TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI BIM 5D DALAM PERHITUNGAN QUANTITY TAKE OFF PADA PEKERJAAN STRUKTUR BETON BERTULANG (*IMPLEMENTATION OF 5D BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) IN QUANTITY TAKE-OFF CALCULATIONS FOR REINFORCED CONCRETE STRUCTURAL WORKS*)

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil

DELFI AISWARA ANNISA
19511165

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL - PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2025

TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI BIM 5D DALAM PERHITUNGAN QUANTITY TAKE OFF PADA PEKERJAAN STRUKTUR BETON BERTULANG (*THE IMPLEMENTATION OF 5D BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) IN QUANTITY TAKE-OFF CALCULATIONS FOR REINFORCED CONCRETE STRUCTURAL WORKS*)

Disusun Oleh

Delfi Aiswara Annisa
19511165

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

Diuji pada tanggal 21 Agustus 2025
Oleh Dewan Penguji

Pembimbing	Penguji I	Penguji II
Ir. Vendie Abma, S.T., M.T., IPM	**Adityawan Sigit, S.T., M.T., Ph.D**	**Ir. Tri Nugroho Sulistyantoro, S.T., M.T.**
NIK : 155111310	**NIK : 155110108**	**NIK : 195110502**

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

10 / 9 2025

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

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

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

Yogyakarta, 08 September 2025

Yang membuat pernyataan,



Delfi Aiswara Annisa
(19511165)

LEMBAR DEDIKASI

1. Untuk kedua orang tua saya, Bapak dan Ibu yang selalu tanpa henti memberikan dukungan, menanyakan kabar saya setiap hari, serta sabar untuk menunggu anak pertamanya menjadi sarjana, serta doa yang tidak terputus untuk saya setiap hari. Terima kasih Bapak dan Ibu.
2. Untuk saudara perempuan saya satu-satunya, adik saya Vera, terima kasih selalu memberikan semangat dari jauh dan selalu mengerti dan membantu ketika saya kesusahan, kata-kata semangat dan beberapa kali kata motivasi yang membuat saya bangun dan membara lagi untuk menyelesaikan apa yang sudah dimulai.
3. Untuk Almarhumah bibi saya Erlinda Fadjri dan om saya Riyanto, yang sudah memberikan saya jalan untuk menjadi sarjana di keluarga saya, serta memberikan materi demi mendukung masa depan saya menjadi lebih baik, terima kasih juga sudah mendidik saya serta memberikan pelajaran hidup sebagai bekal saya.
4. Untuk abang saya Rendy Rian Sandhika yang selalu memberikan semangat dan motivasi menyelesaikan apa yang harus diselesaikan, tanpa mengeluh dan tidak pernah menghakimi saya, terima kasih atas semangat, dan motivasi abang serta dukungan materi selama ini.
5. Terima Kasih saya ucapkan kepada teman-teman saya Kori, Raisa, Pia, Nabila, Ajer, Dillah, Kaka, Ayu Arifah sudah menjadi teman baik dan selalu memberikan semangat tanpa henti, tanpa menanyakan progress skripsi saya namun tetap memberikan dukungan untuk menyelesaikan skrispsi ini, terima kasih selalu mendengarkan saya ketika saya mengeluh dan kesusahan.
6. Untuk M Andika Prastawa Aji yang sudah memberikan semangat dan meyakinkan saya bahwa saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini disaat saya hampir menyerah dalam menjalani nya, sekali lagi terima kasih atas semua

nasihat dan selalu mendengarkan keluhan saya ketika saya bingung untuk cerita kemana.

7. Terakhir, tidak lupa terima kasih untuk diri saya sendiri, terima kasih sudah bertahan dengan segala fase naik turun kehidupan dan tetap bertahan untuk itu, dan terima kasih sudah menyelesaikan apa yang sudah dimulai di awal.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur di panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir yang berjudul " Implementasi BIM 5D Dalam Perhitungan Quantity Take Off Pada Pekerjaan Struktur Beton Bertulang". Penelitian ini ditujukan sebagai pemenuhan salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari ada banyak hambatan dan kendala yang dihadapi, namun atas bantuan, saran serta kritik yang membangun dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Tidak lupa penulis juga mengucapkan banyak terima kasih pada semua pihak yang telah memberikan kontribusi besar dalam proses penulisan. Ucapan Terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Ibu Ir. Yunalia Muntafi., S.T., M.T., Ph.D (Eng)., IPM., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Vendie Abma, S.T., M.T., IPM., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing, memberikan waktu, arahan, serta kritik dan saran, maupun motivasi selama penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Adityawan Sigit, S.T., M.T., Ph.D. Selaku dosen penguji I yang telah meluangkan waktu dalam menguji, serta memberi kritik dan saran pada Tugas akhir penulis.
4. Bapak Ir. Tri Nugroho Sulistyantoro, S.T., M.T. Selaku dosen penguji II yang sudah meluangkan waktunya dalam menguji, memberi kritik, saran, serta ilmu untuk penulis.
5. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan dukungan materi dan moral serta doa yang tidak terputus hingga sekarang.

6. Seluruh keluarga, sahabat yang tidak dapat disebutkan Namanya secara keseluruhan yang tidak pernah berhenti memberikan dukungan pada penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, 08 September 2025

Penulis,



Delfi Aiswara Annisa
(19511165)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL		i
HALAMAN PENGESAHAN		ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI		iii
LEMBAR DEDIKASI		iv
KATA PENGANTAR		vi
DAFTAR ISI		vii
DAFTAR TABEL		x
DAFTAR GAMBAR		xi
DAFTAR LAMPIRAN		xiii
ABSTRAK		xiv
ABSTRACT		xv
BAB I PENDAHULUAN		1
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Rumusan Masalah	4
1.3	Tujuan Penelitian	4
1.4	Manfaat Penelitian	4
1.5	Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA		7
2.1	Tinjauan Umum	7
2.2	Konsep *Building Information Modeling* (BIM)	7
2.3	Penggunaan *Software* Bexel *Manager*	8
2.4	Implementasi 5D *Building Information Modeling* (BIM)	8
2.5	Estimasi Biaya Proyek	10
2.6	Tabel Perbandingan Penelitian	11
BAB III LANDASAN TEORI		17
3.1	Tinjauan Umum	17

3.2 Struktur Bangunan Gedung 17
3.2.1 Stuktur Bawah Bangunan *(Lower Structure)* 18
3.2.2 Struktur Atas Bangunan (*Upper Structure*) 19
3.2.3 Beton Bertulang 20
3.3 Manajemen Proyek 21
3.4 Tekla Structure 22
3.5 *Level of Development* (LOD) 23
3.6 *Building Information Modeling* (BIM) 25
3.6.1 Manfaat BIM 26
3.6.2 Tingkat Implementasi (*Maturity Level*) 28
3.6.3 Dimensi Konstruksi BIM 29
3.7 *Quantity Take-Off* 31
3.8 IFC (*Industry Foundation Classes*) 32
3.9 BIM 5D 32
3.10 *Work Breakdown Structure* (WBS) 34
3.11 Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) 35
3.12 Bexel Manager 25 35
3.13 Rencana Anggaran Biaya (RAB) 36
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN 37
4.1 Jenis Penelitian 37
4.2 Lokasi Perancangan 37
4.3 Subjek dan Objek Perancangan 37
4.4 Alat dan Bahan Perancangan 38
4.5 Data Perancangan 38
4.6 *Quantity Take Off* Pekerjaan Struktur 39
4.7 Estimasi Rencana Anggaran Biaya Pada *Software* Bexel *Manager* 41
4.8 Tahapan Perancangan 42
4.9 Bagan Alir Perancangan 43

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN 45
5.1 Gambaran Umum Proyek 45
5.2 Data Perancangan 45
5.2.1 Informasi Data Proyek 45
5.2.2 *Detailed Engineering Design* (DED) 46
5.2.3 Dokumen 3D Model dengan *Software* Tekla Structure 48
5.2.4 Dokumen Harga Satuan Pokok Pekerjaan (HSPK) 48
5.3 Analisis Data 48
5.3.1 Pembuatan Model Dengan Metode *Building Information Modeling* dengan Tekla Structures 48
5.3.2 Analisis Data untuk Menunjang 5D (Estimasi Biaya) 63
5.3.3 Pengimporan Model 3D ke Bexel Manager 78
5.3.4 Estimasi Biaya Proyek 82
5.4 Pembahasan 86
5.4.1 Evaluasi Volume Pekerjaan Berdasarkan Perhitungan Manual 87
5.4.2 Validasi Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) 88
5.4.3 Implementasi Pemodelan 5D BIM 90
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 93
6.1 Kesimpulan 93
6.2 Saran 93

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Terdahulu	11
Tabel 5.1	*Checklist* Pemenuhan LOD 350	60
Tabel 5.2	Rekapitulasi Volume Tulangan dari BIM *Software* Tekla Structure	67
Tabel 5.3	Rekapitulasi Volume Baja dari BIM *Software* Tekla Structure	68
Tabel 5.4	Rekapitulasi Volume Pembetonan Metode BIM *Software* Tekla Structure	68
Tabel 5.5	Satuan Harga Barang dan Jasa	74
Tabel 5.6	Pekerjaan Pembesian 1 Kg dengan Besi Ulir/Polos	75
Tabel 5.7	Pekerjaan 1m3 beton mutu 25 MPa	76
Tabel 5.8	Rekapitulasi Analisis Harga Satuan Pekerjaan	77
Tabel 5.9	Rekapitulasi Hasil Estimasi Biaya	83
Tabel 5.10	Tabel Perbandingan Volume Konvensional dengan Volume BIM 5D	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	*Level of Development* (LOD)	32
Gambar 3.2	Dimensi BIM	31
Gambar 3.3	Diagram Alir 5D BIM	34
Gambar 4.1	Poster Lomba	39
Gambar 4.2	*Flowchart* QTO Menggunakan Tekla Structure	40
Gambar 4.3	*Flowchart* Estimasi Rencana Anggaran Biaya Menggunakan Bexel Manager	42
Gambar 4.4	*Flowchart* Penelitian Tugas Akhir	43
Gambar 5.1	Tampak Belakang	46
Gambar 5.2	Tampak Depan	47
Gambar 5.3	Tampak Atas	47
Gambar 5.4	*Software* Tekla Structure	49
Gambar 5.5	Pembuatan *File* Baru	49
Gambar 5.6	Pembuatan Grid	50
Gambar 5.7	Menambahkan *View* Model	50
Gambar 5.8	Menambahkan *View* Model	51
Gambar 5.9	*View* Model yang Ingin Ditampilkan	51
Gambar 5.10	Pembuatan Beton pada Pondasi *Bored Pile*	52
Gambar 5.11	Pembuatan Beton pada Pondasi *Foot Plate*	52
Gambar 5.12	Tulangan pada Struktur Pondasi *Bored Pile*	53
Gambar 5.13	Struktur Beton Kolom	53
Gambar 5.14	Pembesian pada Kolom Struktur	54

Gambar 5.15	Pembuatan Beton serta *Sloof* kedalam *Modeling*	55
Gambar 5.16	Pendetailan Pembesian pada *Sloof* dan Balok	55
Gambar 5.17	Struktur *Pit Lift*	56
Gambar 5.18	Visualisasi Struktur *Pit Lift*	56
Gambar 5.19	Pembetonan pada Struktur Pelat Lantai	57
Gambar 5.20	Pembesian pada Struktur Pelat Lantai	58
Gambar 5.21	Memasukkan data untuk membuat tangga dan *bordes*	58
Gambar 5.22	Visualisasi Tangga dan *bordes*	59
Gambar 5.23	Hasil Akhir Model 3D	59
Gambar 5.24	Hasil Visualisasi dengan Tekla Structure	60
Gambar 5.25	Penulangan Kolom dan Pelat Lantai	62
Gambar 5.26	*Export File* ke dalam format IFC	63
Gambar 5.27	Tampilan jendela kerja *export file* IFC	63
Gambar 5.28	*Select* Tulangan pada Komponen Struktur	64
Gambar 5.29	Hasil Volume Pembesian Metode BIM	65
Gambar 5.30	*Select* elemen yang ingin ditampilkan	65
Gambar 5.31	*Report Cast Unit List*	66
Gambar 5.32	Hasil Volume Pembetonan Metode BIM	66
Gambar 5.33	Tabel *Work Breakdown Structure*	73
Gambar 5.34	Jendela operasional untuk *menu Project and Versions*	78
Gambar 5.35	Hasil pemodelan pada Bexel Manager	79
Gambar 5.36	Data *log* hasil *export* model 3D ke IFC	79
Gambar 5.37	Pengelompokkan objek pada *Quantity Takeoff*	80
Gambar 5.38	Menambahkan Harga Barang dan Jasa pada *Cost Editor*	81
Gambar 5.39	Penginputan Harga Barang dan Jasa pada Item Pekerjaan	81
Gambar 5.40	Proses Memunculkan Estimasi Biaya dengan *auto assign*	82
Gambar 5.41	*Detailed Engineering Design Bored Pile*	83
Gambar 5.42	Penulangan *Bored Pile*	84

Gambar 5.43 Gambar radius bending tulangan *bored pile* 88
Gambar 5.44 Input file AHSP dan harga satuan pada Bexel Manager 25 91
Gambar 5.45 Contoh hasil perhitungan otomatis ST-Baja 91

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 *Detail Engineering Design* 100

Lampiran 2 *Design* 3D dari Tekla Structure 105

Lampiran 3 Harga Satuan Barang dan Jasa 110

Lampiran 4 Analisis Harga Satuan Pekerjaan 112

Lampiran 5 *Report* Bexel Manager 25 120

Lampiran 6 Data Lomba Tekla Structure 131

Lampiran 7 Validasi *Design* Mencapai LOD 350 135

ABSTRAK

Teknologi saat ini telah mengalami perkembangan yang pesat. Pada era industri 4.0, membuat pihak penyedia jasa konstruksi beserta pihak lain dituntut untuk dapat memanfaatkan teknologi dalam pengaplikasian secara langsung kepada pekerjaan konstruksi. Salah satu perkembangan teknologi yang dapat dimanfaatkan sekarang adalah *Building Information Modelling* (BIM). *Building Information Modelling* (BIM) mempunyai peran besar dalam mengubah cara lama di industri konstruksi, dengan mengalihkan SI berbasis gambar 2D menuju sistem informasi objek (3D). Tugas Akhir ini membahas penerapan *Building Information Modeling* (BIM) 5D dalam perhitungan *Quantity Take-Off* (QTO) pada pekerjaan struktur beton bertulang, dengan studi kasus proyek pembangunan The Arthadipa's *Convention Center* yang disimulasikan dibangun di Kota Yogyakarta. Tujuan perancangan adalah menghasilkan estimasi biaya pekerjaan struktural secara akurat melalui kolaborasi perangkat lunak Tekla Structures dan Bexel Manager.

Metode perancangan meliputi pemodelan *3D model base* menggunakan Tekla Structures yang didapatkan dari data perlombaan "Competition Series BIM Tekla Polban Civil Expo 2024" untuk memperoleh volume pekerjaan pondasi, kolom, balok, pelat, dan tangga. Acuan Peraturan yang digunakan untuk Satuan Harga Barang dan Jasa adalah SK Gub DIY Nomor 75/KEP/204, dan Perwali Yogyakarta No.74 Tahun 2023 serta untuk analisis harga satuan pekerjaan memakai acuan Permen PUPR No.8 Tahun 2023 dan Perwali Yogyakarta No.21 Tahun 2023. Data volume kemudian diekspor dalam format IFC ke Bexel Manager untuk dilakukan pengelompokan material, penginputan harga satuan, dan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Hasil perancangan menunjukkan total RAB pekerjaan struktural adalah Rp 2.945.798.226,19. Penerapan BIM 5D terbukti meningkatkan efisiensi perhitungan volume dan biaya, mengurangi potensi *human error*, serta mempercepat proses estimasi dibanding metode konvensional. Implementasi ini membuktikan integrasi perangkat lunak BIM mampu menghasilkan data yang presisi dan mendukung pengambilan keputusan pada tahap perencanaan proyek konstruksi.

Kata kunci: BIM 5D, *Quantity Take-Off*, Tekla Structures, Bexel Manager, Estimasi biaya

ABSTRACT

Technology has now experienced rapid development. In the industrial era 4.0, construction service providers and other parties are required to be able to utilize technology in direct application to construction work. One of the technological developments that can be utilized now is Building Information Modeling (BIM). Building Information Modeling (BIM) has a major role in changing the old way in the construction industry, by shifting 2D drawing-based SI to object information systems (3D). This Final Project discusses the application of 5D Building Information Modeling (BIM) in Quantity Take-Off (QTO) calculations on reinforced concrete structural work, with a case study of The Arthadipa's Convention Center construction project which was simulated to be built in Yogyakarta City. The design objective is to produce an accurate estimate of structural work costs through the collaboration of Tekla Structures and Bexel Manager software.

The design method includes 3D modeling of the base model using Tekla Structures obtained from the "Competition Series BIM Tekla Polban Civil Expo 2024" competition data to obtain the work volume of foundations, columns, beams, slabs, and stairs. The Regulatory References used for the Unit Price of Goods and Services are the Decree of the Governor of DIY Number 75/KEP/204, and the Perwali Yogyakarta No.74 of 2023 and for the analysis of the work unit price using the reference of the PUPR Ministerial Regulation No.8 of 2023 and the Perwali Yogyakarta No.21 of 2023. The volume data is then exported in IFC format to Bexel Manager for material grouping, unit price input, and calculation of the Cost Budget Plan (RAB).

The design results show a total cost estimate (RAB) for structural work of Rp 2,945,798,226.19. The implementation of 5D BIM has been proven to increase the efficiency of volume and cost calculations, reduce the potential for human error, and accelerate the estimation process compared to conventional methods. This implementation demonstrates that BIM software integration is capable of producing precise data and supporting decision-making in the planning stage of construction projects.

Keywords: 5D BIM, *Quantity Take-Off*, Tekla Structures, Bexel Manager, *cost estimation.*

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi saat ini telah mengalami perkembangan yang cukup pesat. Pada era industri 4.0, era ini membuat pihak penyedia jasa konstruksi beserta pihak-pihak lain yang terlibat seperti konsultan, kontraktor, dan *owner* dituntut untuk dapat memanfaatkan teknologi dalam pengaplikasian secara langsung kepada pekerjaan konstruksi. Salah satu perkembangan teknologi yang dapat dimanfaatkan sekarang adalah *Building Information Modelling* (BIM). *Building Information Modelling* (BIM) mempunyai peran besar dalam mengubah cara lama atau tradisional di industri konstruksi, dengan mengalihkan dari SI berbasis gambar 2D menuju sistem informasi objek (3D). Banyak praktisi BIM meyakini bahwa BIM mempunyai potensi dalam menghasilkan hasil konstruksi yang lebih berkelanjutan dibandingkan dengan apa yang dicapai oleh industri konstruksi saat ini (Arjun R. Pandey & Farzad Shahbodaghlou, 2016). BIM berisi model digital dengan data yang hampir komplit, berbasis objek, serta parametrik yang menggambarkan sebuah bangunan, dimana modelnya dapat disesuaikan dengan kebutuhan berbagai pihak serta dapat dianalisis untuk memberikan masukan maupun perbaikan dalam perancangan bangunan, salah satu hal yang dapat dianalisis dengan BIM adalah estimasi biaya. Dalam merencanakan estimasi biaya, pasti akan berhubungan langsung dengan *quantity take off* yang dapat memainkan peran vital dalam proyek konstruksi, karena kemampuan dalam mengontrol biaya proyek tersebut (Nafiyah & Martina, 2022). Pada masa teknologi semakin canggih, masih banyak proyek yang menghitung QTO secara manual, sehingga sering ditemukan kesalahan-kesalahan pada prosesnya (Karina Travis, 2021).

Quantity Take Off (QTO) diterapkan hampir setiap tahap proyek konstruksi, sehingga pelaksanaan QTO harus dilakukan dengan tingkat ketelitian serta konsistensi yang tinggi (Plamonia & Agustin, 2022). Ketepatan dalam pengambilan kuantitas memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan

keuangan kontraktor, karena hal ini merupakan cara utama dalam menganalisis secara mendalam berbagai jenis biaya dalam suatu proyek (Mattern dkk., 2018) Secara konvensional, pengukuran kuantitas dilakukan secara manual yang menyertakan pengukuran berbagai elemen desain, seperti elevasi, denah lantai, elemen desain serta dokumen yang hampir sama lainnya, pendekatan tersebut sangat rentan terhadap kesalahan karena bergantung oleh interpretasi manusia. Apabila hal itu tidak dicegah pada awal sebelum dilaksanakan nya sebuah proyek dapat mengakibatkan ketidaksesuaian biaya, keterlambatan waktu, serta kegagalan pembangunan hingga mangkraknya bangunan konstruksi yang dapat merugikan banyak pihak yang terlibat.

Pada penelitian terdahulu (Travis dkk., 2021) menemukan perbandingan hasil perhitungan *quantity take off* berbasis BIM dengan CAD konvensional, selisih yang didapatkan terhitung besar terutama pada pekerjaan tanah mendapatkan selisih 4,375% hal ini disebabkan oleh kurang ketelitian serta akurasian perhitungan volume secara manual. Selain, karena tidak keakuratan terdapat juga kendala pada saat menggunakan BIM selama proses pemodelan BIM 3D yang mengakibatkan belum banyaknya proyek yang menggunakan BIM dalam prosesnya. Contoh kasus diatas jika selalu terjadi maka pembengkakan biaya (*cost overrun*) tidak dapat dipungkiri, pembengkakan biaya dalam proyek konstruksi merupakan salah satu awal mula kegagalan suatu proyek.

Perencanaan pra konstruksi dilakukan secara digital dengan bantuan BIM. Meningkatkan kerja sama tim, menawarkan representasi digital untuk membantu pemahaman proyek, dan menghasilkan perkiraan cakupan dan biaya berkualitas tinggi adalah beberapa cara penggunaan 5D BIM dalam proyek konstruksi. Mempersiapkan dan mengimplementasikan BIM pada proyek menggunakan kolaborasi antar *software* BIM 5D dapat menimalisir kesalahan perhitungan antara *quantitity take-off*, hingga perhitungan rekapitulasi dikarenakan semua informasi yang ada pada *software* BIM sangat kompleks dalam membaca 3D *modelbase* dan juga perhitungan yang sangat men-*detail*. Penggunaan BIM di Indonesia khususnya dalam menghitung RAB, terbilang masih sangat terbatas, RAB yang menggunakan BIM menghasilkan 10% lebih rendah dari perhitungan tradisional atau

konvensional (Rizaldi dkk., 2014). Menurut (P Berlian dkk., 2016) menunjukkan pendekatan BIM dapat mengurangi kebutuhan sumber daya manusia hingga 26,66%, menghemat pengeluaran hingga 52,25%, dan menghemat 50% waktu yang dihabiskan untuk perencanaan jika dibandingkan dengan pendekatan konvensional. Walaupun sudah banyak penelitian yang membahas mengenai pentingnya ketelitian dalam menghitung *quantity take off* dalam konstruksi, hanya saja sebagian besar penelitian masih menggunakan BIM sebagai sarana untuk mempermudah dalam pemodelan 3D *modelbase* serta mendapatkan hasil yang dibutuhkan, lalu selanjutnya membandingkan dengan metode konvensional contohnya pada penelitian yang dilakukan oleh (Sabil & Erizal, 2023) serta (Nafiyah & Martina, 2022) hanya memodelkan 3D *modelbase* menggunakan BIM lalu membandingkan dengan hasil menggunakan metode konvensional. Masih jarang terdapat penelitian yang melakukan kolaborasi antar *software* dan penerapan BIM level 2 secara terintegrasi.

Semakin bertambahnya waktu, diperlukan juga inovasi baru dalam penggunaan BIM, salah satunya adalah kolaborasi antar *software* BIM, proses ini memungkinkan semua pihak yang terlibat untuk bekerja dengan menggunakan satu model informasi yang terintegrasi secara real-time. Poin utama dari kolaborasi antar BIM adalalah penyelesaian konflik lebih awal, pengambilan keputusan yang lebih baik, serta penyelarasan data. Proyek pembangunan The Arthadipa's *Convention Center* dipilih sebagai objek perancangan karena pada perencanaan nya sudah menjadi bahan untuk mengikuti acara perlombaan "*Competition Series BIM Tekla Polban Civil Expo 2024*" yang diadakan oleh Politeknik Negeri Bandung , bermula dari itu, objek yang menjadi data yang digunakan pada perlombaan untuk diteliti lebih lanjut perihal pengestimasian biaya.

Tekla Structure dan Bexel *Manager* merupakan *Software* yang akan digunakan karena sangat efisien dalam perencanaan dan ketepatan dalam menentukan rencana anggaran pembangunan gedung konstruksi. Sebagai bahan pertimbangan penelitian ini menggunakan metode penelitian yang serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh (Abma & Mubarak, 2025) yaitu sama-sama berbasis 5D BIM namun berbeda *software* yang digunakan, pengembangan BIM 5D

dilakukan dengan Bexel Manager 25. Penelitian ini dilakukan karena, menurut (Khatimi dkk., 2021) Perhitungan konvensional memiliki tingkat kesalahan yang sangat tinggi dikarenakan kesalahan dari manusia yang menyebabkan ketidakakuratan perhitungan hingga hasil. BIM 5D dapat melakukan perhitungan kompleks. Penelitian ini bermaksud untuk melakukan inovasi dengan melakukan kolaborasi antar *software* Tekla *Structures* dan Bexel *Manager* dalam meningkatkan efisiensi waktu, biaya, dan juga keakuratan perhitungan.

Dari penjelasan di atas, pada perancangan ini menggunakan pemodelan BIM 5D dengan menggunakan *Software* Tekla Structure dan Management *Software* Bexel *Manager* dalam menghitung *Quantity take off* dan estimasi biaya RAB.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dapat diambil rumusan masalah ialah bagaimana hasil penerapan kolaborasi antar *software* berbasis *Building Information Modelling* 5D dalam pemodelan struktur serta merencanakan estimasi biaya pekerjaan struktural pada perancangan pembangunan The Arthadipa's *Convention Center*?

1.3 Tujuan Perancangan

Tujuan dilakukannya perancangan ini ialah untuk mendapatkan hasil estimasi biaya pada pekerjaan struktural dengan melakukan kolaborasi antar *software* berbasis *Building Information Modelling* 5D pada perancangan pembangunan The Arthadipa's *Convention Center.*

1.4 Manfaat Perancangan

Ada beberapa manfaat yang diperoleh dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebegai berikut.

1. Memberikan ilmu baru bagi para pembaca mengenai BIM yang memiliki keunggulan dalam integrasi dan berkolaborasi secara lebih efektif antar *Software* di seluruh industri konstruksi.

2. Memberikan pembelajaran terhadap para pembaca bahwa penggunaan konsep *Building Information Modeling* (BIM) pada pekerjaan konstruksi, khususnya struktural dapat mempermudah pekerjaan dengan mendapatkan hasil yang efisien dan akurat.
3. Penelitian dapat dijadikan sebagai dasar untuk mengembangkan dan meningkatkan metode yang digunakan dalam menangani tantangan yang semakin kompleks di industri konstruksi.
4. Menambah *softskill* dalam bekerja di industri konstruksi yang semakin maju.
5. Dapat menjadi bahan evaluasi dalam menambah wawasan bagi peneliti dan pembaca.
6. Memenuhi tugas akhir untuk mencapai gelar sarjana.

1.5 Batasan Perancangan

Dalam penyusunan tugas akhir ini, perlu ditetapkan batasan-batasan agar perancangan dapat dilakukan secara sistematis dan menghasilkan hasil yang maksimal. Oleh karena itu, batasan-batasan ini disusun sesuai dengan tujuan dan maksud dari perancangan tersebut. Berikut adalah batasan-batasannya:

1. Perancangan ini dilakukan pada 3D *design* The Arthadipa's *Convention Center* khususnya pada pekerjaan struktural.
2. Perhitungan volume pekerjaan didapatkan dari penggunaan *Software* Tekla Structure dan hanya dibatasi pada pekerjaan pondasi, kolom, balok, tangga dan pelat.
3. Metode yang digunakan pada perancangan ini adalah 5D BIM untuk menghitung biaya pekerjaan khususnya pada struktural beton bertulang.
4. Perhitungan pengestimasian biaya didapatkan dari penggunaan *Software* Bexel *Manager*, dan akan dibantu oleh Microsoft Excel.
5. Perancangan ini tidak meninjau pekerjaan tanah, pekerjaan MEP dan arsitektural.
6. Perancangan ini tidak menghitung biaya estimasi bekisting, sambungan dan kebutuhan baut.

7. Perancangan ini tidak meninjau kebutuhan alat berat, pekerjaan persiapan, produktivitas pekerja.
8. Perancangan ini tidak memperhitungkan jadwal pekerjaan, hanya menghitung estimasi biaya yang diperoleh.
9. Perancangan ini menggunakan pondasi *Bored Pile* dalam perancanaannya.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya tentang maksud, tujuan, manfaat, dan batasan perancangan, maka pada bab ini akan dibahas mengenai tinjauan pustaka yang akan menjadi acuan referensi serta untuk mengetahui perkembangan penelitian perancangan guna menyusun Tugas Akhir ini. Tujuan dari dilakukannya tinjauan pustaka adalah agar tidak terjadi kesamaan pada penelitian yang sudah dilakukan.

2.2 Konsep *Building Information Modeling* (BIM)

Pada penelitian (Punuindoong dkk., 2023) melakukan penelitian dengan judul "Penerapan Metode Building Informtion Modeling (BIM) Pada Struktur Atas Gedung Kuliah Terpadu Politeknik Negeri Manado" penelitian ini mengaplikasikan BIM 3D-5D yang mana membuat model struktur bangunan untuk menghitung volume material dan menyusun rencana anggaran biaya berdasar pada analisis volume bangunan. Bangunan yang dikaji terdiri dari 7 lantai, pendekatan penelitian yang diterapkan adalah *Software* Tekla Structure berkolaborasi dengan Ms. Ecxel dalam menganalisis perhitungan. Peneliti membuat desain pemodelan struktur ke dalam model 3D dengan bantuan *Software* Tekla Structure berdasarkan gambar kerja existing struktur, juga terdapat beberapa kondisi yang disesuaikan pada keadaan lapangan. Desain pemodelan yang dibuat meliputi elemen struktur pelat, tangga, dinding geser, balok, kolom, serta dibuat pula detail penulangan setiap elemen. Hasil penelitian tersebut adalah volume material berdasarkan analisis didapatkan 3.816,26 m^3 untuk beton dan tulangan

didapat 619.750,18 kg, pada rencana anggaran biaya berdasarkan data volume material didapatkan Rp.23.320.042.705,96.-, sementara itu, perbandingan perhitungan volume anatara BIM dan sistem konvensional didapatkan selisih 0% pada volume beton dan selisih 2,45% pada volume pembesian.

2.3 Penggunaan *Software Bexel Manager*

(Luth, 2023) melakukan penelitian yang berjudul "Perencanaan Penjadwalan Pekerjaan Struktur *Groundsill* berbasis BIM 4D dengan kolaboratif model" penelitian ini menggunakan kolaboratif model berbasis BIM dengan menggunakan Plaxis *Designer* dan Autodesk Revit, serta analisis 4D menggunakan Bexel *Manager*. Penelitian ini mempertimbangkan alokasi sumber daya yang digunakan dalam membuat perencanaan penjadwalan. Dari hasil penerapan tersebut akan didapatkan total durasi rencana pekerjaan serta hasil penjadwalan dalam bentuk *gant chart* serta *line of balance*. Penggunaan *Software* Bexel *Manager* untuk proses penjadwalan atau *schedulling* yang *output* berupa *bar chart* dan *line of balance.* Hasil perencanaan penjadwalan didapat total durasi adalah 97 hari kerja. Hasil yang didapatkan berbeda dengan selisih 7 hari jadwal *exsisting* yang mana jadwal data proyek total durasi sebesar 90 hari. Perbedaan dihasilkan dari penyesuaian urutan pekerjaan dan durasi dari pemerataan penggunaan sumber daya tenaga.

2.4 Implementasi 5D *Building Information Modelling* (BIM)

(Umam dkk., 2022) mengadakan riset dengan judul "Peningkatan Efisiensi Biaya Pembangunan Gedung Bertingkat dengan Aplikasi *Building Information Modeling* (BIM) 5D" pada penelitian ini mereplikasi pemodelan serta mengevaluasi ke akuratan dan efisiensi biaya dengan menggunakan aplikasi BIM 5D dibandingkan dengan metode tradisional, pekerjaan yang ditinjau adalah pekerjaan besi dan beton, pelaksanaan simulasi proyek dilakukan pada apartment. Perhitungan dilakukan dan berfokus pada lantai *Upper Ground* (UG) . Hasil dari penelitian ini adalah memperlihatkan bahwa dengan aplikasi BIM 5D, biaya tenaga kerja dapat dikurangi sebesar Rp. 171.989.939 atau jika dalam persenan menghemat sebesar 6,33%. Sedangkan nilai efisiensi volume pekerjaan beton dan pekerjaan besi tulangan sebesar 7,21%, 10,87%, dan 5,98%. Maka, efisiensi biaya secara keseluruhan adalah Rp. 406.697.000. Biaya ini lebih besar dari biaya investasi aplikasi BIM 5D khusunya pada *Software* Cubicost.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Sabil & Erizal, 2023) dengan judul "Penerapan *Building Information Modeling* (BIM) 5D pada Proyek Gedung Simpang Temu Dukuh Atas, Jakarta Pusat" dalam penelitian ini dilakukan pemodelan BIM 5D menggunakan perangkat lunak Tekla Structure pada salah satu gedung di Jakarta Pusat, dalam penelitian ini tidak hanya memodelkan saja, juga menganalisis kinerja waktu konstruksi, dan membandingkan volume pekerjaan yang dihitung menggunakan BIM dengan volume pekerjaan berdasarkan perhitungan BQ. Hasil penelitian ini adalah Tekla Structure sangat membantu dalam pemodelan BIM 3D, 4D, 5D. Pada BIM 4D diketahui bahwa terjadi keterlambatan proyek pada bulan Maret hingga Juni 2022 & bulan September hingga November 2022 dengan nilai keterlambatan terbesarnya pada bulan April 2022 dengan nilai sebesar -5,24%. Lalu, pada pemodelan 5D berisi informasi mengenai volume beton dan berat tulangan besi, didapat hasil bahwa perhitungan menggunakan BIM 5D dibantu *Software* Tekla Structure lebih kecil dibandingan dengan volume beton dan berat tulangan besi dari data BQ. Dari penelitian tersebut dijelaskan hal itu terjadi karena perhitungan volume pada BIM 5D mengacu pada bentang bersih dan menghindarkan dari adanya perhitungan ganda pada beton yang berinteraksi langsung atau bersinggungan, sedangkan pada perhitungan berat tulangan besi panjang dan berat yang dihasilkan disebabkan oleh perhitungan radius atau bengkokan pada tulangan. Jadi persenan yang dihasilkan adalah perhitungan BIM dengan BQ memiliki perbedaan volume beton sebesar 20,85% lebih kecil dan berat tulangan besi sebesar 26,32% lebih kecil dibandingan dengan BQ.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Abma & Mubarak, 2025) dengan judul "Perencanaan Biaya Pada Pekerjaan Struktur Jembatan Berbasis 5D BIM" dalam penelitian ini dilakukan pemodelan 3D dengan Tekla Structure lalu pemodelan BIM 5D dengan konsep OpenBIM yaitu dengan Vico Office, proyek yang diangkat dalam penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Jalan Baru Planjan-Baron-Tepus Gunung Kidul Yogykarta pekerjaan yang ditinjau adalah pekerjaan struktural pembesian dan pembetonan. Hasil dari penelitian ini adalah Penelitian ini menghasilkan estimasi Rencana Anggaran Biaya senilai Rp 14.533.619.827,25 melalui penerapan metode Building Information Modelling (BIM) 5D. Untuk

membuktikan keabsahan hasil maka dilakukan perhitungan volume secara konvensional, diketahui bahwa QTO manual dan perhitungan BIM memiliki perbedaan sebesar 0,5%. Perbedaan ini muncul akibat penggunaan asumsi pada radius pembengkokan tulangan, yang disebabkan oleh keterbatasan informasi pada dokumen proyek.

2.5 Estimasi Biaya Proyek

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Anggraini & Herzanita, 2022) yang berjudul "Estimasi Biaya Struktur Bangunan Menggunakan BIM (*Building Information Modelling*)". Objek penelitian dalam studi ini adalah proyek pembangunan Apartemen Urban Homes Residential yang berada di Kawasasan North Lippo Village, Kota Tanggerang, Banten. Proyek ini mencakup 42 lantai yang dibangun di atas area seluas ±42957 m² dengan luas bangunan ± 89054.11 m² dan tinggi bangunan 135.70 m. Tujuan dilakukannya penelitian ini bertujuan untuk menghitung estimasi biaya pekerjaan struktur bangunan pada gedung dengan menggunakan BIM. Struktur yang dianalisis meliputi struktur atas yang terdiri dari shear wall, pelat lantai, balok, dan kolom.

Pada pekerjaan struktur dimulai dari pekerjaan bekisting, penulangan dan pembetonan. Pemodelan dilakukan dengan *Software* Revit 2022 yang berpanduan pada modelling 2D AutoCad. Berdasarkan pengamatan dan analisis dalam penelitian ini adalah terdapat perbedaan yang signifikan dalam hasil estimasi biaya serta volume pekerjaan pembetonan dan bekisting dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Hasil deviasi volume pekerjaan sebesar 24% menunjukkan bahwa estimasi biaya menggunakan metode BIM lebih rendah dibandingkan dengan metode konvensional. Estimasi biaya menggunakan metode konvensional didapat sebesar Rp.32.045.280,353,- dan metode BIM sebesar Rp.30.856.822,109,-.

2.6 Tabel Perbandingan Penelitian

Mengacu pada penelitian terdahulu yang telah dilakukan, maka didapatkan perbedaan penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Yang Dilakukan

Aspek	Penelitian Terdahulu						Penelitian Yang Dilakukan
	(Punuindoong dkk., 2023)	(Luth, 2023)	(Umam dkk., 2022)	(Sabil & Erizal, 2023)	(Anggraini & Herzanita, 2022)	(Abma & Mubarak, 2025)	Annisa, Delfi Aiswara (2025)
Judul Penelitian	Penerapan Metode *Building Informtion Modeling* (BIM) Pada Struktur Atas Gedung Kuliah Terpadu Politeknik Negeri Manado	Perencanaan Penjadwalan Pekerjaan Struktur *Groundsill* berbasis BIM 4D dengan kolaboratif model	Peningkatan Efisiensi Biaya Pembangunan Gedung Bertingkat Dengan Aplikasi *Building Information Modeling* (BIM) 5D	Penerapan *Building Information Modeling* (BIM) 5D pada Proyek Gedung Simpang Temu Dukuh Atas, Jakarta	Estimasi Biaya Struktur Bangunan Menggunakan BIM (*Building Information Modeling*)	Perencanaan Biaya Pada Pekerjaan Struktur Jembatan Berbasis 5D BIM	Implementasi BIM 5D Dalam Perhitungan *Quantity Take Off* Pada Pekerjaan Struktur Beton Bertulang

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Yang Dilakukan

Aspek	Penelitian Terdahulu						Penelitian Yang Dilakukan
	(Punuindoong dkk., 2023)	(Luth, 2023)	(Umam dkk., 2022)	(Sabil & Erizal, 2023)	(Anggraini & Herzanita, 2022)	(Abma & Mubarak, 2025)	Annisa, Delfi Aiswara (2025)
Lokasi	Struktur Atas Gedung Kuliah Terpadu Politeknik Negeri Manado	Proyek Pembangunan Groundsill Kali Opak, Daerah Istimewa Yogyakarta	Apartment 16 lantai (tidak diberitahukan lokasi tepatnya dalam jurnal)	Proyek Gedung Simpang Temu Dukuh Atas, Jakarta	Proyek pembangunan Apartemen Urban Homes Residential.North Lippo Village, Kota Tanggerang, Banten	Proyek Pembangunan Jalan Baru Planjan-Baron-Tepus Gunung Kidul Yogykarta	Kota Yogyakarta

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Yang Dilakukan

Aspek	Penelitian Terdahulu						Penelitian Yang Dilakukan
	(Punuindoong dkk., 2023)	(Luth, 2023)	(Umam dkk., 2022)	(Sabil & Erizal, 2023)	(Anggraini & Herzanita, 2022)	(Abma & Mubarak, 2025)	Annisa, Delfi Aiswara (2025)
Tujuan Penelitian	Penerapan konsep BIM 3D-5D dengan memodelkan struktur bangunan untuk menghitung volume material dan merencanakan anggaran biaya	Menerapkan konsep BIM 4D dalam memperoleh durasi hasil penjadwalan	Mengevaluasi keakuratan serta efisiensi biaya dengan memanfaatkan aplikasi BIM 5D	Melakukan pemodelan BIM 5D dengan *Software* Tekla Sturcture serta melakukan analisis kinerja waktu konstruksi.	Menggunakan BIM untuk menghitung estimasi biaya pekerjaan struktur bangunan gedung	Menerapkan konsep 5D BIM pada pekerjaan struktur jembatan untuk menghasilkan rencana anggaran biaya	Menerapkan konsep BIM 5D dalam menghitung estimasi biaya pekerjaan dari penerapan *Software* Bexel *Manager*

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Yang Dilakukan

Aspek	Penelitian Terdahulu						Penelitian Yang Dilakukan
	(Punuindoong dkk., 2023)	(Luth, 2023)	(Umam dkk., 2022)	(Sabil & Erizal, 2023)	(Anggraini & Herzanita, 2022)	(Abma & Mubarak, 2025)	Annisa, Delfi Aiswara (2025)
Metode	Metode BIM melalui aplikasi *Tekla Structure*	Metode BIM 4D dengan pemodelan kolaboratif	Metode BIM 5D (*Software* yang digunakan adalah Cubicost	Metode BIM 5D (*Software* Tekla Structure) data yang dihasilkan juga dari hasil wawancara dan data primer	BIM dalam permodelan, input parameter dan perhitungan estimasi biaya (Revit 2022)	Metode BIM 5D konsep openBIM (Tekla Structure dan Vico office	Penerapan metode BIM 5D memanfaatkan format IFC dalam kolaborasi antar *software* BIM
Hasil Penelitian	Hasil analisis menunjukkan volume beton 3.816,26 m^3 dan tulangan 619.750,18 kg, dengan RAB sebesar Rp23.320.042.705,	Penjadwalan menunjukkan total durasi pekerjaan struktur groundsill selama 97 hari, berbeda 7 hari kerja dibandingkan data proyek eksisting. Selisih ini disebabkan	Pemanfaatan BIM 5D menghasilkan penghematan biaya tenaga kerja sebesar Rp171.989.939, dengan efisiensi volume pekerjaan beton, besi tulangan, dan lainnya masing-	Tekla Structure mendukung pemodelan BIM 3D, 4D, dan 5D. Analisis BIM 4D menunjukkan keterlambatan proyek pada Maret–Juni dan September–	Rata-rata deviasi volume pekerjaan mencapai 24%. Estimasi biaya metode konvensional sebesar Rp32.045.280.353 , sedangkan	Implementasi metode openBIM menggunakan Tekla Structure dan Vico Office menghasilkan estimasi RAB	

	96. Perbandingan volume antara metode BIM dan konvensional tidak menunjukkan selisih (0%).	penyesuaian urutan pekerjaan dan pemerataan pemanfaatan tenaga kerja.	masing 7,21%, 10,87%, dan 5,98%. Total efisiensi biaya mencapai Rp406.697.000, melebihi biaya investasi penggunaan BIM 5D, khususnya *Software* Cubicost.	November 2022, dengan puncak keterlambatan pada April 2022 sebesar 5,24%. Sementara itu, pemodelan BIM 5D memuat data volume beton dan berat tulangan, di mana hasil perhitungan dengan BIM 5D melalui Tekla Structure lebih rendah dibanding data BQ.	metode BIM Rp30.856.822.109. Dengan demikian, estimasi biaya menggunakan BIM lebih rendah dibandingkan metode konvensional.	sebesar Rp14.533.619.827,25. Validasi melalui perhitungan volume konvensional menunjukkan selisih 0,5%, yang disebabkan asumsi radius pembengkokan tulangan akibat keterbatasan data proyek.	

Berdasarkan perbandingan penelitian terdahulu dari penjelasan Tabel 2.1, hasilnya adalah bahwa terdapat beberapa perbedaan dari satu penelitian ke penelitian yang lain. Perbedaan yang pertama adalah lokasi penelitian, yang mana perancangan ini dilakukan pada perencanaan The Arthadipa's *Convention Center* yang disimulasikan dibangun di Kota Yogyakarta. Perbedaan selanjutnya adalah dari metode penelitian yang digunakan, dari penelitian satu ke penelitian selanjutnya memiliki metode berbeda dilihat dari *software*/aplikasi pendukung penelitian yang digunakan, ada yang menggunakan Revit dengan Bexel Manager, Tekla Structure dengan Microsoft Excel, serta Tekla Structure dengan Cubicost TRB C – III dan TAS C – III. *Output* yang dihasilkan juga akan berbeda-beda namun ada juga yang mirip hanya saja pembandingnya yang berbeda.

Tujuan perancangan ini adalah untuk mencari estimasi biaya pada perancangan pembangunan The Arthadipa's *Convention Center* sebagai studi lanjut dan pengembangan perancangan dari data lomba Tekla Structure yang diadakan Politeknik Negeri Bandung pada tahun 2024 yang kebetulan pernah diikuti,dengan mendapatkan *Quantity take off* dari 3D *modelbase* yang didapatkan dari Tekla Structure, lalu di *export* ke *software* Bexel Manager guna mendapatkan hasil perhitungan estimasi biaya lebih detail yang *output* nya nanti berupa Rencana Anggaran Biaya, dan dibutuhkan penyesuaian pada *design* guna meyakinkan bahwa 3D *design* ini dapat dilanjutkan untuk menjadi bahan perancangan pada Tugas Akhir.

Salah satunya adalah pengecekkan sudah sampai LOD (Level of Development) berapa *design* tersebut. Perancangan ini juga memanfaatkan kolaborasi antar dua *software* guna hasil yang akurat dan sesuai. Dari parameter yang telah disebutkan, diambil kesimpulan bahwasannya perancangan penelitian ini memiliki perbedaan terhadap penelitian-penelitian sebelumnya, sehingga hasil dari perancangan ini dapat dipertanggung jawabkan.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Tinjauan Umun

Dalam pembahasan sebelumnya sudah dilakukan pembahasan tentang penelitian-penelitian terdahulu dan membandingkan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dibahas pada tugas akhir ini. Pada bab tiga ini akan membahas mengenai landasan teori atau dasar pengetahuan yang akan digunakan dalam mendukung dan menunjang perancangan ini. Pada bab ini akan menjelaskan mulai dari struktur bangunan gedung, manajemen proyek, 3D *Design*, Tekla Structure, Level Of Development (LOD), *Building Information Modelling* (BIM), QTO, BIM 5D, Bexel *Manager*, dan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Dengan menerapkan serta mengamati landasan teori diharapkan ada pegangan yang digunakan ketika menerapkan konsep *Building Information Modelling*.

3.2 Struktur Bangunan Gedung

Struktur bangunan gedung adalah sistem yang terdiri dari berbagai elemen konstruksi yang saling terhubung untuk menyalurkan beban dari bangunan ke tanah secara aman. Elemen-elemen tersebut meliputi pondasi, kolom, balok, dinding, dan atap yang berfungsi menahan beban mati, beban hidup, beban angin, beban gempa, serta gaya-gaya lainnya. Menurut SNI 1726:2019, struktur bangunan harus dirancang agar memiliki kekuatan, kekakuan, dan stabilitas yang memadai sehingga mampu menahan beban tanpa mengalami keruntuhan atau deformasi berlebihan (BSN, 2019).

Secara umum, struktur bangunan dibagi menjadi struktur bawah (substructure) dan struktur atas (superstructure). Struktur bawah meliputi pondasi dan elemen pendukung lainnya yang berada di bawah permukaan tanah, sedangkan struktur atas mencakup seluruh elemen yang berada di atas permukaan tanah seperti

kolom, balok, dan rangka atap. Menurut Dipohusodo (1996), pemilihan sistem struktur sangat bergantung pada fungsi bangunan, kondisi tanah, material yang digunakan, serta faktor keamanan dan kenyamanan penghuni.

Selain aspek kekuatan, perencanaan struktur bangunan gedung juga harus memperhatikan faktor efisiensi material, estetika, dan kemudahan pelaksanaan konstruksi. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 28/PRT/M/2016 menyatakan bahwa setiap perencanaan struktur harus mengacu pada standar teknis yang berlaku serta mempertimbangkan faktor lingkungan, termasuk ketahanan terhadap gempa di wilayah rawan bencana. Dengan demikian, struktur bangunan gedung bukan hanya sekadar rangka fisik, tetapi juga merupakan bagian penting dalam menjamin keselamatan, kenyamanan, dan umur layan bangunan.

3.2.1 Struktur Bawah Bangunan (*Lower Structure*)

(Bachtiar, 2020) menjelaskan struktur bawah adalah komponen dari suatu bangunan yang berada dibawah permukaan tanah contohnya adalah Fondasi, Pile Cap, Kolom Pedestal, dan struktur bangunan lainnya yang berada dibawah permukaan tanah yang mendukung bagian bawah bagian gedung tersebut.

1. Pondasi

   (Prijasambada dkk., 2021) menjelaskan pondasi merupakan salah satu elemen bagian dasar struktur bagunan yang berfungsi untuk meneruskan beban secara merata dari bagian atas struktur bangunan dan menyalurkan beban ke tanah di bawahnya tanpa menyebabkan kegagalan tanah dan penurunan tanah atau pondasi secara signifikan.

2. Pile Cap (Kepala Tiang)

   (Saputro, 2013) *Pile cap* merupakan elemen structural yang menghubungkan satu atau lebih pondasi tiang dengan kolom atau elemen struktur di atasnya. Fungsi *Pile cap* adalah menerima beban dari kolom dan mendistribusikannya ke tiang pancang. Dalam proses perencanaan, *pile cap* dapat dimodelkan dalam berbagai bentuk. Pada pekerjaan pondasi, bentuk *pile cap* akan

bervariasi menyesuaikan dengan jumlah tiang pancang yang tergabung dalam satu kelompok *pile cap*.

3. Kolom Pedestal

   Kolom pedestal merupakan elemen struktural vertikal yang biasanya lebih pendek dari kolom utama dan berfungsi untuk menopang beban dari kolom utama atau elemen structural lainnya, serta mendistribusikan beban tersebut ke pondasi. Dalam konstruksi bangunan kolom pedestal memiliki peran penting dalam memastikan stabilitas dan kekuatan struktur bangunan, terutama pada bangunan bertingkat.

3.2.2 Struktur Atas Bangunan (*Upper Structure*)

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726-2019, struktur atas bangunan merupakan bagian dari struktur gedung yang berada di atas permukaan tanah. Struktur ini mencakup elemen-elemen seperti kolom, balok, pelat lantai, tangga dan struktur atas penunjang bangunan lainnya, berikut adalah penjelasannya:

1. Kolom

   (Saptari, 2020) menjelaskan kolom adalah elemen struktur vertikal yang berfungsi untuk mentransfer beban aksial dari struktur atas ke system pondasi. Sebagai komponen struktur tekan, kolom memiliki peran fundamental dalam menjaga kestabilan dan integritas bangunan. Kegagalan pada elemen ini dapat menjadi titik lemah yang kritis, yang beresiko mengakibatkan keruntuhan lokal pada lantai terkait maupun keruntuhan menyeluruh pada keseluruhan struktur bangunan.

2. Balok

   (Haryanto dkk., 2023) menjelaskan balok adalah elemen struktur yang menahan beban secara horizontal. Balok dalam system struktur berperan sebagai penahan beban dari elemen-elemen lain seperti dinding, pelat lantai, rangka atap dan lainnya. Secara umum, balok dibuat dari kombinasi antara

beton dan tulangan baja, di mana beton berfungsi untuk menahan gaya tekan, sementara tulangan dirancang untuk menahan gaya tarik.

4 Pelat Lantai

Dalam penelitian (Darmastuti, 2024) menjelaskan pelat lantai merupakan komponen struktural yang berfungsi untuk menahan beban vertical, mendistribusikan beban lateral, serta menyediakan permukaan datar sebagai lantai bangunan. Pemodelan pelat lantai dilakukan menggunakan elemen tiga dimensi yang memiliki parameter ketebalan (h), panjang (b), dan lebar (a).

5 Tangga

(Pratama FA, 2010) menjelaskan tangga adalah salah satu pelengkap dalam elemen struktur pada bangunan bertingkat dan memiliki peran yang sangat penting. Tangga berfungsi sebagai penunjang antara struktur bangunan lantai dasar dengan struktur tingkat atasnya. Pada dasarnya peletakan suatu struktur tangga harus strategi dan mudah diketahui. Dapat menjangkau ruang satu dengan ruangan lainnya.

6 Atap

Atap adalah bagian dari struktur bangunan yang berperan dalam memberikan perlindungan terhadap bangunan dan isinya dari cuaca panas maupun hujan. Bentuk atap ditentukan oleh berbagai faktor seperti kondisi iklim, gaya arsitektural, model bangunan, struktur rangka bangunan, dan faktor lainnya. (Jamal dkk., 2023).

3.2.3 Beton Bertulang

1. Beton

Beton adalah material yang terbentuk dari campuran semen Portland, agregat halus, agregat kasar, air, serta udara yang terperangkap di dalamnya. Komposisi bahan-bahan tersebut harus dirancang sedemikian rupa agar menghasilkan beton segar yang mudah diaplikasikan, memiliki kekuatan

tekan sesuai perencanaan setelah mengeras, dan tetap efisien secara biaya. Beton memiliki keterbatasan dalam menahan gaya tarik yang melebihi ambang batas tertentu, sehingga cenderung mengalami retakan. Oleh sebab itu, agar beton dapat berfungsi secara optimal dalam suatu struktur, diperlukan tambahan tulangan sebagai penguat yang berperan utama dalam menahan gaya tarik yang mungkin terjadi dalam sistem tersebut.

2. Baja Tulangan

Mengacu pada SNI 2052:2017, baja tulangan merupakan baja karbon atau baja paduan yang berbentuk batang dengan penampang bundar dan permukaan yang dapat berupa polos atau berulir. Material ini digunakan sebagai tulangan dalam struktur beton. Ada dua jenis baja tulangan, yaitu baja tulangan polos (BJTP) dan baja tulangan berulir (BjTS)

3.3 Manajemen Proyek

Menurut Wohon (2015) proyek merupakan urutan rangkaian kegiatan yang membutuhkan waktu panjang. Dimulainya suatu proyek ditandai pada saat gagasan sudah dikemukakan, direncanakan, lalu dilaksanakan, sampai akhirnya menghasilkan sesuatu sesuai dengan apa yang sudah direncanai.

Setiap proyek konstruksi memiliki keunikan masing-masing dan tidak berulang. Hal itu terjadi karena setiap proyek memiliki rangkaian kegiatan masing-masing, dan jarang proyek konstruksi itu identik yang ada hanya sejenis. Setiap proyek memiliki kontur masing-masing, yang tidak mungkin akan sama pada proyek lain di daerah lain.Setiap proyek harus terlaksana semua rangkaian kegiatan nya dari awal sampai akhir, apabila salah satu kegiatan tidak terlaksana, maka suatu proyek tidak dapat terlaksana sesuai apa yang sudah direncanakan dan disepakati oleh pelaksana dan kontraktor. Dalam melaksanakan proyek dibutuhkan manajemen agar salah satu dari kegiatan tidak pincang, seperti manajemen biaya, waktu serta kualitas yang baik dalam mencapai tujuan.

Manajemen proyek merupakan segala perencanaan, pelaksanaan, serta pengendalian, koordinasi dalam suatu proyek dari awal hingga berakhir suatu

proyek. Tujuan adanya manajemen proyek adalah menjamin terlaksananya proyek sesuai dengan tepat waktu, tepat biaya, serta mutu yang tepat (Ervianto, 2005). Manajemen proyek berkaitan pada perencanaan, pengorganisasian, pengelolaan serta pengawasan sumber daya dalam mencapai tujuan spesifik dalam batas waktu dan biaya yang ditetapkan. Dalam manajemen proyek terdapat beberapa komponen utama yang meliputi perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian.

Manfaat adanya manajemen proyek dalam BIM adalah bahwa manajemen proyek dan *Building Information Modelling* (BIM) sangat signifikan, karena BIM berfungsi sebagai alat komprehensif yang meningkatkan pengelolaan dan manajemen dalam proyek itu sendiri. Efektivitas manajemen proyek konstruksi yang terhubung dengan model bangunan dapat diilustrasikan melalui konsep *Building Information Modelling* (BIM), prinsip dasar kerja BIM adalah menggunakan model bangunan tiga dimensi (3D) untuk mendapatkan semua gambar proyek yang diperlukan dalam manajemen proyek, contohnya adalah estimasi harga, perhitungan volume, detail dari gambar bangunan serta *rendering*. (Ferry & Indrastuti, 2020).

3.4 Tekla Structure

Tekla Structures adalah sebuah inovasi dalam bidang rekayasa struktur yang berupa perangkat lunak dengan berbagai keunggulan dibandingkan aplikasi sejenis lainnya. Menurut R. Mirnawati (2017), *Tekla Structures* merupakan perangkat lunak berbasis BIM yang memanfaatkan ensiklopedia proyek, mempermudah pembuatan serta pengelolaan data secara tepat dan rinci, serta mampu memodelkan struktur 3D dengan detail yang kompleks terkait material dan struktur. *Tekla Structures* juga digunakan untuk menganalisis masalah dalam model struktur, serta untuk pemodelan yang melibatkan berbagai material dan proses (D.N. Saputro dkk., 2021). Dalam pemodelan menggunakan Tekla Structures, setiap detail struktur dapat diperoleh, sehingga kesalahan dalam perencanaan dapat teridentifikasi pada saat proses pemodelan dilakukan. (Katami, Agil, dkk. 2022). Berikut merupakan

kelebihan dan kelemahan *Software* Tekla *Structures* (Tekla *Structures Foundation Course*, 2016):

a. Kelebihan *Software* Tekla *Structure* :
    1. Memiliki kemampuan dalam mengolah model dari *Software* lain yang memiliki pendekatan *Open* BIM. Dan model yang dibuat dari aplikasi Tekla *Structures* juga dapat diolah oleh aplikasi lain yang memiliki pendekatan *Open* BIM.
    2. Memiliki kemampuan dalam memodelkan material struktur dengan detail dan beragam.
    3. Memiliki kemampuan dalam menangani proyek dengan skala besar dengan nilai akurasi yang sangat tinggi dan juga perincian yang detail, sehingga dapat mengurangi risiko salah perencanaan yang berdampak pada terhambat atau tidak terlaksananya suatu pekerjaan saat proses konstruksi.

b. Kelemahan *Software* Tekla *Structures* :
    1. Ketidakmampuan aplikasi dalam memodelkan komponen lain selain struktur, seperti arsitektur, mekanikal, pemipaan, dan elektrikal.
    2. Keterbatasan data yang terdapat pada *database*, sehinggan ketika ada komponen atau detail lain yang dibutuhkan tapi tidak terdapat pada *Software,* maka harus dilakukan penginputan *manual* dengan *Third-Party Plug In* menggunakan aplikasi *Tekla Open* API.
    3. Terdapat beberapa kesalahan atau *bug* pada *Software* sehingga masih diperlukan beberapa perbaikan dan *maintenance*.

3.5 Level of Development (LOD)

Level of Development (LOD) adalah standar industri yang mendefinisikan tahapan pengembangan sistem pada BIM, sehingga memudahkan profesional AEC dalam mendokumentasikan dan mengkomunikasikan konten BIM secara jelas untuk mempercepat pelaksanaan proyek (United BIM,2025*). American Institute of Architects* (AIA) menetapkan lima tingkat pengembangan untuk menunjukkan

sejauh mana model BIM telah dibangun. Tingkat tersebut diklasifikasikan sebagai LOD 100, LOD 200, LOD 300(350), LOD 400, dan LOD 500, yang umumnya selaras dengan tahapan proyek seperti tahap konseptual dan geometri perkiraan, geometri presisi, fabrikasi, serta tahap *as-built*.

a. LOD 100 (*basic*)

   Elemen model dapat direpresentasikan secara grafis dalam model dengan simbol atau representasi generik lain, tetapi tidak memenuhi
   persyaratan LOD 200

b. LOD 200 (*approximate*)

   Pada level ini, elemen LOD masih bersifat umum dan mewakili bentuk dasar dari komponen yang sebenarnya. Elemen tersebut bisa dikenali sebagai jenis komponen tertentu atau hanya berupa volume. Informasi yang dihasilkan pada tahap LOD 200 masih bersifat perkiraan, bukan data akhir yang pasti.

c. LOD 300 (*accurate*)

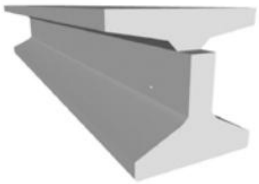
   jumlah, ukuran, bentuk, lokasi, dan posisi elemen bisa diukur langsung dari model BIM tanpa perlu melihat catatan atau dimensi di luar model. Titik awal proyek sudah ditentukan, dan semua elemen ditempatkan dengan tepat sesuai titik awal tersebut.

d. LOD 350 (*accurate, interfaces with other systems*)

   Seluruh komponen yang diperlukan untuk memastikan koordinasi antara suatu elemen dengan elemen lain yang berdekatan atau terpasang telah dimodelkan secara rinci, termasuk di dalamnya elemen penunjang seperti penopang dan sambungan. Kuantitas, dimensi, bentuk, lokasi, serta orientasi elemen yang dirancang dapat diperoleh secara langsung dari model tanpa memerlukan referensi tambahan di luar model, seperti catatan atau keterangan dimensi.

e. LOD 500 (*as constructed*)

   LOD 500 elemen model adalah representasi yang telah diverifikasi di lapangan dalam hal ukuran, bentuk, lokasi, kuantitas, dan orientasi. Informasi non-grafis juga dapat dilampirkan ke Elemen Model.

100		
200	Element modeling to include: • Type of structural concrete system • Approximate geometry (e.g. depth) of structural elements	 LOD 200 Highway Bridges Precast Structural I Girder (Concrete), From ilserd.com
300	Element modeling to include: • Specific sizes and locations of main concrete structural members modeled per defined structural grid with correct orientation • Concrete defined per spec (strength, air entrainment, aggregate size, etc.) • All sloping surfaces included in model element with exception of elements affected by manufacturer selection	 LOD 300 Highway Bridges Precast Structural I Girder (Concrete) , From ilserd.com
350	Element modeling to include: • Reinforcing Post-tension profiles and strand locations • Reinforcement called out, modeled if required by the BXP, typically only in congested areas • Chamfer • Pour joints and sequences to help identify reinforcing lap splice locations, scheduling, etc. • Expansion Joints • Lifting devices • Embeds and anchor rods • Post-tension profile and strands modeled if required by the BXP • Penetrations for items such as MEP • Any permanent forming or shoring components	 LOD 350 Highway Bridges Precast Structural I Girder (Concrete) , From ilserd.com

Gambar 3.1 Level of Development

Sumber : BIMForum, “Level of Development (LOD) Specification Part I & Commentary, April 2019

3.6 *Building Information Modelling* (BIM)

Building Information Modelling (BIM) adalah representasi digital yang berisi informasi lengkap tentang karakteristik fisik beserta fungsional pada konstruksi yang dapat dijadikan sebagai landasan dalam pengambilan keputusan sepanjang pelaksanaan suatu proyek konstruksi, mulai dari tahapan pelaksanaan sampai dengan pembongkaran (Liu dkk., 2019). BIM merupakan metode digital yang digunakan dalam desain, pembangunan, serta pengelolaan infrastruktur fisik seperti bangunan, jembatan maupun fasilitas lainnya. BIM tidak hanya meliputi gambaran visual dari komponen-komponen konstruksi, melainkan juga menyediakan data komprehensif mengenai atribut fisik dan fungsional dari proyek konstruksi tersebut.

BIM termasuk dalam teknologi di bidang AEC (*Architecture*, *Engineering*, *and Construction*) yang merupakan suatu cara dalam menciptakan 3D model digital

(Suasira dkk., 2021). *Building Information Modelling* (BIM) sudah muncul sebagai titik fokus dalam industri konstruksi, BIM menarik perhatian yang sangat besar karena kemampuan untuk meningkatkan kualitas produk, memfasilitasi penentuan kuantitas yang akurat, dan meningkatkan efisiensi penjadwalan.

Kompleksitas yang selalu melekat pada proyek konstruksi memerlukan pemodelan menggunakan BIM yang dibekali dengan fungsionalitas otomatisasi. Integrasi ini memastikan bahwa pembaruan yang terjadi berjalan mulus dan tidak menjadi masalah yang besar dalam proyek konstruksi.

Building Information Modelling (BIM) teknologi pada masa sekarang yang menjanjikan untuk masa sekarang dan masa depan. Kemampuan untuk beroperasi bersama yang ditingkatkan oleh BIM menjadi dasar dalam kolaborasi dalam proyek. Tetapi, dalam mewujudkan hal tersebut dibutuhkan pemahaman dan pembelajaran dalam mengelola model BIM.

3.6.1 Manfaat BIM

Pemanfaatan dalam penggunaan BIM dalam seluruh proyek dapat melancarkan keefektifan dan keefisienan suatu konstruksi. Penerapan BIM pada pekerjaan konstruksi, proses desain, pengaduan, dan pelaksanaan konstruksi akan mudah tersinkronisasi. Selain itu, pelaku yang terlibat dapat bekerja secara kolaborasi dan dapat mendukung kesatuan data dan desain dengan lebih mudah (Eastman dkk, 2011).

BIM memiliki keunggulan dalam mengintergrasikan *time and cost* dalam pembaruan *real time* dan efisiensi dalam peninjauan atau pengamatan dalam pekerjaan konstruksi, dapat diterapkan untuk penilaian dalam menganalisis *green building*, dan dapat mengoptimalkan segala aspek dan hal dalam proyek pekerjaan konstruksi.

Menurut (Ismail dkk, 2017). BIM merupakan sumber informasi dalam dasar pengambilan keputusan selama siklus dan fase hidup bangunan, dan menurut (P Berlian dkk, 2016). dapat dijadikan sebagai metoda dalam mencapai satu hingga beberapa tujuan yang spesifik. BIM dapat mengintegrasikan seluruh sistem, sehingga dapat diakses oleh semua pihak. Selain menghasilkan gambar, BIM juga

dapat menyajikan informasi. Berikut merupakan manfaat dari penggunaan BIM (Eastman dkk, (2011):

1. Manfaat pra konstruksi untuk *owner*:
   a. Peningkatan dalam aspek kinerja dan kualitas bangunan
   b. Peningkatan dalam aspek kolaborasi melalui *Integrated Project Delivery*.
2. Manfaat desain :
   a. Lebih akurat dalam visualisasi desain
   b. *Auto correct* dalam perubahan desain
   c. Pembuatan gambar 2D pada setiap fase desain akurat dan konsisten
   d. Kolaborasi berbagai disiplin ilmu
   e. Memudahkan dalam memverifikasi konsistensi dan maksud desain
   f. Ringkasan perkiraan kebutuhan pada biaya saat tahap desain
   g. Efisiensi meningkat dan keberlanjutan energi
3. Manfaat konstruksi dan fabrikasi:
   a. Implementasi lebih unggul dari teknik *lean construction*
   b. Dapat menemukan kesalahan dan kelalaian desain sebelum pelaksanaan konstruksi
   c. Reaksi cepat dalam perubahan *design*
   d. Penggunaan model *design* untuk landasan komponen fabrikasi
   e. Sinkronisasi antara *design* dan perencanaan konstruksi
4. Manfaat pasca konstruksi:
   a. Manajemen dan pengoperasi fasilitas lebih berkualitas
   b. Meningkatkan komisioning dan serah terima informasi tentang fasilitas
   c. Mengintegrasikan sistem operasi dan manajemen fasilitas

Implementasi BIM 5D pada suatu pekerjaan proyek memiliki banyak manfaat, berikut merupakan manfaat dari implementasi BIM 5D pada pekerjaan proyek:

1. Estimasi biaya akurat.
2. Kuantitas pekerjaan dan material detail dan terperinci.
3. Modifikasi desain yang dihasilkan sesuai atau *real-time* pada *quantity take-off*.
4. Tindakan dan keputusan lebih sigap dan cepat.

5. Kolaborasi antar pekerja atau pemangku kepentingan akan lebih cepat dan meningkat.

3.6.2 Tingkat Implementasi (*Maturity Level*)

Menurut BIM PUPR dan Institut BIM Indonesia (2018) BIM mencakup dimensi yang menunjukkan level implementasi (maturity level) dalam suatu proyek konstruksi. Berikut merupakan tingkatan dalam implementasi BIM:

2. Level 0 BIM
    a. Tidak mendukung kolaborasi
    b. Format CAD berupa 2D dalam penggambaran dan dokumentasi.
3. Level 1 BIM
    a. Pekerjaan desain konseptual menggunakan model 3D, gambar-gambar CAD 2D digunakan dalam dokumentasi, perizinan, dan informasi konstruksi.
    b. Standar CAD dan informasi dikolaborasikan dalam bentuk elektronik
    c. Memiliki standar tersendiri dalam disiplin dan pelaku
4. Level 2 BIM
    a. Seluruh pelaku bekerja melalui sistem dan lingkungan sendiri, tetapi model dan objek yang dikerjakan dengan kolaborasi.
    b. Pergantian informasi berlandaskan protokal dan format yang sudah disetujui
5. Level 3 BIM
    a. Kolaborasi dilakukan secara penuh dalam seluruh aspek dengan satu objek (*shared object*)
    b. Konsep diberi nama *OpenBIM*

3.6.3 Dimensi Konstruksi BIM

BIM mencakup dimensi yang menggambarkan tingkat implementasi dalam proyek konstruksi. BIM memiliki 5 dimensi dengan pemaparan sebagai berikut (Kementrikan PUPR, 2018).

1. 3D (*Parametric Data for Collaborative Work*)

BIM pada dimensi 3D dapat membantu dalam mengelola kerjasama atau kolaborasi dalam memodelkan, menganalisis masalah special, dan komunikasi desain secara lebih efektif. Berikut merupakan beberapa aspek dalam BIM 3D.

b. 3D *building data and information*
c. *Data prefabrication BIM*
d. *Existing model data*
e. *Reinforcement and structure analysis*

2. 4D (*Scheduling*)

BIM pada dimensi 4D berfungsi dalam mengekstraksi dan visualisasi perkembangan kegiatan selama masa proyek dari pembuatan sehingga *schedule* pekerjaan menjadi lebih optimal dan efisien. Berikut merupakan aspek yang terdapat pada BIM 4D.

a. *Project schedule and phasing*
b. *Just in time schedule*
c. *Installation schedule*
d. *Payment visual approval*
e. *Last planner schedule*

3. 5D (*Estimating*)

BIM pada dimensi 5D berfungsi dalam pengolahan estimasi biaya pada proyek. BIM 5D dapat mengoptimalkan dan mengefisiensikan biaya yang digunakan dari waktu ke waktu. Berikut merupakan aspek yang terdapat pada BIM dimensi 5D.

a. *Conceptual cost planning*
b. *Quantity extraction to cost estimation*
c. *Trade verification*
d. *Value engineering*
e. *Prefabrication*

4. 6D (*Sustainability*)

BIM pada dimensi 6D berfungsi untuk pengolektifan informasi dalam penambahan manajemen fasilitas. BIM 6D dapat mengintegrasikan antara analisis performa bangunan terhadap keberlanjutan proyek. Berikut merupakan aspek pada BIM 6D.

a. *Energy analysis*
b. *Green building element*
c. *Green building certification tracking*
d. *Green building point tracking*

5. 7D (*Building Management*)

BIM pada dimensi 7D berfungsi dalam mendapatkan informasi aset yang lebih relevan seperti komponen, spesifikasi data garansi, manual operasi/pemeliharaan, dan lain sebagainya. Detail-detail yang didapatkan pada BIM 7D sangat membantu dalam memonitor kondisi bangunan. Berikut merupakan aspek yang terdapat pada BIM dimensi 7D.

a. Siklus hidup bangunan
b. BIM sebagai data bangunan
c. Biaya operasi dan perbaikan/perawatan



Gambar 3.2 Dimensi BIM

(Sumber : https://www.piranusa.com/dimensi-bim/)

3.7 *Quantity Take-Off*

Quantity take off (QTO) merupakan kalkulasi bahan dan material secara rinci guna menuntaskan konstruksi proyek (Wijayakumat, M., & Jayasena, H. S, 2013). QTO dapat dikerjakan dengan dua metode yaitu dengan metode konvensional dan juga modern yaitu dengan metode *Building Information Modelling* (BIM). QTO dengan cara konvensional dilakukan dengan cara menghitung dimensi dari material dari bangunan proyek yang meliputi panjang, lebar, luas, volume, dan lain-lain. Menurut (Ferial, R., Hidayat, B., Pesela, R. C., & Daoed, D, 2022) metode konvensional pada QTO memiliki hasil yang kurang efisien dalam hal waktu dan ketidakakuratan dalam menghitung volume pekerjaan yang dilakukan dan penggunaan metode konvensional sangat membutuhkan banyak tenaga kerja dan biaya yang dikeluarkan juga lebih banyak dibandingkan metode *modern* yaitu dengan metode BIM.

Quantity take off (QTO) dapat dikerjakan dengan metode yang lebih terkini atau menggunakan teknologi yaitu BIM. Pada aplikasi atau teknologi BIM terdapat data geometrik yang berfungsi dalam perhitungan volume dengan menggunakan

beberapa aplikasi yang berdasar BIM. Tekla Structure dan Bexel *Manager* merupakan *Software* yang digunakan dan berfungsi dalam pembuatan desain bangunan, volume atau kuantitas, fase proyek dan lain-lain yang terkait dalam suatu proyek konstruksi (Ramdani, I., Rozandi, A., Budiman, D., & Elena Vladimirovna, K, 2022). Keunggulan BIM ini sendiri adalah dapat mengurangi tingkat kesalahan seperti *human error* dalam kalkulasi terhadap pengukuran, penginputan data, item pekerjaan yang berlebihan karena perhitungan volume berdasarkan data objek yang sudah terdapat pada *Software* BIM (Yudi, A., Shoful Ulum, M., Titan Nugroho, M., 2020). Sehingga pengerjaan QTO dapat menghasilkan hasil terbaik menggunakan metode dengan teknologi BIM.

3.8 IFC *(Industry Foundation Classes)*

IFC *(Industry Foundation Classes)* adalah format file standar terbuka yang digunakan dalam BIM untuk pertukaran informasi antar berbagai perangkat lunak dan pemangku dalam proyek konstruksi. IFC memungkinkan interoperabilitas antar alat BIM, memastikan data dapat dibagikan dan digunakan secara efektif di seluruh siklus hidup proyek. Industry Foundation Classes (IFC) merupakan standar format file terbuka (*open BIM*) yang digunakan dalam proses BIM, dikembangkan oleh International Alliance for Interoperability (IAI) yang saat ini dikenal sebagai buildingSMART (Sanjaya,2023).

1. Fungsi IFC
    a. Pertukaran data antar aplikasi BIM yang berbeda (misalnya Revit, Tekla, ArchiCAD, Bexel Manager, Bentley).
    b. Menyimpan informasi geometri (bentuk) dan informasi non-geometri (material, spesifikasi, biaya, jadwal).
    c. Memastikan data tetap terbaca meskipun software yang digunakan berbeda.

3.9 BIM 5D

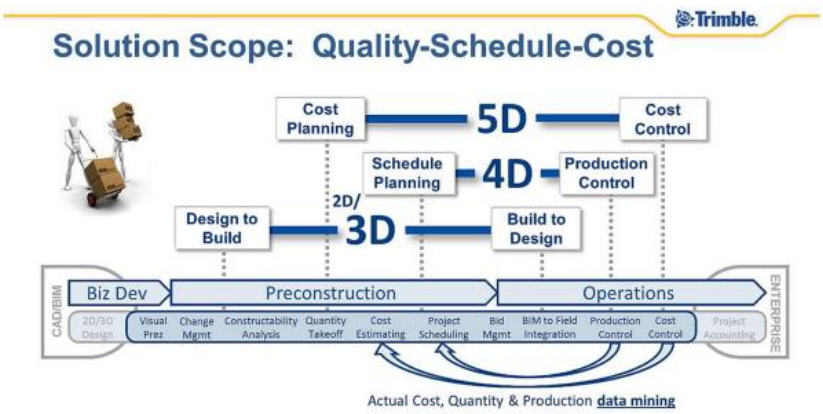
Menurut PUPR (2018) BIM dapat mengurangi tingkat kesalahan, mengurangi proses pengulangan pekerjaan, mampu mengefisienkan durasi proyek, dan meningkatkan keuntungan Industri Konstruksi. BIM 5D merupakan rangkaian

integrasi dari perangkat lunak seperti *Revit*, *Bexel Manager, Tekla*, *Magicad,* dll yang di kolaborasikan dengan perangkat lunak *Microsoft Project, Microsoft Excel, dan Microsoft Word* dalam penginputan data penjadwalan. Manfaat penerapan BIM 5D adalah untuk meningkatkan integrasi antar tim proyek, representasi digital dalam peningkatan pemahaman pada proyek sehingga menghasilkan *output* estimasi biaya yang diharapkan. Berikut merupakan bagian-bagian dari integrasi pemodelan BIM 5D:

BIM 5D = Model + Data + Sharing + App

BIM 5D terdiri dari elemen model infromasi yang dapat diimplementasikan sepanjang siklus hidup bangunan agar dapat menyajikan data keuangan yang akurat. Hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam menentukan anggaran pada bahan-bahan tertentu, menambahkan biaya ke jumlah tersebut, dan mencapai biaya produksi kumulatif. *Quantity take off* merupakan salah satu bagian yang dihasilkan oleh BIM 5D, hasil *quantity take off* yang tepat dapat mengurangi perubahan (*change order*), menghemat waktu dan biaya proyek, serta mempermudah pengendalian biaya. Hal ini juga memungkinkan identifikasi risiko pembiayaan sejak awal dan mendukung kolaborasi langsung antara estimasi biaya, penjadwalan, dan QTO. (Dalian, 2021).

Berikut akan ditampilkan gambar bagan alir BIM 5D sebagai *cost planning* yang mana tidak perlu didahulukan pada 4D atau *scheduling* karena sifat BIM yang tidak perlu bekerja secara berurutan namun tetap dapat berintegrasi satu sama lain antar dimensi kontruksi BIM. Berikut Gambar 3.3 Diagram Alir 5D BIM.



Gambar 3.3 Diagram Alir 5D BIM

Sumber : Trimble *Buildings*

Berdasarkan ilustrasi sebelumnya, integrasi analisis dimensi waktu (4D) dan biaya (5D) sebenarnya dapat diterapkan secara bersamaan. Namun, penelitian ini secara khusus berfokus pada konsep estimasi biaya (*cost estimating*) tanpa mencakup perhitungan terkait dimensi waktu (4D).

3.10 *Work Breakdown Structure* (WBS)

Herzanita, Ayu (2019) WBS (Work Breakdown Structure) memiliki peran krusial dalam setiap proyek konstruksi. WBS menyusun ruang lingkup pekerjaan ke dalam struktur hierarki yang diuraikan hingga ke unit terkecil yang disebut paket pekerjaan, sehingga mempermudah pengelolaan serta pengendalian proyek. Salah satu metode yang digunakan untuk merumuskan tugas-tugas agar dapat diselesaikan secara mandiri tanpa bergantung pada tugas lainnya, sekaligus mempermudah dalam alokasi sumber daya serta memfasilitasi proses pengukuran dan pengendalian proyek (Soeparyanto dkk., 2024).

Work Breakdown Stucture memiliki manfaat, membantu dalam :

1. Pengendalian biaya dan jadwal
2. Pengalokasian sumber daya yang tepat
3. Perencanaan proyek yang lebih efektif
4. Pemantauan kemajuan proyek

3.11 Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Analisis harga satuan pekerjaan merupakan metode perhitungan biaya satuan dalam pekerjaan konstruksi yang didasarkan pada perkalian antara volume kebutuhan bahan bangunan, tenaga kerja serta alat dengan harga masing-masing komponen, seperti harga bahan, tarif upah, serta biaya sewa atau pembelian peralatan (Arruan dkk., 2014). Perhitungan ini dipengaruhi oleh koefisien yang merepresentasikan satuan dari material, alat, dan upah tenaga kerja, yang kemudian dijadikan acuan dalam proses perencanaan maupun pengendalian biaya pekerjaan. Melalui Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum Nomor 02/SE/M/2013, Pemerintah Indonesia telah menetapkan pedoman lengkap mengenai pelaksanaan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP). Dengan mengacu pada pedoman ini, pelaku industri konstruksi dapat menyusun estimasi biaya secara lebih logis, transparan, dan dapat dipertanggungjawabkan, yang pada akhirnya mendukung tercapainya manajemen proyek yang lebih efektif dan efisien.

3.12 Bexel Manager 25

Bexel Manager merupakan *Software* BIM yang berfungsi dalam *project visualization, documentation, progress tracking, clash detection, quantity take off,* pengurutan kerja dan penjadwalan proyek (Ahmad Yudi dkk., 2020). Menurut (Hussain, Osama, dkk., 2024) *Bexel Manager* memiliki keunggulan dalam memvisualisasi pemodelan 3D dalam mewakili data biaya dalam bentuk bagan dan grafik dalam mempermudah pemahaman terhadap informasi biaya yang diperlukan dengan lebih kompleks. *Bexel Manager* merupakan BIM yang terintegrasi yang sangat memudahkan suatu proyek konstruksi dalam mengelola proyek. Beberapa fitur yang terdapat pada *Bexel Manager* adalah visualisasi pada model 3D yang inovatif dan lengkap, mengimpor atau mengekspor model dari semua sumber, dapat diakses dengan berbagai format seperti DWG,DGN,dan IFC, visualisasi model 4D, perbandingan dan pelaporan biaya pada 5D, dan kolaborasi dokumentasi pada proyek 6D. *Bexel Manager* mengoperasikan sistem API atau *add-in* pintu terbuka dan mendukung fungsi tinjauan 3D,4D, 5D, dan 6D. *Bexel Manager* juga dapat

memodelkan setiap tahap dari perencanaan, desain, dan pra-konstruksi (Kang, Jeon-Yong dkk., 2022).

3.13 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya adalah perkiraan biaya yang sudah diperhitungkan yang digunakan dalam melaksanakan sebuah proyek atau kegiatan bisnis. Menurut Firmansyah (2011) rencana anggaran biaya (RAB) adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan seperti material dan gaji, serta biaya-biaya yang lain pada pelaksanaan proyek pembangunan.

RAB merupakan perkiraan biaya seluruh proyek yang dirangkai atau dihitung berdasarkan harga satuan dan kebutuhan sumber daya (koefisien) pada setiap item pekerjaan. RAB juga mencakup perhitungan detail terhadap biaya material, tenaga kerja, serta biaya yang berkaitan dengan pelaksaaan konstruksi atau proyek tersebut. RAB juga mempertimbangkan biaya tidak langsung yang dapat muncul pada saat proses pengerjaan proyek. RAB umumnya dipengaruhi oleh volume pekerjaan yang perlu diselesaikan dan harga satuan pekerjaan (HSP).

BAB IV
METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Pada Tugas Akhir yang memiliki judul Implementasi BIM 5D Dalam Perhitungan *Quantity Take Off* Pada Pekerjaan Struktur Beton Bertulang ini bersifat perancangan. Pada perancangan ini dilakukan dengan pengambilan data 3D *Design* The Arthadhipa's *Convention Center* dari perlombaan Tekla Structure yang pernah diikuti pada tahun 2024, yang kemudian ingin dikembangkan lebih lanjut untuk menghitung estimasi biaya menggunakan konsep BIM 5D dari *quantity take off* yang sudah didapat dari *Software* Tekla itu sendiri. Setelah mendapat hasil QTO dari *Software* Tekla Structure, selanjutnya data akan diolah melalui *Software* Bexel *Manager* 25.

4.2 Lokasi Perancangan

Proyek ini pada dasarnya belum ada atau belum terlaksana, namun perancangan ini menempatkan studi kasus proyek dibangun di Kota Yogyakarta sebagai acuan dalam pengambilan Harga Barang dan Jasa serta Analisis Harga Satuan Pekerjaan. Proyek yang dirancang adalah proyek pembangunan The Arthadipa's *Convention Center.*

4.3 Subjek dan Objek Perancangan

Subjek dalam perancangan ini ialah proyek pembangunan The Arthadipa's *Convention Center.* Objek perancangan ini adalah estimasi biaya pada pekerjaan beton bertulang khususnya pada pembesian dan pengecoran yang meliputi balok, kolom, plat lantai, tangga, fondasi dengan implementasi konsep BIM 5D. Data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Design* 3D dari Tekla Structure.

4.4 Alat dan Bahan Perancangan

Berikut adalah peralatan dan bahan yang akan dipakai dalam perancangan ini.

1. Laptop

   Laptop adalah perangkat penting dalam memodelkan gambar serta mengolah data yang telah didapatkan.

2. *Software Tekla Structure*

   Software ini digunakan untuk memodelkan gambar dari proyek yang dijadikan objek perancangan dan akan mendapatkan data volume dan QTO dari *Software* ini.

3. *Software Bexel Manager 25*

   Software ini digunakan dalam merencanakan estimasi biaya dengan mengintegrasikan data dari berbagai sumber seperti anggaran, biaya material dan upah tenaga kerja.

4.5 Data Perancangan

Data yang digunakan untuk perancangan ini adalah *Design* 3D yang dihasilkan dari perlombaan yang pernah diikuti dalam acara "*Competition Series BIM Tekla Polban Civil Expo 2024*" yang diadakan oleh Politeknik Negeri Bandung. Berikut pada Gambar 4.1 akan ditampilan poster perlombaan sebagai validasi bahwa data perancangan ini memang ada, dan pernah dilombakan dan ingin dikembangkan lebih lanjut dalam pengestimasian biaya dengan konsep BIM 5D.

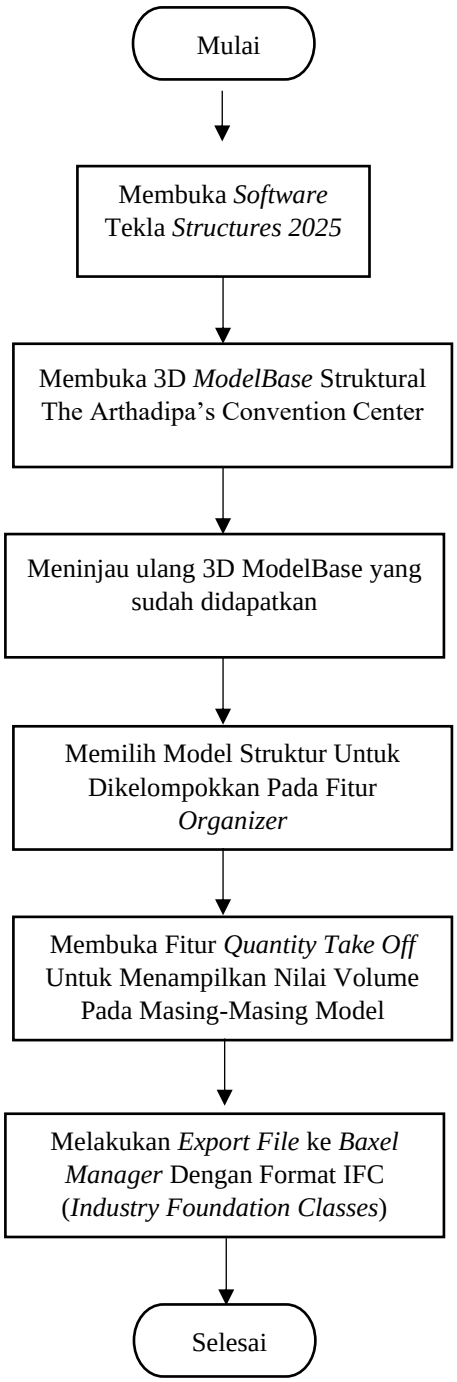


Gambar 4.1 Poster Lomba

Selanjutnya, untuk lampiran sertifikat akan dilampirkan pada Lampiran 5.4.

4.6 *Quantity Take Off* Pekerjaan Struktur

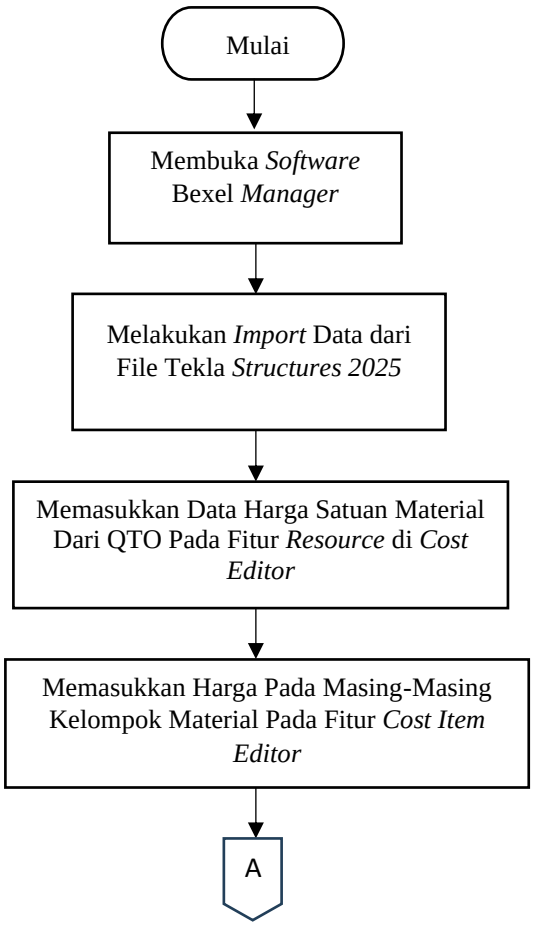
Pada tahap ini, model 3D *The Arthadhipa's Convention Center* yang dibuat menggunakan *Tekla Structures* akan ditinjau untuk memastikan bahwa desain telah memenuhi standar *Level of Development* (LOD) 350 sesuai ketentuan BIM. Apabila seluruh kriteria terpenuhi, proses dilanjutkan dengan menghasilkan Quantity Take Off (QTO) pada elemen pekerjaan struktural yang menjadi objek kajian. Selanjutnya, akan disajikan bagan alir (*flowchart*) penelitian yang menggambarkan prosedur dalam memperoleh nilai QTO tersebut.

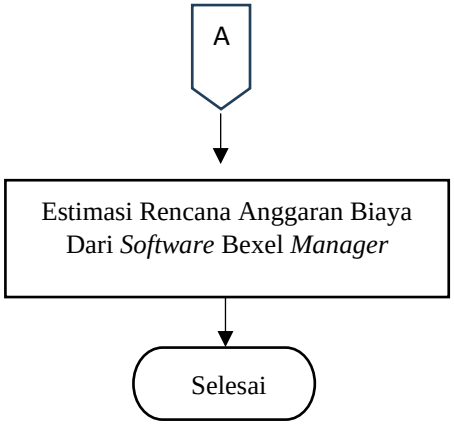


Gambar 4.2 *Flowchart Quantity Take Off* Menggunakan Tekla *Structures*

4.7 Estimasi Rencana Anggaran Biaya Pada *Software* Bexel *Manager*

Setelah melakukan *export file* dari Tekla *Structures* ke Bexel *Manager*, akan dilakukan penginputan data harga satuan material pada *Software* Bexel *Manager*, untuk mendapat hasil estimasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) menurut *quantity take-off* yang telah didapat pada aplikasi Tekla *Structures.* Berikut merupakan bagan alir pekerjaan.





Gambar 4.3 *Flowchart* Estimasi Rencana Anggaran Biaya Menggunakan Bexel *Manager*

4.8 Tahapan Perancangan

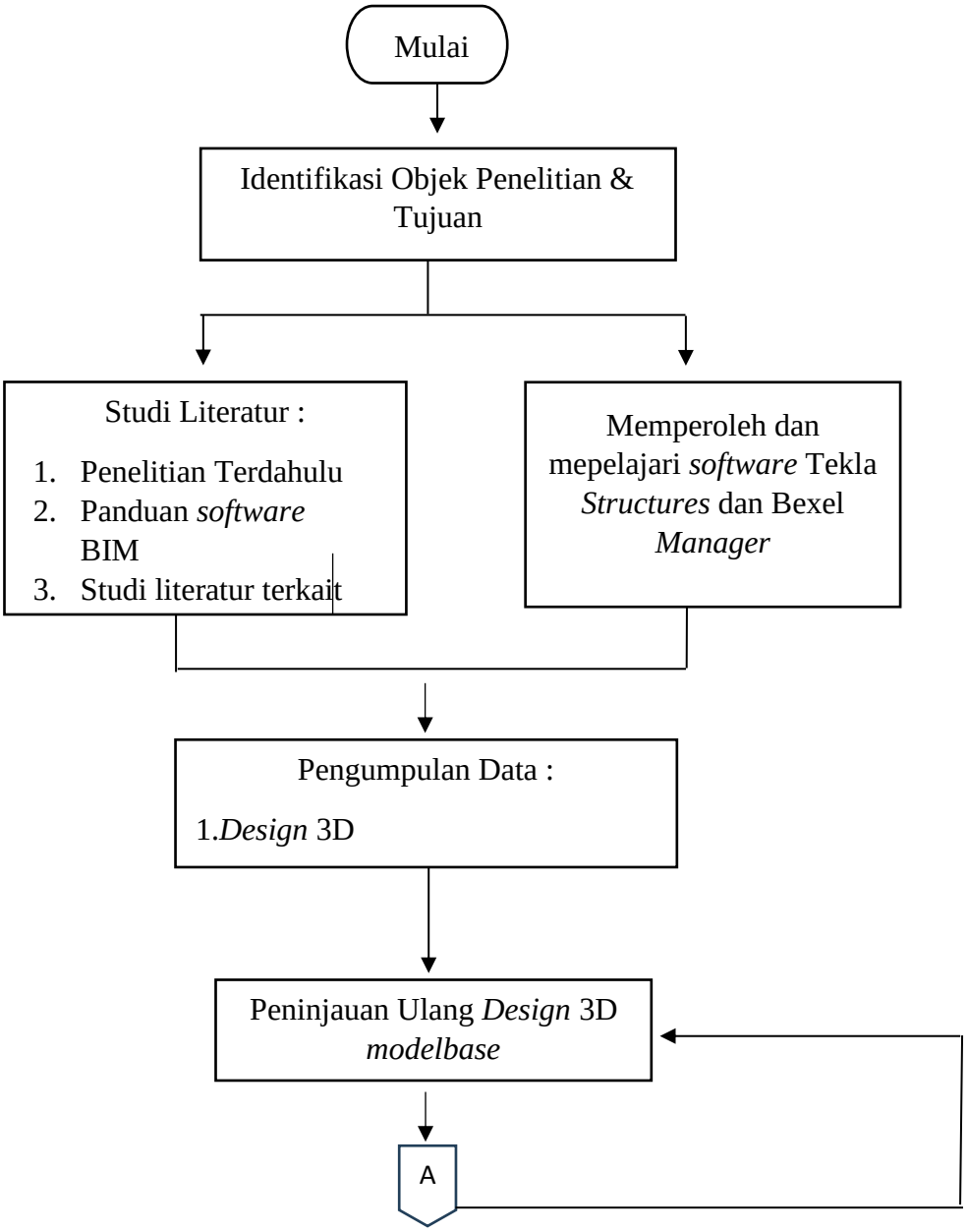
Analisis data dilakukan setelah data-data diatas didapatkan, untuk mendapatkan hasil dan mempermudah perancangan maka tahapan perancangan harus dibuat agar perancangan dapat berjalan dengan terstruktur dan baik dalam mendapatkan hasil perhitungan *quantity take-off*. Berikut merupakan tahapan-tahapan dari perancangan.

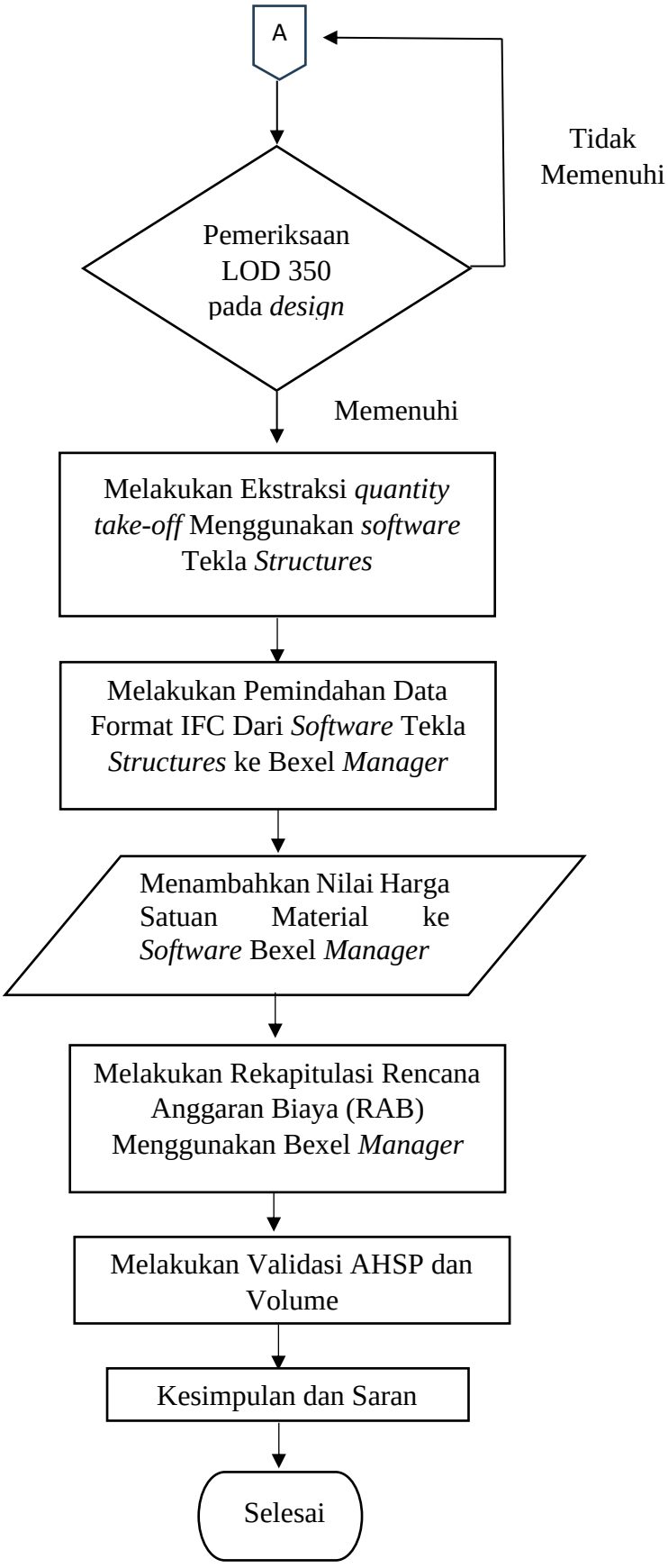
1. Studi literatur terkait BIM 5D dan hal-hal yang dibutuhkan dalam melengkapi dan membantu perancangan.
2. Membuat latar belakang, rumusan masalah, dan tujuan perancangan.
3. Melakukan pengumpulan data 3D *modelbase*.
4. Meninjau ulang data 3D *modelbase*, apakah sudah memenuhi standar *Level of Development* (LOD) 350.
5. Mencari nilai *quantity take-off* sesuai 3D *modelbase* pada pekerjaan struktur yang ditinjau menggunakan *Software* Tekla *Structures*.
6. Setelah mendapatkan nilai QTO dilakukan pemindahan *file* atau *export file* ke *Software* Bexel *Manager*.
7. Mengeluarkan nilai QTO pada masing-masing material dan mengelompokkan material.
8. Meng-*input* nilai harga satuan masing-masing material.

9. Penyusunan Analisis Harga Satuan Pekerjaan dengan *resources* yang sudah dimasukkan sebelumnya (harga satuan material & harga satuan jasa)
10. Melakukan rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB).

4.9 Bagan Alir Perancangan

Bagan alir perancangan adalah diagram yang menggambarkan tahapan atau langkah-langkah dalam proses perancangan secara berurutan dan sistematis**,** menggunakan simbol-simbol tertentu. Berikut Bagan Alir perancangan yang sudah dirancang agar Tugas Akhir ini memiliki sistematis pekerjaan yang jelas.





Gambar 4.4 *Flowchart* Penelitian Tugas Akhir

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Gambaran Umum Proyek

Proyek Pembangunan Gedung The Arthadipa's *Convention Center* merupakan Gedung yang dirancang untuk berbagai jenis acara besar. Fungsi utamanya ialah sebagai tempat penyelenggaraan pertemuan, pameran serta acara berskala besar. The Arthadipa's *Convention Center* memiliki 2 lantai dengan Panjang bangunan 52.100 mm dan lebar bangunan 34.100 mm, akan dibangun di luas tanah 1776.61 m^2. Pada lantai 1 memiliki 8 ruang bangunan samping dan 1 ruang bangunan utama, serta untuk di lantai 2 memiliki 1 ruang bangunan utama. The Arthadipa's *Convention Center* rencana akan dibangun menggunakan pondasi *Foot Plate* untuk bangunan samping dan *Bored Pile* untuk bangunan utama.

5.2 Data Perancangan

Data perancangan merupakan beberapa data yang dibutuhkan sebagai dasar dalam sebuah perancangan, pada hal berikut data yang digunakan untuk menunjang perancangan implementasi konsep *Building Information Modelling* (BIM) dalam mencari *Quantity Take Off* yang akan mendapatkan *output* dalam bentuk Rencana Anggaran Biaya (RAB), maka datanya adalah sebagai berikut.

5.2.1 Informasi Data Proyek

Adapun detail dari data proyek adalah berikut:

Nama Proyek : Pembangunan Gedung The Arthadipa's *Convention Center*

Lokasi Proyek : Proyek dirancang di Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta

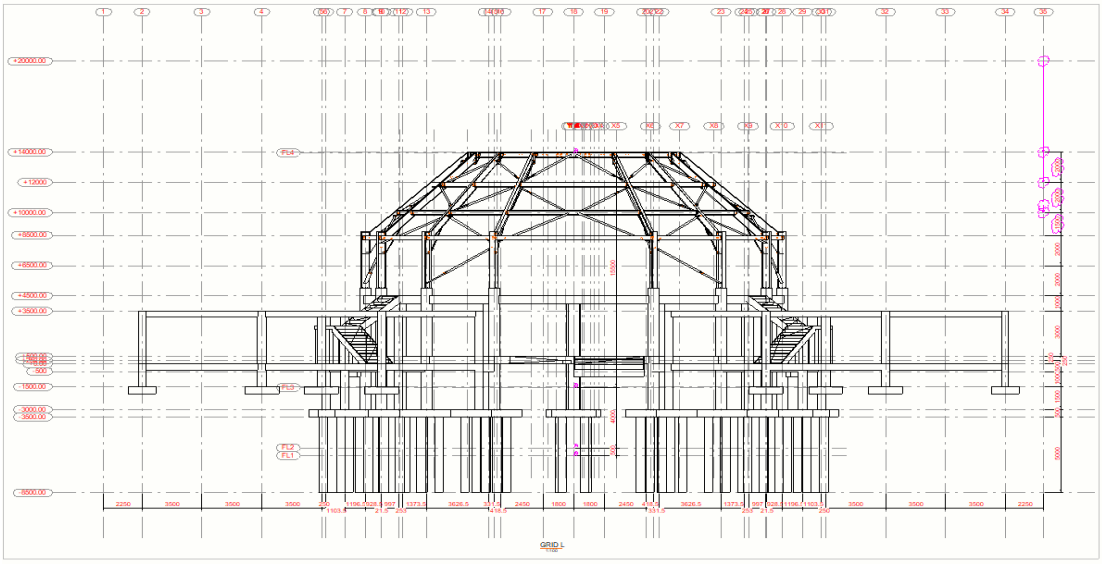
Proyek yang dikaji dalam perancangan ini merupakan proyek yang direncanakan namun belum dilaksanakan. Oleh karena itu, data yang digunakan bersumber dari dokumen perencanaan dan asumsi teknis yang relevan, dan penjadwalan tidak ada dikarenakan fokus perancangan ini adalah biaya.

5.2.2 Det*ailed Engineering Design* (DED)

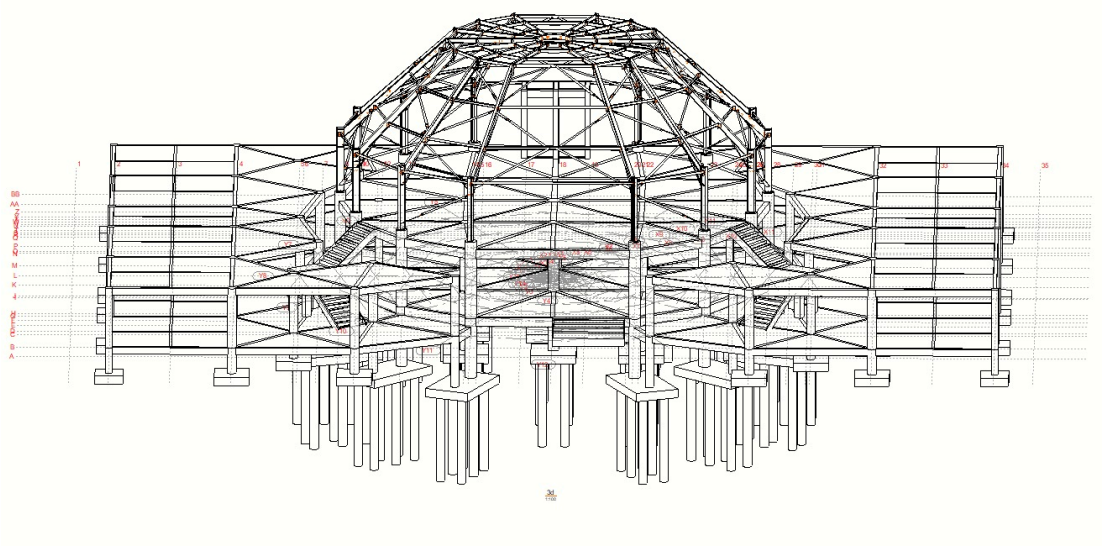
Detailed Engineering Design (DED) merupakan fondasi utama dalam pelaksanaan sebuah proyek konstruksi, berupa gambar rencana dari suatu proyek yang akan dilaksanakan. DED menyajikan rancangan teknis yang terperinci berdasarkan hasil studi kelayakan dan perencanaan awal.

Pada bagian ini DED yang digunakan diperoleh dari *Software* Tekla Structure langsung, adapun beberapa data yang terdapat pada DED adalah sebagai berikut.

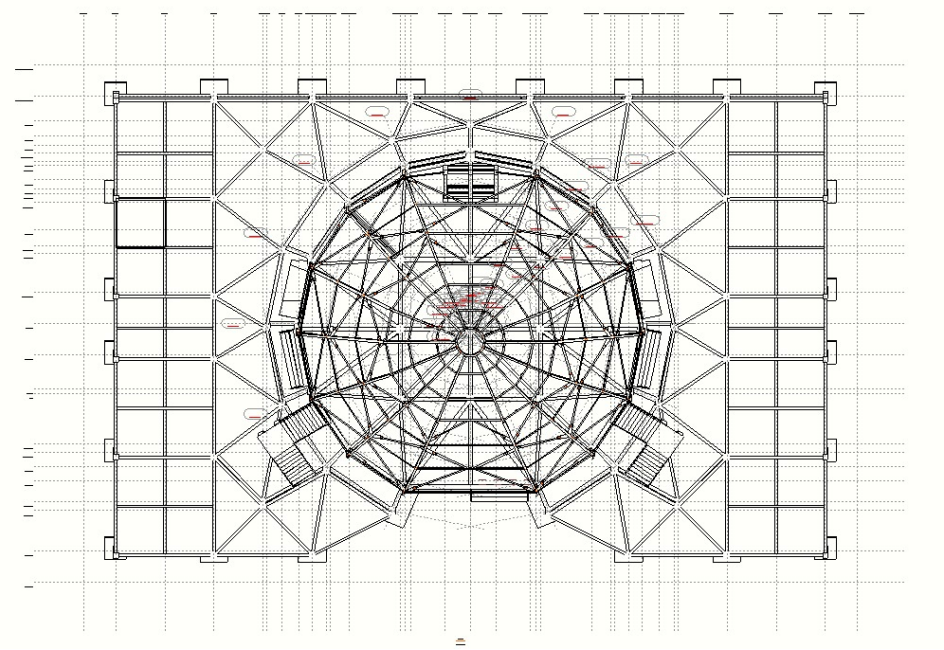
1. Tampak Pekerjaan Struktural
2. Denah Pekerjaan Struktural
3. Detail Pekerjaan Struktural
4. Potongan – potongan pekerjaan Struktural



Gambar 5.1 Tampak Belakang



Gambar 5.2 Tampak Depan



Gambar 5.3 Tampak Atas

DED lengkap akan dilampirkan pada lembar lampiran, adapun gambar diatas merupakan contoh dari beberapa DED tampak yang didapat dari Tekla Structure.

5.2.3 Dokumen 3D Model dengan *Software* Tekla Structure

Dokumen yang dimaksud adalah dokumen 3D *ModelBase* yang dibuat langsung pada *Software* Tekla Structure. Hasil dari 3D *modeling* ini akan dilanjutkan untuk meneliti 5D (pembiayaan/estimasi biaya). Data yang diperoleh ialah sebagai berikut.

1. 3D *modeling* Pekerjaan Struktural
2. *Quantity Take Off*

5.2.4 Dokumen Harga Satuan Pokok Pekerjaan (HSPK)

Dokumen Harga Satuan Pokok Pekerjaan (HSPK) adalah dokumen resmi yang memuat informasi standar biaya satuan untuk setiap jenis pekerjaan yang dilakukan dalam pelaksanaan program atau kegiatan pemerintahan. Dokumen ini menjadi dasar dalam proses penyusunan anggaran, khususnya dalam menyusun Rencana Kerja dan Anggaran (RKA), Dokumen Pelaksanaan Anggaran (DPA), serta proses pengadaan barang dan jasa. HSPK ditetapkan oleh pemerintah daerah atau pusat dan disusun berdasarkan analisis teknis dan harga pasar terkini. Dokumen ini memastikan bahwa perhitungan biaya pekerjaan dilakukan secara objektif, efisien, dan akuntabel. Setiap daerah khususnya memiliki Harga Satuan Pokok yang berbeda yang ditetapkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) pada masing-masing daerah. Pada perancangan ini akan digunakan Harga Satuan Pokok Pekerjaan untuk wilayah Yogyakarta.

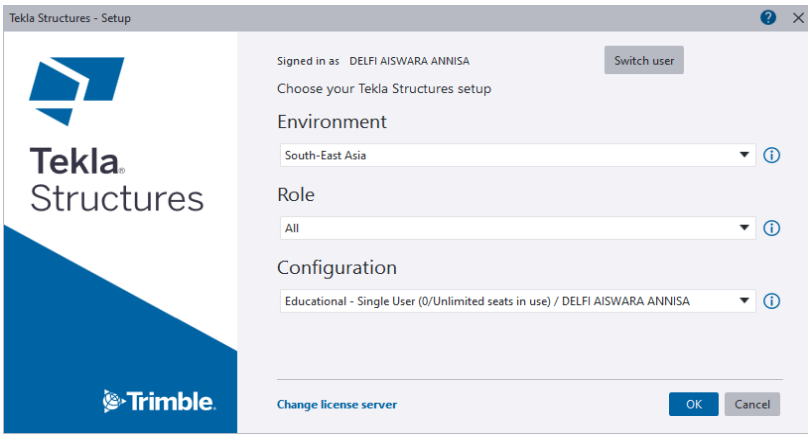
5.3 Analisis Data

5.3.1 Pembuatan Model 3D *Design*

3D *Modeling* dibuat dengan *Software* Tekla Structure. Model 3D yang sudah jadi nantinya dapat memunculkan *Quantity Take Off*, yang mana data tersebut diperlukan dalam perencanaan pengestimasian biaya (5D). Berikut beberapa tahap dalam proses pemodelan 3D bangunan, ialah:

1. Membuka Software Tekla Structure

   Buka *software* Tekla Structure, pada penelitian ini menggunakan Tekla Structure 2024 dengan lisensi *student version*.



Gambar 5.4 *Software* Tekla Structure

2. Membuat File Baru

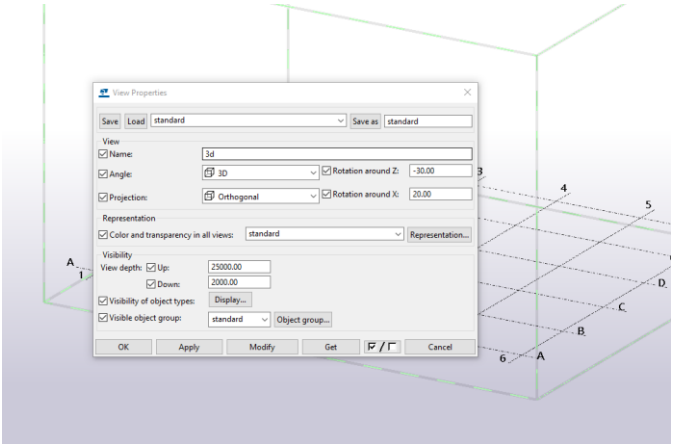
   Setelah membuka *software* Tekla Structure, lalu pada tampilan awal pilih menu *new* untuk membuat *project* baru, isi nama *file*, pilih lokasi penyimpanan, lalu pilih *Template Blank* lalu klik *Create*.



Gambar 5.5 Pembuatan *File* Baru

3. Membuat Grid

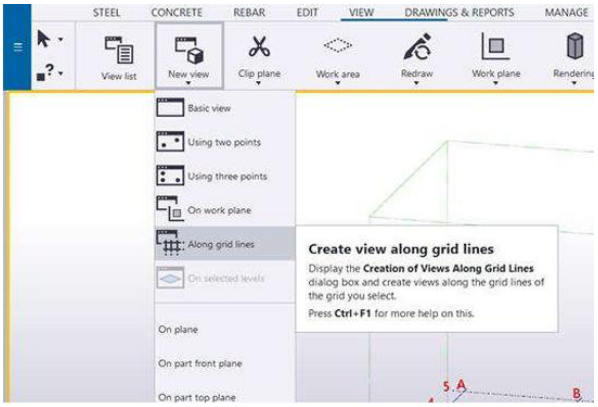
Pada tahap ini menentukan jarak grid X, Y maupun Z sesuai denah, serta menentukan posisi dan titik acuan, masukkan jumlah dan jarak grid pada bagian *spacing*, klik *modify* lalu *apply*, maka grid akan muncul sebegai referensi dasar model.



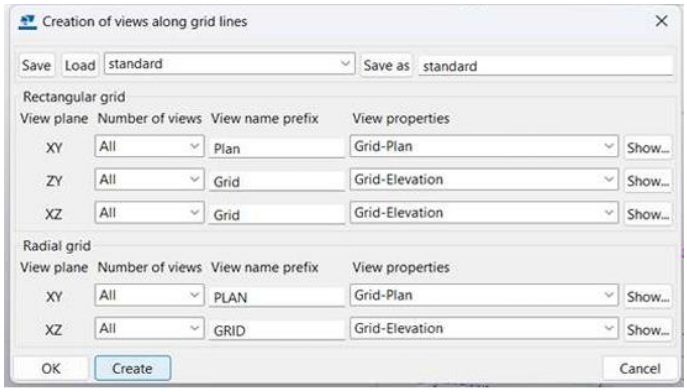
Gambar 5.6 Pembuatan Grid

4. Menambahkan *View* Model Berdasarkan Grid yang ingin ditampilkan

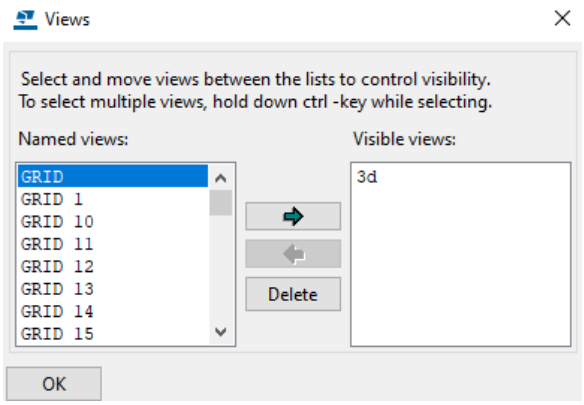
Pada tahap ini menambahkan *view model*, dengan klik menu *new view* setelah itu *along gridline* dan klik *create*, lalu pilih grid mana yang ingin ditampilkan pada menu *view model* dengan pilih grid lalu klik panah menunjuk ke arah kanan, seperti pada Gambar 5.6, Gambar 5,7, serta Gambar 5.8 berikut.



Gambar 5.7 Menambahkan *View Model*



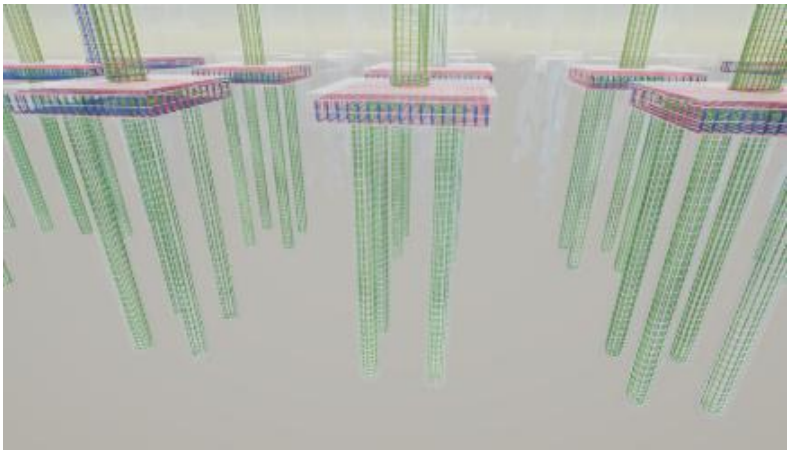
Gambar 5.8 Menambahkan *View Model*



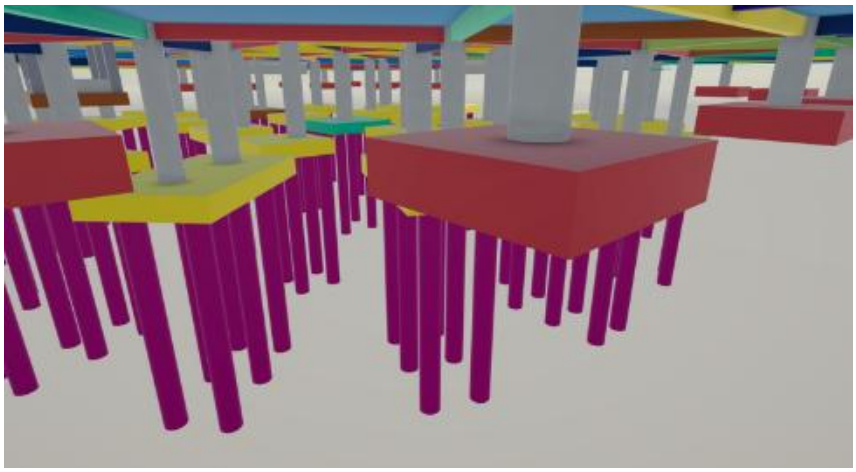
Gambar 5.9 *View Model* yang Ingin Ditampilkan

5. Membuat beton struktur Pondasi *Foot Plate* dan *Bored Pile*

   Pada bagian ini pembuatan fondasi dilakukan dalam beberapa tahap. Pilih *bar concrete* pada menu, lalu pilih *tools footing*, selanjutnya klik *pad footing* lalu masukkan ukuran fondasi sesuai dengan dimensi lalu letakkan pada tempat yang telah ditentukan.



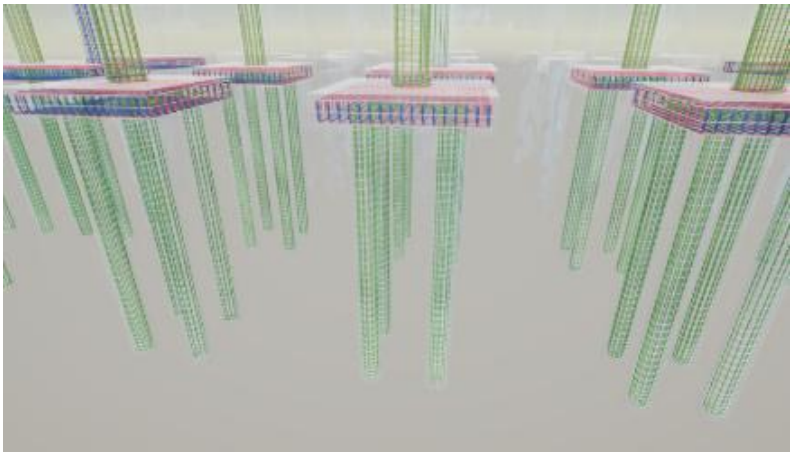
Gambar 5.10 Pembuatan Beton pada Pondasi *Bored Pile*



Gambar 5.11 Pembuatan Beton pada Pondasi *Foot Plate*

6. Membuat Model Tulangan pada Struktur Pondasi *Foot Plate* dan *Bored Pile*

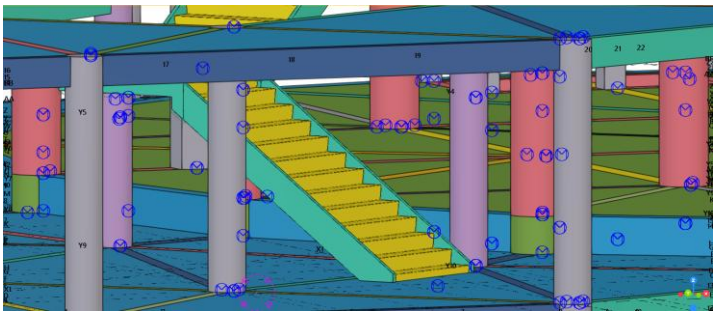
   Pembuatan tulangan pada elemen pondasi di Tekla Structures dilakukan dengan memanfaatkan fitur *Rebar* dan *Rebar Set*, yang memungkinkan untuk memodelkan penulangan secara detail dan akurat sesuai dengan kebutuhan desain struktural. Proses ini dimulai dengan pemilihan elemen pondasi, seperti *footing* atau *pile cap*, kemudian dilanjutkan dengan penempatan batang tulangan utama dan tulangan distribusi menggunakan parameter diameter, jarak antar tulangan, panjang, serta *cover* beton.



Gambar 5.12 Tulangan pada Struktur Pondasi *Bored Pile*

7. Membuat Struktur beton kolom kedalam *modelling*

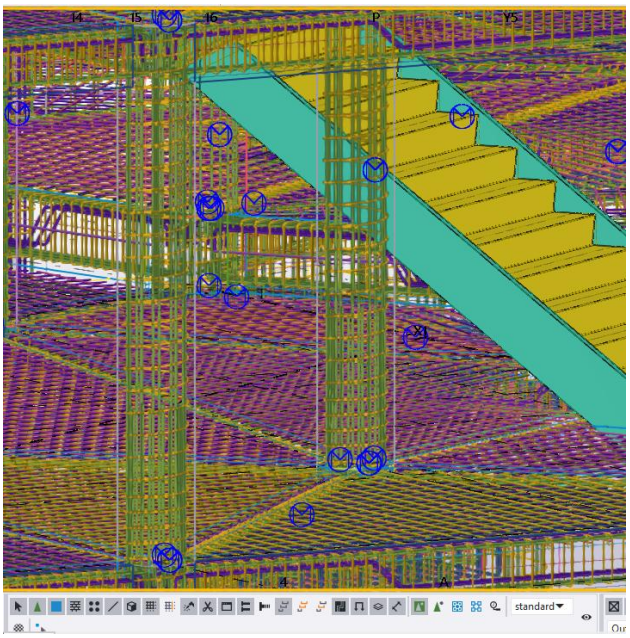
   Pembuatan struktur kolom beton dalam pemodelan Tekla Structures dilakukan dengan memilih perintah *Concrete Column*, kemudian menentukan titik dasar dan tinggi kolom di area kerja. Setelah kolom dibuat, pengguna mengatur properti seperti material, dimensi, nama, dan elevasi melalui jendela properti. Kolom yang sudah sesuai dapat disalin atau disusun ulang untuk mempercepat pemodelan. Proses ini memastikan kolom diletakkan secara akurat sesuai desain, serta siap digunakan untuk analisis struktur maupun pembuatan gambar kerja.



Gambar 5.13 Struktur Beton Kolom

8. Memasukkan pembesian pada struktur kolom

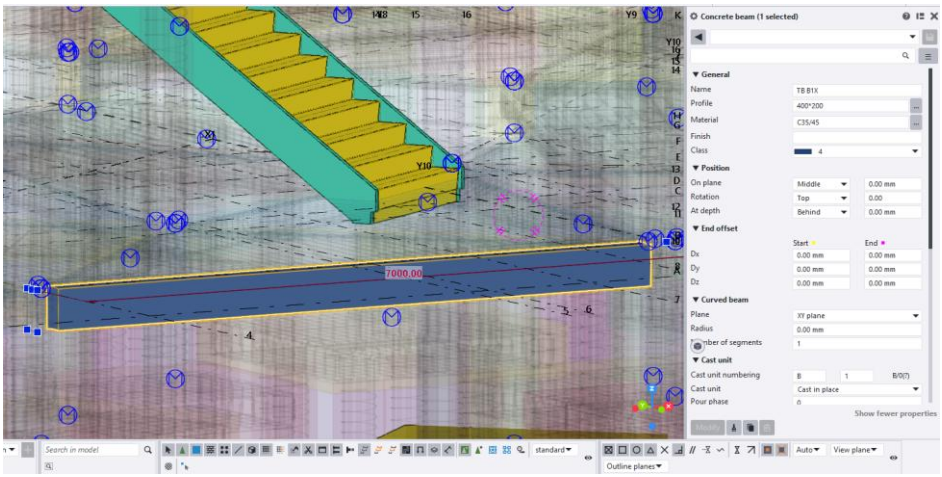
Proses memasukkan pembesian pada struktur kolom di Tekla Structures dilakukan dengan memilih kolom beton yang telah dibuat, kemudian menggunakan fitur *Rebar* untuk menambahkan tulangan utama dan sengkang sesuai dengan detail desain. Pengguna dapat mengatur jumlah, diameter, bentuk, serta jarak antar tulangan melalui jendela properti. Penempatan pembesian dilakukan secara 3D sehingga dapat divalidasi secara visual dan disesuaikan dengan kebutuhan konstruksi serta standar yang berlaku.



Gambar 5.14 Pembesian pada Kolom Struktur

9. Membuat struktur *sloof* dan balok kedalam *modelling*

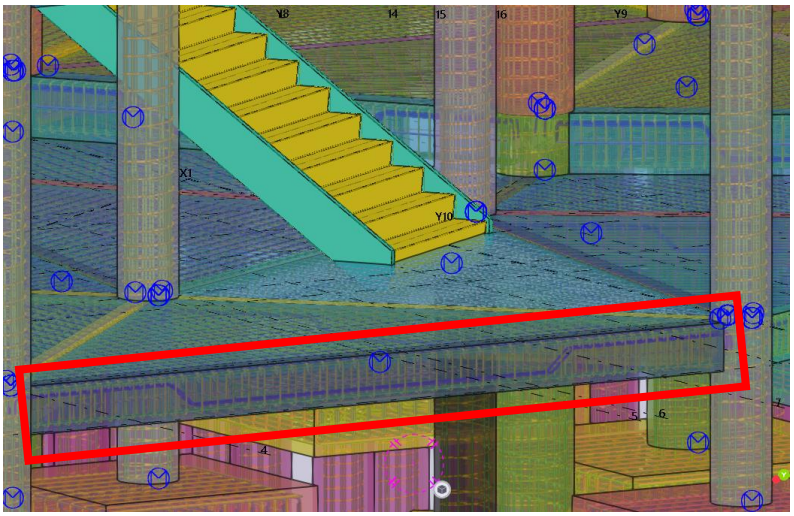
Pembuatan struktur *sloof* dan balok dalam pemodelan Tekla Structures dilakukan dengan menggunakan perintah *Concrete Beam*, lalu menentukan titik awal dan akhir sesuai denah dan ketinggian struktur. Setelah objek balok atau *sloof* dibuat, pengguna dapat mengatur properti seperti dimensi, material, level elevasi, serta nama dan *class* melalui jendela properti. Pemodelan ini memastikan *sloof* dan balok terintegrasi dengan elemen struktur lainnya secara presisi dan sesuai gambar kerja.



Gambar 5.15 Pembuatan Beton serta *Sloof* kedalam *Modeling*

10. Memasukan pembesian pada struktur *sloof* dan balok

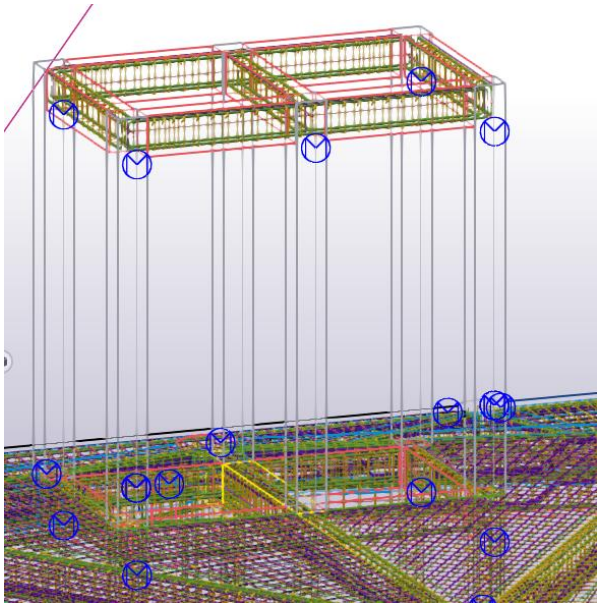
    Memasukkan pembesian pada struktur *sloof* dan balok di Tekla Structures dilakukan dengan memilih elemen yang dimaksud, kemudian menggunakan fitur *Rebar* atau *Rebar Group* untuk menambahkan tulangan longitudinal dan sengkang sesuai dengan detail teknis. Pengguna dapat mengatur ukuran, jumlah, bentuk, serta penempatan tulangan melalui jendela properti. Proses ini dilakukan dalam tampilan 3D, sehingga memudahkan validasi visual dan memastikan pembesian sesuai standar konstruksi dan desain struktur.



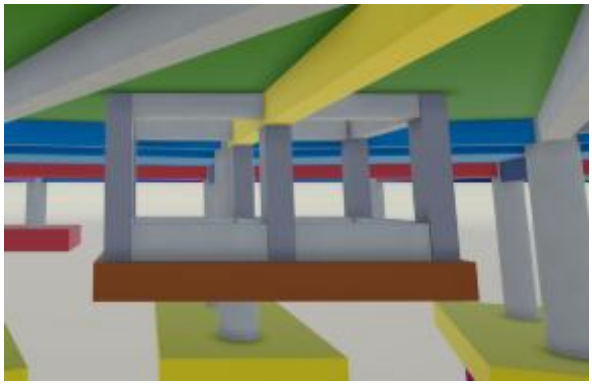
Gambar 5.16 Pendetailan Pembesian pada *Sloof* dan Balok

11. Membuat struktur *pit lift*

Struktur *pit lift* pada Tekla Structures dibuat dengan memodelkan area cekungan (pit) di dasar *shaft lift*, termasuk dinding beton bertulang, pelat dasar, dan elemen struktural pendukung lainnya. Proses dimulai dengan menentukan dimensi pit sesuai spesifikasi arsitektural, lalu menggunakan fitur modeling seperti *concrete beam*, *slab*, dan *wall panel* untuk membentuk elemen pit. Penulangan ditambahkan menggunakan *reinforcement tools*, serta pengaturan *joint* dan koneksi dilakukan untuk memastikan kekuatan dan kestabilan struktur secara keseluruhan.



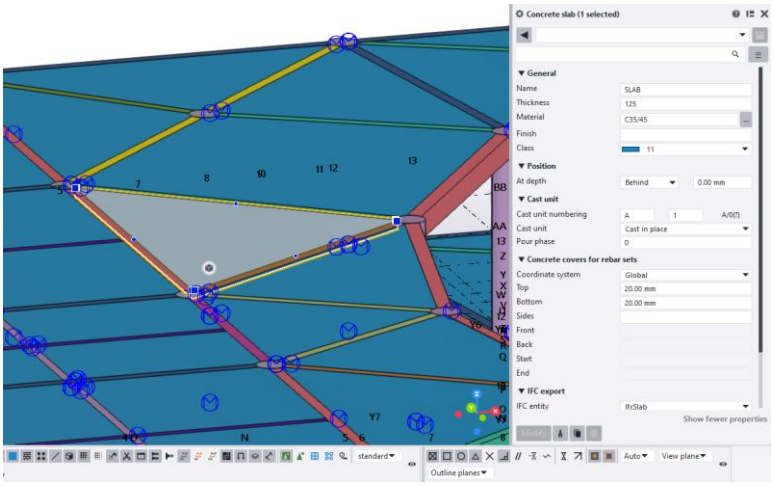
Gambar 5.17 Struktur *Pit Lift*



Gambar 5.18 Visualisasi Struktur *Pit Lift*

12. Membuat struktur pelat

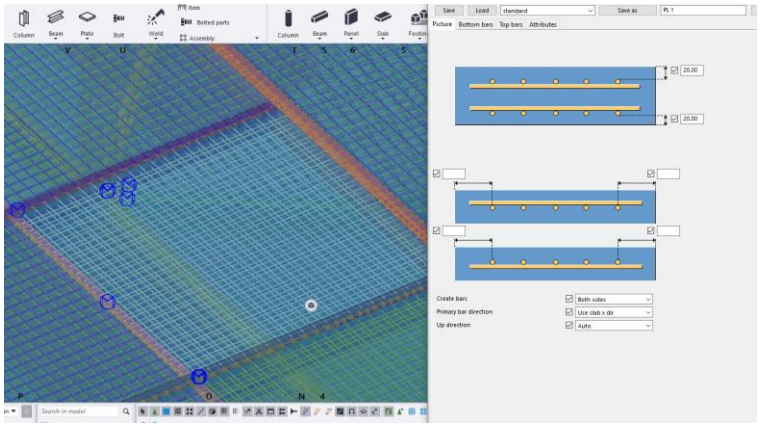
Struktur pelat pada Tekla Structures dibuat dengan menggunakan fitur *Slab* atau *Plate* untuk memodelkan elemen pelat beton sesuai dengan dimensi dan bentuk yang dibutuhkan. Pelat dapat diposisikan secara horizontal atau miring, tergantung pada kebutuhan desain. Setelah pelat dimodelkan, penulangan ditambahkan menggunakan fitur *reinforcement*, baik secara manual maupun otomatis, sesuai dengan detail teknis. Pelat juga dapat dikaitkan dengan elemen struktural lainnya seperti balok dan kolom melalui koneksi yang tersedia untuk memastikan integritas struktural bangunan.



Gambar 5.19 Pembetonan pada Struktur Pelat Lantai

13. Memasukan pembesian pada struktur pelat

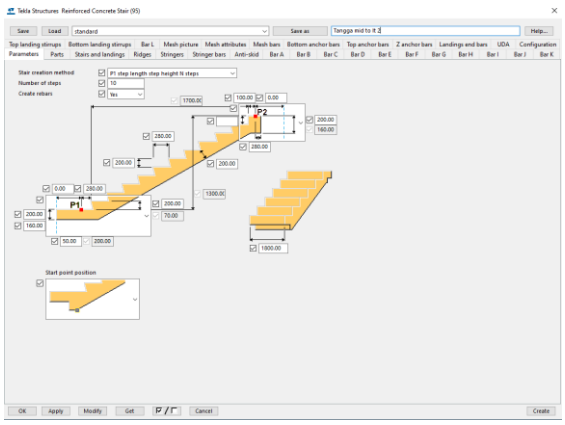
Memasukkan pembesian pada struktur pelat di Tekla Structures dilakukan dengan menggunakan fitur *Reinforcement*. Langkah pertama adalah memilih pelat yang telah dimodelkan, lalu menggunakan perintah seperti *Rebar*, *Rebar Group*, atau *Mesh Reinforcement* untuk menambahkan tulangan. Penulangan dapat disesuaikan berdasarkan arah, jumlah, jarak antar batang, penutup beton (*cover*), serta bentuk ujung tulangan. Tekla juga memungkinkan visualisasi 3D dari penulangan untuk memastikan penempatan yang tepat sesuai gambar kerja dan standar teknis.



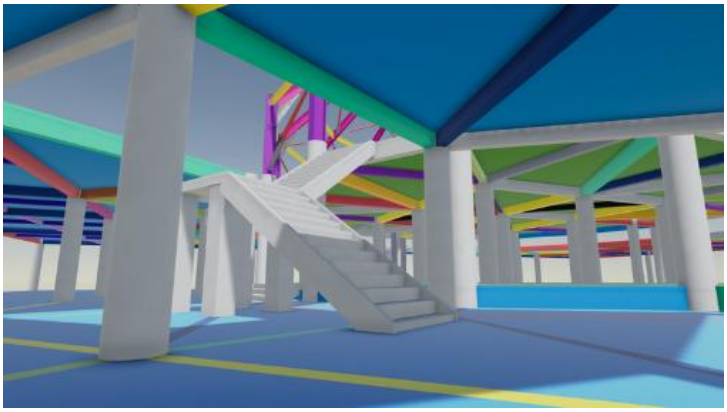
Gambar 5.20 Pembesian pada Struktur Pelat Lantai

14. Menyusun struktur tangga dan *bordes*

Menyusun struktur tangga dan *bordes* di Tekla Structures dimulai dengan menentukan *layout* dan dimensi tangga sesuai gambar arsitektur. Tangga dimodelkan menggunakan fitur *Stair Tool* atau secara manual dengan kombinasi *concrete beam* dan *slab* untuk anak tangga dan *bordes*. Selanjutnya, struktur pendukung seperti balok bordes (*landing beam*) dan dinding penopang ditambahkan. *Bordes*, yaitu lubang pada pelat untuk sirkulasi tangga, dibuat menggunakan perintah *Cut* atau *Opening*. Penulangan tangga dan *bordes* kemudian dimasukkan menggunakan fitur *reinforcement* sesuai spesifikasi teknis.



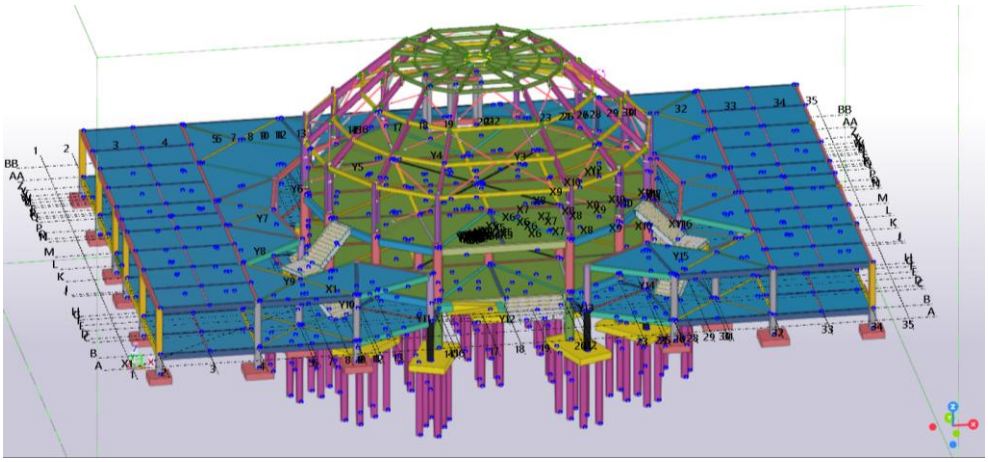
Gambar 5.21 Memasukkan data untuk membuat tangga dan *bordes*



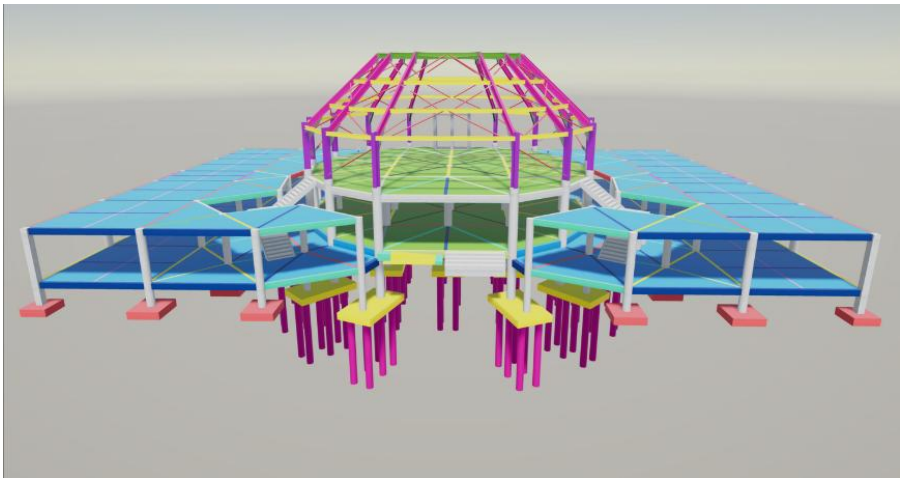
Gambar 5.22 Visualisasi Tangga dan *bordes*

15. Model tiga dimensi komponen struktural dan pembesian

    Model tiga dimensi komponen struktural dan pembesian di Tekla Structures dibuat dengan memanfaatkan kemampuan pemodelan 3D yang presisi. Komponen struktural seperti kolom, balok, pelat, dan dinding dimodelkan menggunakan perintah *concrete beam*, *column*, *slab*, dan *panel*. Setelah struktur utama terbentuk, pembesian ditambahkan secara detail menggunakan fitur *reinforcement tools*, baik untuk tulangan tunggal maupun kelompok. Tekla memungkinkan visualisasi 3D penuh, sehingga pengguna dapat melihat dan memeriksa hubungan antar elemen serta penempatan tulangan secara akurat, mendukung koordinasi dan deteksi benturan (*clash detection*).



Gambar 5.23 Hasil Akhir Model 3D



Gambar 5.24 Hasil Visualisasi dengan Tekla Structure

16. Pengecekkan Level of Development (LOD)

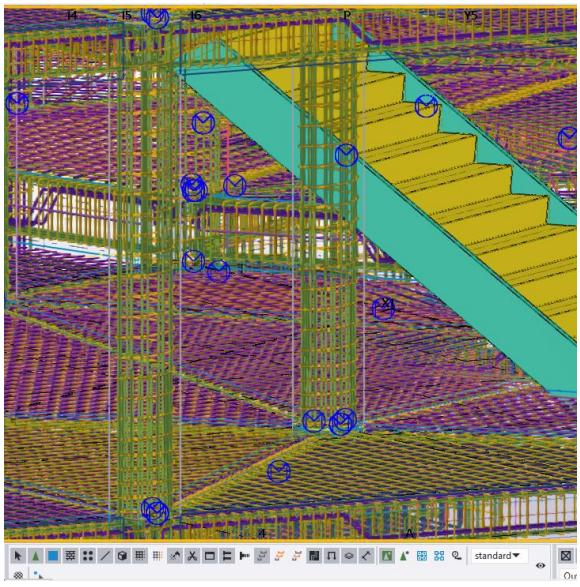
Pengecekan *Level of Development* (LOD) 350 dilakukan untuk memastikan bahwa model *Building Information Modeling* (BIM) telah memenuhi tingkat kedetailan dan keakuratan data yang diperlukan sebelum digunakan pada tahap ekstraksi kuantitas (*Quantity Take Off*) dan estimasi biaya. Pada tingkat LOD 350, model harus memiliki representasi geometri yang lengkap, mencakup dimensi, bentuk, posisi, dan koneksi antar elemen secara presisi. Selain itu, setiap komponen harus dilengkapi dengan informasi non-geometri, seperti jenis material, spesifikasi teknis, dan parameter lain yang relevan dengan kebutuhan analisis. Berikut Tabel 5.1 *checklist* kriteria pemenuhan LOD 350 sebagai berikut.

Tabel 5.1 Checklist Pemenuhan LOD 350

No	Kriteria LOD 350	Deskripsi Detail	Status (✓ / ✗)	Keterangan
1	Geometri Akurat	Semua elemen dimodelkan dengan dimensi, bentuk, orientasi, dan lokasi yang presisi sesuai gambar kerja.	✓	DED dapat dimunculkan
2	Koneksi Antar Elemen	Sambungan antar komponen (balok-kolom, boredpile-pilecap, dll.) dimodelkan secara detail.	✓	Terlihat pada model Tekla Structure.

No	Kriteria LOD 350	Deskripsi Detail	Status (✓ / ✗)	Keterangan
3	Informasi Material Lengkap	Setiap elemen memiliki data material (jenis, mutu, kode material).	✓	Data terinput di properti elemen.
5	Koordinasi Disiplin	Model terintegrasi dengan baik, minimnya konflik besar (clash).	✓	Clash detection.
6	Siap untuk QTO	Data volume dan jumlah material dapat diekstraksi langsung dari model.	✓	Hasil ekstraksi sesuai kebutuhan estimasi biaya.

Fungsi utama dari pengecekan ini adalah sebagai standar kelayakan model, sehingga data yang dihasilkan dapat diandalkan untuk perhitungan volume maupun estimasi biaya. Model yang tidak memenuhi LOD 350 berpotensi menghasilkan data kuantitas yang tidak akurat, yang pada akhirnya akan mempengaruhi validitas hasil perancangan. Selain itu, LOD 350 menjadi acuan untuk memfasilitasi koordinasi antardisiplin, sehingga meminimalkan terjadinya ketidaksesuaian atau benturan (*clash*) dalam desain. Dengan demikian, pengecekan LOD 350 berperan penting dalam menjaga integritas data dan keakuratan hasil perancangan. Dari hasil peninjauan 3D *Design*, bahwa desain sudah memenuhi LOD 350, Berikut Gambar 5.24 salah satu contoh penulangan kolom dan plat lantai yang dapat ditampilkan dengan Tekla Structure.



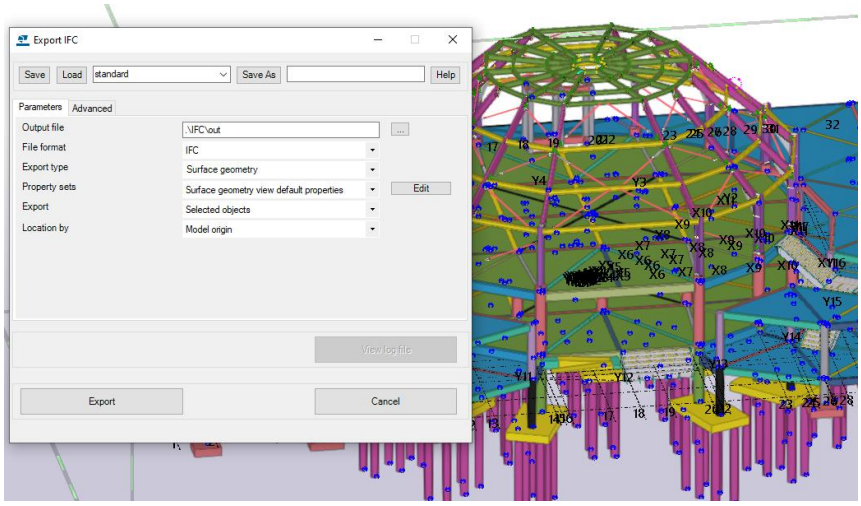
Gambar 5.25 Penulangan Kolom dan Pelat Lantai

Gambar pemenuhan LOD 350 pada desain ini akan dilampirkan pada Lampiran 3.7.

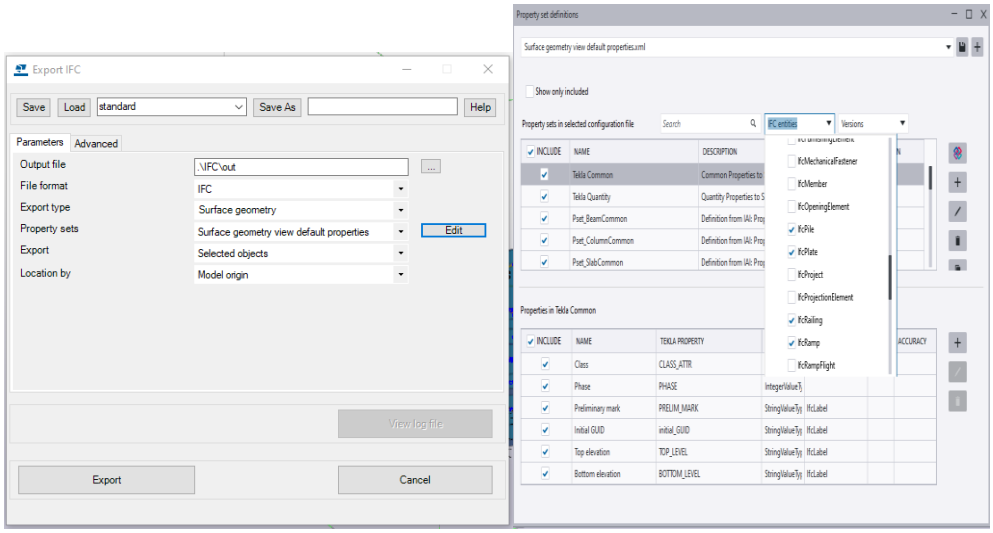
17. Menyimpan Hasil Pemodelan Struktur

Pada perancangan ini, pertukaran antar data *software* dibantu dengan pemanfaatan IFC (*Industry Foundation Classes)*, IFC memiliki format *file* yang bersifat terbuka dalam proses BIM, IFC memudahkan data BIM dapat diolah dan dijalankan oleh *software* yang memiliki kemampuan BIM yang berbeda. Setelah pemodelan 3D di Tekla Structure selesai, simpan *file* dalam berbagai format guna mempermudah penggunaanya. Format asli dari pemodelan 3D *modeling* Tekla Structure disimpan dalam format .db (database model) yang bisa diakses kembali dengan *Software* Tekla Structure.

Sementara itu, guna kompatibilitas lebih luas, *file* tersebut di *export* ke format IFC (*Industry Foundation Classes*). Tekla Structure menyediakan fitur *export* IFC secara langsung tanpa memerlukan *software* tambahan. Format ini kemudian digunakan dalam pemodelan 4D melalui Bexel Manager. Berikut cara untuk melakukan *export file* ke dalam format IFC (*Industry Foundation Classes)* dapat dilihat pada Gambar 5.23 berikut.



Gambar 5.26 *Export File* ke dalam format IFC



Gambar 5.27 Tampilan jendela kerja *export file* IFC

5.3.2 Analisis Data untuk Menunjang 5D (Estimasi Biaya)

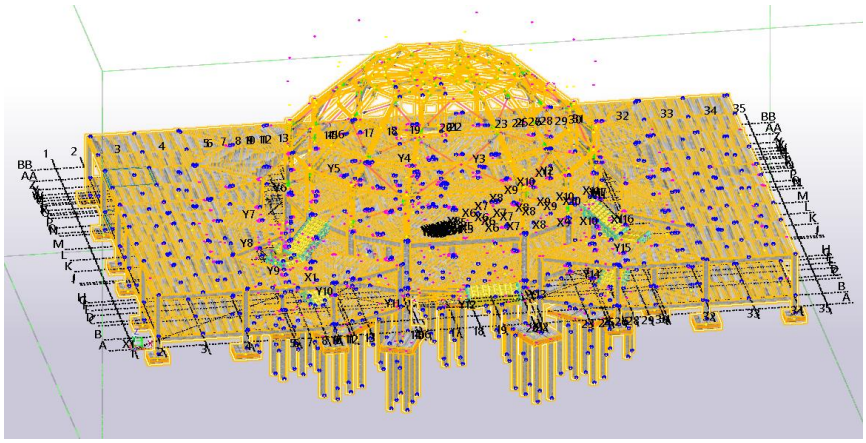
Setelah proses pemodelan pada 3D bangunan the Arthadipa's Covention Center telah dilakukan. Langkah-langkah dalam mengolah data dari Tekla Structure ke Bexel Manager dalam menyusun Estimasi Biaya ialah sebagai berikut.

1. *Quantity Take Off* (QTO)

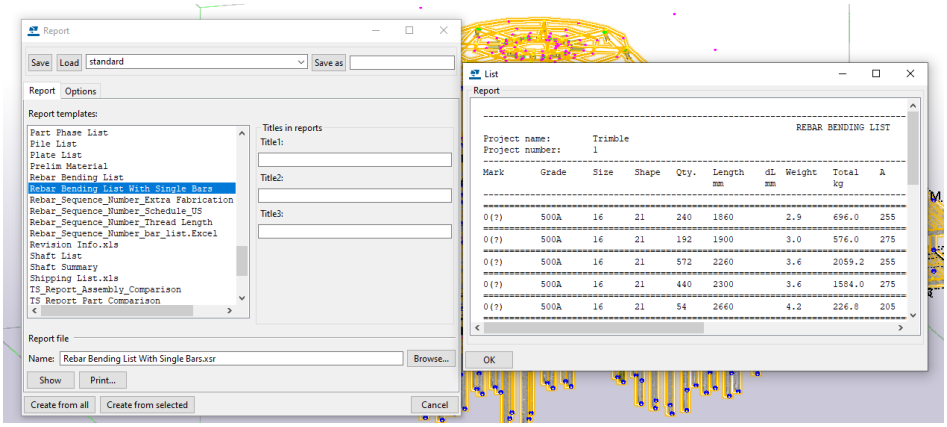
Quantity Take Off Volume adalah pekerjaan yang dilakukan untuk mengetahui volume suatu komponen yang telah dimodelkan secara detail. Pada umumnya pekerjaan perhitungan volume masih dikerjakan secara manual. Namun, dengan hadirnya *software* berbasis BIM, para modeler sekarang dapat dengan cepat dan akurat memperoleh data volume dari model yang telah dibuat. Selain daripada itu, informasi non-grafis seperti jenis material dan volume dapat secara otomatis diambil dari model tersebut. Adanya kemajuan teknologi berbasis BIM ini maka dapat mengurangi kesalahan yang diakibatkan oleh kesalahan *modeller* atau sering disebut dengan *human error*. Berikut tahapan untuk pengeluaran *quantity take off* pekerjaan dari *software* Tekla Structure *for Student*.

a. Sebelum untuk mengeluarkan *Quantity Take Off* masing-masing elemen struktur, terlebih dahulu untuk *select* tulangan pada komponen struktur yang ingin ditampilkan. Selanjutnya, klik menu *Report* yang terdapat pada *toolbar*

Drawing & Report. Pilih *Rebar Bending List With Single Bars dan klik create from selected* agar keluar sesuai dengan yang sudah di *select* sebelumnya. Berikut dapat dilihat pada Gambar 5.24 dan 5.25 berikut.

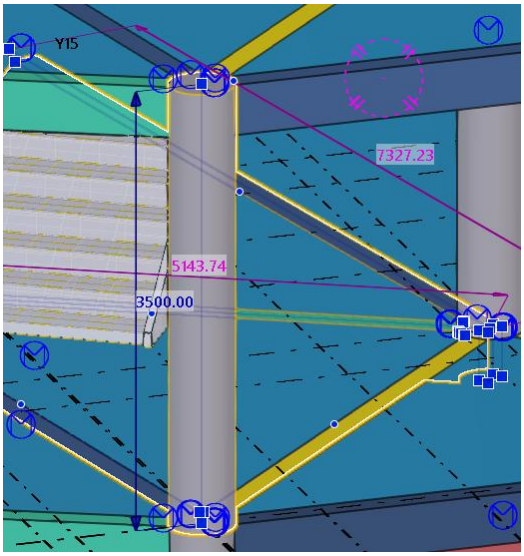


Gambar 5.28 *Select* Tulangan pada Komponen Struktur

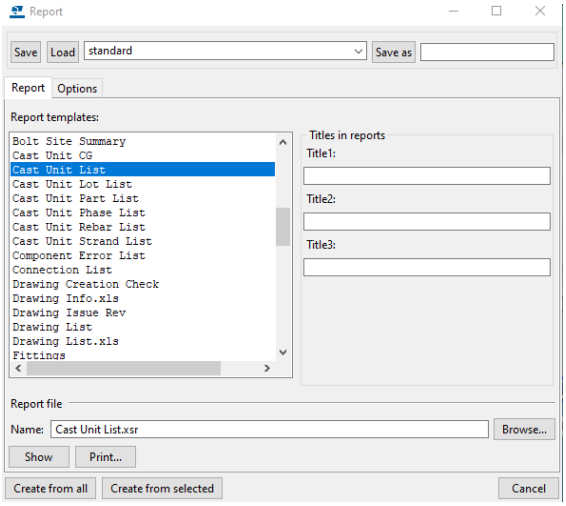


Gambar 5.29 Hasil Volume Pembesian Metode BIM

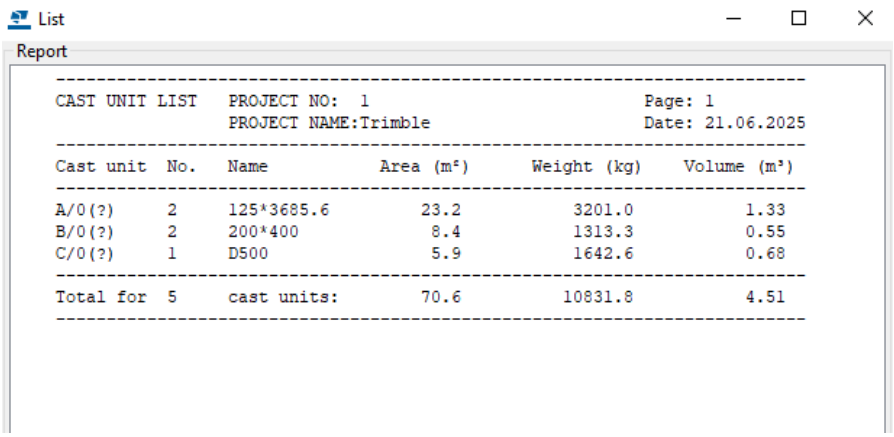
b. Dalam mengeluarkan volume beton, cara nya hampir sama dengan mengeluarkan volume pembesian, dimulai dengan memilih bagian mana yang ingin ditampilkan volume betonnya, Selanjutnya, klik menu *Report* yang terdapat pada *toolbar Drawing & Report.* Pilih *Cast Unit List,* lalu klik *create from selected* setelah itu volume beton akan muncul dapat dilihat pada Gambar 5.26, Gambar 5.27 serta Gambar 5.28 berikut.



Gambar 5.30 *Select* elemen yang ingin ditampilkan



Gambar 5.31 *Report Cast Unit List*


List

Report

CAST UNIT LIST PROJECT NO: 1 Page: 1
PROJECT NAME:Trimble Date: 21.06.2025

Cast unit	No.	Name	Area (m²)	Weight (kg)	Volume (m³)
A/0(?)	2	125*3685.6	23.2	3201.0	1.33
B/0(?)	2	200*400	8.4	1313.3	0.55
C/0(?)	1	D500	5.9	1642.6	0.68
Total for	5	cast units:	70.6	10831.8	4.51

Gambar 5.32 Hasil Volume Pembetonan Metode BIM

2. Rekapitulasi Volume dengan Metode BIM menggunakan *Software Tekla Structure*

Setelah volume dianalisis menggunakan *Tekla Structures* dan didukung oleh *Microsoft Excel*, diperoleh total volume tulangan untuk seluruh elemen struktur seperti fondasi, *sloof*, kolom, balok, pelat, dan tangga. Rekapitulasi hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.2 Rekapitulasi Volume Tulangan dari BIM *Software* Tekla Structure

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan
1	*2*	*3*	*4*
1	Tul Utama Pondasi Tapak K1	1094,8	Kg
2	Tul Utama Arah Y *Footing* K1	1339,2	Kg
3	Tul Utama Arah X *Footing* KC 1	3016	Kg
4	Tul Utama Arah Y *Footing* KC 1	3889,6	Kg
5	Tul Utama Arah X *Footing* KC 2	672	Kg
6	Tul Utama Arah Y *Footing* KC 2	726,6	Kg
7	Tul Utama Arah X *Footing* KC 3	4048	Kg
8	Tul Utama Arah Y *Footing* KC 3	5170,88	Kg

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan
9	Tul Utama Arah X *Footing* KC4 KC1	13249,6	Kg
10	Tul Utama Arah Y *Footing* KC4 KC1	11154	Kg
11	Tul Utama Arah X *Footing* KC4 KC1 K1	3432	Kg
12	Tul Utama Arah Y *Footing* KC4 KC1 K1	2402,4	Kg
13	Tul Utama Arah X *Raft Lift*	782,6	Kg
14	Tul Utama Arah Y *Raft Lift*	574,56	Kg
15	Sengkang *Footing* K1	658,8	Kg
16	Sengkang KC 1	969,6	Kg
17	Sengkang KC 2	225	Kg
18	Sengkang KC 3	1524,6	Kg
19	Sengkang KC4 KC1 panjang 7m	3045,6	Kg
20	Sengkang KC4 KC1 panjang 14m	493,92	Kg
21	Sengkang KC4 KC1 K1	840	Kg
22	Sengkang *Raft Lift*	232,2	Kg
23	Tulangan *Pile*	15512,4	Kg
TOTAL BERAT TULANGAN		52.356,16	Kg

Berdasarkan tabel di atas, dihasilkan total berat tulangan sebesar 52.356,16 Kg. Pada rekapitulasi selanjutnya, memuat rekapitulasi volume baja berdasarkan hasil perhitungan dari model struktur yang telah disusun. Data ini digunakan sebagai acuan dalam estimasi kebutuhan material dan perencanaan biaya pada proyek konstruksi. Tabel rekapitulasi dapat dilihat pada Tabel 5.3 sebagai berikut.

Tabel 5.3 Rekapitulasi Volume Baja dari BIM *Software* Tekla Structure

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan
1	*2*	*3*	*4*
1	Tube Beam 100 x 15	5.716,94	Kg
2	Baja Profil WF 150 x 75 x 6 x 9	3.872,59	Kg
3	Baja Profil WF 150 x 75 x 6 x 9	1.585,40	Kg

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan
4	Baja Profil WF 150 x 75 x 6 x 9	2.331,43	Kg
5	Baja Profil WF 150 x 75 x 6 x 9	5.647,33	Kg
6	Baja Profil WF 150 x 75 x 6 x 9	3.444,44	Kg
TOTAL BERAT BAJA		22.598,13	Kg

Berdasarkan tabel di atas, dihasilkan total berat baja sebesar 22.598,13 Kg. Dilanjutkan dengan tabel terakhir adalah rekapitulasi volume beton, melalui proses perhitungan jumlah volume beton menggunakan Tekla Structures dan pengolahan datanya di *Microsoft Excel*, diperoleh volume total seluruh elemen struktur. Rincian volume rencana yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Rekapitulasi Volume Pembetonan Metode BIM *Software* Tekla Structure

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan
1	*2*	*3*	*4*
1	Footing K1	15,6	m^3
2	Footing KC 1	27,2	m^3
3	Footing KC 2	5,1	m^3
4	Footing KC 3	44	m^3
5	Footing KC4 KC1	78	m^3
6	Footing KC4 KC1 K1	16,4	m^3
7	Pedestal K1	2,4	m^3
8	Pedestal K1 in	1,2	m^3
9	Pedestal KC 1	27,6	m^3
10	Pedestal KC 2	1,8	m^3
11	Pedestal KC 3	6,6	m^3
12	Pedestal KC 4	9	m^3
13	*Bored Pile*	127,14	m^3

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan
14	*Raft Lift*	4,1	m^3
15	K1 Panjang 3,5 m	7,2	m^3
16	K1 Panjang 2,3 m	3,2	m^3
17	Kolom K1 in	1,2	m^3
18	Kolom KC 1 Panjang 4,5 m	21	m^3
19	Kolom KC 1 Panjang 4 m	11,7	m^3
20	Kolom KC 2	2	m^3
21	Kolom KC 3	15,4	m^3
22	Kolom KC 4	10,5	m^3
23	Kolom *Pit Lift* Panjang 1,5 m	0,2	m^3
24	Kolom *Pit Lift* Panjang 2 m	0,8	m^3
25	Kolom *Pit Lift* Panjang 3,5 m	0,6	m^3
26	Kolom *Pit Lift* Panjang 4 m	4	m^3
27	B1	1,6	m^3
28	B1X	9	m^3
29	B1Y	8	m^3
30	B2	3,2	m^3
31	B2X	0,6	m^3
32	B2Y	1,2	m^3
33	B3	4,4	m^3
34	B3X	5,7	m^3
35	B3Y	4	m^3
36	B3X - a	0,3	m^3
37	B3Y - a	0,6	m^3
38	B3Y – b elevasi 500	2,2	m^3
39	B3Y – b elevasi 4.500	4,4	m^3
40	B4	0,8	m^3
41	B4X	1,3	m^3

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan
42	B5	1,2	m^3
43	B6	0,4	m^3
44	B7	1,6	m^3
45	B8	0,6	m^3
46	B. *Pit Lift* Elev. -1.100	1,4	m^3
47	B. *Pit Lift* Elev. 500	1	m^3
48	B. *Pit Lift* Elev. 4.500	1	m^3
49	B. *Pit Lift* Elev. 8.500	1,2	m^3
50	BAX elevasi 0	3	m^3
51	BAX elevasi 3500	3	m^3
52	BAY elevasi 0	2,8	m^3
53	BAY elevasi 3500	2,8	m^3
54	BA - 1	2	m^3
55	BA - 2	2	m^3
56	BA - 3	1,6	m^3
57	BA - 4	2	m^3
58	BC 1	3,2	m^3
59	BC - mb	7,2	m^3
60	TB B1	2,6	m^3
61	TB B2	3,2	m^3
62	TB B3 elev. 0	5,2	m^3
63	TB B3 elev. 3.500	0,8	m^3
64	TB B4 elev. 0	1,6	m^3
65	TB B4 elev. 3.500	0.8	m^3
66	TB B5	2,2	m^3
67	TB B6	4,9	m^3
68	TB B7	1,6	m^3
69	TB B8	0,6	m^3

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan
70	TB B1X	9,1	m^3
71	TB B1Y	10	m^3
72	TB B2X	0,6	m^3
73	TB B2Y	1,2	m^3
74	TB B3X	8	m^3
75	TB B3Y	4	m^3
76	TB B3X – b	4,4	m^3
77	TB B3Y – a	0,6	m^3
78	TB B3Y – b	2,2	m^3
79	TB B4X	1,3	m^3
80	TB B3Y – ex elev. 500	2	m^3
81	TB B3Y – ex elev. 4.500	2	m^3
82	TB BA – 1	4	m^3
83	TB BA – 2	4	m^3
84	TB BA – 3	1,6	m^3
85	TB BA – 4	2	m^3
86	TB BC – 1 elev. 0	7	m^3
87	TB BC – 1 elev 3.500	2	m^3
88	TB BC – mb elev 500	8,4	m^3
89	TB BC – mb elev 4.500	1,2	m^3
90	Pelat Lantai Bangunan Utama Elev. 500	47,4	m^3
91	Pelat Lantai Bangunan Utama Elev. 4500	47,4	m^3
92	Pelat Lantai Bangunan Samping Elev. 0	123,8	m^3
93	Pelat Lantai Bangunan Samping Elev. 500	0,9	m^3
94	Pelat Lantai Bangunan Samping Elev. 3.500	99,5	m^3
95	Slab Atap	1,3	m^3
TOTAL VOLUME PENGECORAN		953.04	m^3

Setelah diperoleh total volume dari pekerjaan pembesian, baja, dan pengecoran melalui proses perhitungan sebelumnya, langkah selanjutnya adalah menyusun Work Breakdown Structure (WBS**)**. Penyusunan WBS bertujuan untuk menguraikan keseluruhan pekerjaan proyek ke dalam bagian-bagian yang lebih terstruktur dan terkelola, sehingga memudahkan proses perencanaan, pengendalian, serta monitoring pelaksanaan pekerjaan.

3. Menyusun WBS (*Work Breakdown Structure*)

WBS (*Work Breakdown Structure*) adalah struktur pengelompokan pekerjaan dalam suatu proyek yang disusun secara hierarkis, dari pekerjaan besar (utama) hingga pekerjaan rinci (detail). Dalam konteks RAB, WBS digunakan sebagai kerangka dasar untuk menyusun dan mengelompokkan item-item biaya berdasarkan jenis dan urutan pekerjaan. Menyusun WBS ditandai dengan kodefikasi, sistem ini memberikan nomor unik pada setiap bagian WBS agar proses identifikasi, pengawasan, dan manajemen elemen proyek dapat dilakukan dengan lebih efisien. Berikut pada Gambar 5.29 Akan ditampilkan penyusunan WBS pada pembangunan proyek Arthadipa's *Convention Center*.

KODE	DESC PEKERJAAN
A. Pekerjaan Pondasi	
A.01	Pembesian Pile
A.02	Pengecoran Pile
B. Pekerjaan Pile Cap	
B.01	Pembesian Pile Cap
B.02	Pengecoran Pile Cap
C. Pekerjaan Pondasi Tapak	
C.01	Pembesian Pondasi Tapak
C.02	Pengecoran Pondasi Tapak
D. Pekerjaan Pit Lift	
	Pondasi Raft
D.01	Sloof
D.02	Kolom Pit Lift
E. Pekerjaan Kolom Pedestal	
E.01	Pembesian Kolom Pedestal
E.02	Pengecoran Kolom Pedestal
F. Pekerjaan Sloof TB	
F.01	Pembesian Sloof
F.02	Pengecoran Sloof
G. Pekerjaan Plat Lantai 1	
G.01	Pembesian Plat Lantai 1
G.02	Pengecoran Plat Lantai 1
H. Pekerjaan Kolom Lantai 1	
H.01	Pembesian Kolom Lantai 1
H.02	Pengecoran Kolom Lantai 1
I. Pekerjaan Balok Lantai 2	
I.01	Pembesian Balok Lantai 2
I.02	Pengecoran Balok Lantai 2
J. Pekerjaan Plat Lantai 2	
J.01	Pembesian Plat Lantai 2
J.02	Pengecoran Plat Lantai 2
K. Pekerjaan Tangga	
K.01	Pembesian Tangga
K.02	Pengecoran Tangga
L. Fabrikasi Baja	
	Kolom Baja
L.01	Rafter
L.02	Balok Baja
L.03	Top Balok Baja
L.04	Bracing (Tube Beam)

Gambar 5.33 Tabel *Work Breakdown Structure*

Setelah penyusunan Work Breakdown Structure (WBS) selesai dan seluruh aktivitas pekerjaan telah diidentifikasi secara rinci, tahap selanjutnya adalah menentukan harga bahan yang diperlukan pada setiap item pekerjaan. Penentuan harga bahan ini dilakukan dengan mengacu pada data harga pasar terkini, daftar harga satuan yang dikeluarkan oleh instansi terkait, atau hasil survei langsung di lapangan.

4. Menentukan Daftar Harga Bahan dan Jasa

Fokus pada perancangan ini mencakup pekerjaan struktur seperti pekerjaan cor beton, pembesian, dan menghitung kebutuhan baja sesuai dengan *design* yang sudah dibuat. Harga yang digunakan berasal dari SK Gubernur No. 75 Tahun 2024 mengenai Standar Harga Satuan Pemerintah DIY, Perwali Yogyakarta No.74 Tahun 2023 serta referensi tambahan lainnya. Tabel di bawah ini akan menyajikan harga bahan untuk pekerjaan gedung pertemuan (*convention center*).

Tabel 5.5 Satuan Harga Barang dan Jasa

No.	Uraian	Sat	Harga Satuan/hari (Rp.)	Sumber
A	***Tenaga Kerja***			
1.	Tukang Besi	OH	Rp 113.000.00	SK Gub DIY Nomor 75/KEP/204
2.	Tukang Las	OH	Rp 125.000.00	
3.	Tukang Batu	OH	Rp 112.000.00	
4.	Kepala Tukang Batu	OH	Rp 118.000.00	
5.	Kepala Tukang Besi	OH	Rp 118.000.00	
6.	Kepala Tukang Las	OH	Rp 118.000.00	
7.	Tenaga/Pekerja	OH	Rp 100.000.00	
8.	Mandor	OH	Rp 129,000.00	
B	***Bahan***			
1.	Pasir Standar Merapi	m^3	Rp 350.000.00	
2.	Semen Portland (PC)	Kg	Rp 1.375.00	
3.	Air	Ltr	Rp 93.50	
4.	Kerikil Beton/Batu Split	m^3	Rp 357,000.00	

No.	Uraian	Sat	Harga Satuan/hari (Rp.)	Sumber
5.	Besi WF 400 x 200 x 8 x 13	btg	Rp 105,000.00	Perwali Yogyakarta No. 74 Tahun 2023 & SMS Perkasa
6.	Besi WF 350 x 175 x 7 x 11	btg	Rp 54,000.00	
7.	Besi WF 150 x 75 x 6 x 9	btg	Rp 64,750.00	
8.	Besi WF 200 x 100 x 5,5 x 8	btg	Rp 33,000.00	
9.	Besi WF 250 x 125 x 6 x 9	btg	Rp 16,000.00	
10.	Besi Hollow 100 x 150 x 4,5 x 6	btg	Rp 73,000.00	
11.	Kawat Bendrat/Kawat Beton	Kg	Rp 25.800	Perwali Yogyakarta No. 74 Tahun 2023 & SMS Perkasa
12.	Besi Tulangan U24	Kg	Rp 12.456.00	Perbub Sleman No.54 Tahun 2024
13	Besi D12	Kg	Rp 9.813.00	

5. Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Dalam menyusun sebuah estimasi biaya diperlukan adanya analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) untuk menentukan biaya satuan untuk suatu jenis pekerjaan konstruksi, dengan mempertimbangkan biaya dari tenaga kerja, bahan. AHSP juga digunakan sebagai acuan dalam menyusun Rencana Anggaran Biaya. Pada perancangan ini AHSP diambil dari Permen PUPR No.8 Tahun 2023, Perwali Yogyakarta No.21 Tahun 2023. Berikut contoh dari AHSP Pekerjaan Pembesian 1Kg dengan Besi Ulir atau Polos serta Pekerjaan 1 m3 beton mutu 12,2 MPa (K150) (slump : 12 ± 2) cm berikut.

Tabel 5.6 Pekerjaan Pembesian 1 Kg dengan Besi Ulir/Polos (Pembesian Pelat)

No	Uraian	Satuan	Koef	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
	Pekerja	OH	0,0070	Rp 100.000	Rp 700
	Tukang Besi	OH	0,0070	Rp 113.000	Rp 791
	Kepala Tukang Besi	OH	0,0007	Rp 118.000	Rp 83
	Mandor	OH	0,0007	Rp 129.000	Rp 90
JUMLAH TENAGA KERJA					Rp 1.663.90
B	BAHAN				
	Besi Ulir/Polos	Kg	1,05	Rp 12.456	Rp 13.078.80
	Kawat Beton	Kg	0,015	Rp 25.800	Rp 405
			JUMLAH HARGA BAHAN		Rp 13.483.80
C	PERALATAN				
JUMLAH HARGA ALAT					
D	Jumlah (A+B+C)				Rp 15.147.70
E	*Overhead & Profit (Contoh 15%)*				Rp 2.272.15
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp 17.419,86

Tabel 5.7 Pekerjaan 1 m3 beton mutu 25 MPa (slump : 100 ± 25) mm

No	Uraian	Satuan	Koef	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
	TENAGA				
	Pekerja	OH	1,000	Rp 100.000	Rp 100.000
	Tukang Batu	OH	0,250	Rp 112.000	Rp 28.000

A	Kepala Tukang Batu	OH	0,025	Rp 118.000	Rp 2.950
	Mandor	OH	0,100	Rp 129.000	Rp 12.900
JUMLAH TENAGA KERJA					Rp 172.738
B	BAHAN				
	Portland Semen (PC)	Kg	407	Rp 1.375	Rp 559.625
	Pasir Beton	m^3	0,486	Rp 350.000	Rp 184.680
	Kerikil	m^3	0,756	Rp 357.000	Rp 269.892
	Air	L	202	Rp 93,50	Rp 18.887
			JUMLAH HARGA BAHAN		Rp 1.033.084
C	PERALATAN				
JUMLAH HARGA ALAT					
D	Jumlah (A+B+C)				Rp 1.176.934
E	*Overhead & Profit (Contoh 15%)*				Rp 176.540
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp 1.353.474

Berdasarkan hasil AHSP di atas, bahwa didapat biaya pekerjaan Rp. 17.419,86 per 1 Kg Besi Beton, dan didapatkan biaya Rp. 1.353.474 per 1 m3 beton mutu 25 MPa (slump : 100 ± 25) mm, yang pada tahapan selanjutnya harga satuan yang sudah didapatkan dikalikan dengan total volume per item pekerjaan.

Tabel 5.8 Rekapitulasi Analisis Harga Satuan Pekerjaan

No	Uraian	Harga Satuan Pekerjaan	Satuan
1.	Pembesian 1 Kg dengan Besi Ulir atau Polos (Pembesian Pelat)	Rp 17.399,16	Kg
2.	Pembesian 1 Kg dengan Besi Ulir atau Polos (Pembesian Kolom,Balok,Sloof,Ring balk)	Rp 20.607,20	Kg

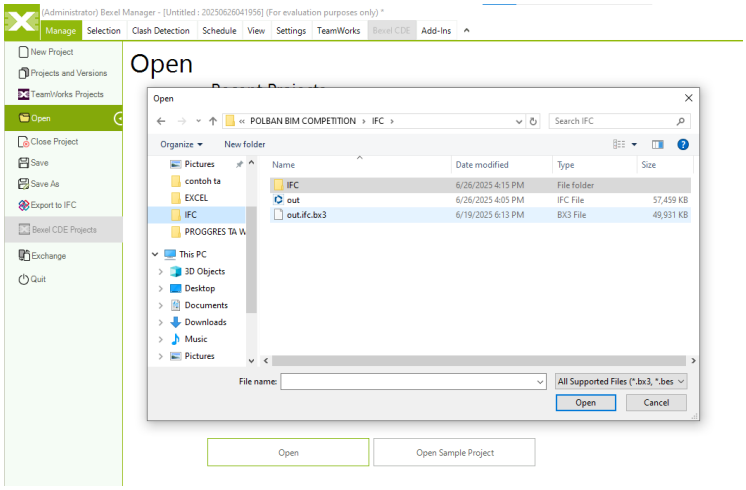
No	Uraian	Harga Satuan Pekerjaan	Satuan
3.	Pembesian 1 Kg dengan Besi Polos D12 (Pembesian Kolom,Balok,Sloof,Ring balk)	Rp 17.415,77	Kg
3.	Pekerjaan 1 m^3 beton mutu f'c = 25 MPa	Rp 1.336.707	m^3
4.	Pekerjaan 1 m^3 beton mutu f'c = 30 MPa	Rp 1.416.06	m^3
5.	Pekerjaan 1 m^3 beton mutu f'c = 35 MPa	Rp 1.498.289	m^3
6.	Pemasangan 1 Kg Besi Hollow	Rp 70.641,05	Kg
7.	Pemasangan 1 Kg Baja Profil WF 400 x 200 x 8 x 13	Rp 43.816,73	Kg
8	Pemasangan 1 Kg Baja Profil WF 350 x 175 x 7 x 11	Rp 42.238,35	Kg
9	Pemasangan 1 Kg Baja Profil WF 150 x 75 x 6 x 9	Rp 36.667,98	Kg
10	Pemasangan 1 Kg Baja Profil WF 200 x 100 x 5,5 x 8	Rp 37.922,40	Kg
11	Pemasangan 1 Kg Baja Profil WF 250 x 125 x 6 x 9	Rp 37.056,45	Kg

5.3.3 Pengimporan Model 3D ke Bexel Manager

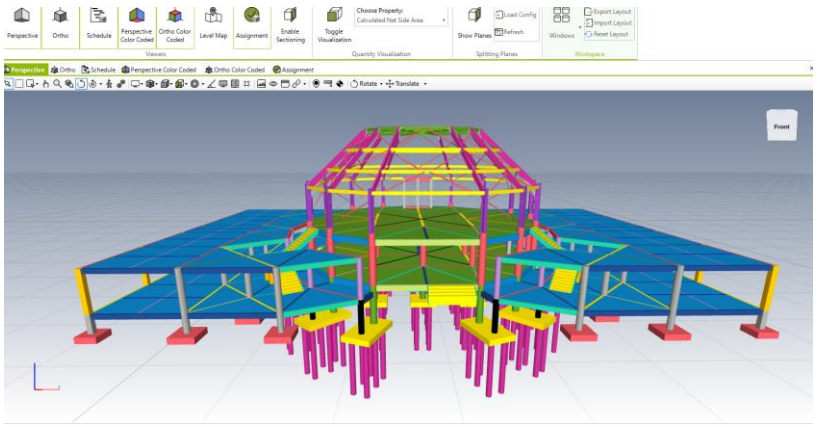
1. Membuka *File*

   Tahapan awal dari pemodelan 5D yaitu membuka hasil dari *export file* yang sudah berformat .ifc dari *software* Tekla Structure ke dalam *software* Bexel Manager. Langkah awal nya adalah klik *open* pada *menu* lalu cari *file* IFC pada *folder* Tekla Structure, pada Bexel Manager 25 *file* format IFC tersebut

akan otomatis di *export* ke dalam format BX3 yang mana sesuai dengan format *file* bawaan bexel manager 25 tersebut.



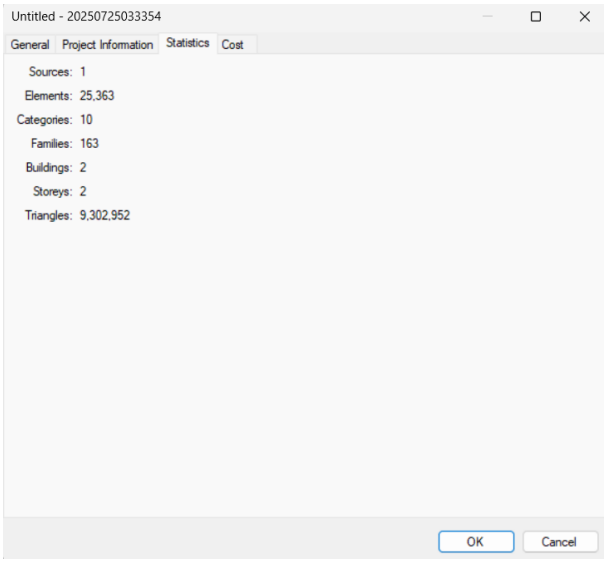
Gambar 5.34 Jendela operasional untuk *menu Projects and Versions*



Gambar 5.35 Hasil pemodelan pada Bexel Manager

2. Pengecekkan jumlah objek

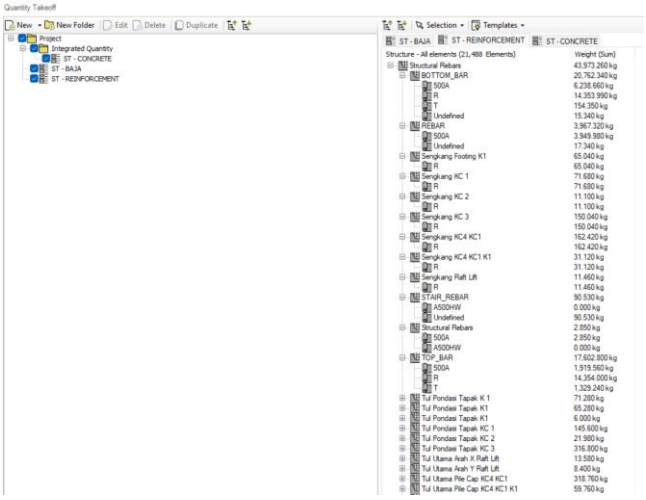
Jika pengimporan model sudah selesai, tahap selanjutnya ialah mengecek jumlah objek atau elemen yang berhasil diimpor ke Bexel Manager. Data ini dapat dicek pada menu *statistics* pada *menu project information*. Pada penelitian ini objek yang berhasil diimpor berjumlah 25.363 objek, artinya pengimporan data terimpor dengan baik.



Gambar 5.36 Data *log* hasil *export* model 3D ke IFC

3. Mengelompokkan Objek dalam *Quantity Take Off*

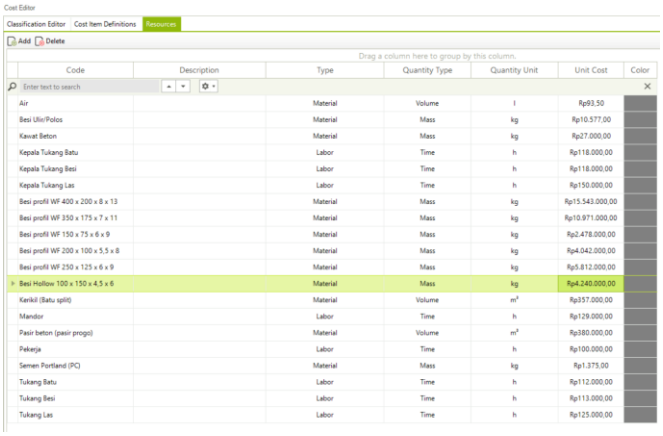
Dalam mengelompokkan jenis pekerjaan pada Bexel Manager, tahap awal adalah memasukkan objek-objek pemodelan yang menandakan jenis pekerjaan yang dibutuhkan dalam fitur *quantity takeoff*. Dalam mempermudah pembuatan item-item di *quantity takeoff*, dibantu dengan *selection sets* berdasarkan pengelompokan yang sudah ada diatur pada *software* sebelumnya, yaitu Teka Structure. Hasil dari memasukkan objek ke dalam *fitur quantity takeoff* adalah sebegai berikut, dapat dilihat pada Gambar 5.33.



Gambar 5.37 Pengelompokan objek pada *Quantity Takeoff*

4. Penambahan Harga Barang dan Jasa

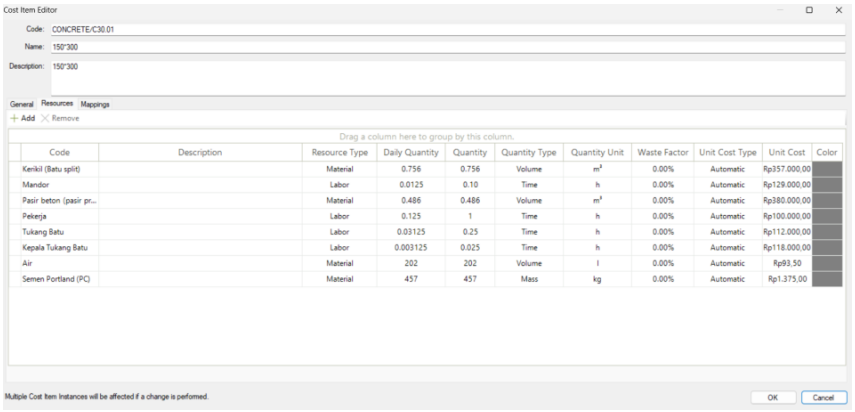
   Penambahan Harga Barang dan Jasa ke dalam Bexel Manager 25 adalah melalui fitur *cost editor* dan selanjutnya masuk pada bagian *resources* dan mulai menambahkan harga pekerja dan material/bahan, pada Gambar 5.34 di bawah ini menunjukkan penambahan harga barang dan jasa yang berbentuk harga satuan ke dalam pemodelan.



Gambar 5.38 Menambahkan Harga Barang dan Jasa pada *Cost Editor*

5. Penginputan Harga Barang dan Jasa pada Item Pekerjaan

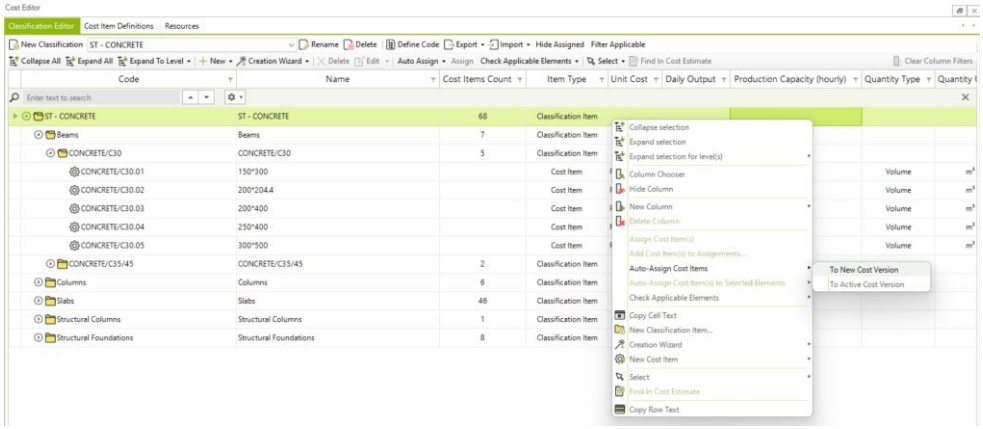
   Setelah tahapan di atas telah selesai dilakukan, tahapan selanjutnya adalah melakukan input harga barang dan jasa ke dalam item pekerjaan atau biasa disebut AHSP (Analisis Harga Satuan Pekerjaan). Penginputan harga barang dan jasa dilakukan per item pekerjaan melalui *tab menu cost item definitions* yang terdapat pada *cost editor*. Hasil Penginputan harga barang dan jasa pada item pekerjaan dapat dilihat pada Gambar 5.35 berikut ini.



Gambar 5.39 Penginputan Harga Barang dan Jasa pada Item Pekerjaan

6. Memunculkan Estimasi Biaya Pekerjaan

Dalam memunculkan estimasi biaya pekerjaan maka dijalankan dengan menghubungkan kuantitas item pekerjaan dengan harga satuan item pekerjaan. Maka, untuk mendapatkan hasil tersebut, dibantu dengan *fitur auto-assign to new cost version* yang terdapat pada *classification items* yang sudah terdiri dari klasifikasi jenis pekerjaan yang juga berisi rincian kuantitas pekerjaan, harga satuan, dan kebutuhan sumber daya. Fitur tersebut akan otomatis mengkalikan kuantitas dengan harga satuan dari jenis pekerjaan yang telah didefinisikan di tahap-tahap sebelumnya. Berikut dapat dilihat pada Gambar 5.36 sebagai berikut.



Gambar 5.40 Proses Memunculkan Estimasi Biaya dengan auto assign

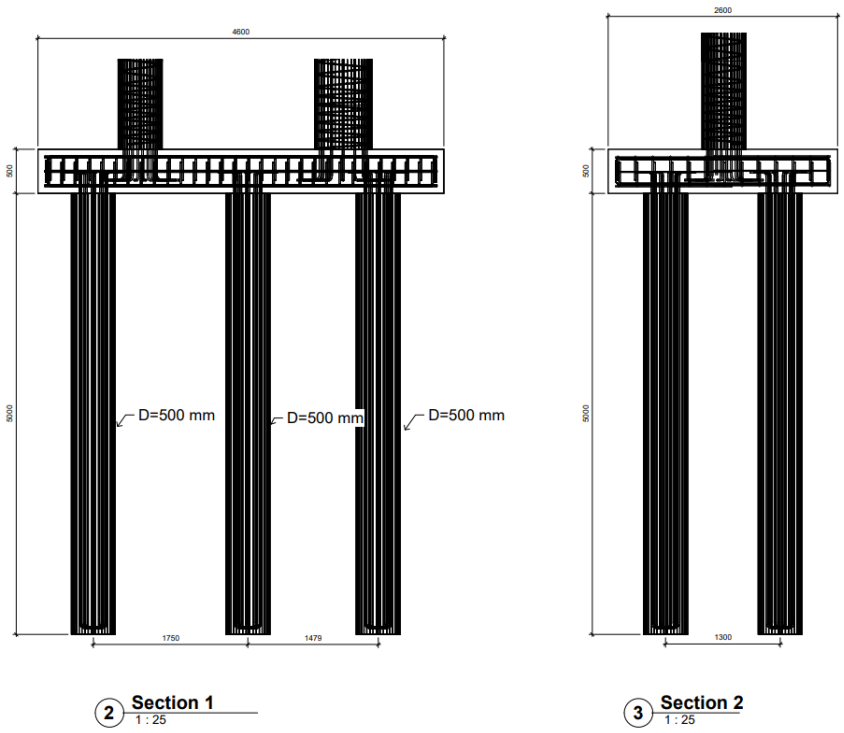
5.3.4 Estimasi Biaya Proyek

Berdasarkan hasil integrasi pemodelan yang sudah dilakukan, maka didapatkan total estimasi biaya proyek sebesar Rp. 2.945.798.226,19,-. Biaya tersebut belum termasuk pada biaya pengeluaran tambahan (*overhead cost*) sebesar 15%, maka jika biaya tersebut ikut diperhitungkan maka total biaya proyek menjadi Rp. 3.387.667.960,12,-. Biaya tersebut diperoleh dari mengalikan kuantitas dari kelompok item pekerjaan yang sudah disusun *pada quantity takeoff*, dengan harga satuan yang dihasilkan dari harga satuan dasar dari setiap koefisien sumber daya yang dibutuhkan melalui *cost item definitions*. Berikut Tabel 5.8 rekapitulasi hasil estimasi biaya menurut pengelompokkan jenis pekerjaan pada Bexel Manager 25 dimulai dari penulangan, pengecoran dan terakhir pemasangan baja.

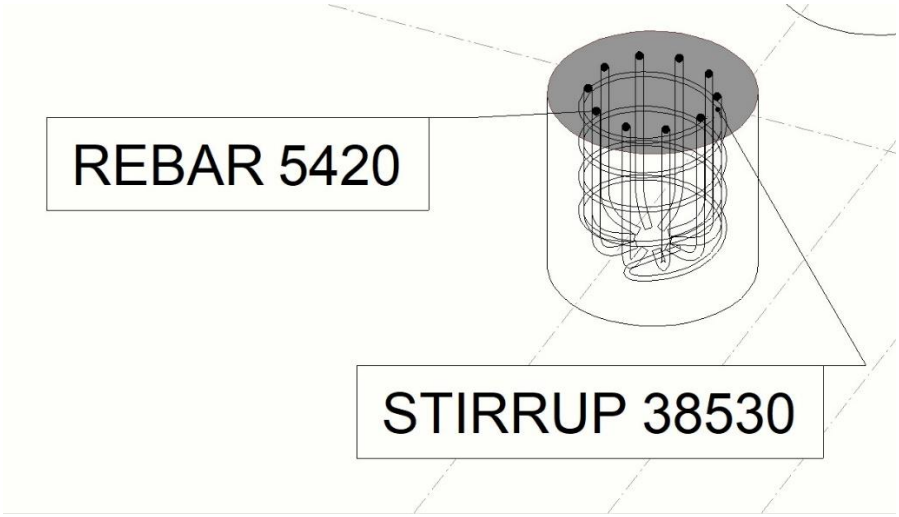
Tabel 5.9 Rekapitulasi Hasil Estimasi Biaya

No	Uraian	5D BIM	
1	Pekerjaan Pembesian Struktur	Rp	845.936.076,73
2	Pekerjaan Pengecoran Struktur	Rp	1.159.144.439,58
3	Pekerjaan Pemasangan Rangkai Baja Struktur	Rp	940.717.709,88
TOTAL		Rp	2.945.798.226,19

Sebagai bentuk validasi terhadap hasil perhitungan, dilakukan verifikasi melalui perhitungan manual. Pada penelitian ini, perhitungan manual difokuskan pada elemen pekerjaan *Bored Pile*. Ilustrasi desain detail engineering (DED) untuk *Bored Pile* ditampilkan berikut ini.



Gambar 5.41 ***Detailed Engineering Design Bored Pile***



Gambar 5.42 Penulangan ***Bored Pile***

Pada data yang diketahui di atas, hasil volume beton *bored pile* yang dihitung secara konvensional adalah 127,53 m^3. Perhitungan konvensional secara rinci dijabarkan dibawah ini.

Perhitungan Volume Beton *Bored Pile* :

Dik : D = 500 mm = 0,5 m

r = 0,25 m

h = 5000 mm = 5 m

n = 130 pile

bored pile berbentuk silinder, maka rumus volume nya adalah

V = $\pi\ r^2$ h

V = π x $(0{,}25)^2$ x 5

V = π x 0,0625 x 5

V = 0,981 m^3 (volume untuk 1 pile)

Total *bored pile* ada 130 pile, maka :

= 0,981 x n

= 0,981 x 130

= 127,53 m^3

Hasil perhitungan volume beton metode konvensional khususnya pada struktur *bored pile*, didapatkan hasil untuk volume 1 pile adalah sebesar 0,981 m^3, diketahui dari gambar Denah, jumlah pile ada 130, maka dari itu volume per 1 pile dikalikan dengan jumlah pile keseluruhan dihasilkan 127,53 m^3. Jadi, total volume beton yang dibutuhkan untuk membangun Bored Pile pada Bangunan Gedung Arthadhipa's *Convention Center* yang dihitung secara konvensional adalah 127,53 m^3.

Perhitungan Berat Tulangan Bored Pile :

Dik : D Tulangan utama = 16 mm = 0,016 m

r = 0,25 m

h = 5000 mm = 5 m

n = 130 pile

Panjang Tul Utama : 5420 mm = 5,42 m, Total = 7042 m

Panjang Tul Spiral : 38530 mm = 38,53 m, Total = 5008,9 m

Berat Jenis Besi Tulangan = 7850 Kg/m^3

Perhitungan : **Volume D16**

$V = \pi\ r^2$

$V = \pi$ x $(0{,}008)^2$

$V = \pi$ x 0,000064

$V = 0{,}000201\ m^3$

Volume D12

$V = \pi\ r^2$

$V = \pi$ x $(0{,}006)^2$

$V = \pi$ x 0,000036

$V = 0{,}00011304\ m^3$

Berat Per meter D16 = V x ρ

= 0,000201 x 7850

= 1,58 Kg

Berat Per meter D12 = V x ρ

= 0,00011304 x 7850

= 0,89 Kg

Berat Tulangan Utama D16 = total panjang tul.utama x Berat per meter

= 7042 x 1,58

= 11.126,36 Kg

Berat Tulangan Spiral D12 = total panjang tul.Spiral x Berat per meter

= 5008,9 x 0,89

= 4.457,92 Kg

Jumlah Berat Tulangan Bored Pile :

Tulangan Utama + Tulangan Spiral = 11.126,36 Kg + 4.457,92 Kg

= 15.548, 28 Kg

Maka, hasil dari perhitungan konvensional atau dikatakan manual tanpa menggunakan *software* BIM adalah sebesar 15.548,28 kg, angka tersebut dihasilkan dari perhitungan dari data yang didapatkan oleh 3D *Design* Tekla yang diubah kedalam gambar DED. Maka, dari gambar DED tersebut akan dihasilkan data jumlah tulangan utama, panjang tulangan utama dan panjang tulangan spiral pada masing-masing *pile*, data tersebutlah yang akan digunakan dalam perhitungan konvensional mencari volume tulangan bored pile.

5.4 Pembahasan

Hasil dari penerapan dan pemanfaatan Metode BIM khususnya 5D pada perancangan proyek Pembangunan *Convention Center* Arthadhipa, yang dirancang dibangun di Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta menghasilkan beberapa poin pembahasan sebagai berikut.

4.4.1 Evaluasi Volume Pekerjaan Berdasarkan Perhitungan Manual

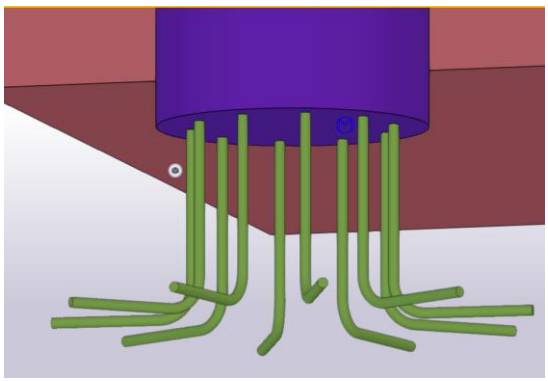
Merujuk pada perhitungan volume secara konvensional yang sudah dijabarkan di atas, bahwa didapatkan hasil volume pembetonan *bored pile* sebesar 127,53 m^3, dan volume total tulangan *bored pile* adalah sebesar 15.548,281 Kg perbandingan perhitungan volume dengan metode konvensional dan metode BIM 5D, dijabarkan pada tabel 5.10 sebagai berikut.

Tabel 5.10 Tabel Perbandingan Volume Konvensional dengan Volume BIM 5D

No	Uraian Pekerjaan		Satuan	QTO Manual	QTO BIM 5D
A	**Pekerjaan Pondasi**				
1.	Bored Pile				
	a	Pengecoran f'c 30 MPa	m^3	127,53	127,14
	b	Pembesian	Kg	15.548, 28	15.512,4

Berdasarkan hasil perhitungan volume secara konvensional, diketahui bahwa nilai QTO Manual dan perhitungan menggunakan BIM memiliki perbedaan sebesar 0,3% untuk pengecoran dan 0,2% untuk pembesian, hal ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor :

1. Perbedaan presisi pembulatan angka
2. *Level of Detail* (LOD) pada model BIM yang mungkin lebih presisi dibanding gambar 2D, sehingga menghasilkan angka volume yang sedikit berbeda.
3. Penggunaan asumsi pada radius bending tulangan



Gambar 5.43 Gambar radius *bending* tulangan *bored pile*

Seperti pada gambar di atas, asumsi tersebut diperhitungkan dalam BIM 5D, namun tidak diadopsi dalam perhitungan manual karena menghitung secara keseluruhan tanpa memperhitungkan pembengkokan pada tulangan.

Dengan demikian, selisih 0,5% ini tergolong sangat kecil dan dapat dikategorikan sebagai toleransi yang wajar dalam estimasi kuantitas. Hal ini justru mengindikasikan bahwa penerapan BIM 5D mampu memberikan hasil yang hampir identik dengan metode manual, namun dengan keunggulan dari sisi efisiensi waktu, konsistensi data, dan kemudahan pembaruan informasi.

4.4.2 Validasi Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Validasi Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) pada Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan proses peninjauan dan pembandingan antara komponen biaya yang tercantum dalam RAB dengan acuan harga satuan yang diakui secara resmi. Tahapan ini meliputi evaluasi harga material, upah tenaga kerja berdasarkan

sumber yang sah, seperti standar nasional, peraturan pemerintah, maupun data jurnal penelitian terdahulu. Pelaksanaan validasi bertujuan untuk memastikan bahwa estimasi biaya yang digunakan tidak hanya relevan dengan kondisi aktual di lapangan, tetapi juga memenuhi prinsip akurasi, akuntabilitas, dan transparansi. Dengan demikian, validasi AHSP berperan penting dalam menjamin keandalan serta kredibilitas perencanaan anggaran proyek konstruksi.

Dalam meyakinkan keabsahan data AHSP, penulis membandingkan dengan AHSP penelitian Mubarak & Abma (2025) pada penelitiannya menghitung perencanaan biaya struktur yang berlokasi di Gunung Kidul, Yogyakarta, didapatkan harga untuk pekerjaan pembesian 1 kg dengan besi ulir atau polos adalah Rp.14.386,00 sedangkan harga yang dapatkan dalam perancangan ini adalah Rp.17.399,16, terjadi selisih perbedaan harga dikarenakan mengikuti harga Perwali Kota Yogyakarta Nomor 74 Tahun 2023, perbedaan harga yang cukup beda adalah pada harga tenaga kerja yang khususnya pada pekerja yang memiliki selisih harga Rp.12.000, namun untuk harga material lebih sedikit mahal di daerah Gunung Kidul daripada Kota Yogyakarta karena membutuhkan biaya transportasi yang lebih dalam pengantarannya.

Pada pekerjaan membuat 1 m^3 beton mutu 30 MPa juga memiliki AHSP yang cukup mendekati, pada perancangan ini didapatkan harga per 1 m^3 beton mutu 30 MPa adalah Rp. 1.416.064 sedangkan pada penelitian Mubarak & Abma (2025) harga per 1 m^3 beton mutu 30 MPa adalah Rp. 1.818.698, terdapat selisih harga Rp.402.634 hal ini disebabkan karena adanya perbedaan permintaan slump yang mana pada penelitian Mubarak & Abma Slump (2025) nya 120 $\pm$ 20 mm dan pada perancangan ini permintaan slump nya adalah 100 $\pm$ 25 mm dan harga satuan jasa serta perbedaan yang paling mencolok adalah pada harga kerikil yang berbeda cukup jauh. Namun, untuk keseluruhan harga material lain dan koefisien hampir mendekati bahkan sama dikarenakan masih dalam lingkup Daerah Istimewa Yogyakarta.

Berikut tambahan dari beberapa jurnal untuk menguatkan keabsahan analisis harga satuan pekerjaan penelitian ini, dijabarkan dalam tabel 5.10 sebagai berikut.

Tabel 5.11 Perbandingan AHSP dengan penelitian lain

Judul Penelitian	Analisa Rencana Anggaran Biaya dan Penjadwalan pada Pembangunan Dinding Penahan Tanah	Perbandingan Anggaran Biaya Pekerjaan Pelat Lantai Beton Konvensional dengan Floordeck
Penulis	Alfriyadi,dkk (2023)	Muhammad Syafiq Dhiya'ulhaq
Lokasi Proyek	Kab. Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta	Kab. Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta
AHSP Pembesian	Rp. 18.150,00	Rp. 13.986,93
AHSP Pengecoran	Rp. 1.148.919	Rp. 1.112.017,50

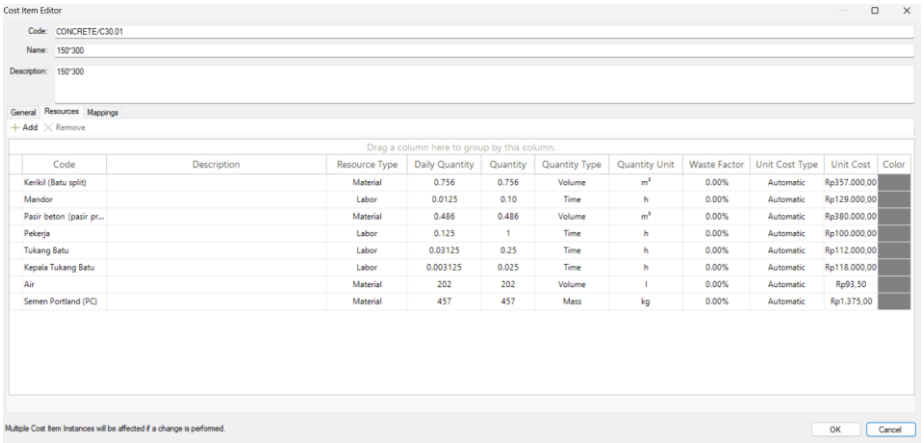
Dilihat dari tabel diatas, didapatkan hasil analisis harga satuan pekerjaan, dan fokus pembahasan pada perbandingan harga satuan pembesian dan harga satuan pengecoran, pada penelitian (Alfriyadi,dkk 2023) didapatkan harga satuan untuk pekerjaan pembesian 1 kg dengan besi ulir atau polos adalah Rp.18.150,00, hasil tersebut tidak terlalu jauh dengan harga satuan yang telah diperoleh pada penelitian ini sebesar Rp.17.399,16 terjadi sedikit perbedaan harga dikarenakan perbedaan harga satuan pekerja, yang merujuk pada SK-Gub 75 Tahun 2024 lebih tinggi upah pekerja di Kabupaten Sleman daripada upah pekerja di Kota Yogyakarta.

Pada ahsp pengecoran terdapat selisih sebesar Rp.267.145, setelah diteliti lebih lanjut, hal tersebut terjadi karena perbedaan koefisien yang digunakan dan selisih harga pekerja. Namun untuk sebagian besar, AHSP penelitian ini sudah bisa di validasi dengan penelitian terdahulu, yang mempunyai AHSP yang tidak terlalu jauh, karena masih dalam lingkup Daerah Istimewa Yogyakarta, yang mana untuk harga material dan koefisien masih cenderung sama.

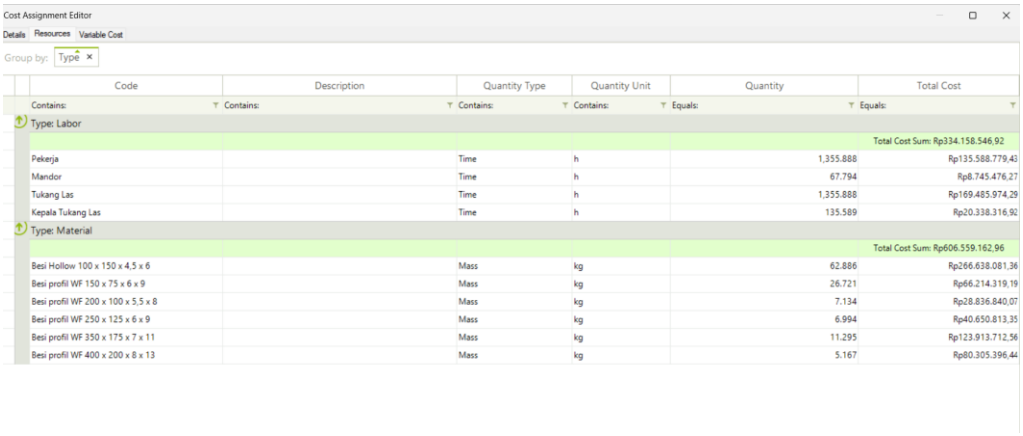
5.4.3 Implementasi Pemodelan 5D BIM

Perancangan ini menggunakan pendekatan *Building Information Modeling* (BIM) hingga Level 2, dengan bantuan perangkat lunak Tekla Structure dan Bexel Manager. Pemodelan desain 3D gedung dilakukan menggunakan aplikasi Tekla Structure, sedangkan estimasi biaya 5D dilakukan melalui Bexel Manager versi 25. Dalam proses pertukaran data, digunakan format file IFC (*Industry Foundation Classes*), yaitu format standar yang bersifat universal untuk aplikasi BIM. Penggunaan format IFC memungkinkan data BIM diakses dan diproses oleh berbagai perangkat lunak, sehingga mempermudah kolaborasi serta pertukaran informasi lintas disiplin dalam suatu proyek. BIM Level 2 bukan hanya gambar 3D, tapi juga melibatkan integrasi data, koordinasi antar disiplin, dan pertukaran informasi standar, sehingga desain, jadwal, dan biaya dapat dianalisis sejak awal.

Dalam penerapannya, total Rencana Anggaran Biaya (RAB) diperoleh dengan mengintegrasikan pemodelan 3D, yang selanjutnya digunakan untuk menyusun rincian pekerjaan melalui identifikasi hubungan antar pekerjaan dengan bantuan Microsoft Excel. Memunculkan QTO, input data harga barang dan jasa serta memasukkan ahsp ke dalam *software* bexel merupakan langkah dalam mengolah data dan menghasilkan estimasi biaya yang merupakan tujuan dari implementasi pemodelan 5D BIM.



Gambar 5.44 Input file AHSP dan harga satuan pada Bexel Manager 25



Code	Description	Quantity Type	Quantity Unit	Quantity	Total Cost
Contains:	Contains:	Contains:	Contains:	Equals:	Equals:
Type: Labor					
					Total Cost Sum: Rp334.158.546,92
Pekerja		Time	h	1,355.888	Rp135.588.779,43
Mandor		Time	h	67.794	Rp8.745.476,27
Tukang Las		Time	h	1,355.888	Rp169.485.974,29
Kepala Tukang Las		Time	h	135.589	Rp20.338.316,92
Type: Material					
					Total Cost Sum: Rp606.559.162,96
Besi Hollow 100 x 150 x 4,5 x 6		Mass	kg	62.886	Rp266.638.081,36
Besi profil WF 150 x 75 x 6 x 9		Mass	kg	26.721	Rp66.214.319,19
Besi profil WF 200 x 100 x 5,5 x 8		Mass	kg	7.134	Rp28.836.840,07
Besi profil WF 250 x 125 x 6 x 9		Mass	kg	6.994	Rp40.650.813,35
Besi profil WF 350 x 175 x 7 x 11		Mass	kg	11.295	Rp123.913.712,56
Besi profil WF 400 x 200 x 8 x 13		Mass	kg	5.167	Rp80.305.396,44

Gambar 5.45 Contoh hasil perhitungan otomatis ST-Baja

Berdasarkan penjelasan dan ilustrasi sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa penerapan BIM 5D mampu meningkatkan efisiensi dalam proses perencanaan anggaran biaya, baik dari sisi waktu maupun ketepatan pengambilan keputusan. Hal ini terbukti melalui integrasi langsung antara Tekla Structure dan Bexel Manager, yang memungkinkan otomatisasi perhitungan serta pembaruan biaya secara *real-time*, sehingga menghemat waktu dan mengurangi kebutuhan sumber daya.

Dalam kerangka manajemen proyek yang menggabungkan aspek biaya, kualitas, dan waktu, pemodelan tiga dimensi (3D) yang menyeluruh menjadi elemen penting dalam pelaksanaan proyek. Pada tahap konstruksi, sering ditemukan ketidaksesuaian antara gambar dua dimensi (2D) dan kondisi aktual di lapangan. Penerapan konsep *Building Information Modelling* (BIM) 3D menjadi solusi efektif untuk mengatasi permasalahan ini. Melalui visualisasi yang akurat dan sistem kolaborasi yang terintegrasi, koordinasi serta komunikasi antar subkontraktor dan pemangku kepentingan dapat berlangsung lebih efisien. Hal ini juga diperkuat dengan penelitian Sanjaya, dkk (2023), yang mengatakan bahwa pada aspek estimasi biaya, pemodelan ini dapat dijadikan referensi dalam mengevaluasi pengeluaran serta pencapaiannya. Pendekatan ini berkontribusi dalam mengoptimalkan pelaksanaan pekerjaan sehingga dapat mencegah terjadinya pemborosan anggaran.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Implementasi perhitungan estimasi biaya berbasis BIM dilakukan hingga BIM level 2, perancangan ini menggunakan serta memanfaatkan *Software* Tekla Structure dan Bexel Manager 25. Dimana, pemodelan 3D dari bangunan Gedung *Convention Center* Arthadipha's dilakukan pada *software* Tekla Structure, sementara untuk pemodelan 5D yaitu perhitungan estimasi biaya dilakukan pada *software* Bexel Manager 25. Pertukaran data memanfaatkan format file IFC (*Industry Foundation Classes*), dimana format ini berfungsi untuk membaca file BIM secara universal, dan dapat dibaca dari satu *software* ke *software* lainnya. Berdasarkan pemodelan BIM 5D dengan menggunakan Bexel Manager 25 maka dibutuhkan biaya sebesar Rp. 2.945.798.226.19,-. Untuk pekerjaan struktur bangunan Gedung *Convention Center* Arthadipha's.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan yang telah didapatkan, maka dapat diambil beberapa saran adalah sebagai berikut.

1. Dalam proses pemodelan, baik untuk 3D maupun 5D, sangat penting mengikuti alur kerja yang direkomendasikan oleh aplikasi sesuai dengan fitur-fitur yang tersedia. Tujuannya adalah untuk menghindari pekerjaan ulang yang disebabkan oleh pemanfaatan fitur yang tidak tepat.
2. Pada penelitian selanjutnya bisa menambahkan dengan lengkap pekerjaan struktur pendetailan lainnya seperti menghitung jumlah sambungan baja, baut, menghitung pekerjaan persiapan hingga estimasi biaya ditambah dengan biaya sewa alat. Serta dapat diarahkan untuk pengembangan studi ke dimensi yang lebih tinggi seperti 6D dan 7D.

3. Pendetailan design 3D pada Tekla Structure lebih diperhatikan khususnya pada bagian material, penamaan, dan pengelompokkan pekerjaan karena sangat berpengaruh pada proses pengolahan data di Bexel Manager yang *basic* aplikasi tersebut, tergantung dengan file *export* IFC yang sudah diatur pada Tekla Structure.

DAFTAR PUSTAKA

Anggraini, R. P., & Herzanita, A. 2022. Estimasi Biaya Struktur Bangunan Menggunakan Bim (Building Information Modelling). *Jurnal ARTESIS*, *2*(1), 19–25. https://doi.org/10.35814/artesis.v2i1.3756

Arjun R. Pandey, & Farzad Shahbodaghlou. 2016. Measuring Contribution of BIM (Building Information Modeling) to the Construction Sustainability Goals. *Journal of Civil Engineering and Architecture*, *10*(3), 379–390. https://doi.org/10.17265/1934-7359/2016.03.013

Berlian P, C. A., Adhi, R. P., Hidayat, A., & Nugroho, H. 2016. Perbandingan Efisien Waktu, Biaya, Dan Sumber Daya Manusia Antara Metode Building Information Modelling (BIM) Dan Konvensional (Studi Kasus : Perencanaan Gedung 20 Lantai). *Jurnal Karya Teknik Sipil,* 1-10.

Eastman, C., et al. 2011. Analysis on Risk Factors of BIM Application in Construction Project Operation and Maintenance Phase. *Journal of Service Science and Management*.Vol.14.No.2

Ervianto, W.I. 2005. Manajemen Proyek Konstruksi. ANDI Yogyakarta, Yogyakarta.

Ferial, R., Hidayat, B., Pesela, R.C., Daoed, D. 2022. Quantity Take-Off Berbasis Building Information Modeling (BIM) Studi Kasus: Gedung Bappeda Padang. *Jurnal Rekayasa Sipil Universitas Andalas.*

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), 7. https://doi.org/10.37253/jcep.v1i1.721

Firmansyah, A. Y. 2011. Rancang Bangun Aplikasi Rencana Anggaran Biaya Dalam Pembangunan Rumah. Surabaya: STIKOM.

Ismail, Noor Akmal., Chiozzi, Maria., Drogemuller, Robin. 2017, An Overview of BIM Uptake in Asian Developing Countries. American Institute of Physics.

Karina Travis. 2021. Analisis Quantity Take-Off Dengan Menggunakan Bim (Building Information Modelling) Pada Proyek Jalan Tol Ruas Prabumulih-Muaraenim Zona 7. *Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta* .

Kerzner, H. 2009 Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. 10th Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.

Liu, Zhen., Jiang, Lijun., Osmani, M., Demian, Peter. 2019. Building Information Management (BIM) and Blockchain (BC) for Sustainable Building *Design* Information Management Framework.

Mattern, H., Scheffer, M., & König, M. 2018. BIM-based quantity take-off. *Building Information Modeling: Technology Foundations and Industry Practice*, *4*(55), 383–391. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3_23

Mubarak, Syahrul., & Abma, Vendie., 2025. Perencanaan anggaran biaya pada pekerjaan struktur jembatan berbasis 5D BIM. *Proceeding Civil Engineering Research Forum*, Vol.5.No.1.

Nafiyah, R., & Martina, N. 2022. Analisis Quantity Takeoff Pada Pekerjaan Struktur Bawah Jembatan. *Construction and Material Journal*, *4*(2), 91–100. https://doi.org/10.32722/cmj.v4i2.4755

Novita, R. D. 2021. ANALISA QUANTITY TAKE OFF DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA DENGAN METODE BUILDING INFORMATION

Ramdani, I., Rozandi, A., Budiman, D., & Elena Vladimirovna, K. 2022. Implementasi Building Information Modeling (BIM) Pada Proyek Perumahan. Polka Narodnogo Opolcheniya Sq, 4(1).

Rizaldi, R I., Farni, I., Mulyani, R. 2016 Kajian Potensi Bangunan Building Information Modeling (BIM) dalam Merencanakan Gedung di Indonesia.

Abstract of Undergraduate Research, Faculty of Civil and Planning Engineering, Bung Hatta University, 2(2).

R. Minawati. 2017. Manfaat Penggunaan *Software* Tekla Building Information Modeling (BIM) Pada Proyek *Design*-Build. *Jurnal Dimensi utama Teknik Sipil*, Vol.4, no.1, 1-8.

Plamonia, N., & Agustin, A. 2022. *Perbandingan Tingkat Keakuratan Perhitungan Volume dan Biaya pada Pekerjaan Arsitektur dengan Software Autocad dan Software Planswift*. *d*(December), 0–8. https://doi.org/10.6084/m9.figshare.20543076

Punuindoong, J. D., Rumbayan, R., Nicolaas, S., & Mantiri, H. G. 2023. Penerapan Metode Building Information Modeling (Bim) Pada Struktur Atas Gedung Kuliah Tepadu Politeknik Negeri Manado. *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) Ke-9*, *9*(1), 642–649.

Sabil, D., & Erizal. 2023. Penerapan Buidling Information Modeling (BIM) 5D pada Proyek Gedung Simpang Temu Dukuh Atas, Jakarta Pusat. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, *8*(02), 95–104. https://doi.org/10.29244/jsil.8.02.95-104

Saputro, D.N., & Buwono. 2013. Studi Pengaruh Jarak Tiang Pancang Pada Kelompok Tiang Terhadap Perubahan Dimensi Pile Cap. Jurnal Konstruksia, Vol. 5, no. 1.

Saputro, D.N., Pamudji, Gandjar., Hermanto, Nor., Widyaningrum, Arnie. 2021. Pelatihan Dasar Pengoperasian Building Information Modeling (BIM) Tekla *Structures* bagi Guru SMK Teknik Bangunan di Kabupaten Banyumas. Jurnal Pengabdian UNDIKMA.

Suasira, I. W., Tapayasa, I. M., Santiana, I. M. A., & Wibawa, I. G. S. 2021. ANALISIS KOMPARASI METODE BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) DAN METODE KONVENSIONAL PADA PERHITUNGAN RAB STRUKTUR PROYEK (STUDI KASUS

PEMBANGUNAN PASAR DESA ADAT PECATU). *Jurnal Teknik Gradien*, 13(1)

Travis, K., Martina, N., & Safri. 2021. Analisis Quantity Take-Off Menggunakan BIM Pada Proyek Jalan Tol "X." *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology*, *2*(2), 23–31.

Umam, F. N., Erizal, E., & Putra, H. 2022. Peningkatan Efisiensi Biaya Pembangunan Gedung Bertingkat Dengan Aplikasi Building Information Modeling (BIM) 5D. *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, *12*(1), 245. https://doi.org/10.29103/tj.v12i1.704

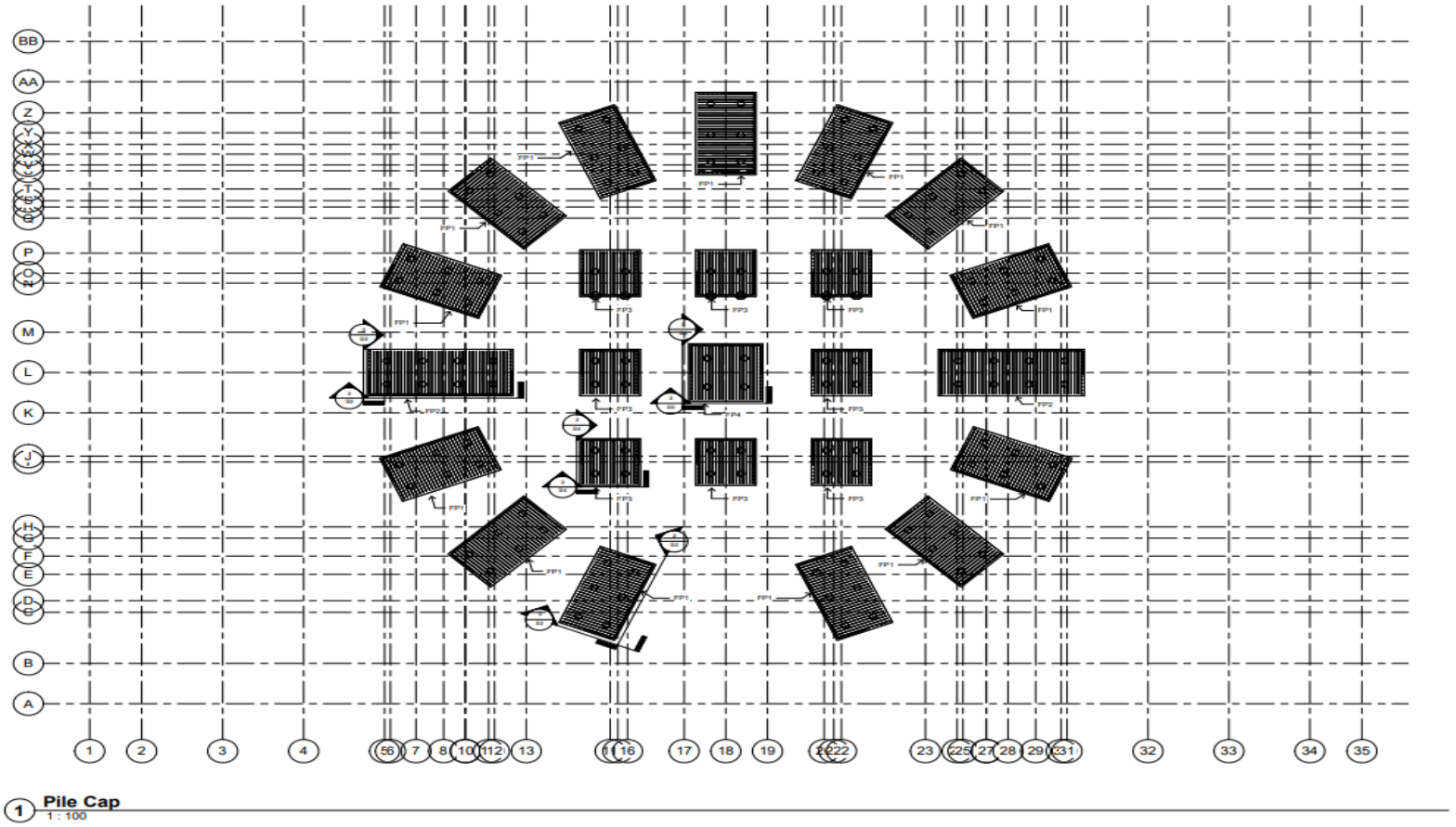
Wijayakumat, M., & Jayasena, H. S. 2013. Automatication Of Bim Quantity Take-Off To Suit Qs's Requirements. The Second World Construction Symposium 2013-Economic Sustainability In Construction, 5, 70–80.

Wohon, F.Y., Mandagi, R.J.M., Pratasis, P.A.K., 2015, Analisa PengaruhPercepatan Durasi Pada Biaya Proyek Menggunakan Program Microsoft Project 2013 (Studi Kasus : Pembangunan Gereja GMIM Syaloom Karombasan), *Jurnal Sipil Statik*, 3 (2), 141-150.

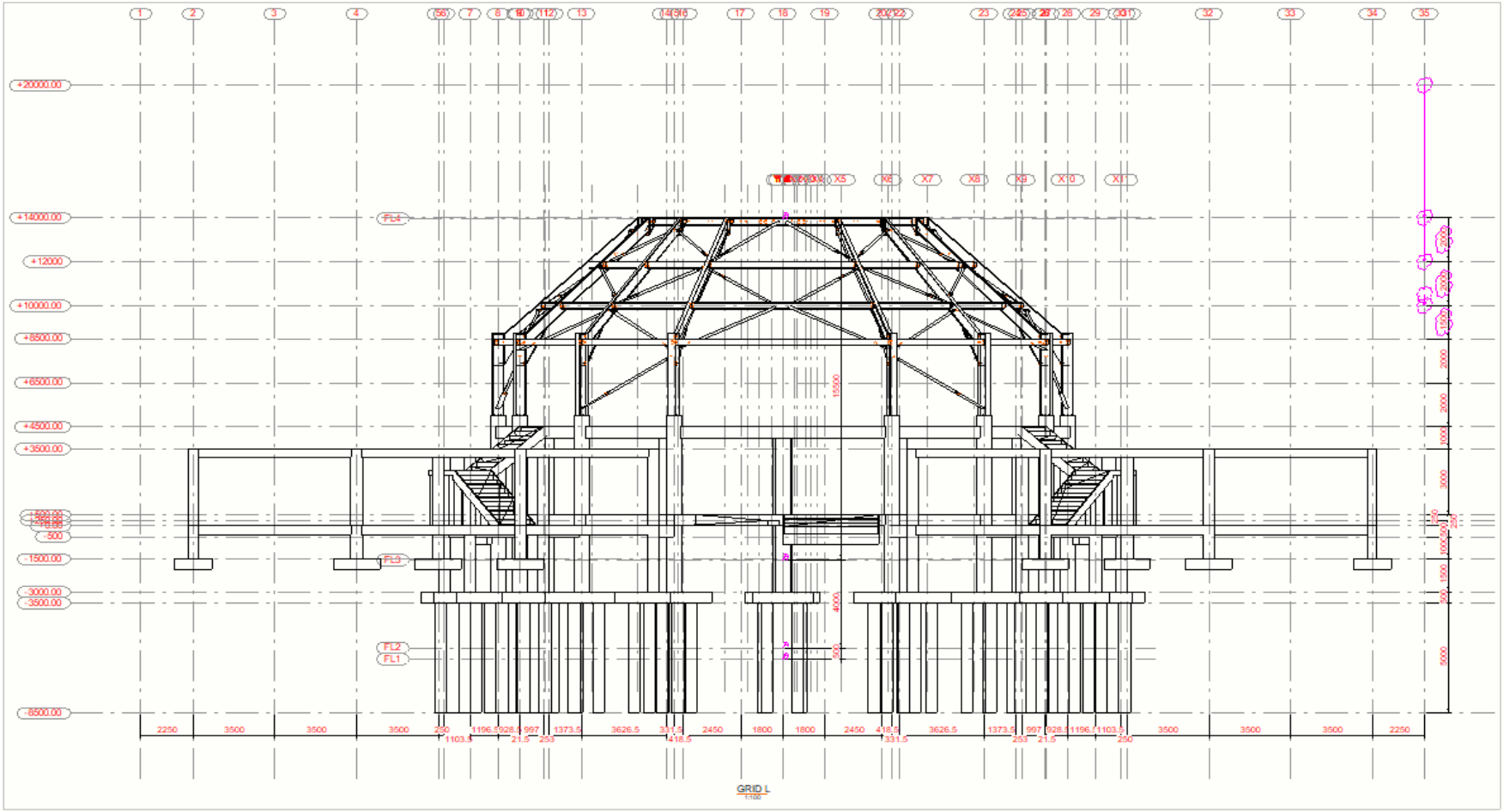
Yudi, Ahmad., Ulum, M Shoful., Nugroho, M Titan. 2020. Perancangan Detail Engineering *Design* Gedung Bertingkat Berbasis Building Information Modeling. Media Komunikasi Teknik Sipil.Vol 00.No.00.

LAMPIRAN

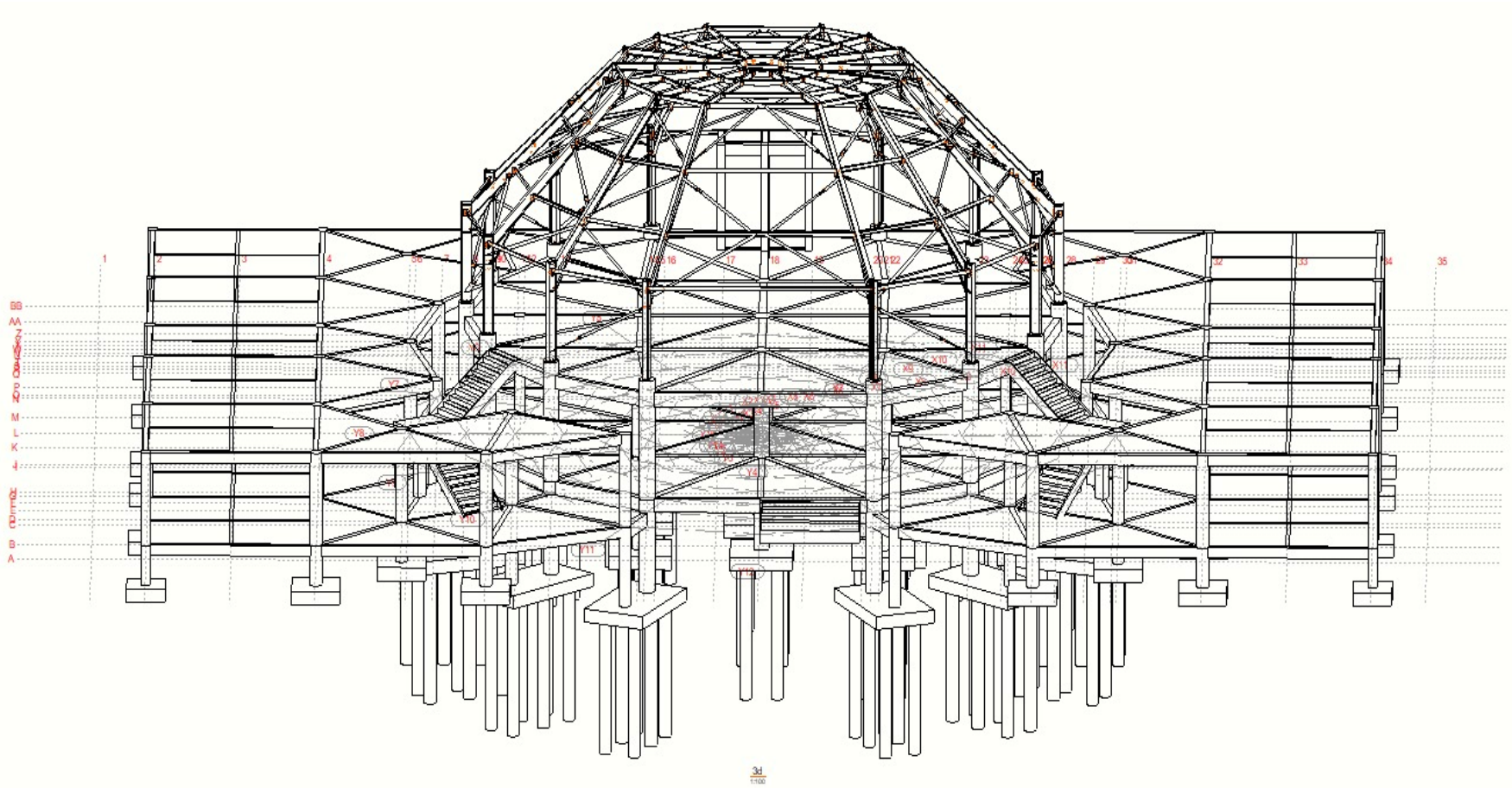
LAMPIRAN 1. DETAIL ENGINEERING DESIGN



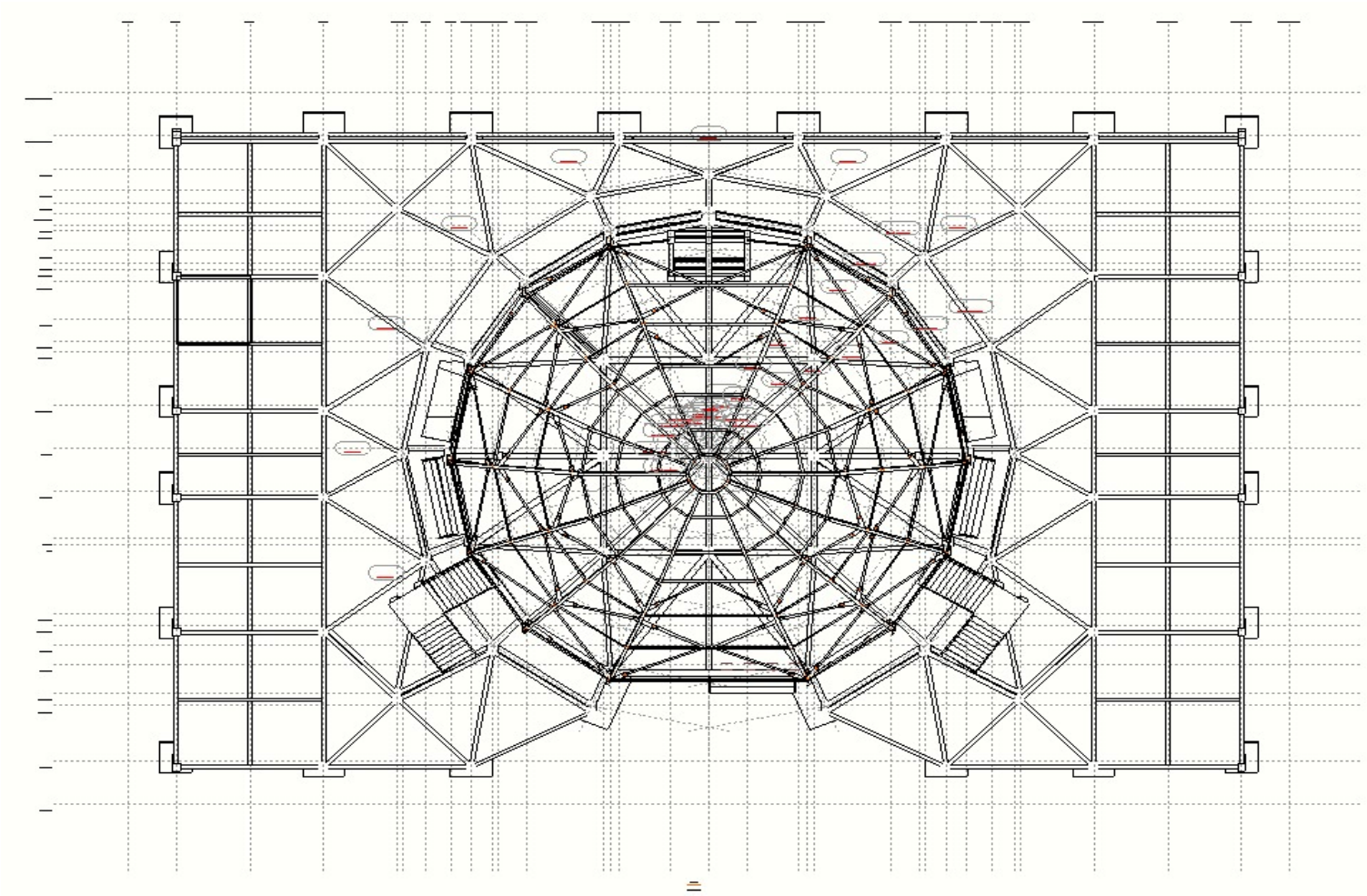
Gambar L-1.1 Denah Pile Cap dan Bored Pile



Gambar L-1.2 Tampak Belakang Struktur

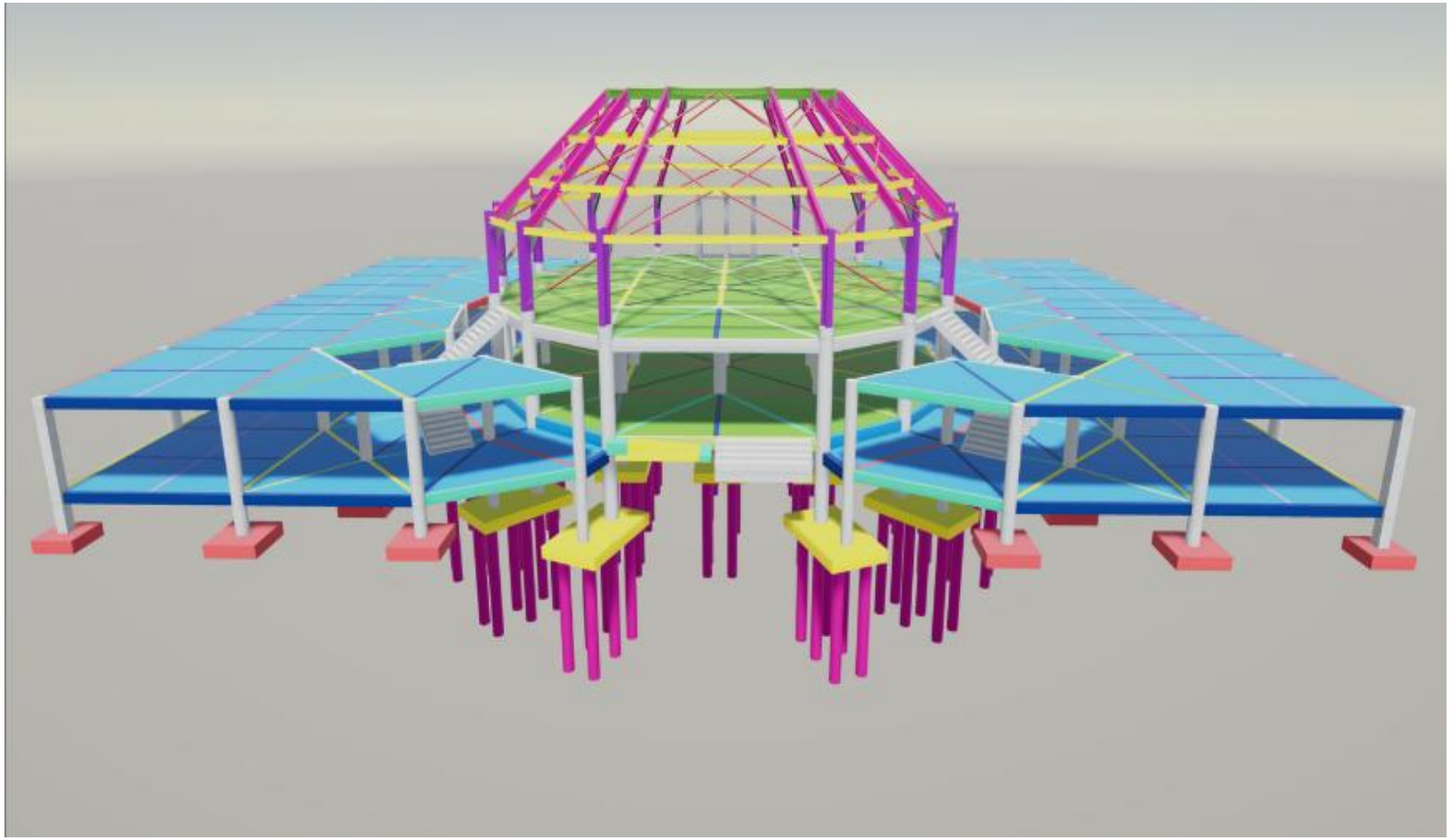


Gambar L-1.3 Tampak Depan Struktur

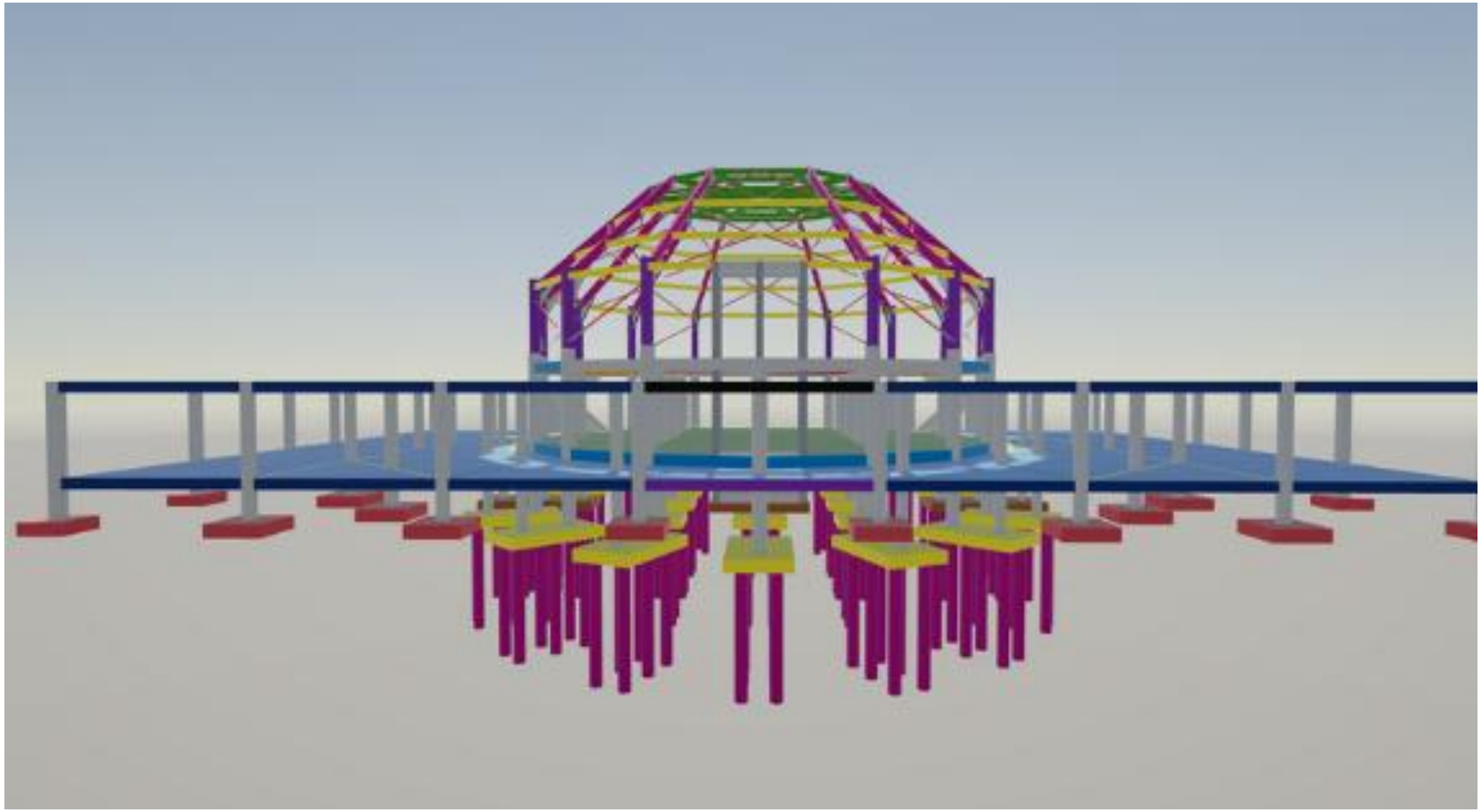


Gambar L-1.4 Tampak Atas Struktur

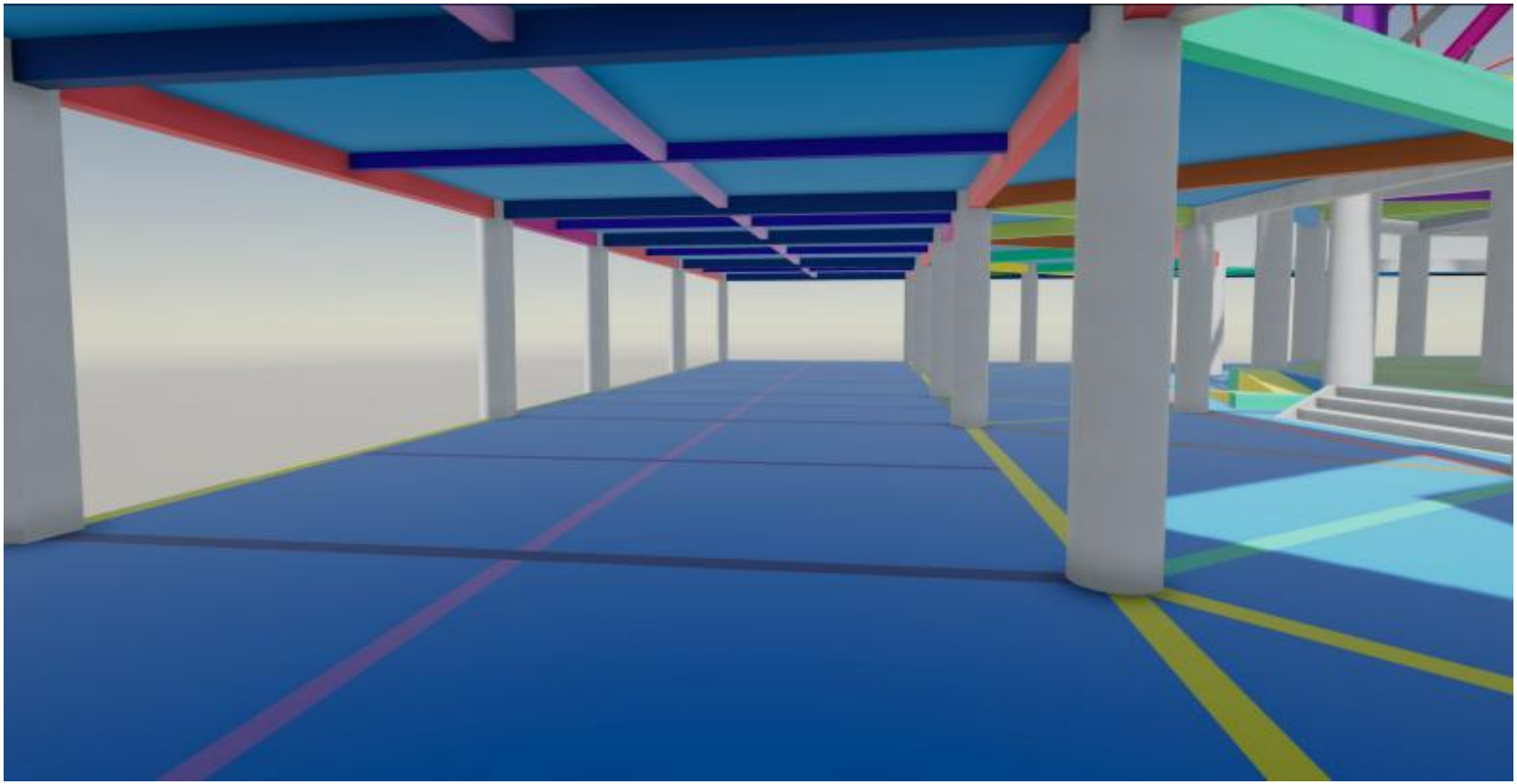
LAMPIRAN 2. DESIGN 3D DARI TEKLA STRUCTURE



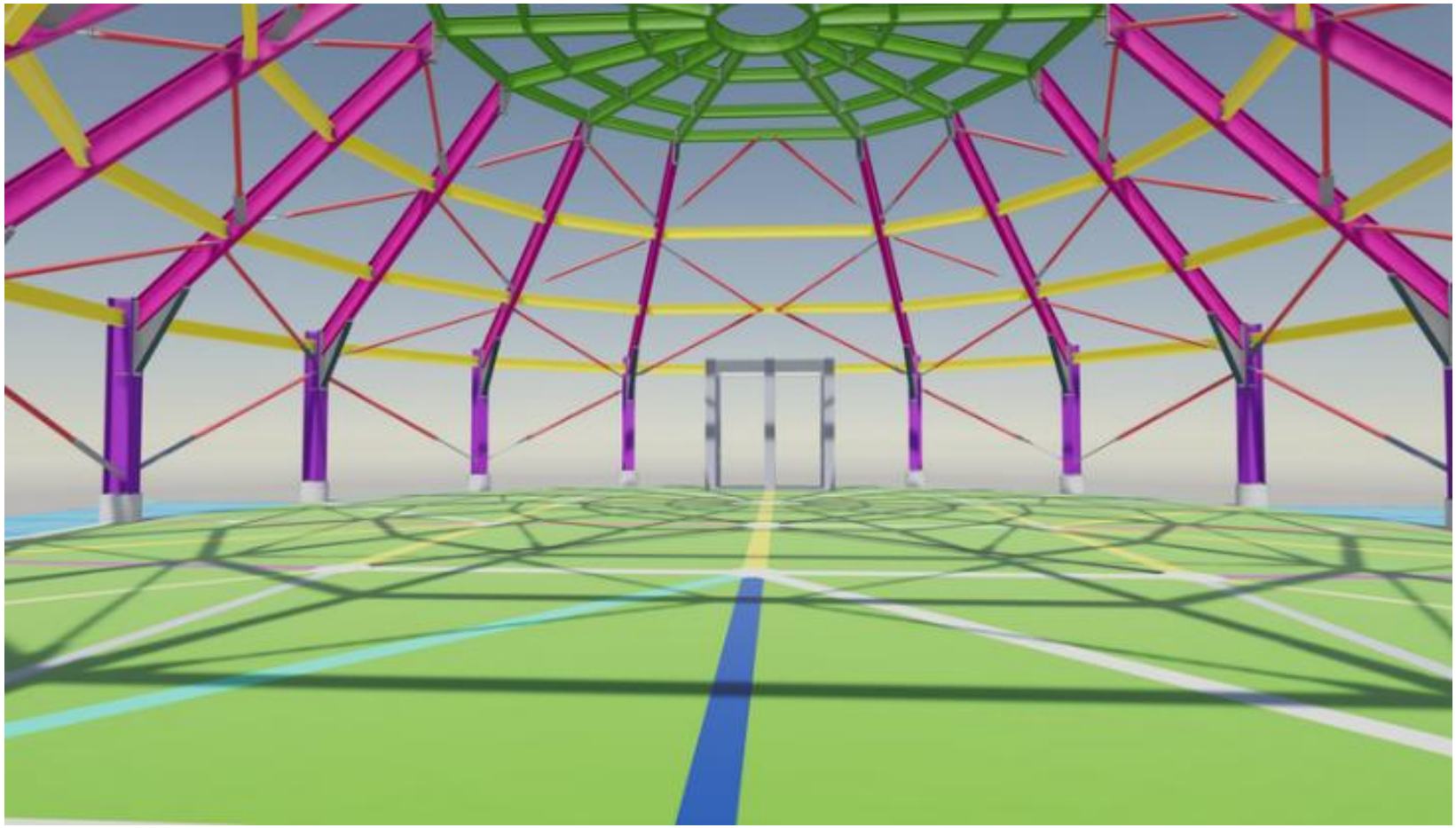
Gambar L-2.1 Tampak Depan



Gambar L-2.2 Tampak Belakang



Gambar L-2.3 Ruangan Bangunan Samping



Gambar L-2.4 Ruangan Utama Lantai 2

LAMPIRAN 3. HARGA SATUAN BARANG DAN JASA

No	Uraian	Satuan	Harga Satuan/hari (Rp.)	Sumber
A. Tenaga Kerja				
1	Tukang Besi	OH	Rp 113.000,00	SK Gub DIY Nomor 75/KEP/204
2	Tukang Las	OH	Rp 125.000,00	
3	Tukang Batu	OH	Rp 112.000,00	
4	Kepala Tukang Besi	OH	Rp 118.000,00	
5	Kepala Tukang Las	OH	Rp 150.000,00	
6	Kepala Tukang Batu	OH	Rp 118.000,00	
7	Pekerja	OH	Rp 100.000,00	
8	Mandor	OH	Rp 129.000,00	
B. Bahan				
1	Semen Portland (PC)	Kg	Rp 1.375,00	Perwali Yogyakarta No. 74 Tahun 2003 & SMS Perkasa
2	Pasir Standar Merapi	M3	Rp 350.000,00	
3	Air	Ltr	Rp 93,50	
4	Kerikil Beton/Batu Split	M3	Rp 357.000,00	
5	Kawat Bendrat/Kawat Beton	Kg	Rp 25.800,00	
6	Besi Profil WF 400 x 200 x 8 x 13	btg	Rp 15.543.000,00	
7	Besi Profil WF 350 x 175 x 7 x 11	btg	Rp 10.971.000,00	
8	Besi Profil WF 150 x 75 x 6 x 9	btg	Rp 2.478.000,00	
9	Besi Profil WF 200 x 100 x 5,5 x 8	btg	Rp 4.042.000,00	
10	Besi Profil WF 250 x 125 x 6 x 9	btg	Rp 5.812.000,00	
11	Besi Hollow 100 x 150 x 4,5 x 6	btg	Rp 4.240.000,00	
12	Besi D12	Kg	Rp. 9.813,00	Perbub Sleman No 54 Tahun 2024
13	Besi Tulangan	Kg	Rp 12.456,00	Perbub Sleman No 54 Tahun 2024

LAMPIRAN 4. ANALISIS HARGA SATUAN PEKERJAAN

Membuat 1m^3 beton mutu f'c 35 MPa, slump (100 ± 25) mm

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
	Pekerja	OH	1,00	Rp 100.000	Rp 100.000
	Tukang batu	OH	0,250	Rp 112.000	Rp 28.000
	Kepala tukang	OH	0,025	Rp 118.000	Rp 2.950
	Mandor	OH	0,100	Rp 129.000	Rp 12.900
				JUMLAH TENAGA KERJA	Rp 143.850
B	BAHAN				
	Semen Portland (PC)	Kg	509	Rp 1.375	Rp 699.875
	Pasir Beton	M3	0,486	Rp 350.000	Rp 170.250
	Kerikil	M3	0,756	Rp 357.000	Rp 269.998
	Air	Liter	202	Rp 93.50	Rp 18.887
				JUMLAH HARGA BAHAN	Rp 1.159.010
	PERALATAN				
				JUMLAH HARGA ALAT	
D	Jumlah (A+B+C)				Rp 1.302.860
E	Overhead & Profit (Contoh 15%)			15% x D (maksimum)	Rp 195.429
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp 1.498.289

Membuat 1m^3 beton mutu f'c 30 MPa, slump (100 ± 25) mm

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
	Pekerja	OH	1,00	Rp 100.000	Rp 100.000
	Tukang batu	OH	0,250	Rp 112.000	Rp 28.000
	Kepala tukang	OH	0,025	Rp 118.000	Rp 2.950
	Mandor	OH	0,100	Rp 129.000	Rp 12.900
				JUMLAH TENAGA KERJA	Rp 143.850
B	BAHAN				
	Semen Portland (PC)	Kg	457	Rp 1.375	Rp 628.375
	Pasir Beton	M3	0,486	Rp 350.000	Rp 170.250
	Kerikil	M3	0,756	Rp 357.000	Rp 269.998
	Air	Liter	202	Rp 93.50	Rp 18.887
				JUMLAH HARGA BAHAN	Rp 1.087.510
	PERALATAN				

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
				JUMLAH HARGA ALAT	
D	Jumlah (A+B+C)				Rp 1.231.360
E	Overhead & Profit (Contoh 15%)			15% x D (maksimum)	Rp 184.704
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp 1.416.064

Membuat 1m^3 beton mutu f'c 25 MPa, slump (100 ± 25) mm

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
	Pekerja	OH	1,00	Rp 100.000	Rp 100.000
	Tukang batu	OH	0,250	Rp 112.000	Rp 28.000
	Kepala tukang	OH	0,025	Rp 118.000	Rp 2.950
	Mandor	OH	0,100	Rp 129.000	Rp 12.900
				JUMLAH TENAGA KERJA	Rp 143.850
B	BAHAN				
	Semen Portland (PC)	Kg	407	Rp 1.375	Rp 559.625
	Pasir Beton	M3	0,486	Rp 350.000	Rp 170.100
	Kerikil	M3	0,756	Rp 357.000	Rp 269.892
	Air	Liter	202	Rp 93.50	Rp 18.887
				JUMLAH HARGA BAHAN	Rp 1.018.504
	PERALATAN				
				JUMLAH HARGA ALAT	
D	Jumlah (A+B+C)				Rp 1.162.354
E	Overhead & Profit (Contoh 15%)			15% x D (maksimum)	Rp 174.353
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp 1.336.707

Pemasangan 1 Kg Besi Profil WF 250 x 125 x 6 x 9

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
	Pekerja	OH	0,060	Rp 100.000	Rp 6.000
	Tukang Las	OH	0,060	Rp 125.000	Rp 7.500
	Kepala tukang	OH	0,006	Rp 150.000	Rp 900
	Mandor	OH	0,003	Rp 129.000	Rp 387
				JUMLAH TENAGA KERJA	Rp 14.787,00
B	BAHAN				

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
	Besi Profil WF 250 x 125 x 6 x 9	Kg	0,003	Rp 5.812.000	Rp 17.436,00
				JUMLAH HARGA BAHAN	Rp 17.436,00
	PERALATAN				
				JUMLAH HARGA ALAT	
D	Jumlah (A+B+C)				Rp 32.223,00
E	Overhead & Profit (Contoh 15%)			15% x D (maksimum)	Rp 4.833,45
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp 37.056,45

Pemasangan 1 Kg Besi Profil WF 200 x 100 x 5,5 x 8

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
	Pekerja	OH	0,060	Rp 100.000	Rp 6.000
	Tukang Las	OH	0,060	Rp 125.000	Rp 7.500
	Kepala tukang	OH	0,006	Rp 150.000	Rp 900
	Mandor	OH	0,003	Rp 129.000	Rp 387
				JUMLAH TENAGA KERJA	Rp 14.787,00
B	BAHAN				
	Besi Profil WF 200 x 100 x 5,5 x 8	Kg	0,0045	Rp 4.042.000	Rp 18.189,00
				JUMLAH HARGA BAHAN	Rp 18.189,00
	PERALATAN				
				JUMLAH HARGA ALAT	
D	Jumlah (A+B+C)				Rp 32.976,00
E	Overhead & Profit (Contoh 15%)			15% x D (maksimum)	Rp 4.946,40
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp 37.922,40

Pemasangan 1 Kg Besi Profil WF 150 x 75 x 6 x 9

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
	Pekerja	OH	0,060	Rp 100.000	Rp 6.000
	Tukang Las	OH	0,060	Rp 125.000	Rp 7.500
	Kepala tukang	OH	0,006	Rp 150.000	Rp 900
	Mandor	OH	0,003	Rp 129.000	Rp 387
				JUMLAH TENAGA KERJA	Rp 14.787,00
B	BAHAN				

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
	Besi Profil WF 150 x 75 x 6 x 9	Kg	0,0069	Rp 2.478.000	Rp 17.098,20
				JUMLAH HARGA BAHAN	Rp 17.098,20
	PERALATAN				
				JUMLAH HARGA ALAT	
D	Jumlah (A+B+C)				Rp 31.885,20
E	Overhead & Profit (Contoh 15%)			15% x D (maksimum)	Rp 4.782,78
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp 36.667,98

Pemasangan 1 Kg Besi Profil WF 350 x 175 x 7 x 11

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
	Pekerja	OH	0,060	Rp 100.000	Rp 6.000
	Tukang Las	OH	0,060	Rp 125.000	Rp 7.500
	Kepala tukang	OH	0,006	Rp 150.000	Rp 900
	Mandor	OH	0,003	Rp 129.000	Rp 387
				JUMLAH TENAGA KERJA	Rp 14.787,00
B	BAHAN				
	Besi Profil WF 350 x 175 x 7 x 11	Kg	0,0020	Rp 10.971.000	Rp 21.942,00
				JUMLAH HARGA BAHAN	Rp 21.942,00
	PERALATAN				
				JUMLAH HARGA ALAT	
D	Jumlah (A+B+C)				Rp 36.729,00
E	Overhead & Profit (Contoh 15%)			15% x D (maksimum)	Rp 5.509,35
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp 42.238,35

Pemasangan 1 Kg Besi Profil WF 400 x 200 x 8 x 13

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
	Pekerja	OH	0,060	Rp 100.000	Rp 6.000
	Tukang Las	OH	0,060	Rp 125.000	Rp 7.500
	Kepala tukang	OH	0,006	Rp 150.000	Rp 900
	Mandor	OH	0,003	Rp 129.000	Rp 387
				JUMLAH TENAGA KERJA	Rp 14.787,00
B	BAHAN				

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
	Besi Profil WF 400 x 200 x 8 x 13	Kg	0,0015	Rp 15.543.000	Rp 23.314,50
				JUMLAH HARGA BAHAN	Rp 23.314,50
	PERALATAN				
				JUMLAH HARGA ALAT	
D	Jumlah (A+B+C)				Rp 38.101,50
E	Overhead & Profit (Contoh 15%)			15% x D (maksimum)	Rp 5.715,22
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp 43.816,73

Pemasangan 1 Kg Besi Hollow 100 x 150 x 4,5 x 6

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
	Pekerja	OH	0,060	Rp 100.000	Rp 6.000
	Tukang Las	OH	0,060	Rp 125.000	Rp 7.500
	Kepala tukang	OH	0,006	Rp 150.000	Rp 900
	Mandor	OH	0,003	Rp 129.000	Rp 387
				JUMLAH TENAGA KERJA	Rp 14.787,00
B	BAHAN				
	Besi Profil WF 100 x 150 x 4,5 x 6	Kg	0,01	Rp 4.240.000	Rp 46.640,00
				JUMLAH HARGA BAHAN	Rp 46.640,00
	PERALATAN				
				JUMLAH HARGA ALAT	
D	Jumlah (A+B+C)				Rp 61.427,00
E	Overhead & Profit (Contoh 15%)			15% x D (maksimum)	Rp 9.214,05
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp 70.641,05

Pembesian 1 Kg dengan Besi Ulir atau Polos (Pembesian Pelat)

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
	Pekerja	OH	0,0070	Rp 100.000	Rp 700
	Tukang Besi	OH	0,0070	Rp 113.000	Rp 791
	Kepala tukang	OH	0,0007	Rp 118.000	Rp 83
	Mandor	OH	0,0007	Rp 129.000	Rp 90
				JUMLAH TENAGA KERJA	Rp 1.663,90
B	BAHAN				
	Besi Profil	Kg	1,05	Rp 12.456	Rp 13.078,80
	Kawat Beton	Kg	0,015	Rp 25.800	Rp 387,00

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
				JUMLAH HARGA BAHAN	Rp 13.465,80
	PERALATAN				
				JUMLAH HARGA ALAT	
D	Jumlah (A+B+C)				Rp 15.129,70
E	Overhead & Profit (Contoh 15%)			15% x D (maksimum)	Rp 2.269,45
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp 17.399,16

Pembesian 1 Kg dengan Besi Ulir atau Polos (Pembesian Kolom, Balok, Ring Balk, Sloof)

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
	Pekerja	OH	0,0210	Rp 100.000	Rp 2.100
	Tukang Besi	OH	0,0140	Rp 113.000	Rp 1.582
	Kepala tukang	OH	0,0014	Rp 118.000	Rp 165
	Mandor	OH	0,0021	Rp 129.000	Rp 271
				JUMLAH TENAGA KERJA	Rp 4.118,100
B	BAHAN				
	Besi Profil	Kg	1,05	Rp 12.456	Rp 13.078,80
	Kawat Beton	Kg	0,015	Rp 25.800	Rp 722,40
				JUMLAH HARGA BAHAN	Rp 13.801,20
	PERALATAN				
				JUMLAH HARGA ALAT	
D	Jumlah (A+B+C)				Rp 17.919,300
E	Overhead & Profit (Contoh 15%)			15% x D (maksimum)	Rp 2.687,895
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp 20.607,240

Pembesian 1 Kg dengan Besi Polos D12 (Pembesian Kolom, Balok, Ring Balk, Sloof)

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
	Pekerja	OH	0,0210	Rp 100.000	Rp 2.100
	Tukang Besi	OH	0,0140	Rp 113.000	Rp 1.582
	Kepala tukang	OH	0,0014	Rp 118.000	Rp 165
	Mandor	OH	0,0021	Rp 129.000	Rp 271
				JUMLAH TENAGA KERJA	Rp 4.118,100
B	BAHAN				
	Besi Profil	Kg	1,05	Rp 9.813	Rp 10.303,65
	Kawat Beton	Kg	0,015	Rp 25.800	Rp 722,40
				JUMLAH HARGA BAHAN	Rp 11.026,05
	PERALATAN				

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	
	JUMLAH HARGA ALAT					
D	Jumlah (A+B+C)				Rp	15.144,150
E	Overhead & Profit (Contoh 15%)			15% x D (maksimum)	Rp	2.271,623
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp	17.415,77

Sumber : Permen PUPR No.8 Tahun 2023 & Perwali Yogyakarta No.21 Tahun 2023

LAMPIRAN 5. Report Bexel Manager

Code	Name	Quantity	Quantity Unit	Calculated Working Hours
Structural Rebars.01	STIRRUP	8382,900157	kg	8383
BOTTOM_BAR.1	500A	6238,659994	kg	6239
BOTTOM_BAR.2	R	14353,98998	kg	14354
BOTTOM_BAR.3	T	154,3500001	kg	154
BOTTOM_BAR.4	Undefined	15,33999991	kg	15
REBAR.1	500A	3949,9801	kg	3950
REBAR.2	Undefined	17,34000015	kg	17
Sengkang Footing K1.1	R	65,04000092	kg	65
Sengkang KC 1.1	R	71,68000031	kg	72
Sengkang KC 2.1	R	11,10000038	kg	11
Sengkang KC 3.1	R	150,0400038	kg	150
Sengkang KC4 KC1.1	R	162,4200058	kg	162
Sengkang KC4 KC1 K1.1	R	31,12000084	kg	31
Sengkang Raft Lift.1	R	11,46000004	kg	11
STAIR_REBAR.2	Undefined	90,52999929	kg	91
Structural Rebars.1	500A	2,84999992	kg	3
TOP_BAR.1	500A	1919,56	kg	1920
TOP_BAR.2	R	14353,99998	kg	14354
TOP_BAR.3	T	1329,240001	kg	1329
Tul Pondasi Tapak K 1.1	500A	71,28000069	kg	71
Tul Pondasi Tapak K1 .1	500A	65,28000069	kg	65
Tul Pondasi Tapak K1 .1	500A	6	kg	6
Tul Pondasi Tapak KC 1.1	500A	145,5999985	kg	146
Tul Pondasi Tapak KC 2.1	500A	21,9800005	kg	22
Tul Pondasi Tapak KC 3.1	500A	316,8000021	kg	317
Tul Utama Arah X Raft Lift.1	500A	13,57999992	kg	14
Tul Utama Arah Y Raft Lift.1	500A	8,399999619	kg	8
Tul Utama Pile Cap KC4 KC1.1	500A	318,7599936	kg	319
Tul Utama Pile Cap KC4 KC1 K1.1	500A	59,76000023	kg	60
Tulangan Pile.1	500A	17,12000084	kg	17

Lampiran 5.1. Report Bexel Manager 25 S.T Tulangan

Automatic Unit Cost	Unit Cost	Material Cost	Labor Cost	Automatic Base Construction Cost
Rp 15.144,15	Rp 15.144,15	Rp 92.430.276,27	Rp 34.521.621,13	Rp 126.951.897,41
Rp 15.129,70	Rp 15.129,70	Rp 84.008.547,75	Rp 10.380.506,36	Rp 94.389.054,11
Rp 15.129,70	Rp 15.129,70	Rp 193.287.958,28	Rp 23.883.603,93	Rp 217.171.562,20
Rp 15.129,70	Rp 15.129,70	Rp 2.078.446,23	Rp 256.822,97	Rp 2.335.269,20
Rp 15.129,70	Rp 15.129,70	Rp 206.565,37	Rp 25.524,23	Rp 232.089,60
Rp 15.129,70	Rp 15.129,70	Rp 53.189.642,04	Rp 6.572.371,89	Rp 59.762.013,92
Rp 15.129,70	Rp 15.129,70	Rp 233.496,97	Rp 28.852,03	Rp 262.349,00
Rp 17.919,30	Rp 17.919,30	Rp 897.630,06	Rp 267.841,23	Rp 1.165.471,29
Rp 17.919,30	Rp 17.919,30	Rp 989.270,02	Rp 295.185,41	Rp 1.284.455,43
Rp 17.919,30	Rp 17.919,30	Rp 153.193,33	Rp 45.710,91	Rp 198.904,24
Rp 17.919,30	Rp 17.919,30	Rp 2.070.732,10	Rp 617.879,74	Rp 2.688.611,84
Rp 17.919,30	Rp 17.919,30	Rp 2.241.590,98	Rp 668.861,83	Rp 2.910.452,81
Rp 17.919,30	Rp 17.919,30	Rp 429.493,36	Rp 128.155,28	Rp 557.648,63
Rp 17.919,30	Rp 17.919,30	Rp 158.161,75	Rp 47.193,43	Rp 205.355,18
Rp 17.919,30	Rp 17.919,30	Rp 1.249.422,63	Rp 372.811,59	Rp 1.622.234,22
Rp 17.919,30	Rp 17.919,30	Rp 39.333,42	Rp 11.736,58	Rp 51.070,00
Rp 17.919,30	Rp 17.919,30	Rp 26.492.231,47	Rp 7.904.940,04	Rp 34.397.171,51
Rp 17.919,30	Rp 17.919,30	Rp 198.102.424,53	Rp 59.111.207,32	Rp 257.213.631,85
Rp 17.919,30	Rp 17.919,30	Rp 18.345.107,11	Rp 5.473.943,25	Rp 23.819.050,36
Rp 17.919,30	Rp 17.919,30	Rp 983.749,55	Rp 293.538,17	Rp 1.277.287,72
Rp 17.919,30	Rp 17.919,30	Rp 900.942,35	Rp 268.829,57	Rp 1.169.771,92
Rp 17.919,30	Rp 17.919,30	Rp 82.807,20	Rp 24.708,60	Rp 107.515,80
Rp 17.919,30	Rp 17.919,30	Rp 2.009.454,70	Rp 599.595,35	Rp 2.609.050,05
Rp 17.919,30	Rp 17.919,30	Rp 303.350,38	Rp 90.515,84	Rp 393.866,22
Rp 17.919,30	Rp 17.919,30	Rp 4.372.220,19	Rp 1.304.614,09	Rp 5.676.834,28
Rp 17.919,30	Rp 17.919,30	Rp 187.420,29	Rp 55.923,80	Rp 243.344,09
Rp 17.919,30	Rp 17.919,30	Rp 115.930,07	Rp 34.592,04	Rp 150.522,11
Rp 17.919,30	Rp 17.919,30	Rp 4.399.270,42	Rp 1.312.685,53	Rp 5.711.955,95
Rp 17.919,30	Rp 17.919,30	Rp 824.759,72	Rp 246.097,66	Rp 1.070.857,37
Rp 17.919,30	Rp 17.919,30	Rp 236.276,56	Rp 70.501,88	Rp 306.778,43

Lanjutan Lampiran 5.1. Report Bexel Manager 25 S.T Tulangan

Base Construction Cost	Has Elements	Cost Version	Base Material Cost
Rp 126.951.897,41	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 92.430.276,27
Rp 94.389.054,11	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 84.008.547,75
Rp 217.171.562,20	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 193.287.958,28
Rp 2.335.269,20	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 2.078.446,23
Rp 232.089,60	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 206.565,37
Rp 59.762.013,92	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 53.189.642,04
Rp 262.349,00	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 233.496,97
Rp 1.165.471,29	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 897.630,06
Rp 1.284.455,43	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 989.270,02
Rp 198.904,24	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 153.193,33
Rp 2.688.611,84	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 2.070.732,10
Rp 2.910.452,81	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 2.241.590,98
Rp 557.648,63	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 429.493,36
Rp 205.355,18	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 158.161,75
Rp 1.622.234,22	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 1.249.422,63
Rp 51.070,00	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 39.333,42
Rp 34.397.171,51	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 26.492.231,47
Rp 257.213.631,85	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 198.102.424,53
Rp 23.819.050,36	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 18.345.107,11
Rp 1.277.287,72	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 983.749,55
Rp 1.169.771,92	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 900.942,35
Rp 107.515,80	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 82.807,20
Rp 2.609.050,05	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 2.009.454,70
Rp 393.866,22	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 303.350,38
Rp 5.676.834,28	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 4.372.220,19
Rp 243.344,09	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 187.420,29
Rp 150.522,11	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 115.930,07
Rp 5.711.955,95	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 4.399.270,42
Rp 1.070.857,37	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 824.759,72
Rp 306.778,43	Has elements	REINFORCEMENT - Created on 8/10/2025 4:36:09 AM	Rp 236.276,56

Lanjutan Lampiran 5.1. Report Bexel Manager 25 S.T Tulangan

Base Labor Cost	Base Total Cost	Base Total Cost Inc. Overheac	Material Cost Inc. Markup	Material Cost Inc. Overhea
Rp 34.521.621,13	Rp 126.951.897,41	Rp 145.994.682,02	Rp 106.294.817,71	Rp 106.294.817,71
Rp 10.380.506,36	Rp 94.389.054,11	Rp 108.547.412,23	Rp 96.609.829,91	Rp 96.609.829,91
Rp 23.883.603,93	Rp 217.171.562,20	Rp 249.747.296,53	Rp 222.281.152,02	Rp 222.281.152,02
Rp 256.822,97	Rp 2.335.269,20	Rp 2.685.559,58	Rp 2.390.213,17	Rp 2.390.213,17
Rp 25.524,23	Rp 232.089,60	Rp 266.903,04	Rp 237.550,18	Rp 237.550,18
Rp 6.572.371,89	Rp 59.762.013,92	Rp 68.726.316,01	Rp 61.168.088,34	Rp 61.168.088,34
Rp 28.852,03	Rp 262.349,00	Rp 301.701,35	Rp 268.521,52	Rp 268.521,52
Rp 267.841,23	Rp 1.165.471,29	Rp 1.340.291,98	Rp 1.032.274,57	Rp 1.032.274,57
Rp 295.185,41	Rp 1.284.455,43	Rp 1.477.123,74	Rp 1.137.660,52	Rp 1.137.660,52
Rp 45.710,91	Rp 198.904,24	Rp 228.739,87	Rp 176.172,32	Rp 176.172,32
Rp 617.879,74	Rp 2.688.611,84	Rp 3.091.903,62	Rp 2.381.341,92	Rp 2.381.341,92
Rp 668.861,83	Rp 2.910.452,81	Rp 3.347.020,73	Rp 2.577.829,63	Rp 2.577.829,63
Rp 128.155,28	Rp 557.648,63	Rp 641.295,93	Rp 493.917,36	Rp 493.917,36
Rp 47.193,43	Rp 205.355,18	Rp 236.158,46	Rp 181.886,02	Rp 181.886,02
Rp 372.811,59	Rp 1.622.234,22	Rp 1.865.569,35	Rp 1.436.836,02	Rp 1.436.836,02
Rp 11.736,58	Rp 51.070,00	Rp 58.730,50	Rp 45.233,43	Rp 45.233,43
Rp 7.904.940,04	Rp 34.397.171,51	Rp 39.556.747,23	Rp 30.466.066,19	Rp 30.466.066,19
Rp 59.111.207,32	Rp 257.213.631,85	Rp 295.795.676,62	Rp 227.817.788,21	Rp 227.817.788,21
Rp 5.473.943,25	Rp 23.819.050,36	Rp 27.391.907,91	Rp 21.096.873,17	Rp 21.096.873,17
Rp 293.538,17	Rp 1.277.287,72	Rp 1.468.880,87	Rp 1.131.311,98	Rp 1.131.311,98
Rp 268.829,57	Rp 1.169.771,92	Rp 1.345.237,70	Rp 1.036.083,70	Rp 1.036.083,70
Rp 24.708,60	Rp 107.515,80	Rp 123.643,17	Rp 95.228,28	Rp 95.228,28
Rp 599.595,35	Rp 2.609.050,05	Rp 3.000.407,56	Rp 2.310.872,90	Rp 2.310.872,90
Rp 90.515,84	Rp 393.866,22	Rp 452.946,16	Rp 348.852,94	Rp 348.852,94
Rp 1.304.614,09	Rp 5.676.834,28	Rp 6.528.359,42	Rp 5.028.053,22	Rp 5.028.053,22
Rp 55.923,80	Rp 243.344,09	Rp 279.845,71	Rp 215.533,34	Rp 215.533,34
Rp 34.592,04	Rp 150.522,11	Rp 173.100,43	Rp 133.319,59	Rp 133.319,59
Rp 1.312.685,53	Rp 5.711.955,95	Rp 6.568.749,35	Rp 5.059.160,99	Rp 5.059.160,99
Rp 246.097,66	Rp 1.070.857,37	Rp 1.231.485,98	Rp 948.473,67	Rp 948.473,67
Rp 70.501,88	Rp 306.778,43	Rp 352.795,20	Rp 271.718,04	Rp 271.718,04

Lanjutan Lampiran 5.1. Report Bexel Manager 25 S.T Tulangan

Material Overhead Cost	Labor Cost Inc. Markup	Labor Cost Inc. Overhead	Labor Overhead Cost	Overhead Cost	Total Cost	Total Cost Inc. Tax
Rp 13.864.541,44	Rp 39.699.864,31	Rp 39.699.864,31	Rp 5.178.243,17	Rp 19.042.784,61	Rp 145.994.682,02	Rp 145.994.682,02
Rp 12.601.282,16	Rp 11.937.582,32	Rp 11.937.582,32	Rp 1.557.075,95	Rp 14.158.358,12	Rp 108.547.412,23	Rp 108.547.412,23
Rp 28.993.193,74	Rp 27.466.144,52	Rp 27.466.144,52	Rp 3.582.540,59	Rp 32.575.734,33	Rp 249.747.296,53	Rp 249.747.296,53
Rp 311.766,93	Rp 295.346,41	Rp 295.346,41	Rp 38.523,44	Rp 350.290,38	Rp 2.685.559,58	Rp 2.685.559,58
Rp 30.984,81	Rp 29.352,86	Rp 29.352,86	Rp 3.828,63	Rp 34.813,44	Rp 266.903,04	Rp 266.903,04
Rp 7.978.446,31	Rp 7.558.227,67	Rp 7.558.227,67	Rp 985.855,78	Rp 8.964.302,09	Rp 68.726.316,01	Rp 68.726.316,01
Rp 35.024,55	Rp 33.179,83	Rp 33.179,83	Rp 4.327,80	Rp 39.352,35	Rp 301.701,35	Rp 301.701,35
Rp 134.644,51	Rp 308.017,41	Rp 308.017,41	Rp 40.176,18	Rp 174.820,69	Rp 1.340.291,98	Rp 1.340.291,98
Rp 148.390,50	Rp 339.463,22	Rp 339.463,22	Rp 44.277,81	Rp 192.668,31	Rp 1.477.123,74	Rp 1.477.123,74
Rp 22.979,00	Rp 52.567,55	Rp 52.567,55	Rp 6.856,64	Rp 29.835,64	Rp 228.739,87	Rp 228.739,87
Rp 310.609,82	Rp 710.561,70	Rp 710.561,70	Rp 92.681,96	Rp 403.291,78	Rp 3.091.903,62	Rp 3.091.903,62
Rp 336.238,65	Rp 769.191,10	Rp 769.191,10	Rp 100.329,27	Rp 436.567,92	Rp 3.347.020,73	Rp 3.347.020,73
Rp 64.424,00	Rp 147.378,57	Rp 147.378,57	Rp 19.223,29	Rp 83.647,29	Rp 641.295,93	Rp 641.295,93
Rp 23.724,26	Rp 54.272,44	Rp 54.272,44	Rp 7.079,01	Rp 30.803,28	Rp 236.158,46	Rp 236.158,46
Rp 187.413,39	Rp 428.733,33	Rp 428.733,33	Rp 55.921,74	Rp 243.335,13	Rp 1.865.569,35	Rp 1.865.569,35
Rp 5.900,01	Rp 13.497,07	Rp 13.497,07	Rp 1.760,49	Rp 7.660,50	Rp 58.730,50	Rp 58.730,50
Rp 3.973.834,72	Rp 9.090.681,04	Rp 9.090.681,04	Rp 1.185.741,01	Rp 5.159.575,73	Rp 39.556.747,23	Rp 39.556.747,23
Rp 29.715.363,68	Rp 67.977.888,42	Rp 67.977.888,42	Rp 8.866.681,10	Rp 38.582.044,78	Rp 295.795.676,62	Rp 295.795.676,62
Rp 2.751.766,07	Rp 6.295.034,74	Rp 6.295.034,74	Rp 821.091,49	Rp 3.572.857,55	Rp 27.391.907,91	Rp 27.391.907,91
Rp 147.562,43	Rp 337.568,90	Rp 337.568,90	Rp 44.030,73	Rp 191.593,16	Rp 1.468.880,87	Rp 1.468.880,87
Rp 135.141,35	Rp 309.154,01	Rp 309.154,01	Rp 40.324,44	Rp 175.465,79	Rp 1.345.237,70	Rp 1.345.237,70
Rp 12.421,08	Rp 28.414,89	Rp 28.414,89	Rp 3.706,29	Rp 16.127,37	Rp 123.643,17	Rp 123.643,17
Rp 301.418,20	Rp 689.534,66	Rp 689.534,66	Rp 89.939,30	Rp 391.357,51	Rp 3.000.407,56	Rp 3.000.407,56
Rp 45.502,56	Rp 104.093,22	Rp 104.093,22	Rp 13.577,38	Rp 59.079,93	Rp 452.946,16	Rp 452.946,16
Rp 655.833,03	Rp 1.500.306,20	Rp 1.500.306,20	Rp 195.692,11	Rp 851.525,14	Rp 6.528.359,42	Rp 6.528.359,42
Rp 28.113,04	Rp 64.312,37	Rp 64.312,37	Rp 8.388,57	Rp 36.501,61	Rp 279.845,71	Rp 279.845,71
Rp 17.389,51	Rp 39.780,84	Rp 39.780,84	Rp 5.188,81	Rp 22.578,32	Rp 173.100,43	Rp 173.100,43
Rp 659.890,56	Rp 1.509.588,36	Rp 1.509.588,36	Rp 196.902,83	Rp 856.793,39	Rp 6.568.749,35	Rp 6.568.749,35
Rp 123.713,96	Rp 283.012,31	Rp 283.012,31	Rp 36.914,65	Rp 160.628,61	Rp 1.231.485,98	Rp 1.231.485,98
Rp 35.441,48	Rp 81.077,16	Rp 81.077,16	Rp 10.575,28	Rp 46.016,76	Rp 352.795,20	Rp 352.795,20

Lanjutan Lampiran 5.1. Report Bexel Manager 25 S.T Tulangan

Code	Name	Quantity	Quantity Unit	Calculated Working Hours	Automatic Unit Cost	Unit Cost
CONCRETE/C30.01	150*300	11,65199983	m³	12	Rp 1.231.104,00	Rp 1.231.104,00
CONCRETE/C30.02	200*204.4	0,016000001	m³	1	Rp 1.231.104,00	Rp 1.231.104,00
CONCRETE/C30.03	200*400	87,11800003	m³	87	Rp 1.231.104,00	Rp 1.231.104,00
CONCRETE/C30.04	250*400	14,76200019	m³	15	Rp 1.231.104,00	Rp 1.231.104,00
CONCRETE/C30.05	300*500	61,03500089	m³	61	Rp 1.231.104,00	Rp 1.231.104,00
CONCRETE/C35/45.01	200*400	1,443000019	m³	1	Rp 1.231.104,00	Rp 1.231.104,00
CONCRETE/C35/45.02	300*500	1,162	m³	1	Rp 1.231.104,00	Rp 1.231.104,00
CONCRETE/C35.01	300*300	5,212000161	m³	5	Rp 1.302.604,00	Rp 1.302.604,00
CONCRETE/C35.02	400*400	14,94399995	m³	15	Rp 1.302.604,00	Rp 1.302.604,00
CONCRETE/C35.03	D500	40,55900103	m³	41	Rp 1.302.604,00	Rp 1.302.604,00
CONCRETE/C35.04	D650	59,34999883	m³	59	Rp 1.302.604,00	Rp 1.302.604,00
CONCRETE/C35.05	D800	3,759000063	m³	4	Rp 1.302.604,00	Rp 1.302.604,00
CONCRETE/Concrete_Undefined.01	D500	0,293000013	m³	1	Rp 1.302.604,00	Rp 1.302.604,00
CONCRETE/C25.01	125*1470.7	1,43599999	m³	1	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.02	125*1980.8	2,430000067	m³	2	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.03	125*1981.1	4,843999863	m³	5	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.04	125*1997.7	2,430000067	m³	2	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.05	125*2075	13,77600002	m³	14	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.06	125*2210.5	1,44599998	m³	1	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.07	125*2218.5	0,731000006	m³	1	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.08	125*2235.5	0,739000022	m³	1	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.09	125*2255.8	2,434000015	m³	2	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.10	125*2561.9	4,196000099	m³	4	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.11	125*3050	10,12800026	m³	10	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.12	125*3167.8	10,6079998	m³	11	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.13	125*3325	74,10500193	m³	74	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.14	125*3402.5	0,894999981	m³	1	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.15	125*3402.7	2,684999943	m³	3	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.16	125*3425	4,160999894	m³	4	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.17	125*3618.2	3,15199995	m³	3	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.18	125*3628.1	9,975999832	m³	10	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.19	125*3685.6	10,67199993	m³	11	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.20	125*3759.3	3,296000004	m³	3	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.21	125*4511.6	15,13599968	m³	15	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.22	125*4572.5	3,444000006	m³	3	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.23	125*4572.9	10,36599994	m³	10	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.24	125*4608.3	10,6079998	m³	11	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.25	125*5414.8	13,57600021	m³	14	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.26	130*3416.4	10,58399963	m³	11	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.27	130*3416.8	5,291999817	m³	5	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.28	130*3417.4	5,281999826	m³	5	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.29	130*3581.4	6,84800005	m³	7	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.30	130*3586.6	6,872000217	m³	7	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.31	130*3586.7	13,74400043	m³	14	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.32	130*4226.3	2,536000013	m³	3	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.33	130*4226.4	7,251999855	m³	7	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.34	130*4226.8	2,536000013	m³	3	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.35	130*4232.9	7,276000023	m³	7	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.36	130*4245.1	6,291999817	m³	6	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.37	130*4504.7	2,697999954	m³	3	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.38	130*4505.5	5,395999908	m³	5	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.39	130*4505.7	13,48999977	m³	13	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.40	250*1980.8	2,135999918	m³	2	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.41	250*1983.7	2,14199996	m³	2	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.42	PL1800*1282.3	5,659999847	m³	6	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.43	PL1800*2200	3,802000046	m³	4	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25.44	PL4000*855.8	6,21600008	m³	6	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C35/45.02	125*0	1,531000018	m³	2	Rp 1.162.354,00	Rp 1.162.354,00
CONCRETE/C25/30.01	BORED	127,1399981	m³	127	Rp 1.231.104,00	Rp 1.231.104,00
CONCRETE/C30/37.01	PILE CAP KC4 KC1	5,980000019	m³	6	Rp 1.231.104,00	Rp 1.231.104,00
CONCRETE/C30/37.02	PILE CAP KC 1	27,04000092	m³	27	Rp 1.231.104,00	Rp 1.231.104,00
CONCRETE/C30/37.03	PILE CAP KC 2	5,119999886	m³	5	Rp 1.231.104,00	Rp 1.231.104,00
CONCRETE/C30/37.04	PILE CAP KC4 KC1	71,76000023	m³	72	Rp 1.231.104,00	Rp 1.231.104,00
CONCRETE/C30/37.05	PILE CAP KC4 KC1 K1	16,37999916	m³	16	Rp 1.231.104,00	Rp 1.231.104,00
CONCRETE/C30/37.06	PONDASI TAPAK K1	15,35999966	m³	15	Rp 1.231.104,00	Rp 1.231.104,00
CONCRETE/C30/37.07	PONDASI TAPAK KC 3	44	m³	44	Rp 1.231.104,00	Rp 1.231.104,00
CONCRETE/C30/37.08	Raft Lift	4,099999905	m³	4	Rp 1.231.104,00	Rp 1.231.104,00

Lampiran 5.2. Report Bexel Manager 25 S.T Concrete

Material Cost	Labor Cost	Automatic Base Construction Cost	Base Construction Cost	Has Elements	Cost Version
Rp 12.668.683,42	Rp 1.676.140,18	Rp 14.344.823,60	Rp 14.344.823,60	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 17.396,06	Rp 2.301,60	Rp 19.697,66	Rp 19.697,66	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 94.719.394,01	Rp 12.531.924,30	Rp 107.251.318,31	Rp 107.251.318,31	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 16.050.043,75	Rp 2.123.513,73	Rp 18.173.557,48	Rp 18.173.557,48	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 66.360.548,86	Rp 8.779.884,88	Rp 75.140.433,74	Rp 75.140.433,74	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 1.568.907,54	Rp 207.575,55	Rp 1.776.483,09	Rp 1.776.483,09	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 1.263.389,15	Rp 167.153,70	Rp 1.430.542,85	Rp 1.430.542,85	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 6.039.426,04	Rp 749.746,22	Rp 6.789.172,26	Rp 6.789.172,26	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 17.316.419,71	Rp 2.149.694,39	Rp 19.466.114,11	Rp 19.466.114,11	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 46.997.904,68	Rp 5.834.412,30	Rp 52.832.316,98	Rp 52.832.316,98	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 68.772.048,55	Rp 8.537.497,33	Rp 77.309.545,88	Rp 77.309.545,88	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 4.355.756,36	Rp 540.732,16	Rp 4.896.488,52	Rp 4.896.488,52	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 339.514,94	Rp 42.148,05	Rp 381.662,99	Rp 381.662,99	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 1.462.571,73	Rp 206.568,60	Rp 1.669.140,33	Rp 1.669.140,33	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 2.474.964,79	Rp 349.555,51	Rp 2.824.520,30	Rp 2.824.520,30	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 4.933.633,24	Rp 696.809,38	Rp 5.630.442,62	Rp 5.630.442,62	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 2.474.964,79	Rp 349.555,51	Rp 2.824.520,30	Rp 2.824.520,30	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 14.030.911,13	Rp 1.981.677,60	Rp 16.012.588,73	Rp 16.012.588,73	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 1.472.756,76	Rp 208.007,10	Rp 1.680.763,86	Rp 1.680.763,86	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 744.526,43	Rp 105.154,35	Rp 849.680,78	Rp 849.680,78	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 752.674,48	Rp 106.305,15	Rp 858.979,63	Rp 858.979,63	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 2.479.038,75	Rp 350.130,90	Rp 2.829.169,65	Rp 2.829.169,65	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 4.273.642,89	Rp 603.594,61	Rp 4.877.237,50	Rp 4.877.237,50	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 10.315.408,78	Rp 1.456.912,84	Rp 11.772.321,61	Rp 11.772.321,61	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 10.804.290,23	Rp 1.525.960,77	Rp 12.330.251,00	Rp 12.330.251,00	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 75.476.240,88	Rp 10.660.004,53	Rp 86.136.245,41	Rp 86.136.245,41	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 911.561,06	Rp 128.745,75	Rp 1.040.306,81	Rp 1.040.306,81	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 2.734.683,18	Rp 386.237,24	Rp 3.120.920,42	Rp 3.120.920,42	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 4.237.995,04	Rp 598.559,83	Rp 4.836.554,87	Rp 4.836.554,87	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 3.210.324,56	Rp 453.415,19	Rp 3.663.739,75	Rp 3.663.739,75	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 10.160.595,73	Rp 1.435.047,58	Rp 11.595.643,31	Rp 11.595.643,31	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 10.869.474,62	Rp 1.535.167,19	Rp 12.404.641,81	Rp 12.404.641,81	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 3.356.989,19	Rp 474.129,60	Rp 3.831.118,79	Rp 3.831.118,79	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 15.416.076,22	Rp 2.177.313,55	Rp 17.593.389,77	Rp 17.593.389,77	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 3.507.727,78	Rp 495.419,40	Rp 4.003.147,18	Rp 4.003.147,18	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 10.557.812,40	Rp 1.491.149,09	Rp 12.048.961,49	Rp 12.048.961,49	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 10.804.290,23	Rp 1.525.960,77	Rp 12.330.251,00	Rp 12.330.251,00	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 13.827.210,52	Rp 1.952.907,63	Rp 15.780.118,15	Rp 15.780.118,15	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 10.779.845,96	Rp 1.522.508,35	Rp 12.302.354,31	Rp 12.302.354,31	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 5.389.922,98	Rp 761.254,17	Rp 6.151.177,16	Rp 6.151.177,16	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 5.379.737,95	Rp 759.815,68	Rp 6.139.553,63	Rp 6.139.553,63	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 6.974.715,44	Rp 985.084,81	Rp 7.959.800,25	Rp 7.959.800,25	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 6.999.159,71	Rp 988.537,23	Rp 7.987.696,94	Rp 7.987.696,94	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 13.998.319,42	Rp 1.977.074,46	Rp 15.975.393,88	Rp 15.975.393,88	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 2.582.926,16	Rp 364.803,60	Rp 2.947.729,76	Rp 2.947.729,76	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 7.386.190,86	Rp 1.043.200,18	Rp 8.429.391,04	Rp 8.429.391,04	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 2.582.926,16	Rp 364.803,60	Rp 2.947.729,76	Rp 2.947.729,76	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 7.410.635,13	Rp 1.046.652,60	Rp 8.457.287,73	Rp 8.457.287,73	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 6.408.426,98	Rp 905.104,17	Rp 7.313.531,16	Rp 7.313.531,16	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 2.747.923,75	Rp 388.107,29	Rp 3.136.031,04	Rp 3.136.031,04	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 5.495.847,49	Rp 776.214,59	Rp 6.272.062,08	Rp 6.272.062,08	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 13.739.618,73	Rp 1.940.536,47	Rp 15.680.155,19	Rp 15.680.155,19	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 2.175.524,46	Rp 307.263,59	Rp 2.482.788,05	Rp 2.482.788,05	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 2.181.635,53	Rp 308.126,69	Rp 2.489.762,22	Rp 2.489.762,22	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 5.764.732,48	Rp 814.190,98	Rp 6.578.923,46	Rp 6.578.923,46	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 3.872.352,25	Rp 546.917,71	Rp 4.419.269,96	Rp 4.419.269,96	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 6.331.020,95	Rp 894.171,61	Rp 7.225.192,56	Rp 7.225.192,56	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 1.559.329,64	Rp 220.234,35	Rp 1.779.564,00	Rp 1.779.564,00	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 138.233.471,47	Rp 18.289.088,72	Rp 156.522.560,19	Rp 156.522.560,19	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 6.501.778,94	Rp 860.223,00	Rp 7.362.001,94	Rp 7.362.001,94	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 29.399.349,16	Rp 3.889.704,13	Rp 33.289.053,29	Rp 33.289.053,29	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 5.566.740,36	Rp 736.511,98	Rp 6.303.252,34	Rp 6.303.252,34	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 78.021.347,29	Rp 10.322.676,03	Rp 88.344.023,32	Rp 88.344.023,32	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 17.809.219,61	Rp 2.356.262,88	Rp 20.165.482,49	Rp 20.165.482,49	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 16.700.221,07	Rp 2.209.535,95	Rp 18.909.757,02	Rp 18.909.757,02	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 47.839.176,00	Rp 6.329.400,00	Rp 54.168.576,00	Rp 54.168.576,00	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM
Rp 4.457.741,30	Rp 589.784,99	Rp 5.047.526,28	Rp 5.047.526,28	Has elements	ST - CONCRETE - Created on 7/29/2025 4:30-35 AM

Lanjutan Lampiran 5.2. Report Bexel Manager 25 S.T Concrete

Base Material Cost	Base Labor Cost	Base Total Cost	Base Total Cost Inc. Overhead	Material Cost Inc. Markup	Material Cost Inc. Overhead
Rp 12.668.683,42	Rp 1.676.140,18	Rp 14.344.823,60	Rp 16.496.547,14	Rp 14.568.985,94	Rp 14.568.985,94
Rp 17.396,06	Rp 2.301,60	Rp 19.697,66	Rp 22.652,31	Rp 20.005,47	Rp 20.005,47
Rp 94.719.394,01	Rp 12.531.924,30	Rp 107.251.318,31	Rp 123.339.016,06	Rp 108.927.303,11	Rp 108.927.303,11
Rp 16.050.043,75	Rp 2.123.513,73	Rp 18.173.557,48	Rp 20.899.591,10	Rp 18.457.550,32	Rp 18.457.550,32
Rp 66.360.548,86	Rp 8.779.884,88	Rp 75.140.433,74	Rp 86.411.498,80	Rp 76.314.631,19	Rp 76.314.631,19
Rp 1.568.907,54	Rp 207.575,55	Rp 1.776.483,09	Rp 2.042.955,56	Rp 1.804.243,67	Rp 1.804.243,67
Rp 1.263.389,15	Rp 167.153,70	Rp 1.430.542,85	Rp 1.645.124,28	Rp 1.452.897,52	Rp 1.452.897,52
Rp 6.039.426,04	Rp 749.746,22	Rp 6.789.172,26	Rp 7.807.548,10	Rp 6.945.339,94	Rp 6.945.339,94
Rp 17.316.419,71	Rp 2.149.694,39	Rp 19.466.114,11	Rp 22.386.031,22	Rp 19.913.882,67	Rp 19.913.882,67
Rp 46.997.904,68	Rp 5.834.412,30	Rp 52.832.316,98	Rp 60.757.164,52	Rp 54.047.590,38	Rp 54.047.590,38
Rp 68.772.048,55	Rp 8.537.497,33	Rp 77.309.545,88	Rp 88.905.977,76	Rp 79.087.855,83	Rp 79.087.855,83
Rp 4.355.756,36	Rp 540.732,16	Rp 4.896.488,52	Rp 5.630.961,80	Rp 5.009.119,81	Rp 5.009.119,81
Rp 339.514,94	Rp 42.148,05	Rp 381.662,99	Rp 438.912,44	Rp 390.442,18	Rp 390.442,18
Rp 1.462.571,73	Rp 206.568,60	Rp 1.669.140,33	Rp 1.919.511,38	Rp 1.681.957,49	Rp 1.681.957,49
Rp 2.474.964,79	Rp 349.555,51	Rp 2.824.520,30	Rp 3.248.198,34	Rp 2.846.209,51	Rp 2.846.209,51
Rp 4.933.633,24	Rp 696.809,38	Rp 5.630.442,62	Rp 6.475.009,01	Rp 5.673.678,22	Rp 5.673.678,22
Rp 2.474.964,79	Rp 349.555,51	Rp 2.824.520,30	Rp 3.248.198,34	Rp 2.846.209,51	Rp 2.846.209,51
Rp 14.030.911,13	Rp 1.981.677,60	Rp 16.012.588,73	Rp 18.414.477,04	Rp 16.135.547,80	Rp 16.135.547,80
Rp 1.472.756,76	Rp 208.007,10	Rp 1.680.763,86	Rp 1.932.878,44	Rp 1.693.670,28	Rp 1.693.670,28
Rp 744.526,43	Rp 105.154,35	Rp 849.680,78	Rp 977.132,90	Rp 856.205,39	Rp 856.205,39
Rp 752.674,48	Rp 106.305,15	Rp 858.979,63	Rp 987.826,58	Rp 865.575,65	Rp 865.575,65
Rp 2.479.038,75	Rp 350.130,90	Rp 2.829.169,65	Rp 3.253.545,10	Rp 2.850.894,56	Rp 2.850.894,56
Rp 4.273.642,89	Rp 603.594,61	Rp 4.877.237,50	Rp 5.608.823,12	Rp 4.914.689,32	Rp 4.914.689,32
Rp 10.315.408,78	Rp 1.456.912,84	Rp 11.772.321,61	Rp 13.538.169,86	Rp 11.862.720,09	Rp 11.862.720,09
Rp 10.804.290,23	Rp 1.525.960,77	Rp 12.330.251,00	Rp 14.179.788,65	Rp 12.424.933,76	Rp 12.424.933,76
Rp 75.476.240,88	Rp 10.660.004,53	Rp 86.136.245,41	Rp 99.056.682,22	Rp 86.797.677,01	Rp 86.797.677,01
Rp 911.561,06	Rp 128.745,75	Rp 1.040.306,81	Rp 1.196.352,83	Rp 1.048.295,22	Rp 1.048.295,22
Rp 2.734.683,18	Rp 386.237,24	Rp 3.120.920,42	Rp 3.589.058,49	Rp 3.144.885,66	Rp 3.144.885,66
Rp 4.237.995,04	Rp 598.559,83	Rp 4.836.554,87	Rp 5.562.038,10	Rp 4.873.694,29	Rp 4.873.694,29
Rp 3.210.324,56	Rp 453.415,19	Rp 3.663.739,75	Rp 4.213.300,71	Rp 3.691.873,24	Rp 3.691.873,24
Rp 10.160.595,73	Rp 1.435.047,58	Rp 11.595.643,31	Rp 13.334.989,81	Rp 11.684.685,09	Rp 11.684.685,09
Rp 10.869.474,62	Rp 1.535.167,19	Rp 12.404.641,81	Rp 14.265.338,08	Rp 12.499.895,81	Rp 12.499.895,81
Rp 3.356.989,19	Rp 474.129,60	Rp 3.831.118,79	Rp 4.405.786,61	Rp 3.860.537,57	Rp 3.860.537,57
Rp 15.416.076,22	Rp 2.177.313,55	Rp 17.593.389,77	Rp 20.232.398,24	Rp 17.728.487,65	Rp 17.728.487,65
Rp 3.507.727,78	Rp 495.419,40	Rp 4.003.147,18	Rp 4.603.619,26	Rp 4.033.886,95	Rp 4.033.886,95
Rp 10.557.812,40	Rp 1.491.149,09	Rp 12.048.961,49	Rp 13.856.305,71	Rp 12.141.484,26	Rp 12.141.484,26
Rp 10.804.290,23	Rp 1.525.960,77	Rp 12.330.251,00	Rp 14.179.788,65	Rp 12.424.933,76	Rp 12.424.933,76
Rp 13.827.210,52	Rp 1.952.907,63	Rp 15.780.118,15	Rp 18.147.135,88	Rp 15.901.292,10	Rp 15.901.292,10
Rp 10.779.845,96	Rp 1.522.508,35	Rp 12.302.354,31	Rp 14.147.707,46	Rp 12.396.822,86	Rp 12.396.822,86
Rp 5.389.922,98	Rp 761.254,17	Rp 6.151.177,16	Rp 7.073.853,73	Rp 6.198.411,43	Rp 6.198.411,43
Rp 5.379.737,95	Rp 759.815,68	Rp 6.139.553,63	Rp 7.060.486,67	Rp 6.186.698,64	Rp 6.186.698,64
Rp 6.974.715,44	Rp 985.084,81	Rp 7.959.800,25	Rp 9.153.770,29	Rp 8.020.922,76	Rp 8.020.922,76
Rp 6.999.159,71	Rp 988.537,23	Rp 7.987.696,94	Rp 9.185.851,48	Rp 8.049.033,67	Rp 8.049.033,67
Rp 13.998.319,42	Rp 1.977.074,46	Rp 15.975.393,88	Rp 18.371.702,96	Rp 16.098.067,33	Rp 16.098.067,33
Rp 2.582.926,16	Rp 364.803,60	Rp 2.947.729,76	Rp 3.389.889,22	Rp 2.970.365,08	Rp 2.970.365,08
Rp 7.386.190,86	Rp 1.043.200,18	Rp 8.429.391,04	Rp 9.693.799,70	Rp 8.494.119,49	Rp 8.494.119,49
Rp 2.582.926,16	Rp 364.803,60	Rp 2.947.729,76	Rp 3.389.889,22	Rp 2.970.365,08	Rp 2.970.365,08
Rp 7.410.635,13	Rp 1.046.652,60	Rp 8.457.287,73	Rp 9.725.880,89	Rp 8.522.230,40	Rp 8.522.230,40
Rp 6.408.426,98	Rp 905.104,17	Rp 7.313.531,16	Rp 8.410.560,83	Rp 7.369.691,03	Rp 7.369.691,03
Rp 2.747.923,75	Rp 388.107,29	Rp 3.136.031,04	Rp 3.606.435,69	Rp 3.160.112,31	Rp 3.160.112,31
Rp 5.495.847,49	Rp 776.214,59	Rp 6.272.062,08	Rp 7.212.871,39	Rp 6.320.224,61	Rp 6.320.224,61
Rp 13.739.618,73	Rp 1.940.536,47	Rp 15.680.155,19	Rp 18.032.178,47	Rp 15.800.561,54	Rp 15.800.561,54
Rp 2.175.524,46	Rp 307.263,59	Rp 2.482.788,05	Rp 2.855.206,26	Rp 2.501.853,13	Rp 2.501.853,13
Rp 2.181.635,53	Rp 308.126,69	Rp 2.489.762,22	Rp 2.863.226,55	Rp 2.508.880,86	Rp 2.508.880,86
Rp 5.764.732,48	Rp 814.190,98	Rp 6.578.923,46	Rp 7.565.761,98	Rp 6.629.442,36	Rp 6.629.442,36
Rp 3.872.352,25	Rp 546.917,71	Rp 4.419.269,96	Rp 5.082.160,46	Rp 4.453.205,09	Rp 4.453.205,09
Rp 6.331.020,95	Rp 894.171,61	Rp 7.225.192,56	Rp 8.308.971,44	Rp 7.280.674,09	Rp 7.280.674,09
Rp 1.559.329,64	Rp 220.234,35	Rp 1.779.564,00	Rp 2.046.498,59	Rp 1.793.229,09	Rp 1.793.229,09
Rp 138.233.471,47	Rp 18.289.088,72	Rp 156.522.560,19	Rp 180.000.944,22	Rp 158.968.492,19	Rp 158.968.492,19
Rp 6.501.778,94	Rp 860.223,00	Rp 7.362.001,94	Rp 8.466.302,24	Rp 7.477.045,78	Rp 7.477.045,78
Rp 29.399.349,16	Rp 3.889.704,13	Rp 33.289.053,29	Rp 38.282.411,28	Rp 33.809.251,53	Rp 33.809.251,53
Rp 5.566.740,36	Rp 736.511,98	Rp 6.303.252,34	Rp 7.248.740,19	Rp 6.401.751,41	Rp 6.401.751,41
Rp 78.021.347,29	Rp 10.322.676,03	Rp 88.344.023,32	Rp 101.595.626,82	Rp 89.724.549,38	Rp 89.724.549,38
Rp 17.809.219,61	Rp 2.356.262,88	Rp 20.165.482,49	Rp 23.190.304,86	Rp 20.480.602,55	Rp 20.480.602,55
Rp 16.700.221,07	Rp 2.209.535,95	Rp 18.909.757,02	Rp 21.746.220,57	Rp 19.205.254,23	Rp 19.205.254,23
Rp 47.839.176,00	Rp 6.329.400,00	Rp 54.168.576,00	Rp 62.293.862,40	Rp 55.015.052,40	Rp 55.015.052,40
Rp 4.457.741,30	Rp 589.784,99	Rp 5.047.526,28	Rp 5.804.655,22	Rp 5.126.402,49	Rp 5.126.402,49

Lanjutan Lampiran 5.2. Report Bexel Manager 25 S.T Concrete

Material Overhead Cost	Labor Cost Inc. Markup	Labor Cost Inc. Overhead	Labor Overhead Cost	Overhead Cost	Total Cost	Total Cost Inc. Tax
Rp 1.900.302,51	Rp 1.927.561,20	Rp 1.927.561,20	Rp 251.421,03	Rp 2.151.723,54	Rp 16.496.547,14	Rp 16.496.547,14
Rp 2.609,41	Rp 2.646,84	Rp 2.646,84	Rp 345,24	Rp 2.954,65	Rp 22.652,31	Rp 22.652,31
Rp 14.207.909,10	Rp 14.411.712,95	Rp 14.411.712,95	Rp 1.879.788,65	Rp 16.087.697,75	Rp 123.339.016,06	Rp 123.339.016,06
Rp 2.407.506,56	Rp 2.442.040,79	Rp 2.442.040,79	Rp 318.527,06	Rp 2.726.033,62	Rp 20.899.591,10	Rp 20.899.591,10
Rp 9.954.082,33	Rp 10.096.867,61	Rp 10.096.867,61	Rp 1.316.982,73	Rp 11.271.065,06	Rp 86.411.498,80	Rp 86.411.498,80
Rp 235.336,13	Rp 238.711,89	Rp 238.711,89	Rp 31.136,33	Rp 266.472,46	Rp 2.042.955,56	Rp 2.042.955,56
Rp 189.508,37	Rp 192.226,76	Rp 192.226,76	Rp 25.073,06	Rp 214.581,43	Rp 1.645.124,28	Rp 1.645.124,28
Rp 905.913,91	Rp 862.208,16	Rp 862.208,16	Rp 112.461,93	Rp 1.018.375,84	Rp 7.807.548,10	Rp 7.807.548,10
Rp 2.597.462,96	Rp 2.472.148,55	Rp 2.472.148,55	Rp 322.454,16	Rp 2.919.917,12	Rp 22.386.031,22	Rp 22.386.031,22
Rp 7.049.685,70	Rp 6.709.574,14	Rp 6.709.574,14	Rp 875.161,84	Rp 7.924.847,55	Rp 60.757.164,52	Rp 60.757.164,52
Rp 10.315.807,28	Rp 9.818.121,93	Rp 9.818.121,93	Rp 1.280.624,60	Rp 11.596.431,88	Rp 88.905.977,76	Rp 88.905.977,76
Rp 653.363,45	Rp 621.841,98	Rp 621.841,98	Rp 81.109,82	Rp 734.473,28	Rp 5.630.961,80	Rp 5.630.961,80
Rp 50.927,24	Rp 48.470,26	Rp 48.470,26	Rp 6.322,21	Rp 57.249,45	Rp 438.912,44	Rp 438.912,44
Rp 219.385,76	Rp 237.553,89	Rp 237.553,89	Rp 30.985,29	Rp 250.371,05	Rp 1.919.511,38	Rp 1.919.511,38
Rp 371.244,72	Rp 401.988,84	Rp 401.988,84	Rp 52.433,33	Rp 423.678,04	Rp 3.248.198,34	Rp 3.248.198,34
Rp 740.044,99	Rp 801.330,79	Rp 801.330,79	Rp 104.521,41	Rp 844.566,39	Rp 6.475.009,01	Rp 6.475.009,01
Rp 371.244,72	Rp 401.988,84	Rp 401.988,84	Rp 52.433,33	Rp 423.678,04	Rp 3.248.198,34	Rp 3.248.198,34
Rp 2.104.636,67	Rp 2.278.929,24	Rp 2.278.929,24	Rp 297.251,64	Rp 2.401.888,31	Rp 18.414.477,04	Rp 18.414.477,04
Rp 220.913,51	Rp 239.208,16	Rp 239.208,16	Rp 31.201,06	Rp 252.114,58	Rp 1.932.878,44	Rp 1.932.878,44
Rp 111.678,96	Rp 120.927,50	Rp 120.927,50	Rp 15.773,15	Rp 127.452,12	Rp 977.132,90	Rp 977.132,90
Rp 112.901,17	Rp 122.250,93	Rp 122.250,93	Rp 15.945,77	Rp 128.846,94	Rp 987.826,58	Rp 987.826,58
Rp 371.855,81	Rp 402.650,54	Rp 402.650,54	Rp 52.519,64	Rp 424.375,45	Rp 3.253.545,10	Rp 3.253.545,10
Rp 641.046,43	Rp 694.133,81	Rp 694.133,81	Rp 90.539,19	Rp 731.585,62	Rp 5.608.823,12	Rp 5.608.823,12
Rp 1.547.311,32	Rp 1.675.449,76	Rp 1.675.449,76	Rp 218.536,93	Rp 1.765.848,24	Rp 13.538.169,86	Rp 13.538.169,86
Rp 1.620.643,53	Rp 1.754.854,89	Rp 1.754.854,89	Rp 228.894,12	Rp 1.849.537,65	Rp 14.179.788,65	Rp 14.179.788,65
Rp 11.321.436,13	Rp 12.259.005,21	Rp 12.259.005,21	Rp 1.599.000,68	Rp 12.920.436,81	Rp 99.056.682,22	Rp 99.056.682,22
Rp 136.734,16	Rp 148.057,61	Rp 148.057,61	Rp 19.311,86	Rp 156.046,02	Rp 1.196.352,83	Rp 1.196.352,83
Rp 410.202,48	Rp 444.172,83	Rp 444.172,83	Rp 57.935,59	Rp 468.138,06	Rp 3.589.058,49	Rp 3.589.058,49
Rp 635.699,26	Rp 688.343,81	Rp 688.343,81	Rp 89.783,98	Rp 725.483,23	Rp 5.562.038,10	Rp 5.562.038,10
Rp 481.548,68	Rp 521.427,47	Rp 521.427,47	Rp 68.012,28	Rp 549.560,96	Rp 4.213.300,71	Rp 4.213.300,71
Rp 1.524.089,36	Rp 1.650.304,71	Rp 1.650.304,71	Rp 215.257,14	Rp 1.739.346,50	Rp 13.334.989,81	Rp 13.334.989,81
Rp 1.630.421,19	Rp 1.765.442,27	Rp 1.765.442,27	Rp 230.275,08	Rp 1.860.696,27	Rp 14.265.338,08	Rp 14.265.338,08
Rp 503.548,38	Rp 545.249,04	Rp 545.249,04	Rp 71.119,44	Rp 574.667,82	Rp 4.405.786,61	Rp 4.405.786,61
Rp 2.312.411,43	Rp 2.503.910,59	Rp 2.503.910,59	Rp 326.597,03	Rp 2.639.008,47	Rp 20.232.398,24	Rp 20.232.398,24
Rp 526.159,17	Rp 569.732,31	Rp 569.732,31	Rp 74.312,91	Rp 600.472,08	Rp 4.603.619,26	Rp 4.603.619,26
Rp 1.583.671,86	Rp 1.714.821,45	Rp 1.714.821,45	Rp 223.672,36	Rp 1.807.344,22	Rp 13.856.305,71	Rp 13.856.305,71
Rp 1.620.643,53	Rp 1.754.854,89	Rp 1.754.854,89	Rp 228.894,12	Rp 1.849.537,65	Rp 14.179.788,65	Rp 14.179.788,65
Rp 2.074.081,58	Rp 2.245.843,78	Rp 2.245.843,78	Rp 292.936,14	Rp 2.367.017,72	Rp 18.147.135,88	Rp 18.147.135,88
Rp 1.616.976,89	Rp 1.750.884,60	Rp 1.750.884,60	Rp 228.376,25	Rp 1.845.353,15	Rp 14.147.707,46	Rp 14.147.707,46
Rp 808.488,45	Rp 875.442,30	Rp 875.442,30	Rp 114.188,13	Rp 922.676,57	Rp 7.073.853,73	Rp 7.073.853,73
Rp 806.960,69	Rp 873.788,03	Rp 873.788,03	Rp 113.972,35	Rp 920.933,04	Rp 7.060.486,67	Rp 7.060.486,67
Rp 1.046.207,32	Rp 1.132.847,53	Rp 1.132.847,53	Rp 147.762,72	Rp 1.193.970,04	Rp 9.153.770,29	Rp 9.153.770,29
Rp 1.049.873,96	Rp 1.136.817,82	Rp 1.136.817,82	Rp 148.280,58	Rp 1.198.154,54	Rp 9.185.851,48	Rp 9.185.851,48
Rp 2.099.747,91	Rp 2.273.635,63	Rp 2.273.635,63	Rp 296.561,17	Rp 2.396.309,08	Rp 18.371.702,96	Rp 18.371.702,96
Rp 387.438,92	Rp 419.524,14	Rp 419.524,14	Rp 54.720,54	Rp 442.159,46	Rp 3.389.889,22	Rp 3.389.889,22
Rp 1.107.928,63	Rp 1.199.680,21	Rp 1.199.680,21	Rp 156.480,03	Rp 1.264.408,66	Rp 9.693.799,70	Rp 9.693.799,70
Rp 387.438,92	Rp 419.524,14	Rp 419.524,14	Rp 54.720,54	Rp 442.159,46	Rp 3.389.889,22	Rp 3.389.889,22
Rp 1.111.595,27	Rp 1.203.650,49	Rp 1.203.650,49	Rp 156.997,89	Rp 1.268.593,16	Rp 9.725.880,89	Rp 9.725.880,89
Rp 961.264,05	Rp 1.040.869,80	Rp 1.040.869,80	Rp 135.765,63	Rp 1.097.029,67	Rp 8.410.560,83	Rp 8.410.560,83
Rp 412.188,56	Rp 446.323,39	Rp 446.323,39	Rp 58.216,09	Rp 470.404,66	Rp 3.606.435,69	Rp 3.606.435,69
Rp 824.377,12	Rp 892.646,77	Rp 892.646,77	Rp 116.432,19	Rp 940.809,31	Rp 7.212.871,39	Rp 7.212.871,39
Rp 2.060.942,81	Rp 2.231.616,94	Rp 2.231.616,94	Rp 291.080,47	Rp 2.352.023,28	Rp 18.032.178,47	Rp 18.032.178,47
Rp 326.328,67	Rp 353.353,13	Rp 353.353,13	Rp 46.089,54	Rp 372.418,21	Rp 2.855.206,26	Rp 2.855.206,26
Rp 327.245,33	Rp 354.345,70	Rp 354.345,70	Rp 46.219,00	Rp 373.464,33	Rp 2.863.226,55	Rp 2.863.226,55
Rp 864.709,87	Rp 936.319,62	Rp 936.319,62	Rp 122.128,65	Rp 986.838,52	Rp 7.565.761,98	Rp 7.565.761,98
Rp 580.852,84	Rp 628.955,36	Rp 628.955,36	Rp 82.037,66	Rp 662.890,49	Rp 5.082.160,46	Rp 5.082.160,46
Rp 949.653,14	Rp 1.028.297,35	Rp 1.028.297,35	Rp 134.125,74	Rp 1.083.778,88	Rp 8.308.971,44	Rp 8.308.971,44
Rp 233.899,45	Rp 253.269,51	Rp 253.269,51	Rp 33.035,15	Rp 266.934,60	Rp 2.046.498,59	Rp 2.046.498,59
Rp 20.735.020,72	Rp 21.032.452,03	Rp 21.032.452,03	Rp 2.743.363,31	Rp 23.478.384,03	Rp 180.000.944,22	Rp 180.000.944,22
Rp 975.266,84	Rp 989.256,45	Rp 989.256,45	Rp 129.033,45	Rp 1.104.300,29	Rp 8.466.302,24	Rp 8.466.302,24
Rp 4.409.902,37	Rp 4.473.159,75	Rp 4.473.159,75	Rp 583.455,62	Rp 4.993.357,99	Rp 38.282.411,28	Rp 38.282.411,28
Rp 835.011,05	Rp 846.988,78	Rp 846.988,78	Rp 110.476,80	Rp 945.487,85	Rp 7.248.740,19	Rp 7.248.740,19
Rp 11.703.202,09	Rp 11.871.077,44	Rp 11.871.077,44	Rp 1.548.401,40	Rp 13.251.603,50	Rp 101.595.626,82	Rp 101.595.626,82
Rp 2.671.382,94	Rp 2.709.702,31	Rp 2.709.702,31	Rp 353.439,43	Rp 3.024.822,37	Rp 23.190.304,86	Rp 23.190.304,86
Rp 2.505.033,16	Rp 2.540.966,34	Rp 2.540.966,34	Rp 331.430,39	Rp 2.836.463,55	Rp 21.746.220,57	Rp 21.746.220,57
Rp 7.175.876,40	Rp 7.278.810,00	Rp 7.278.810,00	Rp 949.410,00	Rp 8.125.286,40	Rp 62.293.862,40	Rp 62.293.862,40
Rp 668.661,19	Rp 678.252,73	Rp 678.252,73	Rp 88.467,75	Rp 757.128,94	Rp 5.804.655,22	Rp 5.804.655,22

Lanjutan Lampiran 5.2. Report Bexel Manager 25 S.T Concrete

Code	Name	Quantity Formula	Quantity	Quantity Unit	Calculated Working Hours
TUBE100*15.1	STEEL/S275	[Weight]	5716,939995	kg	5717
WF 150X75X6X9.1	STEEL/S275	[Weight]	3872,59005	kg	3873
WF 200X100X5.5X8.1	STEEL/S275	[Weight]	1585,399971	kg	1585
WF 250X125X6X9.1	STEEL/S275	[Weight]	2331,429993	kg	2331
WF 350X175X7X11.1	STEEL/S275	[Weight]	5647,329895	kg	5647
WF 400X200X8X13.1	STEEL/S275	[Weight]	3444,440002	kg	3444

Unit Cost	Material Cost	Labor Cost	Base Construction Cost	Base Material Cost	Base Labor Cost	Base Total Cost
Rp 61.427,00	Rp 266.638.081,36	Rp 84.536.391,70	Rp 351.174.473,06	Rp 266.638.081,36	Rp 84.536.391,70	Rp 351.174.473,06
Rp 31.885,20	Rp 66.214.319,19	Rp 57.263.989,07	Rp 123.478.308,25	Rp 66.214.319,19	Rp 57.263.989,07	Rp 123.478.308,25
Rp 32.976,00	Rp 28.836.840,07	Rp 23.443.309,37	Rp 52.280.149,44	Rp 28.836.840,07	Rp 23.443.309,37	Rp 52.280.149,44
Rp 32.223,00	Rp 40.650.813,35	Rp 34.474.855,30	Rp 75.125.668,65	Rp 40.650.813,35	Rp 34.474.855,30	Rp 75.125.668,65
Rp 36.729,00	Rp 123.913.712,56	Rp 83.507.067,16	Rp 207.420.779,71	Rp 123.913.712,56	Rp 83.507.067,16	Rp 207.420.779,71
Rp 38.101,50	Rp 80.305.396,44	Rp 50.932.934,32	Rp 131.238.330,75	Rp 80.305.396,44	Rp 50.932.934,32	Rp 131.238.330,75

Base Total Cost Inc. Overhead	Material Cost Inc. Markup	Material Cost Inc. Overhead	Material Overhead Cost
Rp 386.291.920,37	Rp 293.301.889,49	Rp 293.301.889,49	Rp 26.663.808,14
Rp 135.826.139,08	Rp 72.835.751,11	Rp 72.835.751,11	Rp 6.621.431,92
Rp 57.508.164,39	Rp 31.720.524,08	Rp 31.720.524,08	Rp 2.883.684,01
Rp 82.638.235,52	Rp 44.715.894,69	Rp 44.715.894,69	Rp 4.065.081,34
Rp 228.162.857,69	Rp 136.305.083,81	Rp 136.305.083,81	Rp 12.391.371,26
Rp 144.362.163,83	Rp 88.335.936,08	Rp 88.335.936,08	Rp 8.030.539,64

Labor Cost Inc. Markup	Labor Cost Inc. Overhead	Labor Overhead Cost	Overhead Cost	Total Cost	Total Cost Inc. Tax
Rp 92.990.030,87	Rp 92.990.030,87	Rp 8.453.639,17	Rp 35.117.447,31	Rp 386.291.920,37	Rp 386.291.920,37
Rp 62.990.387,97	Rp 62.990.387,97	Rp 5.726.398,91	Rp 12.347.830,83	Rp 135.826.139,08	Rp 135.826.139,08
Rp 25.787.640,31	Rp 25.787.640,31	Rp 2.344.330,94	Rp 5.228.014,94	Rp 57.508.164,39	Rp 57.508.164,39
Rp 37.922.340,83	Rp 37.922.340,83	Rp 3.447.485,53	Rp 7.512.566,87	Rp 82.638.235,52	Rp 82.638.235,52
Rp 91.857.773,87	Rp 91.857.773,87	Rp 8.350.706,72	Rp 20.742.077,97	Rp 228.162.857,69	Rp 228.162.857,69
Rp 56.026.227,75	Rp 56.026.227,75	Rp 5.093.293,43	Rp 13.123.833,08	Rp 144.362.163,83	Rp 144.362.163,83

Lampiran 5.3. Report Bexel Manager 25 S.T Baja

LAMPIRAN 6 DATA LOMBA TEKLA STRUCTURE



Lampiran 6.1 PPT Hasil Design Tekla Kelompok Pilar UII 2

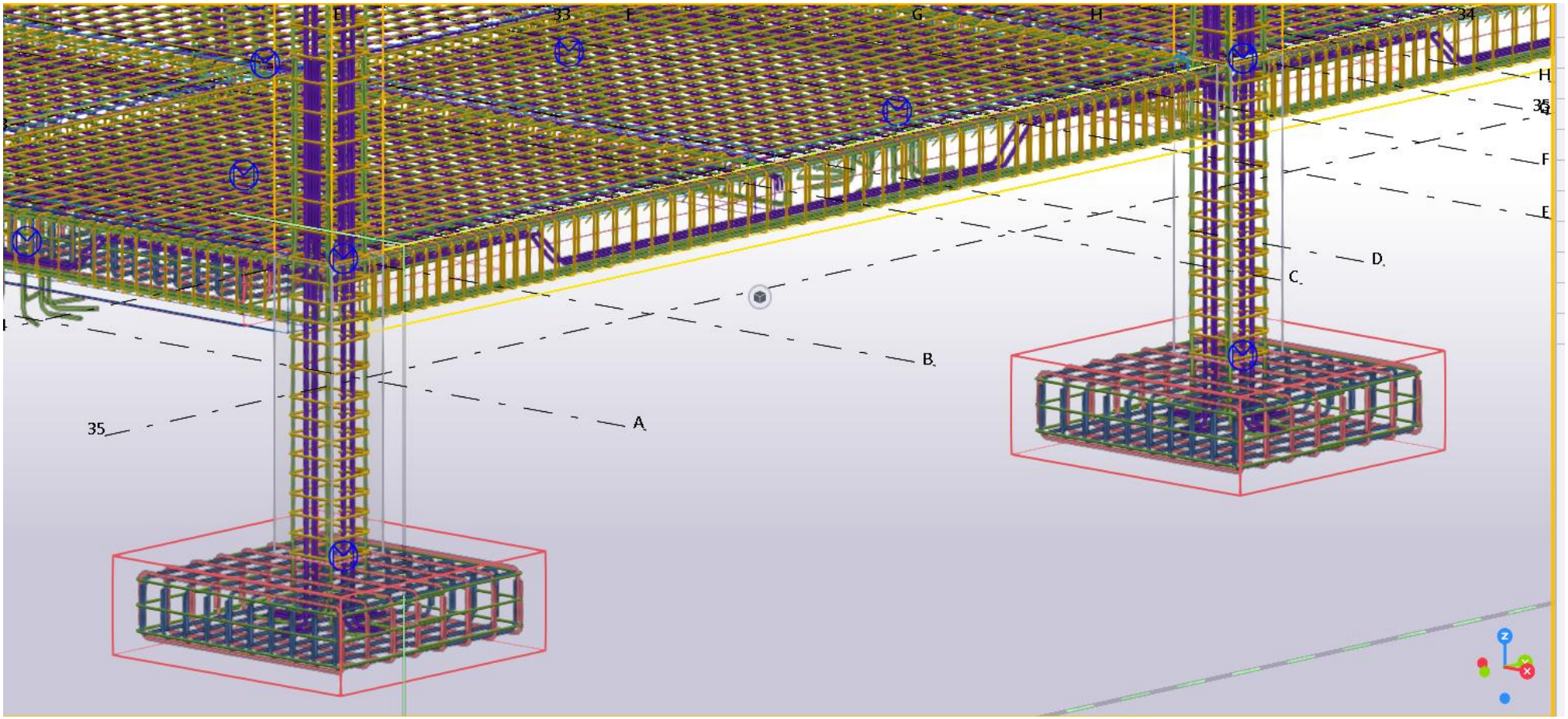


Lampiran 6.2 Sertifikat Juara

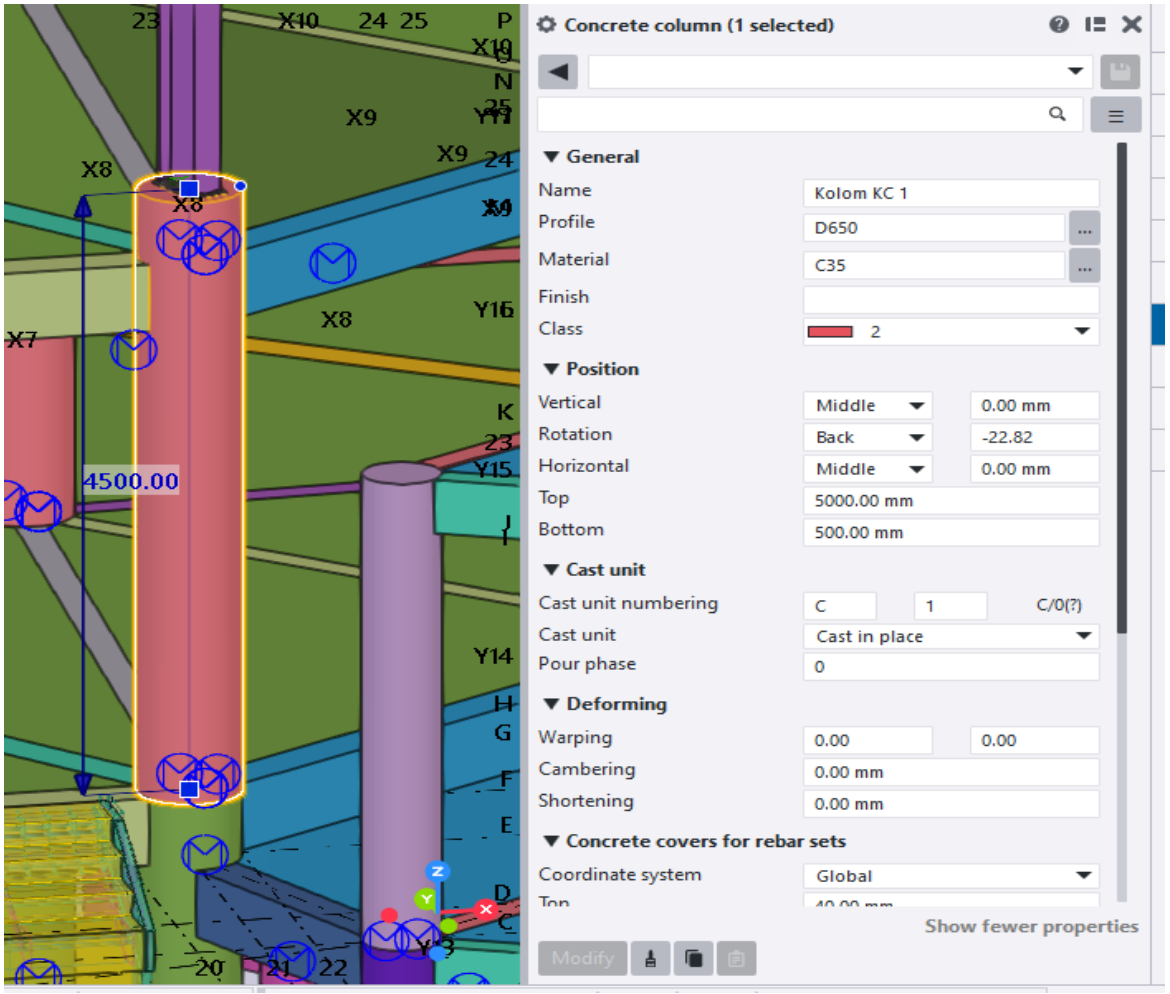


Lampiran 6.3. Foto kebersamaan Ketika Mendapatkan Pengumuman Juara

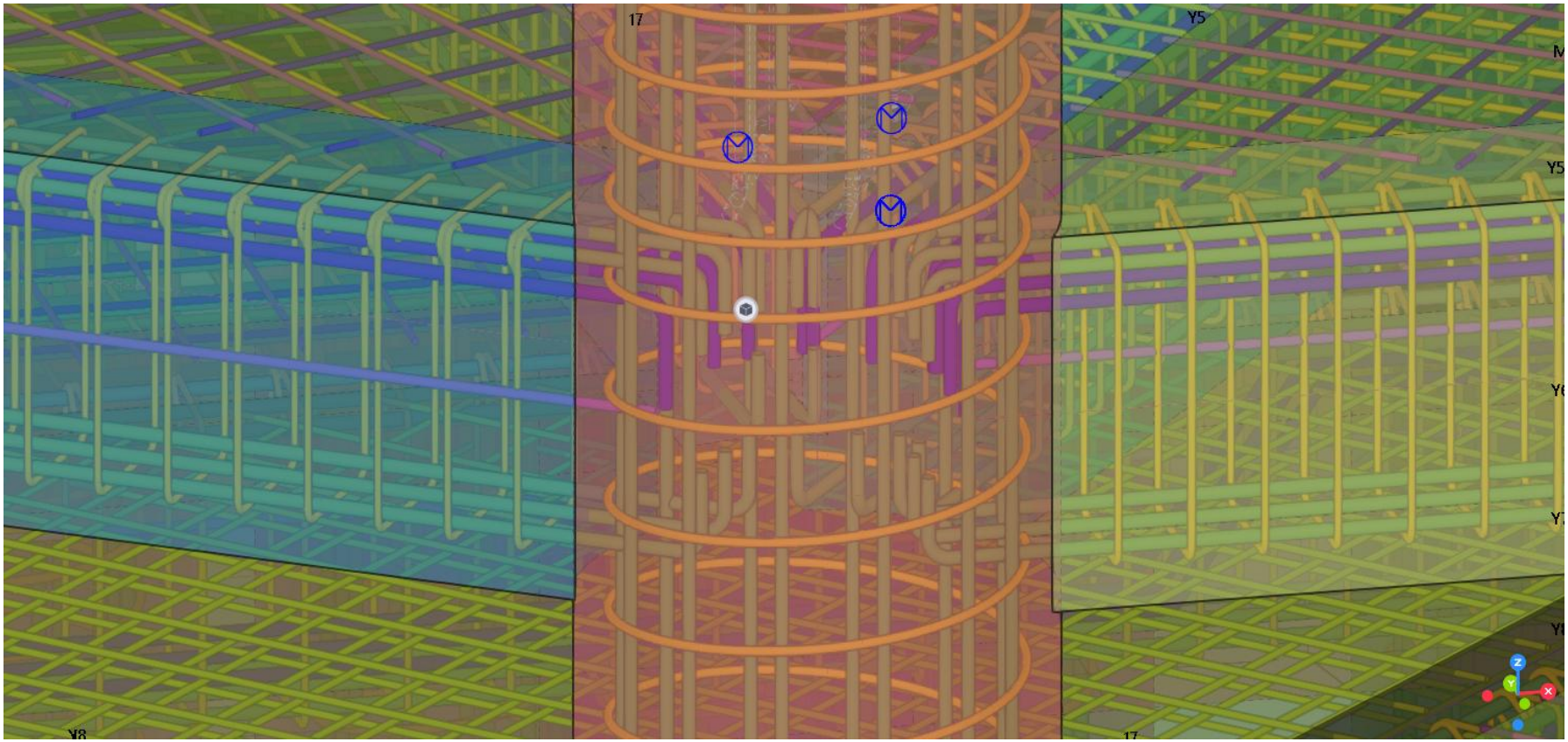
LAMPIRAN 7 VALIDASI DESIGN MENCAPAI LOD 350



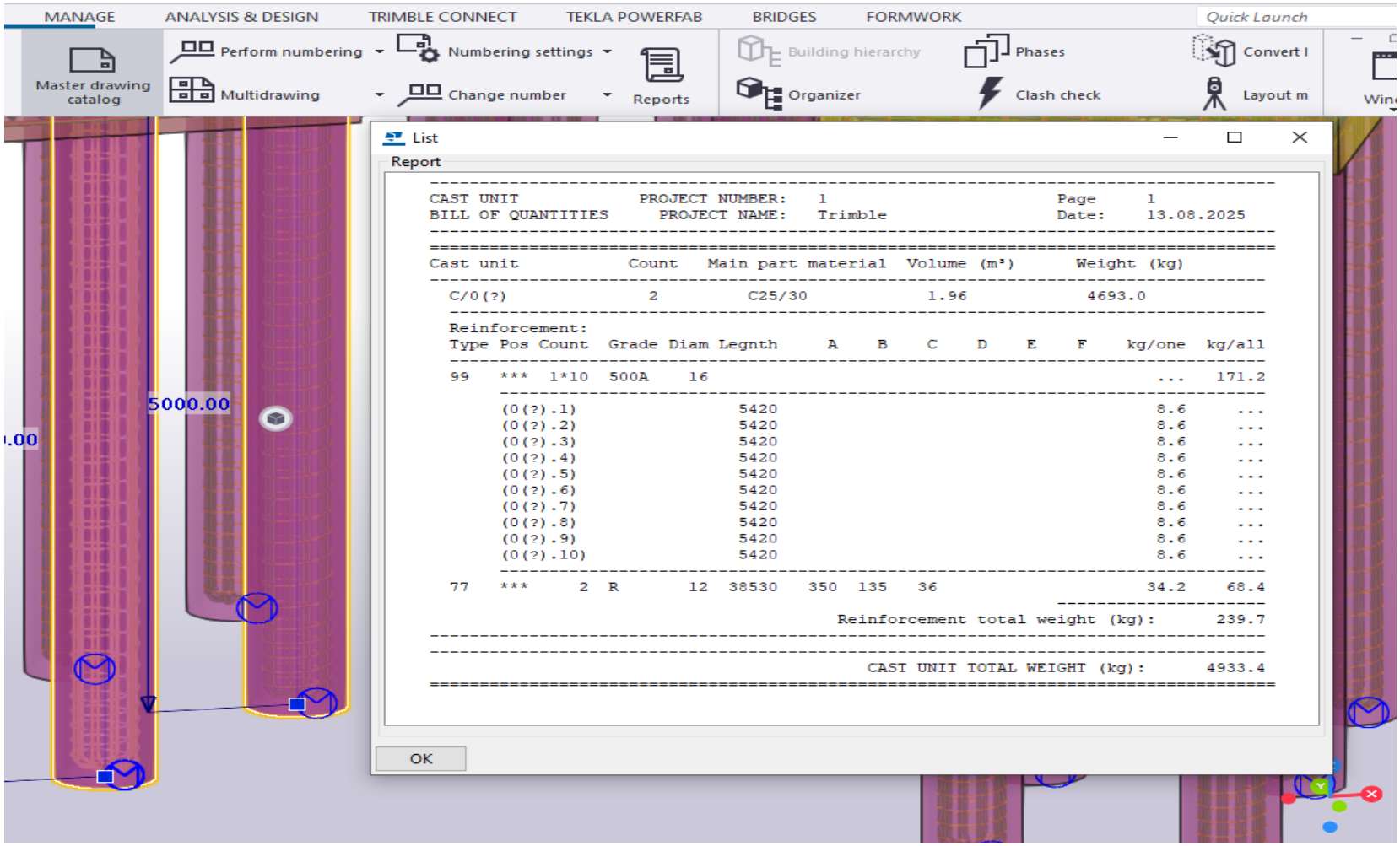
Lampiran 7.1. Dapat Memunculkan Tulangan pada Design



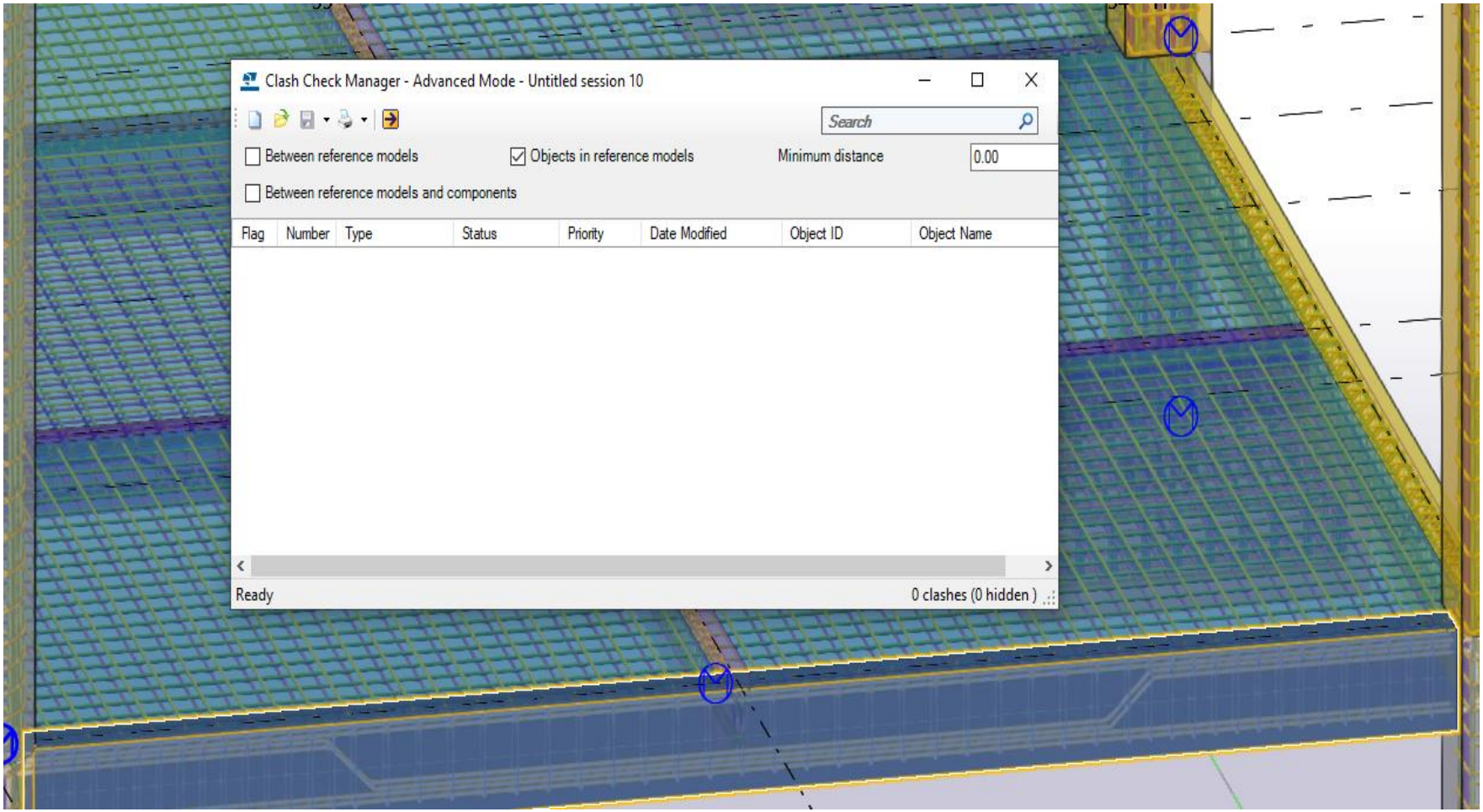
Lampiran 7.2. Dapat Memunculkan Material, Profil, Penamaan



Lampiran 7.3. Dapat Melihatkan Sambungan Tulangan Antara kolom dan Balok



Lampiran 7.4. Dapat Memunculkan Volume Berat Tulangan langsung dari model



Lampiran 7.5. Mengecek *clash* Pada Sruktur Kolom