

Dwi_Nur_Wahyudi_1432100022
-1751514650320

by Turnitin Checker

Submission date: 03-Jul-2025 09:21AM (UTC+0530)

Submission ID: 2709555148

File name: Dwi_Nur_Wahyudi_1432100022-1751514650320.pdf (13.63M)

Word count: 22484

Character count: 148358

TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI BIM DENGAN AUTODESK REVIT 2025
PADA *QUANTITY TAKE-OFF* MATERIAL STRUKTUR
GEDUNG PLAZA AIRLANGGA (UNAIR) TAHAP 1
TERHADAP VOLUME, BIAYA DAN WAKTU



Disusun Oleh:

DWI NUR WAHYUDI
NBI : 1432100022

¹PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2025

TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI BIM DENGAN AUTODESK REVIT 2025
PADA *QUANTITY TAKE-OFF* MATERIAL STRUKTUR
GEDUNG PLAZA AIRLANGGA (UNAIR) TAHAP 1
TERHADAP VOLUME, BIAYA DAN WAKTU

1 Disusun Sebagai Syarat Meraih Gelar Sarjana Teknik (ST)
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



Disusun Oleh:

DWI NUR WAHYUDI
NBI : 1432100022

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2025

FINAL PROJECT
IMPLEMENTATION OF BIM USING AUTODESK REVIT
2025 FOR STRUCTURAL MATERIAL QUANTITY TAKE-
OFF OF PLAZA AIRLANGGA (UNAIR) BUILDING PHASE 1
IN TERMS OF VOLUME, COST AND TIME



Compiled by:

DWI NUR WAHYUDI
NBI : 1432100022

¹CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2025

FINAL PROJECT

***IMPLEMENTATION OF BIM USING AUTODESK REVIT
2025 FOR STRUCTURAL MATERIAL QUANTITY TAKE-
OFF OF PLAZA AIRLANGGA (UNAIR) BUILDING PHASE 1
IN TERMS OF VOLUME, COST AND TIME***

1 Prepared as a Requirement to Obtain a Bachelor of Engineering Degree (ST)
at the Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



Compiled by:

DWI NUR WAHYUDI

NBI : 1432100022

***CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
1 UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2025***

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : DWI NUR WAHYUDI
NBI : 1432100022
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Fakultas : TEKNIK
Judul Tugas Akhir : IMPLEMENTASI BIM DENGAN AUTODESK
REVIT 2025 PADA *QUANTITY TAKE-OFF*
MATERIAL STRUKTUR GEDUNG PLAZA
AIRLANGGA (UNAIR) TAHAP 1 TERHADAP
VOLUME, BIAYA DAN WAKTU

5
Disetujui Oleh,

Dosen Pembimbing

Ir. Masca Indra Triana, S.T., M.S.M
NPP. 20430.23.0886

Mengetahui,

Dekan 5
Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Dr. Ir. Sajivo, M.Kes., IPU., ASEAN Eng.
NPP. 20410.90.0197

Ir. Faradlillah Saves, S.T., M.T
NPP. 20430.15.0674

SURAT PERNYATAAN ORIGINAL

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dwi Nur Wahyudi
NBI : 1432100022
Alamat : Dusun. Dono Rt.1/Rw.1 Ds. Temu Kec. Kanor Kab. Bojonegoro
Telepon : 081314732700

¹ Menyatakan bahwa “TUGAS AKHIR” yang saya buat untuk memenuhi persyaratan kelulusan strata I (S1) Teknik Sipil – Program Sarjana – Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dengan judul :

**“IMPLEMENTASI BIM DENGAN AUTODESK REVIT 2025 PADA
QUANTITY TAKE-OFF MATERIAL STRUKTUR GEDUNG PLAZA
AIRLANGGA (UNAIR) TAHAP 1 TERHADAP VOLUME, BIAYA DAN
WAKTU”**

¹ Adalah hasil karya saya sendiri, dan bukan duplikasi karya orang lain. Selanjutnya apabila dikemudian hari klaim dari pihak lain bukan tanggung jawab pembimbing atau pengelola program tetapi menjadi tanggung jawab saya sendiri. Atas hal tersebut saya bersedia menerima sanksi, sesuai dengan hukum atau aturan yang berlaku di Indonesia.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa paksaan dari siapapun.

Surabaya, 2025

Dwi Nur Wahyudi
1432100022



1
UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dwi Nur Wahyudi
NBI / NPM : 1432100022
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Karya : Skripsi/Tesis/Disertasi/Laporan Penelitian/Praktek*

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Nonexclusive Royalty-Free Right*), atas karya saya yang berjudul :

**“IMPLEMENTASI BIM DENGAN AUTODESK REVIT 2025 PADA
QUANTITY TAKE-OFF MATERIAL STRUKTUR GEDUNG PLAZA
AIRLANGGA (UNAIR) TAHAP 1 TERHADAP VOLUME, BIAYA DAN
WAKTU”**

1 Dengan **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Nonexclusive Royalty-Free Right*), Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan karya ilmiah selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada Tanggal : 2025

Surabaya, 2025

Dwi Nur Wahyudi
1432100022

KATA PENGANTAR

11 Puji syukur Alhamdulillah penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan guna melengkapi dan memenuhi syarat-syarat untuk ujian Sarjana Teknik (S.T) pada Fakultas Teknik. Tugas Akhir ini berisikan hasil penelitian yang berjudul **“Implementasi BIM Dengan Autodesk Revit 2025 Pada *Quantity Take-Off* Material Struktur Gedung Plaza Airlangga (Unair) Tahap 1 Terhadap Volume, Biaya Dan Waktu”**.

1 Dalam penulisan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa 11 banyak masukan dan bimbingan moral maupun materil dari berbagai pihak akhirnya Tugas Akhir ini dapat terselesaikan, untuk itu penulis ucapkan rasa terima kasih kepada : 35

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan kemampuan untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kepada Bapak Kusnabit, beliau yang menjadi kepala keluarga serta 100 inti tulang punggung keluarga. Meskipun beliau tidak sempat merasakan pendidikan hingga bangku perkuliahan, namun beliau mampu mendidik penulis menjadi laki-laki yang kuat dan tegar serta pantang menyerah dalam segala rintangan, hingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Kepada Ibu Kusmiatun, 100 pintu surgaku. Beliau memiliki peran yang sangat penting dalam perjalanan studi penulis. Meskipun Ibu tidak sempat merasakan bangku perkuliahan, dedikasinya terpancar melalui doa-doa yang tak henti-hentinya beliau panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa. Berkat dukungan dan doa beliau, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Kepada kakak tercinta, Ikke Kusmei Saroh, yang selalu memberikan motivasi tiada henti, doa-doa yang tak pernah putus, dan dukungan yang menguatkan. Berkat semua itu, penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan semangat dan tekad yang begitu besar.
5. Bapak Ir. Masca Indra Triana, S.T., M.S.M. 1 Selaku dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
6. Ibu Ir. Faradlillah Saves, S.T., M.T. Selaku ketua Program Studi Teknik Sipil (S1) Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
7. Bapak dan Ibu Dosen, serta Staff Pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

8. Kepada sosok yang namanya masih belum diketahui, namun sudah tercatat dengan jelas di *Lauhul Mahfuz*. Terima kasih telah menjadi salah satu sumber motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang merupakan langkah penting dalam upaya penulis untuk memantaskan diri. Semoga kita dapat bertemu di momen terbaik dari diri kita masing-masing.
9. Terakhir, untuk diriku sendiri yang selama ini diam-diam berjuang tanpa banyak suara, yang terus melangkah meski tak selalu tahu ke mana arah akan membawa. Terima kasih karena telah bertahan sejauh ini, melewati hari-hari berat, malam yang penuh tekanan, dan waktu-waktu penuh keraguan yang tak semua orang tahu. Terima kasih karena telah memilih untuk terus mencoba, bahkan saat segalanya terasa tidak berjalan sesuai harapan. Untuk semua luka yang kau sembunyikan di balik senyum, dan semua keteguhan yang tumbuh dari rasa lelah aku bangga padamu. Kau telah belajar untuk tidak hanya kuat, tapi juga lembut pada diri sendiri. Kau telah memahami bahwa langkah kecil pun berarti, bahwa jatuh bukan tanda gagal, tapi bagian dari cara semesta mengajarkanmu bangkit. Mungkin tak semua orang tahu proses panjang yang telah kau lalui untuk tiba di titik ini. Tapi aku tahu karena aku menyaksikannya sendiri. Aku tahu bagaimana kau mengorbankan waktu, mengesampingkan kesenangan, dan bertaruh pada dirimu sendiri ketika semuanya terasa samar. Teruslah menjadi pribadi yang tumbuh dari luka, bukan hancur oleh luka. Teruslah berjalan, meski pelan, sebab setiap langkah adalah bentuk keberanian yang luar biasa. Dan saat dunia terasa sunyi, ingatlah: kau tak pernah benar-benar sendiri, karena kau punya dirimu dan itu sudah lebih dari cukup. Hari ini, izinkan aku melukmu dalam kata, dan berkata: Kau hebat. Terima kasih telah sampai sejauh ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dalam penulisan proposal maupun dalam pembahasan materi. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun untuk perbaikan tugas akhir ini. Penulis berharap bahwa Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat baik bagi penulis dan pembaca.

Surabaya, 27 Oktober 2024

Penulis

IMPLEMENTASI BIM DENGAN AUTODESK REVIT 2025 PADA *QUANTITY TAKE-OFF* MATERIAL STRUKTUR GEDUNG PLAZA AIRLANGGA (UNAIR) TAHAP 1 TERHADAP VOLUME, BIAYA DAN WAKTU

Nama Mahasiswa : Dwi Nur Wahyudi
NBI : 1432100022
Program Studi : Teknik Sipil
Dosen Pembimbing : Ir. Masca Indra Triana, S.T., M.SM.

ABSTRAK

Perkembangan industri konstruksi menuntut integrasi teknologi untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi perencanaan. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah *Building Information Modeling*. Penelitian ini mengimplementasikan BIM 5D menggunakan Autodesk Revit 2025 pada pekerjaan struktur Gedung Plaza Airlangga (Unair) Tahap 1, serta membandingkan hasil *Quantity Take-Off*, estimasi biaya, dan durasi pelaksanaan dengan metode konvensional dan data realisasi lapangan. Metode yang digunakan adalah studi komparatif kuantitatif dengan pemodelan struktur beton bertulang (pile cap, kolom, balok, dan pelat) berbasis gambar DED, kemudian dianalisis dan dibandingkan antar metode.

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh tiga kesimpulan utama. Pertama, perhitungan volume struktur menggunakan BIM lebih sesuai dibandingkan metode konvensional. Volume beton menggunakan BIM adalah 2.005,35 m³, lebih rendah 83,31 m³ dari metode konvensional sebesar 2.088,66 m³. Untuk volume pembesian, BIM menghasilkan 354.670,98 kg, lebih rendah 29.024,91 kg dibandingkan metode konvensional sebesar 383.695,89 kg. Kedua, estimasi biaya menggunakan BIM lebih efisien dengan total Rp 7.420.492.391, lebih rendah dibanding metode BOQ Rp 7.941.292.012 dan biaya realisasi sebesar Rp 8.388.166.659. Ketiga, durasi pelaksanaan proyek berdasarkan BIM adalah 14 minggu, lebih cepat dari metode konvensional 16 minggu, dan mendekati realisasi aktual 15 minggu. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan BIM 5D mampu meningkatkan perhitungan volume, efisiensi biaya, serta efektivitas waktu pelaksanaan.

Kata kunci : Autodesk Revit 2025, *Building Information Modeling*, *Quantity Take-Off*, Volume Pekerjaan

IMPLEMENTATION OF BIM USING AUTODESK REVIT 2025 FOR STRUCTURAL MATERIAL QUANTITY TAKE-OFF OF AIRLANGGA PLAZA BUILDING (UNAIR) PHASE 1 ON VOLUME, COST, AND TIME

Nama Mahasiswa : Dwi Nur Wahyudi
NBI : 1432100022
Program Studi : Teknik Sipil
Dosen Pembimbing : Ir. Masca Indra Triana, S.T., M.SM.

92 ABSTRACT

The development of the construction industry demands technological integration to improve planning efficiency and accuracy. One of the approaches used is Building Information Modeling (BIM). This study implements 5D BIM using Autodesk Revit 2025 for the structural work of the Airlangga Plaza Building (Unair) Phase 1 and compares the results of Quantity Take-Off, cost estimation, and project duration with conventional methods and actual field data. The method employed is a quantitative comparative study with reinforced concrete structural modeling (pile cap, columns, beams, and slabs) based on DED drawings, followed by analysis and comparison between methods.

39 Based on the results, three main conclusions were obtained. First, the volume calculation of the structure using BIM is more accurate compared to the conventional method. The concrete volume calculated with BIM is 2,005.35 m³, which is 83.31 m³ lower than the conventional method at 2,088.66 m³. For reinforcement volume, BIM produces 354,670.98 kg, 29,024.91 kg lower than the conventional result of 383,695.89 kg. Second, cost estimation using BIM is more efficient, with a total of IDR 7,420,492,391, which is lower than the BOQ method at IDR 7,941,292,012 and the actual realization cost of IDR 8,388,166,659. Third, the project duration based on BIM is 14 weeks, faster than the conventional method of 16 weeks, and close to the actual realization of 15 weeks. These results demonstrate that the implementation of 5D BIM can improve quantity calculation, cost efficiency, and time effectiveness in project execution.

8
Kata kunci : Autodesk Revit 2025, Building Information Modeling, Quantity Take-Off, Work Volume

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iv
SURAT PERNYATAAN ORIGINAL.....	v
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR NOTASI	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Struktur Bangunan Gedung	18
2.3 Manajemen Konstruksi.....	18
2.4 Waktu Pelaksanaan	18
2.4.1 Jadwal Rencana.....	19
2.4.2 Jadwal Realisasi	19
2.5 Biaya.....	19
2.5.1 Biaya Rencana.....	20
2.5.2 Biaya Realisasi.....	20
2.6 <i>Building Information Modeling (BIM)</i>	20
2.6.1 Pengertian BIM	20
2.6.2 Sejarah BIM	21
2.6.3 Keunggulan BIM.....	21
2.6.4 Kekurangan BIM.....	22
2.6.5 Manfaat Penggunaan BIM	22
2.6.6 Dimensi BIM.....	23

2.7	Autodesk Revit 2025	25
2.7.1	Pengertian Revit	26
2.7.2	Sejarah Revit	26
2.7.3	Tampilan lembar kerja awal pada Revit 2025	26
2.7.4	Keunggulan Autodesk Revit.....	29
2.7.5	Kekurangan Autodesk Revit.....	29
2.7.6	Fitur Autodesk Revit	29
2.8	<i>Quantity Take Off</i>	30
2.9	Perhitungan Volume Struktur.....	31
2.10	Perhitungan Volume Pembesian	31
2.11	Volume Rencana	31
2.12	Volume Realisasi	32
2.13	Metode Konvensional.....	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		33
3.1	Diagram Alir Penelitian (<i>Flowchart</i>).....	33
3.2	Rancangan Penelitian.....	34
3.3	Peralatan Penelitian	35
3.4	Lokasi Penelitian	35
3.5	Data Umum Proyek	36
3.6	Sumber Data	36
3.7	Tahapan Penelitian.....	36
3.7.1	Studi Literatur.....	37
3.7.2	Pengumpulan Data	37
3.7.3	Pemodelan 3D dengan <i>Software</i> Revit 2025	37
3.7.4	Analisi QTO Menggunakan <i>Software</i> Revit 2025.....	38
3.8	Hasil Analisa Data	39
3.8.1	Volume Pekerjaan Hasil Dari <i>Quantity Take Off</i> Pada <i>Software</i> Autodesk Revit	39
3.8.2	Biaya Pekerjaan Struktur Bangunan Yang di Dapat Dari Volume <i>Quantity Take Off</i> <i>Software</i> Autodesk Revit.....	39
3.8.3	Estimasi Durasi Pekerjaan Yang dihasilkan Dari Model BIM Revit 2025	40
3.9	Kesimpulan.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Tinjauan Umum	43
4.2	Data Penelitian.....	43
4.2.1	Informasi Data Proyek.....	43
4.2.2	<i>Detail Engineering Design</i> (DED).....	44

4.3	Pembuatan Model Dengan Metode <i>Building Information Modeling</i>	51
4.4	Luaran <i>Quantity Take Off</i> Pekerjaan Struktural	62
4.5	Analisis Data	63
4.5.1	Rekap Volume & Biaya Rencana Beton dan Tulangan dari Revit 2025	64
4.5.2	Rekap Volume & Biaya Rencana Beton dan Tulangan dari Data Proyek	64
4.5.3	Rekap Volume & Biaya Realisasi Beton dan Tulangan dari Data Proyek	64
4.6	Perbandingan <i>Quantity Take Off</i> Antara Metode BIM Revit 2025 Dengan Metode Konvensional.....	64
4.7	Perbandingan Rencana Biaya Pekerjaan Menggunakan Perhitungan Konvensional dan BIM Terhadap Realisasinya Pada Kondisi Aktual.....	67
4.8	Perbandingan Rencana Durasi Pekerjaan Menggunakan Perhitungan Konvensional dan BIM Terhadap Realisasinya Pada Kondisi Aktual.....	70
4.9	Pembahasan	73
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	77
5.1	Kesimpulan.....	77
5.2	Saran.....	78
	DAFTAR PUSTAKA.....	79
	BIODATA PENULIS.....	84
	LAMPIRAN.....	85

Halaman Sengaja Di Kosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	82	Dimensi BIM menurut <i>Centre Line Studio</i>	23
Gambar 2.2		Logo <i>Software</i> Autodesk Revit.....	26
Gambar 2.3		Tampilan Awal Revit 2025	27
Gambar 2.4		Area Kerja Revit 2025	28
Gambar 3.1		Diagram Alir (<i>Flowchart</i>).....	33
Gambar 3.2		Lokasi Proyek.....	35
Gambar 4.1		Tampak Sisi Timur Gedung Mall Unair (ARS-10).....	44
Gambar 4.2		Tampak Sisi Utara Gedung Mall Unair (ARS-10)	45
Gambar 4.3		Tampak Sisi Barat Gedung Mall Unair (ARS-11).....	45
Gambar 4.4		Tampak Sisi Selatan Gedung Mall Unair (ARS-11).....	46
Gambar 4.5	47	Potongan Struktural Memanjang (STR-37).....	46
Gambar 4.6		Potongan Struktural Melintang (STR-31)	47
Gambar 4.7		Denah Pekerjaan Pile Cap (STR-07).....	47
Gambar 4.8		Denah Pekerjaan Kolom (STR-04)	48
Gambar 4.9		Denah Pekerjaan Balok (STR-10).....	48
Gambar 4.10		Denah Pekerjaan Pelat (STR-15).....	49
Gambar 4.11		Detail Pekerjaan Pile Cap (STR-24).....	49
Gambar 4.12		Detail Pekerjaan Kolom (STR-23)	50
Gambar 4.13		Detail Pekerjaan Balok (STR-23).....	50
Gambar 4.14	16	Detail Pekerjaan Pelat (STR-15)	51
Gambar 4.15		Tampilan Awal <i>Software</i> Revit 2025	52
Gambar 4.16		Mengatur <i>Units</i> (Satuan)	52
Gambar 4.17		Membuat Grid Baru.....	53
Gambar 4.18		Membuat Grid Elevasi Baru.....	54
Gambar 4.19		Membuat Model Pembetonan Struktur Fondasi Footplat.....	54
Gambar 4.20		Membuat Model Penulangan Struktur Fondasi Footplat.....	55
Gambar 4.21		Membuat Model Pembetonan Struktur Kolom	56
Gambar 4.22		Membuat Model Penulangan Struktur Kolom	56
Gambar 4.23		Membuat Model Pembetonan Struktur Sloof dan Balok.....	57
Gambar 4.24		Membuat Model Pembetonan Struktur Sloof dan Balok.....	57
Gambar 4.25		Membuat Model Penulangan Struktur Sloof dan Balok.....	58
Gambar 4.26		Membuat Model Penulangan Struktur Sloof dan Balok.....	58
Gambar 4.27		Membuat Model Pembetonan Struktur Pelat.....	59
Gambar 4.28		Membuat Model Penulangan Struktur Pelat.....	60
Gambar 4.29		Membuat Model Penulangan Struktur Pelat.....	60

24	Gambar 4.30 Hasil Akhir Pemodelan Pembetonan Struktur	61
24	Gambar 4.31 Hasil Akhir Pemodelan Pembetonan Struktur	61
	Gambar 4.32 Hasil Akhir Pemodelan Penulangan Struktur	62
	Gambar 4.33 Hasil Akhir Pemodelan Penulangan Struktur	62
	Gambar 4.34 Diagram Batang Volume Pembetonan	66
	Gambar 4.35 Diagram Batang Volume Penulangan	66
1	Gambar 4.36 Diagram Batang Biaya Pembetonan	69
	Gambar 4.37 Diagram Batang Biaya Penulangan	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	13
Tabel 3.1 Data Umum Proyek	36
Tabel 4.1 Perbandingan <i>Quantity Take Off</i> Antara Metode BIM Revit 2025 Dengan Metode Konvensional	65
Tabel 4.2 Perbandingan Rencana Biaya Pekerjaan Menggunakan Perhitungan Konvensional dan BIM Terhadap Realisasinya Pada Kondisi Aktual	68
Tabel 4.3 Schedule Pekerjaan (<i>Bill of Quantity</i>)	72
Tabel 4.4 Schedule Pekerjaan (BIM Revit)	72
Tabel 4.5 Schedule Pekerjaan (Realisasi)	72

Halaman Sengaja Di Kosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel L.1 : Output QTO BIM Pembetonan Pile Cap	85
Tabel L.2 : Output QTO BIM Pembetonan Sloof & Balok.....	87
Tabel L.3 : Output QTO BIM Pembetonan Kolom.....	90
Tabel L.4 : Output QTO BIM Pembetonan Pelat.....	94
Tabel L.5 : Output QTO BIM Penulangan Pile Cap	95
Tabel L.6 : Output QTO BIM Penulangan Sloof & Balok.....	96
Tabel L.7 : Output QTO BIM Penulangan Kolom	100
Tabel L.8 : Output QTO BIM Penulangan Pelat	103
Tabel L.9 : Rekap Volume & Biaya Rencana Beton dan Tulangan dari Revit 2025	104
Tabel L.10 : Rekap Volume & Biaya Rencana Beton dan Tulangan dari Data Proyek	113
Tabel L.11 : Rekap Volume & Biaya Realisasi Beton dan Tulangan dari Data Proyek	122
Tabel L.12 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas Pekerjaan Dari Data <i>Bill of Quantity</i>	131
Tabel L.13 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas Pekerjaan Dari Data Autodesk Revit	140
Tabel L.14 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas Pekerjaan Dari Data Aktual.....	149
Gambar L.1 : Hasil Akhir Pemodelan Pembetonan Struktur	158
Gambar L.2 : Hasil Akhir Pemodelan Penulangan Struktur.....	159
Gambar L.3 : Gambar <i>Detail Engineering Design</i>	160
Gambar L.4 : Turnitin Tugas Akhir.....	195
Gambar L.5 : Lembar Bimbingan Tugas Akhir.....	207

Halaman Sengaja Di Kosongkan

DAFTAR NOTASI

1. BIM : *Building Information Modeling*
2. QTO : *Quantity Take-Off*
3. ICT : *Information Communication Technology*
4. AEC : *Architecture, Engineering, and Construction*
5. DED : *Detail Engineering Design*
6. RAB : *Rencana Anggaran Biaya*
7. BOQ : *Bill of Quantity*
8. QMTO : *Quantity Material Take-Off*
9. SNI : *Standar Nasional Indonesia*
10. WBS : *Work Breakdown Structure*
11. GSA : *General Services Administration*
12. CDE : *Common Data Environment*
13. MEP : *Mechanical, Electrical, and Plumbing*

Halaman Sengaja Di Kosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan pesat dalam sektor konstruksi sangat dipengaruhi oleh fungsinya yang krusial dan efisien. Hal ini mendorong sektor konstruksi menuju integrasi yang lebih baik. Saat ini, kemajuan dalam teknologi dan komunikasi berperan penting dalam mengatasi berbagai tantangan, salah satunya melalui penerapan BIM. Pendekatan ini mendukung proses desain dan konstruksi yang lebih terintegrasi, menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi. Bagi penyedia jasa konstruksi, tantangan utama adalah merencanakan waktu dengan tepat. Dua faktor kunci yang menentukan keberhasilan proyek konstruksi adalah ketersediaan waktu dan perencanaan biaya yang efektif. Dengan demikian, pengelolaan waktu dan biaya menjadi aspek vital dalam mencapai tujuan proyek konstruksi yang sukses (Dhou & Susanto, 2023).

Building Information Modeling merupakan inovasi dibidang *Information Communication Technology* (ICT) dengan berfokus pada sebuah industri konstruksi (Deni et al., 2021). BIM diharapkan dapat meningkatkan produktivitas proyek secara keseluruhan dengan mempercepat proses konstruksi, memperbaiki kolaborasi antar pihak terkait, mengidentifikasi masalah biaya, serta mengurangi risiko kegagalan. Berbagai studi menunjukkan bahwa penerapan BIM bersama teknologi modern memberikan banyak keuntungan yang signifikan dibandingkan dengan metode tradisional 2D seperti Autocad. Dalam hal perencanaan dan pengelolaan basis data, BIM menawarkan berbagai manfaat yang substansial. Dibandingkan dengan metode konvensional yang hanya menghasilkan gambar dua dimensi, BIM memungkinkan visualisasi proyek dalam tiga dimensi (3D), perencanaan waktu (4D), estimasi anggaran (5D), analisis konstan (6D), pengelolaan sarana (7D), hingga evaluasi keselamatan (8D). Pendekatan ini tidak hanya memperkaya informasi yang tersedia tetapi juga meningkatkan efisiensi dalam setiap tahap siklus hidup proyek (Karsono et al., 2022).

Konsep *Building Information Modeling* merujuk pada proses pembuatan model konstruksi secara digital sebelum pelaksanaan fisik dimulai. Tujuan utamanya adalah untuk mengurangi beberapa hal yang tidak pasti, meningkatkan angka keselamatan, mengidentifikasi masalah yang ada, dan mengevaluasi potensi maupun akibat yang mungkin timbul. Dalam penerapan BIM, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi efektivitas penggunaannya, di antaranya

adalah perangkat lunak atau teknologi yang digunakan harus memenuhi standar tertentu (Rizqy et al., 2021).

Biaya proyek dalam konstruksi adalah komponen penting untuk mengontrol pengeluaran supaya sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan supaya proyek dapat mendapatkan keuntungan maksimal. Dalam merencanakan proyek, kualitas juga sangat penting. Pengendalian mutu adalah penting untuk proyek selesai dengan kualitas yang memenuhi kebutuhan pelanggan. Keberhasilan suatu proyek tergantung pada pengendalian dan pengawasan yang dilakukan. Pengaturan waktu penting untuk mengetahui jadwal dan perkembangan proyek. Hal ini dapat memantau penggunaan sumber daya seperti anggaran, tenaga kerja, peralatan, dan material. Ini juga membantu mengawasi durasi proyek dan kemajuan waktunya (Rizqy et al., 2021).

Quantity Take Off (QTO) adalah proses penting dalam industri konstruksi yang menghitung dan memperkirakan jumlah material yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek konstruksi. Proses ini mencakup analisis detail terhadap gambar desain dan spesifikasi teknis untuk mengidentifikasi dan menghitung kuantitas. Hasil QTO digunakan untuk menyusun anggaran biaya, membuat rencana proyek, dan merencanakan pengadaan material (Fadlilah et al., 2024)

Autodesk Revit adalah suatu perangkat lunak berbasis BIM yang dirancang guna meningkatkan efisiensi dalam proyek konstruksi. BIM dianggap lebih dari sekadar teknologi tradisional; ia merupakan pendekatan inovatif dalam pengelolaan proses pembangunan (Nugroho et al., 2022). Teknologi ini, berkembang didalam Bidang Arsitektur, Teknik, dan Konstruksi (AEC), yang memungkinkan simulasi semua informasi proyek ke dalam model tiga dimensi. BIM juga memiliki fungsi sebagai sumber informasi yang kredibel, mendukung penetapan keputusan siklus hidup bangunan, dan berguna dalam mencapai tujuan tertentu agar lebih efektif.

Autodesk Revit adalah perangkat lunak yang menghasilkan model tiga dimensi sebagai output utama, tetapi tidak terbatas pada visualisasi tersebut; ia juga mampu mensimulasikan berbagai informasi penting dalam proyek melalui pemodelan 3D. Dengan Autodesk Revit, proses perancangan dan pembuatan objek tiga dimensi berdasarkan dimensi panjang, lebar, dan tinggi menjadi lebih mudah, serta pengeditannya lebih praktis dibandingkan dengan aplikasi lain yang sejenis (Reista et al., 2022). Revit menawarkan banyak manfaat, termasuk peningkatan kecepatan dalam penyelesaian pekerjaan, kemudahan integrasi dengan perangkat lunak lain, dan kemampuan untuk mendeteksi tabrakan desain, yang membantu menghindari konflik dalam proyek (Khairi et al., 2022a).

Autodesk Revit memungkinkan para perencana untuk lebih fokus pada proses desain bangunan dengan menyediakan berbagai alat yang *user-friendly* (Khairi et al., 2022b). Nama "Revit," yang merupakan singkatan dari "*revise instantly*," mencerminkan kemampuannya untuk melakukan revisi dengan cepat. Karena semua komponen dalam proyek saling terhubung, revisi ini menjadi sangat penting. Gambar-gambar yang dihasilkan oleh Revit tidak berbentuk lembaran yang terpisah, namun merupakan dokumen yang mengkombinasikan secara menyeluruh satu sama lain (Pamungkas, 2022).

Proyek konstruksi sering kali mengalami pembengkakan biaya dan penundaan waktu akibat perbedaan antara volume material yang direncanakan dan kebutuhan di lapangan, serta proses perhitungan manual yang rentan terhadap kesalahan. Pada Proyek Pembangunan Plaza Airlangga (Unair) Tahap 1 Surabaya, kurangnya integrasi data antartim proyek dan minimnya penerapan teknologi modern, seperti BIM 5D, turut menjadi kendala dalam menjaga konsistensi data dan efisiensi biaya. Dengan menggunakan Autodesk Revit 2025, implementasi BIM 5D pada *Quantity Take-Off* material dapat memberikan akurasi volume yang lebih tinggi dan integrasi jadwal proyek secara otomatis, sehingga potensi kesalahan perencanaan dan pengendalian biaya dapat diminimalisir.

Dalam penelitiannya yang berjudul *Quantity Take Off* di Gedung Apartemen Menggunakan BIM Revit, Yadi membandingkan metode BIM dengan metode konvensional untuk menghitung volume material konstruksi. Model tiga dimensi bangunan dibuat menggunakan Autodesk Revit berdasarkan gambar DED dua dimensi. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode BIM memberikan tingkat akurasi yang lebih tinggi, terutama dalam menghitung volume beton dan pembesian, di mana metode BIM secara keseluruhan memiliki volume 35,36%. Penggunaan analisis manual dan rata-rata QTO berbasis BIM menunjukkan pengurangan sebesar 17,76% dibandingkan dengan rata-rata QTO berbasis metode konvensional. Sementara itu, perbedaan selisih terkecil terjadi pada pekerjaan kolom. Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan BIM dapat meningkatkan efisiensi dan ketepatan dalam proses perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi (Yadi et al., 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan dan menganalisa akurasi hasil perhitungan QTO material struktur bangunan terhadap volume, jadwal dan biaya dengan metode BIM Autodesk Revit 2025, serta menganalisis perbandingan antara metode perhitungan QTO untuk struktur beton bertulang (pile cap, kolom, balok, dan pelat lantai) berdasarkan hasil pemodelan 3D Revit dan metode konvensional dalam konteks Proyek Pembangunan Plaza Airlangga (Unair) Tahap 1 Surabaya. Analisis ini sangat penting untuk mengevaluasi kemampuan BIM

dalam mengatasi keterbatasan metode konvensional, sekaligus memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai efisiensi, akurasi, dan hasil yang optimal dalam pelaksanaan proyek konstruksi.

34 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan yang diberikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan hasil ²⁹perhitungan volume material struktur bangunan antara metode BIM Revit 2025 dan metode konvensional pada proyek Plaza Airlangga (Unair) Tahap 1 Surabaya?
2. Bagaimana perbandingan rencana biaya pekerjaan menggunakan perhitungan konvensional dan BIM terhadap realisasi biaya pada kondisi aktual selama pelaksanaan pekerjaan struktur?
3. Bagaimana perbandingan rencana durasi pekerjaan menggunakan perhitungan konvensional dan BIM terhadap realisasi pada kondisi aktual selama pelaksanaan pekerjaan struktur?

42 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui perbandingan hasil ²⁹perhitungan volume material struktur bangunan antara metode BIM Revit 2025 dan metode konvensional pada proyek Plaza Airlangga (Unair) Tahap 1 Surabaya
2. Untuk mengetahui hasil perbandingan rencana biaya pekerjaan menggunakan perhitungan konvensional dan BIM terhadap realisasi biaya pada kondisi aktual selama pelaksanaan pekerjaan struktur
3. Untuk mengetahui hasil perbandingan rencana durasi pekerjaan menggunakan perhitungan konvensional dan BIM terhadap realisasi pada kondisi aktual selama pelaksanaan pekerjaan struktur

1.4 Batasan Masalah ⁵⁴

Adapun mengenai batasan masalah, agar penelitian tetap terfokus dan tidak meluas, maka perlu ditetapkan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Objek yang di ambil untuk penelitian ini yaitu pada Proyek Pembangunan Plaza Airlangga (Unair) Tahap 1 Surabaya.
2. Penelitian ini dibatasi pada proyek Bangunan Gedung, dengan ruang lingkup pada pekerjaan struktur yaitu (pile cap, kolom, balok, dan pelat lantai), menghitung volume beton dan volume besi pada struktur gedung.
3. Penelitian ini tidak menghitung kebutuhan pada pekerjaan begisting.

4. Perbandingan *Quantity Take Off* berdasarkan BIM, dibandingkan dengan metode konvensional, hanya sebatas pekerjaan struktural.
5. Perhitungan *Quantity Take Off* berbasis BIM menggunakan software Autodesk Revit 2025.
6. Pemodelan dilakukan dengan merujuk pada Gambar DED yang sudah ada.
7. Perhitungan hanya melibatkan bagian struktur saja, tanpa mempertimbangkan bagian lain seperti arsitektur, mekanikal, elektrik, dan plumbing.
8. Penelitian ini hanya berfokus pada perhitungan QTO, jadwal dan biaya, tanpa mempertimbangkan seluruh proses manajemen proyek.
9. Penelitian ini tidak mempertimbangkan faktor eksternal seperti perubahan desain atau kendala lain yang dapat memengaruhi perhitungan QTO, jadwal dan biaya selama proyek berlangsung.

56

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penyusunan tugas akhir ini adalah:

1. Manfaat bagi penulis
 - a. Pengembangan Keahlian Profesional:
 Penelitian ini meningkatkan pemahaman penulis dalam penggunaan teknologi BIM, khususnya Autodesk Revit 2025, yang dapat meningkatkan keterampilan teknis dan pemahaman tentang manajemen proyek konstruksi.
 - b. Pemecahan Masalah Praktis:
 Penelitian ini membantu penulis memahami cara menyelesaikan masalah praktis, seperti perbedaan volume material, durasi proyek dan biaya, antara metode konvensional dan metode BIM Autodesk Revit 2025.
 - c. Kontribusi Akademis dan Keilmuan:
 Penulis memiliki kesempatan untuk menambah kontribusi dalam literatur mengenai efisiensi dan akurasi BIM Autodesk Revit 2025, yang bermanfaat bagi pengembangan teknologi di dunia konstruksi.
 - d. Kredibilitas dan Peningkatan Portofolio:
 Dengan hasil penelitian ini, penulis bisa menambah kepercayaan sebagai peneliti yang mengerti dan bisa menggunakan teknologi BIM Autodesk Revit 2025. Ini akan bermanfaat untuk portofolio akademis serta karier di industri konstruksi.
2. Manfaat bagi Institusi (Universitas 17 Agustus 1945)
 - a. Pengembangan Sumber Daya Akademik:
 Hasil penelitian dapat menjadi sumber referensi dan pengembangan ilmu dalam bidang konstruksi dan manajemen proyek di universitas.

- b. Reputasi dan Inovasi Teknologi:
Dengan penelitian ini, universitas dapat menunjukkan komitmennya dalam pengembangan teknologi dan inovasi, memperkuat reputasi dalam bidang teknik sipil.
 - c. Bahan Pembelajaran bagi Mahasiswa:
Studi ini dapat diterapkan untuk belajar kasus atau referensi bagi mahasiswa yang sedang mempelajari manajemen proyek konstruksi, BIM, dan teknologi informasi di bidang infrastruktur.
 - d. Berkolaborasi dengan Industri:
Penelitian ini dapat membantu Universitas bekerja sama dengan perusahaan konstruksi untuk riset dan program magang.
3. Manfaat bagi instansi (Proyek Terkait)
- a. Peningkatan Efisiensi dan Akurasi:
Penggunaan BIM Autodesk Revit 2025 dalam QTO dapat membantu instansi konstruksi untuk bekerja lebih efisien. Terutama dalam menghitung estimasi material dan biaya proyek, sehingga dapat mengurangi kemungkinan kesalahan yang dapat menyebabkan kerugian.
 - b. Pengurangan Biaya dan Waktu Proyek:
Dari hasil penelitian ini, instansi dapat mempertimbangkan teknologi BIM Autodesk Revit 2025 untuk mengefisienkan penggunaan anggaran dan waktu penyelesaian proyek konstruksi.
 - c. Menurunkan risiko keterlambatan proyek BIM 5D membantu mengenali masalah lebih cepat untuk mengurangi risiko keterlambatan proyek.
 - d. Dukungan pengambilan keputusan berbasis data:
Dengan menggunakan model BIM Autodesk Revit 2025 yang terintegrasi dan akurat, instansi memiliki data yang kuat untuk mendukung keberhasilan proyek konstruksi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya memberikan dasar yang kokoh bagi penulis dalam melaksanakan penelitian ini, memperkaya teori yang diterapkan, dan menemukan referensi yang relevan. Meskipun tidak ada penelitian sebelumnya dengan judul yang sama seperti yang diteliti oleh penulis, beberapa jurnal terkait telah diangkat sebagai referensi untuk mengembangkan bahan kajian. Berikut merupakan penelitian terdahulu.

Pertama, studi yang dilakukan (Dhou & Susanto, 2023) Industri konstruksi telah tumbuh secara signifikan sebagai akibat dari peran pentingnya dalam pembangunan suatu bangsa. Penyedia layanan konstruksi sedang mencari cara yang lebih efektif dan efisien untuk menangani kompleksitas yang berkembang dan pertumbuhan industri konstruksi yang cepat. Akibatnya, industri konstruksi tumbuh lebih terintegrasi. Saat ini, komunikasi dan kemajuan teknologi dapat menyelesaikan sejumlah masalah. Penggunaan BIM, yang memungkinkan integrasi yang lebih besar dari proses desain dan konstruksi untuk mendapatkan hasil terbaik, adalah salah satu cara untuk mengatasi masalah ini. RAB harus disiapkan menggunakan perhitungan yang tepat. Menghitung volume secara tidak benar dapat mengakibatkan kerugian yang signifikan. Untuk mengurangi kemungkinan kesalahan tersebut, penelitian ini membandingkan hasil volume elemen struktural yang lebih rendah, seperti balok pengikat, tiang pancang, dan tiang pancang, dengan menggunakan metode BIM yang didukung oleh Tekla Structures 2021 dan metode tradisional berdasarkan gambar toko. Setelah perhitungan, volume dan RAB ditentukan. Menurut hasil perhitungan, biaya keseluruhan penggunaan pendekatan BIM adalah Rp 743.352.493,00, sedangkan total biaya penggunaan cara konvensional adalah Rp 749.696.209,87. Mengingat hal ini, dapat dikatakan bahwa hasil perhitungan metode BIM 0,85% lebih rendah daripada metode konvensional.

Kedua, penelitian yang dilakukan (Laily et al., 2021). Studi ini meneliti kemungkinan BIM dan membandingkan metode konvensional dengan perhitungan BoQ yang dilakukan dengan Revit 2019. Ini dilakukan dalam konteks pekerjaan struktur, yang mencakup mencari tahu berapa volume kolom, balok, ramp, tangga, pondasi, dan tulangan. Selain itu, perkiraan baja ringan untuk rangka atap disertakan. Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Gedung G, akan menjadi lokasi studi kasus ini. Penelitian ini bertujuan untuk

memberikan lebih banyak referensi dan hal-hal yang perlu dipikirkan saat merancang proyek bangunan yang menggunakan BIM. Mengingat analisis yang dilakukan, Dengan menggunakan Revit 2019 dan metode konvensional, persentase rasio perhitungan BoQ adalah 89,37% untuk pekerjaan kolom, 98,17% untuk pekerjaan lantai, dan 96,5% untuk pekerjaan pondasi. Sementara itu, balok mencatat 88,88%. Itu berdiri di 90,35% dalam pekerjaan tangga. Ini adalah 112,18% untuk tulangan, dibandingkan dengan 82,04% untuk baja CNP dan 81,54% untuk baja IWF. Terakhir, persentase reng baja ringan adalah 100,18%. Berdasarkan hasil pemodelan dan perhitungan, dapat dikatakan bahwa estimasi BoQ dengan perangkat lunak Revit 2019 dapat diselesaikan secara efisien dan akurat. Hal ini ditunjukkan oleh rasio rata-rata 93,25% antara perkiraan BoQ menggunakan Revit 2019 dan perhitungan BoQ menggunakan metode konvensional. Mengingat bahwa Revit 2019 dapat mengurangi kemungkinan kesalahan manusia selama proses desain dan perhitungan BoQ, hasil ini lebih lanjut menunjukkan efektivitas dan efisiensi pemodelan yang dilakukan dengan program ini.

Ketiga, studi yang dilakukan (MA Prasetya et al., 2023) BIM adalah frasa yang digunakan dalam industri konstruksi. Aspek Arsitektur, Teknik, dan Konstruksi (AEC) tercakup dalam sistem BIM, yang juga mengontrol proses penyediaan informasi atau referensi digital yang lebih tepat tentang aspek fungsional dan fisik konstruksi. Dalam hal proyek atau bangunan, BIM memerlukan berbagi informasi di setiap tahap, mulai dari perencanaan pra-konstruksi hingga konstruksi, pemeliharaan, dan dekonstruksi. Metode dimensi BIM memiliki sedikit keunggulan dibandingkan aplikasi konvensional, yang biasanya terbatas pada tahap tiga dimensi (3D). Sudah diakui bahwa BIM dapat digunakan dalam berbagai konsep pendekatan, seperti penjadwalan dalam 4D, perhitungan biaya dalam 5D, keberlanjutan dalam 6D, dan aplikasi manajemen fasilitas dalam 7D. Dalam proposal tugas akhir ini, kita akan berbicara tentang penggunaan Tekla Student Version untuk membuat model 3D untuk pekerjaan struktural guna menerapkan konsep BIM. Kita akan berbicara tentang cara membuat bar bending schedule. Perangkat lunak Tekla, yang didukung oleh Microsoft Excel, dapat digunakan untuk menghitung besi balok dan kolom. Hasil analisis dari penggunaan perangkat lunak Tekla akan dibandingkan dengan yang menggunakan metode konvensional. Waktu kerja, perhitungan, estimasi biaya, dan limbah material dari penggunaan besi tulangan pada balok dan kolom adalah beberapa topik yang akan dibahas dalam perbandingan ini. Penelitian ini diyakini akan memberikan pemahaman menyeluruh tentang efisiensi dan kemanjuran pemanfaatan perangkat lunak komputer, serta kapasitasnya untuk mengurangi

limbah material. Untuk menentukan bagaimana temuan perangkat lunak bervariasi dari data proyek konvensional, studi tentang penggunaan konsep BIM diperlukan. Pembangunan proyek Kantor Inkasa di Kertajaya, Surabaya, Jawa Timur, menjadi subjek utama penelitian ini. Bangunan ini memiliki panjang 33 meter dan lebar 27 meter di atas tanah, dengan lima lantai dan atap. Luas bangunannya adalah 468 meter persegi. Penggunaan utama gedung ini adalah sebagai ruang kantor.

Keempat, penelitian yang dilakukan (Sadad et al., 2022). Metode konvensional biasanya digunakan untuk perhitungan QTO, yang melibatkan pengukuran manual pada *shop drawing*. Namun, kesalahan dapat timbul karena kompleksitas dan ketidakakuratan perhitungan volume. Aplikasi Autodesk Revit, yang didasarkan pada prinsip-prinsip BIM terbuka, memungkinkan penyelesaian perhitungan volume yang cepat dan efektif. Penelitian ini bertujuan untuk menilai penerapan model informasi bangunan dalam perbandingan hasil perhitungan QTO menggunakan pendekatan manual dan berbasis teknologi. Proyek Jalan Boru-Cikeusal di Kabupaten Serang, Provinsi Banten, menjadi subjek utama penelitian ini. Menggunakan BIM untuk memodelkan penyangga jembatan sesuai dengan referensi Desain Rekayasa Terperinci, identifikasi selesai. Selain menghitung perbedaan volume antara hasil perhitungan rencana (manual) dan perhitungan *quantity take off* menggunakan BIM, perangkat lunak Revit 2022 menunjukkan informasi detail tentang *quantity take off*. Wawancara semi-terstruktur adalah cara lain metodologi kualitatif digunakan dengan profesional BIM. Hasil pemodelan menunjukkan perbedaan volume antara hasil perhitungan *quantity take off* menggunakan implementasi BIM dan metode konvensional. Selisih rata-rata untuk pekerjaan pondasi tiang pancang adalah 1.310 persen; untuk pekerjaan tutup tiang pancang, itu adalah 3.335 persen; untuk pekerjaan dinding dada, itu adalah 1,527 persen; untuk pekerjaan dinding samping, itu adalah 5,901 persen; Dan untuk *Counterford*, itu adalah 0,859 persen. Dari sudut pandang pengguna, BIM dapat meminimalkan kesalahan perencanaan dan tugas berulang, mendeteksi kesalahan lebih awal, mengoptimalkan biaya proyek, dan memfasilitasi perencanaan permintaan material.

Kelima, studi yang dilakukan (Amri et al., 2023) Para pemangku kepentingan di industri konstruksi sedang mencari teknik dan teknologi yang dapat meningkatkan produktivitas dalam berbagai tugas terkait konstruksi seiring dengan perkembangan industri yang cepat. BIM adalah salah satu perkembangan teknologi yang paling banyak digunakan. Salah satu dari banyak keuntungan dari implementasi BIM adalah kemampuan untuk menghasilkan output QTO menggunakan model 3D yang dibuat. Untuk menghitung QTO baik dengan

menggunakan pendekatan konvensional maupun metode BIM, penelitian ini berfokus pada PT. Permodalan Nasional Madani, yang berlokasi di Kabupaten Jember. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil perhitungan QTO dari metodologi konvensional dan BIM, membandingkan hasil perhitungan QTO dari kedua pendekatan tersebut, dan mengkaji alasan di balik perbedaan hasil perhitungan QTO. Pendekatan konvensional menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel untuk melakukan perhitungan berdasarkan desain dua dimensi AutoCAD. Sebaliknya, pendekatan BIM menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit, yang memungkinkan pemodelan tiga dimensi yang terhubung langsung dengan perhitungan besaran material. Perhitungan QTO difokuskan pada Beton yang diperlukan untuk suprastruktur, yang terdiri dari pelat, balok, dan kolom. Pendekatan BIM menghasilkan temuan QTO beton 41,59 m³, balok 33,29 m³, dan pelat lantai 154,39 m³, dengan total QTO beton 229,23 m³. Total QTO beton untuk struktur atas adalah 257,68 m³, yang meliputi 44,36 m³ dari metode konvensional, 58,79 m³ dari balok, dan 154,54 m³ dari pelat lantai. Karena pendekatan tradisional menggunakan banyak perhitungan di setiap lokasi yang berpotongan dari pertemuan kolom, balok, dan pelat, hasil metode BIM QTO berbeda dari metode konvensional. Metode BIM, di sisi lain, hanya menghitung pertemuan pada salah satu bagian, yang memiliki volume terbesar, adalah elemen pertama dalam urutan dominasi perhitungan, diikuti oleh kolom.

Keenam, studi yang dilakukan (Tigauw et al., 2023) Dalam proyek bangunan, *Quantity Material Take-off* (QMT0) sering dilakukan dengan cara tradisional menggunakan gambar 2D, yang dapat menyebabkan estimasi volume yang tidak akurat. Di sektor bangunan, BIM menjadi terobosan yang memungkinkan untuk melakukan perhitungan kuantitas dengan lebih sukses dan ekonomis. Autodesk Revit merupakan salah satu program BIM yang digunakan. Dalam penelitian ini, akan diperiksa keakuratan perhitungan QMT0 yang memanfaatkan BIM dibandingkan dengan metode konvensional untuk pekerjaan pembesian dan beton di bawah jembatan. Dengan studi kasus pada struktur bawah jembatan tipe *skew*, pekerjaan ini menggunakan metodologi eksperimental kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode konvensional dan BIM berbeda dalam cara mereka menghitung volume. Deviasi untuk pekerjaan pembesian sebesar 5,13%, dengan total biaya sebesar Rp 207.370.643,69. Untuk pekerjaan beton sebesar 10,66%, dengan total biaya Rp 1.050.751.645,17. Kesalahan manusia, seperti asumsi dan interpretasi gambar yang salah, perhitungan bidang dan ruang yang terlalu disederhanakan, dan penerapan metode perhitungan yang tidak tepat, adalah penyebab utama perbedaan ini.

Ketujuh, studi yang dilakukan (Zahrah et al., 2023) Karena hasil perhitungan berdampak signifikan terhadap keberhasilan proyek konstruksi, *quantity take-off* merupakan kegiatan yang sangat penting. Karena presisi yang diberikan BIM jauh lebih unggul daripada metode perhitungan manual, penggunaannya dalam proyek konstruksi sangat penting. Hal ini dikarenakan kemampuan BIM untuk melakukan perhitungan dengan lebih tepat dan menurunkan kemungkinan kesalahan manusia saat memperkirakan jumlah pekerjaan. Selain itu, dengan menghitung kebutuhan material secara digital, BIM berpotensi meningkatkan efisiensi waktu. Dalam konteks pekerjaan struktural dan arsitektur, penelitian ini membandingkan pendekatan *Quantity Take-off* menggunakan BIM pada perangkat lunak Autodesk Revit dengan metode manual menggunakan Microsoft Excel dan AutoCAD. Membuat model dari dua dimensi (2D) ke tiga dimensi (3D), yang menggabungkan komponen struktural dan arsitektur bangunan, adalah langkah pertama dalam mempraktikkan BIM 5D. Setelah entri data ke dalam model 3D, pemrosesan dilakukan untuk menghasilkan volume sesuai dengan jenis dan spesifikasi material. *Quantity Take-off* kemudian dikompilasi menggunakan volume yang dihasilkan sebagai fondasi. Untuk mengetahui perbedaan volume pekerjaan, dilakukan perbandingan hasil perhitungan antara metode manual dan metode BIM. Hasil penelitian mengungkapkan perbedaan 0,0503% antara pendekatan BIM dan metode konvensional. Selain itu, menggunakan BIM untuk menghitung volume telah terbukti lebih cepat dan lebih sederhana daripada menggunakan metode manual, yang dapat menghemat waktu dan meningkatkan produktivitas.

Kedelapan, studi yang dilakukan (Rizqy et al., 2021). Penggunaan teknik inovatif seperti BIM menunjukkan perkembangan sektor bangunan Indonesia yang sangat cepat. Ditegaskan bahwa penggunaan BIM dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi pelaksanaan proyek konstruksi. Proses rekayasa sebelumnya dilakukan dengan menggunakan metode konvensional, termasuk perangkat lunak perencanaan proyek seperti Microsoft Project, SAP, dan AutoCAD. Karena setiap program perlu ditangani secara manual, menggunakan perangkat lunak semacam itu seringkali membutuhkan waktu lebih lama. Ini dapat mempercepat proses produksi, menghemat waktu, dan membutuhkan lebih sedikit tenaga kerja daripada BIM, yang memungkinkan integrasi aplikasi yang lebih efektif. Dari segi biaya, kualitas, dan waktu, penelitian ini mencoba menjelaskan variasi penting dalam proses perencanaan konstruksi, terutama dalam pengembangan prosedur kerja dan *Shop Drawing*. Selanjutnya, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan BIM. Karena BIM adalah penemuan yang relatif baru, penelitian ini dilakukan dengan

menggunakan kuesioner dan wawancara dengan insinyur berpengalaman dan perancang yang telah menggunakan BIM dalam pekerjaan mereka. Perencanaan Jalan Tol Selatan Jakarta-Cikampek II (Paket 3) adalah studi kasus yang sedang dianalisis. Dalam studi kasus ini, efisiensi biaya dan waktu metode konvensional dan BIM dibandingkan. Menurut hasil penelitian, menggunakan BIM dapat mempercepat proses implementasi tugas sebanyak 43,82%. Namun, perlu disebutkan bahwa karena lisensi perangkat lunak memerlukan investasi di awal yang signifikan, biayanya lebih tinggi daripada dengan metode konvensional.

Kesembilan, studi yang dilakukan oleh (Apriansyah, 2021). Gambar kerja biasanya diukur secara manual untuk menentukan volume proyek saat ini, yang sering mengakibatkan kesalahan karena kompleksitas dan ketidakakuratan komputasi. Dalam hal ini, perhitungan volume yang lebih akurat dapat dilakukan menggunakan program Revit Autodesk, yang didasarkan pada Open BIM. QTO untuk pekerjaan struktural yang dihasilkan dengan menerapkan konsep BIM adalah hasil akhir dari penggunaan program ini. *Building Information Modeling* adalah integrasi biaya konstruksi, termasuk informasi volume pekerjaan, ke dalam model tiga dimensi. Perangkat lunak Revit 2019, yang dapat memberikan informasi QTO secara menyeluruh dan penting untuk proyek bangunan yang memprioritaskan pekerjaan struktural, digunakan sebagai alat pendukung dalam penelitian ini. Dengan menggunakan gagasan BIM, penelitian ini juga menghitung perbedaan volume antara volume yang dihasilkan menggunakan *Quantity Take Off* dan volume yang diperoleh dengan metode konvensional. Wawancara semi-terstruktur dengan profesional BIM digunakan untuk menerapkan metode kualitatif. Temuan analisis menunjukkan bahwa volume yang dihasilkan menggunakan metode tradisional dan volume yang diperoleh melalui *Quantity Take Off* dengan BIM berbeda secara signifikan. Tidak ada variasi dalam jumlah yang diambil untuk konstruksi pondasi footplat. Namun, perbedaan rata-rata untuk pekerjaan sloof adalah 3,5%, perbedaan rata-rata untuk pekerjaan balok adalah 9,65%, perbedaan rata-rata untuk pekerjaan kolom adalah 3,52%, dan perbedaan rata-rata untuk pekerjaan pelat lantai adalah 5,2%. Dari sudut pandang pengguna, penggunaan ide BIM dalam integrasi dan kolaborasi menunjukkan bahwa penggunaan BIM dapat menghemat biaya proyek, mengurangi kesalahan lapangan, serta meningkatkan komunikasi dan integrasi.

Kesepuluh, studi yang dilakukan (Anwar et al. 2023) BIM merupakan salah satu teknologi yang dapat membantu proses pembangunan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memeriksa dan membedakan bagaimana pendekatan konvensional dan BIM berbeda dalam cara menghitung volume beton. Studi ini membandingkan volume struktur beton termasuk pondasi raft, balok, kolom,

pelat lantai, *shearwall*, dan *corewall* dalam bangunan 13 lantai tanpa memperhitungkan tulangan. Perbandingan volume beton yang ditentukan menggunakan metode konvensional dan BIM adalah bagian dari metodologi. Autodesk Revit digunakan untuk perhitungan BIM, sedangkan Microsoft Excel dan AutoCAD digunakan untuk perhitungan konvensional. Presisi yang lebih tinggi dan penurunan kemungkinan kesalahan manusia ditunjukkan oleh temuan metode BIM. Perbedaan volume beton antara metode konvensional dan BIM ditemukan 0,00% untuk pondasi, 0,03% untuk balok, 0,62% untuk kolom, 0,62% untuk pelat, 0,50% untuk *shearwall*, 5,85% untuk *corewall* dan 0,45% untuk total volume. Tabel 2.1 memberikan gambaran umum dari penelitian terdahulu.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul	Metode	Hasil Penelitian
1	(Dhou ⁶ Susanto, 2023)	Analisis Perbandingan Perhitungan Metode Konvensional Dan <i>Building Information Modeling (BIM)</i> Terhadap Volume Serta Biaya Pekerjaan Konstruksi	Menggunakan BIM Tekla Structures 2021 untuk mengetahui hasil <i>Quantity Take Off</i>	Menurut hasil perhitungan, biaya keseluruhan penggunaan pendekatan BIM adalah Rp 743.352.493,00, sedangkan total biaya penggunaan cara konvensional adalah Rp 749.696.209,87. Mengingat hal ini, dapat dikatakan bahwa hasil perhitungan metode BIM 0,85% lebih rendah daripada metode konvensional.

(Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2025)

5
Label 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama	Judul	Metode	Hasil Penelitian
2	(Laily et al., 2021)	Perbandingan Perhitungan BOQ Dengan Menggunakan Revit 2019 Terhadap Perhitungan BOQ Dengan Menggunakan Metode Konvensional Pada Pekerjaan Struktur (Studi Kasus: Gedung G Fakultas Pertanian Universitas Lampung	Menggunakan BIM Revit 2019 dan metode konvensional terhadap perhitungan BOQ	Hasil persentase rasio BoQ: kolom 89,37%, lantai 98,17%, pondasi 96,5%, balok 88,88%, tangga 90,35%, tulangan 112,18%, baja CNP 82,04%, baja IWF 81,54%, dan reng baja ringan 100,18%.
3	(MA Pratiyeta et al., 2023)	Studi Perbandingan Penggunaan Software Tekla Dan Metode Konvensional Dalam Perhitungan Bar Bending Schedule Pada Proyek Kantor Inkasa Kertajaya.	Metode perhitungan Bar Bending Schedule menggunakan program tekla dan teknik konvensional	Metode BIM lebih cepat 8 hari dan menghemat biaya jasa Engineer Rp. 5,568.000,00, sementara pengadaan hardware lebih murah dengan metode konvensional.

(Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2025)

14
Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama	Judul	Metode	Hasil Penelitian
4	(Sadad et al., 2022)	Implementasi BIM <i>Take Off</i> <i>Quantity</i> <i>Material</i> <i>Struktur</i> <i>Abutment</i> <i>Jembatan</i> <i>Terhadap</i> <i>Volume</i> <i>Rencana</i>	Menggunakan BIM Revit untuk memperoleh hasil QTO	Pekerjaan pondasi tiang pancang, dapat perbedaan sebesar 1,310%, pekerjaan pile cap, selisihnya mencapai 3,335%. Pekerjaan dinding (<i>breast wall</i>), selisih 1,527%, sedangkan pada dinding (<i>wing wall</i>), selisihnya sebesar 5,901%. Di samping itu, pada pekerjaan <i>counterfort</i> , selisih 0,859%.
5	(Anri et al., 2023)	Analisis Perbandingan <i>Quantity Take Off</i> (QTO) <i>Beton</i> <i>Menggunakan</i> <i>Metode</i> <i>Building Information Modeling</i> (BIM) dan <i>Metode Konvensional</i> (Studi Kasus : <i>Proyek Kantor PNM Cabang Jember</i>)	Untuk membandingkan hasil QTO dari kedua metode tersebut, metode konvensional dan metode BIM digunakan untuk QTO	Pendekatan BIM menghasilkan QTO beton 41,59 m ³ , balok 33,29 m ³ , dan pelat lantai 154,39 m ³ , dengan total QTO beton 229,23 m ³ . Total QTO beton untuk struktur atas adalah 257,68 m ³ , yang meliputi 44,36 m ³ dari metode konvensional, 58,79 m ³ dari balok, dan 154,54 m ³ dari pelat lantai.

(Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2025)

5
Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama	Judul	Metode	Hasil Penelitian
6	(Tigunov et al., 2023)	Analisa Perhitungan <i>Quantity Material Take-Off</i> (QMTO) Struktur Bawah Jembatan Tipe Skew dengan Menggunakan BIM Autodesk Revit	Menggunakan BIM Revit untuk mengetahui hasil <i>Quantity Take Off</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode konvensional dan BIM berbeda dalam cara mereka menghitung volume. Deviasi untuk pekerjaan pembesian sebesar 5,13%, dengan total biaya sebesar Rp 207.370.643,69. Keberangkatan untuk pekerjaan beton sebesar 10,66%, dengan total biaya Rp 1.050.751.645,17.
7	(Zahrah et al., 2023)	Implementasi BIM Dalam Perhitungan <i>Quantity Take-Off</i> Pekerjaan Struktur Dan Arsitektur Proyek Rtct Pertamina	Menggunakan <i>Software</i> Revit dalam perhitungan <i>quantity</i>	Hasil penelitian mengungkapkan perbedaan 0,0503% antara pendekatan BIM dan metode konvensional. Selain itu, menggunakan BIM untuk menghitung volume lebih cepat dan lebih sederhana daripada menggunakan metode manual, yang dapat menghemat waktu dan meningkatkan produktivitas.

(Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2025)

5
Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama	Judul	Metode	Hasil Penelitian
8	(Rizqy et al., 2021)	Perbandingan Metode Konvensional Dengan BIM Terhadap Efisiensi Biaya, Mutu, Waktu	Metode konvensional serta BIM direspon oleh para drafter dan insinyur terkait penerapan metode BIM tersebut	Menurut hasil penelitian, menggunakan BIM dapat mempercepat proses implementasi sebanyak 43,82%. Namun, perlu disebutkan bahwa karena lisensi perangkat lunak memerlukan investasi di awal yang signifikan, biayanya lebih tinggi daripada dengan metode konvensional.
9	(Aprionsyah, 2021)	Implementasi Konsep <i>Building Information Modeling</i> (BIM) Dalam Estimasi <i>Quantity Take</i>	Menggunakan <i>software</i> Revit 2019 untuk menampilkan informasi <i>quantity take off</i>	Analisis menunjukkan perbedaan signifikan antara volume metode tradisional dan <i>Quantity Take Off</i> dengan BIM. Pondasi footplat tetap sama, sementara perbedaan rata-rata sloof 3,5%, balok 9,65%, kolom 3,52%, dan pelat lantai 5,2%.
10	(Anwar et al. 2023)	Perbandingan <i>Quantity Take-Off</i> Beton Antara Metode	Perbandingan volume beton antara metode BIM dan	Perbedaan volume beton antara metode konvensional dan BIM ditemukan

(Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2025)

14
Label 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama	Judul	Metode	Hasil Penelitian
		Konvensional Dengan Metode BIM Pada Gedung 13 Lantai	metode konvensional	0,00% untuk pondasi, 0,03% untuk balok, 0,62% untuk kolom, 0,62% untuk pelat, 0,50% untuk shearwall, 5,85% untuk corewall dan 0,45% untuk total volume

(Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2025)

2.2 Struktur Bangunan Gedung

Sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 2847:2019, yang memberikan panduan terbaru mengenai persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, struktur bangunan gedung merupakan komponen penting dalam perencanaan dan desain konstruksi. Tujuan dari Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), yang berfokus pada kekuatan kolom dibandingkan dengan balok, berdasarkan prinsip "*strong column weak beam*", adalah untuk mencegah kegagalan sambungan antara balok dan kolom, terutama selama gempa bumi.

2.3 Manajemen Konstruksi

Manajemen konstruksi adalah konsep yang berkaitan dengan pengelolaan fungsi manajemen dan pengaturan pelaksanaan proyek pembangunan. Tujuannya adalah untuk mendapatkan hasil terbaik sesuai dengan (*Spesification*) yang ditentukan. Dalam proses ini, penting untuk memperhatikan dua aspek utama: kualitas bangunan (*Quality Control*) dan waktu pelaksanaan (*Time Control*). Berikut ini adalah fungsi-fungsi dari manajemen konstruksi yang diuraikan oleh (Suwondo, 2022).

2.4 Waktu Pelaksanaan

Perencanaan penjadwalan proyek konstruksi harus dilakukan dengan cermat agar proses pelaksanaan proyek dapat terkelola dengan baik dan diselesaikan tepat waktu. Penggunaan BIM 4D mendukung perencanaan penjadwalan yang lebih akurat melalui analisis yang diperoleh dari model geometris serta elemen-elemen terkait (Khatei et al., 2020).

2.4.1 Jadwal Rencana

Jadwal rencana ini berfungsi untuk perencanaan waktu pelaksanaan proyek konstruksi yang dirancang guna memastikan bahwa setiap tahap pekerjaan dapat diselesaikan sesuai target yang telah ditetapkan. Dalam jadwal ini, terdapat informasi mengenai durasi setiap aktivitas, urutan pekerjaan, serta hubungan antar tugas dalam proyek. Penyusunan jadwal rencana didasarkan pada volume pekerjaan, sumber daya yang tersedia, dan metode pelaksanaan yang akan digunakan. Dengan adanya jadwal rencana ini, proyek dapat dilaksanakan secara lebih terstruktur dan efisien, serta meminimalkan risiko keterlambatan.

2.4.2 Jadwal Realisasi

Jadwal realisasi merupakan waktu aktual pelaksanaan proyek konstruksi yang didasarkan pada kondisi yang ada di lapangan. Jadwal ini mencerminkan durasi yang sebenarnya dari setiap aktivitas. Dalam penelitian ini, dilakukan perbandingan antara tiga jenis jadwal, yaitu: pertama, jadwal rencana konvensional yang disusun secara manual berdasarkan estimasi waktu kerja dan pengalaman dari proyek sebelumnya; kedua, jadwal rencana berbasis BIM yang dihasilkan melalui simulasi dan analisis menggunakan Autodesk Revit 2025, dengan pendekatan yang lebih akurat terhadap urutan dan durasi pekerjaan; dan ketiga, jadwal realisasi yang mencerminkan kondisi aktual di lapangan. Tujuan dari perbandingan ini adalah untuk mengevaluasi akurasi perencanaan, mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan deviasi jadwal, serta menganalisis efektivitas penerapan BIM dalam manajemen waktu proyek konstruksi.

2.5 Biaya

Proses estimasi biaya proyek yang didasarkan pada tingkat pekerjaan, disusun sesuai dengan gambar atau dokumen desain yang detail, serta metode dan spesifikasi konstruksi yang telah ditetapkan, dikenal sebagai biaya secara rinci. Langkah pertama dalam tindakan ini adalah menentukan seberapa besar proyek konstruksi itu dan membuat struktur rincian pekerjaan WBS. Selanjutnya, kuantitas dapat dihitung dengan menggunakan gambar rencana yang rinci atau dengan menggunakan BIM. Selanjutnya, biaya langsung dihitung dengan mengalikan jumlah yang diukur dengan biaya per unit. Di sisi lain, biaya tambahan, termasuk biaya tidak langsung, dihitung sebagai persentase dari biaya langsung. Akhirnya, biaya total proyek dihitung dengan menjumlahkan biaya langsung dan biaya lainnya yang disebutkan (Andiyan, 2020).

2.5.1 Biaya Rencana

Biaya rencana berperan penting dalam memperkirakan total anggaran yang diperlukan untuk suatu proyek konstruksi. Dalam biaya rencana ini, semua komponen biaya dihitung, mulai dari biaya material, tenaga kerja, peralatan, hingga biaya lainnya yang terkait dengan pelaksanaan proyek. Estimasi biaya ini didasarkan pada perhitungan volume rencana dan harga satuan pekerjaan.

2.5.2 Biaya Realisasi

Biaya realisasi ini ialah total pengeluaran yang dikeluarkan selama pelaksanaan proyek konstruksi, yang meliputi biaya untuk material, tenaga kerja, peralatan, dan biaya tambahan lainnya. Dalam penelitian ini, dilakukan perbandingan antara tiga jenis biaya: pertama, biaya rencana (konvensional) yang dihitung secara manual berdasarkan analisis harga satuan dan volume pekerjaan; kedua, biaya berbasis BIM yang dihasilkan melalui Autodesk Revit 2025 *Quantity Take Off* berdasarkan model 3D; dan ketiga, biaya realisasi yang mencerminkan biaya aktual selama proyek berlangsung. Tujuan dari perbandingan ini adalah untuk menganalisis tingkat akurasi antara metode konvensional dan metode BIM dalam estimasi biaya, serta mengidentifikasi selisih yang ada antara biaya rencana dan biaya realisasi. Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan dasar yang kuat dalam mengevaluasi efisiensi anggaran dalam menilai potensi penghematan biaya melalui penerapan teknologi BIM dalam perencanaan proyek konstruksi.

2.6 Building Information Modeling (BIM)

Building Information Modeling adalah perkembangan paling menjanjikan dalam industri *Architecture, Engineering dan Construction (AEC)*. Dengan teknologi BIM, model bangunan virtual yang akurat dibuat secara digital. Mereka mendukung desain melalui tahapannya, dengan analisis dan kontrol BIM dapat dilakukan lebih baik daripada proses manual. Ketika selesai model yang dihasilkan berisi geometri yang tepat dan data serta data yang mendukung kegiatan konstruksi, fabrikasi dan pengadaan melalui realisasi bangunan (Huzaini, 2021).

2.6.1 Pengertian BIM

BIM adalah teknologi yang digunakan dalam konstruksi, rekayasa, dan arsitektur untuk menciptakan model digital 3D yang mencakup perencanaan, desain, pelaksanaan, dan pemeliharaan bangunan serta infrastruktur. Dalam BIM, pengguna merancang proyek dengan menggunakan objek nyata alih-alih hanya garis-garis, sehingga model tersebut memiliki properti yang sudah

ditentukan atau yang ditetapkan oleh pengguna. Ini memungkinkan pelacakan jumlah material dan informasi tambahan terkait bangunan untuk mengukur ruang lingkup proyek. Terdapat beberapa level kematangan BIM, mulai dari level 0 yang berfokus pada informasi desain, level 1 yang menggambarkan model 3D, level 2 untuk implementasi BIM, hingga level 3 yang merupakan model proyek kolaboratif. Salah satu perangkat lunak BIM yang banyak digunakan adalah Autodesk Revit. Perangkat lunak ini memanfaatkan model 3D untuk menghasilkan berbagai tampilan seperti elevasi, perspektif, denah, dan detail lainnya. Penggunaan *software* ini dapat mengurangi kesalahan akibat faktor manusia, seperti kesalahan pengukuran dan penginputan data, serta menghindari perhitungan ganda pada volume berdasarkan data objek (Alfia Magfirona et al., 2023)

2.6.2 ²⁷Sejarah BIM

BIM mulai dikenal luas pada tahun 2002 setelah Autodesk menerbitkan makalah berjudul *Building Information Modeling*. Istilah ini kembali muncul pada pertengahan 2005, ketika *US General Services Administration* (GSA) memutuskan untuk membangun gedung pengadilan baru di Jackson, Mississippi, dengan luas total 410.000 kaki persegi (Departemen Pekerjaan Umum, 2020). Sejak saat itu, perangkat lunak dua dimensi (2D) yang sebelumnya digunakan untuk desain dan dokumentasi seluruh tahap konstruksi secara bertahap digantikan, karena GSA mengarahkan stafnya untuk beralih dari pendekatan 2D ke tiga dimensi (3D) (Hendra et al., 2022).

2.6.3 Keunggulan BIM

Keunggulan BIM sebagai berikut:

1. ¹⁰⁴Peningkatan Kualitas dan Kinerja Bangunan
BIM meningkatkan kualitas dan kinerja bangunan dengan menyediakan model yang menunjukkan hubungan antar ruang dan konstruksi secara terintegrasi. Hal ini memungkinkan koordinasi yang lebih baik antara berbagai disiplin ilmu, sehingga mengurangi kesalahan dalam perancangan dan konstruksi (Nugrahini dan Permana, 2020).
2. Deteksi Tabrakan (*Clash Detection*)
Melalui fitur clash detection, BIM dapat mendeteksi tabrakan antar elemen struktur secara virtual. Ini membantu mengurangi biaya konstruksi yang disebabkan oleh kesalahan desain dan memungkinkan penanganan masalah sebelum tahap konstruksi dimulai (Chahrour et al., 2021).
3. Pengurangan Limbah Konstruksi

- Dengan adanya clash detection, BIM berkontribusi dalam mereduksi sampah konstruksi. Hal ini tidak hanya menguntungkan dari segi biaya tetapi juga berdampak positif terhadap lingkungan (Eldeep et al., 2022).
4. Efisiensi Waktu dan Biaya
Aplikasi BIM dapat mengurangi waktu pelaksanaan konstruksi hingga 25% dan biaya sebesar 11%. Hal ini dicapai melalui perencanaan yang lebih baik dan pengelolaan sumber daya yang lebih efektif (Chahrour et al., 2021).
 5. Akurasi dalam Penghitungan Kuantitas
BIM memungkinkan perhitungan kuantitas elemen bangunan secara akurat, memudahkan pembuatan gambar pelaksanaan dan *as-built drawing*. Ini juga mendukung pembuatan elemen bangunan secara tepat, terutama untuk konstruksi pracetak (Nugrahini dan Permana, 2020).
 6. Dukungan dalam Proses Demolisi
Pada tahap demolisi, BIM sangat berguna karena dapat menunjukkan secara tepat posisi dan jumlah aset serta elemen bangunan. Semua data tersedia dalam model, sehingga pelaksanaan pembongkaran dapat direncanakan secara matang (Nugrahini dan Permana, 2020).

2.6.4 Kekurangan BIM

Kekurangan BIM menurut (Cinthia Ayu et al., 2016) adalah sebagai berikut:

1. Biaya Lisensi yang Tinggi.
2. Kebutuhan Spesifikasi yang Besar: Untuk menjalankan aplikasi BIM dengan baik, diperlukan spesifikasi perangkat keras yang tinggi, seperti RAM minimal 16 GB dan kartu grafis minimal seri NVIDIA Quadro atau yang setara.
3. Keterbatasan dalam Detail Gambar Skala Kecil: BIM kurang optimal dalam mendetailkan gambar dengan skala kecil, sehingga untuk penggambaran dengan skala di bawah 1:20 masih memerlukan penggunaan AutoCAD.

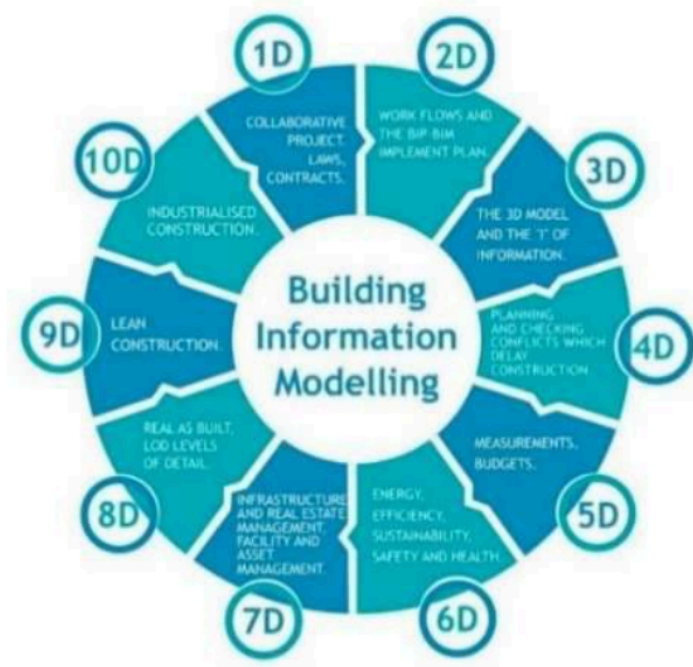
2.6.5 Manfaat Penggunaan BIM

Salah satu keuntungan dari penerapan BIM adalah kemampuannya untuk menghasilkan data QTO yang akurat berdasarkan model tiga dimensi yang telah dibuat. QTO adalah proses estimasi biaya konstruksi yang melibatkan pengukuran kuantitas, jumlah, luas, dan volume komponen proyek yang diambil dari gambar, spesifikasi, dan rencana yang ada. Perhitungan QTO harus dilakukan dengan tingkat akurasi dan konsistensi

yang tinggi, mengingat penerapannya mencakup hampir semua fase dalam proyek konstruksi (Amri et al., 2023).

2.6.6 ² Dimensi BIM

BIM secara menyeluruh menggambarkan siklus hidup informasi aset, termasuk pembuatan dan pengelolaan data digital yang berkaitan dengan aset yang sedang dibangun. BIM merupakan seperangkat standar internasional yang mencakup informasi digital, terdiri dari data grafis dan non-grafis, yang disimpan dalam repositori bersama yang dikenal sebagai *Common Data Environment* (CDE). Dimensi BIM merujuk pada cara spesifik data terintegrasi dengan model informasi. Setiap dimensi dan data tambahan memberikan wawasan lebih mendalam tentang proyek, mencakup aspek biaya, metode pengiriman, pemeliharaan yang diperlukan, serta elemen lainnya. Berikut adalah dimensi BIM yang relevan (Putera, 2022), yang dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Dimensi BIM menurut Centre Line Studio.
(Sumber :Putera, 2022)

- **BIM 1D**

Mengacu pada proses dan pengelolaan yang berkaitan dengan undang-undang, kontrak, serta penerapan wajib penggunaan BIM dalam proyek konstruksi, termasuk perubahan dalam model rekrutmen dan persyaratan baru.

- **BIM 2D**

Menampilkan model 3D yang mencakup proses kerja dan rencana implementasinya. Ini juga menggambarkan perubahan yang terjadi akibat penerapan BIM di berbagai area kerja, serta upaya untuk mendapatkan data relevan untuk model BIM dengan mempertimbangkan opsi implementasi yang lebih ekonomis.

- **BIM 3D**

Model yang memungkinkan pembuatan dan berbagi informasi grafis serta non-grafis. Visualisasi 3D BIM memberikan kemampuan bagi pengguna untuk melihat bangunan dalam tiga dimensi sebelum proyek dimulai. Model ini juga memungkinkan pembaruan selama siklus hidup proyek, termasuk hingga tahap pembongkaran. Dengan demikian, peserta dapat mengelola kolaborasi, merumuskan strategi penerapan BIM, mengeksplorasi perangkat lunak dan layanan pendukung yang tersedia, serta mengidentifikasi persetujuan dan izin yang diperlukan untuk pengelolaan proyek.

- **BIM 4D**

Dimensi waktu yang digunakan untuk perencanaan dan evaluasi potensi konflik yang dapat menghambat proses konstruksi. Data jadwal dan rincian akan ditambahkan seiring berjalannya proyek, memberikan gambaran perkembangan yang akurat. Informasi dalam dimensi ini mencakup waktu tunggu, urutan pemasangan, serta periode yang dibutuhkan untuk konstruksi dan pengerasan.

- **BIM 5D**

Fokus pada perencanaan biaya terintegrasi, pengukuran, dan anggaran. Dimensi ini menggabungkan model BIM dengan perangkat lunak anggaran yang ada. Dengan mempertimbangkan data terkait komponen spesifik dalam model, pihak-pihak terkait dapat menganalisis biaya modal, biaya operasional, serta biaya pembaruan dan penggantian selama proyek berlangsung. Ketika digabungkan dengan dimensi 3D dan 4D, aktor dapat memproyeksikan kemajuan serta biaya terkait dari waktu ke waktu,

sehingga memungkinkan metode konstruksi yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

- **BIM 6D**

Dimensi ini mengintegrasikan elemen lingkungan dan mendukung analisis terkait konsumsi energi, efisiensi, kesehatan, keselamatan, serta keberlanjutan. Model ini mencakup informasi mengenai operasi dan manajemen, termasuk data tentang produsen komponen, tanggal pemasangan, jadwal pemeliharaan, dan konfigurasi optimal untuk kinerja yang maksimal. Hal ini membantu dalam memahami biaya siklus hidup aset serta merencanakan biaya dan keberlanjutan untuk pengambilan keputusan yang lebih baik.

- **BIM 7D**

Memfokuskan pada integrasi infrastruktur, real estat, fasilitas, dan manajemen aset sepanjang siklus hidupnya, mulai dari desain hingga pembongkaran. Manajer dapat memanfaatkan dimensi ini untuk mengelola dan memelihara fasilitas selama masa operasionalnya sambil melacak data terkait aset seperti rincian garansi dan buku manual pemeliharaan.

- **BIM 8D**

Menggabungkan tingkat detail yang telah terbangun untuk menciptakan alur kerja yang relevan dan sesuai kebutuhan. Dimensi ini menetapkan informasi yang diperlukan, rincian pekerjaan yang harus dilakukan, serta alat yang digunakan seperti pemindaian laser, drone, dan kecerdasan buatan.

- **BIM 9D**

Berfokus pada penyatuan metode konstruksi ramping untuk menyelesaikan proses BIM secara efektif.

- **BIM 10D**

Terkait dengan manfaat keseluruhan dari industrialisasi konstruksi. Dimensi ini merinci hambatan produktivitas dalam industri dan menawarkan solusi untuk meningkatkan efisiensi di seluruh proses mulai dari desain hingga pengelolaan infrastruktur.

2.7 Autodesk Revit 2025

Sejak awal pengembangannya, Revit dirancang untuk memudahkan arsitek dan profesional konstruksi dalam merancang serta mendokumentasikan bangunan. Dengan menciptakan model tiga dimensi parametrik, Revit memungkinkan integrasi desain geometris dan non-geometris bersama dengan

informasi konstruksi, yang dikenal sebagai BIM. Nama "Revit" terinspirasi dari kemudahan dalam melakukan perubahan yang ditawarkannya, yang merupakan singkatan dari “*Revise-Instantly*” (Marizan, 2019).

2.7.1 Pengertian Revit

Salah satu program BIM yang memungkinkan pengguna mengolah desain adalah Autodesk Revit, melakukan pembaruan, dan menghasilkan dokumentasi dalam satu file melalui model 3D parametrik. Perangkat lunak ini digunakan untuk menghasilkan berbagai elemen penting dalam sebuah proyek, seperti denah, potongan, tampak, detail, perspektif, serta jadwal. Gambar yang dihasilkan dengan Autodesk Revit lebih dari sekadar sekumpulan garis dan bentuk 2D; ia merepresentasikan tampilan 3D yang dinamis dari model bangunan virtual. Setiap model tersebut merupakan sebuah program yang tidak hanya berisi atribut geometris, tetapi juga data yang memberikan informasi krusial untuk pengambilan keputusan pada setiap tahap proses konstruksi (Tigauw et al., 2023), berikut logo *Software* Autodesk Revit ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Logo *Software* Autodesk Revit.
(Autodesk Inc., 2021)

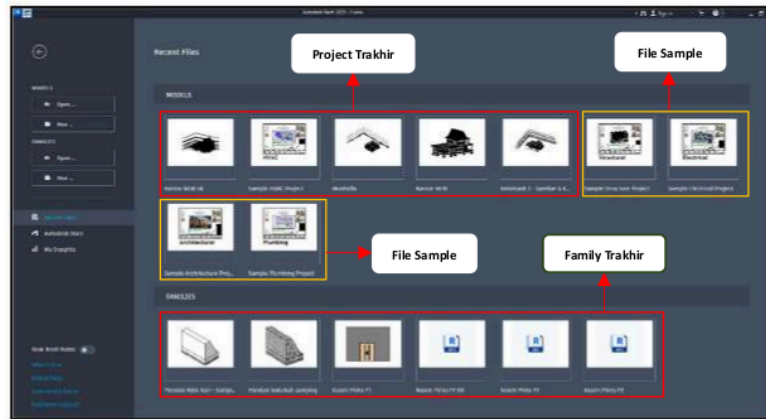
2.7.2 Sejarah Revit

Sejak tahun 1973, perangkat lunak yang mampu merancang bentuk 3D telah ada. Eastman memperkirakan teknologi baru pada tahun 1975 memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi industri bangunan (Janni Tjell, 2010) konsep BIM pertama kali diperkenalkan sebagai solusi untuk merubah proses dalam industri ini. Namun, pada saat itu, perubahan yang diharapkan tidak terwujud. Meskipun demikian, perkembangan teknologi BIM ternyata telah membawa pergeseran paradigma yang signifikan, mengubah cara kita merancang dan membangun gedung.

2.7.3 Tampilan lembar kerja awal pada Revit 2025

Tampilan awal lembar kerja Revit dirancang untuk mendukung pembuatan desain bangunan yang kompleks, sambil tetap menjaga nuansa

yang dinamis dan mudah dipahami. Seiring dengan penggunaan yang semakin sering, Anda akan merasakan kenyamanan dalam berinteraksi dengan program ini. Berikut ini adalah tampilan pertama yang akan Anda temui saat memulai Revit 2025. Pada Gambar 2.3.

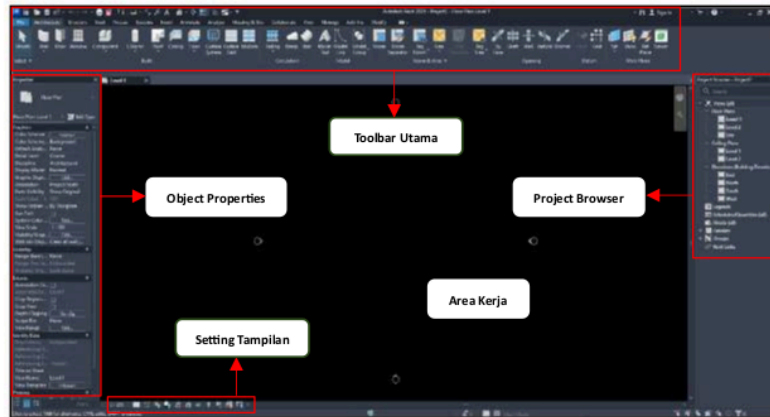


Gambar 2.3 Tampilan Awal Revit 2025
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Pada tampilan awal, terdapat dua tombol, yaitu "Open" dan "New," serta dua jenis file yang dapat dipilih: project dan *family*. File project merupakan file utama yang digunakan untuk mengembangkan suatu proyek. File ini akan disimpan saat kita membuat proyek, baik berskala kecil atau besar, dan ukurannya bergantung pada jumlah serta kompleksitas proyek bangunan yang kita kerjakan.

Sementara itu, file *family* berfungsi sebagai ⁴⁶men pendukung untuk file project. *Family* mencakup berbagai elemen, seperti jendela, pintu, atau furnitur, serta dapat berupa garis profil dan bentuk anotasi. Karakteristik *family* ini akan bervariasi sesuai dengan template yang dipilih.

Kehadiran ³file *family* sangat penting, terutama bagi pengguna Revit yang mengerjakan beberapa proyek. Dengan file *family* yang terpisah dari file proyek, kita dapat dengan mudah menggunakannya kembali untuk proyek lainnya, sehingga selalu tersedia saat dibutuhkan. Berikut tampilan area kerja revit 2025 dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Area Kerja Revit 2025
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

- **Toolbar Utama**
Terletak di bagian atas, toolbar ini menyediakan semua alat utama untuk pemodelan bangunan. Penyusunannya cukup teratur berdasarkan tingkat proyek. Ikon-ikon yang ada memiliki ukuran yang bervariasi, di mana beberapa alat yang sering digunakan ditampilkan dengan ukuran lebih besar.
- **Project Browser**
Ini adalah tempat penyimpanan untuk proyek, yang memuat semua tampilan, lembar, keluarga, dan bahkan animasi. ³Jendela ini sangat penting untuk mengelola semua elemen yang dapat dibuat dari file proyek.
- **Object Properties**
³Jendela ini berubah sesuai dengan komponen yang akan dibuat. Di dalamnya terdapat pengaturan mengenai berbagai komponen seperti dinding, lantai, jendela, atau keluarga.
- **Setting Tampilan**
Di sini kita dapat mengatur tampilan di area kerja, terutama untuk tampilan 3D. Pengguna dapat memilih jenis shading mulai dari wireframe, hidden line, hingga realistis. Terdapat juga fitur untuk mengisolasi objek agar lebih mudah dimodifikasi.

- **Area Kerja**

Tampilan area kerja sangat bergantung pada *Project Browser*, yang mencakup semua tampilan yang mengatur area kerja. Di dalam *Project Browser* terdapat tampilan lantai/level bangunan, potongan, tampak, 3D, serta daftar material atau jadwal.

2.7.4 Keunggulan Autodesk Revit

Keunggulan Autodesk Revit Menurut (Marizan, 2019) berikut:

1. Desain yang lebih efisien.
2. Berbasis pada *Building Information Modeling*.
3. Penggunaan *Revit Parametric Engine*.
4. Interoperabilitas.
5. Terdapat berbagai opsi ekspor.

2.7.5 Kekurangan Autodesk Revit

Menurut Marizan (2019), Autodesk Revit memiliki beberapa kekurangan, antara lain:

1. Kebutuhan perangkat keras yang tinggi: Penggunaan Revit memerlukan komputer dengan spesifikasi yang cukup tinggi.
2. Biaya instalasi yang mahal: Biaya untuk menginstal program ini tergolong cukup tinggi.
3. Ketergantungan pada plug-in: Untuk melakukan ekspor ke program analisis struktural tambahan, Revit memerlukan plug-in tertentu.

2.7.6 Fitur Autodesk Revit

Berikut adalah fitur-fitur lain menurut (Zakaria Rugas et al., 2024) pada Autodesk Revit:

1. *Modeling*

Pemodelan merupakan aspek penting dalam perencanaan suatu proyek. Teknologi pemodelan berbasis objek, seperti Revit, membuat proses pemodelan menjadi lebih mudah dan efisien. Seperti kolom, balok, tulangan, jendela, dan pintu dapat dipilih secara otomatis melalui penggunaan keluarga komponen (*family*), sehingga pemodel hanya perlu memasukkan spesifikasi yang diperlukan sesuai dengan rencana desain.

2. *Massing*

Alat yang digunakan untuk menggambarkan bentuk dan geometri suatu bangunan dapat diolah dengan lebih sederhana dengan menggunakan *massing*. Tujuan *massing* untuk menentukan luas dan volume serta

memungkinkan integrasi dengan aplikasi seperti Insight untuk menganalisis elemen seperti konsumsi energi, pencahayaan, dll.

3. *Phasing*

BIM sering kali disebut sebagai aplikasi empat dimensi karena memungkinkan pihak-pihak yang berkepentingan untuk melihat perkembangan kapan saja. Revit memiliki kemampuan untuk mengubah model sesuai dengan kebutuhan yang muncul selama fase proyek. Pada setiap fase konstruksi, dapat ditentukan komponen mana yang akan ditampilkan atau disembunyikan.

4. *Grouping*

Revit adalah aplikasi yang dapat menampilkan data dalam berbagai format. Dengan menggunakan model yang dibuat menggunakan Autodesk Revit, ia memiliki kemampuan untuk menyusun objek ke dalam daftar yang teratur. Daftar ini terintegrasi secara langsung dengan model, sehingga setiap perubahan pada objek otomatis akan berdampak pada daftar yang terkait.

2.8 *Quantity Take Off*

Quantity Take Off (QTO) adalah proses penting dalam industri konstruksi yang menghitung dan memperkirakan jumlah material yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek konstruksi. Proses ini mencakup analisis detail terhadap gambar desain dan spesifikasi teknis untuk mengidentifikasi dan menghitung kuantitas. Hasil QTO digunakan untuk menyusun anggaran biaya, membuat rencana proyek, dan merencanakan pengadaan material (Fadlilah et al., 2024)

Dalam konteks ini, pekerjaan *Quantity Take Off* dapat dilaksanakan dengan pendekatan BIM, yang menawarkan solusi yang lebih efisien dan akurat. Sebagian besar *software* BIM memiliki kemampuan untuk menghitung volume dan jumlah material secara otomatis berdasarkan data geometri yang ada dalam model. Dengan menggunakan BIM, proses QTO tidak hanya menjadi lebih cepat, tetapi juga lebih akurat, karena model 3D yang dihasilkan memungkinkan visualisasi yang lebih baik dan identifikasi elemen yang lebih tepat.

QTO berbasis BIM memiliki output yang lebih sederhana, akurat, dan detail dibandingkan dengan perhitungan secara konvensional. Hal ini disebabkan oleh kemampuan BIM untuk mengintegrasikan semua informasi proyek dalam satu platform, sehingga memfasilitasi kolaborasi yang lebih baik antara berbagai disiplin ilmu, seperti arsitektur, struktur, dan sistem mekanikal, elektrik, dan plumbing (MEP). Selain itu, BIM memungkinkan pembaruan data secara real-

time, sehingga setiap perubahan dalam desain atau spesifikasi dapat langsung tercermin dalam perhitungan QTO, mengurangi risiko kesalahan dan memastikan bahwa semua pihak memiliki akses ke informasi yang paling akurat.

Penelitian oleh (Sadat et al., 2022) menunjukkan bahwa transisi dari metode konvensional ke QTO berbasis BIM tidak hanya meningkatkan akurasi, tetapi juga memberikan manfaat tambahan dalam hal efisiensi waktu dan pengurangan biaya. Dengan demikian, penerapan BIM dalam QTO menjadi semakin penting dalam upaya meningkatkan efektivitas manajemen proyek konstruksi di era digital ini.

2.9 Perhitungan Volume Struktur

Proses perhitungan volume struktur dimulai dengan mengakses *schedules* atau *quantities* pada tampilan *view*. Selanjutnya, pilih kategori struktur yang ingin dibuat, seperti *structural foundations*, *structural columns*, *structural framing*, *floors*, *stairs*, dan *walls*. Setelah kategori dipilih, tentukan parameter yang akan digunakan pada bidang yang tersedia. Perhitungan volume atau jumlah struktur didasarkan pada parameter seperti jenis, jumlah, dan volume. Terakhir, ubah format volume yang ada menjadi "*calculate totals*" (Anggraini, 2023).

2.10 Perhitungan volume pembesian

Proses perhitungan volume struktur dimulai dengan mengakses *schedules* atau *quantities* pada tab *view*, kemudian memilih kategori struktur yang akan dibuat, yaitu penguat struktural (*structural rebar*). Selanjutnya, pilih parameter yang akan digunakan dari daftar *field* yang tersedia. Penghitungan volume atau kuantitas pembesian mencakup deskripsi, jenis, diameter batang, total panjang batang, volume penguatan, serta pembuatan parameter baru untuk berat besi per meter. Setelah itu, sesuaikan berat besi per meter dengan standar ukuran diameter yang berlaku (sesuai SNI). Terakhir, hitung total berat besi menggunakan rumus berikut: $(\text{total bar length} \times \text{berat besi/meter})$ (Anggraini, 2023).

2.11 Volume Rencana

Volume rencana ini berfungsi sebagai estimasi dalam penyusunan biaya yang diperlukan untuk suatu proyek konstruksi. Di dalam volume rencana tersebut terdapat seluruh rincian item pekerjaan, termasuk jumlah, jenis dan spesifikasi material yang akan digunakan. Berikut adalah volume rencana yang diperlukan.

1. Pekerjaan pembetonan
2. Pekerjaan pembesian

2.12 Volume Realisasi

Volume realisasi merupakan jumlah aktual dari pekerjaan yang telah dilaksanakan di lapangan selama proses konstruksi. Volume ini mencakup semua item pekerjaan beserta spesifikasi material yang digunakan sesuai dengan kondisi sebenarnya di proyek. Data tentang volume realisasi diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan setelah setiap tahap pekerjaan selesai. Volume realisasi ini menjadi acuan penting dalam perhitungan biaya aktual proyek dan juga digunakan untuk mengevaluasi efisiensi penggunaan material serta sumber daya lainnya.

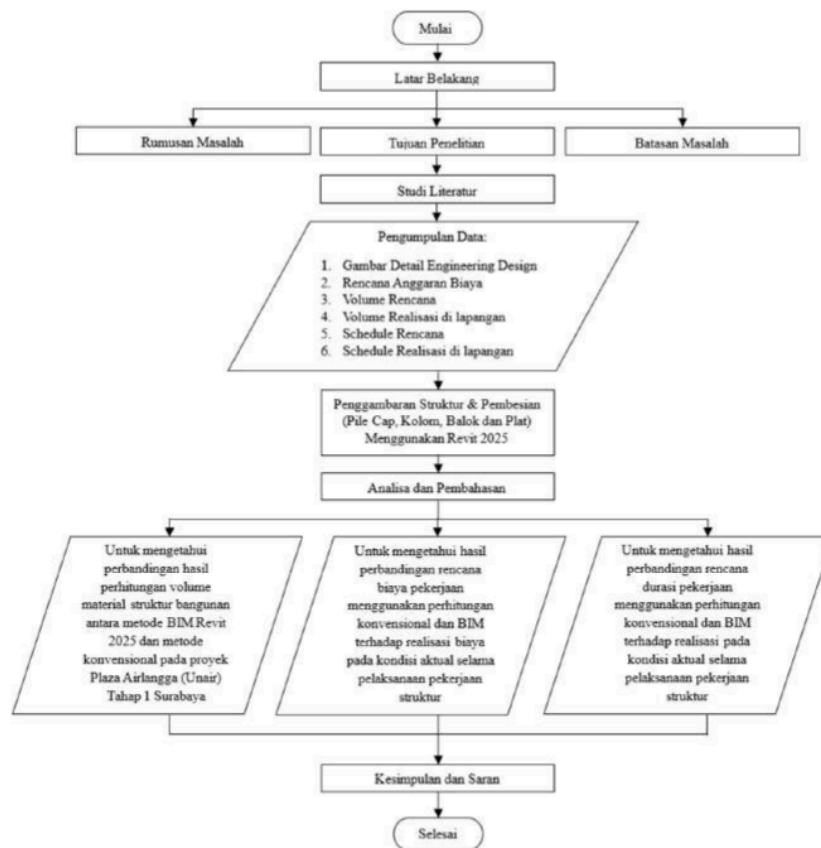
2.13 ⁸⁴Metode Konvensional

Perhitungan volume dengan metode konvensional umumnya dilakukan secara manual berdasarkan gambar *Detailed Engineering Design* (DED) yang hanya menyajikan visualisasi proyek dalam bentuk 2D. Oleh karena itu, dalam proses perhitungannya berpotensi menimbulkan beberapa kesalahan, seperti adanya perhitungan ganda pada bagian struktur yang saling bersinggungan, perhitungan dilakukan bukan berdasarkan bentang bersih, serta kurang memperhatikan luasan tulangan pada struktur, dan sebagainya (Krisnawan, 2025).

5 BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian (Flowchart)

Diagram alir, atau *flowchart*, bertujuan untuk memberikan gambaran tentang alur sebuah program dari satu proses ke proses lainnya. Dengan demikian, alur program dapat dipahami dengan mudah oleh semua pihak. Berikut ini disajikan *flowchart* untuk pekerjaan Proyek Pembangunan Plaza Airlangga (Unair) Tahap 1 di Surabaya, dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir (*Flowchart*)
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

6

3.2 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian adalah rencana atau langkah-langkah yang akan diambil untuk menyusun penelitian ini. Dengan adanya rancangan penelitian, proses memperoleh hasil yang relevan dengan masalah yang akan diteliti akan menjadi lebih mudah. Penelitian ini akan menerapkan rancangan penelitian berikut:

1. Mulai
Mulai merupakan tahapan awal dalam penelitian sebelum melakukan studi literatur.
2. Latar Belakang
Latar belakang adalah bagian dari sebuah karya tulis yang menjelaskan alasan dan konteks pentingnya topik yang dibahas.
3. Rumusan Masalah
Rumusan masalah merupakan pernyataan yang merangkum permasalahan atau pertanyaan yang ingin dijawab dalam sebuah penelitian.
4. Tujuan Penelitian
Tujuan penelitian adalah sebuah pernyataan yang menguraikan apa yang ingin diraih melalui proses penelitian tersebut.
5. Batasan Masalah
Batasan masalah adalah bagian dari suatu penelitian yang menjelaskan ruang lingkup dan batasan yang ditetapkan oleh peneliti untuk menghindari perluasan topik yang terlalu luas. Dengan menetapkan batasan masalah, peneliti dapat fokus pada aspek-aspek tertentu dari masalah yang diteliti, sehingga penelitian menjadi lebih terarah dan terukur.
6. Studi Literatur
Studi literatur dapat dimulai dengan merumuskan masalah penelitian, dilanjutkan dengan membaca dan menganalisis hasil penelitian sebelumnya serta jurnal-jurnal yang relevan untuk mendukung penelitian tersebut.
7. Pengumpulan Data
Pengumpulan data merupakan langkah penting untuk mendapatkan data yang diperlukan dalam menyelesaikan penelitian ini. Informasi tersebut diperoleh dari pihak kontraktor yang melaksanakan proyek.
8. Pemodelan
Pemodelan struktur gedung dimulai dengan pengerjaan Pile Cap. Selanjutnya, struktur atas gedung terdiri dari Balok, Kolom, dan Plat.

69

76

9. Analisa dan Pembahasan

Analisa dan pembahasan adalah mengolah data menjadi langkah-langkah penyelesaian suatu proyek menggunakan software Revit, serta melakukan perbandingan volume dan biaya pekerjaan.

10. Kesimpulan dan Saran

Akhir dari rangkaian tugas akhir ini ialah menyimpulkan analisis data yang telah dilakukan dan memberikan rekomendasi untuk penelitian lanjutan.

11. Selesai

Gambar 3.1 menunjukkan tahapan pelaksanaan penelitian.

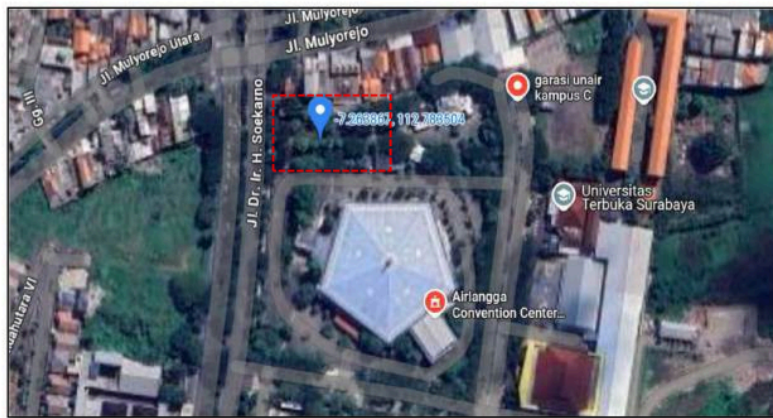
3.3 Peralatan Penelitian

Peralatan yang saya pakai pada penelitian tugas akhir ini ialah laptop Asus ROG Strix G16 dengan spesifikasi sebagai berikut:

- 13th Gen Intel Core i7-13650
- NVIDIA GeForce RTX 4050 (6GB GDDR6)
- 16-inch, Refresh Rate: 165Hz
- 8GB DDR5-4800 SO-DIMM x 2
- 512GB

3.4 Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi pada Proyek Pembangunan Plaza Airlangga (Unair) Tahap 1 Surabaya. Denah lokasi objek yang diteliti dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3.2 Lokasi Proyek
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

3.5 Data Umum Proyek

PT. Gentayu Cakra Wibowo - PT. LKA, (KSO) adalah perusahaan konstruksi. Tabel 3.1 menunjukkan data umum proyek:

Tabel 3.1 Data Umum Proyek

Nama Proyek	:	Pembangunan Plaza Airlangga (Unair) Tahap 1
Lokasi	:	Jl. Dr. Ir. H. Soekarno, Mulyorejo, Kec. Mulyorejo, Surabaya, Jawa Timur 60115
Owner	:	Universitas Airlangga
Kontraktor	:	PT. Gentayu Cakra Wibowo - PT. LKA, (KSO)
Konsultan	:	PT. Sigma Rekatama Konsulindo
Jenis Bangunan	:	Struktur Bangunan Gedung
Lingkup Pekerjaan	:	Pekerjaan pondasi, Struktur, Arsitektur dan MEP
Nilai Kontrak	:	Rp. 39,905,192,000.00

(Sumber : PT. Gentayu Cakra Wibowo - PT. LKA, KSO)

47

3.6 Sumber Data

Sumber data yang digunakan pada penelitian ini diambil dari wawancara langsung dengan Project Manager proyek Pembangunan Plaza Airlangga (Unair) Tahap 1 Surabaya. Data yang dikumpulkan mencakup informasi teknis tentang rencana volume pekerjaan struktur, jadwal pekerjaan serta estimasi biaya yang telah disiapkan sebelumnya. Data tersebut menjadi landasan dalam penerapan *Building Information Modeling* dengan memanfaatkan perangkat lunak Revit 2025 untuk melakukan *quantity take off material* struktur.

3.7 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur, yang mencakup kajian terhadap buku, jurnal, dan artikel yang berhubungan dengan implementasi pemodelan data berbasis BIM. Dalam studi ini, fokus utama adalah memahami komposisi data, memanfaatkan perangkat lunak Autodesk Revit, serta menguasai panduan manual yang diperlukan untuk mendukung proses implementasi.

Setelah itu, tahap berikutnya adalah pengumpulan data, di mana informasi penting seperti *Detail Engineering Design* untuk pekerjaan struktural diakumulasi. Data ini berfungsi sebagai pondasi dalam pemodelan bangunan dan menjadi sumber input untuk tampilan di Autodesk Revit.

Selanjutnya, pemodelan 3D dilakukan dengan menggunakan Autodesk Revit, di mana elemen-elemen seperti pile cap, kolom, balok, dan pelat dirancang dalam bentuk *family* yang spesifik. Setelah proses pemodelan selesai, analisis *Quantity Take Off* material dilaksanakan. Pada tahap ini, metode penghitungan volume material berbasis BIM yang dioperasikan melalui Autodesk Revit diterapkan. Hasil dari *Quantity Take Off* kemudian dievaluasi dengan membandingkan metode berbasis BIM dengan metode konvensional, untuk memastikan akurasi dan efisiensi dari pemodelan yang telah dilakukan.

98 3.7.1 Studi Literatur

Studi literatur dapat dilakukan dengan melakukan telusur mendalam terhadap beragam sumber, seperti buku, jurnal, artikel, dan hasil penelitian sebelumnya, serta panduan terkait implementasi BIM, khususnya dalam aspek *quantity take off*. Pendekatan ini juga mencakup analisis terhadap publikasi penelitian yang relevan, yang dapat memberikan landasan yang solid untuk kelancaran proses penelitian.

3.7.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data meliputi:

1. Gambar *Detail Engineering Design* (DED)
2. Rencana anggaran biaya
3. Volume rencana
4. Volume realisasi di lapangan
5. Schedule rencana
6. Schedule realisasi di lapangan

Data tersebut untuk pekerjaan struktural, yang akan digunakan sebagai acuan dalam pemodelan struktur dengan metode BIM. Data ini berfungsi sebagai sumber informasi yang akan diintegrasikan ke dalam model Revit. Dengan menggabungkan DED ke dalam model Revit, para profesional konstruksi dapat memanfaatkan keunggulan BIM untuk mengoptimalkan proses perancangan, konstruksi, dan pengelolaan bangunan. Pendekatan ini berkontribusi pada pengurangan kesalahan dan mempercepat penyelesaian proyek.

3.7.3 Pemodelan 3D dengan *Software* Revit 2025

Berikut tahapan proses pemodelan 3D dengan *Software* Revit 2025 sebagai berikut:

1. ¹³ Pembuatan *Family*

Komponen Struktur elemen yang dimasukkan dalam model Revit bisa dikelompokkan menjadi beberapa kategori. Kategori-kategori ini disebut sebagai *Family*. *Family* mencakup bagian-bagian strukturnya yang memiliki fungsi, bentuk, dan ukuran yang relatif serupa. Di ⁵⁰ *project browser*, pengguna dapat melihat berbagai cabang yang dikenal sebagai *Family*.

2. Pemodelan Struktur

Pemodelan dilakukan pada komponen struktural ³ bawah dan atas. Proses ini diawali dengan pembuatan struktur abutmen yang sesuai dengan desain pondasi dan jenis yang telah ditetapkan sebelumnya dalam *family* struktur. Setelah tahap ini selesai, dilanjutkan dengan pembuatan model struktur selanjutnya berdasarkan data yang telah dikumpulkan sebelumnya.

3. Pemodelan tulangan

Pemodelan tulangan pada setiap elemen beton yang telah selesai dengan tahap pemodelan sebelumnya. Pembuatan model tulangan harus sesuai dengan data pada gambar DED. Proses ini dilaksanakan menggunakan alat yang tersedia pada tools rebar di *software* Autodesk Revit setelah elemen struktural dipilih.

Pada Tahap ini adalah pemodelan dan proses menggunakan *Software* Revit 2025. Pemodelan tersebut meliputi gambar 3D seluruh item pekerjaan, yaitu:

- ⁵⁸ Pemodelan Struktur dan pembesian
 - 1) Pekerjaan Struktur Pile Cap
 - 2) Pekerjaan Struktur Kolom
 - 3) Pekerjaan Struktur Balok
 - 4) Pekerjaan Struktur Pelat

3.7.4 Analisis QTO Menggunakan *Software* Revit ³ 2025

Setelah pemodelan 3D bangunan selesai, proses output *quantity take-off* material dapat dilakukan menggunakan *software* Autodesk Revit. Langkah pertama adalah menginput data dan informasi ke dalam model 3D untuk keperluan *quantity take-off*. Selanjutnya, atur ¹³ pengaturan pada *schedules quantities* dan *fields* untuk menyesuaikan tampilan laporan *quantity take-off*. Hasil *quantity take-off* akan diperoleh sebagai output akhir dari pemodelan tiga dimensi. Setelah semua data terkumpul, analisis perbandingan dapat

dilakukan antara hasil *quantity take-off* yang berbasis *software* Autodesk Revit dan data yang diperoleh secara konvensional.

3.8 Hasil Analisa Data

Dalam proyek ini, analisis data dilakukan menggunakan teknologi BIM dengan menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit 2025. Metode ini menawarkan keuntungan dalam hal akurasi, efisiensi waktu, dan integrasi data, yang sangat penting dalam proses perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi.

3.8.1 Volume pekerjaan hasil dari *quantity take off* pada *software* Autodesk Revit

Perhitungan volume pekerjaan menggunakan *Quantity Take-Off* pada *software* Autodesk Revit, yang mengacu pada gambar *Detail Engineering Design* sebagai acuan utama. Proses ini dimulai dengan mengimpor gambar DED ke dalam Revit, yang kemudian digunakan untuk membuat model 3D bangunan sesuai dengan spesifikasi yang terdapat pada gambar tersebut, seperti dimensi dan jenis material. Setelah model selesai, Revit secara otomatis menghitung volume material yang dibutuhkan untuk setiap elemen struktur, seperti pilecap, sloof, balok, dan pelat, berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Hasil perhitungan volume ini kemudian dapat diekspor dalam bentuk laporan, yang mempermudah perencanaan biaya, pengadaan material, serta estimasi waktu pelaksanaan proyek. Dengan menggunakan Revit, proses QTO menjadi lebih akurat dan efisien, mengurangi kesalahan yang mungkin terjadi pada penghitungan manual.

3.8.2 Biaya pekerjaan struktur bangunan yang di dapat dari volume *quantity take off software* Autodesk Revit

Perhitungan biaya pekerjaan struktur bangunan yang diperoleh dari hasil volume *Quantity Take-Off* menggunakan *software* Autodesk Revit. Setelah proses QTO dilakukan dan volume material untuk elemen-elemen struktur seperti pilecap, sloof, balok, dan pelat diperoleh, langkah selanjutnya adalah menghitung biaya yang terkait dengan material-material tersebut. Biaya pekerjaan struktur dihitung dengan mengalikan volume material yang telah dihitung dengan harga satuan, yang dapat diperoleh dari data harga material DED. Revit memungkinkan untuk mengintegrasikan data biaya ini ke dalam model, sehingga dapat menghasilkan estimasi biaya yang lebih akurat dan terperinci. Hasil perhitungan biaya struktur ini sangat berguna dalam perencanaan anggaran proyek, pengendalian biaya, serta sebagai dasar dalam

pembuatan *Bill of Quantities* untuk proyek konstruksi. Dengan demikian, penggunaan Autodesk Revit dalam perhitungan biaya pekerjaan struktur memungkinkan efisiensi dan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode konvensional.

3.8.3 Estimasi durasi pekerjaan yang dihasilkan dari model BIM Revit 2025

Dalam proses perencanaan proyek berbasis BIM menggunakan Autodesk Revit 2025, pembuatan *schedule* pekerjaan tidak hanya berdasarkan urutan elemen struktur, tetapi juga mengacu pada volume pekerjaan, estimasi biaya, dan koefisien tenaga kerja. Setelah model BIM selesai, informasi kuantitas setiap elemen struktur diperoleh langsung dari Revit melalui fitur *Schedule/Quantities*, yang memberikan data volume secara akurat.

Data volume ini kemudian dikaitkan dengan koefisien pekerja yang mengacu pada produktivitas tenaga kerja sesuai Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP), serta estimasi biaya yang berkaitan dengan setiap item pekerjaan. Ketiga aspek ini menjadi acuan utama dalam menentukan estimasi durasi tiap aktivitas konstruksi.

Setelah parameter tersebut diperoleh, Microsoft Excel digunakan untuk menyusun jadwal proyek secara rinci. Excel memungkinkan pengorganisasian pekerjaan dalam bentuk tabel yang mencakup nama pekerjaan, durasi, jumlah pekerja, dengan bantuan fitur diagram Gantt di Excel, proses pemantauan dan pembaruan jadwal dapat dilakukan dengan lebih mudah dan terstruktur.

Hasil akhirnya adalah jadwal proyek yang realistis dan efisien karena didasarkan pada data aktual dari model BIM serta pertimbangan teknis tenaga kerja dan biaya. Pendekatan ini membantu memastikan setiap tahapan pekerjaan berjalan sesuai rencana dan target waktu pelaksanaan proyek dapat tercapai dengan baik.

3.9 Kesimpulan

Penelitian ini berfokus pada Implementasi BIM menggunakan Autodesk Revit 2025 untuk melakukan *Quantity Take-Off* pada material struktur bangunan, khususnya dalam konteks Proyek Pembangunan Plaza Airlangga (Unair) Tahap 1 di Surabaya. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menganalisis hasil perhitungan volume, jadwal dan biaya material dengan membandingkan metode BIM dengan metode konvensional. Dengan memanfaatkan kemampuan Autodesk Revit 2025 dalam menciptakan model tiga dimensi yang terintegrasi, diharapkan penelitian ini dapat mengurangi kesalahan perhitungan yang sering terjadi dalam metode konvensional, serta meningkatkan efisiensi dan akurasi

estimasi biaya proyek. Hasil yang diharapkan adalah pemahaman yang lebih mendalam mengenai potensi BIM dalam menghadapi tantangan pengelolaan proyek konstruksi, sekaligus memberikan kontribusi signifikan terhadap perkembangan teknologi dalam industri konstruksi.

Halaman Sengaja Di Kosongkan

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Umum

Bab ini berisi hasil penelitian yang dilakukan pada proyek Pembangunan Plaza Airlangga (Unair) Tahap 1 di Surabaya, diperoleh hasil dari Implementasi *Building Information Modeling* menggunakan *software* Autodesk Revit 2025 dalam perhitungan *Quantity Take Off* untuk material struktur bangunan, yang mencakup analisis volume rencana, jadwal pelaksanaan, dan estimasi biaya. Proses implementasi diawali dengan pembuatan model digital bangunan, pengaturan parameter material, hingga perhitungan otomatis volume dan biaya yang kemudian dibandingkan dengan metode konvensional guna menilai efektivitasnya. Analisis data dilakukan dengan mengkaji hasil perhitungan volume, estimasi biaya, serta jadwal proyek untuk mengukur tingkat akurasi dan efisiensi penggunaan BIM dalam manajemen konstruksi, termasuk perbandingan terhadap data aktual. Selain itu, hasil penelitian ini juga akan dibandingkan dengan data realisasi di lapangan guna mengevaluasi kesesuaian antara perencanaan berbasis BIM dengan kondisi aktual proyek. Hasil dari implementasi ini memberikan gambaran mengenai sejauh mana BIM dapat mengoptimalkan perhitungan material, jadwal, dan biaya proyek, yang pada akhirnya menjadi dasar dalam menarik kesimpulan dan rekomendasi untuk penerapan lebih lanjut.

4.2 Data Penelitian

Data penelitian terdiri dari beberapa kumpulan data yang penting untuk melakukan penelitian. Dalam hal ini, data yang digunakan untuk mendukung studi penerapan konsep *Building Information Modeling* mengenai volume pekerjaan struktural diuraikan sebagai berikut.

4.2.1 Informasi Data Proyek

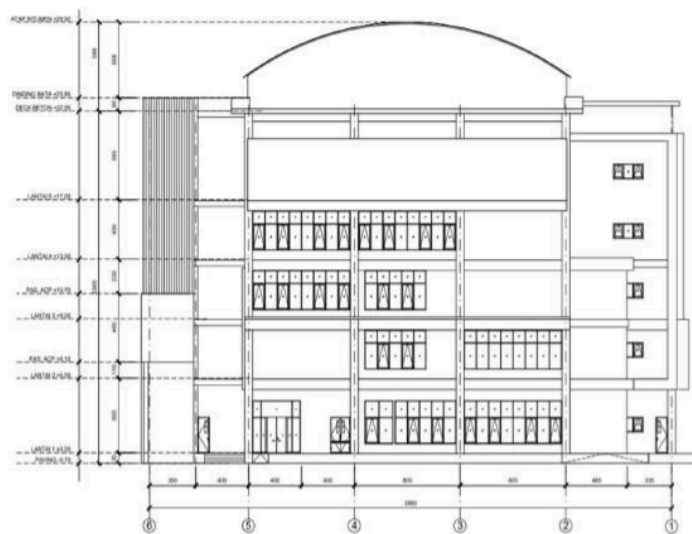
Adapun detail dari data proyek adalah sebagai berikut:

Nama Proyek : Pembangunan Plaza Airlangga (Unair) Tahap 1
 Pemilik Proyek : Universitas Airlangga
 Alamat Proyek : Jl. Dr. Ir. H. Soekarno, Mulyorejo, Kec. Mulyorejo,
 Surabaya, Jawa Timur 60115
 Kontraktor : PT. Gentayu Cakra Wibowo – PT. LKA, (KSO)

4.2.2 ²⁹ *Detail Engineering Design (DED)*

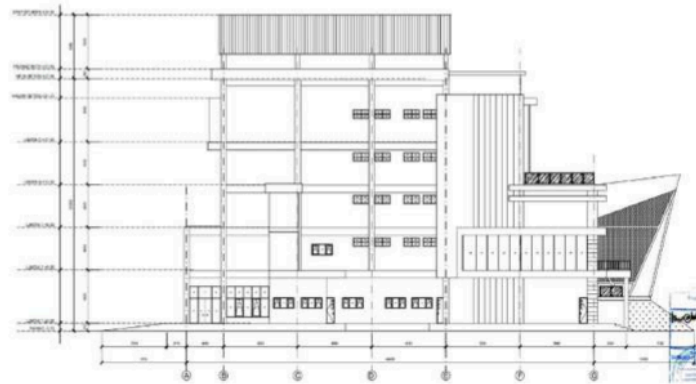
Gambar *Detail Engineering Design* merupakan gambar teknis yang disusun secara rinci sebagai acuan utama dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi. DED berisi informasi detail mengenai rencana teknis serta spesifikasi yang telah ditetapkan sebagai pedoman dan batasan dalam pembangunan. Data ini dibuat oleh perencana untuk memastikan setiap aspek teknis proyek dapat diimplementasikan sesuai standar yang ditetapkan. Gambar *Detail Engineering Design* lengkap dapat dilihat pada lampiran. Berikut adalah gambar yang berasal dari *Detail Engineering Design* sebagai berikut:

1. Tampak Sisi Timur Gedung Mall Unair



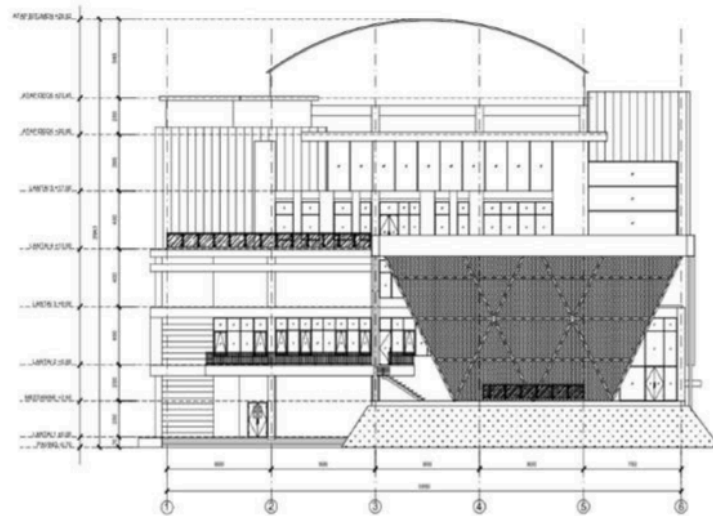
Gambar 4.1 Tampak Sisi Timur Gedung Mall Unair (ARS-10)
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

2. Tampak Sisi Utara Gedung Mall Unair



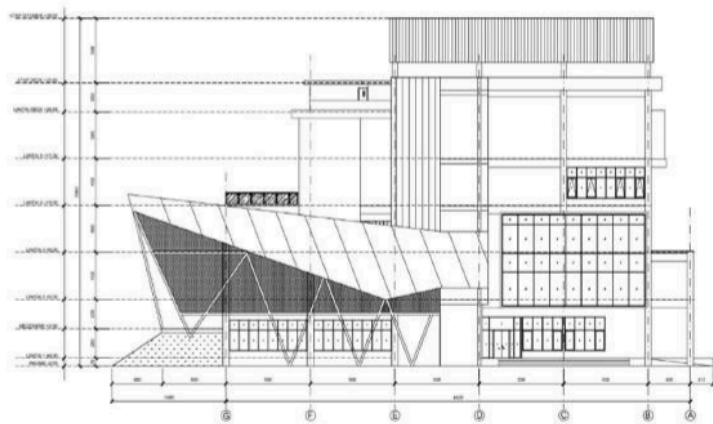
Gambar 4.2 Tampak Sisi Utara Gedung Mall Unair (ARS-10)
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

3. Tampak Sisi Barat Gedung Mall Unair



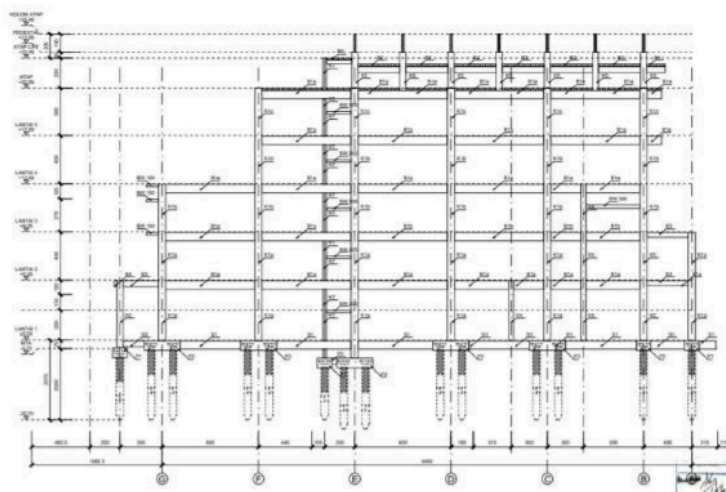
Gambar 4.3 Tampak Sisi Barat Gedung Mall Unair (ARS-11)
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

4. Tampak Sisi Selatan Gedung Mall Unair



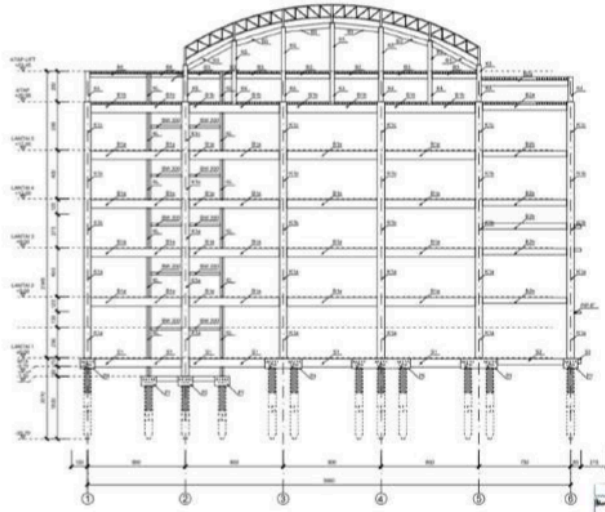
Gambar 4.4 Tampak Sisi Selatan Gedung Mall Unair (ARS-11)
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

5. Potongan Struktural Memanjang



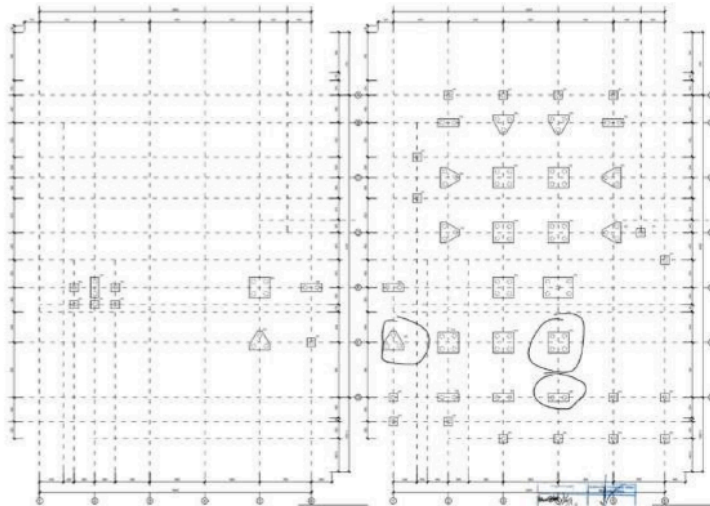
Gambar 4.5 Potongan Struktural Memanjang (STR-37)
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

6. Detail Potongan Struktural Melintang



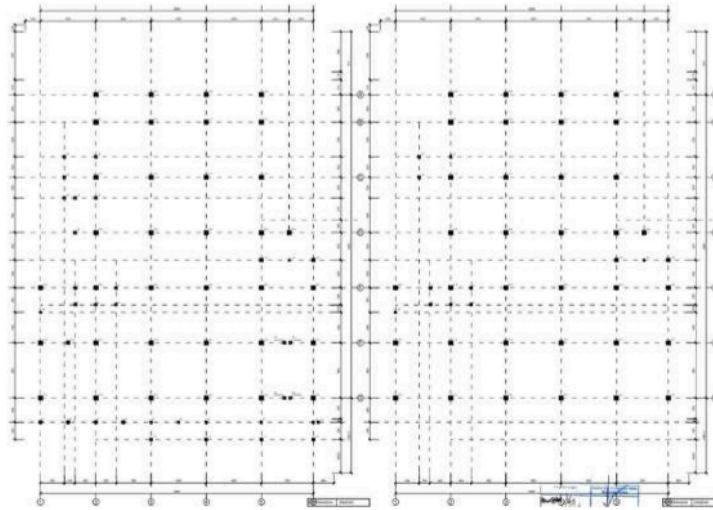
Gambar 4.6 Detail Potongan Struktural Melintang (STR-31)
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

7. Detail Pekerjaan Pile Cap



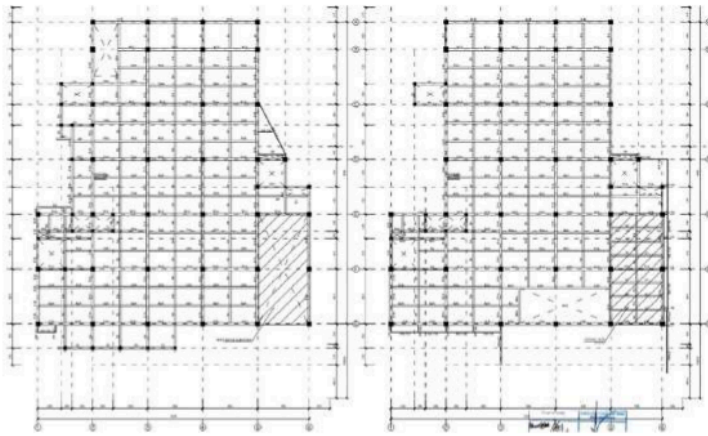
Gambar 4.7 Detail Pekerjaan Pile Cap (STR-07)
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

8. Denah Pekerjaan Kolom (STR-04)



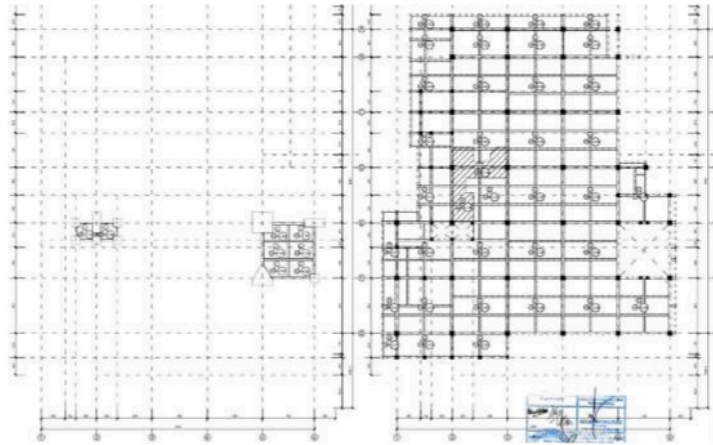
Gambar 4.8 Denah Pekerjaan Kolom (STR-04)
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

9. Denah Pekerjaan Balok



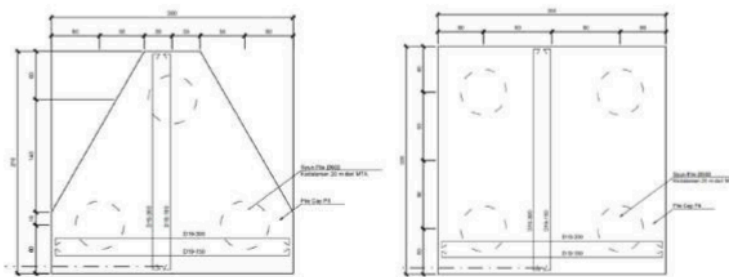
Gambar 4.9 Denah Pekerjaan Balok (STR-10)
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

10. Denah Pekerjaan Pelat



Gambar 4.10 Denah Pekerjaan Pelat (STR-15)
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

11. Detail Pekerjaan Pile Cap



Gambar 4.11 Detail Pekerjaan Pile Cap (STR-24)
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

12. Detail Pekerjaan Kolom

NAMA	K2		K1A		K1B		K1C	
POTONGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
GAMBAR								
DIMENSI	700 x 700	700 x 700	600 x 600	600 x 600	600 x 600	600 x 600	600 x 600	600 x 600
TUL. UTAMA	20 D19	20 D19	20 D19	20 D19	18 D19	18 D19	16 D19	16 D19
SENGKANG	3 D10 - 100	3 D10 - 150	3 D10 - 100	3 D10 - 150	3 D10 - 100	3 D10 - 150	3 D10 - 100	3 D10 - 150

K2		K3		K4		K5		K6	
TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
Ø 300	Ø 300	300 x 300	300 x 300	400 x 400	400 x 400	300 x 300	300 x 300	250 x 250	250 x 250
16 D16	16 D16	14 D16	14 D16	10 D16	10 D16	8 D16	8 D16	8 D16	8 D16
D10 - 100	D10 - 150	3 D10 - 100	3 D10 - 150	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 150

Gambar 4.12 Detail Pekerjaan Kolom (STR-23)
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

13. Detail Pekerjaan Balok

NAMA	B1A		B1B		B2A	
POTONGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
GAMBAR						
DIMENSI	350 x 700	350 x 700	350 x 700	350 x 700	250 x 500	250 x 500
TUL. ATAS	10 D19	3 D19	5 D19	3 D19	7 D16	3 D16
TUL. TENGAH	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10
TUL. BAWAH	3 D19	8 D19	3 D19	5 D19	3 D16	5 D16
SENGKANG	3 D13 - 100	3 D13 - 150	3 D13 - 100	3 D13 - 150	3 D10 - 100	3 D10 - 150

NAMA	B1A		B1B		B2A	
POTONGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
GAMBAR						
DIMENSI	350 x 700	350 x 700	350 x 700	350 x 700	250 x 500	250 x 500
TUL. ATAS	10 D19	3 D19	5 D19	3 D19	7 D16	3 D16
TUL. TENGAH	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10
TUL. BAWAH	3 D19	8 D19	3 D19	5 D19	3 D16	5 D16
SENGKANG	3 D13 - 100	3 D13 - 150	3 D13 - 100	3 D13 - 150	3 D10 - 100	3 D10 - 150

Gambar 4.13 Detail Pekerjaan Balok (STR-23)
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

14. Detail Pekerjaan Pelat

PENULANGAN PLAT PIT LIFT (FFL -1.50 - TOC -1.50)						
TYPE	ARAH X	ARAH Y	ELV.	T. PLAT	KETERANGAN	
L	D13 - 150	D13 - 150	-1.50	150 mm	RANGKAP	
- Mutu Beton f' 35 Mpa - Mutu Baja D 420 BJTS - Selimut Beton 20 mm						

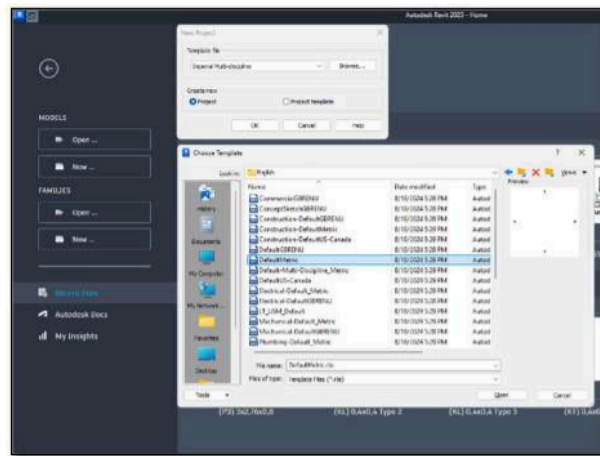
PENULANGAN PLAT LANTAI 1 (FFL ±0.00 - TOC -0.05)						
TYPE	ARAH X	ARAH Y	ELV.	T. PLAT	KETERANGAN	
A	D10 - 200	D10 - 200	-0.05	125 mm	RANGKAP	
- Mutu Beton f' 35 Mpa - Mutu Baja D 420 BJTS - Selimut Beton 20 mm						

Gambar 4.14 Detail Pekerjaan Pelat (STR-15)
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

4.3 Pembuatan Model Dengan Metode *Building Information Modeling*

1. Membuat File Baru

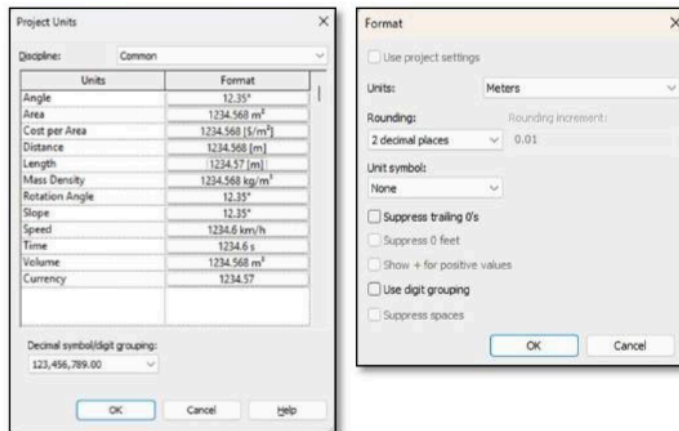
Langkah awal dalam proses pemodelan dilakukan dengan membuka aplikasi Autodesk Revit 2025 dan membuat file proyek baru. Pada tahap ini, pengguna memilih opsi *New Project* dan menentukan template yang digunakan, yaitu *Default Metric* yang telah disesuaikan sebelumnya. Setelah proyek baru dimulai, file disimpan dengan nama sesuai proyek dan diletakkan pada direktori yang telah ditentukan. Seperti pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Tampilan Awal *Software* Revit 2025
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

2. Mengatur *Units* (satuan) Pada Awal Project

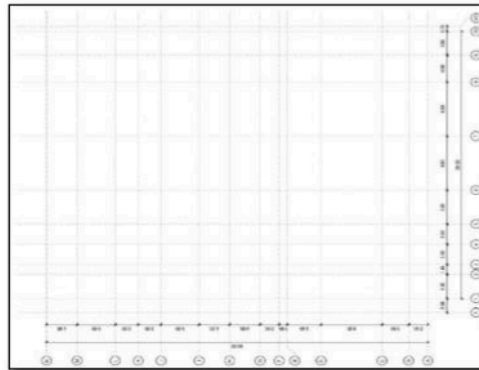
Sebelum memulai proses pemodelan, dilakukan pengaturan satuan terlebih dahulu untuk memastikan kesesuaian format dengan standar yang digunakan dalam proyek. Pengaturan ini dilakukan melalui tab *Manage* dengan memilih opsi *Project Units* kemudian menyesuaikan satuan untuk setiap kategori sesuai kebutuhan. Seperti pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Mengatur *Units* (Satuan)
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

3. Membuat Grid Baru

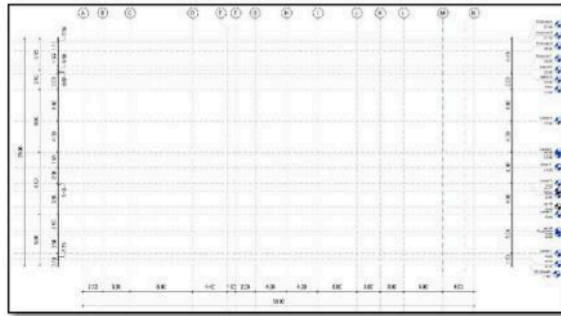
Pembuatan grid dilakukan sebagai langkah awal dalam penyusunan elemen struktural pada proyek. Grid ditambahkan pada tampilan *Floor Plan*, *Structural Plan*, atau *Elevation* melalui tab *Architecture* atau *Structure*, dengan memilih perintah *Grid* pada panel Datum. Posisi grid ditentukan dengan menarik garis pada area kerja, kemudian dilakukan penyesuaian panjang serta pengubahan label secara manual. Untuk mempercepat proses, fitur *Copy* atau *Array* untuk duplikasi. Penataan grid yang sistematis mempermudah proses pemodelan struktur. Seperti pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Membuat Grid Baru
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

4. Membuat Grid Elevasi Baru

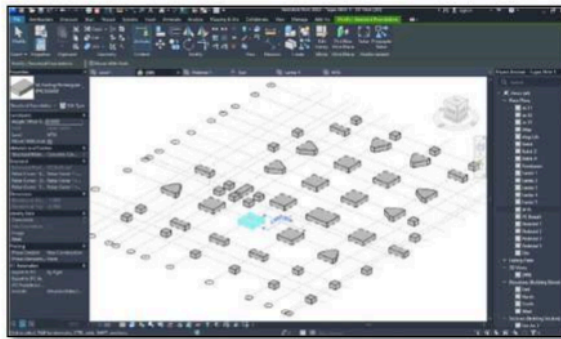
Pembuatan level dilakukan pada tampilan *Elevation* dengan menggunakan perintah *Level* yang tersedia pada tab *Structure*. Garis level ditambahkan secara horizontal pada area kerja, kemudian disesuaikan panjang dan penamaannya. Untuk menam⁶hkan level dengan jarak yang seragam, digunakan fitur *Copy* atau *Array*. Seperti pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Membuat Grid Elevasi Baru
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

5. Membuat Model Pembetonan Struktur Fondasi Footplat

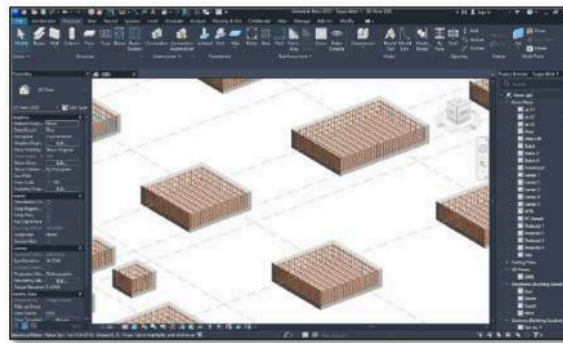
Pemodelan elemen fondasi dimulai dengan menambahkan footplat pada tampilan *Structural Plan* menggunakan perintah *Isolated Foundation* pada tab *Structure*. *Family* komponen fondasi diimpor terlebih dahulu melalui menu *Load Family*, kemudian dipilih tipe *Structural Foundations* dengan memilih jenis *M_Footing-Rectangular*. Dimensi footplat disesuaikan dengan gambar perencanaan (DED, STR-03) melalui pengaturan *Edit Type* pada panel *Properties*. Footplat kemudian ditempatkan sesuai posisi kolom pada area kerja, komponen fondasi dapat diperbanyak menggunakan fitur *Copy* mengikuti pola grid kolom. Seperti pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Membuat Model Pembetonan Struktur Fondasi Footplat
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

6. Membuat Model Penulangan Struktur Fondasi Footplat

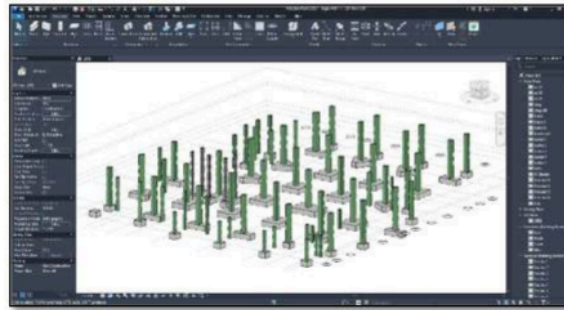
Setelah footplat selesai dibuat, penulangan ditambahkan melalui tampilan *3D View*, *Section*, atau *Foundation Plan* untuk memastikan area kerja terlihat jelas. Tulangan dipilih melalui perintah *Rebar* pada tab *Structure*, dengan menyesuaikan jenis tulangan pada *Rebar Shape* dan menentukan *Rebar Cover* untuk tebal selimut beton. Penempatan tulangan dilakukan manual atau menggunakan mode *Sketch* untuk bentuk khusus. Diameter, jumlah, dan jarak tulangan disesuaikan dengan gambar perencanaan (DED, STR-24,25) melalui pengaturan pada *Edit Constraints* atau *Rebar Set*. Perintah *Array* atau *Copy* digunakan untuk menduplikasi tulangan sesuai desain. Seperti pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Membuat Model Penulangan Struktur Fondasi Footplat
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

7. Membuat Model Pembetonan Struktur Kolom

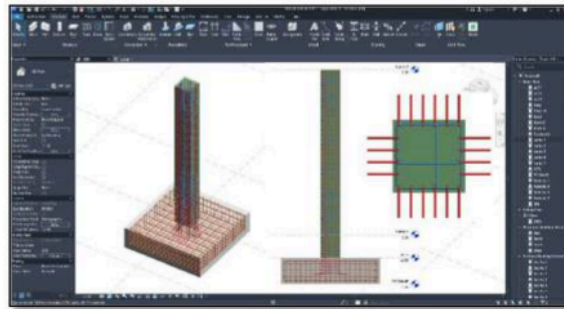
Pemodelan struktur kolom dilakukan pada tampilan *Structural Plan* atau *3D View*. Kolom beton dipilih melalui tab *Structure*, kemudian menu *Column*, dilanjutkan dengan *Load Family* pada kategori *Structural Columns* dan subkategori *Concrete*. Tipe kolom yang digunakan adalah *M_Concrete-Rectangular-Column* yang dimensinya disesuaikan dengan gambar (DED, STR-04,05,06,07) melalui *Edit Type*. Kolom ditempatkan pada titik grid dengan pengaturan ketinggian melalui *Base Level* dan *Top Level*. Elemen kolom diperbanyak menggunakan perintah *Copy* sesuai desain, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.21.



Gambar 4.21 Membuat Model Pembetonan Struktur Kolom
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

8. Membuat Model Penulangan Struktur Kolom

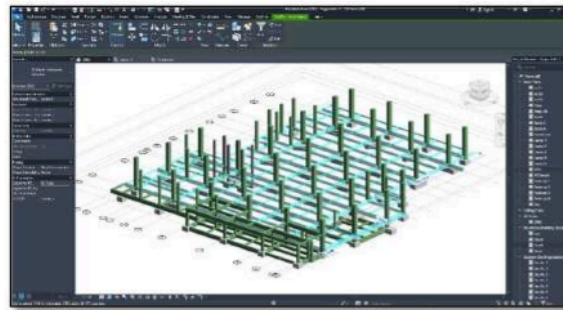
Pemodelan tulangan struktur kolom dilakukan pada tampilan *3D View*, *Section*, atau *Elevation*. Proses ini menggunakan fitur *Rebar* pada tab *Structure*, dengan pemilihan bentuk tulangan melalui opsi *Rebar Shape* dan pengaturan selimut beton melalui *Rebar Cover*. Penempatan tulangan dilakukan secara manual maupun dengan mode *Sketch*, mencakup tulangan vertikal dan sengkang. Penyesuaian diameter, jumlah, serta jarak sengkang dilakukan melalui menu *Edit Constraints* atau *Rebar Set*, berdasarkan gambar detail (DED, STR-23). Selanjutnya, tulangan diperbanyak menggunakan perintah *Copy* untuk memperbanyak sesuai desain. Seperti pada Gambar 4.22.



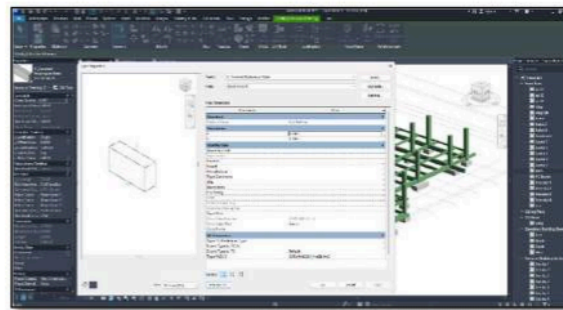
Gambar 4.22 Membuat Model Penulangan Struktur Kolom
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

9. Membuat Model Pembetonan Struktur Sloof dan Balok

Pemodelan struktur sloof dan balok dilakukan melalui tampilan *Structural Plan*, *3D View*, atau *Section*. Elemen balok dipilih dari kategori *Structural Framing* bertipe beton, dengan menggunakan tipe *M_Concrete-Rectangular Beam* yang telah disesuaikan dimensinya berdasarkan gambar (DED, STR-08,09,10,11,12,13) melalui menu *Edit Type*. Balok ditempatkan pada posisi yang menghubungkan antar kolom, dengan pengaturan elevasi ditentukan melalui parameter *Base Level* dan *Top Level*. Proses pemodelan dilanjutkan dengan duplikasi elemen menggunakan perintah *Copy* sesuai desain, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.23 dan Gambar 4.24.



Gambar 4.23 Membuat Model Pembetonan Struktur Sloof dan Balok
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

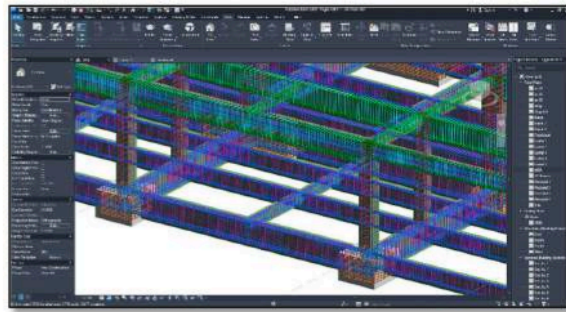


Gambar 4.24 Membuat Model Pembetonan Struktur Sloof dan Balok
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

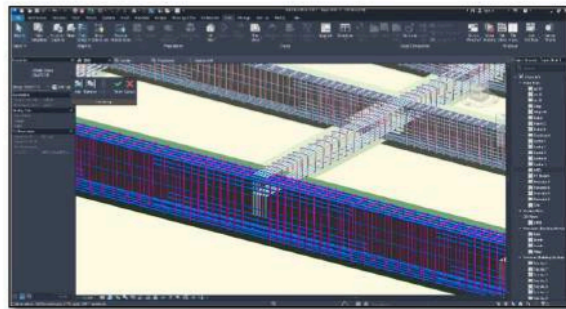
10. Membuat Model Penulangan Struktur Sloof dan Balok

Pemodelan tulangan pada struktur sloof dan balok dilakukan melalui tampilan *3D View*, *Section*, atau *Elevation* untuk memastikan visualisasi

elemen secara jelas. Penambahan tulangan menggunakan fitur *Rebar* pada tab *Structure*, dengan pemilihan bentuk tulangan melalui *Rebar Shape* dan penyesuaian selimut beton melalui *Rebar Cover* agar sesuai standar. Tulangan utama ditempatkan pada bagian atas dan bawah balok, sementara tulangan sengkang dimodelkan secara manual maupun menggunakan mode *Sketch*. Penyesuaian diameter, jumlah, dan jarak antar tulangan dilakukan melalui fitur *Edit Constraints* atau *Rebar Set* berdasarkan gambar (DED, STR-23). Elemen tulangan diperbanyak menggunakan perintah *Copy* mengikuti konfigurasi desain. Seperti pada Gambar 4.25 dan Gambar 4.26.



Gambar 4.25 Membuat Model Penulangan Struktur Sloof dan Balok
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

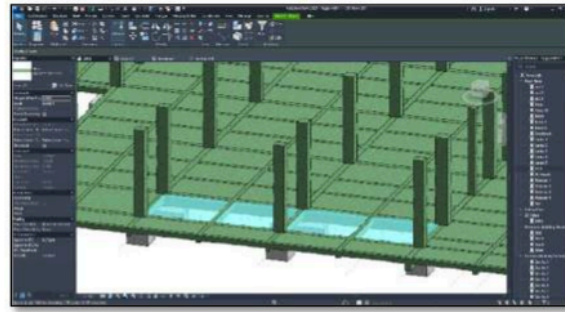


Gambar 4.26 Membuat Model Penulangan Struktur Sloof dan Balok
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

11. Membuat Model Pembetonan Struktur Pelat

Pemodelan struktur pelat dilakukan melalui tampilan *Structural Plan*, *3D View*, atau *Section*. Elemen pelat dimodelkan menggunakan fitur *Floor* pada tab *Structure*, dengan pemilihan tipe dan ketebalan pelat yang

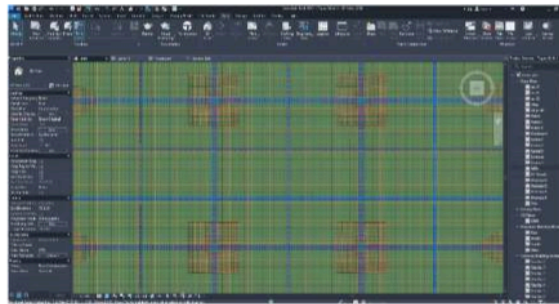
disesuaikan dengan gambar (DED, STR-15,16,17,18,19) melalui menu *Edit Type*. Bentuk pelat ditentukan mengikuti batas desain menggunakan alat bantu pemodelan seperti *Pick Lines* atau *Sketch*. Elevasi pelat diatur melalui parameter *Base Level*, proses pemodelan dapat dilengkapi dengan menduplikasi pelat sesuai kebutuhan desain menggunakan fitur *Copy*. Seperti pada Gambar 4.27.



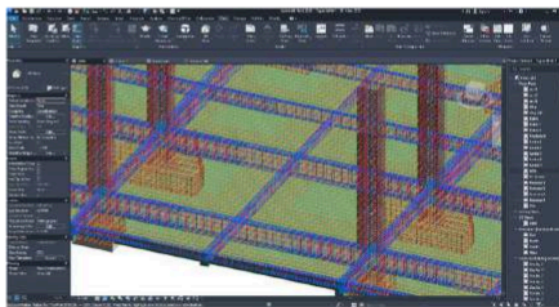
Gambar 4.27 Membuat Model Pembetonan Struktur Pelat
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

12. Membuat Model Penulangan Struktur Pelat

Pemodelan tulangan pada struktur pelat dilakukan melalui tampilan *3D View*, *Section*, atau *Floor Plan* untuk memperoleh visualisasi yang jelas terhadap elemen pelat. Proses penulangan menggunakan fitur *Rebar* pada tab *Structure*, dengan pemilihan bentuk tulangan melalui *Rebar Shape* dan penyesuaian selimut beton melalui *Rebar Cover*. Tulangan utama dimodelkan dalam arah horizontal dan vertikal sesuai desain, baik secara manual menggunakan metode *Sketch* maupun mengikuti bentuk pelat secara otomatis. Penyesuaian diameter, jumlah, dan jarak antar tulangan dilakukan melalui *Edit Constraints* atau *Rebar Set*, berdasarkan gambar (DED, STR-15,16,17,18,19). Duplikasi tulangan di seluruh area pelat dilakukan dengan menggunakan perintah *Copy* atau *Array*. Seperti pada Gambar 4.28 dan Gambar 4.29.



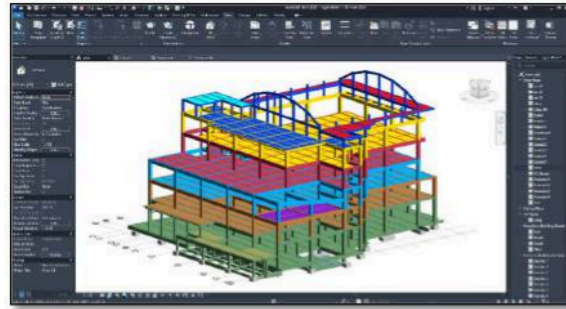
Gambar 4.28 Membuat Model Penulangan Struktur Pelat
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)



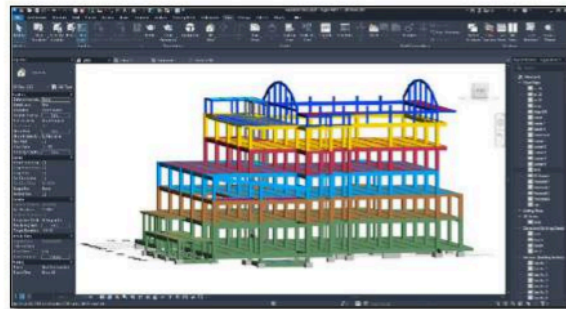
Gambar 4.29 Membuat Model Penulangan Struktur Pelat
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

13. Hasil Akhir Pemodelan Pembetonan Struktur

Hasil akhir pemodelan pembetonan struktur di Autodesk Revit 2025 menampilkan struktur lengkap, termasuk footplat, sloof, kolom, balok, dan pelat, dengan dimensi sesuai desain DED, seperti pada Gambar 4.30 dan Gambar 4.31 berikut.



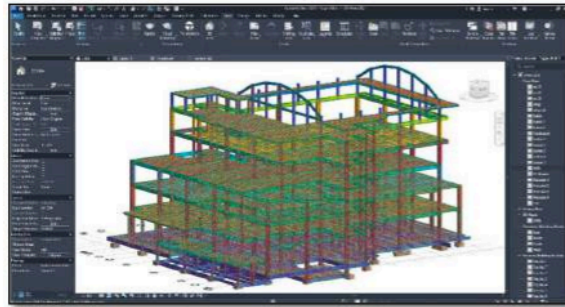
Gambar 4.30 Hasil Akhir Pemodelan Pembetonan Struktur
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)



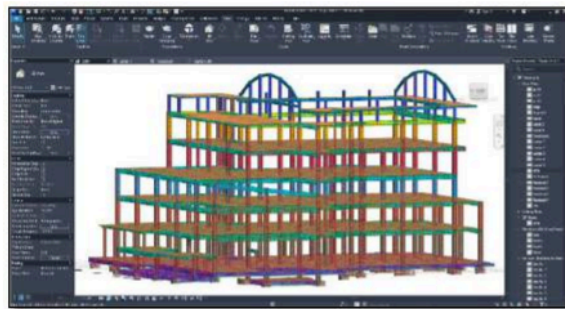
Gambar 4.31 Hasil Akhir Pemodelan Pembetonan Struktur
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

24
14. Hasil Akhir Pemodelan Penulangan Struktur

Hasil akhir pemodelan penulangan struktur di Autodesk Revit 2025 menampilkan struktur lengkap, termasuk footplat, sloof, kolom, balok, dan pelat, dengan dimensi sesuai desain DED, seperti pada Gambar 4.32 dan Gambar 4.33 berikut.



Gambar 4.32 Hasil Akhir Pemodelan Penulangan Struktur
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)



Gambar 4.33 Hasil Akhir Pemodelan Penulangan Struktur
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

4.4 Luaran ¹⁰Quantity Take Off Pekerjaan Struktural

Luaran *Quantity Take Off* (QTO) Pekerjaan Struktural di Autodesk Revit 2025 dilakukan untuk menghitung *volume material* seperti beton, tulangan, dan elemen struktural lainnya. Proses ini dilakukan dengan membuka *Schedule/Quantities* pada tab *View*, lalu memilih kategori elemen struktural seperti *Foundation*, *Column*, *Beam*, atau *Floor*. Setelah itu, tambahkan parameter seperti *Volume*, *Area*, *Length*, dan *Material* untuk mendapatkan rincian kuantitas.

Data QTO ini dapat diekspor ke Excel untuk analisis lebih lanjut terkait kebutuhan material dan biaya. Dengan BIM, perhitungan menjadi lebih akurat dan otomatis diperbarui saat model mengalami perubahan, sehingga meningkatkan efisiensi dalam perencanaan proyek konstruksi.

1. Hasil *Quantity Take Off* pembetonan

Proses *Quantity Take Off* untuk pekerjaan pembetonan dilakukan menggunakan Autodesk Revit 2025 setelah seluruh elemen struktur dimodelkan secara lengkap, meliputi fondasi footplat, sloof, kolom, balok, dan pelat. Perhitungan volume beton dilakukan melalui pembuatan *Schedule/Quantities* berdasarkan kategori elemen struktural seperti *Foundation*, *Structural Columns*, *Structural Framing*, dan *Floors*. Parameter yang digunakan dalam perhitungan mencakup volume, nama material, tipe elemen, serta jumlah elemen (*count*). Penyaringan data dilakukan menggunakan fitur *Filter*, sedangkan *Sorting/Grouping* digunakan untuk menyusun informasi agar lebih terstruktur. Hasil perhitungan kemudian diekspor dalam format Excel untuk keperluan analisis biaya dan estimasi proyek. Dengan metode ini, perhitungan volume beton menjadi lebih efisien, akurat, dan terintegrasi dengan perubahan desain secara otomatis.

2. Hasil *Quantity Take Off* penulangan

Perhitungan *Quantity Take Off* untuk pekerjaan penulangan dilakukan setelah seluruh elemen struktur dan detail tulangan dimodelkan menggunakan fitur *Rebar* pada elemen fondasi footplat, kolom, balok, dan pelat. Proses QTO dilakukan melalui pembuatan *Schedule/Quantities* dengan memilih kategori *Structural Rebar* untuk memperoleh data kuantitas tulangan. Parameter yang digunakan dalam perhitungan meliputi bentuk tulangan (*Rebar Shape*), diameter, panjang batang (*Bar Length*), jumlah batang (*Quantity*), serta berat total (*Total Weight*). Penyaringan data berdasarkan jenis atau lokasi tulangan dilakukan melalui fitur *Filter*, sementara pengelompokan informasi menggunakan *Sorting/Grouping* agar hasil lebih sistematis. Hasil perhitungan kemudian diekspor dalam format Excel sebagai dasar untuk estimasi biaya dan kebutuhan material.

4.5 Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan volume dan biaya material struktur beton dan tulangan yang diperoleh dari tiga sumber utama, yaitu model BIM menggunakan Autodesk Revit 2025, dokumen perencanaan proyek (DED), serta data realisasi aktual dari lapangan. Perbandingan ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat akurasi dan efisiensi metode perhitungan dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek. Analisis disajikan secara sistematis pada subbab berikut:

4.5.1 Rekap Volume & Biaya Rencana Beton dan Tulangan dari Revit 2025

Setelah dilakukan proses analisis volume menggunakan Autodesk Revit 2025, dengan dukungan fitur *Schedules* dan *Quantity Take-off*, diperoleh total volume keseluruhan material, baik untuk beton maupun tulangan, pada elemen struktur seperti fondasi, sloof, kolom, balok, dan pelat. Rekapitulasi lengkap mengenai volume dan biaya hasil perhitungan Autodesk Revit 2025 dapat dilihat pada Lampiran 11.

4.5.2 Rekap Volume & Biaya Rencana Beton dan Tulangan dari Data Proyek

Volume yang diperoleh dari data proyek merupakan hasil perhitungan konvensional berdasarkan dokumen DED. Data tersebut digunakan sebagai acuan pembandingan dalam penelitian ini. Rekapitulasi lengkap mengenai volume dan biaya rencana berdasarkan data proyek dapat dilihat pada Lampiran 12.

4.5.3 Rekap Volume & Biaya Realisasi Beton dan Tulangan dari Data Proyek

Volume realisasi merupakan data akhir yang menunjukkan jumlah aktual kebutuhan material selama pelaksanaan proyek. Data ini digunakan sebagai tolak ukur untuk menilai tingkat akurasi antara dua metode perhitungan volume rencana, yaitu metode manual berdasarkan DED dan metode berbasis BIM yang dihasilkan melalui Autodesk Revit. Rekapitulasi lengkap mengenai volume dan biaya realisasi yang diperoleh dari data proyek dapat dilihat pada Lampiran 13.

4.6 Perbandingan *Quantity Take Off* Antara Metode BIM Revit 2025 Dengan Metode Konvensional

Perbandingan ini dilakukan untuk mengevaluasi perbedaan hasil *Quantity take off* antara metode BIM menggunakan Autodesk Revit 2025 dengan metode konvensional berdasarkan DED. Analisis difokuskan pada volume material struktur beton dan tulangan pada elemen-elemen seperti fondasi footplate, sloof, kolom, balok, dan pelat, dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

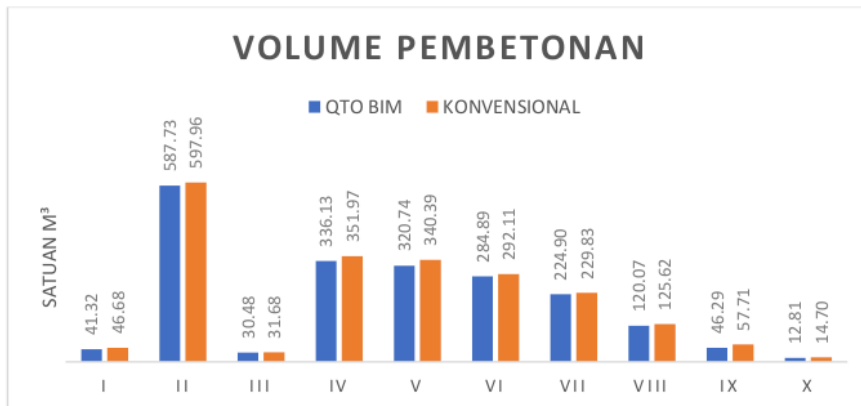
8
Tabel 4.1 Perbandingan *Quantity Take Off* Antara Metode
BIM Revit 2025 Dengan Metode Konvensional

Perbandingan Volume BIM Revit - Bill of Quantity					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume		Deviasi
			QTO BIM	BOQ	(BIM - BOQ)
I	Elevasi -1.50				
	Pekerjaan Pembetonan	M³	41.32	46.68	-5.37
	Pekerjaan Tulangan	kg	6,543.22	7,565.12	-1,021.90
II	Elevasi ± 0.00				
	Pekerjaan Pembetonan	M³	587.73	597.96	-10.23
	Pekerjaan Tulangan	kg	96,227.58	105,089.02	-8,861.44
III	Elevasi + 2.50				
	Pekerjaan Pembetonan	M³	30.48	31.68	-1.20
	Pekerjaan Tulangan	kg	5,886.76	5,880.12	6.64
IV	Elevasi + 5.00				
	Pekerjaan Pembetonan	M³	336.13	351.97	-15.85
	Pekerjaan Tulangan	kg	58,693.43	61,689.39	-2,995.96
V	Elevasi + 9.00				
	Pekerjaan Pembetonan	M³	320.74	340.39	-19.65
	Pekerjaan Tulangan	kg	55,358.99	59,937.39	-4,578.40
VI	Elevasi + 13.00				
	Pekerjaan Pembetonan	M³	284.89	292.11	-7.23
	Pekerjaan Tulangan	kg	51,239.46	55,916.92	-4,677.46
VII	Elevasi + 17.00				
	Pekerjaan Pembetonan	M³	224.90	229.83	-4.93
	Pekerjaan Tulangan	kg	41,072.78	43,089.14	-2,016.36
VIII	Elevasi + 21.00				
	Pekerjaan Pembetonan	M³	120.07	125.62	-5.55
	Pekerjaan Tulangan	kg	26,310.14	29,479.64	-3,169.50
IX	Elevasi + 23.00				
	Pekerjaan Pembetonan	M³	46.29	57.71	-11.43
	Pekerjaan Tulangan	kg	9,563.29	11,058.36	-1,495.07
X	Elevasi + 23.50				
	Pekerjaan Pembetonan	M³	12.81	14.70	-1.89
	Pekerjaan Tulangan	kg	3,775.33	3,990.79	-215.46
	Total Volume Pembetonan	M³	2,005.35	2,088.66	-83.31
	Total Volume Penulangan	kg	354,670.98	383,695.89	-29,024.91

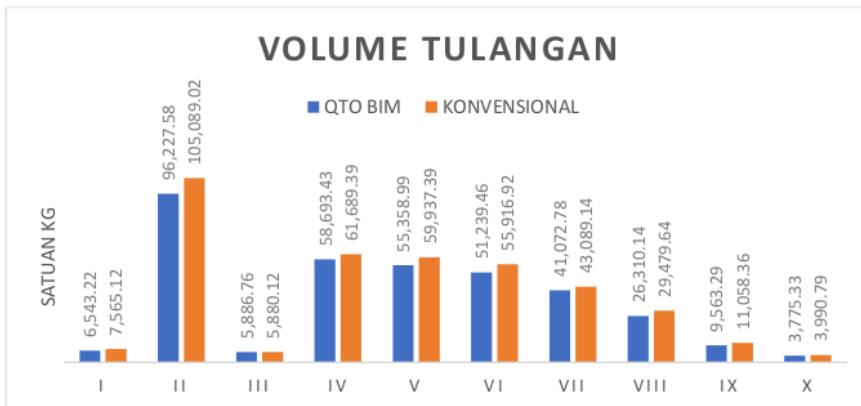
(Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel di atas menyajikan rincian volume pekerjaan untuk setiap elemen struktur berdasarkan metode konvensional dan metode BIM. Sementara itu, diagram batang

yang terlampir memberikan visualisasi perbandingan antara kedua metode tersebut. Melalui diagram batang, selisih volume antara perhitungan konvensional dan BIM dapat terlihat lebih jelas, sehingga memudahkan dalam memahami perbedaan hasil perhitungan dari masing-masing metode. Adapun diagram batang perbandingan volume dapat dilihat pada Gambar 4.34 dan 4.35 berikut.



Gambar 4.34 Diagram Batang Volume Pembetonan
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)



Gambar 4.35 Diagram Batang Volume Tulangan
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Berdasarkan tabel dan diagram batang yang ditampilkan, dapat dilihat bahwa volume pekerjaan pembetonan dan penulangan yang dihasilkan dari

metode perhitungan konvensional (BOQ) dan metode BIM Revit membentuk perbandingan yang menghasilkan selisih pada total volumenya. Untuk pekerjaan pembetonan, volume total dari metode konvensional tercatat sebesar 2.088,66 m³, sedangkan pada metode BIM sebesar 2.005,35 m³, dengan selisih sebesar 83,31 m³ lebih besar pada perhitungan konvensional. Sedangkan untuk pekerjaan penulangan, volume total dari metode konvensional adalah 383.695,89 kg dan metode BIM sebesar 354.670,98 kg, dengan selisih sebesar 29.024,91 kg. Selisih terbesar terdapat pada pekerjaan penulangan, yang mengindikasikan adanya perbedaan dalam metode pengambilan data volume atau pengaruh dari akurasi model digital. Perbedaan volume ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti tidak diperhitungkannya area perpotongan antar elemen struktur pada metode konvensional, penggunaan panjang bentang penuh pada balok dan sloof tanpa mempertimbangkan potongan bersih, serta tidak adanya perhitungan detail luas penampang tulangan secara akurat. Sebaliknya, metode BIM mampu menghasilkan perhitungan volume yang lebih presisi karena berbasis pada model tiga dimensi yang dapat memvisualisasikan bentuk aktual struktur, sehingga meminimalisir risiko kesalahan pengambilan volume (Krisnawan, 2025).

4.7 Perbandingan Rencana Biaya Pekerjaan Menggunakan Perhitungan Konvensional dan BIM Terhadap Realisasinya Pada Kondisi Aktual

Analisis ini bertujuan untuk membandingkan estimasi biaya pekerjaan struktur beton dan tulangan yang diperoleh dari dua metode perhitungan, yaitu metode konvensional berbasis DED dan metode BIM menggunakan Autodesk Revit 2025, terhadap biaya realisasi yang terjadi di lapangan. Perbandingan dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi estimasi biaya dari masing-masing metode serta efektivitasnya dalam mendukung perencanaan anggaran proyek. Selisih antara biaya rencana dan biaya aktual dijadikan dasar untuk mengevaluasi efisiensi dari pendekatan konvensional dan BIM. Hasil perbandingan tersebut disajikan pada Tabel 4.2 berikut.

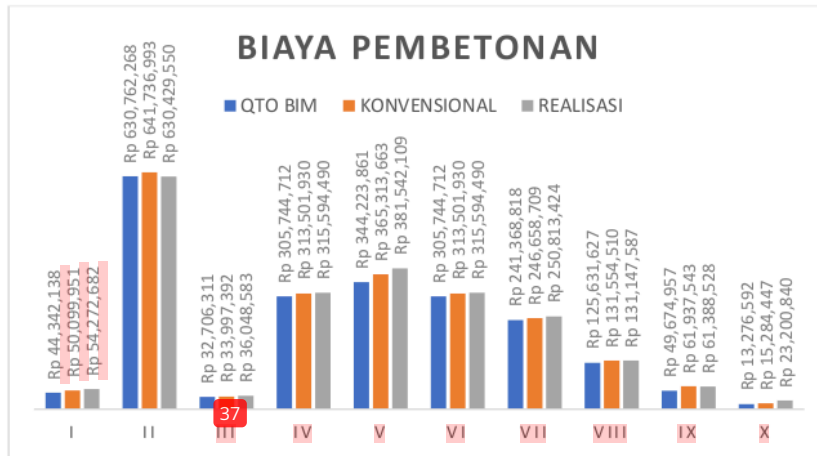
Tabel 4.2 Perbandingan Rencana Biaya Pekerjaan Menggunakan
Perhitungan Konvensional dan BIM Terhadap Realisasinya
Pada Kondisi Aktual

Perbandingan Biaya BIM Revit - Bill of Quantity - Realisasi									
No	Urutan Pekerjaan	Sat	Jumlah Harga			Deviasi			
			QTO BIM	BOQ	Realisasi	(BIM - BOQ)	(BOQ - Realisasi)	(BIM - Realisasi)	
I Elevasi ± 0.00									
	Pekerjaan Pembetonan	M ³	Rp 44,342,137.78	Rp 50,096,951.01	Rp 54,272,692.20	-Rp 5,757,813.23	-Rp 4,172,731.19	-Rp 9,930,544.42	
	Pekerjaan Tulangan	kg	Rp 97,261,693.69	Rp 112,451,696.51	Rp 136,797,896.80	-Rp 15,190,002.82	-Rp 24,346,200.29	-Rp 39,536,203.11	
II Elevasi ± 0.00									
	Pekerjaan Pembetonan	M ³	Rp 630,762,269.21	Rp 641,736,992.92	Rp 630,429,550.38	-Rp 10,974,724.71	Rp 11,307,442.54	Rp 332,717.83	
	Pekerjaan Tulangan	kg	Rp 1,430,374,862.91	Rp 1,562,095,737.79	Rp 1,746,517,176.33	-Rp 131,720,874.88	-Rp 184,421,438.54	-Rp 316,142,313.42	
III Elevasi ± 2.50									
	Pekerjaan Pembetonan	M ³	Rp 32,706,310.93	Rp 33,997,391.88	Rp 36,048,582.60	-Rp 1,291,080.95	-Rp 2,051,190.72	-Rp 3,342,271.67	
	Pekerjaan Tulangan	kg	Rp 87,503,744.02	Rp 87,405,088.33	Rp 99,733,156.06	-Rp 98,655.69	-Rp 12,328,067.73	-Rp 12,229,412.04	
IV Elevasi ± 5.00									
	Pekerjaan Pembetonan	M ³	Rp 360,735,316.22	Rp 377,740,451.47	Rp 371,360,046.53	-Rp 17,005,135.25	Rp 6,380,404.94	-Rp 10,624,730.31	
	Pekerjaan Tulangan	kg	Rp 872,448,499.24	Rp 916,981,952.52	Rp 1,040,577,638.73	-Rp 44,533,462.28	-Rp 123,595,656.21	-Rp 168,129,118.50	
V Elevasi ± 9.00									
	Pekerjaan Pembetonan	M ³	Rp 344,223,861.14	Rp 305,313,063.14	Rp 381,542,109.34	-Rp 21,089,802.01	-Rp 16,228,446.20	-Rp 37,318,248.20	
	Pekerjaan Tulangan	kg	Rp 822,893,704.86	Rp 890,936,274.20	Rp 969,591,683.40	-Rp 68,055,567.34	-Rp 78,962,409.20	-Rp 146,617,976.55	
VI Elevasi ± 13.00									
	Pekerjaan Pembetonan	M ³	Rp 305,744,711.93	Rp 313,501,929.82	Rp 315,594,499.69	-Rp 7,757,217.90	-Rp 2,092,569.86	-Rp 9,849,777.76	
	Pekerjaan Tulangan	kg	Rp 761,648,953.17	Rp 831,177,057.34	Rp 946,333,902.13	-Rp 69,528,104.17	-Rp 115,156,844.79	-Rp 164,684,948.96	
VII Elevasi ± 17.00									
	Pekerjaan Pembetonan	M ³	Rp 241,368,818.41	Rp 246,658,708.70	Rp 250,813,424.09	-Rp 5,289,890.29	-Rp 4,154,715.39	-Rp 9,444,605.68	
	Pekerjaan Tulangan	kg	Rp 610,526,336.31	Rp 640,498,580.99	Rp 704,251,187.99	-Rp 29,972,242.68	-Rp 63,752,607.00	-Rp 63,724,849.88	
VIII Elevasi ± 21.00									
	Pekerjaan Pembetonan	M ³	Rp 125,631,626.90	Rp 131,554,510.49	Rp 131,147,587.05	-Rp 5,922,883.59	Rp 406,923.44	-Rp 5,515,960.15	
	Pekerjaan Tulangan	kg	Rp 391,103,799.61	Rp 438,216,610.77	Rp 531,596,158.76	-Rp 47,112,811.17	-Rp 106,660,452.01	-Rp 59,547,840.85	
IX Elevasi ± 23.00									
	Pekerjaan Pembetonan	M ³	Rp 49,874,956.78	Rp 61,937,542.79	Rp 61,386,528.39	-Rp 12,262,586.01	Rp 549,014.40	-Rp 11,713,571.61	
	Pekerjaan Tulangan	kg	Rp 142,153,524.20	Rp 164,376,992.22	Rp 197,014,691.05	-Rp 22,223,468.02	Rp 37,362,340.57	-Rp 35,138,872.56	
X Elevasi ± 23.00									
	Pekerjaan Pembetonan	M ³	Rp 13,276,592.43	Rp 15,294,446.77	Rp 23,200,839.66	-Rp 2,007,854.34	-Rp 7,916,392.91	-Rp 9,924,247.24	
	Pekerjaan Tulangan	kg	Rp 56,120,676.78	Rp 59,323,432.81	Rp 50,085,397.54	-Rp 3,202,750.03	Rp 9,238,035.27	-Rp 6,035,279.24	
	Total Biaya Pembetonan	M ³	Rp 2,148,466,600.72	Rp 2,237,825,988.99	Rp 2,295,797,839.93	-Rp 89,358,968.27	-Rp 17,972,290.94	-Rp 107,331,239.21	
	Total Biaya Tulangan	kg	Rp 5,272,025,789.79	Rp 5,703,466,423.48	Rp 6,132,568,819.39	-Rp 431,440,633.70	-Rp 428,902,395.91	-Rp 868,343,029.61	
	Total		Rp 7,420,492,390.51	Rp 7,941,292,012.47	Rp 8,388,166,659.32				

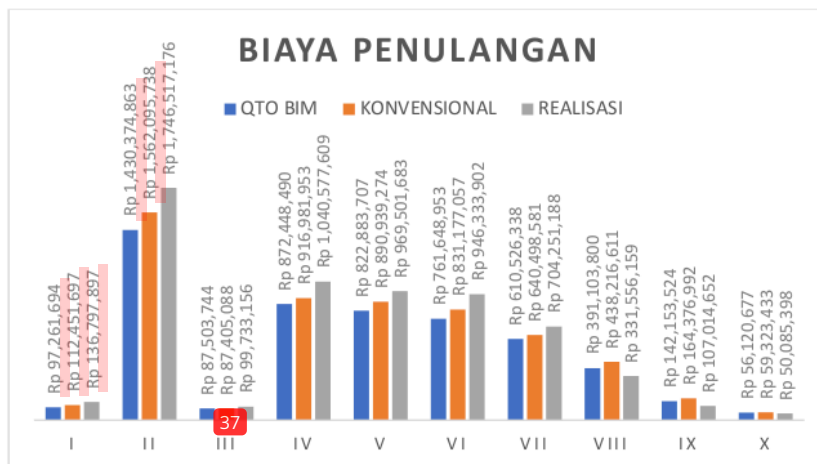
(Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel di atas menyajikan rincian perbandingan biaya pekerjaan struktur, baik pekerjaan pembetonan maupun penulangan, pada masing-masing elevasi berdasarkan metode konvensional (BOQ), metode BIM, dan biaya realisasi di lapangan. Perbandingan ini meliputi total biaya, serta deviasi yang terjadi antara setiap metode. Untuk memperjelas perbedaan biaya antar ketiganya, diagram

batang yang terlampir memberikan visualisasi yang memudahkan dalam melihat selisih atau deviasi nilai secara langsung. Dengan adanya visualisasi tersebut, pembacaan data menjadi lebih intuitif, terutama dalam mengidentifikasi metode mana yang paling mendekati biaya aktual di lapangan. Adapun diagram batang perbandingan biaya pekerjaan dapat dilihat pada Gambar 4.36 dan 4.37 berikut.



Gambar 4.36 Diagram Batang Biaya Pembetonan
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)



Gambar 4.37 Diagram Batang Biaya Penulangan
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Berdasarkan tabel dan diagram batang yang ditampilkan, terlihat perbandingan tiga metode estimasi biaya, yaitu BIM, BOQ (konvensional), dan realisasi. Harga satuan pada metode BIM dan BOQ berasal dari perencanaan (DED), sedangkan realisasi menggunakan harga dari kontraktor. Selain perbedaan harga satuan, terdapat selisih volume pada beberapa elevasi, terutama ELV +20.95, +22.95, dan +23.50. Hal ini disebabkan oleh perbedaan metode penulangan: gambar DED menggunakan besi beton 2 lapis, sementara realisasi menggunakan wiremesh 1 lapis. Meskipun secara volume lebih ringan, harga satuan wiremesh yang relatif stabil serta penggunaan metode kerja praktis menyebabkan biaya tetap signifikan. Pada rentang elevasi -1.50 hingga +17.00, perbedaan biaya penulangan juga dipengaruhi oleh efisiensi kerja di lapangan, perubahan desain, dan kemungkinan pemborosan material yang tidak terjadi pada model BIM. BIM mampu menghitung volume dengan presisi tinggi melalui pemodelan 3D, sementara realisasi sering mengalami deviasi akibat kondisi teknis di lapangan. Berdasarkan data total biaya, pekerjaan pembetonan dengan metode BIM tercatat sebesar Rp 2.148.466.601, lebih rendah dibanding BOQ Rp 2.237.825.589 dan realisasi Rp 2.255.797.840. Sementara itu, biaya penulangan metode BIM sebesar Rp 5.272.025.790, juga lebih rendah dari BOQ Rp 5.703.466.423 dan realisasi Rp 6.132.368.819. Total estimasi biaya keseluruhan menunjukkan bahwa metode BIM paling efisien dengan nilai Rp 7.420.492.391, dibanding BOQ Rp 7.941.292.012 dan realisasi Rp 8.388.166.659. Hal ini membuktikan bahwa meskipun total biaya BOQ secara angka lebih mendekati realisasi, BIM tetap menghasilkan estimasi paling akurat karena menghitung volume langsung dari model tiga dimensi yang detail dan minim kesalahan manusia.

4.8 Perbandingan Rencana Durasi Pekerjaan Menggunakan Perhitungan Konvensional Dan BIM Terhadap Realisasinya Pada Kondisi Aktual

Analisis ini bertujuan untuk membandingkan estimasi durasi pekerjaan yang diperoleh melalui metode perhitungan konvensional dan BIM berbasis Autodesk Revit 2025 dengan durasi realisasi di lapangan. Evaluasi dilakukan untuk menilai keandalan kedua metode dalam mengestimasi lamanya pelaksanaan pekerjaan, serta mengidentifikasi perbedaan antara rencana dan kondisi aktual.

Rekapitulasi analisis produktivitas pekerjaan berdasarkan data dari *Bill of Quantity* yang digunakan dalam metode konvensional dapat dilihat pada Lampiran 14.

Selanjutnya, perhitungan durasi pekerjaan berdasarkan hasil pemodelan 3D Autodesk Revit dilakukan dengan menggunakan jumlah tenaga kerja dan

produktivitas yang sama seperti pada analisis sebelumnya. Hasil perhitungan tersebut disajikan pada Lampiran 15.

Adapun analisis produktivitas pekerjaan berdasarkan data aktual selama pelaksanaan proyek dapat dilihat pada Lampiran 16.

Berdasarkan perbandingan durasi pekerjaan antara metode konvensional, BIM Revit, dan realisasi aktual di lapangan, terlihat bahwa BIM Revit memberikan estimasi waktu yang lebih efisien dan mendekati kondisi aktual. Metode konvensional memerlukan waktu 16 minggu, sedangkan BIM Revit hanya 14 minggu, dengan realisasi aktual sebesar 15 minggu. Selisih waktu antara BIM dan realisasi hanya 1 minggu, menunjukkan bahwa perencanaan berbasis BIM lebih mendekati kondisi sebenarnya. Selain itu, pola distribusi pekerjaan pada BIM lebih optimal dan padat dibandingkan metode konvensional. Oleh karena itu, penggunaan BIM dalam perencanaan waktu proyek terbukti lebih efektif dan realistis, memperkuat argumen untuk mengadopsi teknologi ini dalam proyek konstruksi di masa mendatang.

Tabel 4.3 Schedule Pekerjaan (*Bill of Quantity*)

SCHEDULE BILL OF QUANTITY																
No	Uraian Pekerjaan	Total Harga	Bobot	Durasi	Minggu ke											
			(%)	(Minggu)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	Elevasi ± 0.00	Rp. 102.507.647,32	2.947	4	0.012	0.012	0.012	0.012								
II	Elevasi ± 0.00	Rp. 2.203.832.730,71	27.752	8				3.408	3.408	3.408	3.408	3.408	3.408	3.408		
III	Elevasi ± 0.00	Rp. 121.402.480,22	1.528	5				0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255		
IV	Elevasi ± 0.00	Rp. 1.294.722.403,99	16.304	8				2.717	2.717	2.717	2.717	2.717	2.717	2.717		
V	Elevasi ± 0.00	Rp. 1.255.252.937,34	15.819	5				3.164	3.164	3.164	3.164	3.164	3.164	3.164		
VI	Elevasi ± 0.00	Rp. 1.144.678.887,16	14.434	4				3.004	3.004	3.004	3.004	3.004	3.004	3.004		
VII	Elevasi ± 0.00	Rp. 887.157.289,09	11.171	4							2.793	2.793	2.793	2.793		
VIII	Elevasi ± 0.00	Rp. 569.771.121,26	7.175	5							1.435	1.435	1.435	1.435		
IX	Elevasi ± 0.00	Rp. 220.314.426,01	2.800	7								0.407	0.407	0.407	0.407	0.407
X	Elevasi ± 0.00	Rp. 74.807.879,38	936	5										0.188	0.188	0.188
Rencana			-	-	0.012	0.012	3.981	6.903	6.441	5.803	13.208	17.426	17.426	14.871	4.835	2.833
Rencana Kumulatif			0.000	-	0.012	1.023	5.304	11.957	18.398	28.035	41.211	58.647	75.984	90.955	97.620	98.255

4
(Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel 4.4 Schedule Pekerjaan (BIM Revit)

SCHEDULE BIM REVIT																
No	Uraian Pekerjaan	Total Harga	Bobot	Durasi	Minggu ke											
			(%)	(Minggu)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	Elevasi ± 0.00	Rp. 141.603.831,47	1.908	4	0.477	0.477	0.477	0.477								
II	Elevasi ± 0.00	Rp. 2.001.137.131,12	27.776	8				3.472	3.472	3.472	3.472	3.472	3.472	3.472		
III	Elevasi ± 0.00	Rp. 120.310.054,95	1.620	5				0.270	0.270	0.270	0.270	0.270	0.270	0.270		
IV	Elevasi ± 0.00	Rp. 1.233.163.890,43	16.815	5				2.770	2.770	2.770	2.770	2.770	2.770	2.770		
V	Elevasi ± 0.00	Rp. 1.167.197.587,99	15.728	5						3.146	3.146	3.146	3.146	3.146		
VI	Elevasi ± 0.00	Rp. 1.067.393.685,13	14.384	4						3.596	3.596	3.596	3.596	3.596		
VII	Elevasi ± 0.00	Rp. 851.895.156,72	11.460	4							2.870	2.870	2.870	2.870		
VIII	Elevasi ± 0.00	Rp. 516.735.426,91	6.954	5							1.383	1.383	1.383	1.383		
IX	Elevasi ± 0.00	Rp. 101.838.490,98	1.335	8								0.431	0.431	0.431	0.431	0.431
X	Elevasi ± 0.00	Rp. 69.387.269,22	935	6										0.234	0.234	0.234
Rencana			-	-	0.477	0.477	3.948	6.889	6.912	6.857	13.354	17.616	17.647	14.907	4.827	3.057
Rencana Kumulatif			0.000	-	0.477	0.954	4.903	11.852	18.404	28.061	41.315	58.831	76.778	91.686	96.613	98.671

4
(Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel 4.5 Schedule Pekerjaan (Realisasi)

SCHEDULE REALISASI																
No	Uraian Pekerjaan	Total Harga	Bobot	Durasi	Minggu ke											
			(%)	(Minggu)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	Elevasi ± 0.00	Rp. 191.070.579,00	2.278	5	0.456	0.456	0.456	0.456	0.456							
II	Elevasi ± 0.00	Rp. 2.376.946.726,71	28.337	9				3.149	3.149	3.149	3.149	3.149	3.149	3.149	3.149	
III	Elevasi ± 0.00	Rp. 125.791.738,86	1.618	7				0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	
IV	Elevasi ± 0.00	Rp. 1.411.387.855,26	16.832	7				2.405	2.405	2.405	2.405	2.405	2.405	2.405		
V	Elevasi ± 0.00	Rp. 1.411.043.782,74	16.327	5						2.684	2.684	2.684	2.684	2.684	2.684	
VI	Elevasi ± 0.00	Rp. 1.261.024.391,81	15.044	5						3.056	3.056	3.056	3.056	3.056	3.056	
VII	Elevasi ± 0.00	Rp. 855.094.812,08	11.386	5							2.277	2.277	2.277	2.277	2.277	
VIII	Elevasi ± 0.00	Rp. 462.703.745,81	5.816	5							1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	
IX	Elevasi ± 0.00	Rp. 168.403.180,03	2.008	5								0.402	0.402	0.402	0.402	0.402
X	Elevasi ± 0.00	Rp. 73.294.237,22	0.874	5									0.175	0.175	0.175	0.175
Rencana			-	-	0.456	0.456	0.456	3.804	6.340	5.784	5.489	11.478	14.858	14.858	15.424	12.738
Rencana Kumulatif			0.000	-	0.456	0.911	1.367	4.971	11.211	18.995	25.484	36.942	51.800	66.658	82.082	94.891

(Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2025)

4.9 Pembahasan

Hasil implementasi *Building Information Modeling* menggunakan Autodesk Revit 2025 pada proyek Pembangunan Plaza Airlangga (Unair) Tahap 1 menunjukkan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efektivitas perencanaan dan pengendalian proyek konstruksi, khususnya pada aspek volume pekerjaan, estimasi biaya, serta jadwal pelaksanaan dibandingkan dengan metode konvensional atau manual *Bill of Quantity*.

Tingkat keberhasilan implementasi konsep *Building Information Modeling* dalam perhitungan *quantity take off* pekerjaan struktural dapat dievaluasi melalui proses pemodelan menggunakan *software* pendukung, yakni Autodesk Revit 2025. Keberhasilan tersebut ditentukan oleh sejauh mana input informasi ke dalam model 3D telah sesuai dengan spesifikasi teknis yang tercantum dalam gambar perencanaan *Detail Engineering Design*. Dalam pemodelan setiap elemen struktur, diperlukan pengisian data secara detail seperti spesifikasi tulangan, dimensi, jumlah, serta ketinggian pada setiap elevasi. Oleh karena itu, proses pemodelan harus dilakukan dengan tingkat ketelitian tinggi dan mengacu secara akurat pada gambar 2D dalam DED, agar dapat meminimalkan potensi kesalahan dalam perhitungan volume.

Penerapan *Building Information Modeling* dalam proyek konstruksi memiliki keterkaitan erat dengan prinsip *lean construction*. Melalui pemodelan 3D pada BIM dengan menggunakan *software* Autodesk Revit 2025, dihasilkan representasi model yang mendekati kondisi realisasi di lapangan. Hal ini berkontribusi dalam mengurangi potensi terjadinya limbah material. Oleh karena itu, integrasi antara BIM dan *lean construction* saling mendukung, mengingat tujuan utama *lean construction* adalah meminimalkan pemborosan (*waste*) dalam proses pelaksanaan proyek konstruksi.

Output yang dihasilkan dari pemodelan menggunakan Autodesk Revit 2025 berupa data volume material, baik untuk elemen beton maupun tulangan. Data ini kemudian diolah lebih lanjut dengan bantuan Microsoft Excel untuk menyusun dan merapikan informasi kuantitas secara sistematis. Tingkat detail dalam pemodelan mencakup informasi grafis dan non-grafis, seperti dimensi, bentuk, ukuran, lokasi, dan jumlah elemen struktur, sehingga dapat digunakan sebagai dasar untuk perhitungan volume dan estimasi biaya secara akurat. Pemodelan yang dilakukan dalam penelitian ini telah disusun secara rinci, khususnya pada elemen-elemen tulangan dan beton. Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap perbedaan volume antara metode konvensional, model BIM, dan data realisasi proyek.

Berdasarkan analisis *Quantity Take Off* yang dilakukan, terdapat selisih antara volume yang dihasilkan dari metode BIM dan metode BOQ. Volume pekerjaan pembetonan dari metode konvensional sebesar 2.088,66 m³, sedangkan metode BIM menghasilkan 2.005,35 m³. Selisih volume sebesar 83,31 m³ tersebut menunjukkan bahwa metode BOQ memberikan hasil lebih besar, dengan deviasi sebesar 3,99% lebih tinggi dibandingkan metode BIM. Sementara itu, pada pekerjaan penulangan, volume yang dihitung dengan metode BOQ mencapai 383.695,89 kg, sedangkan BIM menghasilkan 354.670,98 kg, menghasilkan selisih sebesar 29.024,91 kg atau deviasi sebesar 7,56%. Deviasi ini menunjukkan bahwa metode konvensional cenderung memberikan estimasi yang berlebih akibat pendekatan perhitungan global, seperti panjang bentang penuh tanpa mempertimbangkan potongan antar elemen atau penggambaran tulangan yang tidak rinci. Sebaliknya, metode BIM yang berbasis model tiga dimensi mampu menghasilkan volume yang lebih sesuai dengan kondisi riil karena setiap elemen struktur dimodelkan sesuai geometri yang lengkap dan realistis.

Perbedaan volume ini juga berdampak langsung pada perhitungan biaya. terlihat perbandingan tiga metode estimasi biaya, yaitu BIM, BOQ (konvensional), dan realisasi. Harga satuan pada metode BIM dan BOQ berasal dari perencana (DED), sedangkan realisasi menggunakan harga dari kontraktor. Selain perbedaan harga satuan, terdapat selisih volume pada beberapa elevasi, terutama ELV +20.95, +22.95, dan +23.50. Hal ini disebabkan oleh perbedaan metode penulangan: gambar DED menggunakan besi beton 2 lapis, sementara realisasi menggunakan wiremesh 1 lapis. Meskipun secara volume lebih ringan, harga satuan wiremesh yang relatif stabil serta penggunaan metode kerja praktis menyebabkan biaya tetap signifikan. Pada rentang elevasi -1.50 hingga +17.00, perbedaan biaya penulangan juga dipengaruhi oleh efisiensi kerja di lapangan, perubahan desain, dan kemungkinan pemborosan material yang tidak terjadi pada model BIM. Metode BIM mampu menghasilkan perhitungan volume yang lebih mendekati kondisi riil melalui pemodelan 3D, sementara realisasi sering mengalami deviasi akibat kondisi teknis di lapangan. Total biaya struktur berdasarkan metode BIM sebesar Rp 7.420.492.391 lebih rendah dibanding metode konvensional yang mencapai Rp 7.941.292.012 dan realisasi aktual sebesar Rp 8.388.166.659. Selisih biaya tersebut memperlihatkan bahwa BIM memberikan efisiensi yang cukup signifikan dalam perencanaan anggaran, tidak hanya karena perhitungan volume yang detail, namun juga karena informasi yang terintegrasi dapat meminimalkan risiko pemborosan dan kesalahan perhitungan yang sering terjadi dalam metode manual. Selain itu, perbedaan ini juga bisa

disebabkan oleh asumsi desain konvensional yang menggunakan panjang penuh bentang balok atau sloof tanpa mempertimbangkan potongan aktual, serta kurang detailnya penggambaran bentuk dan jumlah tulangan.

Dari sisi jadwal pelaksanaan, estimasi durasi proyek juga menunjukkan keunggulan metode BIM. Durasi pekerjaan yang dihitung dengan metode konvensional adalah selama 16 minggu, sedangkan BIM hanya memerlukan 14 minggu. Realisasi aktual di lapangan menunjukkan durasi selama 15 minggu. Artinya, estimasi BIM hanya berselisih 1 minggu dari realisasi aktual, sehingga dapat dianggap lebih mendekati kondisi lapangan. Perlu dicatat bahwa estimasi jadwal pada metode BIM ini tidak semata-mata dibuat berdasarkan asumsi waktu rata-rata, tetapi disusun dengan menggunakan perhitungan koefisien produktivitas tiap jenis pekerjaan, yang dihitung berdasarkan standar SNI dan data produktivitas pekerja. Koefisien ini mencakup waktu kerja per unit volume (misalnya jam/orang/m³ atau kg), sehingga menghasilkan durasi kegiatan yang lebih logis dan realistis sesuai dengan kebutuhan tenaga kerja, peralatan, serta urutan kerja. Selain itu, distribusi pekerjaan dalam model BIM cenderung lebih optimal dibandingkan metode konvensional yang umumnya berdasarkan pengalaman atau standar umum tanpa visualisasi teknis yang memadai.

Implementasi BIM juga memberikan keunggulan dalam hal visualisasi dan deteksi kesalahan sejak awal. Dengan model tiga dimensi, seluruh elemen struktur dapat divisualisasikan secara menyeluruh sehingga potensi konflik antar elemen (*clash detection*) dapat diidentifikasi lebih awal. Hal ini sangat membantu dalam mengurangi revisi desain saat konstruksi berlangsung, yang pada akhirnya menghemat waktu dan biaya. Di sisi lain, metode konvensional tidak memiliki kemampuan tersebut, sehingga kesalahan baru terdeteksi saat pelaksanaan, yang dapat memicu keterlambatan dan pemborosan.

Namun demikian, implementasi BIM tidak terlepas dari tantangan. Salah satu kendala utama adalah kebutuhan akan sumber daya manusia yang terampil dan perangkat lunak serta perangkat keras yang mendukung. Waktu awal untuk membuat model BIM juga cenderung lebih panjang dibanding metode manual. Akan tetapi, investasi tersebut sebanding dengan hasil yang diperoleh, karena BIM mampu mengintegrasikan seluruh aspek proyek mulai dari desain, estimasi biaya, jadwal, hingga dokumentasi, yang secara keseluruhan dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi proyek konstruksi.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan BIM, khususnya Autodesk Revit 2025, dapat meningkatkan ketepatan, efisiensi, dan efektivitas dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi. BIM bukan hanya sekadar alat visualisasi, tetapi juga menjadi sistem manajemen

informasi proyek yang komprehensif dan adaptif terhadap kebutuhan proyek masa kini.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis mengenai perbandingan tiga metode *Building Information Modeling* menggunakan Autodesk Revit 2025 dengan metode konvensional serta data realisasi di lapangan dalam proyek struktur bangunan Plaza Airlangga (Unair) Tahap 1, tiga aspek utama yang dibandingkan yaitu perhitungan volume pekerjaan *Quantity Take Off*, estimasi biaya, dan durasi. Maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perhitungan volume *Quantity Take Off* pekerjaan struktur menggunakan metode BIM lebih sesuai dibandingkan metode konvensional, karena setiap elemen struktur dimodelkan secara visual dan parametrik sehingga mengurangi potensi kesalahan perhitungan. Volume total pembetonan berdasarkan metode BIM adalah 2.005,35 m³, lebih rendah dibanding perhitungan konvensional sebesar 2.088,66 m³, dengan selisih 83,31 m³. Untuk volume penulangan, BIM menghasilkan 354.670,98 kg dibanding konvensional sebesar 383.695,89 kg, selisih sebesar 29.024,91 kg. Deviasi ini menunjukkan bahwa metode konvensional cenderung menghasilkan estimasi volume yang lebih besar akibat penggunaan pendekatan perhitungan global, seperti mengasumsikan panjang bentang penuh tanpa mempertimbangkan potongan antar elemen atau detail sambungan, serta keterbatasan dalam penggambaran detail tulangan. Sebaliknya, metode BIM yang berbasis model 3D mampu menghasilkan volume yang lebih detail, karena setiap elemen struktur dimodelkan secara lengkap sesuai geometri.
2. Estimasi biaya pekerjaan struktur menggunakan metode BIM lebih efisien dibandingkan metode konvensional maupun realisasi di lapangan. Total biaya metode BIM sebesar Rp 7.420.492.391, lebih rendah dibandingkan metode BOQ sebesar Rp 7.941.292.012, dan biaya realisasi proyek sebesar Rp 8.388.166.659. Efisiensi ini diperoleh dari detail volume dalam model BIM serta integrasi data yang meminimalkan pemborosan dan kesalahan perhitungan.
3. Perencanaan jadwal pelaksanaan pekerjaan menggunakan metode BIM menghasilkan durasi 14 minggu, lebih cepat dibanding metode konvensional selama 16 minggu, dan lebih dekat dengan durasi realisasi aktual selama 15 minggu. Hal ini menunjukkan bahwa BIM lebih mendekati kondisi lapangan

dalam perencanaan waktu dengan mempertimbangkan produktivitas tenaga kerja, urutan kerja, dan kapasitas pelaksanaan yang realistis.

5.2 Saran

Berdasarkan ³⁴ hasil penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Untuk penelitian lanjutan, disarankan agar pemodelan *Building Information Modeling* mencakup pekerjaan arsitektur, mekanikal, elektrikal, dan plumbing (MEP). Hal ini bertujuan untuk menciptakan model yang lebih kompleks dan realistis, sehingga dapat mengkaji dampak implementasi BIM secara menyeluruh terhadap manajemen proyek konstruksi.
2. Untuk penelitian lanjutan, disarankan agar pemodelan *Building Information Modelling* mencakup pekerjaan bekisting. Penambahan ini bertujuan untuk menganalisis perencanaan bekisting dan estimasi volume.
3. Untuk penelitian lanjutan, disarankan untuk mengembangkan pemodelan hingga dimensi 6D yang berfokus pada aspek keberlanjutan, seperti efisiensi energi dan pengurangan limbah, serta dimensi 7D yang mencakup manajemen fasilitas dan pemeliharaan bangunan sepanjang siklus hidup proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfia Magfirona, Amar, T. I. K., & Abdul Aziz Muhammad Habib Failasufa. (2023). Analisis Komparasi Quantity Take Off Pekerjaan Struktur Berdasarkan Metode Konvensional Dan Metode BIM Studi Kasus : Perencanaan Omah DW. *Jurnal TESLINK : Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 5(2). <https://doi.org/10.52005/teslink.v5i2.272>
- Amri, S. I., Hardyanti, N., & Sumiyati, S. (2023). Analisis Perbandingan Quantity Take Off (QTO) Beton Menggunakan Metode Building Information Modelling (BIM) dan Metode Konvensional (Studi Kasus : Proyek Kantor PNM Cabang Jember). *Jurnal Profesi Insinyur Indonesia*, 1
- Andiyan. (2020). Penerapan Bim Untuk Sistem Penjadwalan Proyek Dengan Model 4D Dan Estimasi Biaya 5D. *Jurnal Arsitektur Archicentre*, 3(1). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15625.72800>
- Anwar, M., & Nurchasanah, Y. (2023). Perbandingan Quantity Take-Off Beton Antara Metode Konvensional Dengan Metode Bim Pada Gedung 13 Lantai. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2023*.
- Anggraini., & Devi Fitria. (2023). Pemodelan Struktur Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik Menggunakan Software Autodesk Revit. *Jurnal ViTeks*. 1(1).
- Berlian P. C, Adhi, R., Hidayat, A., & Nugroho, H. (2016). Perbandingan Efisiensi Waktu, Biaya, Dan Sumber Daya Manusia Antara Metode Building Information Modelling (BIM) Dan Konvensional (Studi Kasus: Perencanaan Gedung 20 Lantai). *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 5(2).
- Deni, Deni, Karsono, B., Mirsa, R., Safyan, A., & Saputra, E. (2021). The Divergence Between Prophet's Masjid and Present Masjid: An Architectural Essay. *International Journal of Engineering, Science and Information Technology*, 1(2), 130–134.
- Dhou, Y. N., & Susanto, A. (2023). Analisis Perbandingan Perhitungan Metode Konvensional Dan Building Information Modeling (BIM) Terhadap Volume Serta Biaya Pekerjaan Konstruksi. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2023*.
- Chahrour, R., Hafeez, M.A., Ahmad, A.M., Sulieman, H.I., Dawood, H., Rodriguez-Trejo, S., Kassem, M., Naji, K.K., Dawood, N. 2021. Cost-benefit analysis of

BIM-enabled design clash detection and resolution. *Construction Management and Economics*.

- Eldeep, A.M., Farag, M.A.M., Abd El-hafez, L.M. 2022. Using BIM as a lean management tool in construction processes – A case study: Using BIM as a lean management tool. *Ain Shams Engineering Journal*,
- Fadlilah, M. R. N., Handayani, F. S., & Rifai, M. (2024). Analysis of Quantity Take Off Deviation Using BIM Method (Case Study of Construction of a Satpol PP Building). *Sustainable Civil Building Management and Engineering Journal*, 1(3), 1–12. <https://doi.org/10.47134/scbmej.v1i3.2828>
- Fakhruddin. (2019). Sosialisasi Aplikasi Teknologi Building Information Modelling (BIM) pada Sektor Konstruksi Indonesia. *JURNAL TEPAT : Applied Technology Journal for Community Engagement and Services*, 2(2), 112–119. https://doi.org/10.25042/jurnal_tepat.v2i2.82
- Ferry, F., Indrastuti, I. (2020). Penerapan Building Information Modelling (Bim) Pada Proyek Pembangunan Workshop (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Workshop Kapal Di Sekupang). *Journal of Civil Engineering and Planning*, 1(1). <https://doi.org/10.37253/jcep.v1i1.721>
- Hendra, Deni, Karsono, B., Olivia, S., & Azhar. (2022). Pengenalan Peran Platform Digital Bim (Building Information Modelling) Dalam Program Autodesk Revit Bagi Masyarakat Pelajar Kota Lhokseumawe. *Jurnal Solusi Masyarakat Dikara*.
- Huzaini, S. (2021). Penerapan konsep building information modelling (BIM) 3D dalam mendukung pengestimasian biaya pekerjaan struktur . Application the concept of building Information modelling (BIM 3D in supporting structural work cost estimation, 20-25.
- Karsono, B., Arar, M. S. A., Luthfi, I., & Deni, D. (2022). Dominating the Space: Uncover the Existence of Street Vendors in Public Space, The case of Tengku Amir Hamzah Square, Stabat, Indonesia. *International Journal of Engineering, Science and Information Technology*, 2(4), 144–150.
- Khairi, I. F., Bayzoni, Husni, H. R., & Siregar, A. M. (2022a). Penerapan Building Information Modeling (BIM) pada bangunan gedung menggunakan software Autodesk Revit (Studi Kasus: Gedung 5 RSPTN Universitas Lampung). *Jrsdd*, 10(1), 15–026. <https://media.neliti.com/media/publications/486228-none-33a1d680.pdf>

- Khairi, I. F., Bayzoni, Husni, H. R., & Siregar, A. M. (2022b). Penerapan Building Information Modeling (BIM) pada Bangunan Gedung Menggunakan software Autodesk Revit (Studi Kasus: Gedung 5 RSPTN Universitas Lampung). *Jrsdd*, 10(1), 15–026. <https://media.neliti.com/media/publications/486228-none-33a1d680.pdf>
- Khataei, S., Akcamete, A., & Sonmez, R. (2020). 4D BIM Integrated Productivity Estimation of Construction Projects Introduction & Literature Review. November, 12–14.
- Korman, T. M., Simonian, L., & Speidel, E. (2009). How building information modeling has changed the MEP coordination process. In *Challenges, Opportunities and Solutions in Structural Engineering and Construction* (pp. 981–986). CRC Press.
- Krisnawan, A. (2025). Analisis Komparasi Perhitungan Quantity Take Off Pekerjaan Struktural Antara Metode BIM dengan Konvensional Terhadap Realisasi Lapangan (Studi Kasus: Proyek Gedung Laboratorium Riset Jurusan Kimia Universitas Islam Indonesia) [Skripsi, Universitas Islam Indonesia]. UII Institutional Repository. <https://dspace.uui.ac.id/123456789/55234>
- Laily, F. N., Husni, H. R., & Bayzoni, B. (2021). Perbandingan Perhitungan BoQ dengan Menggunakan Revit 2019 Terhadap Perhitungan BoQ dengan Menggunakan Metode Konvensional pada Pekerjaan Struktur (Studi Kasus: Gedung G Fakultas Pertanian Universitas Lampung). *REKAYASA: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung*, 25(2). <https://doi.org/10.23960/rekrjits.v25i2.30>
- Marizan, Y. (2019). Studi Literatur Tentang Penggunaan Software Autodesk Revit Studi Kasus Perencanaan Puskesmas Sukajadi Kota Prabumulih. *JURNAL ILMIAH BERING'S*, 6(01). <https://doi.org/10.36050/berings.v6i01.154>
- Mohamad, A. P., Nurul, R., & Masca, I. T. (2023). Studi Perbandingan Penggunaan Software Tekla Dan Konvensional Dalam Perhitungan Bar Bending Schedule Pada Proyek Kantor Inkasa Kertajaya. *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, 3(2). <https://doi.org/10.46306/tgc.v3i2.212>
- Nugrahini, F.C., Permana, T.A. 2020. Building Information Modelling (BIM) dalam Tahapan Desain dan Konstruksi di Indonesia, Peluang dan Tantangan: Studi Kasus Perluasan T1 Bandara Juanda Surabaya. *Agregat*, 5(2): 459– 467.
- Nugroho, B. J., Baskoro, I. A., & Widiatmoko, K. W. (2022). Penerapan Aplikasi Building Information Modelling (BIM) pada Proyek Rehabilitasi Dermaga

- Multifungsi Pulang Pisau. *Teknika*, 17(2), 117.
<https://doi.org/10.26623/teknika.v17i2.5419>
- Pamungkas, A. P. (2022). Analisa Optimalisasi Perhitungan RAB Menggunakan Revit.
- Putera., & I Gusti, A. A. (2022). Manfaat Bim Dalam Konstruksi Gedung: Suatu Kajian Pustaka. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 26(1).
- Purwanto, S. S., Marizan, Y. M., & Yunanda, M. Y. (2019). Studi Literatur Tentang penggunaan software autodesk Revit studi Kasus Perencanaan puskesmas Sukajadi Kota Prabumulih. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 61–75.
- Reista, I. A., Annisa, A., & Ilham, I. (2022). Implementasi Building Information Modelling (BIM) dalam Estimasi Volume Pekerjaan Struktural dan Arsitektural. *Journal of Sustainable Construction*, 2(1), 13–22.
<https://doi.org/10.26593/josc.v2i1.6135>
- Rizqy, R. M., Martina, N., & Purwanto, H. (2021). PERBANDINGAN METODE KONVENSIONAL DENGAN BIM TERHADAP EFISIENSI BIAYA, MUTU, WAKTU. *Construction and Material Journal*, 3(1).
<https://doi.org/10.32722/cmj.v3i1.3506>
- Sadad, I., Jaya, F. H., & Januar, I. W. (2022). Implementasi BIM Take Off Quantity Material Struktur Abutment Jembatan Terhadap Volume Rencana. *Teknika Sains: Jurnal Ilmu Teknik*, 7(2). <https://doi.org/10.24967/teksis.v7i2.1960>
- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers. John Wiley & Sons.
- Suwondo., T. (2022). Analisa Penerapan Manajemen Waktu Dan Biaya (Studi Kasus Pekerjaan Struktur Bawah Pada Proyek Pembangunan Gedung Arumaya). *JURNAL KAJIAN TEKNIK SIPIL*, 6(2). <https://doi.org/10.52447/jkts.v6i2.5560>
- Tigauw, F., Aprilianto, F., & Santoso, H. (2023). Analisa Perhitungan Quantity Material Take-Off (QMT0) Struktur Bawah Jembatan Tipe Skew dengan Menggunakan BIM Autodesk Revit. *Jurnal Inovasi Konstruksi*, 2.
- Tjell, J. (2010). Building Information Modeling (BIM)-in Design Detailing with Focus on Interior Wall Systems. University of California at Berkeley.

- Yadi, S., Yusuf, E., Yusuf, E., Soebandono, B., & Soebandono, B. (2023). Quantity Take Off pada Perencanaan Gedung Apartemen Menggunakan BIM Revit. *Jurnal TeKLA*, 5(1). <https://doi.org/10.35314/tekla.v5i1.3422>
- Zakaria, R., Rudi, W., Almuntofa, P. (2024). Analisis Quantity Take Off Menggunakan Building Information Modeling Pada Pekerjaan Struktur Gedung Poltekkes Palangka Raya. *Jurnal Saintis*, 24(1). [https://doi.org/10.25299/saintis.2024.vol24\(01\).16561](https://doi.org/10.25299/saintis.2024.vol24(01).16561)
- Zahrah, K., Lenggogeni, & Berliana, R. (2023). Implementasi Bim Dalam Perhitungan Quantity Take-Off Pekerjaan Struktur Dan Arsitektur Proyek RTCT Pertamina. *Jurnal Deformasi*, 8(2). <https://doi.org/10.31851/deformasi.v8i2.13407>

Biodata Penulis



Dwi Nur Wahyudi, biasa dipanggil Wahyu. Penulis lahir di Bojonegoro, 22 Januari 2001. Anak bungsu dari dua bersaudara. Pendidikan formal yang telah ditempuh penulis antara lain di SDN Temu 1, SMPN 1 Kanor, dan SMKN 1 Baureno. Pada tahun 2021, penulis diterima pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Penulis mengambil penelitian tugas akhir di bidang implementasi BIM dengan judul “Implementasi Bim Dengan Autodesk Revit 2025 Pada *Quantity Take-Off* Material Struktur Gedung Plaza Airlangga (Unair) Tahap 1 Terhadap Volume, Biaya Dan Waktu.” Penulis memiliki

pengalaman kerja sebagai Drafter dan Construction Method Engineer dalam berbagai proyek konstruksi. Pengalaman profesional dimulai dengan kegiatan Praktek Kerja Industri (PKL) di PT. PP (Persero), Tbk pada Proyek Grand Sungkono Lagoon selama 3 bulan pada tahun 2018. Setelah itu, penulis bekerja di PT. AMKA (Persero) pada proyek konstruksi dari April 2019 hingga Februari 2020. Kemudian, melanjutkan pekerjaan di proyek perpanjangan dermaga PT Krakatau Engineering – PT Amarta Karya (Persero), KSO di Terminal Teluk Lamong Surabaya dari Februari 2020 hingga Februari 2022. Selain pengalaman di dunia konstruksi, penulis juga memiliki pengalaman di bidang desain arsitektur dan interior melalui brand pribadi bernama *Upscaleartdesign*. Dengan pengalaman dan latar belakang tersebut, penulis berkomitmen untuk terus berkontribusi dalam dunia konstruksi dan pengembangan teknologi desain.

LAMPIRAN

1. Output Quantity Take Off BIM Revit 2025

Tabel L.1 : Output QTO BIM Pembetonan Pile Cap

Output QTO BIM Pembetonan Pile Cap				
No	Type	Level	Volume	Sat
1	(P1) 1,2x1,2x0,8	MTA	1.152	M ³
2	(P1) 1,2x1,2x0,8	MTA	1.152	M ³
3	(P1) 1,2x1,2x0,8	MTA	1.152	M ³
4	(P1) 1,2x1,2x0,8	MTA	1.152	M ³
5	(P1) 1,2x1,2x0,8	MTA	1.152	M ³
6	(P1) 1,2x1,2x0,8	MTA	1.152	M ³
7	(P1) 1,2x1,2x0,8	MTA	1.152	M ³
8	(P1) 1,2x1,2x0,8	MTA	1.152	M ³
9	(P1) 1,2x1,2x0,8	MTA	1.152	M ³
10	(P1) 1,2x1,2x0,8	MTA	1.152	M ³
11	(P1) 1,2x1,2x0,8	MTA	1.152	M ³
12	(P1) 1,2x1,2x0,8	MTA	1.152	M ³
13	(P1) 1,2x1,2x0,8	MTA	1.152	M ³
14	(P1) 1,2x1,2x0,8	MTA	1.152	M ³
15	(P1) 1,2x1,2x0,8	MTA	1.152	M ³
16	(P1) 1,2x1,2x0,8	MTA	1.152	M ³
17	(P1) 1,2x1,2x0,8	MTA	1.152	M ³
Total		17	19.584	M ³
18	(P2) 1,2x3x0,8	MTA	2.880	M ³
19	(P2) 1,2x3x0,8	MTA	2.880	M ³
20	(P2) 1,2x3x0,8	MTA	2.880	M ³
21	(P2) 1,2x3x0,8	MTA	2.880	M ³
22	(P2) 1,2x3x0,8	MTA	2.880	M ³
23	(P2) 1,2x3x0,8	MTA	2.880	M ³
Total		6	17.280	M ³
24	(P3) 3x2,76x0,8	MTA	4.784	M ³
25	(P3) 3x2,76x0,8	MTA	4.784	M ³
26	(P3) 3x2,76x0,8	MTA	4.784	M ³
27	(P3) 3x2,76x0,8	MTA	4.784	M ³

4
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.1 : Output QTO BIM Pembetonan Pile Cap (Lanjutan)

No	Type	Level	Volume	Sat
28	(P3) 3x2,76x0,8	MTA	4.784	M ³
29	(P3) 3x2,76x0,8	MTA	4.784	M ³
30	(P3) 3x2,76x0,8	MTA	4.784	M ³
Total		7	33.488	M ³
31	(P4) 3x3x0,8	MTA	7.200	M ³
32	(P4) 3x3x0,8	MTA	7.200	M ³
33	(P4) 3x3x0,8	MTA	7.200	M ³
34	(P4) 3x3x0,8	MTA	7.200	M ³
35	(P4) 3x3x0,8	MTA	7.200	M ³
36	(P4) 3x3x0,8	MTA	7.200	M ³
37	(P4) 3x3x0,8	MTA	7.200	M ³
38	(P4) 3x3x0,8	MTA	7.200	M ³
Total		8	57.600	M ³
39	(P5) 4,32x3x0,8	MTA	10.368	M ³
Total		1	10.368	M ³
40	(P1) 1,2x1,2x0,8	PC Bawah	1.152	M ³
41	(P1) 1,2x1,2x0,8	PC Bawah	1.152	M ³
42	(P1) 1,2x1,2x0,8	PC Bawah	1.152	M ³
43	(P1) 1,2x1,2x0,8	PC Bawah	1.152	M ³
44	(P1) 1,2x1,2x0,8	PC Bawah	1.152	M ³
45	(P1) 1,2x1,2x0,8	PC Bawah	1.152	M ³
Total		6	6.912	M ³
46	(P2) 1,2x3x0,8	PC Bawah	2.880	M ³
47	(P2) 1,2x3x0,8	PC Bawah	2.880	M ³
Total		2	5.760	M ³
48	(P3) 3x2,76x0,8	PC Bawah	4.784	M ³
Total		1	4.784	M ³
49	(P4) 3x3x0,8	PC Bawah	7.200	M ³
Total		1	7.200	M ³

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.2 : Output QTO BIM Pembetonan Sloof & Balok

Output QTO BIM Pembetonan Sloof & Balok					
No	Type	Ref Level	Lenght	Volume	Sat
1	(S1) 0,35x0,70	PC Bawah	8	1.186	M ³
	Total	4	31	5.326	M ³
5	(S3) 0,25x0,40	PC Bawah	7.5	0.715	M ³
	Total	9	34.5	2.45	M ³
14	(S4) 0,25x0,30	PC Bawah	2.67	0.178	M ³
	Total	3	8	0.537	M ³
17	(S1) 0,35x0,70	MTA	8	1.666	M ³
	Total	8	56	10.707	M ³
27	(S2) 0,25x0,50	MTA	7.5	0.788	M ³
	Total	11	67.5	7.717	M ³
38	(S4) 0,25x0,30	MTA	1.75	0.109	M ³
	Total	6	12	0.774	M ³
44	(S1) 0,35x0,70	Lantai 1	8	1.813	M ³
	Total	61	444	100.485	M ³
105	(S2) 0,25x0,50	Lantai 1	8	0.956	M ³
	Total	58	366.9	43.685	M ³
163	(S3) 0,25x0,40	Lantai 1	3.5	0.303	M ³
	Total	31	90.66	8.019	M ³
194	(S4) 0,25x0,30	Lantai 1	3.5	0.236	M ³
	Total	91	295.56	20.26	M ³
285	(B1A) 0,35x0,70 Lt.1	Foodcourt	8	1.862	M ³
	Total	8	47	10.682	M ³
293	(B2A) 0,25x0,50 Lt.1	Foodcourt	7.5	0.888	M ³
	Total	9	33.5	3.751	M ³
302	(B4) 0,25x0,30 Lt.1	Foodcourt	2.5	0.159	M ³
	Total	5	14.5	0.933	M ³
307	(B1A) 0,35x0,70 Lt.1	Lantai 2	8	1.813	M ³
	Total	38	283.7	64.099	M ³
345	(B1B) 0,35x0,70 Lt.1	Lantai 2	8	1.813	M ³
	Total	18	117	26.245	M ³
363	(B2A) 0,25x0,50 Lt.1	Lantai 2	8	0.956	M ³
	Total	43	294.69	34.935	M ³
406	(B3) 0,25x0,40 Lt.1	Lantai 2	3.5	0.309	M ³
	Total	35	103.97	9.033	M ³
441	(B4) 0,25x0,30 Lt.1	Lantai 2	2.66	0.171	M ³

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.2 : Output QTO BIM Pembetonan Sloof & Balok (Lanjutan)

No	Type	Ref Level	Lenght	Volume	Sat
Total		65	169.28	11.306	M³
506	(B1A) 0,35x0,70 Lt.2	Lantai 3	7.5	1.691	M³
Total		33	254.5	57.515	M³
539	(B1B) 0,35x0,70 Lt.2	Lantai 3	8	1.813	M³
Total		19	136	30.625	M³
558	(B2A) 0,25x0,50 Lt.2	Lantai 3	8	0.956	M³
Total		37	271.5	32.302	M³
595	(B3) 0,25x0,40 Lt.2	Lantai 3	8	0.74	M³
Total		22	113.1	10.348	M³
617	(B4) 0,25x0,30 Lt.2	Lantai 3	2.66	0.181	M³
Total		63	164.94	11.012	M³
680	(B1A) 0,35x0,70 Lt.3	Lantai 4	8	1.813	M³
Total		47	358	80.901	M³
727	(B1B) 0,35x0,70 Lt.3	Lantai 4	4.45	0.974	M³
Total		3	24.12	5.417	M³
730	(B2A) 0,25x0,50 Lt.3	Lantai 4	8	0.956	M³
Total		42	295.15	35.011	M³
772	(B3) 0,25x0,40 Lt.3	Lantai 4	8	0.74	M³
Total		5	24.45	2.203	M³
777	(B4) 0,25x0,30 Lt.3	Lantai 4	2.66	0.181	M³
Total		58	156.8	10.507	M³
835	(B1A) 0,35x0,70 Lt.4	Lantai 5	8	1.813	M³
Total		39	277.54	62.705	M³
874	(B1B) 0,35x0,70 Lt.4	Lantai 5	4.45	0.974	M³
Total		2	8	1.727	M³
876	(B2A) 0,25x0,50 Lt.4	Lantai 5	8	0.956	M³
Total		33	213.73	25.338	M³
909	(B3) 0,25x0,40 Lt.4	Lantai 5	4	0.34	M³
Total		6	36	3.338	M³
915	(B4) 0,25x0,30 Lt.4	Lantai 5	2.67	0.178	M³
Total		46	132.8	8.947	M³
961	(B1A) 0,35x0,70 Lt.5	Atap	8	1.813	M³
Total		19	118.04	26.567	M³
980	(B1B) 0,35x0,70 Lt.5	Atap	4.45	0.974	M³
Total		10	71.5	16.109	M³

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.2 : Output QTO BIM Pembetonan Sloof & Balok (Lanjutan)

No	Type	Ref Level	Lenght	Volume	Sat
990	(B2A) 0,25x0,50 Lt.5	Atap	4	0.456	M³
	Total	10	28.03	3.11	M³
1000	(B2B) 0,25x0,50 Lt.5	Atap	8	0.956	M³
	Total	9	72	8.6	M³
1009	(B3) 0,25x0,40 Lt.5	Atap	4	0.345	M³
	Total	6	36	3.338	M³
1015	(B4) 0,25x0,30 Lt.5	Atap	2	0.128	M³
	Total	40	114.85	7.776	M³
1055	(B2A) 0,25x0,50 Lt.6	Balok A	4	0.456	M³
	Total	21	87	9.959	M³
1076	(B3) 0,25x0,40 Lt.6	Balok A	4	0.36	M³
	Total	3	12	1.091	M³
1079	(B4) 0,25x0,30 Lt.6	Balok A	4	0.319	M³
	Total	48	134.87	9.529	M³
1027	(B3) 0,25x0,40 Lt.6	Atap Lift	4	0.365	M³
	Total	6	24	2.19	M³
1133	(B4) 0,25x0,30 Lt.6	Atap Lift	3.55	0.238	M³
	Total	16	57.5	3.872	M³
1149	(B3) 0,25x0,40 Lt.6	Pedestal 1	4.16	0.416	M³
	Total	4	16.64	1.664	M³
1153	(B3) 0,25x0,40 Lt.6	Pedestal 2	3.82	0.382	M³
	Total	4	15.28	1.528	M³
1157	(B3) 0,25x0,40 Lt.6	Pedestal 3	3.67	0.367	M³
	Total	4	14.68	1.468	M³

4
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.3 : Output QTO BIM Pembetonan Kolom

Output QTO BIM Pembetonan Kolom					
No	Type	Top Level	Lenght	Volume	Sat
1	(K4) 0,4x0,4 Lt.1	Foodcourt	3.2	0.512	M ³
	Total	4	12.8	2.048	M ³
5	(K5) 0,35x0,35 Lt.1	Foodcourt	3.2	0.392	M ³
	Total	6	17.8	2.18	M ³
11	(K0) 0,7x0,7 Lt.1	Lantai 2	5.7	2.793	M ³
	Total	1	5.7	2.793	M ³
12	(K1A) 0,6x0,6 Lt.1	Lantai 2	5.7	2.05	M ³
	Total	34	197.8	71.198	M ³
46	(K2) D-0,5 Lt.1	Lantai 2	5.7	1.119	M ³
	Total	4	16.4	3.22	M ³
50	(K3A) 0,5x0,5 Lt.1	Lantai 2	5	1.25	M ³
	Total	3	15.7	3.925	M ³
53	(K4) 0,4x0,4 Lt.1	Lantai 2	5	0.8	M ³
	Total	7	36.4	5.824	M ³
60	(K5) 0,35x0,35 Lt.1	lantai 2	5.7	0.698	M ³
	Total	5	19.58	2.399	M ³
65	(K6) 0,25x0,25 Lt.1	Lantai 2	5	0.313	M ³
	Total	1	5	0.313	M ³
66	(KL) 0,4x0,4 Lt.1	Lantai 2	6.5	0.894	M ³
	Total	4	26	3.576	M ³
70	(KT) 0,4x0,4 Lt.1	Lantai 2	6.5	0.894	M ³
	Total	1	6.5	0.894	M ³
71	(K0) 0,7x0,7 Lt.2	Lantai 3	4	1.96	M ³
	Total	1	4	1.96	M ³
72	(K1A) 0,6x0,6 Lt.2	Lantai 3	4	1.44	M ³
	Total	34	136	48.96	M ³
106	(K3A) 0,5x0,5 Lt.2	Lantai 3	4	1	M ³
	Total	2	8	2.000	M ³
108	(K4) 0,4x0,4 Lt.2	Lantai 3	4	0.64	M ³
	Total	3	12	1.92	M ³

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.3 : Output QTO BIM Pembetonan Kolom (Lanjutan)

No	Type	Top Level	Lenght	Volume	Sat
111	(K5) 0,35x0,35 Lt.2	Lantai 3	4	0.49	M ³
	Total	1	4	0.49	M ³
112	(K6) 0,25x0,25 Lt.2	Lantai 3	4	0.25	M ³
	Total	1	4	0.25	M ³
113	(KL) 0,4x0,4 Lt.2	Lantai 3	4	0.55	M ³
	Total	4	15.6	2.2	M ³
117	(KT) 0,4x0,4 Lt.2	Lantai 3	4	0.55	M ³
	Total	1	4	0.55	M ³
118	(K1B) 0,6x0,6 Lt.3	Lantai 4	4	1.44	M ³
	Total	29	116	41.76	M ³
147	(K3A) 0,5x0,5 Lt.3	Lantai 4	4	1	M ³
	Total	2	7.1	1.775	M ³
149	(K3B) 0,5x0,5 Lt.3	Lantai 4	4	1	M ³
	Total	2	8	2	M ³
151	(K4) 0,4x0,4 Lt.3	Lantai 4	4	0.64	M ³
	Total	3	12	1.92	M ³
154	(K5) 0,35x0,35 Lt.3	Lantai 4	4	0.49	M ³
	Total	1	4	0.49	M ³
155	(K6) 0,25x0,25 Lt.3	Lantai 4	4	0.25	M ³
	Total	1	4	0.25	M ³
156	(KL) 0,4x0,4 Lt.3	Lantai 4	4	0.55	M ³
	Total	4	16	2.2	M ³
160	(KT) 0,4x0,4 Lt.3	Lantai 4	4	0.55	M ³
	Total	1	4	0.55	M ³
161	(K1B) 0,6x0,6 Lt.4	Lantai 5	4	1.44	M ³
	Total	24	96	34.56	M ³
185	(K3B) 0,5x0,5 Lt.4	Lantai 5	4	1	M ³
	Total	2	8	2	M ³
187	(K5) 0,35x0,35 Lt.4	Lantai 5	4	0.49	M ³
	Total	1	4	0.49	M ³
188	(K6) 0,25x0,25 Lt.4	Lantai 5	4	0.25	M ³

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.3 : Output QTO BIM Pembetonan Kolom (Lanjutan)

No	Type	Top Level	Lenght	Volume	Sat
	Total	1	4	0.25	M ³
189	(KL) 0,4x0,4 Lt.4	Lantai 5	4	0.55	M ³
	Total	4	16	2.2	M ³
193	(KT) 0,4x0,4 Lt.4	Lantai 5	4	0.55	M ³
	Total	1	4	0.55	M ³
194	(K1B) 0,6x0,6 Lt.5	Atap	4	1.44	M ³
	Total	4	16	5.76	M ³
198	(K1C) 0,6x0,6 Lt.5	Atap	4	1.44	M ³
	Total	16	64	23.04	M ³
214	(K3B) 0,5x0,5 Lt.5	Atap	4	1	M ³
	Total	2	8	2	M ³
216	(K5) 0,35x0,35 Lt.5	Atap	4	0.49	M ³
	Total	2	8	0.98	M ³
218	(K6) 0,25x0,25 Lt.5	Atap	4	0.25	M ³
	Total	1	4	0.25	M ³
219	(KL) 0,4x0,4 Lt.5	Atap	4	0.55	M ³
	Total	4	16	2.2	M ³
223	(KT) 0,4x0,4 Lt.5	Atap	4	0.55	M ³
	Total	1	4	0.55	M ³
224	(K4) 0,4x0,4 Lt.6	Atap Lift	2.5	0.4	M ³
	Total	3	7.5	1.2	M ³
227	(K5) 0,35x0,35 Lt.6	Atap Lift	2.5	0.306	M ³
	Total	2	5	0.612	M ³
229	(KL) 0,4x0,4 Lt.6	Atap Lift	2.5	0.344	M ³
	Total	4	10	1.376	M ³
233	(KT) 0,4x0,4 Lt.6	Atap Lift	2.5	0.344	M ³
	Total	1	2.5	0.344	M ³
234	(K4) 0,4x0,4 Lt.6	Balok A	2	0.32	M ³
	Total	3	6	0.96	M ³
237	(K6) 0,25x0,25 Lt.6	Balok A	2	0.125	M ³
	Total	1	2	0.125	M ³

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.3 : Output QTO BIM Pembetonan Kolom (Lanjutan)

No	Type	Top Level	Lenght	Volume	Sat
238	(K5) 0,35x0,35 Lt.6	Pedestal 1	3	0.368	M ³
Total		14	42	5.152	M ³
252	(K5) 0,35x0,35 Lt.6	Pedestal 2	4.99	0.611	M ³
Total		4	19.96	2.444	M ³
256	(K5) 0,35x0,35 Lt.6	Pedestal 3	6.1	0.747	M ³
Total		4	24.4	2.988	M ³
260	(K5) 0,35x0,35 Lt.6	Pedestal 4	6.46	0.791	M ³
Total		2	12.92	1.582	M ³

4
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.4 : Output QTO BIM Pembetonan Pelat

Output QTO BIM Pembetonan Pelat					
No	Type	Level	Tebal	Volume	Sat
1	(L) 0,15-1,5	PC Bawah	0.150	0.729	M ³
	Total	8	0.150	8.348	M ³
9	(A) 0,125-0,05-Lt.1	Lantai 1	0.125	1.119	M ³
	Total	169	0.125	163.621	M ³
178	(A) 0,125-2,45-Food	Foodcourt	0.125	1.497	M ³
	Total	7	0.125	10.881	M ³
185	(A) 0,125-4,95-Lt.2	Lantai 2	0.125	1.119	M ³
	Total	136	0.125	132.177	M ³
321	(A) 0,125-8,95-Lt.3	Lantai 3	0.125	1.119	M ³
	Total	105	0.125	113.729	M ³
426	(C) 0,150-8,95-Lt.3	Balok	0.150	0.906	M ³
	Total	16	0.150	14.264	M ³
442	(A) 0,125-12,95-Lt.4	Lantai 4	0.125	1.119	M ³
	Total	105	0.125	110.797	M ³
547	(A) 0,125-16,95-Lt.5	Lantai 5	0.125	1.119	M ³
	Total	86	0.125	88.067	M ³
633	(B) 0,150-20,95-Atap 1	Atap	0.150	1.118	M ³
	Total	45	0.150	37.791	M ³
678	(B) 0,150-22,95-Atap 2	Balok A	0.150	0.617	M ³
	Total	28	0.150	21.047	M ³
706	(B) 0,150-23,45-Atap 3	Atap Lift	0.150	1.061	M ³
	Total	7	0.150	6.748	M ³

4
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.5 : Output QTO BIM Penulangan Pile Cap

Output QTO BIM Penulangan Pile Cap							
No	Type	Bar Ø	Qty	Bar Length	Total Length	Berat Besi	Jumlah Besi
		mm		mm	mm	kg	Batang
1	Tul-PC1 (D16) -1.50	16	1	4129	4129	6.52	0.344
19	Tul-PC1 (D19) -1.50	19	1	2265	2265	5.04	0.189
	Total	-	102	-	3195.78	663.12	26.622
104	Tul-PC1 (D16)	16	1	4129	4129	6.52	0.344
155	Tul-PC1 (D19)	19	1	2265	2265	5.04	0.189
	Total	-	289	-	905471	1878.84	75.429
392	Tul-PC2 (D16) -1.50	16	1	7748	7748	12.23	0.646
398	Tul-PC2 (D19) -1.50	19	1	3425	3425	7.62	0.285
	Total	-	58	-	2361.2	495.38	19.674
451	Tul-PC2 (D16)	16	1	7748	7748	12.23	0.646
469	Tul-PC2 (D19)	19	1	3425	3425	7.62	0.285
	Total	-	174	-	7083.6	1486.14	59.022
624	Tul-PC3 (D16) -1.50	16	1	9241	9241	14.59	0.77
627	Tul-PC3 (D19) -1.50	19	1	3314	3314	7.38	0.276
	Total	-	39	-	1761.43	374.12	14.677
664	Tul-PC3 (D16)	16	1	9241	9241	14.59	0.77
685	Tul-PC3 (D19)	19	1	3314	3314	7.38	0.276
	Total	-	273	-	12330.01	2618.84	102.739
936	Tul-PC4 (D16) -1.50	16	1	11329	11329	17.88	0.944
939	Tul-PC4 (D19) -1.50	19	1	4025	4025	8.96	0.335
	Total	-	41	-	2469.55	527.72	20.571
978	Tul-PC4 (D16)	16	1	11329	11329	17.88	0.944
1002	Tul-PC4 (D19)	19	1	4025	4025	8.96	0.335
	Total	-	328	-	19756.4	4221.76	164.568
1305	Tul-PC5 (D19)	19	1	5385	5385	11.99	0.449
1351	Tul-PC5 (D16)	16	1	13969	13969	22.05	1.164
	Total	-	49	-	3377.23	724.6	28.141
	Total Keseluruhan	-	1113	-	957806.2	12990.52	511.443

4
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.6 : Output QTO BIM Penulangan Sloof & Balok

Output QTO BIM Penulangan Sloof & Balok							
No	Type	Bar Ø	Qty	Bar Length	Total Length	Berat Besi	Jumlah Besi
		mm		mm	mm	kg	Batang
1	Tul-S1 (D10) Senggang -1.50	10	12	1,911.00	22,928.00	14.14	1.91
221	Tul-S1 (D19) -1.50	19	5	6,870.00	34,351.00	76.46	2.86
285	Tul-S1 (D10) -1.50	10	2	6,622.00	13,244.00	8.17	1.10
Total		-	541	-	11,354.86	1,600.76	94.66
290	Tul-S1 (D10) Senggang	10	1	754.00	754.00	0.47	0.06
4472	Tul-S1 (D19)	19	5	16,835.00	84,176.00	187.35	7.02
4936	Tul-S1 (D10)	10	2	16,587.00	33,174.00	20.45	2.77
Total		-	8949	-	203,010.75	26,728.86	1,693.06
4955	Tul-S2 (D10) Senggang	10	11	1,311.00	14,418.00	8.89	1.20
8736	Tul-S2 (D16)	16	5	23,933.00	119,663.00	188.87	9.97
9364	Tul-S2 (D10)	10	2	23,767.00	47,534.00	29.31	3.96
Total		-	8473	-	147,606.64	16,043.70	1,230.07
9393	Tul-S3 (D10) Senggang -1.50	10	6	1,111.00	6,664.00	4.11	0.56
9420	Tul-S3 (D16) -1.50	16	4	6,503.00	26,010.00	41.05	2.17
9464	Tul-S3 (D10) -1.50	10	2	6,329.00	12,658.00	7.80	1.06
Total		-	355	-	7,390.13	857.20	61.59
9472	Tul-S3 (D10) Senggang	10	11	1,111.00	12,218.00	7.53	1.02
9534	Tul-S3 (D16)	16	4	6,456.00	25,826.00	40.76	2.15
9657	Tul-S3 (D10)	10	2	6,291.00	12,582.00	7.76	1.05
Total		-	1134	-	21,284.13	2,372.17	177.38
9679	Tul-S4 (D10) Senggang -1.50	10	7	911.00	6,375.00	3.93	0.53
9688	Tul-S4 (D16) -1.50	16	3	8,433.00	25,298.00	39.93	2.11
Total		-	88	-	1,358.99	156.67	11.32
9707	Tul-S4 (D10) Senggang	10	7	911.00	6,375.00	3.93	0.53
9868	Tul-S4 (D16)	16	3	6,441.00	19,322.00	30.50	1.61
Total		-	3061	-	50,805.23	5,756.60	423.40
10237	Tul-B1A (D13) Senggang Food	13	20	740	14800	15.42	1.233
10273	Tul-B1A (D19) Foodcord	19	3	16515	49546	110.27	4.129
10339	Tul-B1A (D10) Foodcord	10	2	16267	32534	20.06	2.711
Total		-	904	-	18265.03	2704.41	152.216
10343	Tul-B2A (D10) Senggang Food	10	9	1311	11796	7.27	0.983
10397	Tul-B2A (D16) Foodcord	16	3	6433	19298	30.46	1.608
10467	Tul-B2A (D10) Foodcord	10	2	6267	12534	7.73	1.045
Total		-	666	-	9499.15	941.04	79.16
10472	Tul-B4 (D10) Senggang Food	10	7	911	6375	3.93	0.531
10487	Tul-B4 (D13) Foodcord	13	3	6350	19050	19.85	1.587
Total		-	179	-	2698.35	235.07	22.481
10527	Tul-B1A (D13) Senggang Lt.1	13	20	740	14800	15.42	1.233
10774	Tul-B1A (D19) Lt.1	19	3	16515	49546	110.27	4.129
11121	Tul-B1A (D10) Lt.1	10	2	16267	32534	20.06	2.711
Total		-	5198	-	107867.69	15981.77	898.868
11131	Tul-B1B (D13) Senggang Lt.1	13	20	740	14800	15.42	1.233
11238	Tul-B1B (D19) Lt.1	19	3	16515	49546	110.27	4.129
11338	Tul-B1B (D10) Lt.1	10	2	16267	32534	20.06	2.711
Total		-	1996	-	37736.17	5105.59	314.459

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.6 : Output QTO BIM Penulangan Sloof & Balok (Lanjutan)

No	Type	Bar Ø	Qty	Bar Length	Total Length	Berat Besi	Jumlah Besi
		mm		mm	mm	kg	Batang
11345	Tul-B2A (D10) Senggang Lift Lt.1	10	9	1311	11796	7.27	0.983
11351	Tul-B2A (D16) Lift Lt.1	16	3	3733	11198	17.67	0.933
11361	Tul-B2A (D10) Lift Lt.1	10	2	3567	7134	4.4	0.595
	Total	-	72	-	959.17	96.46	7.994
11362	Tul-B2A (D10) Senggang Lt.1	10	21	1311	27524	16.97	2.294
11610	Tul-B2A (D16) Lt.1	16	3	20633	61898	97.7	5.158
11895	Tul-B2A (D10) Lt.1	10	2	20467	40934	25.24	3.411
	Total	-	5302	-	81122.22	7905.96	676.079
11911	Tul-B3 (D10) Senggang Lt.1	10	11	1111	12218	7.53	1.018
11997	Tul-B3 (D13) Lt.1	13	3	4350	13050	13.6	1.087
12273	Tul-B3 (D10) Lt.1	10	2	4267	8534	5.26	0.711
	Total	-	1270	-	22556.79	1859	187.989
12294	Tul-B4 (D10) Senggang Lt.1	10	21	911	19124	11.79	1.594
12383	Tul-B4 (D13) Lt.1	13	3	32350	97050	101.12	8.087
	Total	-	1767	-	30617.5	2646.6	255.126
12624	Tul-B1A (D13) Senggang Lt.2	13	20	740	14800	15.42	1.233
12834	Tul-B1A (D19) Lt.2	19	3	24515	73546	163.69	6.129
13145	Tul-B1A (D10) Lt.2	10	2	24267	48534	29.92	4.045
	Total	-	4651	-	96665.25	14333.35	805.529
13156	Tul-B1B (D13) Senggang Lt.2	13	20	740	14800	15.42	1.233
13276	Tul-B1B (D19) Lt.2	19	3	24515	73546	163.69	6.129
13383	Tul-B1B (D10) Lt.2	10	2	24267	48534	29.92	4.045
	Total	-	2325	-	43894.7	5926.05	365.77
13390	Tul-B2A (D10) Senggang Lt.2	10	21	1311	27524	16.97	2.294
13618	Tul-B2A (D16) Lt.2	16	3	24433	73298	115.69	6.108
13888	Tul-B2A (D10) Lt.2	10	2	24267	48534	29.92	4.045
	Total	-	4954	-	75652.45	7374.33	630.493
13904	Tul-B3 (D10) Senggang Lt.2	10	11	1111	12218	7.53	1.018
13968	Tul-B3 (D13) Lt.2	13	3	4350	13050	13.6	1.087
14232	Tul-B3 (D10) Lt.2	10	2	4267	8534	5.26	0.711
	Total	-	1353	-	25104	2068.85	209.206
14254	Tul-B4 (D10) Senggang Lt.2	10	21	911	19124	11.79	1.594
14333	Tul-B4 (D13) Lt.2	13	3	8350	25050	26.1	2.087
	Total	-	1661	-	29568.21	2552.88	246.379
14535	Tul-B1A (D13) Senggang Lt.3	13	20	740	14800	15.42	1.233
14835	Tul-B1A (D19) Lt.3	19	3	40015	120046	267.19	10.004
15263	Tul-B1A (D10) Lt.3	10	2	39767	79534	49.04	6.628
	Total	-	6523	-	135941.33	20143.44	1132.825
15276	Tul-B1B (D13) Senggang Lt.3	13	11	740	8140	8.48	0.678
15288	Tul-B1B (D19) Lt.3	19	3	8515	25546	56.86	2.129
15300	Tul-B1B (D10) Lt.3	10	2	8267	16534	10.19	1.378
	Total	-	144	-	2592.42	353.52	21.602
15301	Tul-B2A (D10) Senggang Lt.3	10	21	1311	27524	16.97	2.294
15553	Tul-B2A (D16) Lt.3	16	3	24433	73298	115.69	6.108
15848	Tul-B2A (D10) Lt.3	10	2	24267	48534	29.92	4.045
	Total	-	5384	-	82228.91	8015.65	685.302

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.6 : Output QTO BIM Penulangan Sloof & Balok (Lanjutan)

No	Type	Bar Ø	Qty	Bar Length	Total Length	Berat Besi	Jumlah Besi
		mm		mm	mm	kg	Batang
15865	Tul-B3 (D10) Senggang Lt.3	10	10	1111	11107	6.85	0.926
15877	Tul-B3 (D13) Lt.3	13	3	4350	13050	13.6	1.087
15925	Tul-B3 (D10) Lt.3	10	2	4267	8534	5.26	0.711
	Total	-	233	-	4267.27	352.51	35.564
15929	Tul-B4 (D10) Senggang Lt.3	10	21	911	19124	11.79	1.594
15999	Tul-B4 (D13) Lt.3	13	3	40350	121050	126.13	10.087
	Total	-	1551	-	27998.53	2417.21	233.295
16176	Tul-B1A (D13) Senggang Lt.4	13	20	740	14800	15.42	1.233
16412	Tul-B1A (D19) Lt.4	19	3	32515	97546	217.11	8.129
16732	Tul-B1A (D10) Lt.4	10	2	32267	64534	39.79	5.378
	Total	-	5027	-	105155.13	15572.42	876.269
16741	Tul-B1B (D13) Senggang Lt.4	13	11	740	8140	8.48	0.678
16753	Tul-B1B (D19) Lt.4	19	3	8515	25546	56.86	2.129
16765	Tul-B1B (D10) Lt.4	10	2	8267	16534	10.19	1.378
	Total	-	144	-	2592.42	353.52	21.602
16766	Tul-B2A (D10) Senggang Lt.4	10	21	1311	27524	16.97	2.294
16966	Tul-B2A (D16) Lt.4	16	3	24433	73298	115.69	6.108
17212	Tul-B2A (D10) Lt.4	10	2	24267	48534	29.92	4.045
	Total	-	4108	-	62160.7	6066.96	518.055
17228	Tul-B3 (D10) Senggang Lt.4	10	10	1111	11107	6.85	0.926
17246	Tul-B3 (D13) Lt.4	13	3	4350	13050	13.6	1.087
17306	Tul-B3 (D10) Lt.4	10	2	4267	8534	5.26	0.711
	Total	-	384	-	7648.5	626.44	63.744
17310	Tul-B4 (D10) Senggang Lt.4	10	21	911	19124	11.79	1.594
17375	Tul-B4 (D13) Lt.4	13	3	32350	97050	101.12	8.087
	Total	-	1349	-	23873.92	2061.02	198.928
17542	Tul-B1A (D13) Senggang Lt.5	13	20	740	14800	15.42	1.233
17646	Tul-B1A (D19) Lt.5	19	3	8515	25546	56.86	2.129
17812	Tul-B1A (D10) Lt.5	10	2	8267	16534	10.19	1.378
	Total	-	2202	-	44991.18	6689.43	374.909
17820	Tul-B1B (D13) Senggang Lt.5	13	20	740	14800	15.42	1.233
17892	Tul-B1B (D19) Lt.5	19	3	24515	73546	163.69	6.129
17951	Tul-B1B (D10) Lt.5	10	2	24267	48534	29.92	4.045
	Total	-	1223	-	23058.63	3108.97	192.151
17954	Tul-B2A (D10) Senggang Lt.5	10	14	1311	18350	11.31	1.529
17984	Tul-B2A (D16) Lt.5	16	3	1943	5828	9.2	0.486
18035	Tul-B2A (D10) Lt.5	10	2	1777	3554	2.19	0.296
	Total	-	428	-	5896.75	588.74	49.144
18040	Tul-B2B (D10) Senggang Lt.5	10	21	1311	27524	16.97	2.294
18100	Tul-B2B (D16) Lt.5	16	3	24433	73298	115.69	6.108
18180	Tul-B2B (D10) Lt.5	10	2	24267	48534	29.92	4.045
	Total	-	1320	-	20679.34	2053.44	172.347
18184	Tul-B3 (D10) Senggang Lt.5	10	21	1111	23324	14.38	1.944
18202	Tul-B3 (D13) Lt.5	13	3	24350	73050	76.11	6.087
18262	Tul-B3 (D10) Lt.5	10	2	24267	48534	29.92	4.045
	Total	-	384	-	7648.5	626.44	63.744

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.6 : Output QTO BIM Penulangan Sloof & Balok (Lanjutan)

No	Type	Bar Ø	Qty	Bar Length	Total Length	Berat Besi	Jumlah Besi
		mm		mm	mm	kg	Batang
18266	Tul-B4 (D10) Senggang Lt.5	10	11	911	10018	6.18	0.835
18353	Tul-B4 (D13) Lt.5	13	3	4350	13050	13.6	1.087
Total		-	1329	-	21054.57	1832.45	175.448
18635	Tul-B2A (D10) Senggang Lt.6 +23.00	10	11	1311	14418	8.89	1.201
18761	Tul-B2A (D16) Lt.6 +23.00	16	3	24433	73298	115.69	6.108
18891	Tul-B2A (D10) Lt.6 +23.00	10	2	24267	48534	29.92	4.045
Total		-	1656	-	24567.27	2399.43	204.72
18896	Tul-B3 (D10) Senggang Lt.6 +23.00	10	10	1111	11107	6.85	0.926
18905	Tul-B3 (D13) Lt.6 +23.00	13	3	4350	13050	13.6	1.087
18941	Tul-B3 (D10) Lt.6 +23.00	10	2	4267	8534	5.26	0.711
Total		-	156	-	2648.32	218.22	22.065
19197	Tul-B4 (D10) Senggang Lt.6 +23.00	10	20	911	18214	11.23	1.518
19306	Tul-B4 (D13) Lt.6 +23.00	13	3	7850	23550	24.54	1.962
Total		-	1585	-	22657.08	1916.78	188.78
19589	Tul-B3 (D10) Senggang Lt.6 +23.50	10	11	1111	12218	7.53	1.018
19643	Tul-B3 (D13) Lt.6 +23.50	13	3	24350	73050	76.11	6.087
19829	Tul-B3 (D10) Lt.6 +23.50	10	2	24267	48534	29.92	4.045
Total		-	898	-	16270.85	1337.53	135.59
19842	Tul-B4 (D10) Senggang Lt.6 +23.50	10	13	911	11839	7.3	0.987
19889	Tul-B4 (D13) Lt.6 +23.50	13	3	8350	25050	26.1	2.087
Total		-	662	-	10486.99	913.6	87.378
Total Keseluruhan		-	91589	-	1679436.02	200895.04	13996.682

4
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.7 : Output QTO BIM Penulangan Kolom

Output QTO BIM Penulangan Kolom							
No	Type	Bar Ø	Qty	Bar Length	Total Length	Berat Besi	Jumlah Besi
		mm		mm	mm	kg	Batang
1	Tul-K0 (D10) Sengkang Lt.1	10	26	2611	67878	41.85	5.656
90	Tul-K0 (D19) Utama Lt.1	19	6	6413	38476	85.64	3.206
	Total	-	161	-	3363.98	414.2	28.043
100	Tul-K1A (D10) Sengkang Lt.1	10	26	2203	57267	35.31	4.772
3126	Tul-K1A (D19) Utama Lt.1	19	6	6413	38476	85.64	3.206
	Total	-	5514	-	105526.23	13646.32	878.407
3466	Tul-K2 (D10) Sengkang Lt.1	10	19	1484	28189	17.38	2.349
3476	Tul-K2 (D16) Utama Lt.1	16	1	6416	6416	10.13	0.535
	Total	-	216	-	5337.33	625.59	44.472
3540	Tul-K3A (D10) Sengkang Lt.1	10	14	1802	25222	15.55	2.102
3807	Tul-K3A (D16) Utama Lt.1	16	5	5716	28581	45.11	2.382
	Total	-	441	-	6467.66	638.41	53.843
3825	Tul-K4 (D10) Sengkang Foodcord	10	11	1411	15518	9.57	1.293
3840	Tul-K4 (D16) Foodcord	16	3	3916	11749	18.54	0.979
	Total	-	199	-	3951.25	424.18	32.919
3869	Tul-K4 (D10) Sengkang	10	13	1411	18339	11.31	1.528
3890	Tul-K4 (D16)	16	3	5616	16849	26.59	1.404
	Total	-	395	-	8678.1	928.77	72.314
3931	Tul-K5 (D10) Sengkang Foodcord	10	7	1201	8405	5.18	0.7
3946	Tul-K5 (D16) Foodcord	16	3	3916	11749	18.54	0.979
	Total	-	167	-	2973.39	322.58	24.775
3967	Tul-K5 (D10) Sengkang	10	15	1201	18010	11.1	1.501
3980	Tul-K5 (D16)	16	3	6108	18325	28.92	1.527
	Total	-	211	-	3877.07	414.44	32.308
3999	Tul-K6 (D10) Sengkang Lt.1	10	13	811	10539	6.5	0.878
4002	Tul-K6 (D16) Utama Lt.1	16	3	5516	16549	26.12	1.379
	Total	-	51	-	789.9	91.16	6.582
4006	Tul-KL (D10) Sengkang Lt.1	10	33	1111	36653	22.6	3.054
4030	Tul-KL (D16) Utama Lt.1	16	2	7216	14433	22.78	1.203
	Total	-	536	-	7907.04	709.68	65.888
4054	Tul-KT (D10) Sengkang Lt.1	10	33	1111	36653	22.6	3.054
4060	Tul-KT (D16) Utama Lt.1	16	2	7216	14433	22.78	1.203
	Total	-	136	-	2121.09	200.2	17.675
4067	Tul-K0 (D10) Sengkang Lt.2	10	10	2601	26007	16.03	2.167
4140	Tul-K0 (D19) Lt.2	19	6	4720	28320	63.03	2.36
	Total	-	125	-	2382.05	299.16	19.859
4150	Tul-K1A (D10) Sengkang Lt.2	10	10	2203	22026	13.58	1.835
6632	Tul-K1A (D19) Lt.2	19	6	4720	28320	63.03	2.36
	Total	-	4250	-	73812.3	9712.78	614.312
6972	Tul-K3A (D10) Sengkang Lt.2	10	10	1802	18016	11.11	1.501
7118	Tul-K3A (D16) Lt.2	16	5	4720	23600	37.25	1.967
	Total	-	238	-	3359.02	333.96	27.96
7130	Tul-K4 (D10) Sengkang Lt.2	10	10	1411	14107	8.7	1.176
7139	Tul-K4 (D16) Lt.2	16	3	4720	14160	22.35	1.18
	Total	-	135	-	2897.25	314.85	24.141
7157	Tul-K5 (D10) Sengkang Lt.2	10	10	1201	12007	7.4	1.001
7160	Tul-K5 (D16) Lt.2	16	3	4720	14160	22.35	1.18

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.7 : Output QTO BIM Penulangan Kolom (Lanjutan)

No	Type	Bar Ø	Qty	Bar Length	Total Length	Berat Besi	Jumlah Besi
		mm		mm	mm	kg	Batang
	Total	-	43	-	797.85	85.5	6.649
7164	Tul-K6 (D10) Senggang Lt.2	10	10	811	8107	5	0.676
7167	Tul-K6 (D16) Lt.2	16	3	4720	14160	22.35	1.18
	Total	-	42	-	653.24	76.6	5.444
7171	Tul-KL (D10) Senggang Lt.2	10	10	1111	11107	6.85	0.926
7195	Tul-KL (D16) Lt.2	16	2	4720	9440	14.9	0.787
	Total	-	304	-	4531.44	424.64	37.76
7219	Tul-KT (D10) Senggang Lt.2	10	10	1111	11107	6.85	0.926
7225	Tul-KT (D16) Lt.2	16	2	4720	9440	14.9	0.787
	Total	-	78	-	1227.26	121.06	10.227
7232	Tul-K1B (D10) Senggang Lt.3	10	10	2203	22026	13.58	1.835
9349	Tul-K1B (D19) Lt.3	19	5	4720	23600	52.53	1.967
	Total	-	3567	-	60219.95	7675.43	501.178
9639	Tul-K3A (D10) Senggang Lt.3	10	10	1802	18016	11.11	1.501
9771	Tul-K3A (D16) Lt.3	16	5	4720	23600	37.25	1.967
	Total	-	217	-	3029.28	301.55	25.215
9783	Tul-K3B (D10) Senggang Lt.3	10	10	1802	18016	11.11	1.501
9929	Tul-K3B (D16) Lt.3	16	5	4720	23600	37.25	1.967
	Total	-	238	-	3359.02	333.96	27.96
9941	Tul-K4 (D10) Senggang Lt.3	10	10	1411	14107	8.7	1.176
9950	Tul-K4 (D16) Lt.3	16	3	4720	14160	22.35	1.18
	Total	-	135	-	2897.25	314.85	24.141
9968	Tul-K5 (D10) Senggang Lt.3	10	10	1201	12007	7.4	1.001
9971	Tul-K5 (D16) Lt.3	16	3	4720	14160	22.35	1.18
	Total	-	43	-	797.85	85.5	6.649
9975	Tul-K6 (D10) Senggang Lt.3	10	10	811	8107	5	0.676
9678	Tul-K6 (D16) Lt.3	16	3	4720	14160	22.35	1.18
	Total	-	42	-	653.24	76.6	5.444
9382	Tul-KL (D10) Senggang Lt.3	10	10	1111	11107	6.85	0.926
9406	Tul-KL (D16) Lt.3	16	2	4720	9440	14.9	0.787
	Total	-	312	-	4620.32	430.16	38.504
9430	Tul-KT (D10) Senggang Lt.3	10	10	1111	11107	6.85	0.926
9436	Tul-KT (D16) Lt.3	16	2	4720	9440	14.9	0.787
	Total	-	80	-	1249.48	122.44	10.413
9443	Tul-K1B (D10) Senggang Lt.4	10	10	2203	22026	13.58	1.835
11195	Tul-K1B (D19) Lt.4	19	5	4720	23600	52.53	1.967
	Total	-	2952	-	49837.2	6352.08	414.768
11435	Tul-K3B (D10) Senggang Lt.4	10	10	1802	18016	11.11	1.501
11581	Tul-K3B (D16) Lt.4	16	5	4720	23600	37.25	1.967
	Total	-	238	-	3359.02	333.96	27.96
11593	Tul-K5 (D10) Senggang Lt.4	10	10	1201	12007	7.4	1.001
11596	Tul-K5 (D16) Lt.4	16	3	4720	14160	22.35	1.18
	Total	-	43	-	797.85	85.5	6.649
11600	Tul-K6 (D10) Senggang Lt.4	10	10	811	8107	5	0.676
11603	Tul-K6 (D16) Lt.4	16	3	4720	14160	22.35	1.18
	Total	-	42	-	653.24	76.6	5.444
11607	Tul-KL (D10) Senggang Lt.4	10	10	1111	11107	6.85	0.926
11631	Tul-KL (D16) Lt.4	16	2	4720	9440	14.9	0.787

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.7 : Output QTO BIM Penulangan Kolom (Lanjutan)

No	Type	Bar Ø mm	Qty	Bar Length mm	Total Length mm	Berat Besi kg	Jumlah Besi Batang
	Total	-	312	-	4620.32	430.16	38.504
11655	Tul-KT (D10) Senggang Lt.4	10	10	1111	11107	6.85	0.926
11661	Tul-KT (D16) Lt.4	16	2	4720	9440	14.9	0.787
	Total	-	80	-	1249.48	122.44	10.413
11668	Tul-K1B (D10) Senggang Lt.5	10	10	2203	22026	13.58	1.835
11960	Tul-K1B (D19) Lt.5	19	5	4720	23600	52.53	1.967
	Total	-	492	-	8306.2	1058.68	69.128
12000	Tul-K1C (D10) Senggang Lt.5	10	10	2203	22026	13.58	1.835
13168	Tul-K1C (D19) Lt.5	19	5	4720	23600	52.53	1.967
	Total	-	1936	-	31714.4	3898.4	263.936
13296	Tul-K3B (D10) Senggang Lt.5	10	10	1802	18016	11.11	1.501
13442	Tul-K3B (D16) Lt.5	16	5	4720	23600	37.25	1.967
	Total	-	238	-	3359.02	333.96	27.96
13454	Tul-K5 (D10) Senggang Lt.5	10	10	1201	12007	7.4	1.001
13460	Tul-K5 (D16) Lt.5	16	3	4720	14160	22.35	1.18
	Total	-	86	-	1587.4	169.7	13.23
13468	Tul-K6 (D10) Senggang Lt.5	10	10	811	8107	5	0.676
13471	Tul-K6 (D16) Lt.5	16	3	4720	14160	22.35	1.18
	Total	-	42	-	653.24	76.6	5.444
13475	Tul-K1 (D10) Senggang Lt.5	10	10	1111	11107	6.85	0.926
13499	Tul-K1 (D16) Lt.5	16	2	4720	9440	14.9	0.787
	Total	-	312	-	4620.32	430.16	38.504
13523	Tul-KT (D10) Senggang Lt.5	10	10	1111	11107	6.85	0.926
13529	Tul-KT (D16) Lt.5	16	2	4720	9440	14.9	0.787
	Total	-	80	-	1249.48	122.44	10.413
13536	Tul-K5 (D10) Senggang Lt.6 Atap	10	7	1201	8405	5.18	0.7
13614	Tul-K5 (D16) Lt.6 Atap	16	3	3220	9660	15.25	0.805
	Total	-	1114	-	20802.82	2236.68	173.35
13718	Tul-K6 (D10) Senggang Lt.6 Atap	10	5	811	4053	2.5	0.338
13721	Tul-K6 (D16) Lt.6 Atap	16	3	2720	8160	12.88	0.68
	Total	-	26	-	363.52	43.34	3.03
13725	Tul-K4 (D10) Senggang Lt.6-Atap	10	7	1411	9875	6.09	0.823
13743	Tul-K4 (D16) Lt.6-Atap	16	3	3220	9660	15.25	0.805
	Total	-	183	-	3502.14	385.89	29.188
13779	Tul-K1 (D10) Senggang Lt.6 Atap	10	6	1111	6664	4.11	0.555
13803	Tul-K1 (D16) Lt.6 Atap	16	2	3220	6440	10.16	0.537
	Total	-	208	-	2985.2	283.12	24.872
13827	Tul-KT (D10) Senggang Lt.6 Atap	10	6	1111	6664	4.11	0.555
13833	Tul-KT (D16) Lt.6 Atap	16	2	3220	6440	10.16	0.537
	Total	-	54	-	810.7	80.94	6.755
	Total Keseluruhan	-	25636	-	446406.43	54468.3	3716.432

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.8 : Output QTO BIM Penulangan Pelat

Output QTO BIM Penulangan Pelat							
No	Type	Bar Ø	Qty	Bar Length	Total Length	Berat Besi	Jumlah Besi
		mm		mm	mm	kg	Batang
1	Tul-Plat (D13) Elv. -150	13	1	7850	7850	8.18	0.654
	Total	-	322	-	17928.97	1868.25	149.378
323	Tul-Plat (D10) Elv. ± 0.00	10	1	30305	30305	18.68	2.525
	Total	-	3231	-	271350.08	16727.3	2261.13
3554	Tul-Plat (D10) Elv. +250	10	1	19767	19767	12.19	1.647
	Total	-	314	-	20428.38	1259.48	170.232
3868	Tul-Plat (D10) Elv. +5.00	10	1	44267	44267	27.29	3.689
	Total	-	2712	-	222689.56	13729.5	1855.921
6580	Tul-Plat (M8) Elv. +8.85	8	1	16212	16212	6.4	1.351
	Total	-	142	-	14861.04	586.24	123.874
6722	Tul-Plat (D10) Elv. +9.00	10	1	44267	44267	27.29	3.689
	Total	-	904	-	213726.68	13176.8	1781.088
7626	Tul-Plat (D10) Elv. +13.00	10	1	40267	40267	24.83	3.356
	Total	-	842	-	203646.24	12556.39	1697.113
8468	Tul-Plat (D10) Elv. +17.00	10	1	33777	33777	20.82	2.815
	Total	-	758	-	167115.46	10302.48	1392.69
9226	Tul-Plat (D13) Elv. +21.00	13	1	10200	10200	10.63	0.85
	Total	-	744	-	80430.4	8380.7	670.18
9970	Tul-Plat (D13) Elv. +23.00	13	1	27150	27150	28.29	2.262
	Total	-	1076	-	48269.6	5028.86	401.808
11046	Tul-Plat (D13) Elv. +23.50	13	1	8350	8350	8.7	0.696
	Total	-	240	-	14630	1524.2	121.906
Total Keseluruhan		-	11285	-	1275076.41	85140.2	10625.32

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

2. Rekap Volume & Biaya Rencana Beton dan Tulangan dari Revit 2025

**Tabel L.9 : Rekap Volume & Biaya Rencana
Beton dan Tulangan dari Revit 2025**

Volume & Biaya BIM Revit					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume	Harga Sat (Perencana)	
			QTO BIM	BOQ & BIM	Jumlah Harga QTO BIM
I	Elevasi -1.50				
1	Pile Cap				
	Beton pile cap PC1 1.2/1.2/0.8 m	M³	6.91	Rp 1,073,217.75	Rp 7,418,081.09
	Besi Tulangan	kg	663.12	Rp 14,864.50	Rp 9,856,947.24
	Beton pile cap PC2 1.2/3/0.8 m	M³	5.76	Rp 1,073,217.75	Rp 6,181,734.24
	Besi Tulangan	kg	495.38	Rp 14,864.50	Rp 7,363,576.01
	Beton pile cap PC3 3/2.76/0.8 m	M³	4.78	Rp 1,073,217.75	Rp 5,134,273.72
	Besi Tulangan	kg	374.12	Rp 14,864.50	Rp 5,561,106.74
	Beton pile cap PC4 3/3/0.8 m	M³	7.20	Rp 1,073,217.75	Rp 7,727,167.80
	Besi Tulangan	kg	527.72	Rp 14,864.50	Rp 7,844,293.94
	Total Beton	M³	24.66		Rp 26,461,256.84
	Total Tulangan	kg	2,060.34		Rp 30,625,923.93
2	Sloof				
	Beton sloof S1 0.35/0.7 m	M³	5.33	Rp 1,073,217.75	Rp 5,715,957.74
	Besi Tulangan	kg	1,600.76	Rp 14,864.50	Rp 23,794,497.02
	Beton Sloof S3 0.25/0.4 m	M³	2.45	Rp 1,073,217.75	Rp 2,629,383.49
	Besi Tulangan	kg	857.20	Rp 14,864.50	Rp 12,741,849.40
	Beton sloof S4 0.25/0.3 m	M³	0.54	Rp 1,073,217.75	Rp 576,317.93
	Besi Tulangan	kg	156.67	Rp 14,864.50	Rp 2,328,821.22
	Total Beton	M³	8.31		Rp 8,921,659.16
	Total Tulangan	kg	2,614.63		Rp 38,865,167.64
3	Plat Lantai				
	Beton plat lantai 0.15 m	M³	8.35	Rp 1,073,217.75	Rp 8,959,221.78
	Besi Tulangan	kg	1,868.25	Rp 14,864.50	Rp 27,770,602.13
	Total Beton	M³	8.35		Rp 8,959,221.78
	Total Tulangan	kg	1,868.25		Rp 27,770,602.13
	Total Beton Elevasi -1.50	M³	41.32		Rp 44,342,137.78
	Total Tulangan Elevasi -1.50	kg	6,543.22		Rp 97,261,693.69
II	Elevasi ± 0.00				
1	Pile Cap				
	Beton pile cap PC1 1.2/1.2/0.8 m	M³	19.58	Rp 1,073,217.75	Rp 21,017,896.42
	Besi Tulangan	kg	1,878.84	Rp 14,864.50	Rp 27,928,017.18

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.9 : Rekap Volume & Biaya Rencana
Beton dan Tulangan dari Revit 2025 (Lanjutan)**

Volume & Biaya BIM Revit					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume	Harga Sat (Perencana)	Jumlah Harga
			QTO BIM	BOQ & BIM	QTO BIM
	Beton pile cap PC2 1.2/3/0.8 m	M³	17.28	Rp 1,073,217.75	Rp 18,545,202.72
	Besi Tulangan	kg	1,486.14	Rp 14,864.50	Rp 22,090,728.03
	Beton pile cap PC3 3/2.76/0.8 m	M³	33.49	Rp 1,073,217.75	Rp 35,939,916.01
	Besi Tulangan	kg	2,618.84	Rp 14,864.50	Rp 38,927,747.18
	Beton pile cap PC4 3/3/0.8 m	M³	57.60	Rp 1,073,217.75	Rp 61,817,342.40
	Besi Tulangan	kg	4,221.76	Rp 14,864.50	Rp 62,754,351.52
	Beton pile cap PC5 3/4.32/0.5 m	M³	10.37	Rp 1,073,217.75	Rp 11,127,121.63
	Besi Tulangan	kg	724.60	Rp 14,864.50	Rp 10,770,816.70
	Total Beton	M³	138.32		Rp 148,447,479.18
	Total Tulangan	kg	10,930.18		Rp 162,471,660.61
2 Kolom					
	Beton kolom K1A 0.6/0.6 m	M³	71.20	Rp 1,073,217.75	Rp 76,410,957.36
	Besi Tulangan	kg	13,646.32	Rp 14,864.50	Rp 202,845,723.64
	Beton kolom K0 0.7/0.7 m	M³	2.79	Rp 1,073,217.75	Rp 2,997,497.18
	Besi Tulangan	kg	414.20	Rp 14,864.50	Rp 6,156,875.90
	Beton kolom K2 Ø 0.5 m	M³	3.22	Rp 1,073,217.75	Rp 3,455,761.16
	Besi Tulangan	kg	625.59	Rp 14,864.50	Rp 9,299,082.55
	Beton kolom K3A 0.5/0.5 m	M³	3.93	Rp 1,073,217.75	Rp 4,212,379.67
	Besi Tulangan	kg	638.41	Rp 14,864.50	Rp 9,489,645.45
	Beton kolom K4 0.4/0.4 m	M³	5.82	Rp 1,073,217.75	Rp 6,250,420.18
	Besi Tulangan	kg	928.77	Rp 14,864.50	Rp 13,805,701.67
	Beton kolom K5 0.35/0.35 m	M³	2.40	Rp 1,073,217.75	Rp 2,574,649.38
	Besi Tulangan	kg	414.44	Rp 14,864.50	Rp 6,160,443.38
	Beton kolom K6 0.25/0.25 m	M³	0.31	Rp 1,073,217.75	Rp 335,917.16
	Besi Tulangan	kg	91.16	Rp 14,864.50	Rp 1,355,047.82
	Beton kolom KL 0.3/0.3 m	M³	3.58	Rp 1,073,217.75	Rp 3,837,826.67
	Besi Tulangan	kg	709.68	Rp 14,864.50	Rp 10,549,038.36
	Beton kolom KT 0.3/0.15 m	M³	0.89	Rp 1,073,217.75	Rp 959,456.67
	Besi Tulangan	kg	200.20	Rp 14,864.50	Rp 2,975,872.90
	Total Beton	M³	94.14		Rp 101,034,865.42
	Total Tulangan	kg	17,668.77		Rp 262,637,431.67
3 Sloof					
	Beton sloof S1 A 0.25/0.7 m	M³	111.19	Rp 1,073,217.75	Rp 119,333,228.06
	Besi Tulangan	kg	26,728.86	Rp 14,864.50	Rp 397,311,139.47
	Beton sloof S2 0.25/0.5 m	M³	51.40	Rp 1,073,217.75	Rp 55,165,538.79
	Besi Tulangan	kg	16,043.70	Rp 14,864.50	Rp 238,481,578.65
	Beton sloof S3 0.25/0.4 m	M³	8.02	Rp 1,073,217.75	Rp 8,606,133.14
	Besi Tulangan	kg	2,372.17	Rp 14,864.50	Rp 35,261,120.97
	Beton sloof S4 0.25/0.3 m	M³	21.03	Rp 1,073,217.75	Rp 22,574,062.15
	Besi Tulangan	kg	5,756.60	Rp 14,864.50	Rp 85,568,980.70

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.9 : Rekap Volume & Biaya Rencana
Beton dan Tulangan dari Revit 2025 (Lanjutan)**

Volume & Biaya BIM Revit					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume	Harga Sat (Perencana)	Jumlah Harga
			QTO BIM	BOQ & BIM	QTO BIM
	Total Beton	M³	191.65	-	Rp 205,678,962.13
	Total Tulangan	kg	50,901.33	-	Rp 756,622,819.79
4	Pelat Lantai				
	Beton plat lantai 0.125 m	M³	163.62	Rp 1,073,217.75	Rp 175,600,961.47
	Besi Tulangan	kg	16,727.30	Rp 14,864.50	Rp 248,642,950.85
	Total Beton	M³	163.62	-	Rp 175,600,961.47
	Total Tulangan	kg	16,727.30	-	Rp 248,642,950.85
	Total Beton Elevasi ± 0.00	M³	587.73	-	Rp 630,762,268.21
	Total Tulangan Elevasi ± 0.00	kg	96,227.58	-	Rp 1,430,374,862.91
III	Elevasi + 2.50				
1	Kolom				
	Beton kolom K4 0.4/0.4 m	M³	2.05	Rp 1,073,217.75	Rp 2,197,949.95
	Besi Tulangan	kg	424.18	Rp 14,864.50	Rp 6,305,223.61
	Beton kolom K5 0.35/0.35 m	M³	2.18	Rp 1,073,217.75	Rp 2,339,614.70
	Besi Tulangan	kg	322.58	Rp 14,864.50	Rp 4,794,990.41
	Total Beton	M³	4.23	-	Rp 4,537,564.65
	Total Tulangan	kg	746.76	-	Rp 11,100,214.02
2	Balok				
	Beton balok B1A 0.35/0.7 m	M³	10.68	Rp 1,073,217.75	Rp 11,464,112.01
	Besi Tulangan	kg	2,704.41	Rp 14,864.50	Rp 40,199,702.45
	Beton balok B2A 0.25/0.5 m	M³	3.75	Rp 1,073,217.75	Rp 4,025,639.78
	Besi Tulangan	kg	941.04	Rp 14,864.50	Rp 13,988,089.08
	Beton balok B4 0.25/0.3 m	M³	0.93	Rp 1,073,217.75	Rp 1,001,312.16
	Besi Tulangan	kg	235.07	Rp 14,864.50	Rp 3,494,198.02
	Total Beton	M³	15.37	-	Rp 16,491,063.95
	Total Tulangan	kg	3,880.52	-	Rp 57,681,989.54
3	Pelat Lantai				
	Beton plat lantai 0.125 m	M³	10.88	Rp 1,073,217.75	Rp 11,677,682.34
	Besi Tulangan	kg	1,259.48	Rp 14,864.50	Rp 18,721,540.46
	Total Beton	M³	10.88	-	Rp 11,677,682.34
	Total Tulangan	kg	1,259.48	-	Rp 18,721,540.46
	Total Beton Elevasi + 2.50	M³	30.48	-	Rp 32,706,310.93
	Total Tulangan Elevasi + 2.50	kg	5,886.76	-	Rp 87,503,744.02
IV	Elevasi + 5.00				
1	Kolom				
	Beton kolom K1A 0.6/0.6 m	M³	48.96	Rp 1,073,217.75	Rp 52,544,741.04
	Besi Tulangan	kg	9,712.78	Rp 14,864.50	Rp 144,375,618.31
	Beton kolom K0 0.7/0.7 m	M³	1.96	Rp 1,073,217.75	Rp 2,103,506.79
	Besi Tulangan	kg	299.16	Rp 14,864.50	Rp 4,446,863.82

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.9 : Rekap Volume & Biaya Rencana
Beton dan Tulangan dari Revit 2025 (Lanjutan)**

Volume & Biaya BIM Revit					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume	Harga Sat (Perencana)	Jumlah Harga
			QTO BIM	BOQ & BIM	QTO BIM
	Beton kolom K3A 0.5/0.5 m	M³	2.00	Rp 1,073,217.75	Rp 2,146,435.50
	Besi Tulangan	kg	333.96	Rp 14,864.50	Rp 4,964,148.42
	Beton kolom K4 0.4/0.4 m	M³	1.92	Rp 1,073,217.75	Rp 2,060,578.08
	Besi Tulangan	kg	314.85	Rp 14,864.50	Rp 4,680,087.83
	Beton kolom K5 0.35/0.35 m	M³	0.49	Rp 1,073,217.75	Rp 525,876.70
	Besi Tulangan	kg	85.50	Rp 14,864.50	Rp 1,270,914.75
	Beton kolom K6 0.25/0.25 m	M³	0.25	Rp 1,073,217.75	Rp 268,304.44
	Besi Tulangan	kg	76.60	Rp 14,864.50	Rp 1,138,620.70
	Beton kolom KL 0.3/0.3 m	M³	2.20	Rp 1,073,217.75	Rp 2,361,079.05
	Besi Tulangan	kg	424.64	Rp 14,864.50	Rp 6,312,061.28
	Beton kolom KT 0.3/0.15 m	M³	0.55	Rp 1,073,217.75	Rp 590,269.76
	Besi Tulangan	kg	121.06	Rp 14,864.50	Rp 1,799,496.37
	Total Beton	M³	58.33	-	Rp 62,600,791.36
	Total Tulangan	kg	11,368.55	-	Rp 168,987,811.48
2 Balok					
	Beton balok B1A 0.35/0.7 m	M³	64.10	Rp 1,073,217.75	Rp 68,792,184.56
	Besi Tulangan	kg	15,981.77	Rp 14,864.50	Rp 237,561,020.17
	Beton balok B1B 0.35/0.7 m	M³	26.25	Rp 1,073,217.75	Rp 28,166,599.85
	Besi Tulangan	kg	5,105.59	Rp 14,864.50	Rp 75,892,042.55
	Beton balok B2A 0.25/0.5 m	M³	34.94	Rp 1,073,217.75	Rp 37,492,862.10
	Besi Tulangan	kg	8,002.42	Rp 14,864.50	Rp 118,951,972.09
	Beton balok B3 0.25/0.4 m	M³	9.03	Rp 1,073,217.75	Rp 9,694,375.94
	Besi Tulangan	kg	1,859.00	Rp 14,864.50	Rp 27,633,105.50
	Beton balok B4 0.25/0.3 m	M³	11.31	Rp 1,073,217.75	Rp 12,133,799.88
	Besi Tulangan	kg	2,646.60	Rp 14,864.50	Rp 39,340,385.70
	Total Beton	M³	145.62	-	Rp 156,279,822.32
	Total Tulangan	kg	33,595.38	-	Rp 499,378,526.01
3 Pelat Lantai					
	Beton plat lantai 0.125 m	M³	132.18	Rp 1,073,217.75	Rp 141,854,702.54
	Besi Tulangan	kg	13,729.50	Rp 14,864.50	Rp 204,082,152.75
	Total Beton	M³	132.18	-	Rp 141,854,702.54
	Total Tulangan	kg	13,729.50	-	Rp 204,082,152.75
	Total Beton Elevasi + 5.00	M³	336.13	-	Rp 360,735,316.22
	Total Tulangan Elevasi + 5.00	kg	58,693.43	-	Rp 872,448,490.24
V Elevasi + 9.00					
1 Kolom					
	Beton kolom K1B 0.6/0.6 m	M³	41.76	Rp 1,073,217.75	Rp 44,817,573.24
	Besi Tulangan	kg	7,675.43	Rp 14,864.50	Rp 114,091,429.24
	Beton kolom K3A 0.5/0.5 m	M³	1.78	Rp 1,073,217.75	Rp 1,904,961.51
	Besi Tulangan	kg	301.55	Rp 14,864.50	Rp 4,482,389.98

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.9 : Rekap Volume & Biaya Rencana
Beton dan Tulangan dari Revit 2025 (Lanjutan)**

Volume & Biaya BIM Revit						
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume	Harga Sat (Perencana)		Jumlah Harga
			QTO BIM	BOQ & BIM		QTO BIM
	Beton kolom K3B 0.5/0.5 m	M³	2.00	Rp	1,073,217.75	Rp 2,146,435.50
	Besi Tulangan	kg	333.96	Rp	14,864.50	Rp 4,964,148.42
	Beton kolom K4 0.4/0.4 m	M³	1.92	Rp	1,073,217.75	Rp 2,060,578.08
	Besi Tulangan	kg	314.85	Rp	14,864.50	Rp 4,680,087.83
	Beton kolom K5 0.35/0.35 m	M³	0.49	Rp	1,073,217.75	Rp 525,876.70
	Besi Tulangan	kg	85.50	Rp	14,864.50	Rp 1,270,914.75
	Beton kolom K6 0.25/0.25 m	M³	0.25	Rp	1,073,217.75	Rp 268,304.44
	Besi Tulangan	kg	76.60	Rp	14,864.50	Rp 1,138,620.70
	Beton kolom KL 0.3/0.3 m	M³	2.20	Rp	1,073,217.75	Rp 2,361,079.05
	Besi Tulangan	kg	430.16	Rp	14,864.50	Rp 6,394,113.32
	Beton kolom KT 0.3/0.15 m	M³	0.55	Rp	1,073,217.75	Rp 590,269.76
	Besi Tulangan	kg	122.44	Rp	14,864.50	Rp 1,820,009.38
	Total Beton	M³	50.95			Rp 54,675,078.27
	Total Tulangan	kg	9,340.49			Rp 138,841,713.61
2 Balok						
	Beton balok B1A 0.35/0.7 m	M³	57.52	Rp	1,073,217.75	Rp 61,726,118.89
	Besi Tulangan	kg	14,333.35	Rp	14,864.50	Rp 213,058,081.08
	Beton balok B1B 0.35/0.7 m	M³	30.63	Rp	1,073,217.75	Rp 32,867,293.59
	Besi Tulangan	kg	5,926.05	Rp	14,864.50	Rp 88,087,770.22
	Beton balok B2A 0.25/0.5 m	M³	32.30	Rp	1,073,217.75	Rp 34,667,079.76
	Besi Tulangan	kg	7,374.33	Rp	14,864.50	Rp 109,615,728.29
	Beton balok B3 0.25/0.4 m	M³	10.35	Rp	1,073,217.75	Rp 11,105,657.28
	Besi Tulangan	kg	2,068.85	Rp	14,864.50	Rp 30,752,420.83
	Beton balok B4 0.25/0.3 m	M³	11.01	Rp	1,073,217.75	Rp 11,818,273.86
	Besi Tulangan	kg	2,552.88	Rp	14,864.50	Rp 37,947,284.76
	Total Beton	M³	141.80			Rp 152,184,423.39
	Total Tulangan	kg	32,255.46			Rp 479,461,285.17
3 Pelat Lantai						
	Beton plat lantai 0.150 m	M³	14.26	Rp	1,073,217.75	Rp 15,308,377.99
	Besi Tulangan Wiremesh	kg	586.24	Rp	14,864.50	Rp 8,714,164.48
	Beton plat lantai 0.125 m	M³	113.73	Rp	1,073,217.75	Rp 122,055,981.49
	Besi Tulangan	kg	13,176.80	Rp	14,864.50	Rp 195,866,543.60
	Total Beton	M³	127.99			Rp 137,364,359.48
	Total Tulangan	kg	13,763.04			Rp 204,580,708.08
	Total Beton Elevasi + 9.00	M³	320.74			Rp 344,223,861.14
	Total Tulangan Elevasi + 9.00	kg	55,358.99			Rp 822,883,706.86
VI Elevasi + 13.00						
1 Kolom						
	Beton kolom K1B 0.6/0.6 m	M³	34.56	Rp	1,073,217.75	Rp 37,090,405.44
	Besi Tulangan	kg	6,352.08	Rp	14,864.50	Rp 94,420,493.16

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.9 : Rekap Volume & Biaya Rencana
Beton dan Tulangan dari Revit 2025 (Lanjutan)**

Volume & Biaya BIM Revit					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume	Harga Sat (Perencana)	Jumlah Harga
			QTO BIM	BOQ & BIM	QTO BIM
	Beton kolom K3B 0.5 / 0.5 m	M³	2.00	Rp 1,073,217.75	Rp 2,146,435.50
	Besi Tulangan	kg	333.96	Rp 14,864.50	Rp 4,964,148.42
	Beton kolom K5 0.35/0.25 m	M³	0.49	Rp 1,073,217.75	Rp 525,876.70
	Besi Tulangan	kg	85.50	Rp 14,864.50	Rp 1,270,914.75
	Beton kolom K6 0.25/0.25 m	M³	0.25	Rp 1,073,217.75	Rp 268,304.44
	Besi Tulangan	kg	76.60	Rp 14,864.50	Rp 1,138,620.70
	Beton kolom KL 0.3/0.3 m	M³	2.20	Rp 1,073,217.75	Rp 2,361,079.05
	Besi Tulangan	kg	430.16	Rp 14,864.50	Rp 6,394,113.32
	Beton kolom KT 0.3/0.15 m	M³	0.55	Rp 1,073,217.75	Rp 590,269.76
	Besi Tulangan	kg	122.44	Rp 14,864.50	Rp 1,820,009.38
	Total Beton	M³	40.05		Rp 42,982,370.89
	Total Tulangan	kg	7,400.74	-	Rp 110,008,299.73
2 Balok					
	Beton balok B1A 0.35/0.7 m	M³	80.90	Rp 1,073,217.75	Rp 86,824,389.19
	Besi Tulangan	kg	20,143.44	Rp 14,864.50	Rp 299,422,163.88
	Beton balok B1B 0.35/0.7 m	M³	5.42	Rp 1,073,217.75	Rp 5,813,620.55
	Besi Tulangan	kg	353.52	Rp 14,864.50	Rp 5,254,898.04
	Beton balok B2A 0.25/0.5 m	M³	35.01	Rp 1,073,217.75	Rp 37,574,426.65
	Besi Tulangan	kg	8,015.65	Rp 14,864.50	Rp 119,148,629.43
	Beton balok B3 0.25/0.4 m	M³	2.20	Rp 1,073,217.75	Rp 2,364,298.70
	Besi Tulangan	kg	352.51	Rp 14,864.50	Rp 5,239,884.90
	Beton balok B4 0.25/0.3 m	M³	10.51	Rp 1,073,217.75	Rp 11,276,298.90
	Besi Tulangan	kg	2,417.21	Rp 14,864.50	Rp 35,930,618.05
	Total Beton	M³	134.04		Rp 143,853,033.99
	Total Tulangan	kg	31,282.33	-	Rp 464,996,194.29
3 Pelat Lantai					
	Beton plat lantai 0.125 m	M³	110.80	Rp 1,073,217.75	Rp 118,909,307.05
	Besi Tulangan	kg	12,556.39	Rp 14,864.50	Rp 186,644,459.15
	Total Beton	M³	110.80		Rp 118,909,307.05
	Total Tulangan	kg	12,556.39	-	Rp 186,644,459.15
	Total Beton Elevasi + 13.00	M³	284.89		Rp 305,744,711.93
	Total Tulangan Elevasi + 13.00	kg	51,239.46	-	Rp 761,648,953.17
VII Elevasi + 17.00					
1 Kolom					
	Beton kolom K1B 0.6/0.6 m	M³	5.76	Rp 1,073,217.75	Rp 6,181,734.24
	Besi Tulangan	kg	1,058.68	Rp 14,864.50	Rp 15,736,748.86
	Beton kolom K1C 0.6/0.6 m	M³	23.04	Rp 1,073,217.75	Rp 24,728,936.96
	Besi Tulangan	kg	3,898.40	Rp 14,864.50	Rp 57,947,766.80
	Beton kolom K3B 0.5/ 0.5 m	M³	2.00	Rp 1,073,217.75	Rp 2,146,435.50
	Besi Tulangan	kg	333.96	Rp 14,864.50	Rp 4,964,148.42

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.9 : Rekap Volume & Biaya Rencana
Beton dan Tulangan dari Revit 2025 (Lanjutan)**

Volume & Biaya BIM Revit						
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume	Harga Sat (Perencana)		Jumlah Harga
			QTO BIM	BOQ & BIM		QTO BIM
	Beton kolom K5 0.35/0.35 m	M³	0.98	Rp	1,073,217.75	Rp 1,051,753.40
	Besi Tulangan	kg	169.70	Rp	14,864.50	Rp 2,522,505.65
	Beton kolom K6 0.25/0.25 m	M³	0.25	Rp	1,073,217.75	Rp 268,304.44
	Besi Tulangan	kg	76.60	Rp	14,864.50	Rp 1,138,620.70
	Beton kolom KL 0.3/0.3 m	M³	2.20	Rp	1,073,217.75	Rp 2,361,079.05
	Besi Tulangan	kg	430.16	Rp	14,864.50	Rp 6,394,113.32
	Beton kolom KT 0.3/0.15 m	M³	0.55	Rp	1,073,217.75	Rp 590,269.76
	Besi Tulangan	kg	122.44	Rp	14,864.50	Rp 1,820,009.38
	Total Beton	M³	34.78			Rp 37,326,513.35
	Total Tulangan	kg	6,089.94			Rp 90,523,913.13
2 Balok						
	Beton balok B1A 0.35/0.7 m	M³	62.71	Rp	1,073,217.75	Rp 67,296,119.01
	Besi Tulangan	kg	15,572.42	Rp	14,864.50	Rp 231,476,237.09
	Beton balok B1B 0.35/0.7 m	M³	1.73	Rp	1,073,217.75	Rp 1,853,447.05
	Besi Tulangan	kg	353.52	Rp	14,864.50	Rp 5,254,898.04
	Beton balok B2 A 0.25/0.5 m	M³	25.34	Rp	1,073,217.75	Rp 27,193,191.35
	Besi Tulangan	kg	6,066.96	Rp	14,864.50	Rp 90,182,326.92
	Beton balok B3 0.25/0.4 m	M³	3.34	Rp	1,073,217.75	Rp 3,582,400.85
	Besi Tulangan	kg	626.44	Rp	14,864.50	Rp 9,311,717.38
	Beton balok B4 0.25/0.3 m	M³	8.95	Rp	1,073,217.75	Rp 9,602,079.21
	Besi Tulangan	kg	2,061.02	Rp	14,864.50	Rp 30,636,031.79
	Total Beton	M³	102.06			Rp 109,527,237.48
	Total Tulangan	kg	24,680.36			Rp 366,861,211.22
3 Pelat Lantai						
	Beton plat lantai 0.125 m	M³	88.07	Rp	1,073,217.75	Rp 94,515,067.59
	Besi Tulangan	kg	10,302.48	Rp	14,864.50	Rp 153,141,213.96
	Total Beton	M³	88.07			Rp 94,515,067.59
	Total Tulangan	kg	10,302.48			Rp 153,141,213.96
	Total Beton Elevasi + 17.00	M³	224.90			Rp 241,368,818.41
	Total Tulangan Elevasi + 17.00	kg	41,072.78			Rp 610,526,338.31
VIII Elevasi + 21.00						
1 Kolom						
	Beton kolom K4 0.4/0.4 m	M³	2.16	Rp	1,073,217.75	Rp 2,318,150.34
	Besi Tulangan	kg	385.89	Rp	14,864.50	Rp 5,736,061.91
	Beton kolom K5 0.35/0.35 m	M³	12.78	Rp	1,073,217.75	Rp 13,713,576.41
	Besi Tulangan	kg	2,236.68	Rp	14,864.50	Rp 33,247,129.86
	Beton kolom K6 0.25/0.25 m	M³	0.13	Rp	1,073,217.75	Rp 134,152.22
	Besi Tulangan	kg	43.34	Rp	14,864.50	Rp 644,227.43
	Beton kolom KL 0.3/0.3 m	M³	1.38	Rp	1,073,217.75	Rp 1,476,747.62
	Besi Tulangan	kg	283.12	Rp	14,864.50	Rp 4,208,437.24

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.9 : Rekap Volume & Biaya Rencana
Beton dan Tulangan dari Revit 2025 (Lanjutan)**

Volume & Biaya BIM Revit					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume	Harga Sat (Perencana)	Jumlah Harga
			QTO BIM	BOQ & BIM	QTO BIM
	Beton kolom KT 0.3/0.15 m	M³	0.34	Rp 1,073,217.75	Rp 369,186.91
	Besi Tulangan	kg	80.94	Rp 14,864.50	Rp 1,203,132.63
	Total Beton	M³	16.78		Rp 18,011,813.50
	Total Tulangan	kg	3,029.97		Rp 45,038,989.07
2	Balok				
	Beton balok B1A 0.35/0.7 m	M³	26.57	Rp 951,490.75	Rp 25,278,254.76
	Besi Tulangan	kg	6,689.43	Rp 14,867.00	Rp 99,451,755.81
	Beton balok B1B 0.35/0.7 m	M³	16.11	Rp 1,073,217.75	Rp 17,288,464.73
	Besi Tulangan	kg	3,108.97	Rp 14,864.50	Rp 46,213,284.57
	Beton balok B2 A 0.25/0.5 m	M³	3.11	Rp 1,073,217.75	Rp 3,337,707.20
	Besi Tulangan	kg	588.74	Rp 14,864.50	Rp 8,751,325.73
	Beton balok B2 B 0.25/0.5 m	M³	8.60	Rp 1,073,217.75	Rp 9,229,672.65
	Besi Tulangan	kg	2,053.44	Rp 14,864.50	Rp 30,523,358.88
	Beton balok B3 0.25/0.4 m	M³	3.34	Rp 1,073,217.75	Rp 3,582,400.85
	Besi Tulangan	kg	626.44	Rp 14,864.50	Rp 9,311,717.38
	Beton balok B4 0.25/0.3 m	M³	7.78	Rp 1,073,217.75	Rp 8,345,341.22
	Besi Tulangan	kg	1,832.45	Rp 14,864.50	Rp 27,238,453.03
	Total Beton	M³	65.50		Rp 67,061,841.42
	Total Tulangan	kg	14,899.47		Rp 221,489,895.39
3	Plat Lantai				
	Beton plat lantai 0.15 m	M³	37.79	Rp 1,073,217.75	Rp 40,557,971.99
	Besi Tulangan	kg	8,380.70	Rp 14,864.50	Rp 124,574,915.15
	Total Beton	M³	37.79		Rp 40,557,971.99
	Total Tulangan	kg	8,380.70		Rp 124,574,915.15
	Total Beton Elevasi + 21.00	M³	120.07		Rp 125,631,626.90
	Total Tulangan Elevasi + 21.00	kg	26,310.14		Rp 391,103,799.61
IX	Elevasi + 23.00				
1	Balok				
	Beton balok B2A 0.25/0.5 m	M³	9.96	Rp 1,073,217.75	Rp 10,688,175.57
	Besi Tulangan	kg	2,399.43	Rp 14,864.50	Rp 35,666,327.24
	Beton balok B3 0.25/0.4 m	M³	5.75	Rp 1,073,217.75	Rp 6,172,075.28
	Besi Tulangan	kg	218.22	Rp 14,864.50	Rp 3,243,731.19
	Beton balok B4 0.25/0.3 m	M³	9.53	Rp 1,073,217.75	Rp 10,226,691.94
	Besi Tulangan	kg	1,916.78	Rp 14,864.50	Rp 28,491,976.31
	Total Beton	M³	25.24		Rp 27,086,942.79
	Total Tulangan	kg	4,534.43		Rp 67,402,034.74
2	Plat Lantai				
	Beton plat lantai 0.15 m	M³	21.05	Rp 1,073,217.75	Rp 22,588,013.98
	Besi Tulangan	kg	5,028.86	Rp 14,864.50	Rp 74,751,489.47
	Total Beton	M³	21.05		Rp 22,588,013.98

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.9 : Rekap Volume & Biaya Rencana
Beton dan Tulangan dari Revit 2025 (Lanjutan)**

Volume & Biaya BIM Revit					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume	Harga Sat (Perencana)	
			QTO BIM	BOQ & BIM	Jumlah Harga QTO BIM
	Total Tulangan	kg	5,028.86		Rp 74,751,489.47
	Total Beton Elevasi + 23.00	M³	46.29		Rp 49,674,956.78
	Total Tulangan Elevasi + 23.00	kg	9,563.29		Rp 142,153,524.20
X	Elevasi + 23.50				
1	Balok				
	Beton balok B3 0.25/0.4 m	M³	2.19	Rp 1,073,217.75	Rp 2,350,346.87
	Besi Tulangan	kg	1,337.53	Rp 14,864.50	Rp 19,881,714.69
	Beton balok B4 0.25/0.3 m	M³	3.87	Rp 951,490.75	Rp 3,684,172.18
	Besi Tulangan	kg	913.60	Rp 14,867.00	Rp 13,582,491.20
	Total Beton	M³	6.06		Rp 6,034,519.06
	Total Tulangan	kg	2,251.13		Rp 33,464,205.89
2	Plat Lantai				
	Beton plat lantai 0.15 m	M³	6.75	Rp 1,073,217.75	Rp 7,242,073.38
	Besi Tulangan	kg	1,524.20	Rp 14,864.50	Rp 22,656,470.90
	Total Beton	M³	6.75		Rp 7,242,073.38
	Total Tulangan	kg	1,524.20		Rp 22,656,470.90
	Total Beton Elevasi + 23.00	M³	12.81		Rp 13,276,592.43
	Total Tulangan Elevasi + 23.00	kg	3,775.33		Rp 56,120,676.78
Total Volume Beton & Biaya		M³	2,005.35		Rp 2,148,466,600.72
Total Volume Tulangan & Biaya		kg	354,670.98		Rp 5,272,025,789.79
					Rp 7,420,492,390.51

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

3. Rekap Volume & Biaya Rencana Beton dan Tulangan dari Data Proyek

**Tabel L.10 : Rekap Volume & Biaya Rencana
Beton dan Tulangan dari Data Proyek**

Volume & Biaya Bill of Quantity					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume	Harga Sat (Perencana)	Jumlah Harga
			BOQ	BOQ & BIM	BOQ
I	Elevasi -1.50				
1	Pile Cap				
	Beton pile cap PC1 1.2/1.2/0.8 m	M³	7.29	Rp 1,073,217.75	Rp 7,824,830.62
	Besi Tulangan	kg	802.66	Rp 14,864.50	Rp 11,931,109.84
	Beton pile cap PC2 1.2/3/0.8 m	M³	7.29	Rp 1,073,217.75	Rp 7,820,537.74
	Besi Tulangan	kg	904.00	Rp 14,864.50	Rp 13,437,478.27
	Beton pile cap PC3 3/2.76/0.8 m	M³	5.12	Rp 1,073,217.75	Rp 5,490,582.01
	Besi Tulangan	kg	534.34	Rp 14,864.50	Rp 7,942,756.39
	Beton pile cap PC4 3/3/0.8 m	M³	7.20	Rp 1,073,217.75	Rp 7,727,167.80
	Besi Tulangan	kg	552.47	Rp 14,864.50	Rp 8,212,145.72
	Total Beton	M³	26.89		Rp 28,863,118.17
	Total Tulangan	kg	2,793.47		Rp 41,523,490.22
2	Sloof				
	Beton sloof S1 0.35/0.7 m	M³	6.20	Rp 1,073,217.75	Rp 6,651,803.61
	Besi Tulangan	kg	1,713.82	Rp 14,864.50	Rp 25,475,121.98
	Beton Sloof S3 0.25/0.4 m	M³	2.89	Rp 1,073,217.75	Rp 3,102,672.52
	Besi Tulangan	kg	873.44	Rp 14,864.50	Rp 12,983,219.15
	Beton sloof S4 0.25/0.3 m	M³	0.56	Rp 1,073,217.75	Rp 595,635.85
	Besi Tulangan	kg	168.26	Rp 14,864.50	Rp 2,501,100.77
	Total Beton	M³	9.64		Rp 10,350,111.98
	Total Tulangan	kg	2,755.52		Rp 40,959,441.90
3	Plat Lantai				
	Beton plat lantai 0.15 m	M³	10.14	Rp 1,073,217.75	Rp 10,886,720.86
	Besi Tulangan	kg	2,016.13	Rp 14,864.50	Rp 29,968,764.39
	Total Beton	M³	10.14		Rp 10,886,720.86
	Total Tulangan	kg	2,016.13		Rp 29,968,764.39
	Total Beton Elevasi -1.50	M³	46.68		Rp 50,099,951.01
	Total Tulangan Elevasi -1.50	kg	7,565.12		Rp 112,451,696.51
II	Elevasi ± 0.00				
1	Pile Cap				
	Beton pile cap PC1 1.2/1.2/0.8 m	M³	19.58	Rp 1,073,217.75	Rp 21,017,896.42
	Besi Tulangan	kg	2,014.11	Rp 14,864.50	Rp 29,938,797.55
	Beton pile cap PC2 1.2/3/0.8 m	M³	17.28	Rp 1,073,217.75	Rp 18,545,202.72
	Besi Tulangan	kg	1,507.54	Rp 14,864.50	Rp 22,408,843.19
	Beton pile cap PC3 3/2.76/0.8 m	M³	33.49	Rp 1,073,217.75	Rp 35,939,916.01
	Besi Tulangan	kg	3,151.37	Rp 14,864.50	Rp 46,843,598.82
	Beton pile cap PC4 3/3/0.8 m	M³	57.60	Rp 1,073,217.75	Rp 61,817,342.40
	Besi Tulangan	kg	4,577.88	Rp 14,864.50	Rp 68,047,852.67
	Beton pile cap PC5 3/4.32/0.5 m	M³	10.37	Rp 1,073,217.75	Rp 11,127,121.63

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.10 : Rekap Volume & Biaya Rencana
Beton dan Tulangan dari Data Proyek (Lanjutan)**

Volume & Biaya Bill of Quantity					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume	Harga Sat (Perencana)	Jumlah Harga
			BOQ	BOQ & BIM	BOQ
	Besi Tulangan	kg	815.09	Rp 14,864.50	Rp 12,115,860.71
	Total Beton	M³	138.32		Rp 148,447,479.18
	Total Tulangan	kg	12,065.99		Rp 179,354,952.95
2 Kolom					
	Beton kolom K1A 0.6/0.6 m	M³	70.24	Rp 1,073,217.75	Rp 75,387,107.63
	Besi Tulangan	kg	15,175.32	Rp 14,864.50	Rp 225,573,499.55
	Beton kolom K0 0.7/0.7 m	M³	2.56	Rp 1,073,217.75	Rp 2,750,657.09
	Besi Tulangan	kg	459.79	Rp 14,864.50	Rp 6,834,578.18
	Beton kolom K2 Ø 0.5 m	M³	3.52	Rp 1,073,217.75	Rp 3,777,726.48
	Besi Tulangan	kg	713.65	Rp 14,864.50	Rp 10,608,035.56
	Beton kolom K3A 0.5/0.5 m	M³	4.31	Rp 1,073,217.75	Rp 4,620,202.41
	Besi Tulangan	kg	826.89	Rp 14,864.50	Rp 12,291,351.00
	Beton kolom K4 0.4/0.4 m	M³	5.66	Rp 1,073,217.75	Rp 6,070,119.59
	Besi Tulangan	kg	1,104.69	Rp 14,864.50	Rp 16,420,634.78
	Beton kolom K5 0.35/0.35 m	M³	2.81	Rp 1,073,217.75	Rp 3,012,522.22
	Besi Tulangan	kg	691.12	Rp 14,864.50	Rp 10,273,093.78
	Beton kolom K6 0.25/0.25 m	M³	0.31	Rp 1,073,217.75	Rp 335,917.16
	Besi Tulangan	kg	110.15	Rp 14,864.50	Rp 1,637,280.08
	Beton kolom KL 0.3/0.3 m	M³	3.58	Rp 1,073,217.75	Rp 3,837,826.67
	Besi Tulangan	kg	842.84	Rp 14,864.50	Rp 12,528,424.91
	Beton kolom KT 0.3/0.15 m	M³	0.89	Rp 1,073,217.75	Rp 959,456.67
	Besi Tulangan	kg	267.69	Rp 14,864.50	Rp 3,979,107.73
	Total Beton	M³	93.88		Rp 100,751,535.93
	Total Tulangan	kg	20,192.14		Rp 300,146,005.57
3 Sloof					
	Beton sloof S1 A 0.25/0.7 m	M³	114.95	Rp 1,073,217.75	Rp 123,368,526.80
	Besi Tulangan	kg	28,455.36	Rp 14,864.50	Rp 422,974,728.45
	Beton sloof S2 0.25/0.5 m	M³	50.91	Rp 1,073,217.75	Rp 54,638,588.87
	Besi Tulangan	kg	17,181.95	Rp 14,864.50	Rp 255,401,095.78
	Beton sloof S3 0.25/0.4 m	M³	9.43	Rp 1,073,217.75	Rp 10,120,443.38
	Besi Tulangan	kg	2,779.38	Rp 14,864.50	Rp 41,314,153.47
	Beton sloof S4 0.25/0.3 m	M³	18.75	Rp 1,073,217.75	Rp 20,121,759.59
	Besi Tulangan	kg	5,809.54	Rp 14,864.50	Rp 86,355,862.74
	Total Beton	M³	194.04		Rp 208,249,318.65
	Total Tulangan	kg	54,226.23		Rp 806,045,840.43
4 Pelat Lantai					
	Beton plat lantai 0.125 m	M³	171.72	Rp 1,073,217.75	Rp 184,288,659.16
	Besi Tulangan	kg	18,604.66	Rp 14,864.50	Rp 276,548,938.84
	Total Beton	M³	171.72		Rp 184,288,659.16
	Total Tulangan	kg	18,604.66		Rp 276,548,938.84

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.10 : Rekap Volume & Biaya Rencana
Beton dan Tulangan dari Data Proyek**

Volume & Biaya Bill of Quantity					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume	Harga Sat (Perencana)	Jumlah Harga
			BOQ	BOQ & BIM	BOQ
	Total Beton Elevasi ± 0.00	M³	597.96		Rp 641,736,992.92
	Total Tulangan Elevasi ± 0.00	kg	105,089.02		Rp 1,562,095,737.79
III Elevasi + 2.50					
1 Kolom					
	Beton kolom K4 0.4/0.4 m	M³	2.05	Rp 1,073,217.75	Rp 2,197,949.95
	Besi Tulangan	kg	425.35	Rp 14,864.50	Rp 6,322,644.80
	Beton kolom K5 0.35/0.35 m	M³	2.18	Rp 1,073,217.75	Rp 2,339,614.70
	Besi Tulangan	kg	331.35	Rp 14,864.50	Rp 4,925,396.67
	Total Beton	M³	4.23		Rp 4,537,564.65
	Total Tulangan	kg	756.71		Rp 11,248,041.47
2 Balok					
	Beton balok B1A 0.35/0.7 m	M³	11.18	Rp 1,073,217.75	Rp 11,993,208.36
	Besi Tulangan	kg	2,814.38	Rp 14,864.50	Rp 41,834,381.24
	Beton balok B2A 0.25/0.5 m	M³	3.88	Rp 1,073,217.75	Rp 4,159,792.00
	Besi Tulangan	kg	1,023.75	Rp 14,864.50	Rp 15,217,546.74
	Beton balok B4 0.25/0.3 m	M³	1.12	Rp 1,073,217.75	Rp 1,198,784.23
	Besi Tulangan	kg	253.76	Rp 14,864.50	Rp 3,772,045.25
	Total Beton	M³	16.17		Rp 17,351,784.58
	Total Tulangan	kg	4,091.90		Rp 60,823,973.23
3 Pelat Lantai					
	Beton plat lantai 0.125 m	M³	11.28	Rp 1,073,217.75	Rp 12,108,042.66
	Besi Tulangan	kg	1,031.52	Rp 14,864.50	Rp 15,333,073.63
	Total Beton	M³	11.28		Rp 12,108,042.66
	Total Tulangan	kg	1,031.52		Rp 15,333,073.63
	Total Beton Elevasi + 2.50	M³	31.68		Rp 33,997,391.88
	Total Tulangan Elevasi + 2.50	kg	5,880.12		Rp 87,405,088.33
IV Elevasi + 5.00					
1 Kolom					
	Beton kolom K1A 0.6/0.6 m	M³	49.24	Rp 1,073,217.75	Rp 52,846,315.23
	Besi Tulangan	kg	10,427.66	Rp 14,864.50	Rp 155,001,952.07
	Beton kolom K0 0.7/0.7 m	M³	1.96	Rp 1,073,217.75	Rp 2,103,506.79
	Besi Tulangan	kg	326.95	Rp 14,864.50	Rp 4,859,903.68
	Beton kolom K3A 0.5/0.5 m	M³	2.00	Rp 1,073,217.75	Rp 2,146,435.50
	Besi Tulangan	kg	391.62	Rp 14,864.50	Rp 5,821,220.63
	Beton kolom K4 0.4/0.4 m	M³	1.92	Rp 1,073,217.75	Rp 2,060,578.08
	Besi Tulangan	kg	356.52	Rp 14,864.50	Rp 5,299,461.81
	Beton kolom K5 0.35/0.35 m	M³	0.49	Rp 1,073,217.75	Rp 525,876.70
	Besi Tulangan	kg	104.33	Rp 14,864.50	Rp 1,550,843.01

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.10 : Rekap Volume & Biaya Rencana
Beton dan Tulangan dari Data Proyek (Lanjutan)**

Volume & Biaya Bill of Quantity					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume	Harga Sat (Perencana)	Jumlah Harga
			BOQ	BOQ & BIM	BOQ
	Beton kolom K6 0.25/0.25 m	M³	0.25	Rp 1,073,217.75	Rp 268,304.44
	Besi Tulangan	kg	76.45	Rp 14,864.50	Rp 1,136,435.62
	Beton kolom KL 0.3/0.3 m	M³	2.20	Rp 1,073,217.75	Rp 2,361,079.05
	Besi Tulangan	kg	559.35	Rp 14,864.50	Rp 8,314,383.75
	Beton kolom KT 0.3/0.15 m	M³	0.55	Rp 1,073,217.75	Rp 590,269.76
	Besi Tulangan	kg	146.22	Rp 14,864.50	Rp 2,173,487.19
	Total Beton	M³	58.61		Rp 62,902,365.55
	Total Tulangan	kg	12,389.09		Rp 184,157,687.76
2	Balok				
	Beton balok B1A 0.35/0.7 m	M³	65.51	Rp 1,073,217.75	Rp 70,308,641.24
	Besi Tulangan	kg	16,016.64	Rp 14,864.50	Rp 238,079,375.01
	Beton balok B1B 0.35/0.7 m	M³	25.78	Rp 1,073,217.75	Rp 27,671,846.47
	Besi Tulangan	kg	5,524.49	Rp 14,864.50	Rp 82,118,751.88
	Beton balok B2A 0.25/0.5 m	M³	34.30	Rp 1,073,217.75	Rp 36,814,588.48
	Besi Tulangan	kg	9,018.77	Rp 14,864.50	Rp 134,059,491.80
	Beton balok B3 0.25/0.4 m	M³	11.00	Rp 1,073,217.75	Rp 11,800,029.16
	Besi Tulangan	kg	2,094.58	Rp 14,864.50	Rp 31,134,899.27
	Beton balok B4 0.25/0.3 m	M³	12.97	Rp 1,073,217.75	Rp 13,916,414.56
	Besi Tulangan	kg	2,915.98	Rp 14,864.50	Rp 43,344,569.85
	Total Beton	M³	149.56		Rp 160,511,519.91
	Total Tulangan	kg	35,570.46		Rp 528,737,087.81
3	Pelat Lantai				
	Beton plat lantai 0.125 m	M³	143.80	Rp 1,073,217.75	Rp 154,326,566.01
	Besi Tulangan	kg	13,729.84	Rp 14,864.50	Rp 204,087,176.95
	Total Beton	M³	143.80		Rp 154,326,566.01
	Total Tulangan	kg	13,729.84		Rp 204,087,176.95
	Total Beton Elevasi + 5.00	M³	351.97		Rp 377,740,451.47
	Total Tulangan Elevasi + 5.00	kg	61,689.39		Rp 916,981,952.52
V	Elevasi + 9.00				
1	Kolom				
	Beton kolom K1B 0.6/0.6 m	M³	41.76	Rp 1,073,217.75	Rp 44,817,573.24
	Besi Tulangan	kg	8,041.77	Rp 14,864.50	Rp 119,536,845.57
	Beton kolom K3A 0.5/0.5 m	M³	1.98	Rp 1,073,217.75	Rp 2,123,897.93
	Besi Tulangan	kg	424.29	Rp 14,864.50	Rp 6,306,873.57
	Beton kolom K3B 0.5/0.5 m	M³	2.28	Rp 1,073,217.75	Rp 2,451,229.34
	Besi Tulangan	kg	519.25	Rp 14,864.50	Rp 7,718,317.30
	Beton kolom K4 0.4/0.4 m	M³	1.92	Rp 1,073,217.75	Rp 2,060,578.08
	Besi Tulangan	kg	395.31	Rp 14,864.50	Rp 5,876,144.95
	Beton kolom K5 0.35/0.35 m	M³	0.35	Rp 1,073,217.75	Rp 375,626.21

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.10 : Rekap Volume & Biaya Rencana
Beton dan Tulangan dari Data Proyek**

Volume & Biaya Bill of Quantity					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume	Harga Sat (Perencana)	Jumlah Harga
			BOQ	BOQ & BIM	BOQ
	Besi Tulangan	kg	65.27	Rp 14,864.50	Rp 970,146.46
	Beton kolom K6 0.25/0.25 m	M³	0.25	Rp 1,073,217.75	Rp 268,304.44
	Besi Tulangan	kg	92.70	Rp 14,864.50	Rp 1,377,894.56
	Beton kolom KL 0.3/0.3 m	M³	2.20	Rp 1,073,217.75	Rp 2,361,079.05
	Besi Tulangan	kg	525.33	Rp 14,864.50	Rp 7,808,708.33
	Beton kolom KT 0.3/0.15 m	M³	0.55	Rp 1,073,217.75	Rp 590,269.76
	Besi Tulangan	kg	161.45	Rp 14,864.50	Rp 2,399,828.93
	Total Beton	M³	51.29		Rp 55,048,558.05
	Total Tulangan	kg	10,225.35		Rp 151,994,759.67
2	Balok				
	Beton balok B1A 0.35/0.7 m	M³	57.09	Rp 1,073,217.75	Rp 61,273,221.00
	Besi Tulangan	kg	14,956.10	Rp 14,864.50	Rp 222,314,948.45
	Beton balok B1B 0.35/0.7 m	M³	30.82	Rp 1,073,217.75	Rp 33,077,644.27
	Besi Tulangan	kg	6,431.08	Rp 14,864.50	Rp 95,594,773.80
	Beton balok B2A 0.25/0.5 m	M³	34.19	Rp 1,073,217.75	Rp 36,689,022.00
	Besi Tulangan	kg	9,144.72	Rp 14,864.50	Rp 135,931,690.44
	Beton balok B3 0.25/0.4 m	M³	11.20	Rp 1,073,217.75	Rp 12,015,745.93
	Besi Tulangan	kg	2,257.71	Rp 14,864.50	Rp 33,559,745.16
	Beton balok B4 0.25/0.3 m	M³	11.57	Rp 1,073,217.75	Rp 12,416,056.15
	Besi Tulangan	kg	2,907.88	Rp 14,864.50	Rp 43,224,211.99
	Total Beton	M³	144.87		Rp 155,471,689.35
	Total Tulangan	kg	35,697.49		Rp 530,625,369.83
3	Plat Lantai				
	Beton plat lantai 0.150 m	M³	19.70	Rp 1,073,217.75	Rp 21,144,536.11
	Besi Tulangan Wiremesh	kg	648.26	Rp 14,864.50	Rp 9,636,120.23
	Beton plat lantai 0.125 m	M³	124.53	Rp 1,073,217.75	Rp 133,648,879.63
	Besi Tulangan	kg	13,366.28	Rp 14,864.50	Rp 198,683,024.47
	Total Beton	M³	144.23		Rp 154,793,415.74
	Total Tulangan	kg	14,014.54		Rp 208,319,144.69
	Total Beton Elevasi + 9.00	M³	340.39		Rp 365,313,663.14
	Total Tulangan Elevasi + 9.00	kg	59,937.39		Rp 890,939,274.20
VI	Elevasi + 13.00				
1	Kolom				
	Beton kolom K1B 0.6/0.6 m	M³	34.56	Rp 1,073,217.75	Rp 37,090,405.44
	Besi Tulangan	kg	7,513.51	Rp 14,864.50	Rp 111,684,569.40
	Beton kolom K3B 0.5 / 0.5 m	M³	2.25	Rp 1,073,217.75	Rp 2,415,813.16
	Besi Tulangan	kg	427.99	Rp 14,864.50	Rp 6,361,827.63
	Beton kolom K5 0.35/0.25 m	M³	0.49	Rp 1,073,217.75	Rp 525,876.70
	Besi Tulangan	kg	114.95	Rp 14,864.50	Rp 1,708,718.87

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.10 : Rekap Volume & Biaya Rencana
Beton dan Tulangan dari Data Proyek (Lanjutan)**

Volume & Biaya Bill of Quantity					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume	Harga Sat (Perencana)	Jumlah Harga
			BOQ	BOQ & BIM	BOQ
	Beton kolom K6 0.25/0.25 m	M³	0.25	Rp 1,073,217.75	Rp 268,304.44
	Besi Tulangan	kg	84.26	Rp 14,864.50	Rp 1,252,542.23
	Beton kolom KL 0.3/0.3 m	M³	2.20	Rp 1,073,217.75	Rp 2,361,079.05
	Besi Tulangan	kg	539.60	Rp 14,864.50	Rp 8,020,839.61
	Beton kolom KT 0.3/0.15 m	M³	0.55	Rp 1,073,217.75	Rp 590,269.76
	Besi Tulangan	kg	156.62	Rp 14,864.50	Rp 2,328,048.26
	Total Beton	M³	40.30		Rp 43,251,748.54
	Total Tulangan	kg	8,836.93	-	Rp 131,356,545.99
2 Balok					
	Beton balok B1A 0.35/0.7 m	M³	81.71	Rp 1,073,217.75	Rp 87,691,549.13
	Besi Tulangan	kg	21,126.41	Rp 14,864.50	Rp 314,033,491.72
	Beton balok B1B 0.35/0.7 m	M³	5.56	Rp 1,073,217.75	Rp 5,962,797.82
	Besi Tulangan	kg	541.61	Rp 14,864.50	Rp 8,050,791.57
	Beton balok B2A 0.25/0.5 m	M³	34.10	Rp 1,073,217.75	Rp 36,599,944.93
	Besi Tulangan	kg	9,044.59	Rp 14,864.50	Rp 134,443,337.78
	Beton balok B3 0.25/0.4 m	M³	2.31	Rp 1,073,217.75	Rp 2,474,840.13
	Besi Tulangan	kg	364.27	Rp 14,864.50	Rp 5,414,706.28
	Beton balok B4 0.25/0.3 m	M³	11.04	Rp 1,073,217.75	Rp 11,852,616.83
	Besi Tulangan	kg	2,653.27	Rp 14,864.50	Rp 39,439,546.78
	Total Beton	M³	134.72		Rp 144,581,748.84
	Total Tulangan	kg	33,730.15	-	Rp 501,381,874.13
3 Pelat Lantai					
	Beton plat lantai 0.125 m	M³	117.10	Rp 1,073,217.75	Rp 125,668,432.44
	Besi Tulangan	kg	13,349.84	Rp 14,864.50	Rp 198,438,637.22
	Total Beton	M³	117.10		Rp 125,668,432.44
	Total Tulangan	kg	13,349.84	-	Rp 198,438,637.22
	Total Beton Elevasi + 13.00	M³	292.11		Rp 313,501,929.82
	Total Tulangan Elevasi + 13.00	kg	55,916.92	-	Rp 831,177,057.34
VII Elevasi + 17.00					
1 Kolom					
	Beton kolom K1B 0.6/0.6 m	M³	5.76	Rp 1,073,217.75	Rp 6,181,734.24
	Besi Tulangan	kg	1,193.10	Rp 14,864.50	Rp 17,734,775.49
	Beton kolom K1C 0.6/0.6 m	M³	23.04	Rp 1,073,217.75	Rp 24,726,936.96
	Besi Tulangan	kg	4,077.68	Rp 14,864.50	Rp 60,612,674.36
	Beton kolom K3B 0.5/ 0.5 m	M³	2.28	Rp 1,073,217.75	Rp 2,441,570.38
	Besi Tulangan	kg	415.67	Rp 14,864.50	Rp 6,178,711.85
	Beton kolom K5 0.35/0.35 m	M³	0.98	Rp 1,073,217.75	Rp 1,051,753.40
	Besi Tulangan	kg	214.00	Rp 14,864.50	Rp 3,181,017.86
	Beton kolom K6 0.25/0.25 m	M³	0.25	Rp 1,073,217.75	Rp 268,304.44

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.10 : Rekap Volume & Biaya Rencana
Beton dan Tulangan dari Data Proyek**

Volume & Biaya Bill of Quantity					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume	Harga Sat (Perencana)	Jumlah Harga
			BOQ	BOQ & BIM	BOQ
	Besi Tulangan	kg	81.68	Rp 14,864.50	Rp 1,214,102.63
	Beton kolom KL 0.3/0.3 m	M³	2.20	Rp 1,073,217.75	Rp 2,361,079.05
	Besi Tulangan	kg	494.57	Rp 14,864.50	Rp 7,351,491.17
	Beton kolom KT 0.3/0.15 m	M³	0.55	Rp 1,073,217.75	Rp 590,269.76
	Besi Tulangan	kg	142.98	Rp 14,864.50	Rp 2,125,355.94
	Total Beton	M³	35.06		Rp 37,621,648.23
	Total Tulangan	kg	6,619.67		Rp 98,398,129.31
2 Balok					
	Beton balok B1A 0.35/0.7 m	M³	62.71	Rp 1,073,217.75	Rp 67,305,777.97
	Besi Tulangan	kg	16,123.93	Rp 14,864.50	Rp 239,674,172.35
	Beton balok B1B 0.35/0.7 m	M³	1.83	Rp 1,073,217.75	Rp 1,958,622.39
	Besi Tulangan	kg	403.80	Rp 14,864.50	Rp 6,002,240.51
	Beton balok B2 A 0.25/0.5 m	M³	25.68	Rp 1,073,217.75	Rp 27,555,938.95
	Besi Tulangan	kg	6,057.74	Rp 14,864.50	Rp 90,045,246.50
	Beton balok B3 0.25/0.4 m	M³	3.42	Rp 1,073,217.75	Rp 3,670,404.71
	Besi Tulangan	kg	731.42	Rp 14,864.50	Rp 10,872,148.00
	Beton balok B4 0.25/0.3 m	M³	9.09	Rp 1,073,217.75	Rp 9,759,842.22
	Besi Tulangan	kg	2,145.33	Rp 14,864.50	Rp 31,889,272.65
	Total Beton	M³	102.73		Rp 110,250,586.24
	Total Tulangan	kg	25,462.21		Rp 378,483,080.00
3 Pelat Lantai					
	Beton plat lantai 0.125 m	M³	92.05	Rp 1,073,217.75	Rp 98,786,474.23
	Besi Tulangan	kg	11,007.26	Rp 14,864.50	Rp 163,617,371.68
	Total Beton	M³	92.05		Rp 98,786,474.23
	Total Tulangan	kg	11,007.26		Rp 163,617,371.68
	Total Beton Elevasi + 17.00	M³	229.83		Rp 246,658,708.70
	Total Tulangan Elevasi + 17.00	kg	43,089.14		Rp 640,498,580.99
VIII Elevasi + 21.00					
1 Kolom					
	Beton kolom K4 0.4/0.4 m	M³	1.73	Rp 1,073,217.75	Rp 1,859,886.36
	Besi Tulangan	kg	467.39	Rp 14,864.50	Rp 6,947,503.79
	Beton kolom K5 0.35/0.35 m	M³	13.35	Rp 1,073,217.75	Rp 14,322,090.87
	Besi Tulangan	kg	3,238.25	Rp 14,864.50	Rp 48,135,011.72
	Beton kolom K6 0.25/0.25 m	M³	0.13	Rp 1,073,217.75	Rp 134,152.22
	Besi Tulangan	kg	47.87	Rp 14,864.50	Rp 711,578.48
	Beton kolom KL 0.3/0.3 m	M³	1.38	Rp 1,073,217.75	Rp 1,475,674.41
	Besi Tulangan	kg	313.08	Rp 14,864.50	Rp 4,653,718.20
	Beton kolom KT 0.3/0.15 m	M³	0.34	Rp 1,073,217.75	Rp 369,186.91
	Besi Tulangan	kg	93.15	Rp 14,864.50	Rp 1,384,657.90

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.10 : Rekap Volume & Biaya Rencana
Beton dan Tulangan dari Data Proyek (Lanjutan)**

Volume & Biaya Bill of Quantity					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume	Harga Sat (Perencana)	Jumlah Harga
			BOQ	BOQ & BIM	BOQ
	Total Beton	M³	16.92		Rp 18,160,990.77
	Total Tulangan	kg	4,159.74		Rp 61,832,470.09
2	Balok				
	Beton balok B1A 0.35/0.7 m	M³	26.84	Rp 951,490.75	Rp 25,539,914.71
	Besi Tulangan	kg	6,606.74	Rp 14,867.00	Rp 98,222,433.31
	Beton balok B1B 0.35/0.7 m	M³	15.22	Rp 1,073,217.75	Rp 16,332,227.72
	Besi Tulangan	kg	2,887.22	Rp 14,864.50	Rp 42,917,096.55
	Beton balok B2 A 0.25/0.5 m	M³	3.35	Rp 1,073,217.75	Rp 3,597,425.90
	Besi Tulangan	kg	783.93	Rp 14,864.50	Rp 11,652,668.03
	Beton balok B2 B 0.25/0.5 m	M³	8.78	Rp 1,073,217.75	Rp 9,419,632.19
	Besi Tulangan	kg	2,245.30	Rp 14,864.50	Rp 33,375,306.44
	Beton balok B3 0.25/0.4 m	M³	4.07	Rp 1,073,217.75	Rp 4,364,776.59
	Besi Tulangan	kg	665.34	Rp 14,864.50	Rp 9,889,872.11
	Beton balok B4 0.25/0.3 m	M³	8.08	Rp 1,073,217.75	Rp 8,675,892.29
	Besi Tulangan	kg	1,849.72	Rp 14,864.50	Rp 27,495,148.08
	Total Beton	M³	66.34		Rp 67,929,869.40
	Total Tulangan	kg	15,038.25		Rp 223,552,524.52
3	Pelat Lantai				
	Beton plat lantai 0.15 m	M³	42.36	Rp 1,073,217.75	Rp 45,463,650.33
	Besi Tulangan	kg	10,281.65	Rp 14,864.50	Rp 152,831,616.15
	Total Beton	M³	42.36		Rp 45,463,650.33
	Total Tulangan	kg	10,281.65		Rp 152,831,616.15
	Total Beton Elevasi + 21.00	M³	125.62		Rp 131,554,510.49
	Total Tulangan Elevasi + 21.00	kg	29,479.64		Rp 438,216,610.77
IX	Elevasi + 23.00				
1	Balok				
	Beton balok B2A 0.25/0.5 m	M³	10.91	Rp 1,073,217.75	Rp 11,705,586.00
	Besi Tulangan	kg	2,563.67	Rp 14,864.50	Rp 38,107,628.12
	Beton balok B3 0.25/0.4 m	M³	7.11	Rp 1,073,217.75	Rp 7,630,578.20
	Besi Tulangan	kg	360.22	Rp 14,864.50	Rp 5,354,460.46
	Beton balok B4 0.25/0.3 m	M³	9.70	Rp 1,073,217.75	Rp 10,404,846.09
	Besi Tulangan	kg	1,941.12	Rp 14,864.50	Rp 28,853,822.83
	Total Beton	M³	27.71		Rp 29,741,010.29
	Total Tulangan	kg	4,865.01		Rp 72,315,911.42
2	Pelat Lantai				
	Beton plat lantai 0.15 m	M³	30.00	Rp 1,073,217.75	Rp 32,196,532.50
	Besi Tulangan	kg	6,193.35	Rp 14,864.50	Rp 92,061,080.80
	Total Beton	M³	30.00		Rp 32,196,532.50
	Total Tulangan	kg	6,193.35		Rp 92,061,080.80

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.10 : Rekap Volume & Biaya Rencana
Beton dan Tulangan dari Data Proyek**

Volume & Biaya Bill of Quantity					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume	Harga Sat (Perencana)	Jumlah Harga
			BOQ	BOQ & BIM	BOQ
	Total Beton Elevasi + 23.00	M³	57.71		Rp 61,937,542.79
	Total Tulangan Elevasi + 23.00	kg	11,058.36		Rp 164,376,992.22
X	Elevasi + 23.50				
1	Balok				
	Beton balok B3 0.25/0.4 m	M³	3.48	Rp 1,073,217.75	Rp 3,738,017.42
	Besi Tulangan	kg	1,438.87	Rp 14,864.50	Rp 21,388,142.57
	Beton balok B4 0.25/0.3 m	M³	4.02	Rp 951,490.75	Rp 3,827,847.29
	Besi Tulangan	kg	945.83	Rp 14,867.00	Rp 14,061,714.08
	Total Beton	M³	7.51		Rp 7,565,864.71
	Total Tulangan	kg	2,384.71		Rp 35,449,856.65
2	Pelat Lantai				
	Beton plat lantai 0.15 m	M³	7.19	Rp 1,073,217.75	Rp 7,718,582.06
	Besi Tulangan	kg	1,606.08	Rp 14,864.50	Rp 23,873,576.16
	Total Beton	M³	7.19		Rp 7,718,582.06
	Total Tulangan	kg	1,606.08		Rp 23,873,576.16
	Total Beton Elevasi + 23.00	M³	14.70		Rp 15,284,446.77
	Total Tulangan Elevasi + 23.00	kg	3,990.79		Rp 59,323,432.81
	Total Volume Beton & Biaya	M³	2,088.66		Rp 2,237,825,588.99
	Total Volume Tulangan & Biaya	kg	383,695.89		Rp 5,703,466,423.48
					Rp 7,941,292,012.47

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

4. Rekap Volume & Biaya Realisasi Beton dan Tulangan dari Data Proyek

**Tabel L.11 : Rekap Volume & Biaya Realisasi
Beton dan Tulangan dari Data Proyek**

Volume & Biaya Realisasi					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume	Harga Sat (Kontraktor)	Jumlah Harga
			Realisasi	Realisasi	Realisasi
I	Elevasi -1.50				
1	Pile Cap				
	Beton pile cap PC1 1.2/1.2/0.8 m	M³	8.06	Rp 989,150.00	Rp 7,976,505.60
	Besi Tulangan	kg	1,236.27	Rp 13,700.00	Rp 16,936,856.80
	Beton pile cap PC2 1.2/3/0.8 m	M³	8.64	Rp 989,150.00	Rp 8,546,256.00
	Besi Tulangan	kg	1,136.96	Rp 13,700.00	Rp 15,576,309.10
	Beton pile cap PC3 3/2.76/0.8 m	M³	6.62	Rp 989,150.00	Rp 6,552,129.60
	Besi Tulangan	kg	842.17	Rp 13,700.00	Rp 11,537,786.95
	Beton pile cap PC4 3/3/0.8 m	M³	7.20	Rp 989,150.00	Rp 7,121,880.00
	Besi Tulangan	kg	784.82	Rp 13,700.00	Rp 10,752,072.91
	Total Beton	M³	30.53		Rp 30,196,771.20
	Total Tulangan	kg	4,000.22		Rp 54,803,025.76
2	Sloof				
	Beton sloof S1 0.35/0.7 m	M³	7.84	Rp 989,150.00	Rp 7,754,936.00
	Besi Tulangan	kg	2,383.03	Rp 13,700.00	Rp 32,647,555.41
	Beton Sloof S3 0.25/0.4 m	M³	3.45	Rp 989,150.00	Rp 3,412,567.50
	Besi Tulangan	kg	1,002.35	Rp 13,700.00	Rp 13,732,146.23
	Beton sloof S4 0.25/0.3 m	M³	0.60	Rp 989,150.00	Rp 593,490.00
	Besi Tulangan	kg	192.57	Rp 13,700.00	Rp 2,638,246.81
	Total Beton	M³	11.89		Rp 11,760,993.50
	Total Tulangan	kg	3,577.95		Rp 49,017,948.45
3	Plat Lantai				
	Beton plat lantai 0.15 m	M³	12.45	Rp 989,150.00	Rp 12,314,917.50
	Besi Tulangan	kg	2,407.07	Rp 13,700.00	Rp 32,976,922.59
	Total Beton	M³	12.45		Rp 12,314,917.50
	Total Tulangan	kg	2,407.07		Rp 32,976,922.59
	Total Beton Elevasi -1.50	M³	54.87		Rp 54,272,682.20
	Total Tulangan Elevasi -1.50	kg	9,985.25		Rp 136,797,896.80
II	Elevasi ± 0.00				
1	Pile Cap				
	Beton pile cap PC1 1.2/1.2/0.8 m	M³	19.58	Rp 989,150.00	Rp 19,371,513.60
	Besi Tulangan	kg	3,002.36	Rp 13,700.00	Rp 41,132,366.52
	Beton pile cap PC2 1.2/3/0.8 m	M³	17.28	Rp 989,150.00	Rp 17,092,512.00
	Besi Tulangan	kg	2,312.38	Rp 13,700.00	Rp 31,679,639.98
	Beton pile cap PC3 3/2.76/0.8 m	M³	33.49	Rp 989,150.00	Rp 33,124,655.20
	Besi Tulangan	kg	4,257.66	Rp 13,700.00	Rp 58,329,922.91
	Beton pile cap PC4 3/3/0.8 m	M³	57.60	Rp 989,150.00	Rp 56,975,040.00
	Besi Tulangan	kg	6,278.58	Rp 13,700.00	Rp 86,016,583.26
	Beton pile cap PC5 3/4.32/0.5 m	M³	10.37	Rp 989,150.00	Rp 10,255,507.20

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.11 : Rekap Volume & Biaya Realisasi
Beton dan Tulangan dari Data Proyek

Volume & Biaya Realisasi					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume	Harga Sat (Kontraktor)	Jumlah Harga
			Realisasi	Realisasi	Realisasi
	Besi Tulangan	kg	1,083.00	Rp 13,700.00	Rp 14,837,046.30
	Total Beton	M³	138.32		Rp 136,819,228.00
	Total Tulangan	kg	16,933.98		Rp 231,995,558.97
2	Kolom				
	Beton kolom K1A 0.6/0.6 m	M³	69.80	Rp 989,150.00	Rp 69,046,626.60
	Besi Tulangan	kg	20,453.95	Rp 13,700.00	Rp 280,219,068.42
	Beton kolom K0 0.7/0.7 m	M³	2.45	Rp 989,150.00	Rp 2,423,417.50
	Besi Tulangan	kg	552.04	Rp 13,700.00	Rp 7,562,923.34
	Beton kolom K2 Ø 0.5 m	M³	3.93	Rp 989,150.00	Rp 3,884,382.97
	Besi Tulangan	kg	1,250.93	Rp 13,700.00	Rp 17,137,685.87
	Beton kolom K3A 0.5/0.5 m	M³	7.33	Rp 989,150.00	Rp 7,247,996.63
	Besi Tulangan	kg	2,016.77	Rp 13,700.00	Rp 27,629,796.95
	Beton kolom K4 0.4/0.4 m	M³	5.30	Rp 989,150.00	Rp 5,238,538.40
	Besi Tulangan	kg	1,864.16	Rp 13,700.00	Rp 25,538,956.49
	Beton kolom K5 0.35/0.35 m	M³	5.10	Rp 989,150.00	Rp 5,040,708.40
	Besi Tulangan	kg	1,996.63	Rp 13,700.00	Rp 27,353,865.54
	Beton kolom K6 0.25/0.25 m	M³	0.31	Rp 989,150.00	Rp 309,109.38
	Besi Tulangan	kg	168.87	Rp 13,700.00	Rp 2,313,536.16
	Beton kolom KL 0.3/0.3 m	M³	3.58	Rp 989,150.00	Rp 3,536,211.25
	Besi Tulangan	kg	1,205.67	Rp 13,700.00	Rp 16,517,640.64
	Beton kolom KT 0.3/0.15 m	M³	0.89	Rp 989,150.00	Rp 884,052.81
	Besi Tulangan	kg	326.59	Rp 13,700.00	Rp 4,474,316.98
	Total Beton	M³	98.68		Rp 97,611,043.93
	Total Tulangan	kg	29,835.61		Rp 408,747,790.38
3	Sloof				
	Beton sloof S1 A 0.25/0.7 m	M³	120.33	Rp 989,150.00	Rp 119,026,150.51
	Besi Tulangan	kg	33,424.89	Rp 13,700.00	Rp 457,921,012.10
	Beton sloof S2 0.25/0.5 m	M³	50.57	Rp 989,150.00	Rp 50,020,079.06
	Besi Tulangan	kg	18,619.24	Rp 13,700.00	Rp 255,083,522.93
	Beton sloof S3 0.25/0.4 m	M³	12.12	Rp 989,150.00	Rp 11,983,552.25
	Besi Tulangan	kg	4,125.14	Rp 13,700.00	Rp 56,514,423.97
	Beton sloof S4 0.25/0.3 m	M³	17.52	Rp 989,150.00	Rp 17,329,908.00
	Besi Tulangan	kg	6,007.28	Rp 13,700.00	Rp 82,299,785.76
	Total Beton	M³	200.54		Rp 198,359,689.83
	Total Tulangan	kg	62,176.55		Rp 851,818,744.76
4	Pelat Lantai				
	Beton plat lantai 0.125 m	M³	199.81	Rp 989,150.00	Rp 197,639,588.63
	Besi Tulangan	kg	18,536.87	Rp 13,700.00	Rp 253,955,082.22
	Total Beton	M³	199.81		Rp 197,639,588.63
	Total Tulangan	kg	18,536.87		Rp 253,955,082.22

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.11 : Rekap Volume & Biaya Realisasi
Beton dan Tulangan dari Data Proyek

Volume & Biaya Realisasi					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume Realisasi	Harga Sat (Kontraktor) Realisasi	Jumlah Harga Realisasi
	Total Beton Elevasi ± 0.00	M³	637.34	-	Rp 630,429,550.38
	Total Tulangan Elevasi ± 0.00	kg	127,483.01	-	Rp 1,746,517,176.33
III Elevasi + 2.50					
1 Kolom					
	Beton kolom K4 0.4/0.4 m	M³	2.54	Rp 989,150.00	Rp 2,510,462.70
	Besi Tulangan	kg	482.13	Rp 13,700.00	Rp 6,605,126.20
	Beton kolom K5 0.35/0.35 m	M³	2.75	Rp 989,150.00	Rp 2,722,140.80
	Besi Tulangan	kg	392.20	Rp 13,700.00	Rp 5,373,140.00
	Total Beton	M³	5.29	-	Rp 5,232,603.50
	Total Tulangan	kg	874.33	-	Rp 11,978,266.20
2 Balok					
	Beton balok B1A 0.35/0.7 m	M³	12.85	Rp 989,150.00	Rp 12,705,631.75
	Besi Tulangan	kg	3,042.76	Rp 13,700.00	Rp 41,685,812.00
	Beton balok B2A 0.25/0.5 m	M³	4.00	Rp 989,150.00	Rp 3,956,600.00
	Besi Tulangan	kg	1,339.37	Rp 13,700.00	Rp 18,349,388.36
	Beton balok B4 0.25/0.3 m	M³	1.58	Rp 989,150.00	Rp 1,557,911.25
	Besi Tulangan	kg	288.40	Rp 13,700.00	Rp 3,951,080.00
	Total Beton	M³	18.42	-	Rp 18,220,143.00
	Total Tulangan	kg	4,670.53	-	Rp 63,986,280.36
3 Pelat Lantai					
	Beton plat lantai 0.125 m	M³	12.73	Rp 989,150.00	Rp 12,595,836.10
	Besi Tulangan	kg	1,734.94	Rp 13,700.00	Rp 23,768,609.50
	Total Beton	M³	12.73	-	Rp 12,595,836.10
	Total Tulangan	kg	1,734.94	-	Rp 23,768,609.50
	Total Beton Elevasi + 2.50	M³	36.44	-	Rp 36,048,582.60
	Total Tulangan Elevasi + 2.50	kg	7,279.79	-	Rp 99,733,156.06
IV Elevasi + 5.00					
1 Kolom					
	Beton kolom K1A 0.6/0.6 m	M³	50.76	Rp 989,150.00	Rp 50,209,254.00
	Besi Tulangan	kg	15,863.70	Rp 13,700.00	Rp 217,332,744.80
	Beton kolom K0 0.7/0.7 m	M³	1.96	Rp 989,150.00	Rp 1,938,734.00
	Besi Tulangan	kg	472.34	Rp 13,700.00	Rp 6,471,037.18
	Beton kolom K3A 0.5/0.5 m	M³	2.00	Rp 989,150.00	Rp 1,978,300.00
	Besi Tulangan	kg	534.24	Rp 13,700.00	Rp 7,319,041.97
	Beton kolom K4 0.4/0.4 m	M³	1.92	Rp 989,150.00	Rp 1,899,168.00
	Besi Tulangan	kg	653.18	Rp 13,700.00	Rp 8,948,533.95
	Beton kolom K5 0.35/0.35 m	M³	0.49	Rp 989,150.00	Rp 484,683.50
	Besi Tulangan	kg	131.21	Rp 13,700.00	Rp 1,797,637.80

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.11 : Rekap Volume & Biaya Realisasi
Beton dan Tulangan dari Data Proyek

Volume & Biaya Realisasi					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume	Harga Sat (Kontraktor)	Jumlah Harga
			Realisasi	Realisasi	Realisasi
	Beton kolom K6 0.25/0.25 m	M³	0.25	Rp 989,150.00	Rp 247,287.50
	Besi Tulangan	kg	75.96	Rp 13,700.00	Rp 1,040,687.99
	Beton kolom KL 0.3/0.3 m	M³	2.20	Rp 989,150.00	Rp 2,176,130.00
	Besi Tulangan	kg	690.14	Rp 13,700.00	Rp 9,454,981.57
	Beton kolom KT 0.3/0.15 m	M³	0.55	Rp 989,150.00	Rp 544,032.50
	Besi Tulangan	kg	196.19	Rp 13,700.00	Rp 2,687,829.30
	Total Beton	M³	60.13		Rp 59,477,589.50
	Total Tulangan	kg	18,616.98		Rp 255,052,594.56
2	Balok				
	Beton balok B1A 0.35/0.7 m	M³	67.62	Rp 989,150.00	Rp 66,886,323.00
	Besi Tulangan	kg	20,491.13	Rp 13,700.00	Rp 280,728,451.62
	Beton balok B1B 0.35/0.7 m	M³	24.82	Rp 989,150.00	Rp 24,549,219.28
	Besi Tulangan	kg	6,228.48	Rp 13,700.00	Rp 85,330,158.54
	Beton balok B2A 0.25/0.5 m	M³	32.94	Rp 989,150.00	Rp 32,580,128.13
	Besi Tulangan	kg	11,028.89	Rp 13,700.00	Rp 151,095,744.80
	Beton balok B3 0.25/0.4 m	M³	11.90	Rp 989,150.00	Rp 11,773,357.88
	Besi Tulangan	kg	2,375.77	Rp 13,700.00	Rp 32,548,048.27
	Beton balok B4 0.25/0.3 m	M³	14.03	Rp 989,150.00	Rp 13,872,828.75
	Besi Tulangan	kg	3,483.01	Rp 13,700.00	Rp 47,717,273.06
	Total Beton	M³	151.30		Rp 149,661,857.03
	Total Tulangan	kg	43,607.28		Rp 597,419,676.28
3	Plat Lantai				
	Beton plat lantai 0.125 m	M³	164.00	Rp 989,150.00	Rp 162,220,600.00
	Besi Tulangan	kg	13,730.32	Rp 13,700.00	Rp 188,105,337.89
	Total Beton	M³	164.00		Rp 162,220,600.00
	Total Tulangan	kg	13,730.32		Rp 188,105,337.89
	Total Beton Elevasi + 5.00	M³	375.43		Rp 371,360,046.53
	Total Tulangan Elevasi + 5.00	kg	75,954.57		Rp 1,040,577,608.73
V	Elevasi + 9.00				
1	Kolom				
	Beton kolom K1B 0.6/0.6 m	M³	41.76	Rp 989,150.00	Rp 41,306,904.00
	Besi Tulangan	kg	12,113.42	Rp 13,700.00	Rp 165,953,815.09
	Beton kolom K3A 0.5/0.5 m	M³	2.50	Rp 989,150.00	Rp 2,472,875.00
	Besi Tulangan	kg	675.52	Rp 13,700.00	Rp 9,254,596.60
	Beton kolom K3B 0.5/0.5 m	M³	2.50	Rp 989,150.00	Rp 2,472,875.00
	Besi Tulangan	kg	675.52	Rp 13,700.00	Rp 9,254,596.60
	Beton kolom K4 0.4/0.4 m	M³	1.92	Rp 989,150.00	Rp 1,899,168.00
	Besi Tulangan	kg	588.58	Rp 13,700.00	Rp 8,063,487.91
	Beton kolom K5 0.35/0.35 m	M³	0.20	Rp 989,150.00	Rp 193,873.40

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.11 : Rekap Volume & Biaya Realisasi
Beton dan Tulangan dari Data Proyek

Volume & Biaya Realisasi					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume	Harga Sat (Kontraktor)	Jumlah Harga
			Realisasi	Realisasi	Realisasi
	Besi Tulangan	kg	54.22	Rp 13,700.00	Rp 742,867.15
	Beton kolom K6 0.25/0.25 m	M³	0.25	Rp 989,150.00	Rp 247,287.50
	Besi Tulangan	kg	144.77	Rp 13,700.00	Rp 1,983,311.87
	Beton kolom KL 0.3/0.3 m	M³	2.20	Rp 989,150.00	Rp 2,176,130.00
	Besi Tulangan	kg	690.14	Rp 13,700.00	Rp 9,454,981.57
	Beton kolom KT 0.3/0.15 m	M³	0.55	Rp 989,150.00	Rp 544,032.50
	Besi Tulangan	kg	196.19	Rp 13,700.00	Rp 2,687,829.30
	Total Beton	M³	51.88		Rp 51,313,145.40
	Total Tulangan	kg	15,138.36		Rp 207,395,486.10
2	Balok				
	Beton balok B1A 0.35/0.7 m	M³	56.84	Rp 989,150.00	Rp 56,223,286.00
	Besi Tulangan	kg	17,224.43	Rp 13,700.00	Rp 235,974,640.49
	Beton balok B1B 0.35/0.7 m	M³	31.36	Rp 989,150.00	Rp 31,019,744.00
	Besi Tulangan	kg	7,870.14	Rp 13,700.00	Rp 107,820,930.83
	Beton balok B2A 0.25/0.5 m	M³	31.00	Rp 989,150.00	Rp 30,663,650.00
	Besi Tulangan	kg	10,380.13	Rp 13,700.00	Rp 142,207,759.81
	Beton balok B3 0.25/0.4 m	M³	11.83	Rp 989,150.00	Rp 11,701,644.50
	Besi Tulangan	kg	2,361.30	Rp 13,700.00	Rp 32,349,792.98
	Beton balok B4 0.25/0.3 m	M³	12.52	Rp 989,150.00	Rp 12,385,394.44
	Besi Tulangan	kg	3,109.57	Rp 13,700.00	Rp 42,601,062.77
	Total Beton	M³	143.55		Rp 141,993,718.94
	Total Tulangan	kg	40,945.56		Rp 560,954,186.88
3	Plat Lantai				
	Beton plat lantai 0.150 m	M³	28.80	Rp 989,150.00	Rp 28,487,520.00
	Besi Tulangan Wiremesh	kg	1,057.42	Rp 15,050.00	Rp 15,914,131.95
	Beton plat lantai 0.125 m	M³	161.50	Rp 989,150.00	Rp 159,747,725.00
	Besi Tulangan	kg	13,521.01	Rp 13,700.00	Rp 185,237,878.47
	Total Beton	M³	190.30		Rp 188,235,245.00
	Total Tulangan	kg	14,578.43		Rp 201,152,010.42
	Total Beton Elevasi + 9.00	M³	385.73		Rp 381,542,109.34
	Total Tulangan Elevasi + 9.00	kg	70,662.35		Rp 969,501,683.40
VI	Elevasi + 13.00				
1	Kolom				
	Beton kolom K1B 0.6/0.6 m	M³	34.56	Rp 989,150.00	Rp 34,185,024.00
	Besi Tulangan	kg	10,826.20	Rp 13,700.00	Rp 148,318,918.08
	Beton kolom K3B 0.5 / 0.5 m	M³	3.00	Rp 989,150.00	Rp 2,967,450.00
	Besi Tulangan	kg	801.35	Rp 13,700.00	Rp 10,978,562.95
	Beton kolom K5 0.35/0.25 m	M³	0.49	Rp 989,150.00	Rp 484,683.50
	Besi Tulangan	kg	237.33	Rp 13,700.00	Rp 3,251,373.13

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.11 : Rekap Volume & Biaya Realisasi
Beton dan Tulangan dari Data Proyek

Volume & Biaya Realisasi					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume Realisasi	Harga Sat (Kontraktor) Realisasi	Jumlah Harga Realisasi
	Beton kolom K6 0.25/0.25 m	M³	0.25	Rp 989,150.00	Rp 247,287.50
	Besi Tulangan	kg	108.50	Rp 13,700.00	Rp 1,486,500.83
	Beton kolom KL 0.3/0.3 m	M³	2.20	Rp 989,150.00	Rp 2,176,130.00
	Besi Tulangan	kg	690.14	Rp 13,700.00	Rp 9,454,981.57
	Beton kolom KT 0.3/0.15 m	M³	0.55	Rp 989,150.00	Rp 544,032.50
	Besi Tulangan	kg	196.19	Rp 13,700.00	Rp 2,687,829.30
	Total Beton	M³	41.05	-	Rp 40,604,607.50
	Total Tulangan	kg	12,859.72	-	Rp 176,178,165.86
2	Balok				
	Beton balok B1A 0.35/0.7 m	M³	82.53	Rp 989,150.00	Rp 81,631,582.05
	Besi Tulangan	kg	24,351.78	Rp 13,700.00	Rp 333,619,319.31
	Beton balok B1B 0.35/0.7 m	M³	5.88	Rp 989,150.00	Rp 5,816,202.00
	Besi Tulangan	kg	1,475.65	Rp 13,700.00	Rp 20,216,424.53
	Beton balok B2A 0.25/0.5 m	M³	33.50	Rp 989,150.00	Rp 33,136,525.00
	Besi Tulangan	kg	11,217.24	Rp 13,700.00	Rp 153,676,127.54
	Beton balok B2B 0.25/0.5 m	M³	2.25	Rp 989,150.00	Rp 2,225,587.50
	Besi Tulangan	kg	594.45	Rp 13,700.00	Rp 8,144,013.50
	Beton balok B3 0.25/0.4 m	M³	2.53	Rp 989,150.00	Rp 2,500,571.20
	Besi Tulangan	kg	399.21	Rp 13,700.00	Rp 5,469,111.24
	Beton balok B4 0.25/0.3 m	M³	11.85	Rp 989,150.00	Rp 11,721,427.50
	Besi Tulangan	kg	2,942.87	Rp 13,700.00	Rp 40,317,268.15
	Total Beton	M³	136.29	-	Rp 137,031,895.25
	Total Tulangan	kg	40,386.73	-	Rp 561,442,264.26
3	Plat Lantai				
	Beton plat lantai 0.125 m	M³	139.47	Rp 989,150.00	Rp 137,957,986.94
	Besi Tulangan	kg	15,234.56	Rp 13,700.00	Rp 208,713,472.00
	Total Beton	M³	139.47	-	Rp 137,957,986.94
	Total Tulangan	kg	15,234.56	-	Rp 208,713,472.00
	Total Beton Elevasi + 13.00	M³	316.81	-	Rp 315,594,489.69
	Total Tulangan Elevasi + 13.00	kg	68,481.01	-	Rp 946,333,902.13
VII	Elevasi + 17.00				
1	Kolom				
	Beton kolom K1B 0.6/0.6 m	M³	5.76	Rp 989,150.00	Rp 5,697,504.00
	Besi Tulangan	kg	1,670.82	Rp 13,700.00	Rp 22,890,181.39
	Beton kolom K1C 0.6/0.6 m	M³	23.04	Rp 989,150.00	Rp 22,790,016.00
	Besi Tulangan	kg	6,149.06	Rp 13,700.00	Rp 84,242,172.42
	Beton kolom K3B 0.5/ 0.5 m	M³	3.00	Rp 989,150.00	Rp 2,967,450.00
	Besi Tulangan	kg	801.35	Rp 13,700.00	Rp 10,978,562.95
	Beton kolom K5 0.35/0.35 m	M³	0.98	Rp 989,150.00	Rp 969,367.00

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.11 : Rekap Volume & Biaya Realisasi
Beton dan Tulangan dari Data Proyek

Volume & Biaya Realisasi					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume	Harga Sat (Kontraktor)	Jumlah Harga
			Realisasi	Realisasi	Realisasi
	Besi Tulangan	kg	330.70	Rp 13,700.00	Rp 4,530,650.83
	Beton kolom K6 0.25/0.25 m	M³	0.25	Rp 989,150.00	Rp 247,287.50
	Besi Tulangan	kg	108.50	Rp 13,700.00	Rp 1,486,500.83
	Beton kolom KL 0.3/0.3 m	M³	2.20	Rp 989,150.00	Rp 2,176,130.00
	Besi Tulangan	kg	690.14	Rp 13,700.00	Rp 9,454,981.57
	Beton kolom KT 0.3/0.15 m	M³	0.55	Rp 989,150.00	Rp 544,032.50
	Besi Tulangan	kg	196.19	Rp 13,700.00	Rp 2,687,829.30
	Total Beton	M³	35.78		Rp 35,391,787.00
	Total Tulangan	kg	9,946.78		Rp 136,270,879.29
2	Balok				
	Beton balok B1A 0.35/0.7 m	M³	62.72	Rp 989,150.00	Rp 62,039,488.00
	Besi Tulangan	kg	19,006.26	Rp 13,700.00	Rp 260,385,810.19
	Beton balok B1B 0.35/0.7 m	M³	1.96	Rp 989,150.00	Rp 1,938,734.00
	Besi Tulangan	kg	491.88	Rp 13,700.00	Rp 6,738,808.18
	Beton balok B2 A 0.25/0.5 m	M³	26.72	Rp 989,150.00	Rp 26,434,638.09
	Besi Tulangan	kg	6,023.07	Rp 13,700.00	Rp 82,516,018.49
	Beton balok B3 0.25/0.4 m	M³	3.60	Rp 989,150.00	Rp 3,560,940.00
	Besi Tulangan	kg	1,045.93	Rp 13,700.00	Rp 14,329,196.06
	Beton balok B4 0.25/0.3 m	M³	9.49	Rp 989,150.00	Rp 9,384,560.63
	Besi Tulangan	kg	2,356.16	Rp 13,700.00	Rp 32,279,331.77
	Total Beton	M³	104.49		Rp 103,358,360.72
	Total Tulangan	kg	28,923.30		Rp 396,249,164.70
3	Plat Lantai				
	Beton plat lantai 0.125 m	M³	113.29	Rp 989,150.00	Rp 112,063,276.38
	Besi Tulangan	kg	12,535.12	Rp 13,700.00	Rp 171,731,144.00
	Total Beton	M³	113.29		Rp 112,063,276.38
	Total Tulangan	kg	12,535.12		Rp 171,731,144.00
	Total Beton Elevasi + 17.00	M³	253.56		Rp 250,813,424.09
	Total Tulangan Elevasi + 17.00	kg	51,405.20		Rp 704,251,187.99
VIII	Elevasi + 21.00				
1	Kolom				
	Beton kolom K4 0.4/0.4 m	M³	1.34	Rp 989,150.00	Rp 1,321,504.40
	Besi Tulangan	kg	662.33	Rp 13,700.00	Rp 9,073,977.55
	Beton kolom K5 0.35/0.35 m	M³	15.21	Rp 989,150.00	Rp 15,049,422.68
	Besi Tulangan	kg	5,121.41	Rp 13,700.00	Rp 70,163,337.18
	Beton kolom K6 0.25/0.25 m	M³	0.13	Rp 989,150.00	Rp 123,643.75
	Besi Tulangan	kg	54.25	Rp 13,700.00	Rp 743,250.41
	Beton kolom KL 0.3/0.3 m	M³	1.38	Rp 989,150.00	Rp 1,360,081.25
	Besi Tulangan	kg	515.52	Rp 13,700.00	Rp 7,062,659.07

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.11 : Rekap Volume & Biaya Realisasi
Beton dan Tulangan dari Data Proyek

Volume & Biaya Realisasi					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume Realisasi	Harga Sat (Kontraktor) Realisasi	Jumlah Harga Realisasi
	Beton kolom KT 0.3/0.15 m	M³	0.34	Rp 989,150.00	Rp 340,020.31
	Besi Tulangan	kg	146.85	Rp 13,700.00	Rp 2,011,823.08
	Total Beton	M³	18.39		Rp 18,194,672.39
	Total Tulangan	kg	6,500.37		Rp 89,055,047.30
2	Balok				
	Beton balok B1A 0.35/0.7 m	M³	27.07	Rp 876,950.00	Rp 23,741,228.88
	Besi Tulangan	kg	6,417.13	Rp 13,700.00	Rp 87,914,622.69
	Beton balok B1B 0.35/0.7 m	M³	13.72	Rp 989,150.00	Rp 13,571,138.00
	Besi Tulangan	kg	2,740.68	Rp 13,700.00	Rp 37,547,254.55
	Beton balok B2 A 0.25/0.5 m	M³	3.50	Rp 989,150.00	Rp 3,462,025.00
	Besi Tulangan	kg	1,031.89	Rp 13,700.00	Rp 14,136,899.94
	Beton balok B2 B 0.25/0.5 m	M³	9.00	Rp 989,150.00	Rp 8,902,350.00
	Besi Tulangan	kg	2,730.54	Rp 13,700.00	Rp 37,408,388.14
	Beton balok B3 0.25/0.4 m	M³	4.40	Rp 989,150.00	Rp 4,352,260.00
	Besi Tulangan	kg	793.66	Rp 13,700.00	Rp 10,873,149.67
	Beton balok B4 0.25/0.3 m	M³	8.25	Rp 989,150.00	Rp 8,156,778.19
	Besi Tulangan	kg	1,916.82	Rp 13,700.00	Rp 26,260,487.16
	Total Beton	M³	65.94		Rp 62,185,780.06
	Total Tulangan	kg	15,630.72		Rp 214,140,802.15
3	Plat Lantai				
	Beton plat lantai 0.15 m	M³	51.32	Rp 989,150.00	Rp 50,767,134.60
	Besi Tulangan	kg	1,884.41	Rp 15,050.00	Rp 28,360,309.31
	Total Beton	M³	51.32		Rp 50,767,134.60
	Total Tulangan	kg	1,884.41		Rp 28,360,309.31
	Total Beton Elevasi + 21.00	M³	135.66		Rp 131,147,587.05
	Total Tulangan Elevasi + 21.00	kg	24,015.49		Rp 331,556,158.76
IX	Elevasi + 23.00				
1	Balok				
	Beton balok B2A 0.25/0.5 m	M³	11.43	Rp 989,150.00	Rp 11,304,896.44
	Besi Tulangan	kg	2,784.95	Rp 13,700.00	Rp 38,153,856.10
	Beton balok B3 0.25/0.4 m	M³	10.80	Rp 989,150.00	Rp 10,682,820.00
	Besi Tulangan	kg	1,839.32	Rp 13,700.00	Rp 25,198,679.25
	Beton balok B4 0.25/0.3 m	M³	9.83	Rp 989,150.00	Rp 9,726,311.95
	Besi Tulangan	kg	1,977.00	Rp 13,700.00	Rp 27,084,895.52
	Total Beton	M³	32.06		Rp 31,714,028.39
	Total Tulangan	kg	6,601.27		Rp 90,437,430.87
2	Plat Lantai				
	Beton plat lantai 0.15 m	M³	30.00	Rp 989,150.00	Rp 29,674,500.00
	Besi Tulangan	kg	1,101.48	Rp 15,050.00	Rp 16,577,220.78

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.11 : Rekap Volume & Biaya Realisasi
Beton dan Tulangan dari Data Proyek

Volume & Biaya Realisasi					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume	Harga Sat (Kontraktor)	Jumlah Harga
			Realisasi	Realisasi	Realisasi
	Total Beton	M³	30.00	-	Rp 29,674,500.00
	Total Tulangan	kg	1,101.48		Rp 16,577,220.78
	Total Beton Elevasi + 23.00	M³	62.06	-	Rp 61,388,528.39
	Total Tulangan Elevasi + 23.00	kg	7,702.75		Rp 107,014,651.65
X	Elevasi + 23.50				
1	Balok				
	Beton balok B3 0.25/0.4 m	M³	7.80	Rp 989,150.00	Rp 7,715,370.00
	Besi Tulangan	kg	1,556.90	Rp 13,700.00	Rp 21,329,533.84
	Beton balok B4 0.25/0.3 m	M³	4.31	Rp 876,950.00	Rp 3,781,846.88
	Besi Tulangan	kg	1,010.76	Rp 13,700.00	Rp 13,847,452.42
	Total Beton	M³	12.11	-	Rp 11,497,216.88
	Total Tulangan	kg	2,567.66		Rp 35,176,986.25
2	Pelat Lantai				
	Beton plat lantai 0.15 m	M³	11.83	Rp 989,150.00	Rp 11,703,622.80
	Besi Tulangan	kg	990.59	Rp 15,050.00	Rp 14,908,411.29
	Total Beton	M³	11.83	-	Rp 11,703,622.80
	Total Tulangan	kg	990.59		Rp 14,908,411.29
	Total Beton Elevasi + 23.00	M³	23.94	-	Rp 23,200,839.68
	Total Tulangan Elevasi + 23.00	kg	3,558.26		Rp 50,085,397.54
	Total Volume Beton & Biaya	M³	2,281.85		Rp 2,255,797,839.93
	Total Volume Tulangan & Biaya	kg	446,527.67		Rp 6,132,368,819.39
					Rp 8,388,166,659.32

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

5. Rekapitulasi Analisa Produktifitas Pekerjaan Dari Data *Bill of Quantity*

Tabel L.12 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas

Pekerjaan Dari Data *Bill of Quantity*

DATA BOQ

Proyek Plaza Airlangga (Unair) Tahap 1 Surabaya				
Elevasi -1.50				
Pekerjaan Beton Pile Cap				
Volume Pekerjaan	26.89	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	7	7.000	3.842
Tukang	0.250	1.75	7.000	3.842
Kepala Tukang	0.025	0.175	7.000	3.842
Mandor	0.010	0.07	7.000	3.842
Total		9		4.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	2.793.47	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	4	571.429	4.889
Tukang	0.007	4	571.429	4.889
Kepala Tukang	0.0007	0.4	571.429	4.889
Mandor	0.0007	0.4	571.429	4.889
Total		9		7.000
Pekerjaan Beton Sloof				
Volume Pekerjaan	9.64	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	4	4.000	2.411
Tukang	0.250	1	4.000	2.411
Kepala Tukang	0.025	0.1	4.000	2.411
Mandor	0.010	0.04	4.000	2.411
Total		6		3.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	2.755.52	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	4	571.429	4.822
Tukang	0.007	4	571.429	4.822
Kepala Tukang	0.0007	0.4	571.429	4.822
Mandor	0.0007	0.4	571.429	4.822
Total		9		5.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	10.14	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	4	4.000	2.536
Tukang	0.250	1	4.000	2.536
Kepala Tukang	0.025	0.1	4.000	2.536
Mandor	0.010	0.04	4.000	2.536
Total		6		3.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	2.016.13	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	2	285.714	7.056
Tukang	0.007	2	285.714	7.056
Kepala Tukang	0.0007	0.2	285.714	7.056
Mandor	0.0007	0.2	285.714	7.056
Total		5		8.000
Elevasi ± 0.00				
Pekerjaan Beton Pile Cap				
Volume Pekerjaan	138.32	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	30	30.000	4.611

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.12 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas Pekerjaan Dari Data *Bill of Quantity* (Lanjutan)

Tukang	0.250	7.5	30.000	4.611
Kepala Tukang	0.025	0.75	30.000	4.611
Mandor	0.010	0.3	30.000	4.611
Total		39		5.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	12.065.99	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	18	2571.429	4.692
Tukang	0.007	18	2571.429	4.692
Kepala Tukang	0.0007	1.8	2571.429	4.692
Mandor	0.0007	1.8	2571.429	4.692
Total		40		5.000
Pekerjaan Beton Kolom				
Volume Pekerjaan	93.88	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	30	30.000	3.129
Tukang	0.250	7.5	30.000	3.129
Kepala Tukang	0.025	0.75	30.000	3.129
Mandor	0.010	0.3	30.000	3.129
Total		39		4.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	20.192.14	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	20	2857.143	7.067
Tukang	0.007	20	2857.143	7.067
Kepala Tukang	0.0007	2	2857.143	7.067
Mandor	0.0007	2	2857.143	7.067
Total		44		8.000
Pekerjaan Beton Sloof				
Volume Pekerjaan	194.04	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	30	30.000	6.468
Tukang	0.250	7.5	30.000	6.468
Kepala Tukang	0.025	0.75	30.000	6.468
Mandor	0.010	0.3	30.000	6.468
Total		39		7.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	54.226.23	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	32	4571.429	11.862
Tukang	0.007	32	4571.429	11.862
Kepala Tukang	0.0007	3.2	4571.429	11.862
Mandor	0.0007	3.2	4571.429	11.862
Total		71		12.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	171.72	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	30	30.000	5.724
Tukang	0.250	7.5	30.000	5.724
Kepala Tukang	0.025	0.75	30.000	5.724
Mandor	0.010	0.3	30.000	5.724
Total		39		6.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	18.604.66	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	18	2571.429	7.235
Tukang	0.007	18	2571.429	7.235

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.12 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas Pekerjaan Dari Data *Bill of Quantity* (Lanjutan)

Kepala Tukang	0.0007	1.8	2571.429	7.235
Mandor	0.0007	1.8	2571.429	7.235
Total		40		8.000
Elevasi + 2.50				
Pekerjaan Beton Kolom				
Volume Pekerjaan	4.23	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	2	2.000	2.114
Tukang	0.250	0.5	2.000	2.114
Kepala Tukang	0.025	0.05	2.000	2.114
Mandor	0.010	0.02	2.000	2.114
Total		3		3.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	756.71	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	1.5	214.286	3.531
Tukang	0.007	1.5	214.286	3.531
Kepala Tukang	0.0007	0.15	214.286	3.531
Mandor	0.0007	0.15	214.286	3.531
Total		4		4.000
Pekerjaan Beton Balok				
Volume Pekerjaan	16.17	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	2	2.000	8.084
Tukang	0.250	0.5	2.000	8.084
Kepala Tukang	0.025	0.05	2.000	8.084
Mandor	0.010	0.02	2.000	8.084
Total		3		9.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	4.091.90	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	2	285.714	14.322
Tukang	0.007	2	285.714	14.322
Kepala Tukang	0.0007	0.2	285.714	14.322
Mandor	0.0007	0.2	285.714	14.322
Total		5		15.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	11.28	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	2	2.000	5.641
Tukang	0.250	0.5	2.000	5.641
Kepala Tukang	0.025	0.05	2.000	5.641
Mandor	0.010	0.02	2.000	5.641
Total		3		6.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	1.031.52	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	2	285.714	3.610
Tukang	0.007	2	285.714	3.610
Kepala Tukang	0.0007	0.2	285.714	3.610
Mandor	0.0007	0.2	285.714	3.610
Total		5		4.000
Elevasi + 5.00				
Pekerjaan Beton Kolom				
Volume Pekerjaan	58.61	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	18	18.000	3.256

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.12 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas Pekerjaan Dari Data *Bill of Quantity* (Lanjutan)

Tukang	0.250	4.5	18.000	3.256
Kepala Tukang	0.025	0.45	18.000	3.256
Mandor	0.010	0.18	18.000	3.256
Total		24		4.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	12.389.09	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	20	2857.143	4.336
Tukang	0.007	20	2857.143	0.361
Kepala Tukang	0.0007	2	2857.143	0.361
Mandor	0.0007	2	2857.143	0.361
Total		44		5.000
Pekerjaan Beton Balok				
Volume Pekerjaan	149.56	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	18	18.000	8.309
Tukang	0.250	4.5	18.000	8.309
Kepala Tukang	0.025	0.45	18.000	8.309
Mandor	0.010	0.18	18.000	8.309
Total		24		9.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	35.570.46	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	22	3142.857	11.318
Tukang	0.007	22	3142.857	11.318
Kepala Tukang	0.0007	2.2	3142.857	11.318
Mandor	0.0007	2.2	3142.857	11.318
Total		49		12.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	143.80	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	18	18.000	7.989
Tukang	0.250	4.5	18.000	7.989
Kepala Tukang	0.025	0.45	18.000	7.989
Mandor	0.010	0.18	18.000	7.989
Total		24		8.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	13.729.84	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	20	2857.143	4.805
Tukang	0.007	20	2857.143	4.805
Kepala Tukang	0.0007	2	2857.143	4.805
Mandor	0.0007	2	2857.143	4.805
Total		44		5.000
Elevasi + 9.00				
Pekerjaan Beton Kolom				
Volume Pekerjaan	51.29	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	8	8.000	6.412
Tukang	0.250	2	8.000	6.412
Kepala Tukang	0.025	0.2	8.000	6.412
Mandor	0.010	0.08	8.000	6.412
Total		11		7.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	10.225.35	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	20	2857.143	3.579

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.12 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas Pekerjaan Dari Data *Bill of Quantity* (Lanjutan)

Tukang	0.007	20	2857.143	3.579
Kepala Tukang	0.0007	2	2857.143	3.579
Mandor	0.0007	2	2857.143	3.579
Total		44		4.000
Pekerjaan Beton Balok				
Volume Pekerjaan	144.87	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	22	22.000	6.585
Tukang	0.250	5.5	22.000	6.585
Kepala Tukang	0.025	0.55	22.000	6.585
Mandor	0.010	0.25	25.000	5.795
Total		29		7.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	35.697.49	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	34	4857.143	7.349
Tukang	0.007	34	4857.143	7.349
Kepala Tukang	0.0007	3.4	4857.143	7.349
Mandor	0.0007	3.4	4857.143	7.349
Total		75		8.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	144.23	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	28	28.000	5.151
Tukang	0.250	7	28.000	5.151
Kepala Tukang	0.025	0.7	28.000	5.151
Mandor	0.010	0.28	28.000	5.151
Total		36		6.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	14.014.54	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	20	2857.143	4.905
Tukang	0.007	20	2857.143	4.905
Kepala Tukang	0.0007	2	2857.143	4.905
Mandor	0.0007	2	2857.143	4.905
Total		44		5.000
Elevasi + 13.00				
Pekerjaan Beton Kolom				
Volume Pekerjaan	40.30	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	10	10.000	4.030
Tukang	0.250	2.5	10.000	4.030
Kepala Tukang	0.025	0.25	10.000	4.030
Mandor	0.010	0.1	10.000	4.030
Total		13		5.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	8.836.93	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	20	2857.143	3.093
Tukang	0.007	20	2857.143	3.093
Kepala Tukang	0.0007	2	2857.143	3.093
Mandor	0.0007	2	2857.143	3.093
Total		44		4.000
Pekerjaan Beton Balok				
Volume Pekerjaan	134.72	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	28	28.000	4.811

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.12 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas Pekerjaan Dari Data *Bill of Quantity* (Lanjutan)

Tukang	0.250	7	28.000	4.811
Kepala Tukang	0.025	0.7	28.000	4.811
Mandor	0.010	0.28	28.000	4.811
Total		36		5.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	33.730.15	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	34	4857.143	6.944
Tukang	0.007	34	4857.143	6.944
Kepala Tukang	0.0007	3.4	4857.143	6.944
Mandor	0.0007	3.4	4857.143	6.944
Total		75		7.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	117.10	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	28	28.000	4.182
Tukang	0.250	7	28.000	4.182
Kepala Tukang	0.025	0.7	28.000	4.182
Mandor	0.010	0.28	28.000	4.182
Total		36		5.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	13.349.84	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	20	2857.143	4.672
Tukang	0.007	20	2857.143	4.672
Kepala Tukang	0.0007	2	2857.143	4.672
Mandor	0.0007	2	2857.143	4.672
Total		44		5.000
Elevasi + 17.00				
Pekerjaan Beton Kolom				
Volume Pekerjaan	35.06	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	9	9.000	3.895
Tukang	0.250	2.25	9.000	3.895
Kepala Tukang	0.025	0.225	9.000	3.895
Mandor	0.010	0.09	9.000	3.895
Total		12		4.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	6.619.67	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	16	2285.714	2.896
Tukang	0.007	16	2285.714	2.896
Kepala Tukang	0.0007	1.6	2285.714	2.896
Mandor	0.0007	1.6	2285.714	2.896
Total		36		3.000
Pekerjaan Beton Balok				
Volume Pekerjaan	102.73	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	28	28.000	3.669
Tukang	0.250	7	28.000	3.669
Kepala Tukang	0.025	0.7	28.000	3.669
Mandor	0.010	0.28	28.000	3.669
Total		36		4.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	25.462.21	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	20	2857.143	8.912

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.12 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas Pekerjaan Dari Data *Bill of Quantity* (Lanjutan)

Tukang	0.007	20	2857.143	8.912
Kepala Tukang	0.0007	2	2857.143	8.912
Mandor	0.0007	2	2857.143	8.912
Total		44		9.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	92.05	M ²		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	28	28.000	3.287
Tukang	0.250	7	28.000	3.287
Kepala Tukang	0.025	0.7	28.000	3.287
Mandor	0.010	0.28	28.000	3.287
Total		36		4.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	11.007.26	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	16	2285.714	4.816
Tukang	0.007	16	2285.714	4.816
Kepala Tukang	0.0007	1.6	2285.714	4.816
Mandor	0.0007	1.6	2285.714	4.816
Total		36		5.000
Elevasi + 21.00				
Pekerjaan Beton Kolom				
Volume Pekerjaan	16.92	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	6	6.000	2.820
Tukang	0.250	1.5	6.000	2.820
Kepala Tukang	0.025	0.15	6.000	2.820
Mandor	0.010	0.06	6.000	2.820
Total		8		3.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	4.159.74	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	14	2000.000	2.080
Tukang	0.007	14	2000.000	2.080
Kepala Tukang	0.0007	1.4	2000.000	2.080
Mandor	0.0007	1.4	2000.000	2.080
Total		31		3.000
Pekerjaan Beton Balok				
Volume Pekerjaan	66.34	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	8	8.000	8.293
Tukang	0.250	2	8.000	8.293
Kepala Tukang	0.025	0.2	8.000	8.293
Mandor	0.010	0.08	8.000	8.293
Total		11		9.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	15.038.25	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	13	1857.143	8.098
Tukang	0.007	13	1857.143	8.098
Kepala Tukang	0.0007	1.3	1857.143	8.098
Mandor	0.0007	1.3	1857.143	8.098
Total		29		9.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	42.36	M ²		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	8	8.000	5.295

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.12 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas Pekerjaan Dari Data *Bill of Quantity* (Lanjutan)

Tukang	0.250	2	8.000	5.295
Kepala Tukang	0.025	0.2	8.000	5.295
Mandor	0.010	0.08	8.000	5.295
Total		11		6.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	10.281.65	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	12	1714.286	5.998
Tukang	0.007	12	1714.286	5.998
Kepala Tukang	0.0007	1.2	1714.286	5.998
Mandor	0.0007	1.2	1714.286	5.998
Total		27		6.000
Elevasi + 23.00				
Pekerjaan Beton Balok				
Volume Pekerjaan	27.71	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	4	4.000	6.928
Tukang	0.250	1	4.000	6.928
Kepala Tukang	0.025	0.1	4.000	6.928
Mandor	0.010	0.04	4.000	6.928
Total		6		7.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	4.865.01	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	3.5	500.000	9.730
Tukang	0.007	3.5	500.000	9.730
Kepala Tukang	0.0007	0.35	500.000	9.730
Mandor	0.0007	0.35	500.000	9.730
Total		8		10.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	30.00	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	4	4.000	7.500
Tukang	0.250	1	4.000	7.500
Kepala Tukang	0.025	0.1	4.000	7.500
Mandor	0.010	0.04	4.000	7.500
Total		6		8.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	6.193.35	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	2	285.714	21.677
Tukang	0.007	2	285.714	21.677
Kepala Tukang	0.0007	0.2	285.714	21.677
Mandor	0.0007	0.2	285.714	21.677
Total		5		22.000
Elevasi + 23.50				
Pekerjaan Beton Balok				
Volume Pekerjaan	7.51	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	1.3	1.300	5.774
Tukang	0.250	0.325	1.300	5.774
Kepala Tukang	0.025	0.0325	1.300	5.774
Mandor	0.010	0.013	1.300	5.774
Total		2		6.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	2.384.71	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.12 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas
Pekerjaan Dari Data *Bill of Quantity* (Lanjutan)**

Pekerja	0.007	1.5	214.286	11.129
Tukang	0.007	1.5	214.286	11.129
Kepala Tukang	0.0007	0.15	214.286	11.129
Mandor	0.0007	0.15	214.286	11.129
Total		4		12.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	7.19	M ²		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	1.5	1.500	4.795
Tukang	0.250	0.375	1.500	4.795
Kepala Tukang	0.025	0.0375	1.500	4.795
Mandor	0.010	0.015	1.500	4.795
Total		2		5.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	1.606.08	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	1.5	214.286	7.495
Tukang	0.007	1.5	214.286	7.495
Kepala Tukang	0.0007	0.15	214.286	7.495
Mandor	0.0007	0.15	214.286	7.495
Total		4		8.000

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

6. Rekapitulasi Analisa Produktifitas Pekerjaan Dari Data Autodesk Revit

**Tabel L.13 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas
Pekerjaan Dari Data Autodesk Revit**

DATA BIM

Proyek Plaza Airlangga (Unair) Tahap 1 Surabaya				
Elevasi -1.50				
Pekerjaan Beton Pile Cap				
Volume Pekerjaan	24.66	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	7	7.000	3.522
Tukang	0.250	1.75	7.000	3.522
Kepala Tukang	0.025	0.175	7.000	3.522
Mandor	0.010	0.07	7.000	3.522
Total		9		4.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	2.060.34	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	4	571.429	3.606
Tukang	0.007	4	571.429	3.606
Kepala Tukang	0.0007	0.4	571.429	3.606
Mandor	0.0007	0.4	571.429	3.606
Total		9		7.000
Pekerjaan Beton Sloof				
Volume Pekerjaan	8.31	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	4	4.000	2.078
Tukang	0.250	1	4.000	2.078
Kepala Tukang	0.025	0.1	4.000	2.078
Mandor	0.010	0.04	4.000	2.078
Total		6		3.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	2.614.63	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	4	571.429	4.576
Tukang	0.007	4	571.429	4.576
Kepala Tukang	0.0007	0.4	571.429	4.576
Mandor	0.0007	0.4	571.429	4.576
Total		9		5.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	8.35	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	4	4.000	2.087
Tukang	0.250	1	4.000	2.087
Kepala Tukang	0.025	0.1	4.000	2.087
Mandor	0.010	0.04	4.000	2.087
Total		6		3.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	1.868.25	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	2	285.714	6.539
Tukang	0.007	2	285.714	6.539
Kepala Tukang	0.0007	0.2	285.714	6.539
Mandor	0.0007	0.2	285.714	6.539
Total		5		7.000
Elevasi ± 0.00				
Pekerjaan Beton Pile Cap				
Volume Pekerjaan	138.32	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	30	30.000	4.611
Tukang	0.250	7.5	30.000	4.611
Kepala Tukang	0.025	0.75	30.000	4.611

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.13 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas Pekerjaan Dari Data Autodesk Revit (Lanjutan)

Mandor	0.010	0.3	30.000	4.611
Total		39		5.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	10.930.18	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	18	2571.429	4.251
Tukang	0.007	18	2571.429	4.251
Kepala Tukang	0.0007	1.8	2571.429	4.251
Mandor	0.0007	1.8	2571.429	4.251
Total		40		5.000
Pekerjaan Beton Kolom				
Volume Pekerjaan	94.14	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	30	30.000	3.138
Tukang	0.250	7.5	30.000	3.138
Kepala Tukang	0.025	0.75	30.000	3.138
Mandor	0.010	0.3	30.000	3.138
Total		39		4.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	17.668.77	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	20	2857.143	6.184
Tukang	0.007	20	2857.143	6.184
Kepala Tukang	0.0007	2	2857.143	6.184
Mandor	0.0007	2	2857.143	6.184
Total		44		7.000
Pekerjaan Beton Sloof				
Volume Pekerjaan	191.65	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	30	30.000	6.388
Tukang	0.250	7.5	30.000	6.388
Kepala Tukang	0.025	0.75	30.000	6.388
Mandor	0.010	0.3	30.000	6.388
Total		39		7.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	50.901.33	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	32	4571.429	11.135
Tukang	0.007	32	4571.429	11.135
Kepala Tukang	0.0007	3.2	4571.429	11.135
Mandor	0.0007	3.2	4571.429	11.135
Total		71		12.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	163.62	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	30	30.000	5.454
Tukang	0.250	7.5	30.000	5.454
Kepala Tukang	0.025	0.75	30.000	5.454
Mandor	0.010	0.3	30.000	5.454
Total		39		6.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	16.727.30	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	18	2571.429	6.505
Tukang	0.007	18	2571.429	6.505
Kepala Tukang	0.0007	1.8	2571.429	6.505
Mandor	0.0007	1.8	2571.429	6.505
Total		40		7.000

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.13 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas
Pekerjaan Dari Data Autodesk Revit (Lanjutan)**

Elevasi + 2.50				
Pekerjaan Beton Kolom				
Volume Pekerjaan	4.23	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	2	2.000	2.114
Tukang	0.250	0.5	2.000	2.114
Kepala Tukang	0.025	0.05	2.000	2.114
Mandor	0.010	0.02	2.000	2.114
Total		3		3.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	746.76	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	1.5	214.286	3.485
Tukang	0.007	1.5	214.286	3.485
Kepala Tukang	0.0007	0.15	214.286	3.485
Mandor	0.0007	0.15	214.286	3.485
Total		4		4.000
Pekerjaan Beton Balok				
Volume Pekerjaan	15.37	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	2	2.000	7.683
Tukang	0.250	0.5	2.000	7.683
Kepala Tukang	0.025	0.05	2.000	7.683
Mandor	0.010	0.02	2.000	7.683
Total		3		8.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	3.880.52	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	2	285.714	13.582
Tukang	0.007	2	285.714	13.582
Kepala Tukang	0.0007	0.2	285.714	13.582
Mandor	0.0007	0.2	285.714	13.582
Total		5		14.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	10.88	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	2	2.000	5.441
Tukang	0.250	0.5	2.000	5.441
Kepala Tukang	0.025	0.05	2.000	5.441
Mandor	0.010	0.02	2.000	5.441
Total		3		6.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	1.259.48	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	2	285.714	4.408
Tukang	0.007	2	285.714	4.408
Kepala Tukang	0.0007	0.2	285.714	4.408
Mandor	0.0007	0.2	285.714	4.408
Total		5		5.000
Elevasi + 5.00				
Pekerjaan Beton Kolom				
Volume Pekerjaan	58.33	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	18	18.000	3.241
Tukang	0.250	4.5	18.000	3.241
Kepala Tukang	0.025	0.45	18.000	3.241
Mandor	0.010	0.18	18.000	3.241
Total		24		4.000

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.13 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas Pekerjaan Dari Data Autodesk Revit (Lanjutan)

Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	11,368.55	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	20	2857,143	3.979
Tukang	0.007	20	2857,143	0.441
Kepala Tukang	0.0007	2	2857,143	0.441
Mandor	0.0007	2	2857,143	0.441
Total		44		4.000
Pekerjaan Beton Balok				
Volume Pekerjaan	145.62	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	18	18.000	8.090
Tukang	0.250	4.5	18.000	8.090
Kepala Tukang	0.025	0.45	18.000	8.090
Mandor	0.010	0.18	18.000	8.090
Total		24		9.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	33,595.38	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	22	3142.857	10.689
Tukang	0.007	22	3142.857	10.689
Kepala Tukang	0.0007	2.2	3142.857	10.689
Mandor	0.0007	2.2	3142.857	10.689
Total		49		11.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	132.18	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	18	18.000	7.343
Tukang	0.250	4.5	18.000	7.343
Kepala Tukang	0.025	0.45	18.000	7.343
Mandor	0.010	0.18	18.000	7.343
Total		24		8.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	13,729.50	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	20	2857,143	4.805
Tukang	0.007	20	2857,143	4.805
Kepala Tukang	0.0007	2	2857,143	4.805
Mandor	0.0007	2	2857,143	4.805
Total		44		5.000
Elevasi + 9.00				
Pekerjaan Beton Kolom				
Volume Pekerjaan	50.95	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	8	8.000	6.368
Tukang	0.250	2	8.000	6.368
Kepala Tukang	0.025	0.2	8.000	6.368
Mandor	0.010	0.08	8.000	6.368
Total		11		7.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	9,340.49	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	20	2857,143	3.269
Tukang	0.007	20	2857,143	3.269
Kepala Tukang	0.0007	2	2857,143	3.269
Mandor	0.0007	2	2857,143	3.269
Total		44		4.000
Pekerjaan Beton Balok				

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.13 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas Pekerjaan Dari Data Autodesk Revit (Lanjutan)

Volume Pekerjaan	141.80	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	22	22.000	6.446
Tukang	0.250	5.5	22.000	6.446
Kepala Tukang	0.025	0.55	22.000	6.446
Mandor	0.010	0.25	25.000	5.672
Total		29		7.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	32.255.46	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	34	4857.143	6.641
Tukang	0.007	34	4857.143	6.641
Kepala Tukang	0.0007	3.4	4857.143	6.641
Mandor	0.0007	3.4	4857.143	6.641
Total		75		7.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	127.99	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	28	28.000	4.571
Tukang	0.250	7	28.000	4.571
Kepala Tukang	0.025	0.7	28.000	4.571
Mandor	0.010	0.28	28.000	4.571
Total		36		5.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	13.763.04	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	20	2857.143	4.817
Tukang	0.007	20	2857.143	4.817
Kepala Tukang	0.0007	2	2857.143	4.817
Mandor	0.0007	2	2857.143	4.817
Total		44		5.000
Elevasi + 13.00				
Pekerjaan Beton Kolom				
Volume Pekerjaan	40.05	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	10	10.000	4.005
Tukang	0.250	2.5	10.000	4.005
Kepala Tukang	0.025	0.25	10.000	4.005
Mandor	0.010	0.1	10.000	4.005
Total		13		5.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	7.400.74	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	20	2857.143	2.590
Tukang	0.007	20	2857.143	2.590
Kepala Tukang	0.0007	2	2857.143	2.590
Mandor	0.0007	2	2857.143	2.590
Total		44		3.000
Pekerjaan Beton Balok				
Volume Pekerjaan	134.04	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	28	28.000	4.787
Tukang	0.250	7	28.000	4.787
Kepala Tukang	0.025	0.7	28.000	4.787
Mandor	0.010	0.28	28.000	4.787
Total		36		5.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	31.282.33			

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Tabel L.13 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas Pekerjaan Dari Data Autodesk Revit (Lanjutan)

Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	34	4857.143	6.440
Tukang	0.007	34	4857.143	6.440
Kepala Tukang	0.0007	3.4	4857.143	6.440
Mandor	0.0007	3.4	4857.143	6.440
Total		75		7.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	110.80	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	28	28.000	3.957
Tukang	0.250	7	28.000	3.957
Kepala Tukang	0.025	0.7	28.000	3.957
Mandor	0.010	0.28	28.000	3.957
Total		36		4.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	12,556.39	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	20	2857.143	4.395
Tukang	0.007	20	2857.143	4.395
Kepala Tukang	0.0007	2	2857.143	4.395
Mandor	0.0007	2	2857.143	4.395
Total		44		5.000
Elevasi + 17.00				
Pekerjaan Beton Kolom				
Volume Pekerjaan	34.78	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	9	9.000	3.864
Tukang	0.250	2.25	9.000	3.864
Kepala Tukang	0.025	0.225	9.000	3.864
Mandor	0.010	0.09	9.000	3.864
Total		12		4.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	6,089.94	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	16	2285.714	2.664
Tukang	0.007	16	2285.714	2.664
Kepala Tukang	0.0007	1.6	2285.714	2.664
Mandor	0.0007	1.6	2285.714	2.664
Total		36		3.000
Pekerjaan Beton Balok				
Volume Pekerjaan	102.06	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	28	28.000	3.645
Tukang	0.250	7	28.000	3.645
Kepala Tukang	0.025	0.7	28.000	3.645
Mandor	0.010	0.28	28.000	3.645
Total		36		4.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	24,680.36	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	20	2857.143	8.638
Tukang	0.007	20	2857.143	8.638
Kepala Tukang	0.0007	2	2857.143	8.638
Mandor	0.0007	2	2857.143	8.638
Total		44		9.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	88.07	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.13 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas
Pekerjaan Dari Data Autodesk Revit (Lanjutan)**

Pekerja	1.000	28	28.000	3.145
Tukang	0.250	7	28.000	3.145
Kepala Tukang	0.025	0.7	28.000	3.145
Mandor	0.010	0.28	28.000	3.145
Total		36		4.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	10,302.48	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	16	2285.714	4.507
Tukang	0.007	16	2285.714	4.507
Kepala Tukang	0.0007	1.6	2285.714	4.507
Mandor	0.0007	1.6	2285.714	4.507
Total		36		5.000
Elevasi + 21.00				
Pekerjaan Beton Kolom				
Volume Pekerjaan	16.78	M³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	6	6.000	2.797
Tukang	0.250	1.5	6.000	2.797
Kepala Tukang	0.025	0.15	6.000	2.797
Mandor	0.010	0.06	6.000	2.797
Total		8		3.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	3,029.97	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	14	2000.000	1.515
Tukang	0.007	14	2000.000	1.515
Kepala Tukang	0.0007	1.4	2000.000	1.515
Mandor	0.0007	1.4	2000.000	1.515
Total		31		2.000
Pekerjaan Beton Balok				
Volume Pekerjaan	65.50	M³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	8	8.000	8.188
Tukang	0.250	2	8.000	8.188
Kepala Tukang	0.025	0.2	8.000	8.188
Mandor	0.010	0.08	8.000	8.188
Total		11		9.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	14,899.47	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	13	1857.143	8.023
Tukang	0.007	13	1857.143	8.023
Kepala Tukang	0.0007	1.3	1857.143	8.023
Mandor	0.0007	1.3	1857.143	8.023
Total		29		9.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	37.79	M³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	8	8.000	4.724
Tukang	0.250	2	8.000	4.724
Kepala Tukang	0.025	0.2	8.000	4.724
Mandor	0.010	0.08	8.000	4.724
Total		11		5.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	8,380.70	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	12	1714.286	4.889

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.13 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas
Pekerjaan Dari Data Autodesk Revit (Lanjutan)**

Tukang	0.007	12	1714.286	4.889
Kepala Tukang	0.0007	1.2	1714.286	4.889
Mandor	0.0007	1.2	1714.286	4.889
Total		27		5.000
Elevasi + 23.00				
Pekerjaan Beton Balok				
Volume Pekerjaan	25.24	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	4	4.000	6.310
Tukang	0.250	1	4.000	6.310
Kepala Tukang	0.025	0.1	4.000	6.310
Mandor	0.010	0.04	4.000	6.310
Total		6		7.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	4.534.43	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	3.5	500.000	9.069
Tukang	0.007	3.5	500.000	9.069
Kepala Tukang	0.0007	0.35	500.000	9.069
Mandor	0.0007	0.35	500.000	9.069
Total		8		10.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	21.05	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	4	4.000	5.262
Tukang	0.250	1	4.000	5.262
Kepala Tukang	0.025	0.1	4.000	5.262
Mandor	0.010	0.04	4.000	5.262
Total		6		6.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	5.028.86	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	2	285.714	17.601
Tukang	0.007	2	285.714	17.601
Kepala Tukang	0.0007	0.2	285.714	17.601
Mandor	0.0007	0.2	285.714	17.601
Total		5		18.000
Elevasi + 23.50				
Pekerjaan Beton Balok				
Volume Pekerjaan	6.06	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	1.3	1.300	4.663
Tukang	0.250	0.325	1.300	4.663
Kepala Tukang	0.025	0.0325	1.300	4.663
Mandor	0.010	0.013	1.300	4.663
Total		2		5.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	2.251.13	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	1.5	214.286	10.505
Tukang	0.007	1.5	214.286	10.505
Kepala Tukang	0.0007	0.15	214.286	10.505
Mandor	0.0007	0.15	214.286	10.505
Total		4		11.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	6.75	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	1.5	1.500	4.499

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.13 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas
Pekerjaan Dari Data Autodesk Revit (Lanjutan)**

Tukang	0.250	0.375	1.500	4.499
Kepala Tukang	0.025	0.0375	1.500	4.499
Mandor	0.010	0.015	1.500	4.499
Total		2		5.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	1.524.20	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	1.5	214.286	7.113
Tukang	0.007	1.5	214.286	7.113
Kepala Tukang	0.0007	0.15	214.286	7.113
Mandor	0.0007	0.15	214.286	7.113
Total		4		8.000

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

7. Rekapitulasi Analisa Produktifitas Pekerjaan Dari Data Aktual

**Tabel L.14 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas
Pekerjaan Dari Data Aktual**

DATA AKTUAL

Proyek Plaza Airlangga (Unair) Tahap 1 Surabaya				
Elevasi -1.50				
Pekerjaan Beton Pile Cap				
Volume Pekerjaan	30.53	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	7	7.000	4.361
Tukang	0.250	1.75	7.000	4.361
Kepala Tukang	0.025	0.175	7.000	4.361
Mandor	0.010	0.07	7.000	4.361
Total		9		5.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	4.000.22	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	4	571.429	7.000
Tukang	0.007	4	571.429	7.000
Kepala Tukang	0.0007	0.4	571.429	7.000
Mandor	0.0007	0.4	571.429	7.000
Total		9		7.000
Pekerjaan Beton Sloof				
Volume Pekerjaan	11.89	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	4	4.000	2.973
Tukang	0.250	1	4.000	2.973
Kepala Tukang	0.025	0.1	4.000	2.973
Mandor	0.010	0.04	4.000	2.973
Total		6		3.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	3.577.95	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	4	571.429	6.261
Tukang	0.007	4	571.429	6.261
Kepala Tukang	0.0007	0.4	571.429	6.261
Mandor	0.0007	0.4	571.429	6.261
Total		9		7.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	12.45	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	4	4.000	3.113
Tukang	0.250	1	4.000	3.113
Kepala Tukang	0.025	0.1	4.000	3.113
Mandor	0.010	0.04	4.000	3.113
Total		6		4.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	2.407.07	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	2	285.714	8.425
Tukang	0.007	2	285.714	8.425
Kepala Tukang	0.0007	0.2	285.714	8.425
Mandor	0.0007	0.2	285.714	8.425
Total		5		9.000
Elevasi ± 0.00				
Pekerjaan Beton Pile Cap				
Volume Pekerjaan	138.32	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	30	30.000	4.611
Tukang	0.250	7.5	30.000	4.611

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.14 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas
Pekerjaan Dari Data Aktual (Lanjutan)**

Kepala Tukang	0.025	0.75	30.000	4.611
Mandor	0.010	0.3	30.000	4.611
Total		39		5.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	16,933.98	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	18	2571.429	6.585
Tukang	0.007	18	2571.429	6.585
Kepala Tukang	0.0007	1.8	2571.429	6.585
Mandor	0.0007	1.8	2571.429	6.585
Total		40		7.000
Pekerjaan Beton Kolom				
Volume Pekerjaan	98.68	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	30	30.000	3.289
Tukang	0.250	7.5	30.000	3.289
Kepala Tukang	0.025	0.75	30.000	3.289
Mandor	0.010	0.3	30.000	3.289
Total		39		4.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	29,835.61	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	20	2857.143	10.442
Tukang	0.007	20	2857.143	10.442
Kepala Tukang	0.0007	2	2857.143	10.442
Mandor	0.0007	2	2857.143	10.442
Total		44		11.000
Pekerjaan Beton Sloof				
Volume Pekerjaan	200.54	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	30	30.000	6.685
Tukang	0.250	7.5	30.000	6.685
Kepala Tukang	0.025	0.75	30.000	6.685
Mandor	0.010	0.3	30.000	6.685
Total		39		7.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	62,176.55	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	32	4571.429	13.601
Tukang	0.007	32	4571.429	13.601
Kepala Tukang	0.0007	3.2	4571.429	13.601
Mandor	0.0007	3.2	4571.429	13.601
Total		71		14.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	199.81	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	30	30.000	6.660
Tukang	0.250	7.5	30.000	6.660
Kepala Tukang	0.025	0.75	30.000	6.660
Mandor	0.010	0.3	30.000	6.660
Total		39		7.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	18,536.87	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	18	2571.429	7.209
Tukang	0.007	18	2571.429	7.209
Kepala Tukang	0.0007	1.8	2571.429	7.209
Mandor	0.0007	1.8	2571.429	7.209

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.14 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas
Pekerjaan Dari Data Aktual (Lanjutan)**

Total		40		8.000
Elevasi + 2.50				
Pekerjaan Beton Kolom				
Volume Pekerjaan	5.29	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	2	2.000	2.645
Tukang	0.250	0.5	2.000	2.645
Kepala Tukang	0.025	0.05	2.000	2.645
Mandor	0.010	0.02	2.000	2.645
Total		3		3.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	874.33	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	1.5	214.286	4.080
Tukang	0.007	1.5	214.286	4.080
Kepala Tukang	0.0007	0.15	214.286	4.080
Mandor	0.0007	0.15	214.286	4.080
Total		4		5.000
Pekerjaan Beton Balok				
Volume Pekerjaan	18.42	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	2	2.000	9.210
Tukang	0.250	0.5	2.000	9.210
Kepala Tukang	0.025	0.05	2.000	9.210
Mandor	0.010	0.02	2.000	9.210
Total		3		10.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	4.670.53	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	2	285.714	16.347
Tukang	0.007	2	285.714	16.347
Kepala Tukang	0.0007	0.2	285.714	16.347
Mandor	0.0007	0.2	285.714	16.347
Total		5		17.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	12.73	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	2	2.000	6.367
Tukang	0.250	0.5	2.000	6.367
Kepala Tukang	0.025	0.05	2.000	6.367
Mandor	0.010	0.02	2.000	6.367
Total		3		7.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	1.734.94	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	2	285.714	6.072
Tukang	0.007	2	285.714	6.072
Kepala Tukang	0.0007	0.2	285.714	6.072
Mandor	0.0007	0.2	285.714	6.072
Total		5		7.000
Elevasi + 5.00				
Pekerjaan Beton Kolom				
Volume Pekerjaan	60.13	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	18	18.000	3.341
Tukang	0.250	4.5	18.000	3.341
Kepala Tukang	0.025	0.45	18.000	3.341
Mandor	0.010	0.18	18.000	3.341

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.14 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas
Pekerjaan Dari Data Aktual (Lanjutan)**

Total		24		4.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	18.616.98	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	20	2857.143	6.516
Tukang	0.007	20	2857.143	0.607
Kepala Tukang	0.0007	2	2857.143	0.607
Mandor	0.0007	2	2857.143	0.607
Total		44		7.000
Pekerjaan Beton Balok				
Volume Pekerjaan	151.30	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	18	18.000	8.406
Tukang	0.250	4.5	18.000	8.406
Kepala Tukang	0.025	0.45	18.000	8.406
Mandor	0.010	0.18	18.000	8.406
Total		24		9.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	43.607.28	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	22	3142.857	13.875
Tukang	0.007	22	3142.857	13.875
Kepala Tukang	0.0007	2.2	3142.857	13.875
Mandor	0.0007	2.2	3142.857	13.875
Total		49		14.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	164.00	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	18	18.000	9.111
Tukang	0.250	4.5	18.000	9.111
Kepala Tukang	0.025	0.45	18.000	9.111
Mandor	0.010	0.18	18.000	9.111
Total		24		10.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	13.730.32	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	20	2857.143	4.806
Tukang	0.007	20	2857.143	4.806
Kepala Tukang	0.0007	2	2857.143	4.806
Mandor	0.0007	2	2857.143	4.806
Total		44		5.000
Elevasi + 9.00				
Pekerjaan Beton Kolom				
Volume Pekerjaan	51.88	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	8	8.000	6.485
Tukang	0.250	2	8.000	6.485
Kepala Tukang	0.025	0.2	8.000	6.485
Mandor	0.010	0.08	8.000	6.485
Total		11		7.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	15.138.36	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	20	2857.143	5.298
Tukang	0.007	20	2857.143	5.298
Kepala Tukang	0.0007	2	2857.143	5.298
Mandor	0.0007	2	2857.143	5.298
Total		44		6.000

4

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.14 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas
Pekerjaan Dari Data Aktual (Lanjutan)**

Pekerjaan Beton Balok				
Volume Pekerjaan	143.55	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	22	22.000	6.525
Tukang	0.250	5.5	22.000	6.525
Kepala Tukang	0.025	0.55	22.000	6.525
Mandor	0.010	0.25	25.000	5.742
Total		29		7.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	40.945.56	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	34	4857.143	8.430
Tukang	0.007	34	4857.143	8.430
Kepala Tukang	0.0007	3.4	4857.143	8.430
Mandor	0.0007	3.4	4857.143	8.430
Total		75		9.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	190.30	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	28	28.000	6.796
Tukang	0.250	7	28.000	6.796
Kepala Tukang	0.025	0.7	28.000	6.796
Mandor	0.010	0.28	28.000	6.796
Total		36		7.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	14.578.43	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	20	2857.143	5.102
Tukang	0.007	20	2857.143	5.102
Kepala Tukang	0.0007	2	2857.143	5.102
Mandor	0.0007	2	2857.143	5.102
Total		44		6.000
Elevasi + 13.00				
Pekerjaan Beton Kolom				
Volume Pekerjaan	41.05	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	10	10.000	4.105
Tukang	0.250	2.5	10.000	4.105
Kepala Tukang	0.025	0.25	10.000	4.105
Mandor	0.010	0.1	10.000	4.105
Total		13		5.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	12.859.72	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	20	2857.143	4.501
Tukang	0.007	20	2857.143	4.501
Kepala Tukang	0.0007	2	2857.143	4.501
Mandor	0.0007	2	2857.143	4.501
Total		44		5.000
Pekerjaan Beton Balok				
Volume Pekerjaan	136.29	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	28	28.000	4.867
Tukang	0.250	7	28.000	4.867
Kepala Tukang	0.025	0.7	28.000	4.867
Mandor	0.010	0.28	28.000	4.867
Total		36		5.000
Pekerjaan Tulangan				

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.14 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas
Pekerjaan Dari Data Aktual (Lanjutan)**

Volume Pekerjaan	40,386.73	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	34	4857.143	8.315
Tukang	0.007	34	4857.143	8.315
Kepala Tukang	0.0007	3.4	4857.143	8.315
Mandor	0.0007	3.4	4857.143	8.315
Total		75		9.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	139.47	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	28	28.000	4.981
Tukang	0.250	7	28.000	4.981
Kepala Tukang	0.025	0.7	28.000	4.981
Mandor	0.010	0.28	28.000	4.981
Total		36		5.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	15,234.56	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	20	2857.143	5.332
Tukang	0.007	20	2857.143	5.332
Kepala Tukang	0.0007	2	2857.143	5.332
Mandor	0.0007	2	2857.143	5.332
Total		44		6.000
Elevasi + 17.00				
Pekerjaan Beton Kolom				
Volume Pekerjaan	35.78	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	9	9.000	3.976
Tukang	0.250	2.25	9.000	3.976
Kepala Tukang	0.025	0.225	9.000	3.976
Mandor	0.010	0.09	9.000	3.976
Total		12		4.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	9,946.78	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	16	2285.714	4.352
Tukang	0.007	16	2285.714	4.352
Kepala Tukang	0.0007	1.6	2285.714	4.352
Mandor	0.0007	1.6	2285.714	4.352
Total		36		5.000
Pekerjaan Beton Balok				
Volume Pekerjaan	104.49	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	28	28.000	3.732
Tukang	0.250	7	28.000	3.732
Kepala Tukang	0.025	0.7	28.000	3.732
Mandor	0.010	0.28	28.000	3.732
Total		36		4.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	28,923.30	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	20	2857.143	10.123
Tukang	0.007	20	2857.143	10.123
Kepala Tukang	0.0007	2	2857.143	10.123
Mandor	0.0007	2	2857.143	10.123
Total		44		11.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	113.29	M ³		

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.14 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas
Pekerjaan Dari Data Aktual (Lanjutan)**

Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	28	28.000	4.046
Tukang	0.250	7	28.000	4.046
Kepala Tukang	0.025	0.7	28.000	4.046
Mandor	0.010	0.28	28.000	4.046
Total		36		5.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	12,535.12	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	16	2285.714	5.484
Tukang	0.007	16	2285.714	5.484
Kepala Tukang	0.0007	1.6	2285.714	5.484
Mandor	0.0007	1.6	2285.714	5.484
Total		36		6.000
Elevasi + 21.00				
Pekerjaan Beton Kolom				
Volume Pekerjaan	18.39	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	6	6.000	3.066
Tukang	0.250	1.5	6.000	3.066
Kepala Tukang	0.025	0.15	6.000	3.066
Mandor	0.010	0.06	6.000	3.066
Total		8		4.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	6,500.37	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	14	2000.000	3.250
Tukang	0.007	14	2000.000	3.250
Kepala Tukang	0.0007	1.4	2000.000	3.250
Mandor	0.0007	1.4	2000.000	3.250
Total		31		4.000
Pekerjaan Beton Balok				
Volume Pekerjaan	65.94	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	8	8.000	8.242
Tukang	0.250	2	8.000	8.242
Kepala Tukang	0.025	0.2	8.000	8.242
Mandor	0.010	0.08	8.000	8.242
Total		11		9.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	15,630.72	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	13	1857.143	8.417
Tukang	0.007	13	1857.143	8.417
Kepala Tukang	0.0007	1.3	1857.143	8.417
Mandor	0.0007	1.3	1857.143	8.417
Total		29		9.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	51.32	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	8	8.000	6.416
Tukang	0.250	2	8.000	6.416
Kepala Tukang	0.025	0.2	8.000	6.416
Mandor	0.010	0.08	8.000	6.416
Total		11		7.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	1,884.41	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

**Tabel L.14 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas
Pekerjaan Dari Data Aktual (Lanjutan)**

Pekerja	0.007	12	1714.286	1.099
Tukang	0.007	12	1714.286	1.099
Kepala Tukang	0.0007	1.2	1714.286	1.099
Mandor	0.0007	1.2	1714.286	1.099
Total		27		2.000
Elevasi + 23.00				
Pekerjaan Beton Balok				
Volume Pekerjaan	32.06	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	4	4.000	8.015
Tukang	0.250	1	4.000	8.015
Kepala Tukang	0.025	0.1	4.000	8.015
Mandor	0.010	0.04	4.000	8.015
Total		6		9.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	6,601.27	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	3.5	500.000	13.203
Tukang	0.007	3.5	500.000	13.203
Kepala Tukang	0.0007	0.35	500.000	13.203
Mandor	0.0007	0.35	500.000	13.203
Total		8		14.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	30.00	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	4	4.000	7.500
Tukang	0.250	1	4.000	7.500
Kepala Tukang	0.025	0.1	4.000	7.500
Mandor	0.010	0.04	4.000	7.500
Total		6		8.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	1,101.48	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	2	285.714	3.855
Tukang	0.007	2	285.714	3.855
Kepala Tukang	0.0007	0.2	285.714	3.855
Mandor	0.0007	0.2	285.714	3.855
Total		5		4.000
Elevasi + 23.50				
Pekerjaan Beton Balok				
Volume Pekerjaan	12.11	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	1.000	1.3	1.300	9.317
Tukang	0.250	0.325	1.300	9.317
Kepala Tukang	0.025	0.0325	1.300	9.317
Mandor	0.010	0.013	1.300	9.317
Total		2		10.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	2,567.66	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	1.5	214.286	11.982
Tukang	0.007	1.5	214.286	11.982
Kepala Tukang	0.0007	0.15	214.286	11.982
Mandor	0.0007	0.15	214.286	11.982
Total		4		12.000
Pekerjaan Beton Pelat Lantai				
Volume Pekerjaan	11.83	M ³		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

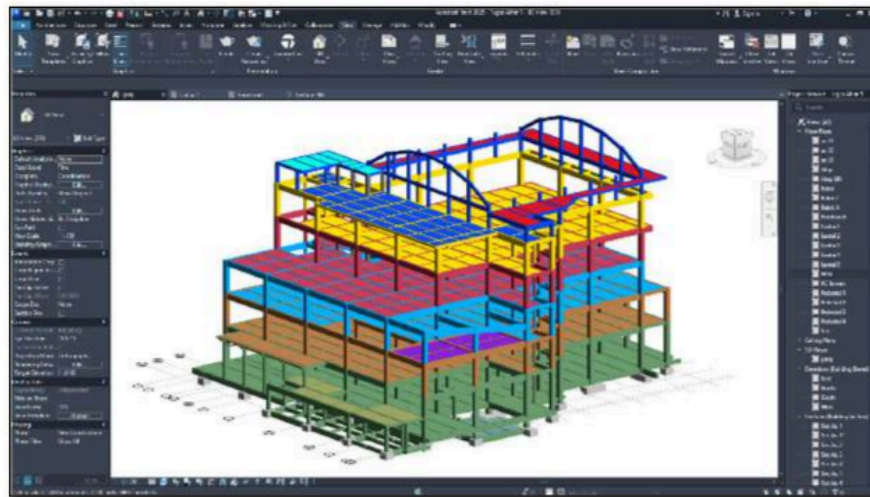
**Tabel L.14 : Rekapitulasi Analisa Produktifitas
Pekerjaan Dari Data Aktual (Lanjutan)**

Pekerja	1.000	1.5	1.500	7.888
Tukang	0.250	0.375	1.500	7.888
Kepala Tukang	0.025	0.0375	1.500	7.888
Mandor	0.010	0.015	1.500	7.888
Total		2		8.000
Pekerjaan Tulangan				
Volume Pekerjaan	990.59	kg		
Tenaga Kerja	Koefisien (OH)	Jumlah Orang	Produktivitas	Durasi (Hari)
Pekerja	0.007	1.5	214.286	4.623
Tukang	0.007	1.5	214.286	4.623
Kepala Tukang	0.0007	0.15	214.286	4.623
Mandor	0.0007	0.15	214.286	4.623
Total		4		5.000

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

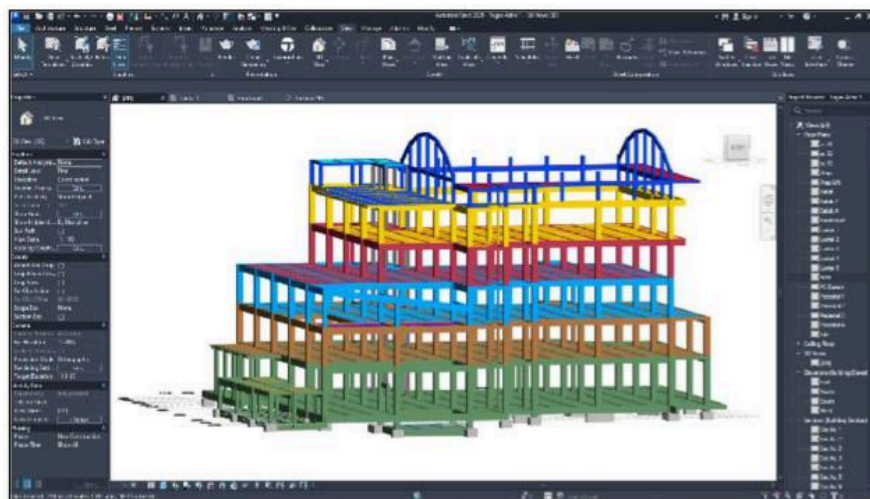
8. Hasil Pemodelan BIM Revit 2025

Gambar L.1 : Hasil Akhir Pemodelan Pembetonan Struktur



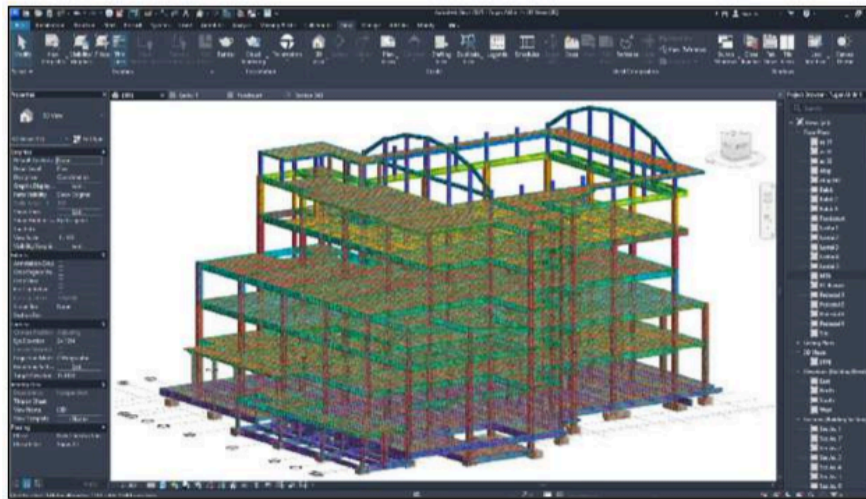
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Gambar L.1 : Hasil Akhir Pemodelan Pembetonan Struktur (Lanjutan)



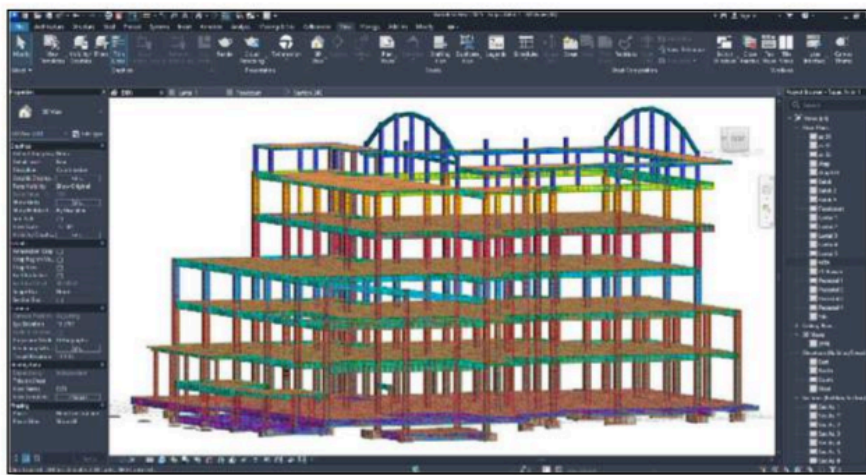
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Gambar L.2 : Hasil Akhir Pemodelan Penulangan Struktur



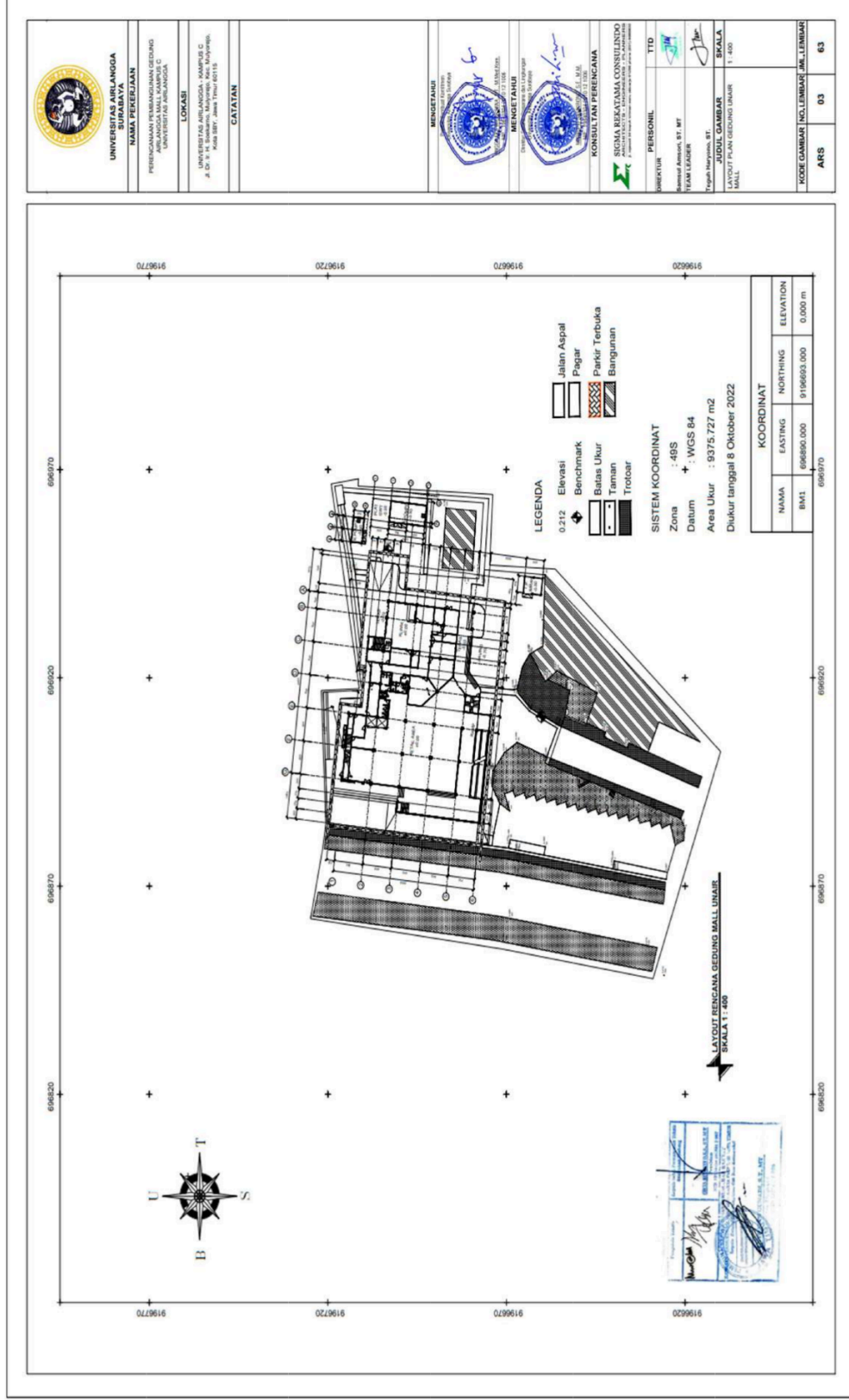
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Gambar L.2 : Hasil Akhir Pemodelan Penulangan Struktur (Lanjutan)

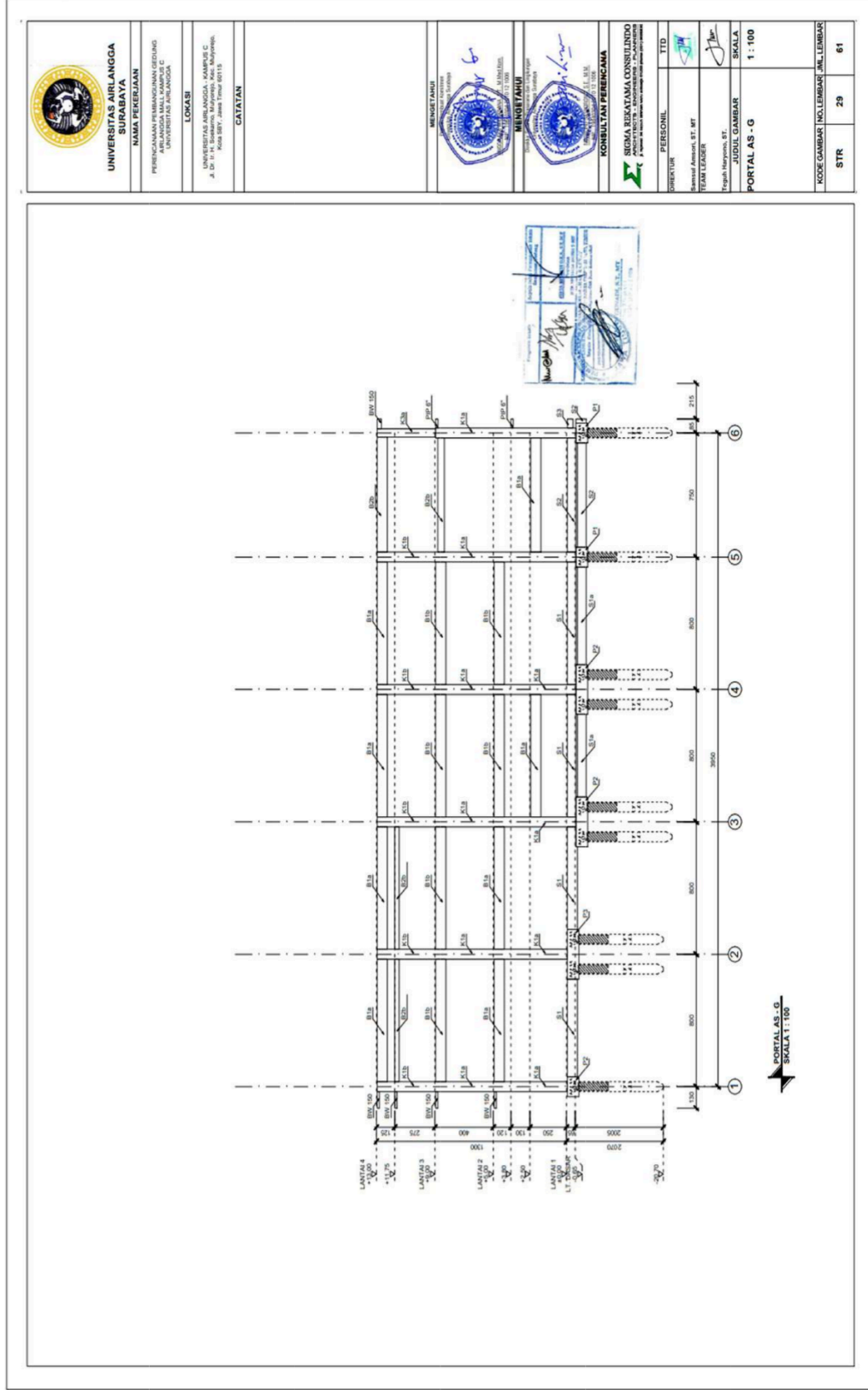


(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2025)

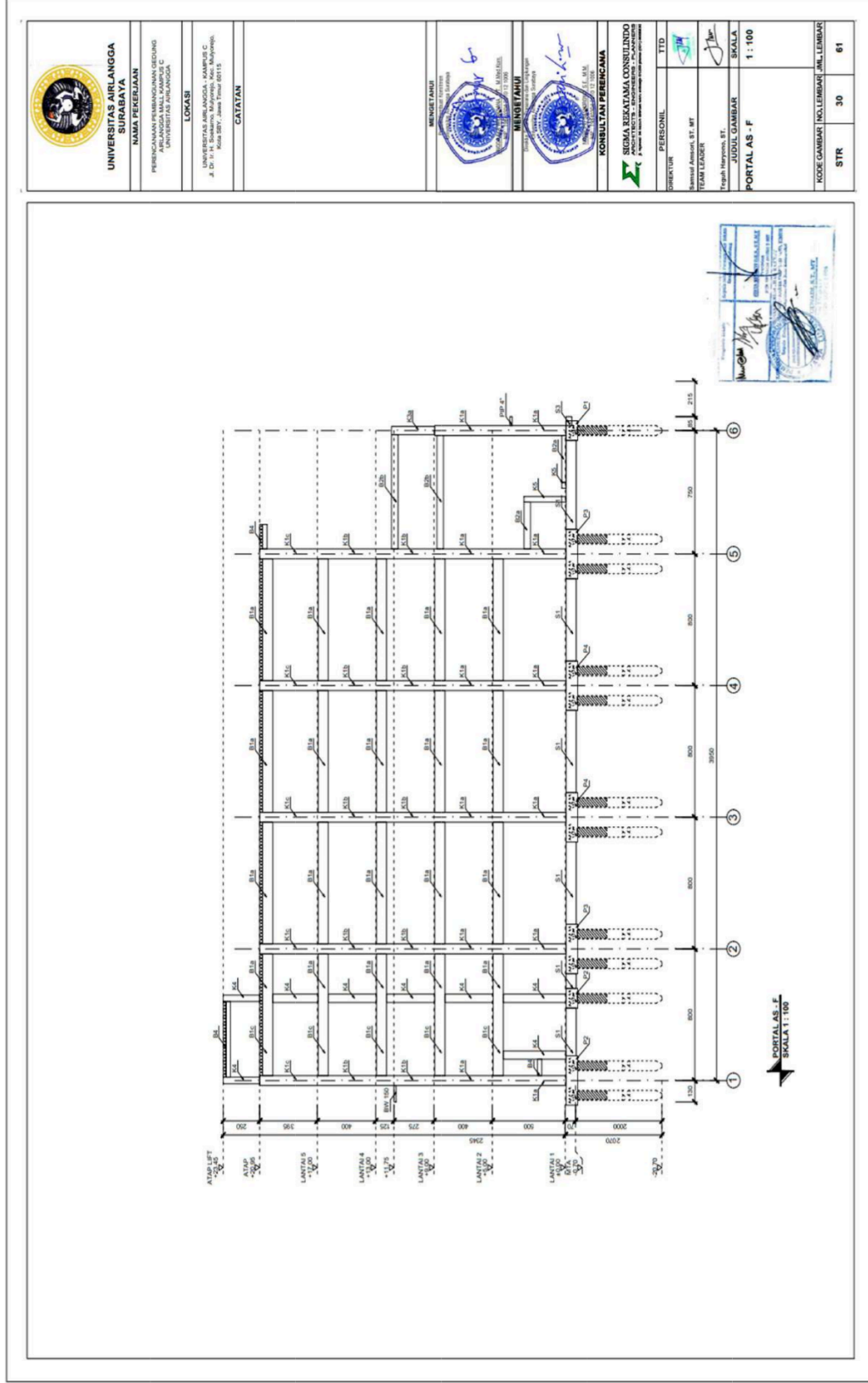
9. Gambar Detail Engineering Design
 Gambar L.3 : Gambar Detail Engineering Design



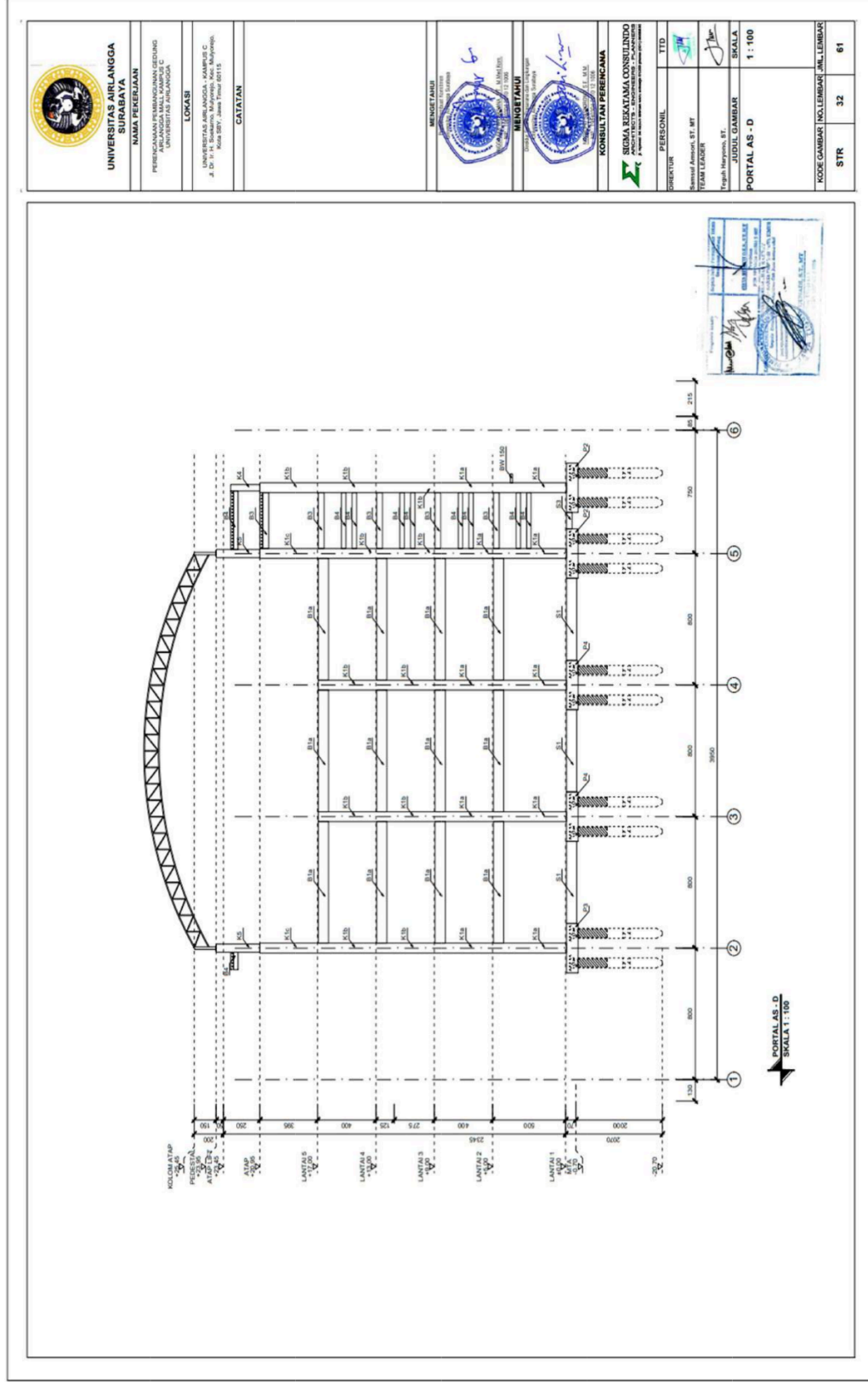
Gambar L.3 : Gambar Detail Engineering Design (Lanjutan)



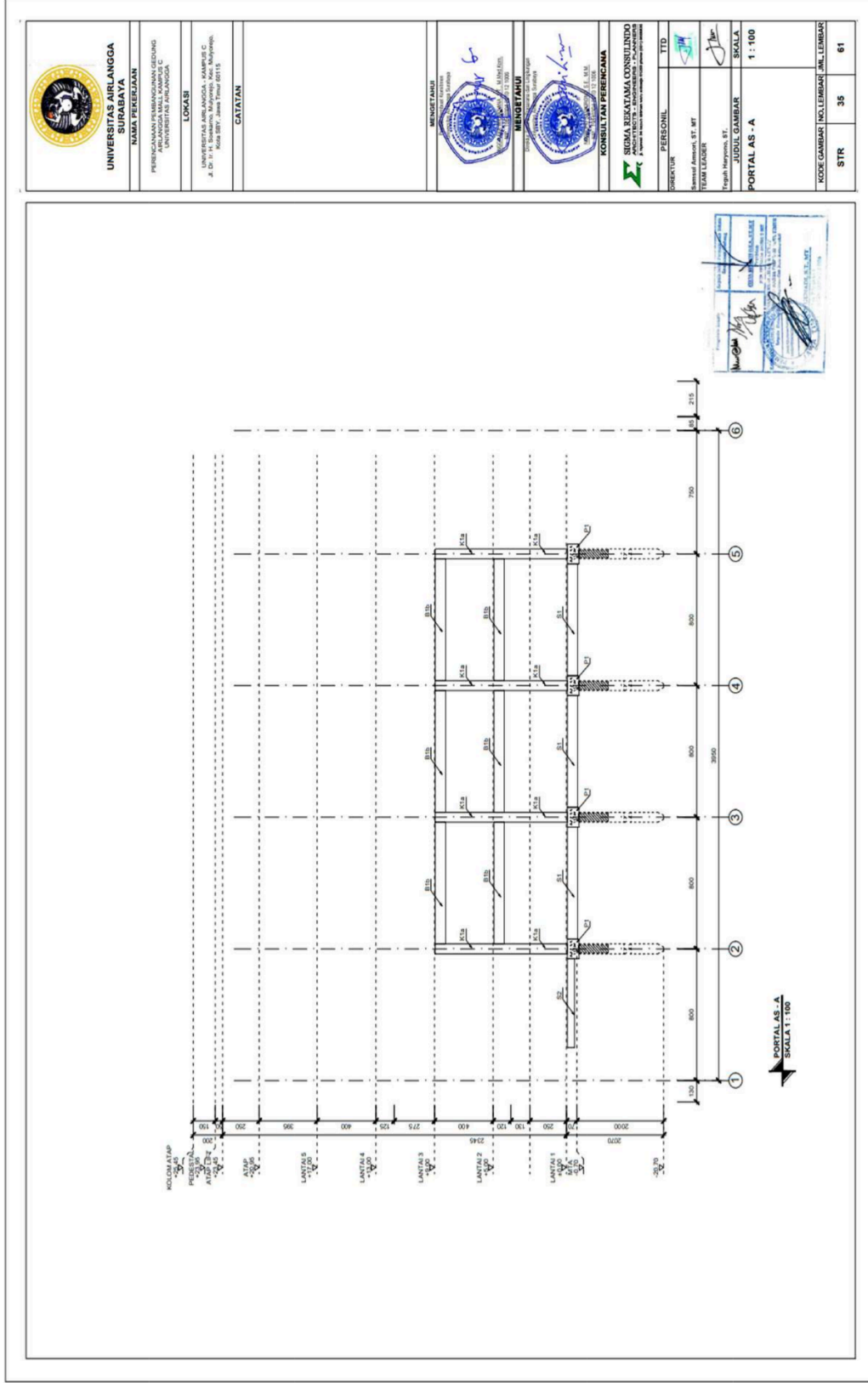
Gambar L.3 : Gambar Detail Engineering Design (Lanjutan)



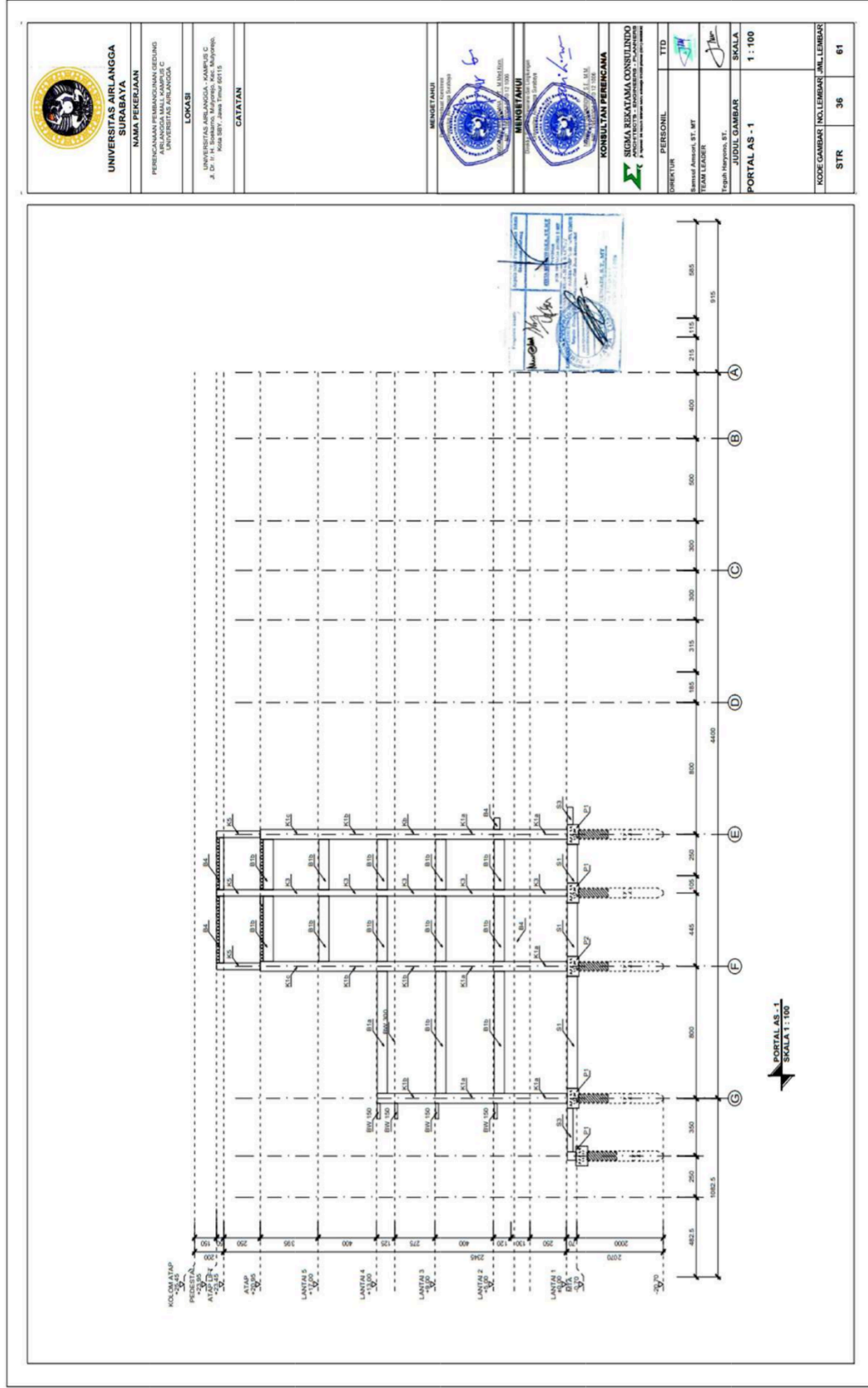
Gambar L.3 : Gambar Detail Engineering Design (Lanjutan)



Gambar L.3 : Gambar Detail Engineering Design (Lanjutan)



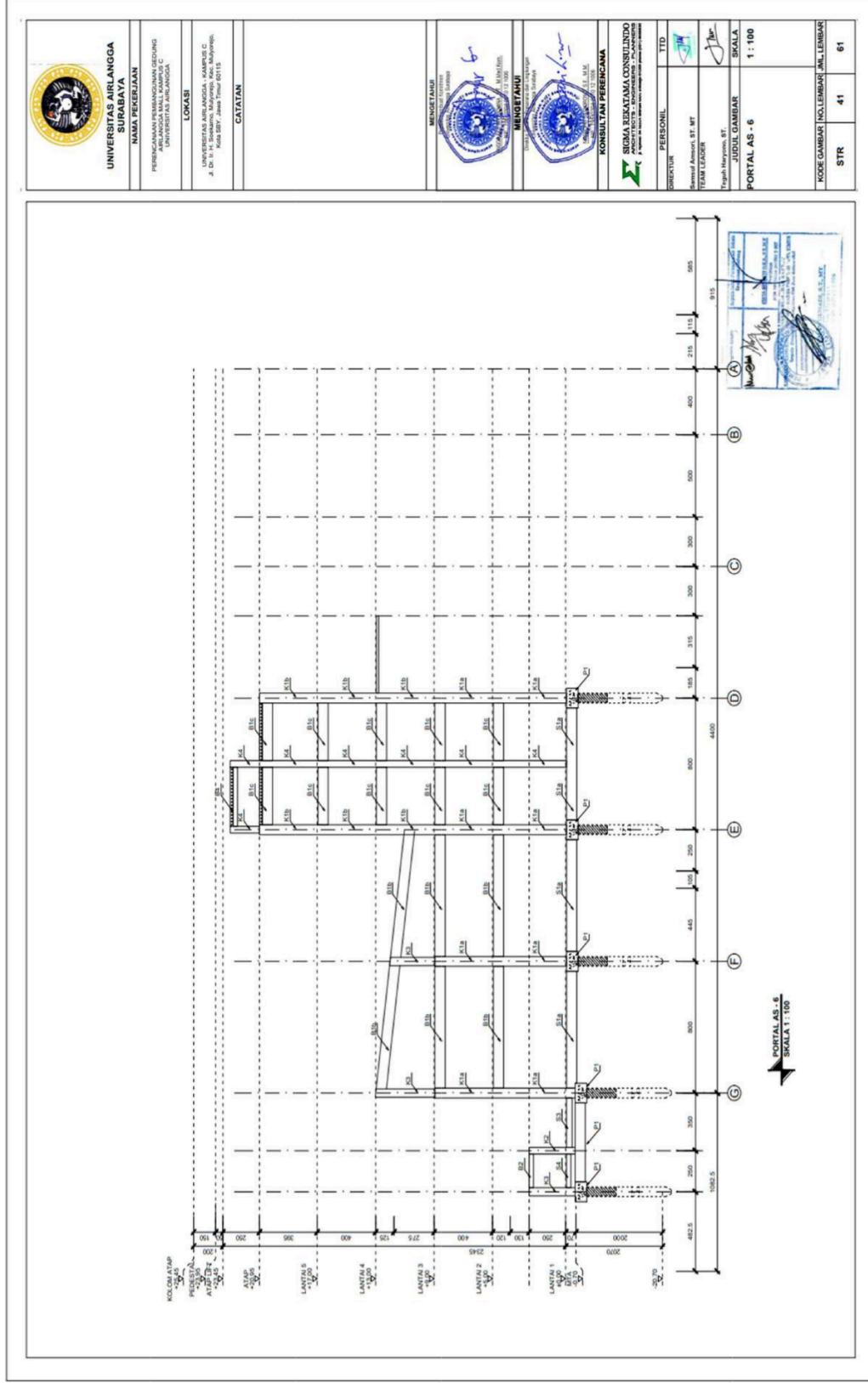
Gambar L.3 : Gambar Detail Engineering Design (Lanjutan)



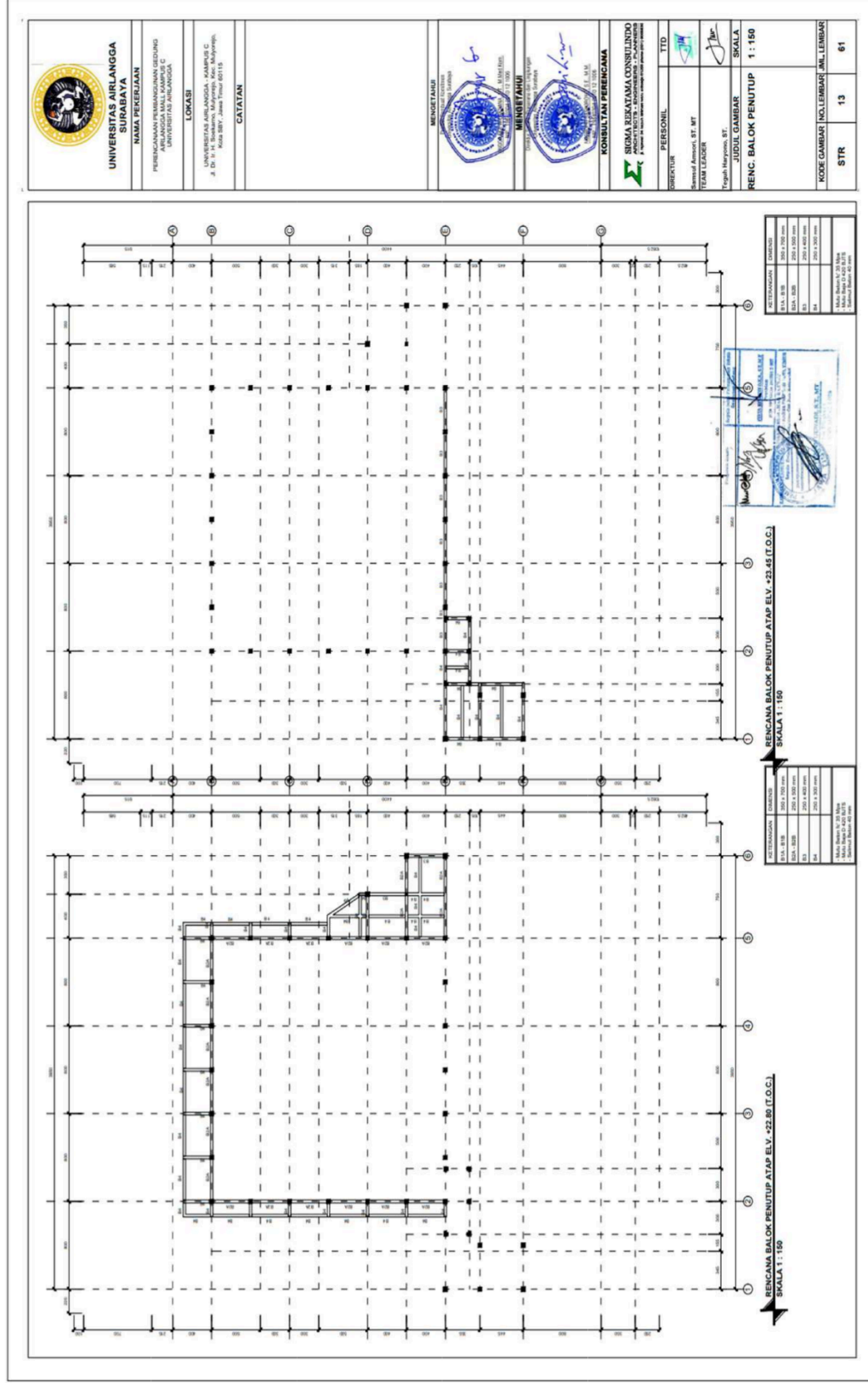
172

173

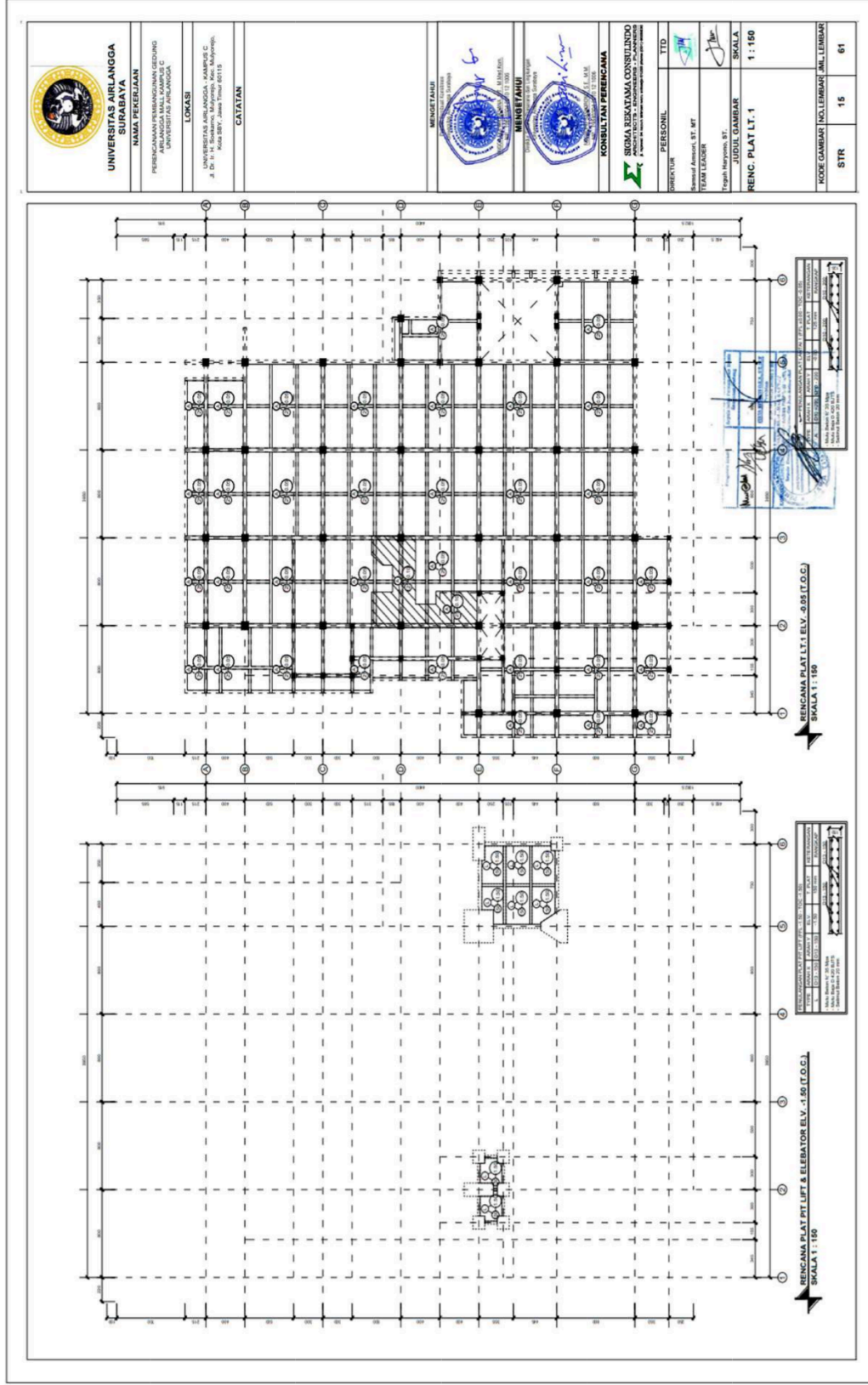
Gambar L.3 : Gambar Detail Engineering Design (Lanjutan)



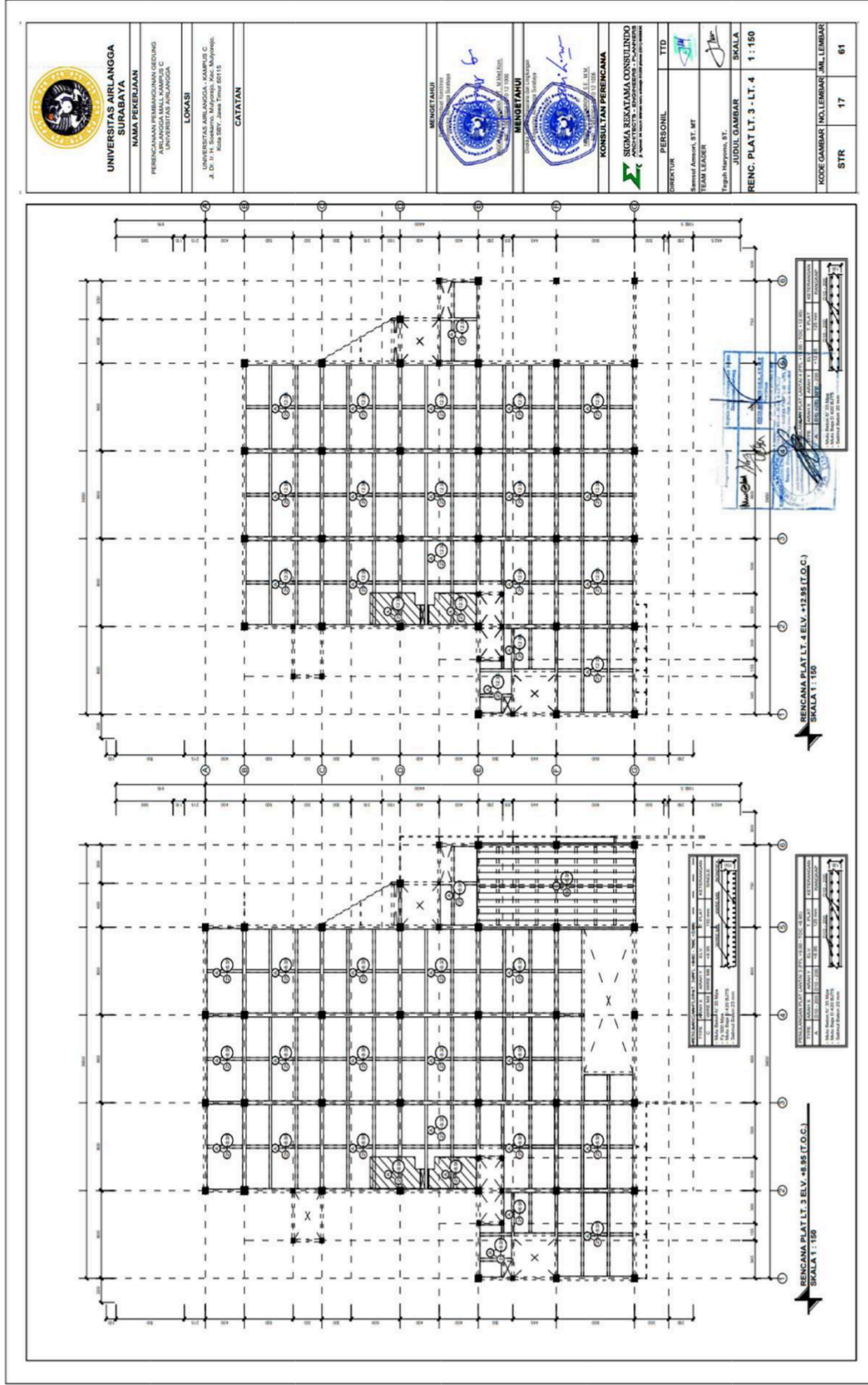
Gambar L.3 : Gambar Detail Engineering Design (Lanjutan)



Gambar L.3 : Gambar Detail Engineering Design (Lanjutan)



Gambar L.3 : Gambar Detail Engineering Design (Lanjutan)



Gambar L.3 : Gambar Detail Engineering Design (Lanjutan)

	UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA NAMA PEKERJAAN PERENCANAAN PENUNJANG GEDUNG AIRLANGGA MALL KAMPUS C UNIVERSITAS AIRLANGGA	LOKASI UNIVERSITAS AIRLANGGA - KAMPUS C Jl. H. H. W. Sudarto, Surabaya, Jawa Timur 60155	CATATAN																		
																					
																					
																					
KONSULTAN PERENCANAAN  SIGMA EKATAMA CONSULTING ARCHITECTS - ENGINEERS - PLANNERS Jl. Raya Darmasari No. 10, Surabaya, Jawa Timur 60138																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">DIREKTUR</td> <td style="width: 10%;">PERSONIL</td> <td style="width: 10%;">TTD</td> </tr> <tr> <td>Sumardi Amori, ST, MT</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>TEAM LEADER</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ngurah Hartono, ST</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>JURUL GABAR</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>NTS</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				DIREKTUR	PERSONIL	TTD	Sumardi Amori, ST, MT			TEAM LEADER			Ngurah Hartono, ST			JURUL GABAR			NTS		
DIREKTUR	PERSONIL	TTD																			
Sumardi Amori, ST, MT																					
TEAM LEADER																					
Ngurah Hartono, ST																					
JURUL GABAR																					
NTS																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">KODE GAMBAR</td> <td style="width: 10%;">NO. LEMBAR</td> <td style="width: 10%;">JML. LEMBAR</td> </tr> <tr> <td>STR</td> <td>23</td> <td>61</td> </tr> </table>				KODE GAMBAR	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR	STR	23	61												
KODE GAMBAR	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR																			
STR	23	61																			

NAMA	SKALA	NO. GAMBAR	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
GABARAN	1:100	1	1	1
GABARAN	1:100	2	2	2
GABARAN	1:100	3	3	3
GABARAN	1:100	4	4	4
GABARAN	1:100	5	5	5
GABARAN	1:100	6	6	6
GABARAN	1:100	7	7	7
GABARAN	1:100	8	8	8
GABARAN	1:100	9	9	9
GABARAN	1:100	10	10	10
GABARAN	1:100	11	11	11
GABARAN	1:100	12	12	12
GABARAN	1:100	13	13	13
GABARAN	1:100	14	14	14
GABARAN	1:100	15	15	15
GABARAN	1:100	16	16	16
GABARAN	1:100	17	17	17
GABARAN	1:100	18	18	18
GABARAN	1:100	19	19	19
GABARAN	1:100	20	20	20
GABARAN	1:100	21	21	21
GABARAN	1:100	22	22	22
GABARAN	1:100	23	23	23
GABARAN	1:100	24	24	24
GABARAN	1:100	25	25	25
GABARAN	1:100	26	26	26
GABARAN	1:100	27	27	27
GABARAN	1:100	28	28	28
GABARAN	1:100	29	29	29
GABARAN	1:100	30	30	30
GABARAN	1:100	31	31	31
GABARAN	1:100	32	32	32
GABARAN	1:100	33	33	33
GABARAN	1:100	34	34	34
GABARAN	1:100	35	35	35
GABARAN	1:100	36	36	36
GABARAN	1:100	37	37	37
GABARAN	1:100	38	38	38
GABARAN	1:100	39	39	39
GABARAN	1:100	40	40	40
GABARAN	1:100	41	41	41
GABARAN	1:100	42	42	42
GABARAN	1:100	43	43	43
GABARAN	1:100	44	44	44
GABARAN	1:100	45	45	45
GABARAN	1:100	46	46	46
GABARAN	1:100	47	47	47
GABARAN	1:100	48	48	48
GABARAN	1:100	49	49	49
GABARAN	1:100	50	50	50
GABARAN	1:100	51	51	51
GABARAN	1:100	52	52	52
GABARAN	1:100	53	53	53
GABARAN	1:100	54	54	54
GABARAN	1:100	55	55	55
GABARAN	1:100	56	56	56
GABARAN	1:100	57	57	57
GABARAN	1:100	58	58	58
GABARAN	1:100	59	59	59
GABARAN	1:100	60	60	60
GABARAN	1:100	61	61	61
GABARAN	1:100	62	62	62
GABARAN	1:100	63	63	63
GABARAN	1:100	64	64	64
GABARAN	1:100	65	65	65
GABARAN	1:100	66	66	66
GABARAN	1:100	67	67	67
GABARAN	1:100	68	68	68
GABARAN	1:100	69	69	69
GABARAN	1:100	70	70	70
GABARAN	1:100	71	71	71
GABARAN	1:100	72	72	72
GABARAN	1:100	73	73	73
GABARAN	1:100	74	74	74
GABARAN	1:100	75	75	75
GABARAN	1:100	76	76	76
GABARAN	1:100	77	77	77
GABARAN	1:100	78	78	78
GABARAN	1:100	79	79	79
GABARAN	1:100	80	80	80
GABARAN	1:100	81	81	81
GABARAN	1:100	82	82	82
GABARAN	1:100	83	83	83
GABARAN	1:100	84	84	84
GABARAN	1:100	85	85	85
GABARAN	1:100	86	86	86
GABARAN	1:100	87	87	87
GABARAN	1:100	88	88	88
GABARAN	1:100	89	89	89
GABARAN	1:100	90	90	90
GABARAN	1:100	91	91	91
GABARAN	1:100	92	92	92
GABARAN	1:100	93	93	93
GABARAN	1:100	94	94	94
GABARAN	1:100	95	95	95
GABARAN	1:100	96	96	96
GABARAN	1:100	97	97	97
GABARAN	1:100	98	98	98
GABARAN	1:100	99	99	99
GABARAN	1:100	100	100	100

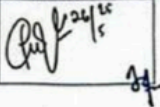
11. 75 Lembar Bimbingan Tugas Akhir

Gambar L.5 : Lembar Bimbingan Tugas Akhir



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

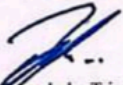
LEMBAR BIMBINGAN & PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING
Periode Semester Genap 2024/2025

Nama Mahasiswa	: Dwi Nur Wahyudi	
NIM	: 1432100022	
Alamat Rumah / Kost	: Jl. Manyar Dukuh No.5 RT.10/RW.3, Surabaya	
Nomor Telp/Hp/Whatsapp	: 081314732700	
Dosen Pembimbing 1	: Ir. Masca Indra Triana, ST., M.S.M	
Dosen Pembimbing 2	: -	
Tanggal Kepesertaan Pembekalan Tugas Akhir	: Selasa, 11 Februari 2025	
Nama dan Tanggal Publish Jurnal	Nama Jurnal/seminar : PADUPRAKSA : Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa Link Jurnal : https://ejournal.warmadewa.ac.id/index.php/padu praksa/index Tanggal Publish Jurnal/Seminar :	Paraf koordinator jurnal 

Judul Tugas Akhir:

IMPLEMENTASI BIM DENGAN AUTODESK REVIT 2025 PADA QUANTITY TAKE-OFF MATERIAL STRUKTUR GEDUNG PLAZA AIRLANGGA (UNAIR) TAHAP 1 TERHADAP VOLUME, BIAYA DAN WAKTU

Dosen Pembimbing 1



(Ir. Masca Indra Triana, ST., M.S.M)

Dosen Pembimbing 2

(Kosongkan Bila tidak ada pembimbing ke 2)

(Nama Dosen Pembimbing 2)

Persetujuan Koordinator TA



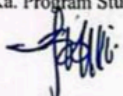
(Ir. Laily Endah Falmawati, ST., MT.)

Keterangan :

1. Bimbingan WAJIB dilakukan minimal 2 minggu sekali
2. Mahasiswa WAJIB sudah melakukan publikasi jurnal / seminar nasional / internasional yang terakreditasi
3. Segala bentuk pelanggaran dapat dikenakan sanksi dari Program Studi Teknik Sipil Untag Surabaya

Mengetahui,

Ka. Program Studi Teknik Sipil


 (Ir. Faradlillah Saves, ST., MT.)

Gambar L.5 : Lembar Bimbingan Tugas Akhir (Lanjutan)



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Minggu	No	Tanggal	Uraian Perbaikan / Konsultasi	Paraf Dosen Pembimbing
Ke - 1 dan 2 Perkuliahan				
Ke - 3 dan 4 Perkuliahan		19/3 ²⁵	serumit hasil dsman	P.
Ke - 5 dan 6 Perkuliahan		19/4 ²⁵	jangan lupakan ! khusus bab 2. banyakin bab 4 → bab 2.	P.
Ke - 7 dan 8 Perkuliahan		23/4 ²⁵	Masukkan perkembangan.	P.



Gambar L.5 : Lembar Bimbingan Tugas Akhir (Lanjutan)



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Minggu	No	Tanggal	Uraian Perbaikan / Konsultasi	Paraf Dosen Pembimbing
Ke - 9 dan 10 Perkuliahan		5/5 ²⁵	Jurnal - D. Suci LSP ✓ TOEFL ✓ - + BOD Biri Wawancara	P.
Ke - 11 dan 12 Perkuliahan		13/5 ²⁵		P.
		15/5 ²⁵	Pembinaan jurnal	P.
Ke - 13 dan 14 Perkuliahan				
Ke - 15 Perkuliahan				

3

ORIGINALITY REPORT

19%

SIMILARITY INDEX

16%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

repository.untag-sby.ac.id

Internet Source

2%

2

ojs.unud.ac.id

Internet Source

1%

3

digilib.unila.ac.id

Internet Source

1%

4

Jonario Naibaho, Sondang N.B Marbun,
Rintan Saragih. "Pengaruh Gaya
Kepemimpinan Partisipatif, Manajemen
Bakat, Motivasi Dan Komitmen Organisasi
Terhadap Kinerja Pegawai", RIGGS: Journal of
Artificial Intelligence and Digital Business,
2025

Publication

1%

5

Submitted to Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya

Student Paper

1%

6

repository.its.ac.id

Internet Source

1%

ejournal.politeknikpu.ac.id

7	Internet Source	1 %
8	jurnal.univpgri-palembang.ac.id Internet Source	1 %
9	ejournal2.undip.ac.id Internet Source	<1 %
10	dspace.uii.ac.id Internet Source	<1 %
11	repository.umsu.ac.id Internet Source	<1 %
12	ejournal.unesa.ac.id Internet Source	<1 %
13	Submitted to Universitas Muhammadiyah Purwokerto Student Paper	<1 %
14	etheses.uin-malang.ac.id Internet Source	<1 %
15	Submitted to Universitas Diponegoro Student Paper	<1 %
16	eprints.umm.ac.id Internet Source	<1 %
17	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
18	Submitted to Universitas Merdeka Malang Student Paper	

<1 %

19

ejournal.uigm.ac.id

Internet Source

<1 %

20

prin.or.id

Internet Source

<1 %

21

e-journal.uajy.ac.id

Internet Source

<1 %

22

journal.unpar.ac.id

Internet Source

<1 %

23

garuda.kemdikbud.go.id

Internet Source

<1 %

24

ojs3.unpatti.ac.id

Internet Source

<1 %

25

jurnal.saburai.id

Internet Source

<1 %

26

123dok.com

Internet Source

<1 %

27

lintar.untar.ac.id

Internet Source

<1 %

28

Ari Wibowo, Michella Beatrix. "EVALUASI
QUANTITY TAKE OFF MENGGUNAKAN
AUTODESK REVIT PADA PEKERJAAN
STRUKTUR BAJA PROYEK PEMBANGUNAN

<1 %

GEDUNG KANTOR PT. TRI KANIGARA GROUP", Racic : Rab Construction Research, 2024

Publication

29	idm.or.id Internet Source	<1 %
30	id.123dok.com Internet Source	<1 %
31	Submitted to Universitas Jember Student Paper	<1 %
32	media.neliti.com Internet Source	<1 %
33	Submitted to STT PLN Student Paper	<1 %
34	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	<1 %
35	repository.mercubuana.ac.id Internet Source	<1 %
36	jurnal.umnu.ac.id Internet Source	<1 %
37	pdfcoffee.com Internet Source	<1 %
38	ejournal.itn.ac.id Internet Source	<1 %
39	proceedings.ums.ac.id Internet Source	<1 %

<1 %

40

journal.unj.ac.id

Internet Source

<1 %

41

repository.uin-suska.ac.id

Internet Source

<1 %

42

repository.unhas.ac.id

Internet Source

<1 %

43

ejournal.polbeng.ac.id

Internet Source

<1 %

44

adoc.pub

Internet Source

<1 %

45

ejournal2.pnp.ac.id

Internet Source

<1 %

46

ngecad.blogspot.com

Internet Source

<1 %

47

repository.ub.ac.id

Internet Source

<1 %

48

Submitted to Universitas Pendidikan
Indonesia

Student Paper

<1 %

49

journal.pubmedia.id

Internet Source

<1 %

50

Submitted to UM Surabaya

Student Paper

<1 %

51

docplayer.info

Internet Source

<1 %

52

publikasi.mercubuana.ac.id

Internet Source

<1 %

53

repository.pnj.ac.id

Internet Source

<1 %

54

Submitted to Universitas Sains Alquran

Student Paper

<1 %

55

e-journal.upr.ac.id

Internet Source

<1 %

56

repository.usm.ac.id

Internet Source

<1 %

57

journal.uta45jakarta.ac.id

Internet Source

<1 %

58

Submitted to Universitas Negeri Malang

Student Paper

<1 %

59

Submitted to Universitas Pancasila

Student Paper

<1 %

60

jsmd.dikara.org

Internet Source

<1 %

61

Submitted to Konsorsium Perguruan Tinggi
Swasta Indonesia II

<1 %

62

Submitted to Telkom University

Student Paper

<1 %

63

Submitted to Universitas Bengkulu

Student Paper

<1 %

64

Submitted to Universitas Bung Hatta

Student Paper

<1 %

65

Submitted to Universitas Muria Kudus

Student Paper

<1 %

66

eprints.upj.ac.id

Internet Source

<1 %

67

Submitted to State Islamic University of
Alauddin Makassar

Student Paper

<1 %

68

digilib.uns.ac.id

Internet Source

<1 %

69

id.scribd.com

Internet Source

<1 %

70

repository.bsi.ac.id

Internet Source

<1 %

71

repository.usd.ac.id

Internet Source

<1 %

72

repository.unismabekasi.ac.id

Internet Source

<1 %

73	www.ejournal-s1.undip.ac.id Internet Source	<1 %
74	Chatryne Pricillya Ris Mentari, Fikri Alami, Surya Sebayang. "Studi ketebalan minimum pelat beton bertulang menurut SNI 2847:2019 terhadap kenyamanan manusia", REKAYASA: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung, 2022 Publication	<1 %
75	eprints.polsri.ac.id Internet Source	<1 %
76	eprints.walisongo.ac.id Internet Source	<1 %
77	journal.aritekin.or.id Internet Source	<1 %
78	repository.ppns.ac.id Internet Source	<1 %
79	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
80	ejournal.ust.ac.id Internet Source	<1 %
81	ejournal3.undip.ac.id Internet Source	<1 %
82	eprints.itn.ac.id Internet Source	<1 %

83	journal.isas.or.id Internet Source	<1 %
84	jurnal.pnk.ac.id Internet Source	<1 %
85	darmadi18.files.wordpress.com Internet Source	<1 %
86	edukatama.com Internet Source	<1 %
87	ejournal.uika-bogor.ac.id Internet Source	<1 %
88	ejournal.unitomo.ac.id Internet Source	<1 %
89	ejurnal.poliban.ac.id Internet Source	<1 %
90	elibrary.ub.ac.id Internet Source	<1 %
91	journal.asdkvi.or.id Internet Source	<1 %
92	journal.uib.ac.id Internet Source	<1 %
93	jurnal.umpwr.ac.id Internet Source	<1 %
94	pt.scribd.com Internet Source	<1 %

95	repo.itera.ac.id Internet Source	<1 %
96	repository.iainpare.ac.id Internet Source	<1 %
97	repository.unifa.ac.id Internet Source	<1 %
98	repository.upi.edu Internet Source	<1 %
99	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
100	etd.umy.ac.id Internet Source	<1 %
101	journal.univpancasila.ac.id Internet Source	<1 %
102	Arum Dwi Hastutiningsih, Pramudiyanto Pramudiyanto, Elviana Elviana, Nuryadin Eko Raharjo. "Pelatihan building information modeling bagi Guru Sekolah Menengah Kejuruan di DIY dan Jawa Tengah", Penamas: Journal of Community Service, 2024 Publication	<1 %
103	Seplika Yadi, Effendi Yusuf, Effendi Yusuf, Bagus Soebandono, Bagus Soebandono. "Quantity Take Off pada Perencanaan	<1 %

Gedung Apartemen Menggunakan BIM Revit", Jurnal TeKLA, 2023

Publication

104

journal.um-surabaya.ac.id

Internet Source

<1 %

105

jurnal.polines.ac.id

Internet Source

<1 %

106

publishing-widyagama.ac.id

Internet Source

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22

PAGE 23

PAGE 24

PAGE 50

PAGE 51

PAGE 52

PAGE 53

PAGE 54

PAGE 55

PAGE 56

PAGE 57

PAGE 58

PAGE 59

PAGE 60

PAGE 61

PAGE 62

PAGE 63

PAGE 64

PAGE 65

PAGE 66

PAGE 67

PAGE 68

PAGE 69

PAGE 70

PAGE 71

PAGE 72

PAGE 73

PAGE 74

PAGE 75

PAGE 76

PAGE 77

PAGE 78

PAGE 79

PAGE 80

PAGE 81

PAGE 82

PAGE 83

PAGE 84

PAGE 85

PAGE 86

PAGE 87

PAGE 88

PAGE 89

PAGE 90

PAGE 91

PAGE 92

PAGE 93

PAGE 94

PAGE 95

PAGE 96

PAGE 97

PAGE 98

PAGE 99

PAGE 100

PAGE 101

PAGE 102

PAGE 103

PAGE 104

PAGE 105

PAGE 106

PAGE 107

PAGE 108

PAGE 109

PAGE 110

PAGE 111

PAGE 112

PAGE 113

PAGE 114

PAGE 115

PAGE 116

PAGE 117

PAGE 118

PAGE 119

PAGE 120

PAGE 121

PAGE 122

PAGE 123

PAGE 124

PAGE 125

PAGE 126

PAGE 127

PAGE 128

PAGE 129

PAGE 130

PAGE 131

PAGE 132

PAGE 133

PAGE 134

PAGE 135

PAGE 136

PAGE 137

PAGE 138

PAGE 139

PAGE 140

PAGE 141

PAGE 142

PAGE 143

PAGE 144

PAGE 145

PAGE 146

PAGE 147

PAGE 148

PAGE 149

PAGE 150

PAGE 151

PAGE 152

PAGE 153

PAGE 154

PAGE 155

PAGE 156

PAGE 157

PAGE 158

PAGE 159

PAGE 160

PAGE 161

PAGE 162

PAGE 163

PAGE 164

PAGE 165

PAGE 166

PAGE 167

PAGE 168

PAGE 169

PAGE 170

PAGE 171

PAGE 172

PAGE 173

PAGE 174

PAGE 175

PAGE 176

PAGE 177

PAGE 178

PAGE 179

PAGE 180

PAGE 181

PAGE 182

PAGE 183

PAGE 184

PAGE 185

PAGE 186

PAGE 187

PAGE 188

PAGE 189

PAGE 190

PAGE 191

PAGE 192

PAGE 193

PAGE 194

PAGE 195

PAGE 196

PAGE 197

PAGE 198

PAGE 199

PAGE 200

PAGE 201

PAGE 202

PAGE 203

PAGE 204

PAGE 205

PAGE 206

PAGE 207

PAGE 208

PAGE 209

PAGE 210

PAGE 211

PAGE 212

PAGE 213

PAGE 214

PAGE 215

PAGE 216

PAGE 217

PAGE 218

PAGE 219

PAGE 220