijalankan dengan percepatan jadwal tanpa menimbulkan benturan waktu atau *clash* dengan pekerjaan struktural lainnya. Dengan demikian, penerapan BIM yang terintegrasi dengan perencanaan penjadwalan ini berpotensi meningkatkan efisiensi waktu pelaksanaan proyek dan meminimalkan risiko keterlambatan di lapangan.

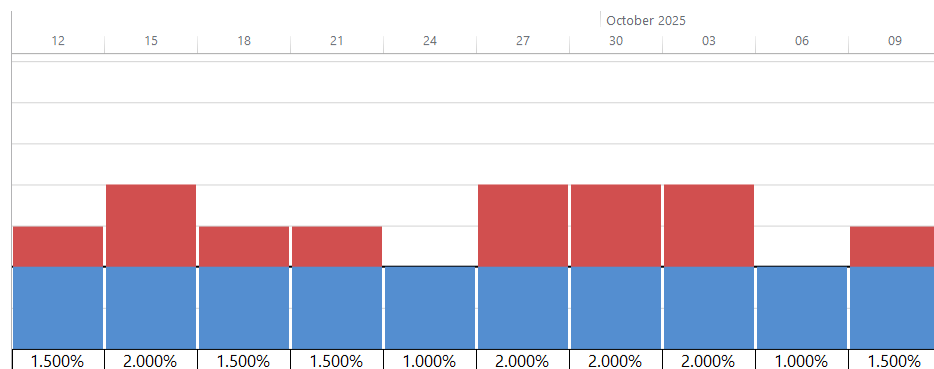
Setelah melakukan analisis mendalam terhadap hasil simulasi penjadwalan yang dihasilkan melalui integrasi model 4D BIM, diperoleh temuan signifikan bahwa penerapan konsep 4D BIM dalam strategi percepatan penjadwalan dengan metode fast track mampu memangkas durasi total proyek sebesar 17 hari, dari semula 111 hari menjadi hanya 94 hari. Percepatan ini dicapai melalui optimalisasi elemen struktural yang dipilih berdasarkan analisis jalur kritis dan visualisasi dinamis untuk menghindari konflik waktu dan kecukupan *manpower* antaraktivitas. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi waktu secara keseluruhan, tetapi juga meminimalkan risiko keterlambatan dan *rework* di lapangan, sebagaimana didukung oleh kemampuan 4D BIM dalam menyajikan simulasi progres konstruksi yang realistis. Perbandingan antara penjadwalan konvensional tanpa percepatan dan

penjadwalan yang telah dioptimalkan dapat diamati secara rinci pada lampiran yang disertakan, yang menunjukkan perbedaan visual dan kuantitatif secara jelas untuk mendukung validasi hasil penelitian ini.

Untuk dapat mengidentifikasi kebutuhan yang timbul setelah melakukan percepatan penjadwalan dapat melalui analisis *resource levelling* pada Microsoft Project. Hasil analisis *resource levelling* dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 5.27 Resource levelling penjadwalan sebelum dipercepat**



**Gambar 5.28 Resource levelling penjadwalan setelah dipercepat**

Implikasi utama dari penelitian ini adalah potensi kenaikan biaya operasional akibat kebutuhan sumber daya tambahan, meskipun penghematan waktu secara keseluruhan dapat memberikan nilai tambah ekonomi bagi proyek konstruksi. Hal ini menegaskan pentingnya analisis resource leveling dalam tahap

perencanaan BIM 4D untuk menyeimbangkan efisiensi waktu dengan ketersediaan sumber daya yang realistis.

Berikut merupakan hasil dari *scheduling simulation* dari penerapan konsep BIM 4D pada proyek Gedung asrama C Mu'allimin Muhammadiyah Yogyakarta. Hasil dapat diakses pada QR code berikut.



**Gambar 5.29** Kode QR *sheduling simulation*

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis penerapan metode BIM 4D dalam tahapan perencanaan penjadwalan khususnya pada elemen struktural dengan menerapkan percepatan penjadwalan menggunakan metode *fast track* didapatkan penjadwalan proyek eksisting dengan durasi selama 111 hari. Pada penerapan metode *fast track* untuk mendapatkan percepatan perencanaan penjadwalan, terdapat 17 elemen pekerjaan dan menghasilkan durasi waktu percepatan penjadwalan proyek selama 94 hari. Maka terdapat selisih dari rencana penjadwalan eksisting proyek sebesar 17 hari. Percepatan penjadwalan proyek dengan metode 4D BIM ini dilakukan untuk mendapatkan waktu efisien dan optimal dengan analisis *resource levelling*.

#### **6.2 Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh beberapa saran yang dapat memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Penerapan *Building Information Modelling (BIM)* dalam pekerjaan konstruksi sangat membantu dalam hal perencanaan Biaya, Mutu ataupun Waktu untuk mendapatkan hasil yang lebih efektif dan efisien.
2. Pada penelitian ini berfokus pada percepatan penjadwalan pada tahapan perencanaan penjadwalan, untuk penelitian selanjutnya dapat untuk lebih memaksimalkan metode BIM dengan mengkolaborasikan berbagai dimensi yang terdapat dimetode BIM tersebut.
3. Untuk penelitian selanjutnya, perlu pengembangan menggunakan *software* lain guna mendapatkan hasil yang lebih luas dan dapat dikolaborasikan dengan sistem *Open BIM*.

## DAFTAR PUSTAKA

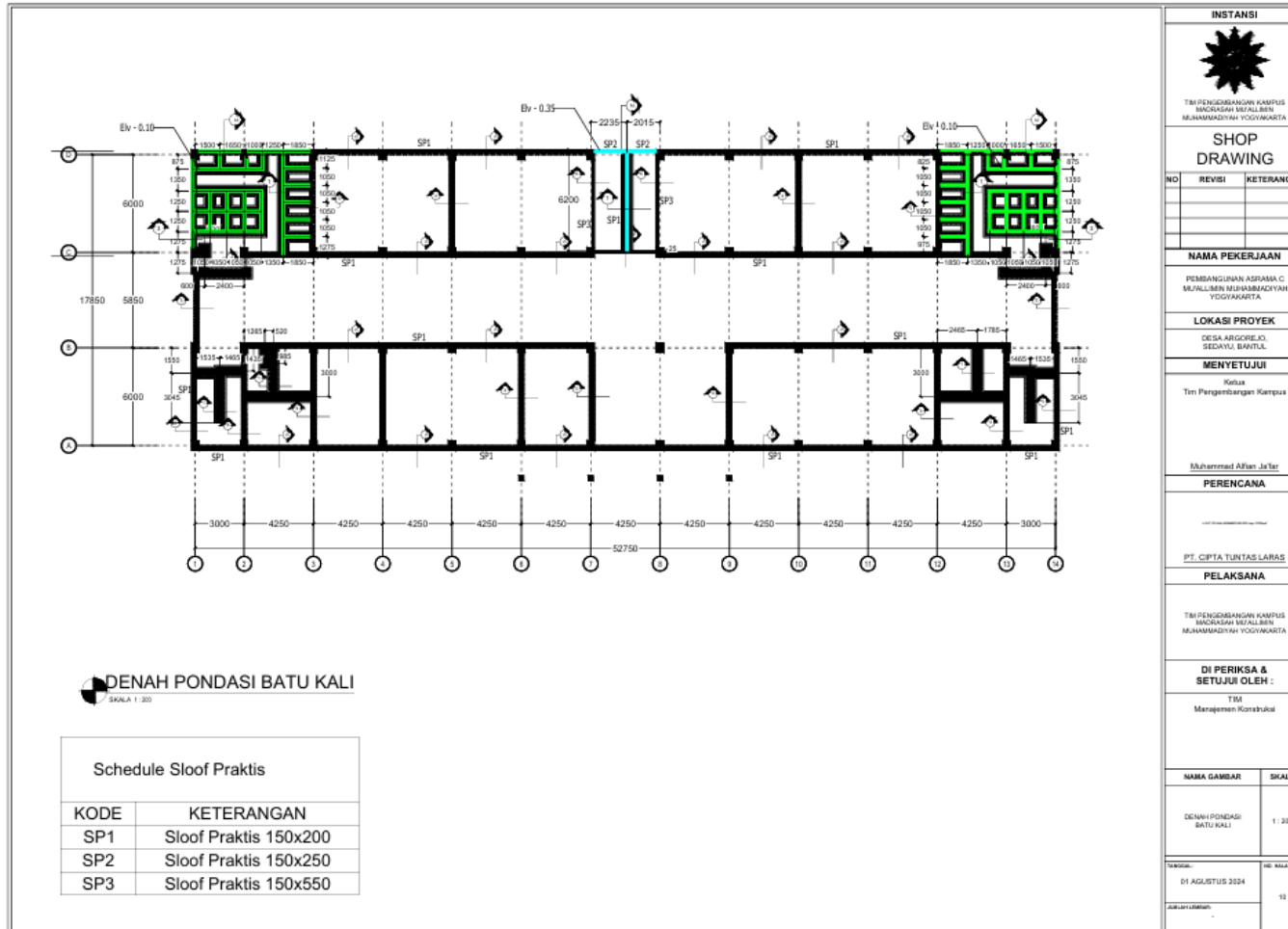
- Adriansyah, A. (2019). Faktor-Faktor Berpengaruh dalam Penerapan Critical Chain Project Management dan Building Information Modeling (BIM) 4D pada Pekerjaan Struktur Gedung Hunian Bertingkat Tinggi. *Rekayasa Sipil*, 8(1), 18. <https://doi.org/10.22441/jrs.2019.v08.i1.03>
- Agung, G., & Putera, A. (2022). *MANFAAT BIM DALAM KONSTRUKSI GEDUNG: SUATU KAJIAN PUSTAKA I*.
- Albar, F. R., & Johari, G. J. (2023). *1409-File Utama Naskah-7929-1-10-20240103*.
- Amalina, F. (2021). *IMPLEMENTASI KONSEP BIM 4D DAN 5D DALAM PERENCANAAN ARUS KAS (IMPLEMENTATION OF THE CONCEPT OF BIM IN 4D AND 5D IN CASH FLOW PLANNING)*.
- Darwin Sitindaon, C., Saptaria, L., Luh Sri Kasih, N., Choitotunnisa, M., Mardiana, S., Nugroho, H., Hatoguan Manurung, E., & Kristiana, R. (2021). *MANAJEMEN PROYEK*. [www.penerbitwidina.com](http://www.penerbitwidina.com)
- Devi, Tr., & Reddy, Vs. (2012). Work Breakdown Structure of the Project. Dalam *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)* (Vol. 2). [www.ijera.com](http://www.ijera.com)
- Fitrianto, R., & Sumarningsih, D. T. (2018). *PENJADWALAN PROYEK KONSTRUKSI DENGAN METODE PENJADWALAN PDM (PRECEDENCE DIAGRAM METHOD) DAN PERHITUNGAN WAKTU DENGAN PERT (PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE) (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung TK Sultan Agung-UII Tahap II, Nglanjaran, Sleman)*.
- Hardin, B., & Mccool, D. (2015). *bim and construction management proven tools methods and workflows*.
- Hilman, D., Maskur, A., & Saepudin, U. (2019). *ANALISIS PENJADWALAN PROYEK DENGAN PROGRAM MICROSOFT PROJECT 2019*.
- Koppel, A. (2015). *Double Degree Programme in Civil and Construction Engineering*.
- Lawalata, Y., Simanjuntak, M., & Mochtar, K. (2020). *ANALISIS ESTIMASI DURASI PROYEK DALAM RANGKA MENINGKATKAN KINERJA WAKTU PADA PROYEK-PROYEK PERUSAHAAN X*.

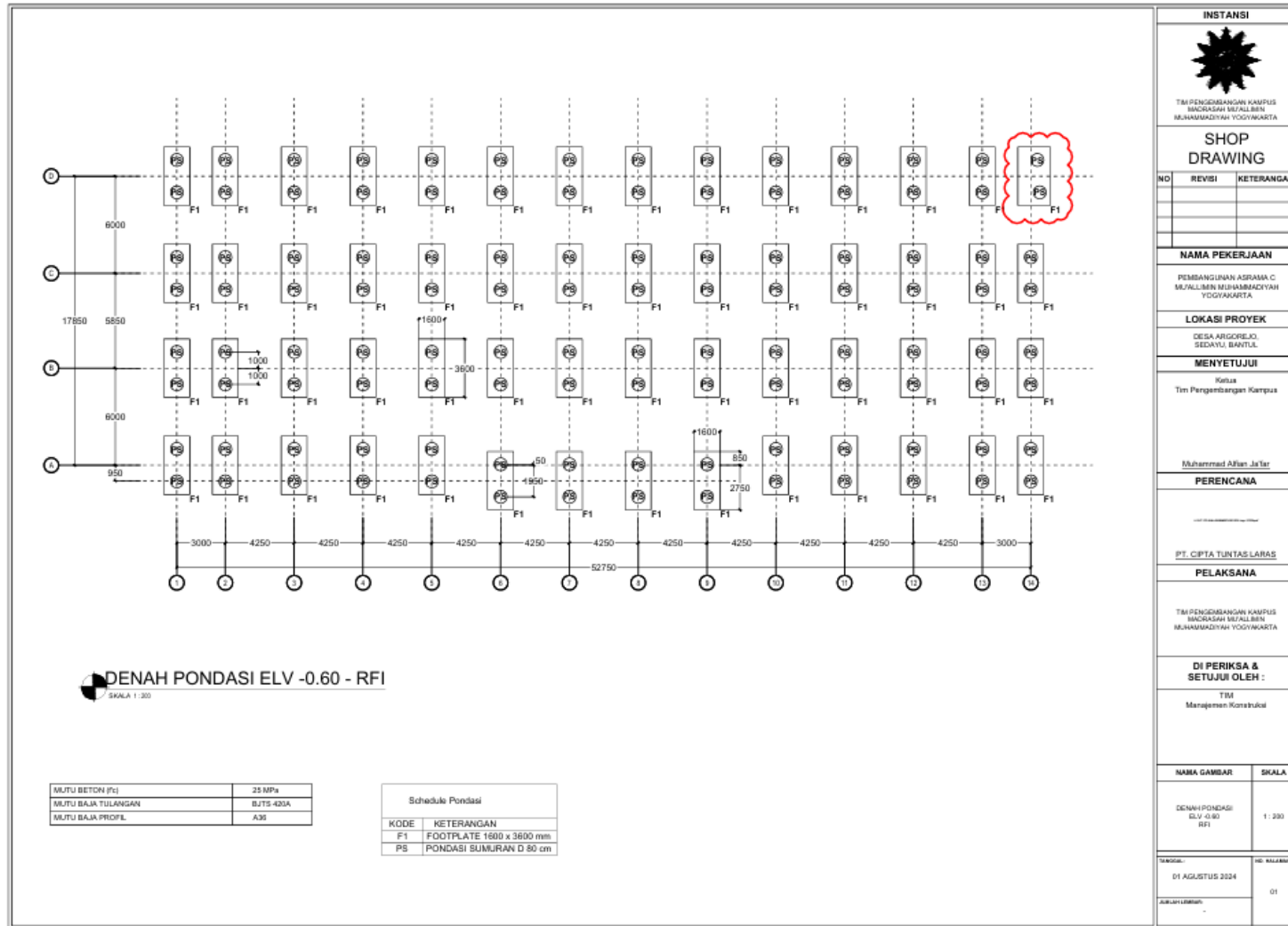
- Muzaqi, G., & Hutagoan, E. M. (2024). *IMPLEMENTASI BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) 4D & 5D DALAM ESTIMASI QUANTITY TAKE OFF DAN SCHEDULE PROYEK.*
- Nugraha, A. A. (2024). *IMPLEMENTASI KONSEP BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) 4D DALAM TAHAP PERENCANAAN PENJADWALAN PROYEK PEMBANGUNAN JEMBATAN (IMPLEMENTATION OF THE CONCEPT OF 4D BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) IN BRIDGE PROJECT SCHEDULE PLANNING).*
- Pratama, D. R., & Waluyo, M. (2025). Percepatan Proyek pada Schedule Penjadwalan Kapal Perang dengan Precedence Diagram Method di Perusahaan Galangan Kapal Surabaya. *Jupiter: Publikasi Ilmu Keteknikan Industri, Teknik Elektro dan Informatika*, 3(2), 01–10.  
<https://doi.org/10.61132/jupiter.v3i2.766>
- Rachmawati, S., & Abma, V. (2022). *Implementasi Konsep BIM 4D Dalam Perencanaan Time Schedule Dengan Analisis Resources Levelling.*  
<https://www.researchgate.net/publication/365024394>
- Rahayu, A. P., Mulyani, E., & Arpan, B. (2020). *ANALISA PERCEPATAN WAKTU DENGAN METODE FAST TRACK PADA PROYEK KONSTRUKSI.*
- Ramadhani, J., Rengganis, R. P., Jalan, A. :, Nomor, H., & Agung, L. (2024). *Analisis Penggunaan Teknologi Digital : Building Information Modeling (BIM) dan Pemodelan 3D dalam Meningkatkan Keakuratan Desain Arsitektur.* 155–160. <https://doi.org/10.62383/imajinasi.v1i4.466>
- Rani, H. A. (2016). *MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI.*
- Rizqy, R. M., Martina, N., & Purwanto, H. (2021). PERBANDINGAN METODE KONVENSIONAL DENGAN BIM TERHADAP EFISIENSI BIAYA, MUTU, WAKTU. Dalam *Construction and Material Journal*.  
<http://jurnal.pnj.ac.id/index.php/cmj>
- Saputra, G. S., & Abma, V. (2023). *Penerapan BIM 4D dalam perencanaan penjadwalan pada pekerjaan struktur jembatan.* 3(1).
- Setiawan, J., Sutriyono, I., & Rochmah, N. (2022). *Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Terhadap Pekerjaan Pembesian Kolom dan Balok Pada Proyek Vasa Hotel Extension (Vol. 5).*
- Sinta Sukma Ayu, & Zuhri M. Nawawi. (2023). Penerapan Planning, Organizing, Actuating, And Controlling (POAC) Dalam Manajemen Bisnis Islam. *Jurnal Ekonomi, Bisnis dan Manajemen*, 3(1), 51–68.  
<https://doi.org/10.58192/ebismen.v3i1.1733>
- Teguh, R., & Sudiadi. (2015). *MANAJEMEN PROYEK.*

Yanita, R., Ningrum, I. F., & Mochtar, K. (2020). *Manfaat Penerapan Metode AON (Activity On Node) untuk Penjadwalan Proyek Bangunan Bertingkat Tinggi (Benefits of Implementing AON (Activity On Node) Method for Scheduling High-rise Building Project )*.

Zain, H. A., Mulyono, B., & Sudibyoy, G. H. (2022). *Comparative Analysis Of The Effectiveness Of Conventional Methods And BIM On Concrete Structure Elements {Case Study Education Service Building of FISIP UNSOED}*. 13(1), 37–44. <https://doi.org/10.34001/jdpt.v12i2>

## Lampiran 1. Shop drawing proyek Gedung asrama C Muhammadiyah Muallimin Yogyakarta





MUTU BETON (f'c)	25 MPa
MUTU BAJA TULANGAN	BJTS 43A
MUTU BAJA PROFIL	A36

Schedule Pondasi	
KODE	KETERANGAN
F1	FOOTPLATE 1600 x 3600 mm
PS	PONDASI SUMURAN D 80 cm

**INSTANSI**



TIM PENGEMBANGAN KAMPUS  
 BACCASAH METALLBEN  
 MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

**SHOP  
DRAWING**

NO	REVISI	KETERANGAN

**NAMA PEKERJAAN**

PEMBANGUNAN ASRAMA C  
 MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

**LOKASI PROYEK**

DESA ARGOREJO  
 SEDAN, BANTUL

**MENYETUJUI**

Korus  
 Tim Pengembangan Kampus

Muhammad Allan Jafar

**PERENCANA**

**PT. CIPTA TUNTAS LARAS**

**PELAKSANA**

TIM PENGEMBANGAN KAMPUS  
 BACCASAH METALLBEN  
 MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

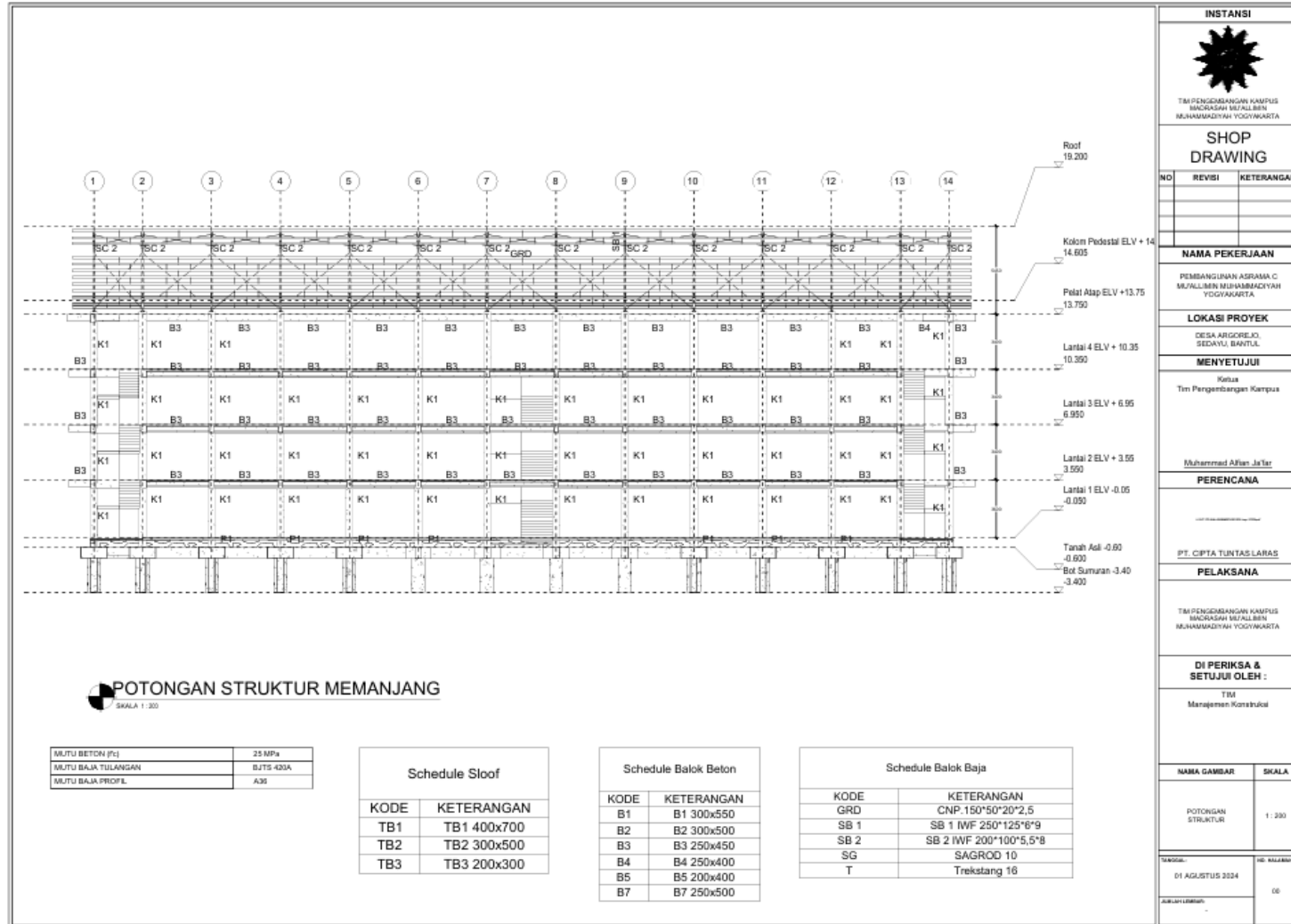
**DI PERIKSA &  
SETUJUI OLEH :**

TIM  
 Manajemen Konstruksi

NAMA GAMBAR	SKALA
DENAH PONDASI ELV -0.60 RFI	1:200

TANGGAL: 01 AGUSTUS 2024

NO. KAJI/BAH: 01



**POTONGAN STRUKTUR MEMANJANG**  
SKALA 1 : 200


MUTU BETON (f'c)	25 MPa
MUTU BAJA TULANGAN	B75-420A
MUTU BAJA PROFIL	A36

Schedule Sloof	
KODE	KETERANGAN
TB1	TB1 400x700
TB2	TB2 300x500
TB3	TB3 200x300

Schedule Balok Beton	
KODE	KETERANGAN
B1	B1 300x550
B2	B2 300x500
B3	B3 250x450
B4	B4 250x400
B5	B5 200x400
B7	B7 250x500

Schedule Balok Baja	
KODE	KETERANGAN
GRD	CNP.150*50*20*2,5
SB 1	SB 1 IWF 250*125*6*9
SB 2	SB 2 IWF 200*100*5,5*8
SG	SAGROD 10
T	Trekstang 16

**INSTANSI**



TIM PENGEMBANGAN KAMPUS  
MADRASAH METALLERBUH  
MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

**SHOP  
DRAWING**

NO	REVISI	KETERANGAN

**NAMA PEKERJAAN**  
PEMBANGUNAN ASRAMA C  
MADRASAH MUHAMMADIYAH  
YOGYAKARTA

**LOKASI PROYEK**  
DESA ARGOREJO  
SEDANU, BANTUL

**MENYETUJUI**  
Ketua  
Tim Pengembangan Kampus

Muhammad Alian Jafar

**PERENCANA**

PT. CIPTA TUNTAS LARAS

**PELAKSANA**

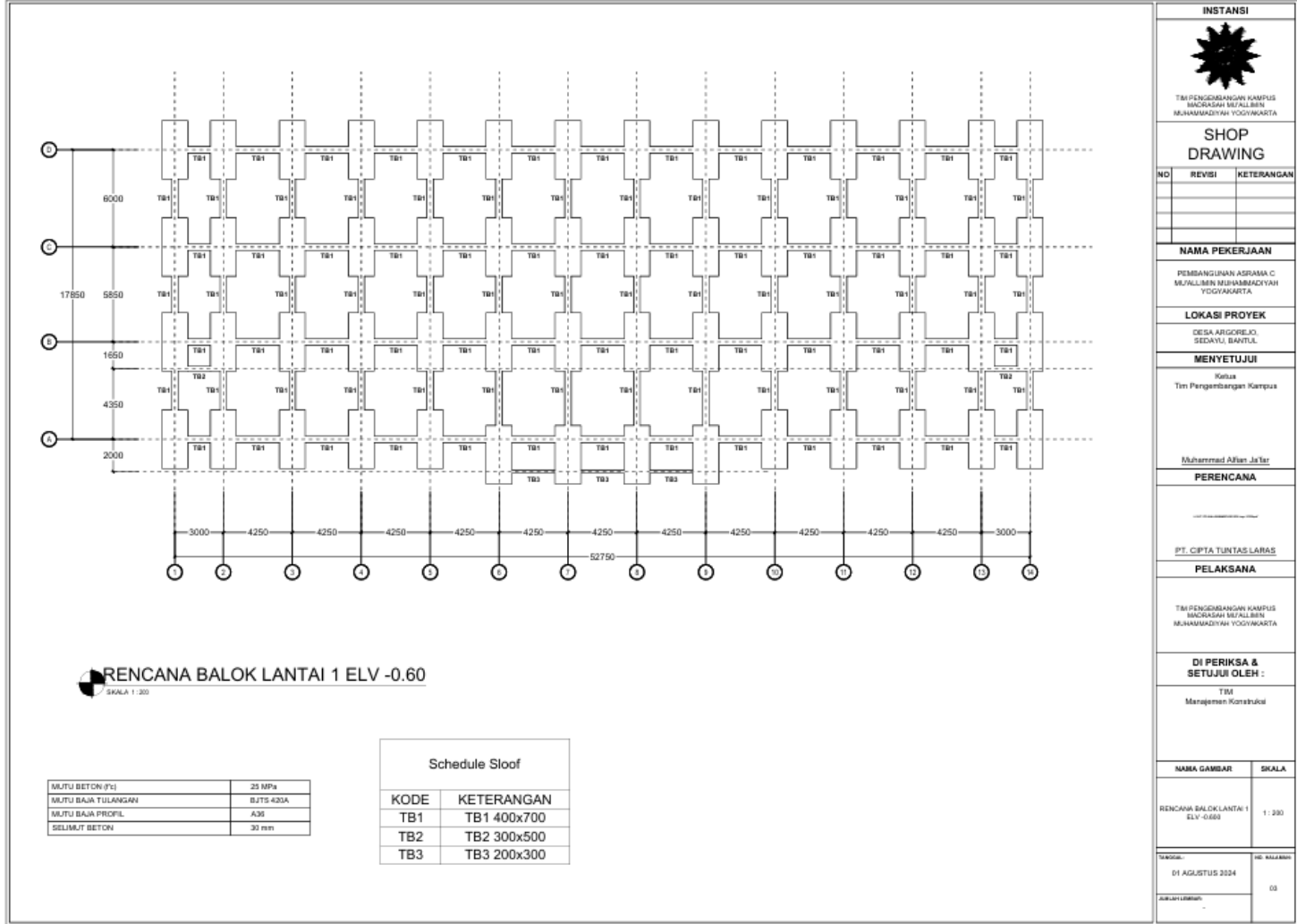
TIM PENGEMBANGAN KAMPUS  
MADRASAH METALLERBUH  
MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

**DI PERIKSA & SETUJUI OLEH :**  
TIM  
Manajemen Konstruksi

NAMA GAMBAR	SKALA
POTONGAN STRUKTUR	1 : 200

Tanggal:	No. Revisi:
01 AGUSTUS 2024	00

Jumlah Lembar: -



**RENCANA BALOK LANTAI 1 ELV -0.60**  
 SKALA 1 : 200

MUTU BETON (f'c)	25 MPa
MUTU BAJA TULANGAN	B275-430A
MUTU BAJA PROFIL	A36
SELUBUT BETON	30 mm

Schedule Sloof	
KODE	KETERANGAN
TB1	TB1 400x700
TB2	TB2 300x500
TB3	TB3 200x300

**INSTANSI**



TMI PENGEMBANGAN KAMPUS  
 MUHAMMAD ALIYAH YOGYAKARTA

**SHOP DRAWING**

NO	REVISI	KETERANGAN

**NAMA PEKERJAAN**

PEMBANGUNAN ASRAMA C  
 MUHAMMAD ALIYAH YOGYAKARTA

**LOKASI PROYEK**

DESA ANGGREJO,  
 SEDANG, BANTUL.

**MENYETUJUI**

Kelas  
 Tim Pengembangan Kampus

Muhammad Afian Jafar

**PERENCANA**

PT. CIPTA TUNTAS LARAS

**PELAKSANA**

TMI PENGEMBANGAN KAMPUS  
 MUHAMMAD ALIYAH YOGYAKARTA

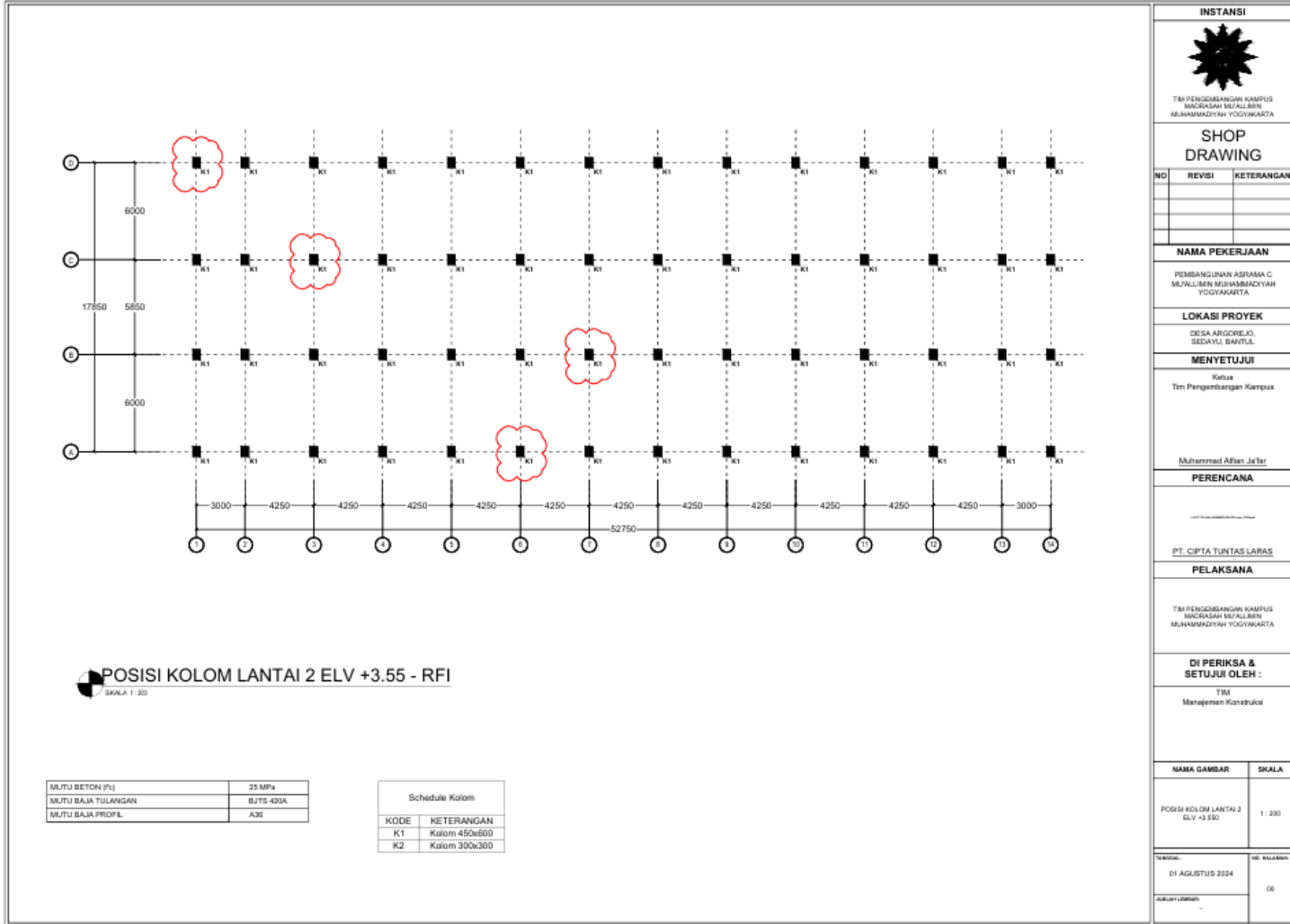
**DI PERIKSA & SETUJUI OLEH :**

TIM  
 Manajemen Konstruksi

NAMA GAMBAR	SKALA
RENCANA BALOK LANTAI 1 ELV -0.60	1 : 200

TANGGAL: 01 AGUSTUS 2024

NO. KAJI/BAH: 03



**POSISI KOLOM LANTAI 2 ELV +3.55 - RFI**  
 SKALA 1 : 200

MUTU BETON (f'c)	25 MPa
MUTU BAJA TULANGAN	BJTS-420A
MUTU BAJA PROFIL	A36

Schedule Kolom	
KODE	KETERANGAN
K1	Kolom 450x500
K2	Kolom 300x300

**INSTANSI**



TM PENGEMBANGAN KAMPUS  
 BANGSAAN MUJALLIBIN  
 MUHAMMADYAH YOGYAKARTA

**SHOP DRAWING**

NO	REVISI	KETERANGAN

**NAMA PEKERJAAN**

PEMBANGUNAN ASRAMA C  
 MUJALLIBIN MUHAMMADYAH  
 YOGYAKARTA

**LOKASI PROYEK**

DESA ARIGREJO,  
 SEDAYU, BANTUL

**MENYETUJUI**

Korban  
 Tim Pengembang Kampus

Muhammad Afian Jarlar

**PERENCANA**

PT. CIPTA TUNTAS LARAS

**PELAKSANA**

TM PENGEMBANGAN KAMPUS  
 BANGSAAN MUJALLIBIN  
 MUHAMMADYAH YOGYAKARTA

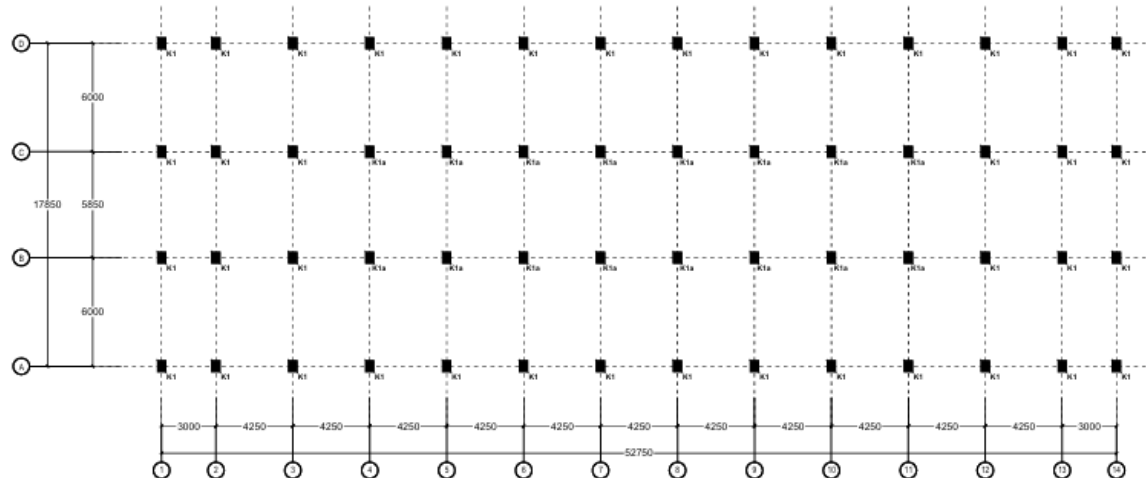
**DI PERIKSA & SETUJUI OLEH :**

TM  
 Manajemen Konstruksi

NAMA GAMBAR	SKALA
POSISI KOLOM LANTAI 2 ELV +3.55	1 : 200

TANGGAL	NO. KLASIFIKASI
01 AGUSTUS 2024	06

Jumlah Lembar : -



**RENCANA KOLOM LANTAI 3 ELV +6.95**  
SKALA 1:300

MUTU BETON (F <sub>c</sub> )	25 MPa
MUTU BAJA TULANGAN	BITS 420A
MUTU BAJA PROFIL	A36

Schedule Kolom	
KODE	KETERANGAN
K1	Kolom 450x600
K1a	Kolom 450x800

**INSTANSI**



TM PENGEMBANGAN KAMPUS  
SUCIANDI MULLIBEN  
MUHAMMADYAH YOGYAKARTA

**SHOP  
DRAWING**

NO	REVISI	KETERANGAN

**NAMA PEKERJAAN**

PEMBANGUNAN ASRAMA C  
MULLIBEN MUHAMMADYAH  
YOGYAKARTA

**LOKASI PROYEK**

DESA AIRGOREJO,  
SEDAYU, BANTUL

**MENYETUJUI**

Keban  
Tim Pengembangan Kampus

Muhammad Afian Jarier

**PERENCANA**

**PELAKSANA**

TM PENGEMBANGAN KAMPUS  
SUCIANDI MULLIBEN  
MUHAMMADYAH YOGYAKARTA

**DI PERIKSA &  
SETUJUI OLEH :**

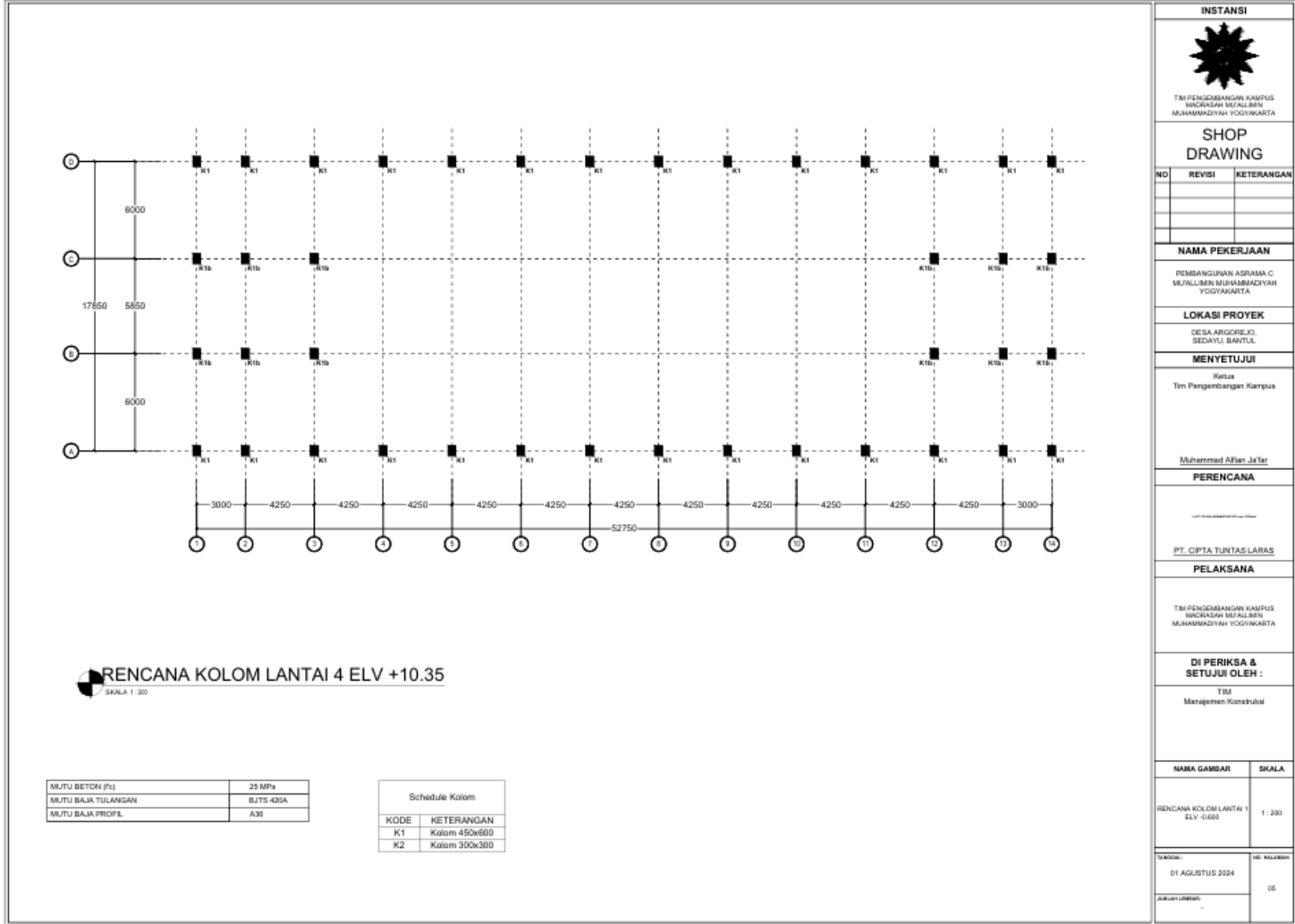
TM  
Manajemen Konstruksi

**NAMA GAMBAR**      **SKALA**

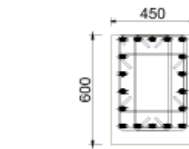
DENAH KOLOM LANTAI 3  
ELV +6.95      1:300

TANGGAL:  
01 AGUSTUS 2024

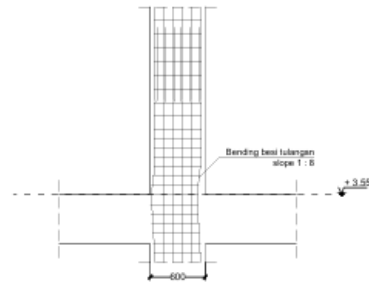
DISUSUN OLEH:  
06



TYPE KET.	KOLOM K1 (450 X 600)			
	BAWAH	TENGAH	ATAS	JOINT
TUL. UTAMA	18D19	18D19	18D19	18D19
SENGKANG	S10-100	S10-150	S10-100	S10-100

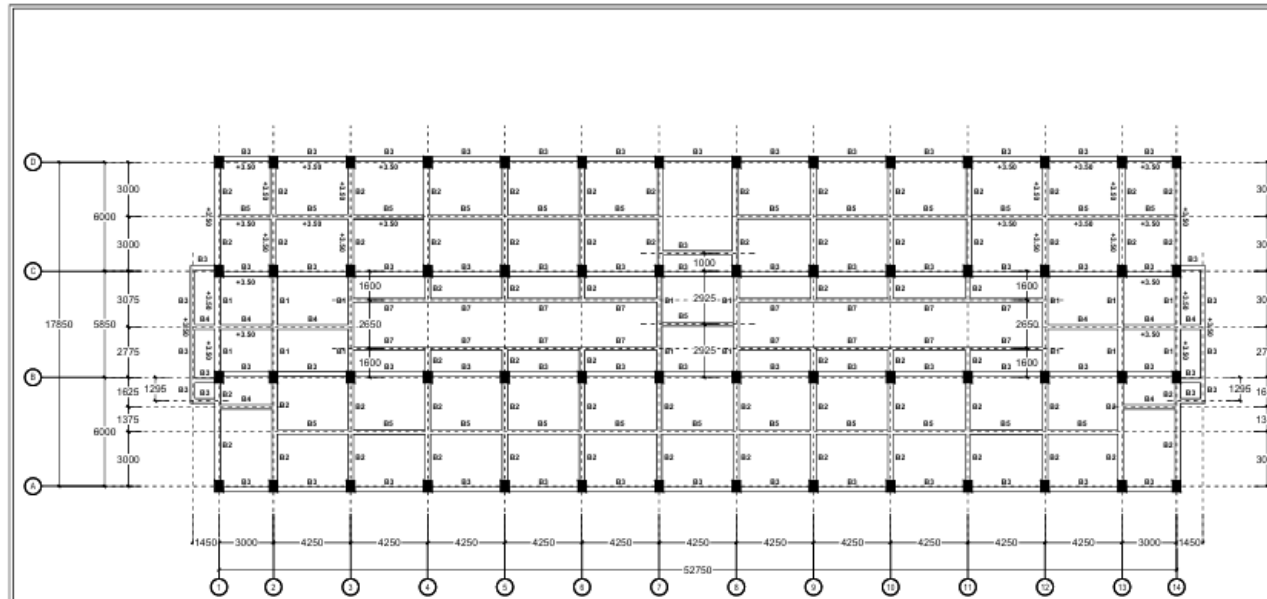


**PENULANGAN EKSTING**  
SKALA 1 : 20



**DETAIL PENULANGAN K1-RF1**  
SKALA 1 : 20

<b>INSTANSI</b>	
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN LABORATORIUM PERENCANAAN CONTOH	
<b>SHOP DRAWING</b>	
<b>NO.</b>	<b>KETERANGAN</b>
<b>NAMA PEKERJAAN</b>	
PEMBANGUNAN ASRAMA C KAMPUS BRAWAN YOGYAKARTA	
<b>LOKASI PROYEK</b>	
DESA ARGOREJO, Kecamatan BANTUL, YOGYAKARTA	
<b>MENYETUJUI</b>	
Kebua Tim Pengembangan Kampus	
Muhammad Allan Ja'far	
<b>PERENCANA</b>	
PT. CIPTA TUNTAS LARAS	
<b>PELAKSANA</b>	
TIM PENGEMBANGAN KAMPUS BRAWAN YOGYAKARTA	
<b>DI PERIKSA &amp; SETUJUI OLEH :</b>	
TIM Manajemen Konstruksi	
<b>NAMA GAMBAR</b>	<b>SKALA</b>
DETAIL PENULANGAN KOLOM K1-RF1	1 : 20
<b>TANGGAL</b>	<b>NO. HALAMAN</b>
01 AGUSTUS 2024	00
<b>JURUSAN</b>	



**RENCANA BALOK LANTAI 2 ELV +3.55**  
SKALA 1 : 300

MUTU BETON (f'c)	25 MPa
MUTU BAJA TULANGAN	B275 430A
MUTU BAJA PROFIL	A36
SELIMUT BETON	30 mm

Schedule Balok Beton	
KODE	KETERANGAN
B1	B1 300x550
B2	B2 300x500
B3	B3 250x450
B4	B4 250x400
B5	B5 200x400
B7	B7 250x500

INSTANSI



TIM PENGEMBANGAN KAMPUS  
MADRASAH MUHAMMADIYAH  
MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

**SHOP  
DRAWING**

NO	REVISI	KETERANGAN

**NAMA PEKERJAAN**

PENBANGUNAN ASRAMA C  
MUHAMMADIN MUHAMMADIYAH  
YOGYAKARTA

**LOKASI PROYEK**

DESA AIRGOREJO,  
SEDAKU, BANTUL

**MENYETUJUI**

Ditulis  
Tim Pengembangan Kampus

Muhammad Allan Jarlar

**PERENCANA**

PT. CIPTA TUNTAS LARAS

**PELAKSANA**

TIM PENGEMBANGAN KAMPUS  
MADRASAH MUHAMMADIYAH  
MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

**DI PERIKSA &  
SETUJUI OLEH :**

Tim  
Manajemen Kontrol

**NAMA GAMBAR**

BALOK LANTAI 2  
ELV +3.55

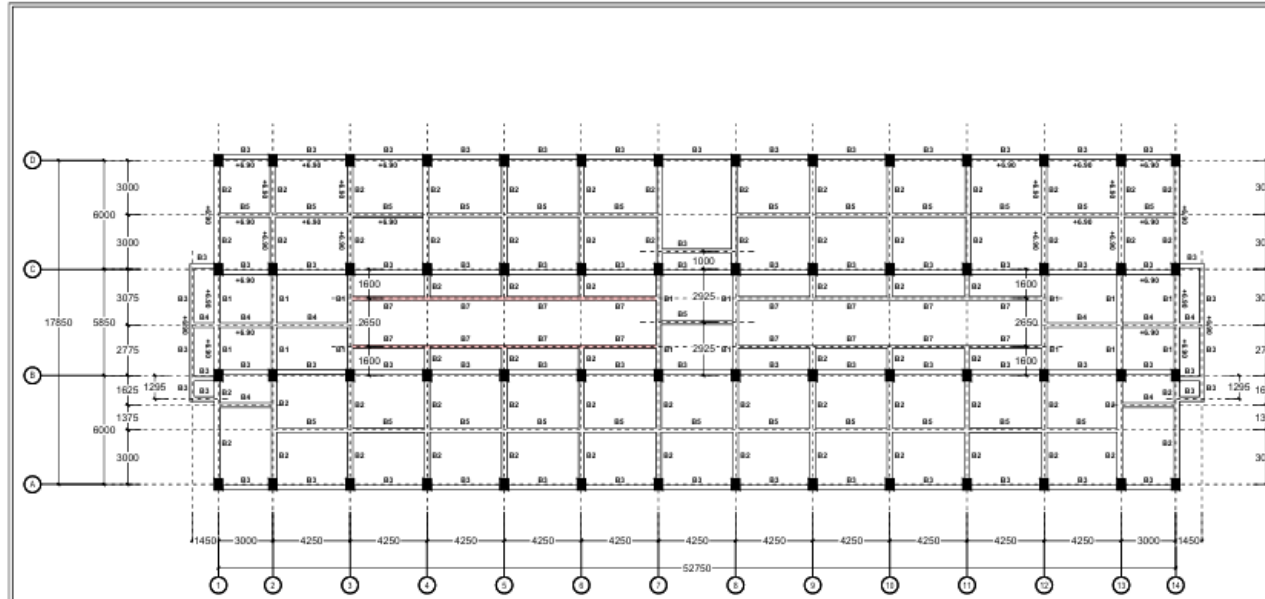
**SKALA**

1 : 300

TANGGAL:  
01 AGUSTUS 2024

NO. KAJI/REVISI:  
12

DIKIRIM LAMBEK:



**DENAH BALOK ELV +6.95**  
SKALA 1 : 200

MUTU BETON (f'c)	25 MPa
MUTU BAJA TULANGAN	B.JTS 430A
MUTU BAJA PROFIL	A36
SELIMUT BETON	30 mm

**Schedule Balok Beton**

KODE	KETERANGAN
B1	B1 300x550
B2	B2 300x500
B3	B3 250x450
B4	B4 250x400
B5	B5 200x400
B7	B7 250x500

INSTANSI



TIM PENGEMBANGAN KAMPUS  
MADRASAH MUJALLEN  
MUNHAMMADIYAH YOGYAKARTA

**SHOP  
DRAWING**

NO	REVISI	KETERANGAN

**NAMA PEKERJAAN**

PEMBANGUNAN ASRAMA C  
MADRASAH MUJALLEN  
MUNHAMMADIYAH YOGYAKARTA

**LOKASI PROYEK**

DESA ARGOREJO,  
SECANGU, BANTUL

**MENYETUJUI**

Ketua  
Tim Pengembangan Kampus

Muhammad Afhan Ju'far

**PERENCANA**

PT. CIPTA TUNTAS LARAS

**PELAKSANA**

TIM PENGEMBANGAN KAMPUS  
MADRASAH MUJALLEN  
MUNHAMMADIYAH YOGYAKARTA

**DI PERIKSA &  
SETUJUI OLEH :**

TIM  
Manajemen Konstruksi

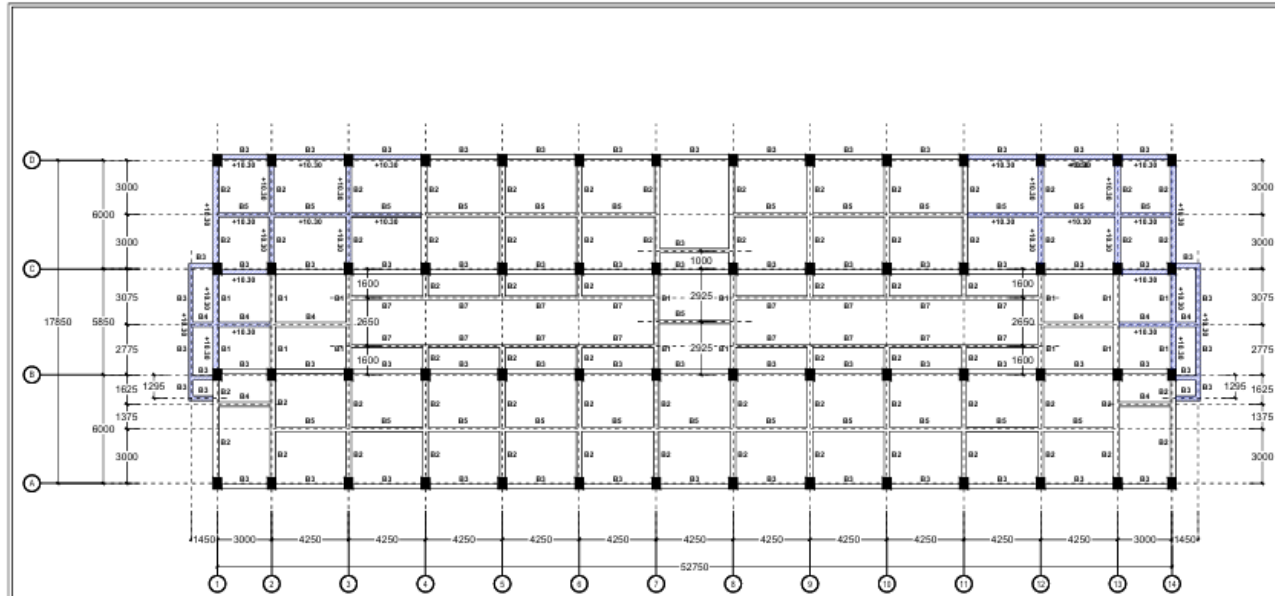
**NAMA GAMBAR**      **SKALA**

BALOK ELV +6.95      1 : 200

TANGGAL:      NO. HALAMAN

01 AGUSTUS 2024      12

JUMLAH LEMBAR:      -



**RENCANA BALOK ELV +10.35**  
 SKALA 1:20

MILU BETON (f'c)	25 MPa
MILU BAJA TULANGAN	BJTS 420A
MILU BAJA PROFIL	A36
SELIMUT BETON	30 mm

**Schedule Balok Beton**

KODE	KETERANGAN
B1	B1 300x550
B2	B2 300x500
B3	B3 250x450
B4	B4 250x400
B5	B5 200x400
B7	B7 250x500

**INSTANSI**



TM PENGEMBANGAN KAMPUS  
 MICKOSAH MUJALLIDIN  
 MUHAMMADYAH YOGYAKARTA

**SHOP  
 DRAWING**

NO	REVISI	KETERANGAN

**NAMA PEKERJAAN**

PEMBANGUNAN ASRAMA C  
 MUJALLIDIN MUHAMMADYAH  
 YOGYAKARTA

**LOKASI PROYEK**

DESA ARGGREJO,  
 SEDAYU, BANTUL

**MENYETUJUI**

Refuz  
 Tim Pengembangan Kampus

Muhammad Allan Jafar

**PERENCANA**

PT. CIPTA TUNTAS LARAS

**PELAKSANA**

TM PENGEMBANGAN KAMPUS  
 MICKOSAH MUJALLIDIN  
 MUHAMMADYAH YOGYAKARTA

**DI PERIKSA &  
 SETUJUI OLEH :**

TM  
 Manajemen Konstruksi

**NAMA GAMBAR**

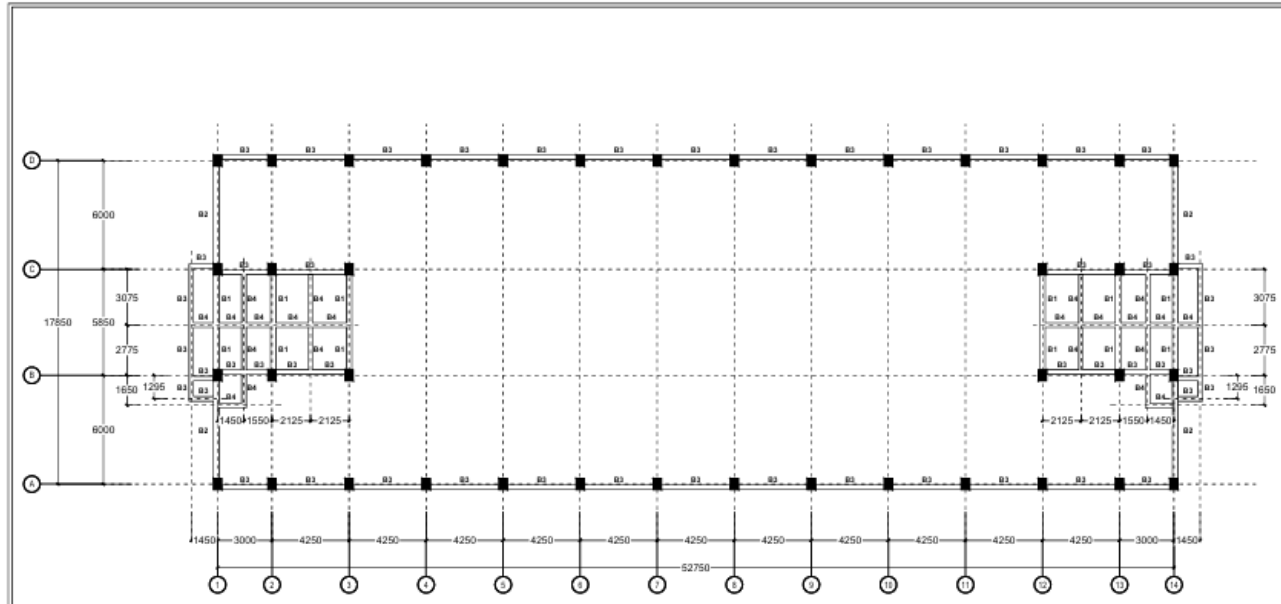
BALOK ELV +10.35

**SKALA**

1:200

TANGGAL: 01 AGUSTUS 2024

NO. HALAMAN: 12



**RENCANA BALOK ELV +13.75**  
SKALA 1:20

MUTU BETON (f'c)	25 MPa
MUTU BAJA TULANGAN	B75 430A
MUTU BAJA PROFIL	A30
SELIMUT BETON	30 mm

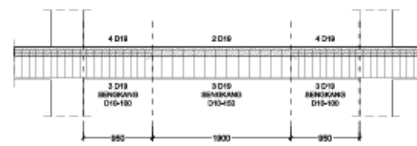
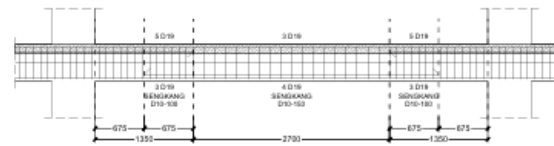
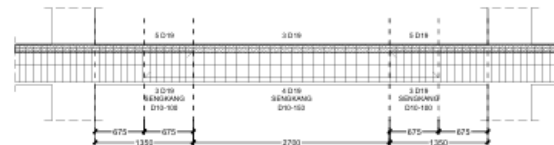
Schedule Balok Beton	
KODE	KETERANGAN
B1	B1 300x550
B2	B2 300x500
B3	B3 250x450
B4	B4 250x400
B5	B5 200x400
B7	B7 250x500

<b>INSTANSI</b>	
 TIM PENGEMBANGAN KAMPUS MADRASAH MUHAMMADIYAH MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA	
<b>SHOP DRAWING</b>	
NO	REVISI / KETERANGAN
<b>NAMA PEKERJAAN</b>	
PEMBANGUNAN ASRAMA C MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA	
<b>LOKASI PROYEK</b>	
DESA ANGGREK, SEDAYU, BANTUL	
<b>MENYETUJUI</b>	
Ketua Tim Pengembangan Kampus	
Muhammad Afkar Jafar	
<b>PERENCANA</b>	
PT. CIPTA TUNTAS LARAS	
<b>PELAKSANA</b>	
TIM PENGEMBANGAN KAMPUS MADRASAH MUHAMMADIYAH MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA	
<b>DI PERIKSA &amp; SETUJUI OLEH :</b>	
TIM Manajemen Konstruksi	
<b>NAMA GAMBAR</b>	<b>SKALA</b>
BALOK ELV +13.750	1:200
<b>TANGGAL</b>	<b>NO. KAJI/REVISI</b>
01 AGUSTUS 2024	12
<b>AKSI/URUTAN</b>	

KET.	TYPE	BALOK B1 (300 X 550)		
		TUMPUAN	LAPANGAN	UJUNG BEBAS
		300	300	
		550	550	
		5D19	3D19	
		TUL. ATAS	5D19	3D19
		TUL. BAWAH	3D19	4D19
		SENGKANG	D10-100	D10-150
		TUL. PINGGANG	2D13	2D13

KET.	TYPE	BALOK B2 (300 X 500)		
		TUMPUAN	LAPANGAN	UJUNG BEBAS
		300	300	300
		500	500	500
		5D19	3D19	3D19
		TUL. ATAS	5D19	3D19
		TUL. BAWAH	3D19	4D19
		SENGKANG	D10-100	D10-150
		TUL. PINGGANG	2D13	2D13

KET.	TYPE	BALOK B3 (250 X 450)		
		TUMPUAN	LAPANGAN	UJUNG BEBAS
		250	250	
		450	450	
		4D19	2D19	
		TUL. ATAS	4D19	2D19
		TUL. BAWAH	3D19	3D19
		SENGKANG	D10-100	D10-150
		TUL. PINGGANG	-	-



INSTANSI



TIM PENGEMBANGAN KAMPUS  
BACHASAN MUALLEM  
MUHAMMADYAH YOGYAKARTA

**SHOP  
DRAWING**

NO	REVISI	KETERANGAN

**NAMA PEKERJAAN**

PEMBANGUNAN ASRAMA C  
MUALLEM MUHAMMADYAH  
YOGYAKARTA

**LOKASI PROYEK**

DESA ARGOREJO,  
SEGAYU, BANTUL

**MENYETUJUI**

Kebza  
Tim Pengembangan Kampus

**PERENCANA**

Muhammad Allan Jafar

**PT. CIPTA TUNTAS LARAS**

**PELAKSANA**

TIM PENGEMBANGAN KAMPUS  
BACHASAN MUALLEM  
MUHAMMADYAH YOGYAKARTA

**DI PERIKSA &  
SETUJUI OLEH :**

TIM  
Manajemen Konstruksi

**NAMA GAMBAR**      **SKALA**

DETAIL PENULANGAN  
BALOK                      1 : 50

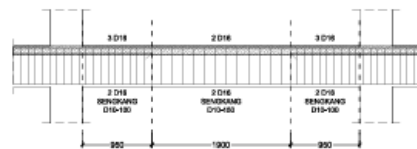
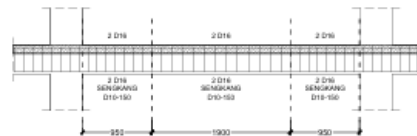
TANGGAL: 01 AGUSTUS 2024

NO. HALAMAN: 13

KET.	TYPE	BALOK B4 (250 X 400)		
		TUMPUAN	LAPANGAN	UJUNG BEBAS
		3D16	2D16	3D16
		2D16	2D16	2D16
		D10-100	D10-150	D10-100
		-	-	-

KET.	TYPE	BALOK B5 (200 X 400)		
		TUMPUAN	LAPANGAN	UJUNG BEBAS
		2D16	2D16	2D16
		2D16	2D16	2D16
		D10-150	D10-150	D10-150
		-	-	-

KET.	TYPE	BALOK B7 (250 X 550)		
		TUMPUAN	LAPANGAN	UJUNG BEBAS
		3D16	2D16	3D16
		2D16	2D16	2D16
		S10-100	S10-150	S10-100
		-	-	-



**DETAIL PENULANGAN BALOK - RENCANA**

SKALA 1:50

INSTANSI



TIPI PENGEMBANGAN KAMPUS  
BADKASAH METALLIBEN  
MURAHMADYAH YOGYAKARTA

**SHOP  
DRAWING**

NO	REVISI	KETERANGAN

**NAMA PEKERJAAN**

PENGEMBANGAN ASRAMA C  
METALLIBEN MURAHMADYAH  
YOGYAKARTA

**LOKASI PROYEK**

DESA ARGOREJO,  
SECAYU, BANTUL

**MENYETUJUI**

Keba  
Tim Pengembangan Kampus

Muhammad Allan Jafar

**PERENCANA**

PT. CIPTA TUNTAS LARAS

**PELAKSANA**

TIPI PENGEMBANGAN KAMPUS  
BADKASAH METALLIBEN  
MURAHMADYAH YOGYAKARTA

**DI PERIKSA &  
SETUJUI OLEH :**

TIPI  
Manajemen Konstruksi

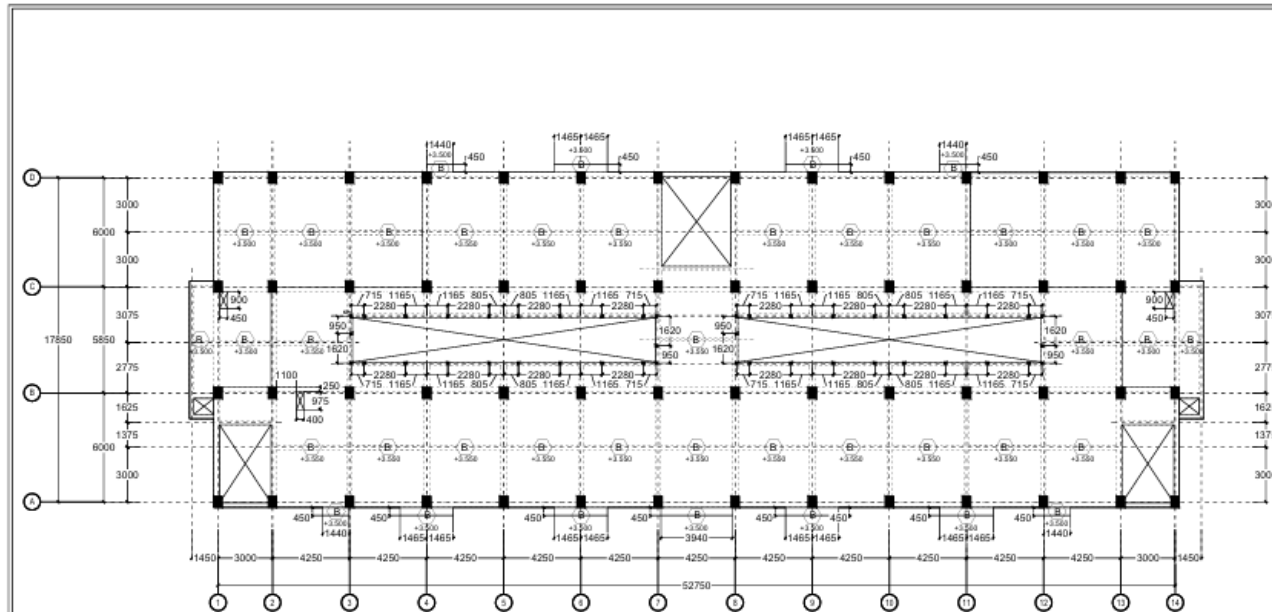
NAMA GAMBAR      SKALA

DETAIL PENULANGAN  
BALOK                      1 : 50

TANGGAL:                      NO. FILE/LEMBAR

01 AGUSTUS 2024                      13

AKURSI/UMMA                      -



**DENAH PLAT + KOLOM PRAKTIS LANTAI 2 ELV +3.55**  
SKALA 1:200

MUTU BETON (f <sub>c</sub> )	25 MPa
MUTU BAJA TULANGAN	BJTS 430A
MUTU BAJA PROFIL	A36
SELIMUT BETON	30 mm

Schedule Balok Beton	
KODE	KETERANGAN
B1	B1 300x550
B2	B2 300x500
B3	B3 250x450
B4	B4 250x400
B5	B5 200x400
B7	B7 250x500

Schedule Plat Lantai		
KODE	KETERANGAN	TEBAL
A	Plat A	100 mm
B	Plat B	120 mm
C	Plat C	150 mm

**INSTANSI**

TIK PENGEMBANGAN KAMPUS  
BANGSAH MELALIH  
MUHAMMADZAH YOGYAKARTA

**SHOP DRAWING**

NO	REVISI	KETERANGAN

**NAMA PEKERJAAN**  
PEMBANGUNAN ASRAMA C  
MUHAMMADZAH YOGYAKARTA

**LOKASI PROYEK**  
DESA ARGOREJO,  
SEWU, BANTUL

**MENYETUJUI**  
Korus  
Tim Pengembangan Kampus

Muhammad Afian Ja'far

**PERENCANA**

PT. CIPTA TUNTAS LARAS

**PELAKSANA**

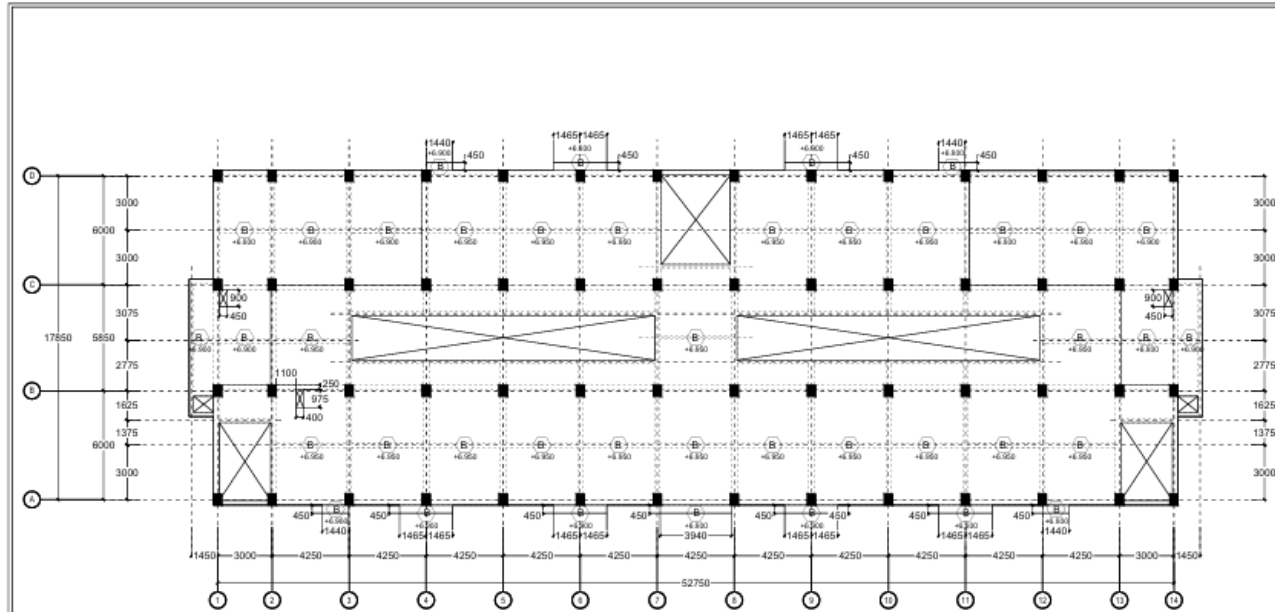
TIK PENGEMBANGAN KAMPUS  
BANGSAH MELALIH  
MUHAMMADZAH YOGYAKARTA

**DI PERIKSA & SETUJUI OLEH :**  
TBM  
Manajemen Konstruksi

NAMA GAMBAR	SKALA
PLAT LANTAI 2 ELV +3.55	1:200

TANGGAL: 01 AGUSTUS 2024

NO. KALKULASI: 19



**DENAH PLAT LANTAI 3 ELV +6.95**  
SKALA 1 : 20

MUTU BETON (f'c)	25 MPa
MUTU BAJA TULANGAN	BJTS 420A
MUTU BAJA PROFIL	A36
SELUBUNG BETON	30 mm

Schedule Balok Beton	
KODE	KETERANGAN
B1	B1 300x550
B2	B2 300x500
B3	B3 250x450
B4	B4 250x400
B5	B5 200x400
B7	B7 250x500

Schedule Plat Lantai		
KODE	KETERANGAN	TEBAL
A	Plat A	100 mm
B	Plat B	120 mm
C	Plat C	150 mm

**INSTANSI**



TIM PENGEMBANGAN KAMPUS  
 BANGUNAN METAL BESI  
 MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

**SHOP  
DRAWING**

NO	REVISI	KETERANGAN

**NAMA PEKERJAAN**

PEMBANGUNAN ASRAMA C  
 MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

**LOKASI PROYEK**

DESA ARGOREJO  
 SEDAYU, BANTUL

**MENYETUJUI**

Ketua  
 Tim Pengembangan Kampus

Muhammad Afian Jariq

**PERENCANA**

**PELAKSANA**

TIM PENGEMBANGAN KAMPUS  
 BANGUNAN METAL BESI  
 MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

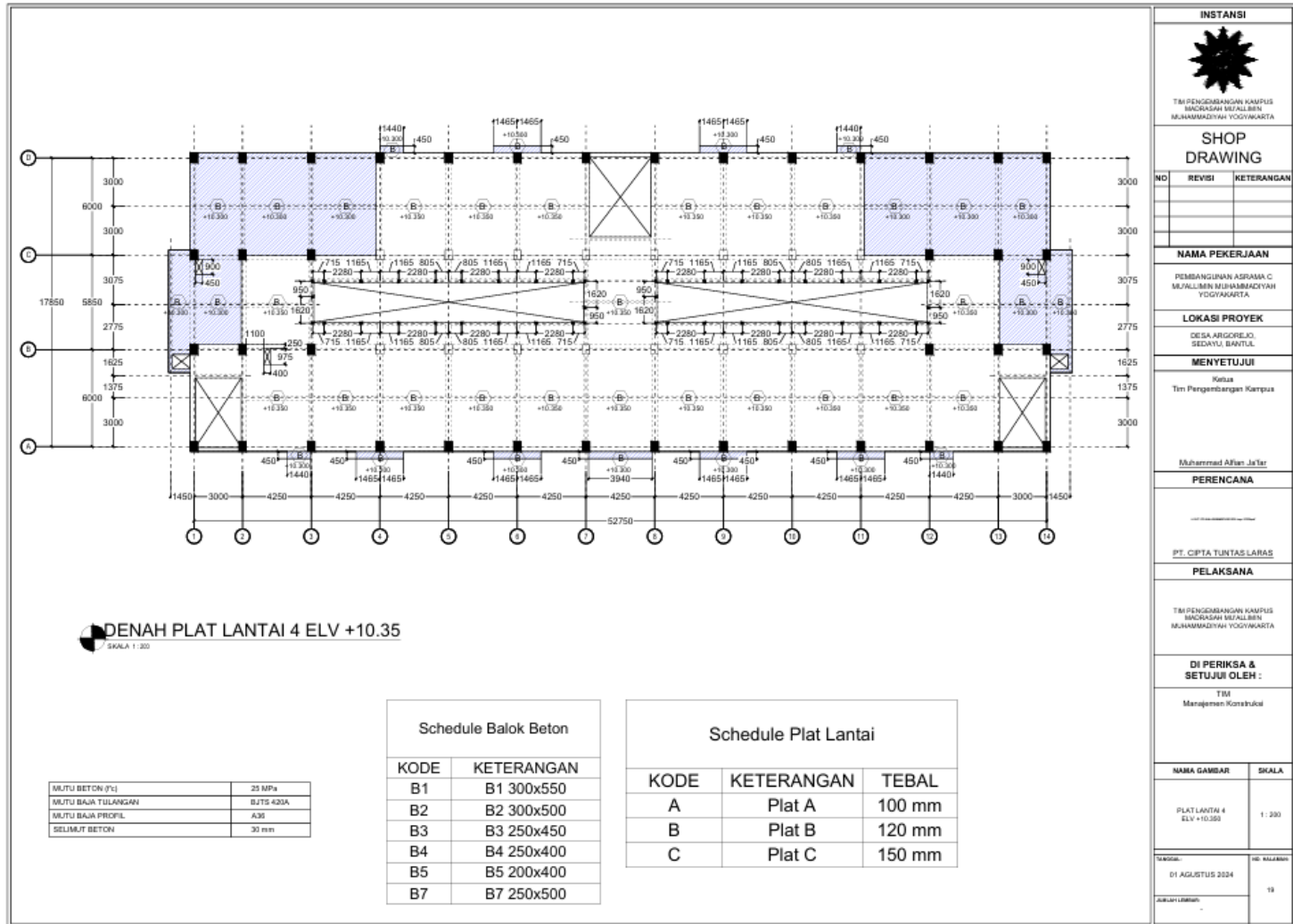
**DI PERIKSA &  
SETUJUI OLEH :**

Tim  
 Manajemen Konstruksi

**NAMA GAMBAR**      **SKALA**

PLAT LANTAI 3 ELV +6.95	1 : 20
----------------------------	--------

TANGGAL: 01 AGUSTUS 2024	NO. KALKULASI: 19
-----------------------------	----------------------



**INSTANSI**

TIM PENGEMBANGAN KAMPUS  
BANGUNAN METALLEN  
MUSAMMADYAH YOGYAKARTA

**SHOP  
DRAWING**

NO	REVISI	KETERANGAN

**NAMA PEKERJAAN**  
PEMBANGUNAN ASRAMA C  
MUSAMMADYAH YOGYAKARTA

**LOKASI PROYEK**  
DESA ARGOREJO,  
SEDANU, BANTUL

**MENYETUJUI**  
Ketua  
Tim Pengembangan Kampus  
  
Muhammad Afhan Ja'far

**PERENCANA**

**PT. CIPTA TUNTAS LARAS**

**PELAKSANA**

TIM PENGEMBANGAN KAMPUS  
BANGUNAN METALLEN  
MUSAMMADYAH YOGYAKARTA

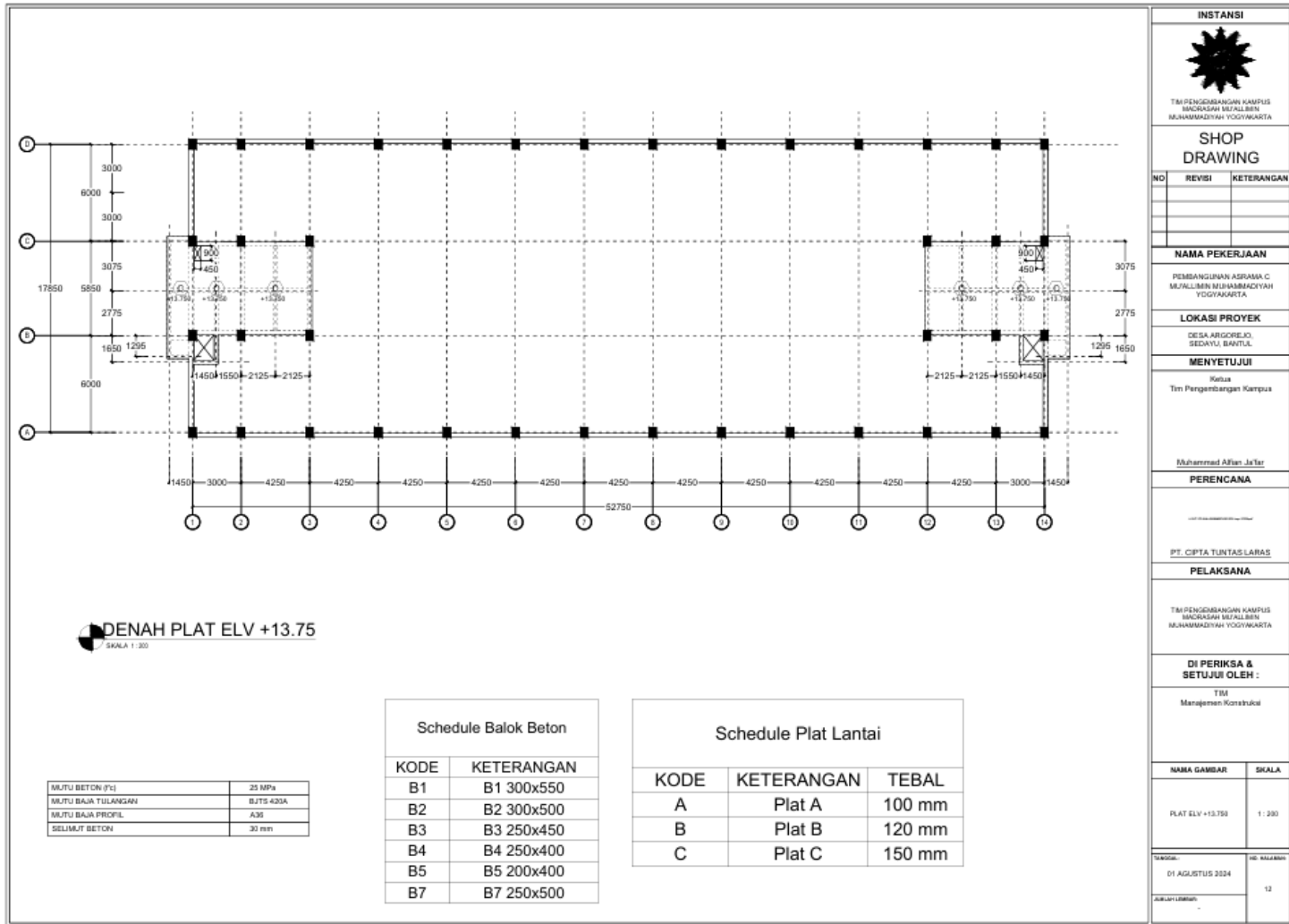
**DI PERIKSA &  
SETUJUI OLEH :**

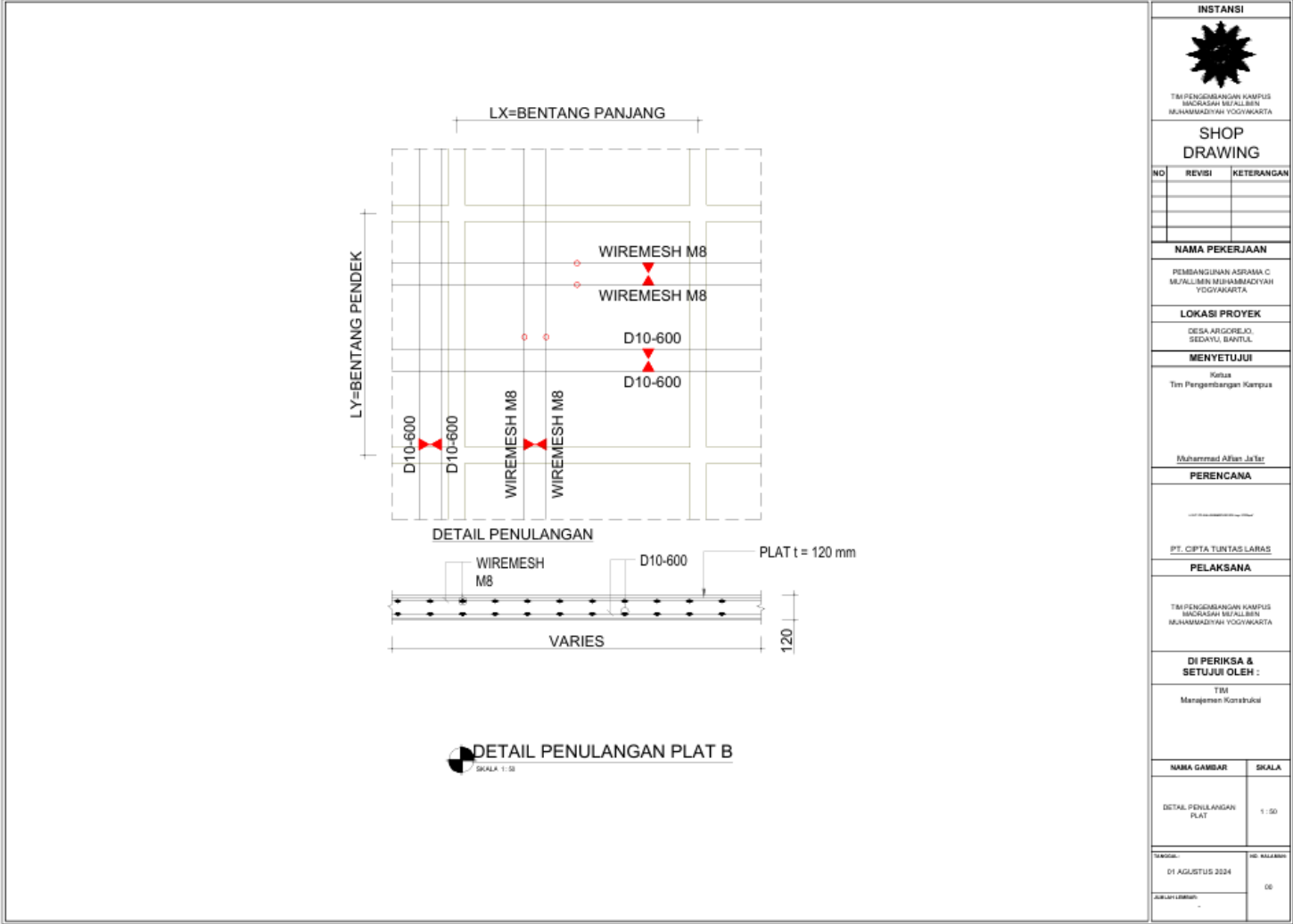
TIM  
Manajemen Konstruksi

NAMA GAMBAR	SKALA
PLAT LANTAI 4 ELV +10.35	1:200

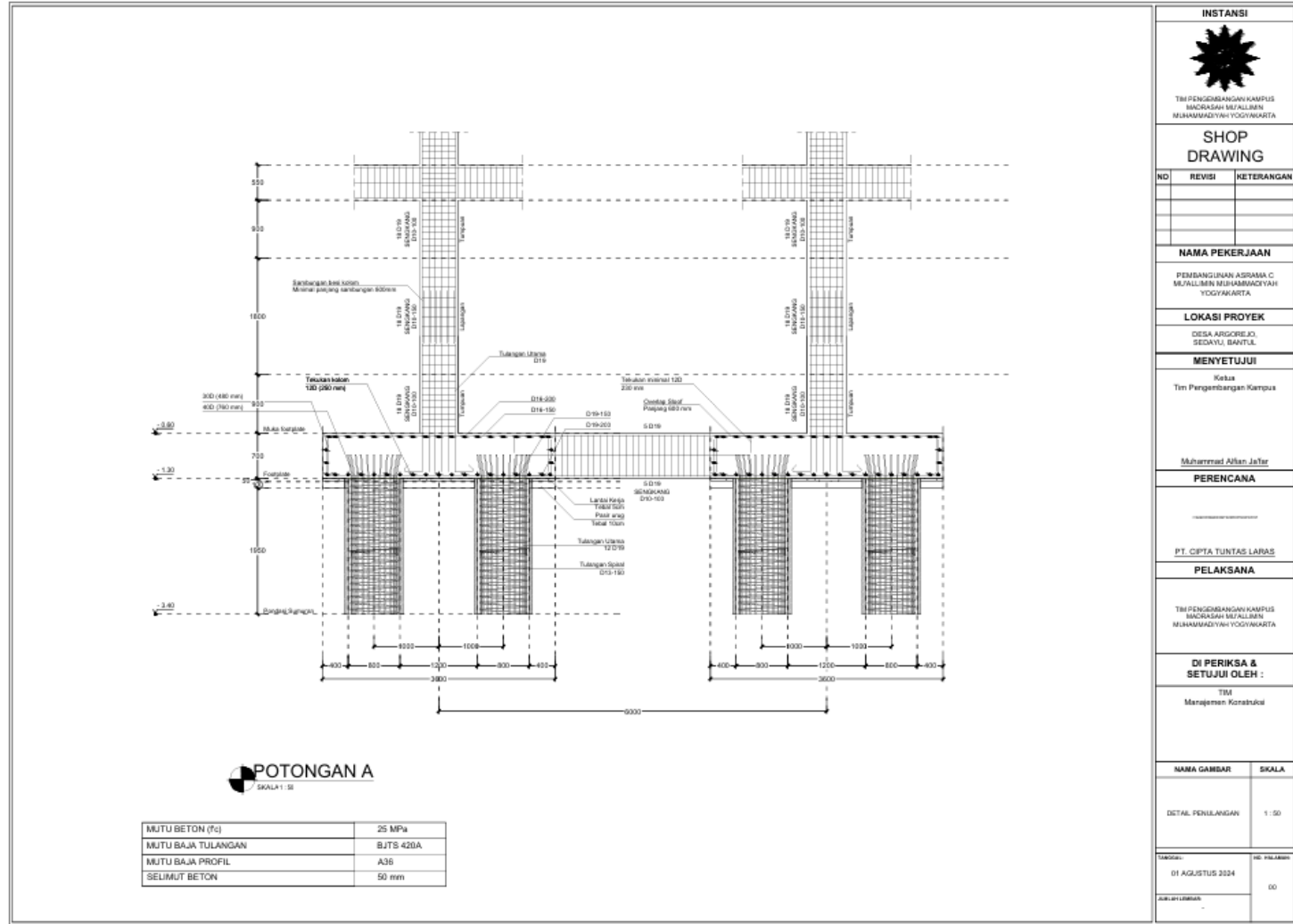
TANGGAL: 01 AGUSTUS 2024

NO. HALAMAN: 19





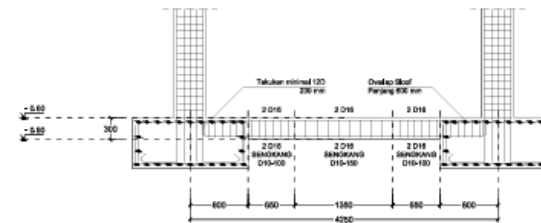
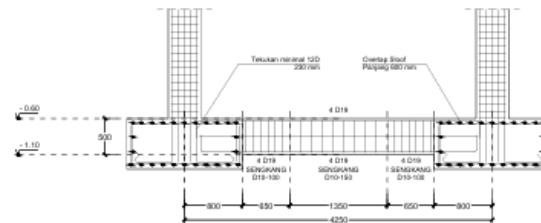
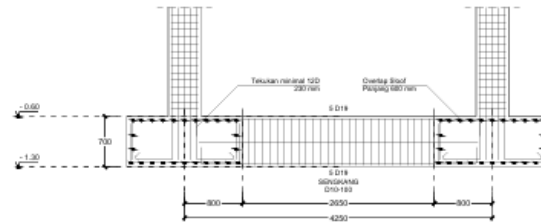
<b>INSTANSI</b>	
 TM PENGEMBANGAN KAMPUS MUHAMMADYAH YOGYAKARTA	
<b>SHOP DRAWING</b>	
<b>NO</b>	<b>KETERANGAN</b>
<b>NAMA PEKERJAAN</b>	
PENGEMBANGAN ASRAMA C MUHAMMADYAH YOGYAKARTA	
<b>LOKASI PROYEK</b>	
DESA ANGGREJO, SEDAYU, BANTUL	
<b>MENYETUJUI</b>	
Ketua Tim Pengembangan Kampus	
Muhammad Afian Jafar	
<b>PERENCANA</b>	
<b>PELAKSANA</b>	
PT. CIPTA TUNTAS LARAS	
<b>DI PERIKSA &amp; SETUJUI OLEH :</b>	
TIM Manajemen Konstruksi	
<b>NAMA GAMBAR</b>	<b>SKALA</b>
DETAIL PENULANGAN PLAT	1:50
<b>TANGGAL:</b> 01 AGUSTUS 2024	<b>NO. RAKAMAN:</b> 00
<b>APPROVAL:</b>	



KET.	TYPE		
	TUMPUAN	LAPANGAN	UJUNG BEBAS
TUL.ATAS	5D19	5D19	
TUL.BAWAH	5D19	5D19	
SENGKANG	D10-100	D10-100	
TUL.PINGGANG	2D13	2D13	

KET.	TYPE		
	TUMPUAN	LAPANGAN	UJUNG BEBAS
TUL.ATAS	4D19	4D19	
TUL.BAWAH	4D19	4D19	
SENGKANG	D10-100	D10-150	
TUL.PINGGANG	2D13	2D13	

KET.	TYPE		
	TUMPUAN	LAPANGAN	UJUNG BEBAS
TUL.ATAS	2D16	2D16	2D16
TUL.BAWAH	2D16	2D16	2D16
SENGKANG	D10-150	D10-150	D10-150
TUL.PINGGANG	-	-	-



INSTANSI



TEKNIK PENGELOMPOKAN KAMPUS  
MADRASAH MUHAMMADIYAH  
MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

SHOP  
DRAWING

NO	REVISI	KETERANGAN

NAMA PEKERJAAN

PEMBANGUNAN ASRAMA C.  
MUJALIMIN MUHAMMADIYAH  
YOGYAKARTA

LOKASI PROYEK

DESA ANGGREJO,  
SEDAYU, BANTUL

MENYETUJUI

Korus  
Tim Pengembangan Kampus

PERENCANA

Muhammad Athan Ja'far

PT. CIPTA TUNTAS LARAS

PELAKSANA

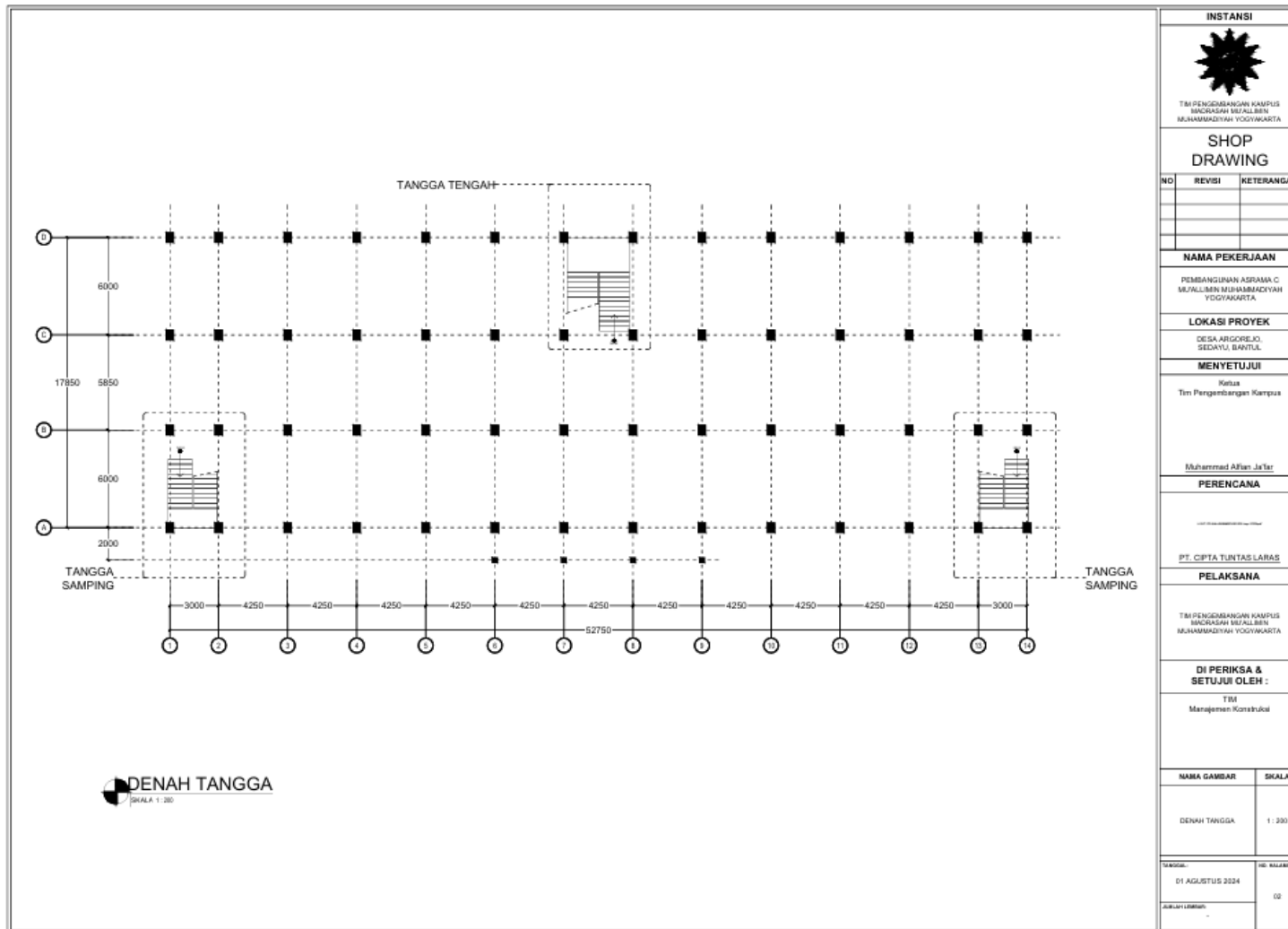
TEKNIK PENGELOMPOKAN KAMPUS  
MADRASAH MUHAMMADIYAH  
MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

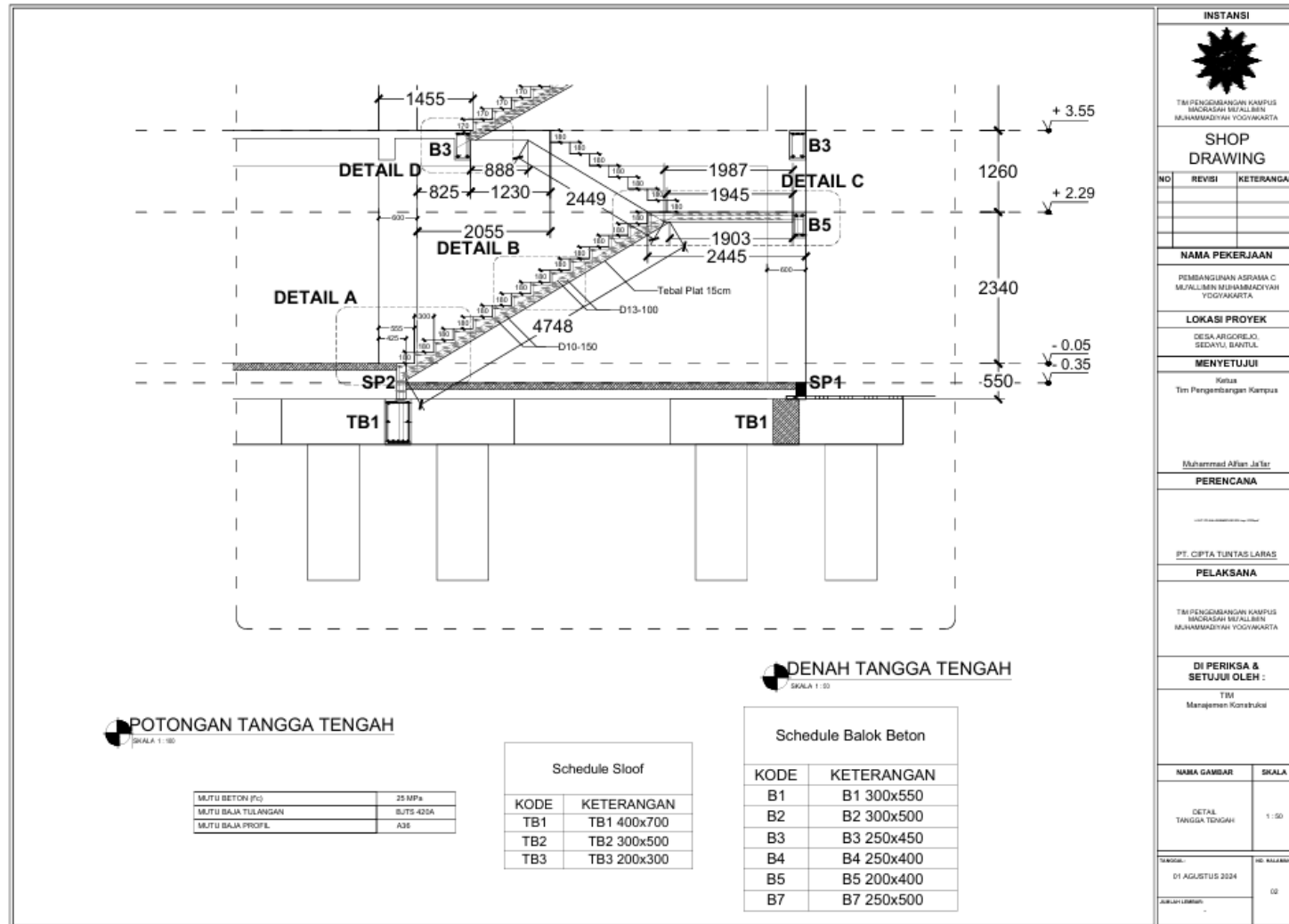
DI PERIKSA &  
SETUJUI OLEH :

TM  
Manajemen Konstruksi

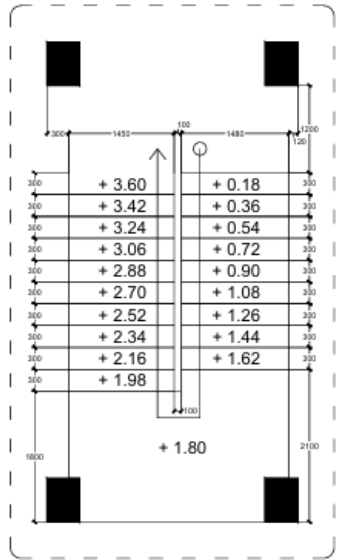
NAMA GAMBAR	SKALA
DETAIL PENULANGAN PONDASI	1 : 20
TANGGAL 01 AGUSTUS 2024	NO. TITIK ARSIR 04
AWAL/ULUMAS	







<b>INSTANSI</b>		
TIM PENGEMBANGAN KAMPUS SACASAWI METAL BEBIL MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA		
<b>SHOP DRAWING</b>		
NO	REVISI	KETERANGAN
<b>NAMA PEKERJAAN</b>		
PEMBANGUNAN ASRAMA C MULLIMIN MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA		
<b>LOKASI PROYEK</b>		
DESA MEGORJO, BANTUL, BANTUL		
<b>MENYETUJUI</b>		
Korus Tim Pengembangan Kampus		
Muhammad Afan Jafar		
<b>PERENCANA</b>		
<b>PELAKSANA</b>		
TIM PENGEMBANGAN KAMPUS SACASAWI METAL BEBIL MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA		
<b>DI PERIKSA &amp; SETUJUI OLEH :</b>		
TIM Manajemen Konstruksi		
<b>NAMA GAMBAR</b>	<b>SKALA</b>	
DETAIL TANGGA TENGAH	1:50	
<b>TANGGAL:</b>	<b>NO. KALKULASI</b>	
01 AGUSTUS 2024	00	
<b>JUMLAH LEMBAR:</b>		



**DENAH TANGGA SAMPING - UTARA**  
SKALA 1:50

MUTU BETON (f'c)	25 MPa
MUTU BAJA TULANGAN	B75S 420A
MUTU BAJA PROFIL	A36

Schedule Sloof	
KODE	KETERANGAN
TB1	TB1 400x700
TB2	TB2 300x500
TB3	TB3 200x300

Schedule Balok Beton	
KODE	KETERANGAN
B1	B1 300x550
B2	B2 300x500
B3	B3 250x450
B4	B4 250x400
B5	B5 200x400
B7	B7 250x500

**INSTANSI**

TIK PENGEMBANGAN KAMPUS  
MUSKIRAH MUALLIMIN  
MUHAMMADYAH YOGYAKARTA

**SHOP  
DRAWING**

NO	REVISI	KETERANGAN

**NAMA PEKERJAAN**

PEMBANGUNAN ASRAMA C  
MUALLIMIN MUHAMMADYAH  
YOGYAKARTA

**LOKASI PROYEK**

DESA ARIGREJO,  
SEDAYU, BANTUL

**MENYETUJUI**

Ketua  
Tim Pengembangan Kampus

Muhammad Afian Jafar

**PERENCANA**

PT. CIPTA TUNTAS LARAS

**PELAKSANA**

TIK PENGEMBANGAN KAMPUS  
MUSKIRAH MUALLIMIN  
MUHAMMADYAH YOGYAKARTA

**DI PERIKSA &  
SETUJUI OLEH :**

TIM  
Manajemen Konstruksi

NAMA GAMBAR	SKALA
DETAIL TANGGA SAMPING	1:50

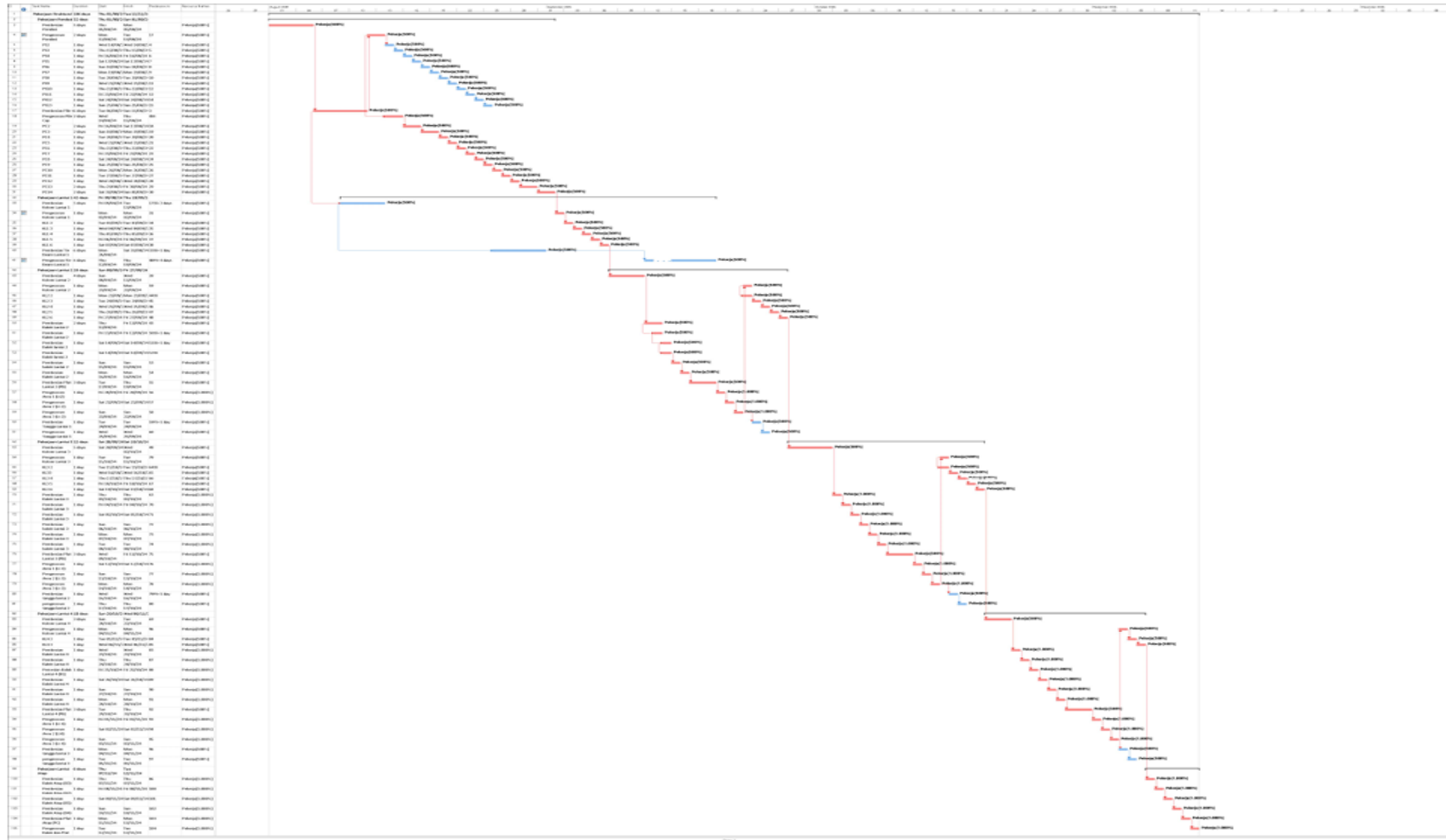
TANGGAL: 01 AGUSTUS 2024

NO. KLASIFIKASI: 06

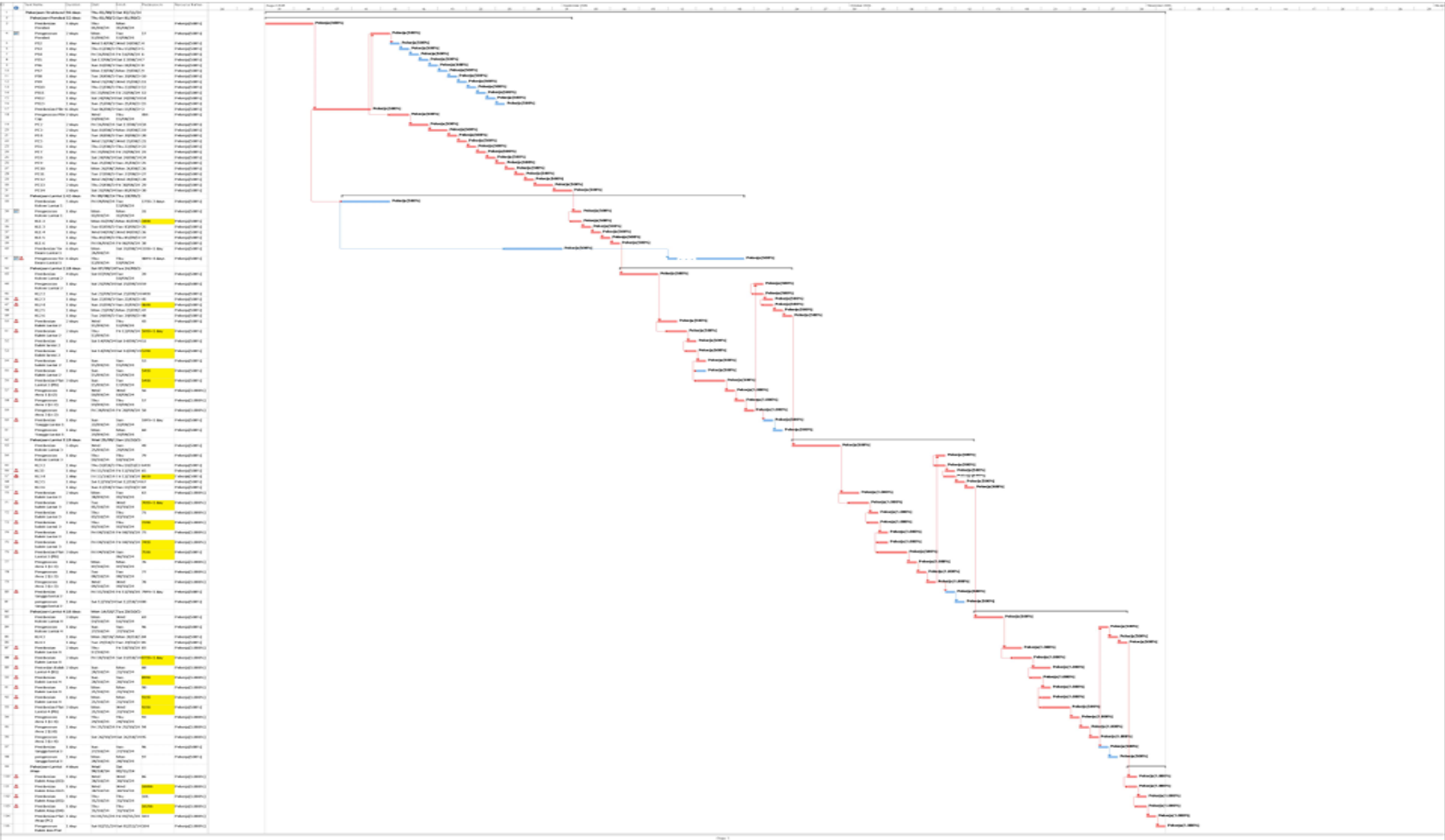
Lampiran 2. Kurva S proyek pekerjaan Gedung asrama Muhammadiyah Muallimin Yogyakarta

NO	URAIAN PEKERJAAN	SUB-TOTAL	%	SCHEDULE																	
				AGUSTUS				SEPTEMBER				OKTOBER					NOVEMBER				
				W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13	W14	W15	W16	W17	W18
<b>A</b>	<b>PEKERJAAN LANTAI 1</b>																				
I	PONDASI	Rp 1,583,984,711.40	26.21%	2.91%	2.91%	2.91%	2.91%	2.91%	2.91%	2.91%											
II	KOLOM	Rp 406,092,280.00	6.72%			1.34%	1.34%	1.34%	1.34%												
III	BALOK	Rp 5,823,830.00	0.10%				0.10%														
IV	PLAT	Rp 400,835,244.00	6.63%				1.66%	1.66%	1.66%												
<b>B</b>	<b>PEKERJAAN LANTAI 2</b>																				
I	KOLOM	Rp 315,017,228.00	5.21%							1.30%	1.30%	1.30%									
II	BALOK	Rp 427,929,868.00	7.08%							1.42%	1.42%	1.42%									
III	PLAT	Rp 463,112,814.00	7.66%							1.92%	1.92%	1.92%	1.92%								
<b>C</b>	<b>PEKERJAAN LANTAI 3</b>																				
I	KOLOM	Rp 315,017,228.00	5.21%									1.30%	1.30%	1.30%	0.65%	0.65%					
II	BALOK	Rp 427,929,868.00	7.08%									1.77%	1.77%	1.77%	0.89%	0.89%					
III	PLAT	Rp 463,112,814.00	7.66%									1.92%	1.92%	1.92%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%			
<b>D</b>	<b>PEKERJAAN LANTAI 4</b>																				
I	KOLOM	Rp 217,562,890.00	3.60%																		
II	BALOK	Rp 389,295,946.00	6.44%																		
III	PLAT	Rp 422,987,892.00	7.00%																		
<b>E</b>	<b>PEKERJAAN LANTAI ATAP</b>																				
I	BALOK	Rp 154,533,058.00	2.56%																		
II	PLAT	Rp 49,158,368.00	0.81%																		
	<b>PROGRES RENCANA</b>	<b>Rp 6,042,394,039.40</b>	<b>100.00%</b>	2.91%	2.91%	2.91%	5.92%	6.01%	5.92%	7.33%	6.96%	7.55%	4.64%	7.71%	6.91%	4.99%	5.72%	5.72%	6.86%	3.91%	5.12%
	<b>KUMULATIF PROGRES RENCANA</b>			2.91%	5.83%	8.74%	14.65%	20.67%	26.58%	33.91%	40.83%	48.44%	53.07%	60.78%	67.69%	72.68%	78.40%	84.11%	90.97%	94.88%	100.00%
	<b>PROGRES REALISASI</b>			8.59%	3.52%	2.09%	6.46%	5.35%	6.53%	7.83%	4.36%	4.90%	5.87%	5.83%	6.86%	6.25%	5.92%	5.59%	5.20%		
	<b>KUMULATIF PROGRES REALISASI</b>			8.59%	12.11%	14.20%	20.66%	26.01%	32.54%	40.37%	44.73%	49.63%	55.50%	61.33%	68.19%	74.43%	80.36%	85.95%	91.14%		

### Lampiran 3. Gantt Chart sebelum percepatan penjadwalan



Lampiran 4. Gantt Chart setelah penjadwalan



Lampiran 5. *Scheduling simulation*

